

HISTÓRIA NATURAL DE MATO GROSSO



CAIUBI EMANUEL SOUZA KUHN
SHEILA KLENER JORGE DE SOUSA
SUZANA SCHISUCO HIROOKA
MARA LUIZA BARROS PITA ROCHA SALA
DAIANE DA SILVA BRUM
FABIO AUGUSTO GOMES VIEIRA REIS

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



HISTÓRIA NATURAL DE **MATO GROSSO**

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



APOIO:



CAPTAÇÃO DE RECURSOS:

Fábio Augusto Gomes Vieira Reis
Sheila Klener Jorge de Sousa
Caiubi Emanuel Souza Kuhn

EDITORES:

Caiubi Emanuel Souza Kuhn
Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

ORGANIZADORES:

Caiubi Emanuel Souza Kuhn
Sheila Klener Jorge de Sousa
Suzana Schisuco Hirooka
Mara Luiza Barros Pita Rocha Sala
Daiane da Silva Brum
Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

DIREÇÃO DE ARTE: Xablaire (Emanoel
Batista)

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO:
Franco Mathson

ILUSTRAÇÕES:

Jefferson Emerick
Rodolfo Nogueira

REVISÃO:

Mariselma Ferreira Zaine
André de Andrade Kolya

FOTOS:

Caiubi Emanuel Souza Kuhn
Cristina Barros
Kamilla Borges Amorim
Onelia Carmem Rossetto
Sebastião Souza Silva
Silane A. F. da Silva Caminha
Suzana Schisuco Hirooka
Pedro Ivo de Lima Almeida Prado
Thiago de Oliveira Faria

MAPAS:

Flávia Regina Pereira Santos
Cleberson Ribeiro de Jesus
Daiane da Silva Brum

FOTO DA CAPA:

Réplica do *pycnonomosaurus nevesi*, espécie de dinossauro descrita com base em fósseis encontrados em Chapada dos Guimarães, elaborada pelo paleoartista Carlos Scarpini • Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.

FOTO DA CONTRACAPA:

Amostra de cianita azul. Acervo do Museu de Rochas Minerais e Fósseis • Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

História natural de Mato Grosso / organização
Caiubi Emanuel Souza Kuhn...[et al.]. --
1. ed. -- Belo Horizonte, MG : Federação
Brasileira de Geólogos - FEBRAGEO, 2022.

Outros organizadores: Sheila Klener Jorge
de Sousa, Suzana Schisuco Hirooka, Mara Luiza
Barros Pita Rocha Sala, Daiane da Silva Brum,
Fábio Augusto Gomes Vieira Reis.
ISBN 978-65-993923-5-1

1. Arqueologia 2. Biodiversidade 3. Geomorfologia
4. Geologia 5. História natural 6. Mato Grosso (MT) -
História 7. Paleontologia I. Kuhn, Caiubi Emanuel
Souza. II. Sousa, Sheila Klener Jorge de.
III. Hirooka, Suzana Schisuco. IV. Sala, Mara
Luiza Barros Pita Rocha. V. Brum, Daiane da Silva.
VI. Reis, Fábio Augusto Gomes Vieira.

22-135526

CDD-508.98172

Índices para catálogo sistemático:

1. Mato Grosso : História natural 508.98172

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

HISTÓRIA NATURAL DE MATO GROSSO





FEBRAGEO
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GEÓLOGOS

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GEÓLOGOS - FEBRAGEO
GESTÃO 2020 – 2022

DIRETORIA EXECUTIVA

Presidente: Fábio Augusto Gomes Vieira Reis (SP)
Vice-Presidente: Sheila Klener Jorge de Sousa (MT)
Secretário-Geral: Ronaldo Malheiros Figueira (SP)
Tesoureiro: Caiubi Emanuel Souza Kuhn (MT)

VICE-PRESIDENTES REGIONAIS

Norte

Daniele Freitas Gonçalves

Nordeste

Antônio Christino Pereira de Lyra Sobrinho

Centro-Oeste

Caroline Siqueira Gomide

Sudeste

Luciana Maria Ferrer

Sul

Elielson Krubniki

DIRETORIAS ESPECÍFICAS

**Diretoria de Políticas Públicas e Assun-
tos Parlamentares**

Abdel Majid Hach Hach

**Diretoria de Eventos, Publicações e
Imprensa**

Orildo Lima e Silva

CONSELHO FISCAL

Titulares

Danilo Costa Monteiro; Ricardo Latgé Milward de Azevedo; Luciana Gonçalves Tibiriçá

Suplentes

Jérsica Lima Bezerra; Suzi Huff Theodoro; Antonio Pedro Viero

ENTIDADES FILIADAS À FEBRAGEO

ABG – Associação Baiana de Geólogos
ACGEO – Associação Capixaba de Geólogos
AGEGO – Associação dos Geólogos no Estado de Goiás
AGEMAT – Associação dos Profissionais de Geologia do Estado do Mato Grosso
AGEO-DF – Associação dos Geólogos do Distrito Federal
AGEPAR – Associação Profissional dos Geólogos do Paraná
AGEPI – Associação Profissional dos Geólogos do Piauí
AGERN – Associação Profissional dos Geólogos do Rio Grande do Norte
AGESC – Associação Profissional dos Geólogos do Estado de Santa Catarina
AGESE – Associação Profissional dos Geólogos no Estado de Sergipe
AGEOPA – Associação dos Geólogos do Oeste do Pará
AGP – Associação Profissional dos Geólogos de Pernambuco
AGPB – Associação dos Geólogos da Paraíba
APG – Associação Paulista de Geólogos
APGAM – Associação Profissional dos Geólogos da Amazônia
APGCE – Associação dos Profissionais Geólogos do Ceará
APG-RJ – Associação Profissional de Geólogos do Estado do Rio de Janeiro
APGV – Associação Profissional de Geólogos dos Vales - RS
APROGERO – Associação Profissional dos Geólogos de Rondônia
APROGAM – Associação Profissional dos Geólogos do Amazonas
APSG – Associação Profissional Sul-Brasileira de Geólogos – RS
ASSOGESPA – Associação dos Geólogos do Sul e Sudeste do Pará
GEOCLUBE – Associação dos Geólogos de Cuiabá
GEOMAP – Associação Profissional de Geologia e Mineração do Amapá
SIGESP – Sindicato dos Geólogos no Estado de São Paulo
SINGEMAT – Sindicato dos Geólogos do Estado de Mato Grosso
SINGEO-MG – Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais
SINGEO-PA – Sindicato dos Geólogos no Estado do Pará



Jacaré, Pantanal • Foto: Caiubi Kuhn

A Federação Brasileira de Geólogos – FEBRAGEO é uma entidade nacional federada, que congrega 28 entidades regionais, formadas por associações e sindicatos, que atualmente representam mais de 12 mil Geólogos ou Engenheiros Geólogos espalhados por todo país.

A Federação foi fundada em 1º de novembro de 1978, em reunião realizada no Clube Internacional do Recife, com a denominação de Coordenação Nacional dos Geólogos – CONAGE. Em 5 de setembro de 1996, em reunião no Centro de Convenções da Bahia, em Salvador, a entidade passou a se denominar de FEBRAGEO.

Historicamente, a FEBRAGEO participou ativamente do processo de redemocratização do Brasil e da elaboração da Constituição de 1988, sempre atuando na defesa da Geologia, de suas entidades filiadas e profissionais associados, em busca de um país mais justo e democrático, que conhece suas riquezas naturais e utiliza a Geodiversidade de forma sustentável. A FEBRAGEO participa em comissões e espaços representativos ligados à atuação dos profissionais da Geologia, incluindo o acompanhamento legislativo, reuniões com representantes dos poderes Legislativo e Executivo, apresentação de Projetos de Leis e participação em audiências públicas.

A Federação tem lutado pelo fortalecimento dos órgãos públicos técnicos e de fiscalização nas áreas de Geociências e Engenharia, que são essenciais para o desenvolvimento sustentável do Brasil e para a formação de recursos humanos especializados. Busca o desenvolvimento contínuo do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e dos demais órgãos e institutos públicos de fiscalização, pesquisa, desenvolvimento e inovação. A criação e a consolidação de serviços geológicos estaduais é outra bandeira da entidade, possibilitando que a Geodiversidade brasileira seja conhecida em detalhe, garantindo o uso sustentável dos recursos naturais, o adequado planejamento territorial e urbano, a prevenção de acidentes naturais e tecnológicos, e o desenvolvimento competente de projetos e obras de engenharia.

Ao adquirir esse livro, você está ajudando a FEBRAGEO e suas entidades filiadas no projeto de levar conhecimento à sociedade. Conheça mais sobre nosso trabalho, no site www.febrageo.org.br e siga-nos no Facebook, Instagram e YouTube.

Uma excelente leitura.



Ilustração de instrumentos e rochas utilizados para fabricação de ferramentas de pedra lascada. Acervo do Museu de História Natural de Mato Grosso • Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

Crea-MT em prol da valorização dos mais de 35 mil profissionais do Sistema em defesa da sociedade

Nosso dever como gestor do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Mato Grosso é fortalecer e unificar as modalidades do Sistema Confea/Crea, que atualmente contam com mais de 35 mil profissionais distribuídos nas Engenharias, Agronomia e Geociências, por meio dos 250 cursos registrados no Conselho Profissional de Mato Grosso. O Crea trabalha constantemente na busca pela excelência no atendimento dos profissionais do Sistema Confea/Crea, por meio da fiscalização do exercício profissional em defesa da sociedade, tendo como suporte as 25 inspetorias espalhadas pelo Estado de Mato Grosso.

Com mais de meio século de história, o Crea-MT atua em prol da segurança da sociedade, registrando e salvaguardando os profissionais do Sistema, ao mesmo tempo, impedindo a atuação de leigos e pessoas não habilitadas para prestarem serviços à sociedade.

Na parte institucional, o Crea-MT, juntamente com o plenário e o quadro funcional, conta com o apoio e parcerias e parcerias das associações ligadas às modalidades do Sistema Confea/Crea e Mútua e os órgãos públicos: Ministério Público, Poderes constituídos, em defesa de legislações e políticas públicas importantes para o setor tecnológico. O Regional de Mato Grosso trabalha na valorização e fortalecimento das entidades de classe do Conselho, através do Termo de Fomento do Chamamento Público para o desenvolvimento de projetos de incentivo e aperfeiçoamento das profissões das Engenharias, Agronomia e Geociências para a realização de seminários, ciclos de palestras, trabalhos de valorização profissional, publicações, dentre outras ações.

Eng. Civ. Juares Silveira Samaniego

Presidente do Crea-MT

Mini currículo Juares Silveira Samaniego

Natural de Ponta Porã no estado de Mato Grosso do Sul, reside na Capital mato-grossense há mais de 35 anos. Graduado em Engenharia Civil e de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e formado em Direito pela Universidade Cândido Rondon (UNIRONDON). Especialista em Georreferenciamento e exerce há mais de trinta anos a atividade de perito, tanto em imóveis urbanos como rurais. Presidiu o Crea - MT de 2012 a 2016. Em 2017, assumiu a cadeira de conselheiro federal no Confea e em 2018, o cargo de diretor-financeiro da Mútua nacional.



Cachoeira do Jatobá, Situada no Parque Estadual da Serra Ricardo Franco, em Vila Bela da Santíssima Trindade • Foto: Caiubi Kuhn

CONFEA e AGEMAT resgatam memória geológica de Mato Grosso

Em uma nova parceria técnica, o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e a Associação Profissional dos Geólogos do Estado de Mato Grosso (AGEMAT) levam informação de qualidade à nossa área profissional, motivando a atualização e a construção de conhecimento de geólogos e engenheiros de minas. Ao editar o livro “História natural de Mato Grosso”, a entidade reforça seu comprometimento em produzir e disseminar conhecimento, com vistas a aprimorar a aplicação da Geologia em benefício da coletividade. E, com o patrocínio do CONFEA, esta relevante publicação chega às mãos de um número cada vez maior de profissionais.

É com foco nesta sinergia que o Conselho Federal tem refinado o relacionamento institucional com as entidades representativas, investindo em ações de patrocínio, que funcionam como significativo suporte para projetos de cunho científico e técnico. O apoio financeiro auxilia entidades de classe na realização de eventos e publicações, estimulando iniciativas voltadas para inovação e geração de conhecimento de interesse da Engenharia, da Agronomia e das Geociências. Como resultado, a sociedade passa a contar com profissionais cada vez mais conscientes de suas atribuições, responsabilidades e potenciais, nos ramos acadêmico, científico ou tecnológico.

É neste ponto que o projeto da AGEMAT tem afinidade com o mencionado objetivo do CONFEA: discutir assuntos relacionados às profissões como um todo, visando melhorias na qualidade de vida da população. Engajados nesse sentido, CONFEA e AGEMAT fortalecem seu compromisso com a área tecnológica brasileira, em busca de uma Geologia cada vez mais forte e respeitada por nossa sociedade. A divulgação desta obra materializa esse esforço das duas instituições em prol do engrandecimento da profissão e dos seus profissionais, imprescindíveis para o desenvolvimento do Brasil.

Que a leitura atenta desta publicação contribua diretamente para a modernização de conhecimentos, por consequência, auxilie os profissionais no correto desempenho de suas atribuições e confira mais consistência e credibilidade aos serviços entregues à sociedade.

Eng. Civ. Joel Krüger
Presidente do Confea



Vértebra de dinossauro do Grupo dos Saurópoda encontrada no Município de Chapada dos Guimarães. Acervo do Museu de História Natural de Mato Grosso • Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

SUMÁRIO

PREFÁCIO	15
CAPÍTULO 1: HISTÓRIA NATURAL: DO SURGIMENTO AO EXERCÍCIO PROFISSIONAL NO SÉCULO XXI.....	17
CAPÍTULO 2: HISTÓRIA GEOLÓGICA DE MATO GROSSO.....	31
CAPÍTULO 3: MINERAIS E ROCHAS: FOCO NO MUSEU DE MINERAIS, ROCHAS E FÓSSEIS – FAGEO/UFMT	51
CAPÍTULO 4: PALEONTOLOGIA: O QUE É E ONDE ENCONTRAR FÓSSEIS NO ESTADO DE MATO GROSSO?.....	69
CAPÍTULO 5: POVOAMENTO DO MATO GROSSO	89
CAPÍTULO 6: BIOMAS DO ESTADO DE MATO GROSSO	109
CAPÍTULO 7: OS ELEMENTOS DO RELEVO MATO-GROSSENSE: UM CAMINHAR PELA GEOMORFOLOGIA E PAISAGEM DO ESTADO	119
CAPÍTULO 8: SOLOS: IMPORTÂNCIA E OCORRÊNCIAS EM MATO GROSSO	133
CAPÍTULO 9: HISTÓRIA NATURAL, MUSEUS E EDUCAÇÃO	143



Minerais: Feldspato Potássico, Quartzo e Topázio. Acervo do Museu de Rochas, Minerais e Fósseis • Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

PREFÁCIO

Caros Leitores

Honra-me, sobremaneira, prefaciар essa obra tão importante para Mato Grosso. Afinal, estudar sua história é como viajar no oceano de informações, em que cada descoberta é uma imensidão de aprendizado.

O livro realmente permite que o leitor consiga fazer essa jornada sobre a história natural de Mato Grosso, em especial, as primeiras expedições científicas, geológicas, biodiversidade, Paleontologia, Geografia e outros temas conexos.

O livro trouxe-me a um passeio pelas observações da mente, impressões dos sentidos e sensações da emoção que acumulei no mergulho que fiz nestas páginas a que deverei voltar para muitas abluções e imersões, como quem volta a uma cachoeira para desfrutar de todas as suas quedas.

Contudo, para que essa travessia ocorra, é necessário que exista um guia que tenha habilidades extraordinárias e neste ponto, o querido amigo geólogo, professor, mestre e doutorando, também atuante no GEOCLUBE, e na diretoria da FEBRAGEO, entusiasta e brilhante conselheiro do CREA-MT. O idealizador deste projeto, Caiubi Kuhn, que vislumbrou suas primeiras experiências ainda nos anos de sua formação na cidade de Chapada dos Guimarães, traz para a amplitude de assunto tão importante e complexo.

Afinal, escrever sobre o sistema atribuição profissional, legislação pertinente das atribuições profissionais em conformidade com as leis correspondentes da Engenharia, Agronomia e Geologia, suas responsabilidades, consorciando seu elo com a Arqueologia, Paleontologia e Geografia associadas à

biodiversidade tão bem condensada nos manuscritos, livros, compêndios do Museu de História Natural de Mato Grosso e do Museu de Rochas Minerais e Fósseis da Universidade Federal de Mato Grosso, não é uma tarefa fácil. Ao ler a obra, pude observar que os autores trouxeram uma linguagem tão clara, acessível, podendo o livro ser compreendido não só pela comunidade científica, mas por qualquer pessoa, independentemente de seu perfil, formação ou habilidade.

Seus estudos também refletem as tradições dos povos Uma, Tupi-guarani, Pantaneiro, Uru, Aratu, Xinguana e tantos outros. Pinturas existentes nos domínios da Sítio Arqueológico Santa Elina evidenciam indícios da existência dos povos primitivos nos domínios do Estado de Mato Grosso, com inscrições rupestres de imagens de animais, tais como *“macaco, cervo, porco do mato, autorrepresentação e outras tantas”*.

A obra revela conhecimento geológico na formação de rochas, complexibilidade e estágios de compreensão do passado e do presente e seus diferentes níveis evolutivos. O livro também destaca os diferentes biomas, ressaltando a Amazônia de forma exuberante na região centro e norte, o Cerrado do agronegócio na região central e o Pantanal no extremo sul, mostrando a diversidade tipológica do estado de Mato Grosso. Mostra ainda uma geomorfologia diversificada com planaltos, serras, planícies, tabuleiros e chapadas.

A maior contribuição dos autores está no desafio de mostrar a história da origem de Mato Grosso, para que assim haja uma compreensão maior

da realidade em que vivemos, ajudando a enxergar, com mais clareza, os processos e etapas da formação geológica e antevendo as questões futuras.

Não podemos esquecer livros publicados recentemente, como o Geoparque Chapada dos Guimarães, que trouxe o contexto paleontológico revelado nas rochas que circundam a Chapada dos Guimarães.

O livro também é uma prática acadêmica do processo de construção coletiva do conhecimento. Tive a impressão de estar na sala de aula, provocando conhecimento e um novo saber.

Ademais, a obra traz o devido reconhecimento do Museu de História Natural de Mato Grosso e do Museu de Rochas Minerais e Fósseis da Universidade Federal de Mato Grosso, pois são instrumentos de preservação da memória cultural e divulgação científica, cujo seu estudo gerou essa obra sem igual.

Por fim, citando Frijot Capra: “O universo não pode ser como uma máquina. O planeta é um sistema vivo e autorregulado, tal como uma dança colaborativa formada por todos os organismos e formas de vida envolvidas”.

Citei essa frase, pois o livro traz uma visão sistêmica do assunto, com os estágios que o planeta passou para gerar toda a cadeia territorial de Mato Grosso, entendida como uma etapa do longo processo de mutação da Terra.

Sem mais delongas, eu questiono brandamente aos leitores: Todos a bordo? A jornada pela História Natural de Mato Grosso está começando.

Mário Cavalcanti de Albuquerque
Conselheiro Federal, Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA)

HISTÓRIA NATURAL: DO SURGIMENTO AO EXERCÍCIO PROFISSIONAL NO SÉCULO XXI

JOÃO CARLOS CÂNDIDO SILVA LIBARDI SANTOS • FÁBIO AUGUSTO GOMES VIEIRA REIS

O SURGIMENTO DA HISTÓRIA NATURAL

Em seu desenvolvimento, os seres humanos sempre estiveram atentos ao espaço a sua volta. As primeiras atitudes para a compreensão da realidade teriam ocorrido em prol da sobrevivência. Ao interagir com o ambiente por meio dos sentidos, como observar, cheirar, tocar e degustar um determinado ser vivo ou substância, os humanos geraram experiências que foram sendo assimiladas às atividades cotidianas. O conteúdo do que foi aprendido pela experiência passou, então, a ter significado, a partir de explicações naturais e/ou sobrenaturais.

Os primeiros humanos devem ter tido consciência da natureza que os rodeava e que envolvia tudo o que faziam. Por outro lado, teria sido na sociedade grega, há aproximadamente 2.500 anos, que foi constituída a História Natural. Esta forma particular de estudo e explicação do mundo físico se desenvolveu dentro da tradição racionalista de pensamento. A cultura das sociedades constituídas na Europa Ocidental buscou se associar e desenvolver esse viés intelectual, fosse a partir da admiração que os romanos possuíam pelos gregos, fosse pela adoção/imposição dos costumes romanos

(influenciados pelos gregos) pelos povos que habitavam as regiões limítrofes desse território.

Para os gregos, a História era uma forma de investigação dos fatos e dos objetos dignos de memória, daí a História ter sido uma musa *Clio*, cujo termo se traduz por Fama (o que é lembrado). A História também era gênero narrativo utilizado para a escrita de relatos sobre o mundo e o que nele havia e ocorria, a exemplo de fatos (existência de povos, animais, plantas e minerais com diferentes formas e em lugares distintos), eventos (guerras, celebrações, governos etc.) e fenômenos (eclipses, marés, chuvas, secas etc.), de modo que a ciência emprestou seu estilo de apresentação da história (FRENCH, 1994).

Por natureza (em grego *physis*, daí Física; em latim *natura*), os gregos entendiam o mundo físico e as forças que o governavam, mas também aquilo que era uma propriedade essencial, “a natureza de uma coisa”, sendo que “a coisa” pode ser o próprio mundo. Cabe ressaltar que a noção de Metafísica foi a plataforma de discussão para gerar, seja uma Ciência Geral da natureza, seja uma História Geral e Natural, seja uma Filosofia da Natureza.

Entre os pensadores gregos da Antiguidade, havia aqueles que, deliberadamente, tentavam explicar como os eventos naturais ocorriam à medida que olhavam para a natureza (*physis*) e elaboravam explicações naturais e/ou físicas, sendo conhecidos como *physikos*. Até hoje, a língua inglesa registra a palavra *physician* para o título de médico. No entanto, ao se cruzar a origem desse termo com a história das ciências naturais percebe-se que o *physician*, e não somente o médico, seria o supremo cientista e também o artista - *artisan* -, de todas as coisas relativas à natureza (*physi-ka*). O *physician* ou *artisan*, nesse sentido, seria um historiador natural, dado que investigava os procedimentos e as intervenções.

Além disso, a História Natural na Antiguidade era tida como parte da Filosofia. As coleções de escritos de Aristóteles, como *De Coelum*, *Physica*, *De generatione et corruptione*, *De Plantis* e a *Historia Animalium* são tratados complementares para a Ciência Geral e Universal da História Natural. Tais textos deslocaram o nome da vasta coleção de curiosidades de Plínio, chamada de *Historia Naturalis*. As Histórias da Natureza na Antiguidade e na Modernidade acabaram se concentrando em torno desses autores e de seus comentadores antigos, medievais e modernos (Figura 1).

Aristóteles foi considerado a principal referência sobre História Natural na Antiguidade. Sua obra baseou-se na Ciência (em grego, *episteme*), entendida como um conhecimento demonstrativo, um tipo de saber expresso por um discurso (em grego, *logos*) dedutivo (CHIBENI, s. d.), fundamentado em premissas. Esta, por sua vez, poderia ser apreendida pela inteligência (em grego, *nous*), a partir de resultados alcançados por indução (em grego, *epagoge*), envolvendo descrição, listagem e caracterização das coisas particulares segundo as dez categorias gerais que predicam o Ser universalmente. Em outras palavras, a descrição de fatos seria a base para a discussão dos fenômenos.

Este pensador iniciou sua investigação da premissa que os seres vivos poderiam ser alinhados numa hierarquia de complexidade, do ser mais complexo (correspondendo ao ser humano) ao menos complexo. Aristóteles supunha que um plano linear uniria os dois extremos, a partir de uma série regular de passos intermediários. Cada espécie poderia ser colocada em uma posição predeterminada (ARIZA; MARTINS, 2010).

Para suas investigações, Aristóteles obteve conhecimentos de forma teórico-experimental e a partir da citação de fontes de autoridade, servindo-se dos saberes, da experiência e da observação advinda da população em geral (pescadores, apicultores, pastores, passarineiros, herboristas, caçadores etc.) e de viajantes. A base de investigação aristotélica, acerca do

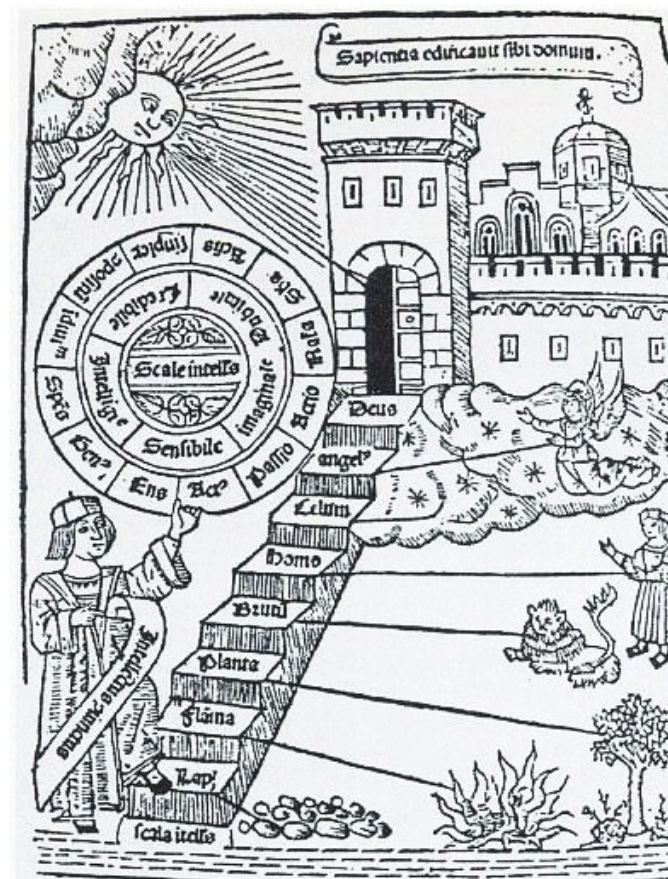


Figura 1 – Gravura representando a scala naturae. Fonte: Lullus, 1512. <http://www.uni-mainz.de/presse/25888.php>, Public Domain

mundo vivo, consistia na teorização dos fenômenos naturais, onde as evidências obtidas por meio dos sentidos serviam de base para racionalização abstrata (ARIZA; MARTINS, 2010).

Entre o início da Era Cristã e os séculos XVI-XVII, os estudos sobre os seres vivos na Europa Ocidental eram classificados segundo os benefícios prestados aos huma-

nos, se forneciam alguma substância farmacológica/medicinal e alimentícia, ou se traziam algum aspecto que poderia ser utilizado como signo de moralidade (Figura 2). Nesse mesmo intervalo de tempo, a tendência filosófica aristotélica esteve ao lado de outras, tais como a platônica (idealista) e a estoica (diferenciante), na produção de conhecimento sobre a natureza. Até mesmo os gêneros de compilação das informações referentes ao mundo natural se modificaram; os tratados e relatos que caracterizaram a História Natural, no passado, deram lugar aos bestiários e os compêndios (PRESTES, 1997, p. 48).

Também durante o período referido, o contato e as trocas com regiões fora da Europa ou do mar Mediterrâneo aumentaram as situações em que era necessário o confronto utilizando os sentidos. Tornou-se necessário ir além do conhecimento que os pensadores da Antiguidade haviam produzido sobre o mundo conhecido, passando a fazer novas observações e descrições sobre mundos desconhecidos. Do desejo de se entender e reproduzir (em grego, *mimesis*; em latim, *imitatio*) o lugar de cada ser e objeto, na ordem natural, surgiram coleções (HEYNEMANN, 2003). Esses acervos eram constituídos por objetos feitos pela técnica humana (*Artificialia*), a exemplo da cerâmica, ourivesaria, numismática, manuscritos, esculturas etc., e por objetos que existiam por natureza (*Naturalia*), como animais, vegetais e minerais conservados (Figura 3). Tais objetos eram coletados nas viagens ao redor do orbe terrestre e destinavam-se a diferentes usos para o estudo da natureza em si ou para introduzir novas culturas ou promover exploração econômica e locais, tais como hortos, zoológicos, coleções particulares ou de Estado, palácios etc.

O método científico se tornou a forma hegemônica daqueles que se dedicavam ao estudo da História Natural, a partir do século XVII (esse evento ficou conhecido como Revolução Científica). Os seres e objetos naturais passaram a ser classificados em categorias, que simulavam/remetiam às aristotélicas. No entanto, a base da identificação e da classificação dos entes naturais passou a ser a análise de suas características inerentes, como forma, composição, estrutura e funcionamento. O escrutínio de elementos

não visíveis à superfície, acrescido da inserção da dimensão temporal, que até o início do século XIX não se conjugava aos seres e objetos naturais, que eram tidos como fixos na escala do mundo, transformou a História Natural em História da natureza (Figura 4).



Figura 2 – Iluminura em compêndio sobre plantas. Fonte: anônimo, século IX. By Unknown author - Pseudo-Apuleius-Manuskript Kassel, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=43905942>



Figura 3 – Gravura representando um gabinete de curiosidades. Fonte: Imperato, 1599. By (Anonymous, for Ferrante Imperato) - <http://www.ausgepackt.uni-erlangen.de/presse/download/index.shtml>, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9172105>

EXERCÍCIO PROFISSIONAL NA MODERNIDADE

O exercício profissional está intimamente ligado ao conceito de profissão, que é uma palavra de origem latina “*profesione*”, remetendo ao ato ou efeito de professar (PEREIRA; CUNHA, 2007). No entendimento moderno, profissão pode ser entendida como atividade ou ocupação especializada, que requer preparo e formação (TARGINO, 2000). Sob tal compreensão, o profissional apresenta-se à sociedade como portador de um conhecimento específico, capaz de realizar uma tarefa, recebendo em troca, da sociedade, a



Figura 4 – Ilustração comparando a anatomia de embriões. Fonte: Romanes, 1892. By Romanes, G. J. (1892). Darwin and After Darwin. Open Court, Chicago., Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=823180>

credibilidade pela realização do trabalho e a garantia de eficiência (PEREIRA; CUNHA, 2007).

Diniz (2001), com base no pensamento dos sociólogos funcionalistas americanos, estabelece as características comuns, capazes de identificar qualquer profissão, diferenciando-as das ocupações, como: a presença de um corpo de conhecimento especializado e abstrato; a autonomia no exercício profissional; a capacidade de autorregulamentação; a existência de procedimentos de credenciamento; o exercício da autoridade sobre os clientes, e a publicação de um código de ética. Pereira e Cunha (2007) destacam outro

ponto defendido pelos funcionalistas, que é a natureza altruísta dos profissionais que buscam o bem comum, não sem esperar uma compensação financeira seguida de prestígio e de status social.

Segundo Wilensky (1970), há uma ordem comum, onde as ocupações passam a ser consideradas profissões, segundo o modelo liberal de desenvolvimento das profissões dos Estados Unidos e da Inglaterra, onde a intervenção do Estado é mínima e as profissões são consideradas fundamentais para a modernização da sociedade. Inicia-se pela ocupação sendo desenvolvida em tempo integral. Em seguida, há a criação de escolas para treinamento formal e, caso essas escolas surjam fora de instituições regulamentadas como universidades, tem-se a busca do reconhecimento, com seus integrantes constituindo departamentos universitários, possibilitando, desta forma, o aprofundamento científico com a formação de um grupo de professores universitários dedicados, em tempo integral a esta tarefa, o que aumenta os conhecimentos da área. Posteriormente, surgem as associações profissionais, buscando obter do Estado e, por consequência, o reconhecimento da sociedade, a partir de uma legislação específica.

A partir da legislação, ocorre a regulamentação da prática da atividade ocupacional aos que possuem um grau acadêmico e o licenciamento, penalizando, ou até proibindo, os que exercem esta ocupação sem o devido credenciamento. Finalmente, são criados os códigos de ética que vão regular as relações entre os profissionais e seus pares, eliminando ou controlando a competição interna e oferecendo, além disso, garantias à sociedade (DINIZ, 2001).

No modelo europeu ocidental, as profissões foram, historicamente, instituídas por reis, príncipes e pelo Estado, buscando influenciar o comportamento de seus integrantes, se concretizando, até os dias atuais, na forma do status e do prestígio alcançado por profissionais formados em instituições de ensino superior públicas. Em países como a Alemanha e a França, o funcionalismo público tornou-se uma referência normativa para as profissões, garantindo um status social, junto com as credenciais acadêmicas (DINIZ, 2001).

Abbott (1988) demonstrou que as profissões formam um sistema competindo por espaço e poder, tendo como característica principal a interdependência e que se encontram em permanente disputa por espaço, onde cada profissão se dedica a um conjunto de atividades ligadas pelos laços da jurisdição. Pereira e Cunha (2007) destacam que nenhuma profissão se desenvolve isoladamente, mas influencia e é influenciada pelas demais. O controle social é exercido pelo poder que a profissão exerce sobre a opinião pública, o mundo do trabalho e sobre os meios legais alcançados pelos seus membros, impedindo o exercício profissional aos profissionais não habilitados.

Na sociedade pós-industrial, especialmente nos Estados Unidos, na década de 1970 e fortemente nos anos de 1980, houve passagem da economia de produção material em direção à economia de serviços, na qual os novos conhecimentos são um recurso estratégico de transformação da sociedade e dos indivíduos, com o crescimento da indústria da informação e o desenvolvimento de uma sociedade da informação (PEREIRA; CUNHA, 2007). Essa transformação ganhou força nas décadas seguintes com o desenvolvimento tecnológico acentuado, a disseminação da internet e o surgimento das redes sociais, fundamentados por produtos específicos para uma sociedade de consumo intenso e individual, mas interligada em rede. Esta situação está mudando completamente as relações profissionais e a forma das relações pessoais e necessidades da sociedade, fundamental em um ambiente virtual, onde a presença física não é mais obrigatória para a realização de um trabalho ou ocupação. Até o mundo físico está sendo repensado nessa nova conjuntura.

Segundo Barbosa (2003), os primeiros estudos sobre profissões brasileiras surgiram na década de 1970, abordando as profissões de médico (DONNANGELO, 1975) e engenheiros (KAWAMURA, 1981). Contudo, estudos sobre a estrutura ocupacional brasileira são anteriores, como é o caso de Bertram Hutchinson (1960). Em complemento, destacam-se os trabalhos de Aparecida Joly Gouveia (1980) e de José Pastore (1979), com importantes evidências do papel dos grupos profissionais, que podem ser considerados, como quer Larson (1977), uma das principais formas contemporâneas de organização da desigualdade social.

No Brasil, o surgimento das profissões está muito ligado ao Estado como grande propulsor, como no caso da Engenharia, ou mesmo como demanda criada simultaneamente à construção do Estado, após a Independência, como no caso da advocacia (TELES, 1984; BONELLI, 1999). Após a Proclamação da República, foram criadas cinco Escolas de Engenharia, entre 1910 e 1914, para atender à crescente demanda de engenheiros, pela sociedade (MACEDO; SAPUNARU, 2016). Na Engenharia especificamente, no final do século XIX, auge da produção cafeeira, houve a necessidade de se construir, em tempo recorde, estradas de ferro para facilitar o escoamento da produção e a infraestrutura para promover a urbanização. Neste contexto, surgiram as escolas politécnicas brasileiras, com a formação de um corpo de engenheiros capazes de atender a esta demanda estatal (PEREIRA; CUNHA, 2007).

Nas diferentes fases do processo de industrialização, o engenheiro continuou a desempenhar um papel fundamental nos projetos, muito associado à gestão estatal, para alavancar o processo de crescimento nacional (GOMES et al., 1994), participando deste esforço de planejar e construir estradas e demais ações ligadas à urbanização (MACEDO; SAPUNARU, 2016). Após a crise de 1929 e o desemprego nos países mais desenvolvidos, houve uma grande imigração de trabalhadores estrangeiros para o Brasil, devido às oportunidades criadas pela industrialização no país e o crescimento das principais capitais do país. Neste cenário, houve grande mobilização dos Clubes de Engenharia, do Sindicato Nacional de Engenheiros e do Instituto de Engenharia de São Paulo, culminando na promulgação pelo Presidente Getúlio Vargas, do Decreto nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933, que regulamentou o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e agrimensor, e também criou o Conselho Federal e os Conselhos Regionais de Engenharia e Arquitetura. Com a incorporação da Agronomia, pela Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, a denominação mudou para Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. No ano de 2010, foi criado o Conselho de Arquitetura e Urbanismo, mantendo-se o CONFEA como Conselho Federal de Engenharia e Agronomia.

O curso de História Natural surgiu com a criação da Universidade de São Paulo (USP), em 1934, ligado à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), com disciplinas como Mineralogia, Geologia, Botânica Geral, Fisiologia Vegetal, Zoologia Geral, Fisiologia Geral e Animal, e Biologia Geral, e estava voltado à formação de professores para o curso secundário e de especialistas (ARAUJO et al., 2014). Na época, os cursos eram bastante generalistas e focavam áreas da Geologia, Geografia e Biologia.

No início da década de 1950, os alunos que finalizavam o terceiro ano do curso de História Natural podiam fazer o curso de Especialização em Geologia, com duração de dois anos, que passou a atrair profissionais formados em cursos de engenharia de todo o país e, principalmente, egressos do curso de História Natural da própria USP (ELLERT, 2007).

Na década de 1950, houve grandes mudanças na educação brasileira e uma nova fase de industrialização, com estímulo estatal, para ocupação das regiões Centro-Oeste e Norte do país. Em 1956, o ministro da Educação e Cultura, professor Clóvis Salgado, constituiu uma comissão para planejar a implantação de cursos de Geologia no país, coordenada pelo professor Othon Henry Leonardos e com assessoria dos professores Viktor Leinz, Irajá Damiani Pinto e Aluísio Licínio Barbosa.

Em 18 de janeiro de 1957, o Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira promulgou o Decreto nº 40.783, criando a Campanha de Formação de Geólogos – CAGE, com a finalidade de estimular a criação de cursos para a formação de geólogos e regular seu funcionamento, orientando, supervisionando e fixando normas para o seu integral desempenho (BÓRIO, 2007). Assim, no ano de 1957, foram iniciados os primeiros cinco cursos de graduação em Geologia, nas seguintes instituições: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), passando, posteriormente, a ser denominado Engenharia Geológica; Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Universidade de São Paulo (USP), e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Em 1958, a Universidade Federal da Bahia (UFBA) lançou o curso de Geologia (REIS et al., 2019).

Dois anos após o início dos cursos, o CONFEA, considerando as atri-

buições concedidas pelo Decreto Lei nº 8.620, de 10 de janeiro de 1946, que dispunha sobre a regulamentação do exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor, regidas pelo Decreto nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933, promulgou a Resolução nº 120, publicada no Diário Oficial de 29 de janeiro, avocou para si a responsabilidade pela fiscalização do exercício profissional da Geologia (BÓSIO, 2007). Em seguida, foi encaminhado para o Congresso Nacional proposta para regulamentação da profissão de geólogo, que foi aprovada em 23 de junho de 1962, tornando-se a Lei nº 4.076/1962 (REIS et al., 2019).

Em 1969, encerra-se a atividade do curso de História Natural na USP, no processo de criação dos cursos de Geologia, Ciências Biológicas e criação de institutos específicos para gerir os cursos de Ciências Naturais (ARAUJO et al., 2014).

A Constituição Federal de 1988 estabelece que “é livre o exercício de qualquer trabalho, ofício ou profissão, atendidas as qualificações profissionais que a lei estabelecer”. Portanto, no caso dos trabalhos, ofício ou profissão que exigem qualificação profissional, a Constituição Federal definiu restrição para seu livre exercício, fundamentando-se nos possíveis danos que o exercício de determinadas atividades profissionais, sem as devidas competências, pode ocasionar à sociedade, seja de ordem social, econômica ou ambiental.

Em complemento, a legislação brasileira estabelece que as universidades têm autonomia para fixar currículos, desde que observadas as diretrizes curriculares pertinentes, que, atualmente, são estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), e determina que as qualificações profissionais para profissões regulamentadas por lei são provenientes da formação em cursos regulares e credenciados com base em um projeto pedagógico, que deve seguir as diretrizes curriculares definidas pelo CNE.

Atualmente, na área das Ciências Naturais, existem leis que regulamentam as profissões e estabelecem as competências e atribuições profissionais, em âmbito geral, assim como a criação dos Conselhos Profissionais. Nesse sentido, o Quadro 1 apresenta uma relação das principais leis federais

que regulamentam profissões que possuem interfaces com as atividades em Ciências Naturais.

Quadro 1 – Leis Federais que regulamentam as profissões com interfaces às Ciências Naturais.

LEI / DECRETO	EMENTA
Lei Federal nº 4.076, de 23 de junho de 1962	Regula o exercício da profissão de geólogo.
Lei Federal nº 4.076, de 23 de junho de 1962	Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências.
Lei Federal nº 5.524, de 5 de novembro 1968	Dispõe sobre o exercício da profissão de Técnico Industrial de nível médio.
Lei Federal nº 6.664, de 26 de junho de 1979	Disciplina a profissão de Geógrafo e dá outras providências. Alterada pela Lei Federal nº 7.399, de 4 de novembro de 1985.
Lei nº 6.684, de 3 de setembro de 1979	Regulamenta as profissões de Biólogo e de Biomédico, cria o Conselho Federal e os Conselhos Regionais de Biologia e Biomedicina, e dá outras providências.
Decreto Federal no 85.138, de 15 de setembro de 1980	Regulamenta a Lei nº 6.664, de 26 de junho de 1979, que disciplina a profissão de geógrafo, e dá outras providências.
Lei nº 6.835, de 14 de outubro de 1980	Dispõe sobre o exercício da profissão de Meteorologista, e dá outras providências.
Decreto nº 88.438, de 28 de junho de 1983	Dispõe sobre a regulamentação do exercício da profissão de Biólogo, de acordo com a Lei nº 6.684, de 3 de setembro de 1979 e de conformidade com a alteração estabelecida pela Lei nº 7.017, de 30 de agosto de 1982.
Lei Federal no 7.410, de 27 de novembro de 1985	Dispõe sobre a Especialização de Engenheiros e Arquitetos em Engenharia de Segurança do Trabalho, a Profissão de Técnico de Segurança do Trabalho, e dá outras Providências.
Decreto Federal no 92.290, de 10 de janeiro de 1986	Regulamenta a Lei nº 7.399, de 4 de novembro de 1985, que altera a redação da Lei nº 6.664, de 26 de junho de 1979, que disciplina a profissão de Geógrafo.
Decreto Federal nº 90.922, de 6 de fevereiro 1985	Regulamenta a Lei nº 5.524/1968, que "dispõe sobre o exercício da profissão de técnico industrial e técnico agrícola de nível médio ou de 2º grau".
Decreto Federal nº 92.530, de 9 de abril de 1986	Regulamenta a Lei nº 7.410, de 27 de novembro de 1985, que dispõe sobre a especialização de Engenheiros e Arquitetos em Engenharia de Segurança do Trabalho, a profissão de Técnico de Segurança do Trabalho e dá outras providências.
Decreto Federal nº 4.560, de 30 de dezembro de 2002	Altera o Decreto Federal nº 90.922, de 6 de fevereiro de 1985, que regulamenta a Lei Federal nº 5.524, de 5 de novembro de 1968, que dispõe sobre o exercício da profissão de Técnico Industrial e Técnico Agrícola de nível médio ou de 2º grau.
Lei nº 11.760, de 31 de julho de 2008	Dispõe sobre o exercício da profissão de Oceanógrafo.
Lei nº 13.653, de 18 de abril de 2018	Dispõe sobre a regulamentação da profissão de Arqueólogo e dá outras providências.

As profissões originadas da História Natural caminham em direções opostas na atualidade. Por um lado, existe uma tendência de subdivisões em áreas, tornando a ciência e o exercício profissional cada vez mais específico. Porém, o objeto geral, ou seja, a natureza biótica ou abiótica, para que seja estudado e compreendido em sua integralidade, precisa ser abordado de forma multidisciplinar. Desta forma, é muito comum que as diversas profissões derivadas atuem conjuntamente, buscando entender o planeta Terra em seus mais diversos aspectos, que se relacionam desde a mais remota origem até os processos atuais.

AS PRINCIPAIS EXPEDIÇÕES NO ESTADO DE MATO GROSSO

Os fatos históricos não ocorrem isolados, mas em contextos entremeados por camadas múltiplas no tempo e no espaço. A repercussão das questões sobre a História Natural envolveu espaços e sociedades muito distantes do seu epicentro de origem, a Europa Ocidental. No caso da porção sul-americana correspondente ao Brasil, a História Natural foi inserida a partir de Portugal e das nações com quem se mantinham relações. Além de despertar curiosidade, os locais colonizados também eram fonte de matérias exploradas comercialmente; existiam redes de conexão entre sujeitos, fosse para envio de mercadorias, fosse para troca de ideias (CONCEIÇÃO, 2019).

O contato dos europeus com um mundo desconhecido suscitou o registro de *relatos de viagem*, um gênero literário que os gregos e os árabes popularizaram ao incursionarem por lugares diferentes. Os primeiros ambientes a serem descritos foram os costeiros, tendo em vista que os europeus chegavam à América por via marítima. Mas, com suas incursões no continente, regiões interiores passaram a ser registradas. Os espanhóis Alvar Nunez Cabeza de Vaca, Ulrico Schmidl e Ruy Diaz de Guzmán, entre os séculos XVI e XVII, coletaram as primeiras informações sobre a região em que se localiza a atual Unidade Federativa brasileira de Mato Grosso (Figura 5). Os relatos desses exploradores, vinculados à coroa espanhola, continham dados sobre animais, plantas, rios e sociedades indígenas, compondo manuscritos

e impressos que circularam na América e na Europa. A descrição da natureza sul-americana visava o conhecimento da ordem universal; buscava-se relacionar todos os seres e acontecimentos do mundo em uma mesma narrativa (em particular dentro da cosmologia da Criação cristã), sendo necessário conhecer o lugar natural de cada integrante do Universo (COSTA, 1999).

O pensamento do início da Modernidade objetivava encontrar a essência dos entes naturais, os quais tinham uma finalidade de ser e estar no mundo. Pela ótica de que o humano era a razão da Criação e o ser que ocupava o topo da escala da natureza, todo o conhecimento e a interpretação do mundo seriam para suprir as suas necessidades. O ensejo de conhecer os animais, as plantas e os minerais, a partir de seus usos, acabavam por fornecer elementos de identificação e organização dentro da História Natural (PRESTES 1997). Dessa forma, o utilitarismo não regeria apenas o modo de descrição do mundo, mas legitimaria o campo de investigação (PRESTES, 1997).

As obras produzidas no século XVIII, como *Notícias Práticas das Minas de Cuiabá e Goiás na capitania de São Paulo* (Figura 6); *Diálogos Geográficos, Cronológicos, Políticos e Naturais* (1769), de José Barbosa de Sá, e *Divertimento Admirável para os Historiadores Curiosos Observarem as Máquinas do Mundo Reconhecidas nos Sertões da Navegação das Minas de Cuiabá e Mato Grosso* (1783), de Manoel Cardoso de Abreu, registraram a natureza de Mato Grosso, mas sem a descreverem, pois privilegiavam o antropocentrismo em relação ao mundo natural. Somente no final do século XVIII, os relatos passaram a ter a natureza como escopo.

As transformações econômicas, sociais, culturais que atingiram Portugal na segunda metade do século XVIII, em especial as que envolveram as instituições de ensino, como a Universidade de Coimbra, aprofundaram os efeitos da Revolução Científica sobre o significado do mundo natural dos domínios ultramarinos. A fim de assegurar o domínio sobre regiões abundantes em recursos naturais, como era o caso da capitania de Mato Grosso, a coroa portuguesa se valeu do conhecimento empírico sobre o território sul-americano atrelado à História Natural para demarcar os limites territoriais perante seus vizinhos. Foram organizadas *viagens filosóficas*, expedições que

tinham finalidades pragmáticas; orientadas para a descrição física e econômica dos territórios, a fim de inventariarem a natureza para servir ao desenvolvimento econômico do reino. As principais expedições fruto desse contexto foram as chefiadas pelo naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira, que percorreu os principais rios das capitanias do Grão-Pará e Mato Grosso entre

1783-1792 (Figura 7), registrando informações sobre a fauna, a flora e seus habitantes; e pelo engenheiro militar Francisco José de Lacerda e Almeida, que esteve em Mato Grosso para atuar na demarcação das fronteiras portuguesas no centro da América do Sul entre 1780-1790.

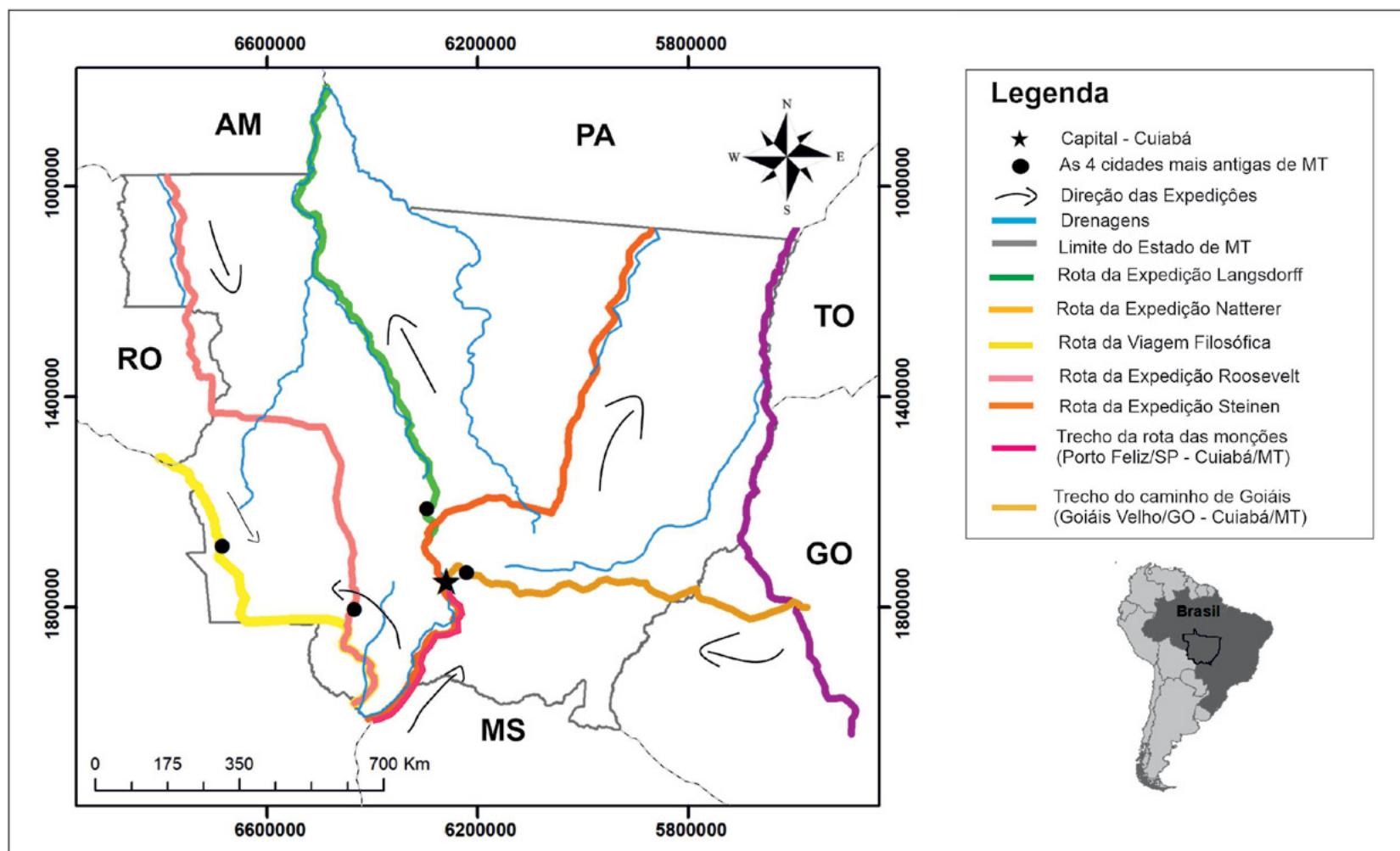


Figura 5 - Mapa com o trajeto das expedições realizadas pelos Naturalistas no Estado de Mato Grosso, baseado nas rotas fornecidas pelo projeto Atlas dos viajantes no Brasil - <https://viajantes.bbm.usp.br/>.

tos. Contudo, foi o casamento de Dom Pedro (futuro primeiro imperador do Brasil) com a arquiduquesa austríaca Leopoldina, em 1817, que inaugurou um novo momento das expedições científicas no Brasil, com a vinda de uma comissão de naturalistas para estudar a natureza tropical. Cientistas das mais diversas nacionalidades (ingleses, germânicos, franceses e estadunidenses) aportaram ao longo de todo o século XIX para ter a experiência de observar as coisas e seres “nos próprios lugares onde a natureza os colocou”, realizar coletas de espécimes e dados físicos, a fim de os estudarem à luz da ciência.

Já no Brasil Império, a então província de Mato Grosso constituía atração para os naturalistas viajantes, em virtude da grande diversidade de fauna, flora, formações hidrogeológicas e por grupos indígenas com cultura preservada. Porém, as expedições necessitavam de muitos recursos financeiros, bem como de recursos humanos, devido às dificuldades de se interagir com o ambiente (Figura 8).

Na década de 1820, Mato Grosso recebeu as expedições encabeçadas por Georg Heinrich von Langsdorff, que cruzou o percurso fluvial utilizado pelas monções e deixou vasta iconografia sobre a fauna, flora, paisagem e as populações indígenas. Entre as décadas de 1820-1830, Johann Natterer e Dominich Sochor perfizeram o caminho terrestre que ligava Mato Grosso a Goiás, coletando itens de fauna, flora e etnografia, que compuseram importantes coleções de História Natural da Europa.

Com o advento da república ganhou força a busca por elementos que contivessem a essência do que de fato seria brasileiro. A atenção se voltou para regiões afastadas dos centros urbanos, onde comunidades tradicionais viviam em contato com a natureza, interagindo e a significando conforme seus estilos de vida. Ao mesmo tempo, as ações governamentais buscavam a integração do país a partir das ideias positivistas da *ordem* e do *progresso*, e para tanto precisavam conhecer racionalmente o território, mapeando fronteiras e identificando fontes de recursos que pudessem ser usadas no enriquecimento do país. Para o projeto dar certo seria necessária infraestrutura, a começar pela ampliação da rede estradas e, em conjunto com elas, na expansão das de comunicações.



Figura 8 – Página do manuscrito de Hercule Florence sobre a Expedição Langsdorff. Fonte: Florence, 1837-1859. Florence, Hercule. *L'Ami des arts* livre à lui-même ou recherches et découvertes sur différents sujets nouveaux: Sam Carlos, Province de St. Paul, le 11 août, 1837. São Paulo: Instituto Hercule Florence, 2015, p. 371.

Foi nesse contexto que o militar e bacharel em ciências físicas e naturais Cândido Mariano da Silva Rondon empreendeu viagens, entre 1898 e 1906, pelos então estados de Mato Grosso e Amazonas, a fim de aumentar o alcance das linhas telegráficas da região. A comissão, que era capitaneada por Rondon, mas também incluía especialistas de diversas áreas da ciência (BERTOL DOMINGUES, ROMERO SÁ, 2019), contactou populações indígenas, recolheu informações sobre suas culturas, além de se dedicarem ao estudo da natureza local, coletando e descrevendo espécies animais e vegetais. Além de comissões estatais tiveram lugar no mesmo espaço expedições privadas, norteadas por projetos exploratórios particulares. Enquadriam nesta categoria as viagens do ex-presidente estadunidense Theodore Roosevelt entre 1913 e 1914, que foi acompanhado pelo próprio Rondon, que cruzou vários estados brasileiros, inclusive Mato Grosso (Figura 9); e a empreitada do militar britânico Percy Harrison Fawcett, que esteve no Mato Grosso entre 1921 e 1925 em busca de vestígios arqueológicos de uma civilização perdida, a qual nunca foi encontrada e levou ao desaparecimento dos membros dessa viagem (LEME, 2019).



Figura 9 – Fotografia de um acampamento da Expedição Rondon-Roosevelt. Fonte: Miller, 1913-1917. Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=682748>

REFERÊNCIAS

ABBOTT, A. **The system of professions: an essay on the division of expert labor**. Chicago: The University of Chicago Press, 1988.

ARAUJO, E. P. R.; TOLEDO, M. C. M.; CARNEIRO, C. D. R. A evolução histórica dos cursos de Ciências Naturais na Universidade de São Paulo. **Terræ**, v. 10, n. 1-2, p. 28-38, 2014. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/terrae/>. Acesso em: 7 set. 2022.

ARIZA, F.; MARTINS, L. A. P. A *scala naturae* de Aristóteles no tratado *De Generatione Animalium*. **Filosofia e História da Biologia**, v. 5, n. 1, p. 22-34, 2010.

BARBOSA, M. L. de O. As profissões no Brasil e sua sociologia. Dados – Revista de Ciências Sociais, v. 46, n. 3, p. 593-607, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0011-52582003000300007>.

BONELLI, M. G. O instituto da Ordem dos Advogados Brasileiros e o Estado. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 14, n. 39, p. 61-81, fev. 1999.

BERTOL DOMINGUES, H.M.; Y ROMERO SÁ, M. Expedições Científicas e Coleccionismo: dois exemplos no Brasil-Século XX. **Asclepio**. 71, 2, p. 272, 2019. DOI:<https://doi.org/10.3989/asclepio.2019.13>.

BÓRIO, N. J. Geólogos: Legislação e Atribuição Profissional. In: GOMES, C. B. (Org.). **Geologia USP 50 anos**. São Paulo: EDUSP, 2007. p. 278-297.

CHIBENI, S. S. **O que é ciência?** Departamento de Filosofia, IFCH, Unicamp, Brasil. Disponível em: www.unicamp.br/~chibeni. Acesso em: 12 ago. 2022.

CONCEIÇÃO, G. C. da. Ciência, poder e circulação de conhecimento no século XVIII: Ribeiro Sanches e o Brasil colonial. **Topoi**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 42, p. 818-841, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2237-101X02004213>.

COSTA, M. de F. **História de um país inexistente: o Pantanal entre os séculos XVI e XVIII**. São Paulo: Estação Liberdade, Kosmos, 1999.

DINIZ, M. **Os donos do saber**. Rio de Janeiro: Revan, 2001.

DONNANGELO, M. C. **Medicina e Sociedade**. São Paulo: Pioneira, 1975.

- ELLERT R. Os primórdios do curso de Geologia. In: Gomes C.B. (Org.). **Geologia USP: 50 anos**. São Paulo: São Paulo: EDUSP, 2007, p. 51-67.
- FETZ, M. Expedições científicas no século XIX: o Universo da ciência e a diversidade cultural. **Cadernos de Campo: Revista de Ciências Sociais**, Araraquara, n. 14/15, p. 39-54, 2010/2011.
- FRENCH, R. **Ancient Natural History - Histories of nature**. Londres: Routledge, 1994.
- GOMES, A. de C.; DIAS, J. L. de M.; MOTTA, M. S. da. **Engenheiros e Economistas: novas elites burocráticas**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas Editora, 1994.
- GOUVEIA, A. J. Origem Social, Escolaridade e Ocupação. **Cadernos de Pesquisa**, n. 32, p. 3-30, 1980.
- GRANT, E. **A History of Natural Philosophy - From the Ancient World to the Nineteenth Century**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2006.
- HEYNEMANN, C. B. História e História Natural: a escrita da Época Moderna. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA ANPUH, 22., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ANPUH, 2003. Disponível em: https://anpuh.org.br/uploads/anais-simposios/pdf/2019-01/1548177544_41d528ccdb24e7a2a6bbe71dd1c23bdf.pdf. Acesso em: 15 set. 2022.
- HUTCHINSON, B. **Mobilidade e Trabalho**. Rio de Janeiro: INEP, 1960.
- KAWAMURA, L. K. **Engenheiro: Trabalho e Ideologia**. São Paulo: Ática, 1981.
- KURY, L. B. Viajantes-naturalistas no Brasil oitocentista: experiência, relato e imagem. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 8, p. 863-80, 2001.
- LARSON, M. S. **The Rise of Professionalism**. Berkeley: University of California Press. 1977.
- LEME, D. L. Registros da última expedição do Coronel P. H. Fawcett no Brasil: a análise paleográfica de um bilhete (1925). *Labor Histórico*, v. 7, n. 3, p. 354-369, 2021. doi: <https://doi.org/10.24206/lh.v7i3.42365>
- MACEDO, G. M.; SAPUNARU, R. A. Uma breve história da engenharia e seu ensino no Brasil e no mundo: foco Minas Gerais. **REUCP**, Petrópolis, v.10, n. 1, p. 39-52, 2016.
- PASTORE, J. **Desigualdade e Mobilidade Social no Brasil**. São Paulo: T. A. Queiroz Editor Ltda., 1979.
- PEREIRA, E. A. J.; CUNHA, M. V. da. Reflexões sobre as profissões. **R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.** Florianópolis, n. 24, p. 44-58, 2007.
- PRESTES, M. E. de B. **A investigação da natureza no Brasil Colônia**. 1997. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- PRESTES, M. E. de B. A Natureza despida: de Aristóteles à Nova Ciência. **Hypnos**, ano 1, n. 2, p. 46-57, 1997.
- REIS, F. A. G. V. et al. Legislação, Ensino e Exercício Profissional da Geologia. In: REIS, F. A. G. V.; KUHN, C. E. S.; FIGUEIRA, R. M. (Ed.). **Geologia na construção e desenvolvimento sustentável do Brasil**. São Paulo: FEBRAGEO, cap. 6, p. 147-190, 2019.
- TARGINO, M. G. Quem é o profissional da informação? **Transinformação**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 61-69, jul-dez. 2000.
- TELLES, P. da S. **História da engenharia no Brasil: século XVI a XIX**. Rio de Janeiro: LTC, 1984.
- WILENSKY, H. The Professionalization of everyone? **American Journal of Sociology**, v. 70, p. 137-158, 1974.



Reconstrução paleoambiental da coexistência de saurópodes e terópodes onde hoje é Chapada dos Guimarães • Ilustração: Rodolfo Nogueira.

HISTÓRIA GEOLÓGICA DE MATO GROSSO

CAIUBI EMANUEL SOUZA KUHN • FLÁVIA REGINA PEREIRA SANTOS • ROGERIO ROQUE RUBERT
KAMILLA BORGES AMORIM • DAIANE DA SILVA BRUM

O SURGIMENTO DO UNIVERSO E O SISTEMA SOLAR

Conforme a teoria do *Big Bang*, o surgimento do Universo teria ocorrido há, aproximadamente, 13,7 bilhões de anos. No início, apenas dois elementos químicos foram formados: o hidrogênio e o hélio. Mas, como surgiram os muitos outros elementos químicos que formam a tabela periódica e compõem os minerais e rochas? A resposta para esta pergunta está na evolução das estrelas.

Você sabia que Georges-Henri Édouard Lemaître, que propôs a “hipótese do átomo primordial”, mais tarde conhecida como teoria do Big Bang, era um padre católico, astrônomo, cosmólogo e físico?

As estrelas se formam a partir de uma nuvem gasosa (nebulosa), composta, principalmente, por hidrogênio, que é o elemento químico mais abundante do Universo. Conforme a nebulosa, diferentes tipos de estrelas podem surgir e terão uma evolução, considerando a quantidade de combustível que esse astro possui (Figura 1). Neste caso, entende-se como combustível o processo de fusão nuclear, onde núcleos de átomos mais leves se fundem em um átomo mais pesado.

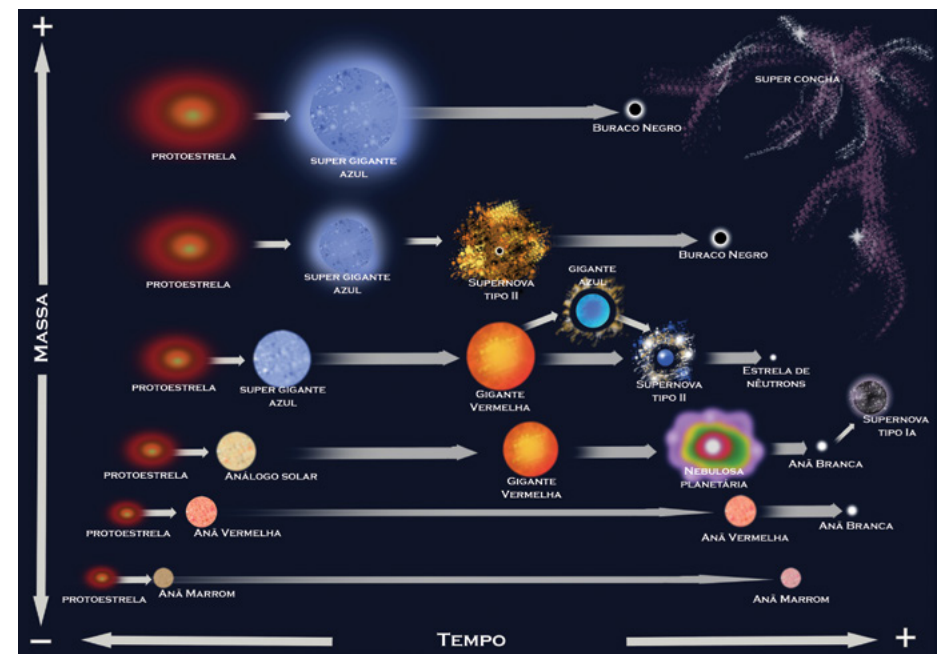


Figura 1 – Tipos de estrelas, massa e tempo.

Fonte: Foto adaptada de https://chandra.harvard.edu/photo/2007/sn2006gy/sn-2006gy_newline.jpg.

Nosso sistema planetário surgiu há cerca de 4,6 bilhões de anos. Pela composição do Sol e dos planetas, podemos afirmar que esses astros foram formados da poeira de estrelas anteriores (Figura 2). Cada tipo de elemento químico encontrado no Universo se formou em diferentes tipos de estrelas. A cada segundo, o Sol transforma 600 milhões de toneladas de H em 596 milhões de toneladas de He e converte 4 milhões de toneladas em energia (TEIXEIRA et al., 2000). Daqui a 5 bilhões de anos, o Sol passará a fundir os átomos de hélio em carbono, transformando-se em um gigante vermelha, um tipo de estrela menos quente que o Sol e com um raio muito maior.

Legendas:

- Big Bang** (Azul)
- Estrela de Baixa Massa** (Verde)
- Fissão de Raios Cósmicos** (Vermelho)
- Estrelas de Nêutrons** (Roxo)
- Anãs Brancas** (Cinza)
- Estrelas Massivas** (Amarelo)

H 1	He 2																
Li 3	Be 4																
Na 11	Mg 12																
K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
Cs 55	Ba 56	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86	
Fr 87	Ra 88																
		La 57	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71	
		Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94										

Figura 2 – Tabela periódica dos elementos químicos formados a partir de poeira das estrelas e dos elementos sintetizados pelo homem. Modificado de <https://science.nasa.gov/where-your-elements-came>.

Os planetas do Sistema Solar podem ser classificados em interiores e exteriores. Os primeiros são Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, de natureza rochosa, constituídos por elementos mais pesados, como ferro, sílica, carbono, magnésio, entre outros. No segundo tipo de planetas, incluem-se Júpi-

ter, Saturno, Urânio e Netuno, que possuem núcleos rochosos, porém são compostos, predominantemente, por elementos mais leves e voláteis, como hélio e hidrogênio. Um dos motivos para explicar essa diferença é a distância do Sol, pois os planetas exteriores recebem menor quantidade de energia solar do que os interiores. Desse modo, alguns elementos encontrados em estado gasoso na Terra, nos planetas interiores podem se apresentar em estado líquido ou sólido.

Você sabia que os cometas são formados na mesma região dos planetas exteriores e possuem uma composição predominante de elementos gasosos?

Quando passam por regiões mais próximas do Sol, onde existe uma ação mais forte dos ventos solares, parte do material é vaporizado, formando a cauda do cometa.

A formação de planetas, também chamado de processo de acreção planetária, ocorre pela agregação de poeira estelar, asteróides, planetesimais, entre outros corpos, atraídos para um corpo maior (proto-planeta), com campo gravitacional forte.

A maioria dos satélites naturais conhecidos tem sua origem atribuída à captura planetesimal ou disco de acreção (HERWARTZ et al., 2014). No entanto, a teoria amplamente aceita para a origem da Lua está relacionada a um impacto gigante entre a proto Terra e um proto planeta menor - Theia, no estágio final de acreção planetária (MOJZSIS et al., 1996). Essa colisão teria ocorrido em um momento em que o Sistema Solar já continha menos embriões planetários, e corpos com massas maiores poderiam perturbar as órbitas dos outros (O'BRIEN et al., 2006). Tais corpos já eram diferenciados, mostrando núcleos ricos em metais (TONKS; MELOSH, 1992). Na colisão, a Terra assimilou em seu interior o núcleo metálico de Theia e arremessou para a órbita parte do manto terrestre, dando então origem à Lua.

A FORMAÇÃO DO SISTEMA TERRA

A Terra é um planeta vivo. Sua estrutura interna é composta por um núcleo interno e externo, manto, astenosfera, litosfera, hidrosfera, biosfera e atmosfera (Figura 3).

A interação entre essas “camadas” resulta no sistema geodínamo, que fornece o campo magnético do planeta, o sistema de tectônica de placas, que facilita a disponibilidade de elementos químicos na superfície, e o sistema clima que mantém estável a temperatura da superfície, não havendo variações tão significativas quanto Marte, muito frio, ou Vênus, muito quente (TEIXEIRA et al., 2000).

Embora não exista tectônica de placas conhecida em outros planetas além da Terra, em Vênus há um modelo de tectônica em blocos, com vulcanismo expressivo, atmosfera densa, seca e constituída por CO₂. O planeta Marte registra o maior vulcão extinto do Sistema Solar, o Monte Olimpus, com cerca de 21,9 km de altura. Outra curiosidade sobre o planeta vermelho é a existência de calotas polares.

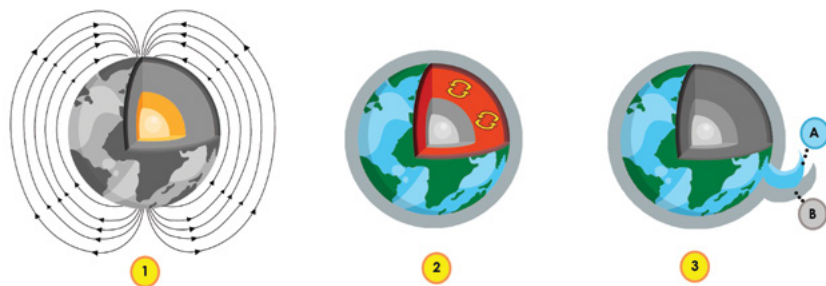


Figura 3 – O Sistema Terra. 1. Sistema Geodínamo, formado pela interação do núcleo interno e externo, ele é responsável pelo campo magnético. 2. Sistema tectônica de placas é formado pela interação entre o manto e a litosfera, o movimento das plumas mantélicas funciona como o motor que move as placas tectônicas. 3. O sistema clima é formado pela interação entre a biosfera, hidrosfera e litosfera, a interação entre estes componentes proporciona uma condição climática estável e com pouca variação de temperatura.

O desenvolvimento de todos esses componentes ocorreu por longo período de tempo. A energia interna do planeta, responsável por alimentar o sistema tectônica de placas, e o sistema geodínamo têm como principais origens as colisões primordiais. O decaimento de elementos radioativos como urânio, tório, chumbo, entre outros, libera calor durante o processo de desintegração.

Você sabia que o campo magnético se inverte de tempo em tempo?

Sim, se viajássemos no tempo, e levássemos uma bússola, talvez ela não apontasse para o norte. Os ciclos de inversão do tempo magnético, normalmente, variam entre centenas de milhares de anos até milhões de anos. Cientistas acreditam que a próxima inversão pode ocorrer daqui a, aproximadamente, 1.500 anos.

O geodínamo possui uma importante função para o planeta. O campo eletromagnético, formado pela interação entre o núcleo externo (líquido) e o núcleo metálico (sólido), protege o planeta das tempestades eletromagnéticas geradas pelas explosões solares. Se esse campo não existisse, nas tempestades ao longo do tempo geológico, a Terra perderia boa parte da sua atmosfera e a vida na superfície seria duramente afetada pela radiação solar.

Você sabia que o polo magnético terrestre é diferente do polo geográfico?

E que o polo magnético muda a sua posição ano a ano?

A vida na Terra se originou há, pelo menos, 3,8 Ga ou 3,8 bilhões de anos (MOUGINIS-MARK, 2016). Uma das hipóteses mais aceitas é que seu desenvolvimento está relacionado a sistemas de falhas tectônicas que serviram de habitat para moléculas pré-bióticas (SCHREIBER et al., 2012). Nesses ambientes, os compostos mais estáveis foram selecionados ao longo de dezenas ou centenas de milhões de anos do tempo geológico. Isso foi o ponto

de partida para a evolução biológica, com a formação da primeira molécula autorreplicante. A evolução biológica é detalhada no capítulo 4 deste livro.

A formação dos primeiros continentes está relacionada à grande concentração de elementos leves em blocos de rochas superficiais (Tabela 1), devido a processos de fusão parcial que criaram rochas ricas em sílica e mais leves.

Tabela 1 – Concentração dos elementos químicos mais abundantes na Terra e na crosta.

TERRA INTEIRA	CROSTA TERRESTRE
Outros elementos (< 1%)	Outros elementos (< 1%)
Alumínio (1,1%)	Alumínio (8 %)
Cálcio (1,1%)	Cálcio (2,4%)
Enxofre (1,9%)	Magnésio (4%)
Níquel (2,4%)	Ferro (6%)
Magnésio (13%)	Silício (28%)
Ferro (35%)	Oxigênio (46%)
Silício (15%)	Sódio (2,1%)
Oxigênio (30%)	Potássio (2,3%)

Fonte: Teixeira et al. (2000).

A crosta da Terra pode ser dividida em dois tipos: continental e oceânica. As rochas que compõem os fragmentos de crosta continental possuem composição e densidade similares ao granito (entre 2,65 e 2,75 g/cm³). Já, as rochas componentes da crosta oceânica são mais densas, com densidade próxima a 2,9 g/cm³. Essa diferença faz com que, na convergência entre um fragmento de crosta oceânica e um fragmento de crosta continental, essa última permaneça na superfície, enquanto a crosta oceânica sofre subdução sob a crosta continental, mergulha para o manto e é refundida. Por isso, enquanto a crosta continental mais antiga tem, ao menos, 4 bilhões de anos, a crosta oceânica mais antiga possui cerca de 200 milhões. O sistema de tectônica de placas é descrito a seguir.

As erupções vulcânicas de grande dimensão são capazes de modificar o clima de todo o planeta (ROBOCK, 2000), por meio da liberação de gases e cinzas na atmosfera. O vapor d’água e o dióxido de carbono (CO2) são os principais compostos vulcânicos (MEIER et al., 2014), mas outros gases emanam das erupções. As erupções vulcânicas realizam o transporte a longa distância de poluentes, como antimônio (Sb), arsênio (As), bário (Ba), bromo (Br), mercúrio (Hg), selênio (Se), tório (Th) e zinco (Zn) (BUBACH et al., 2011). As bordas das placas tectônicas são os pontos com maior atividade vulcânica no globo.

TECTÔNICA DE PLACAS E A DERIVA CONTINENTAL

As rochas que compõem a Terra, sejam as que estão nos continentes ou as do fundo dos oceanos, formam grandes “peças” de um quebra-cabeça denominado “placas tectônicas”, constituídas por rochas da crosta terrestre, mais especificamente as da crosta oceânica, que se deslocam sob o manto da Terra.

As placas tectônicas se movimentam pela ação das correntes de convecção que se formam no interior do manto terrestre. De acordo com a posição relativa das placas tectônicas, pode haver colisões de placas tectônicas (**limites convergentes**), afastamento de placas tectônicas (**limites divergentes**) ou movimentos laterais (**limites transformantes**), como mostra a Figura 4. Em todos esses tipos de limites, novas rochas são formadas ou transformadas por deformação e metamorfismo, de modo que os continentes e os oceanos sofrem mudanças constantes, alterando suas configurações e modelando a superfície da Terra (ALMEIDA SANTOS et al., 2020).

A Teoria da Deriva continental foi proposta pelo cientista alemão Alfred Wegener, em 1915 (BRITO NEVES, 2022). Na década de 1960, após algumas confirmações e avanços de conhecimento, passou a ser aceita e adotada pela comunidade científica. Segundo essa teoria, os continentes atuais são originários de um único e gigantesco continente que existiu há centenas de milhões de anos, denominado Pangeia.



Figura 4 – Mapa com as principais placas tectônicas da Terra com os movimentos relativos indicados. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Placa_tect%C3%B3nica

O avanço dos estudos da geologia da Terra permitiu descobrir que, além do supercontinente Pangeia, existiram outros (Assista o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=ovT90wYrVk4&t=154s>), ou seja, o movimento das placas tectônicas faz com que, em intervalos do tempo geológico (entre 300 e 500 milhões de anos), os fragmentos de placas continentais se juntem em um único bloco continental. A história geológica registra a ocorrência de, ao menos, quatro supercontinentes: Columbia, Rodínia, Panotia/Gondwana e Pangea (ALMEIDA SANTOS et al., 2020).

Nas últimas duas décadas, diversos pesquisadores têm indicado a existência de uma série de supercontinentes, que se formaram e foram fragmentados ao longo da história da Terra (LIU et al., 2019). Importante contribuição à compreensão desse processo foi o trabalho de Wilson (1966), que propôs um ciclo (“Ciclo de Wilson”), para a ocorrência de fragmentação con-

Os continentes se movimentam ao longo do tempo geológico, com isso, mudam a posição no globo terrestre, alterando as condições climáticas e os processos geológicos que atuam na superfície. Por exemplo, a Antártica, que é o continente mais gelado do planeta, já esteve mais próxima da linha do Equador e possuía um clima subtropical, mais quente, onde existiam florestas e dinossauros. Por outro lado, em locais como na Serra da Petrovina (MT), são encontrados depósitos de rochas formadas sob influência glacial no Período Carbonífero, quando o bloco continental que hoje compõe a América do Sul estava próximo do polo Sul.

tinental, abertura e fechamento de bacias oceânicas e aglutinação de continentes (ALMEIDA SANTOS et al., 2020).

Para entender o Ciclo de Wilson, novamente vale mencionar a tectônica de placas que, de forma simplificada, consiste em fragmentação e junção de fragmentos de crosta continental. Enquanto a crosta oceânica é reciclada, ou seja, os fragmentos mais antigos voltam ao manto e viram magma novamente a partir da subducção, nova crosta oceânica surge nas dorsais meso-oceânicas (Figura 5).

As seis etapas do Ciclo de Wilson, correspondendo aos ambientes tectônicos na Terra, são detalhadas a seguir (Figura 6).

I. Rifte continental: devido ao fluxo de calor interno da terra, os esforços internos do planeta alongam e adelgaçam a crosta terrestre, formando estruturas em forma de graben (bloco rebaixado) e horst (parte elevada), como mostrado na Figura 6. O grande Vale Rifte no leste da África, que se estende da Síria até o centro de Moçambique, é o melhor exemplo deste tipo de processo. Caso o rifte continue sua atividade, a África será fragmentada em dois continentes distintos. Outro exemplo é o Mar Vermelho, onde o mar já está recobrando a área do rifte.

II. Abertura oceânica: o afinamento da crosta continental e o desenvolvimento de vulcanismo passam a formar uma nova crosta oceânica, com o início do processo de expansão do assoalho oceânico. A antiga estrutura

de rifte cede lugar à dorsal meso-oceânica. O Oceano Atlântico, entre a África e a América do Sul, está neste estágio de desenvolvimento. Os processos magmáticos ocorrentes na dorsal meso-oceânica aumentam a distância entre os continentes em 2 centímetros por ano, atualmente. As margens continentais de ambos os lados não possuem subducção.

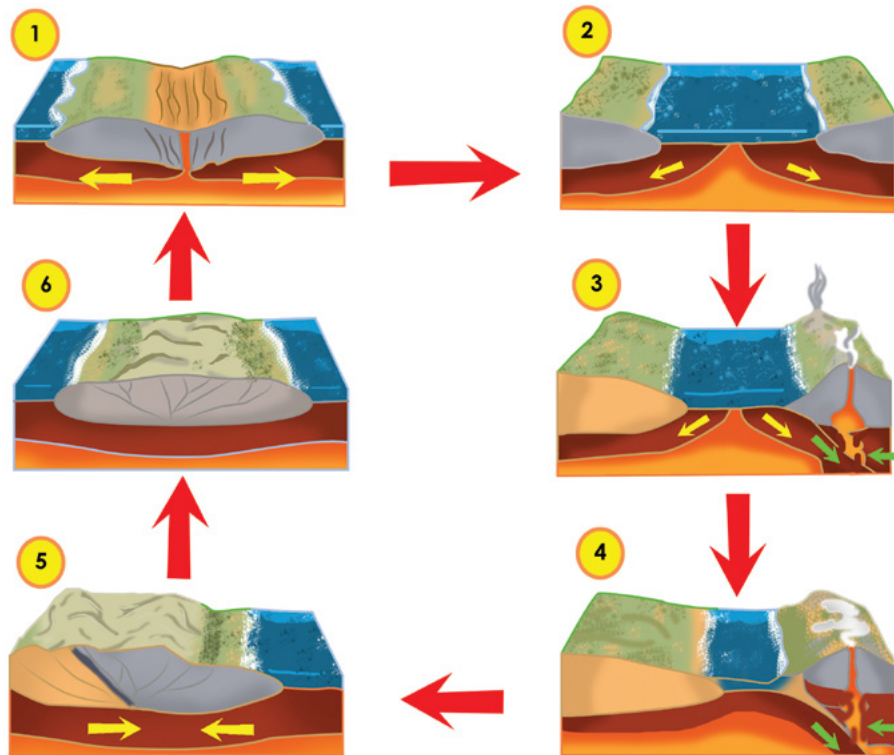


Figura 5 – O Ciclo de Wilson é composto por seis etapas: I. Rifte continental (quebra de um continente); II. Abertura oceânica (expansão do oceano); III. Subducção (formação de cordilheiras); IV. Acreção de terreno (crescimento da placa continental); V. Colisão entre dois continentes (sutura); VI. Erosão da cordilheira formada.

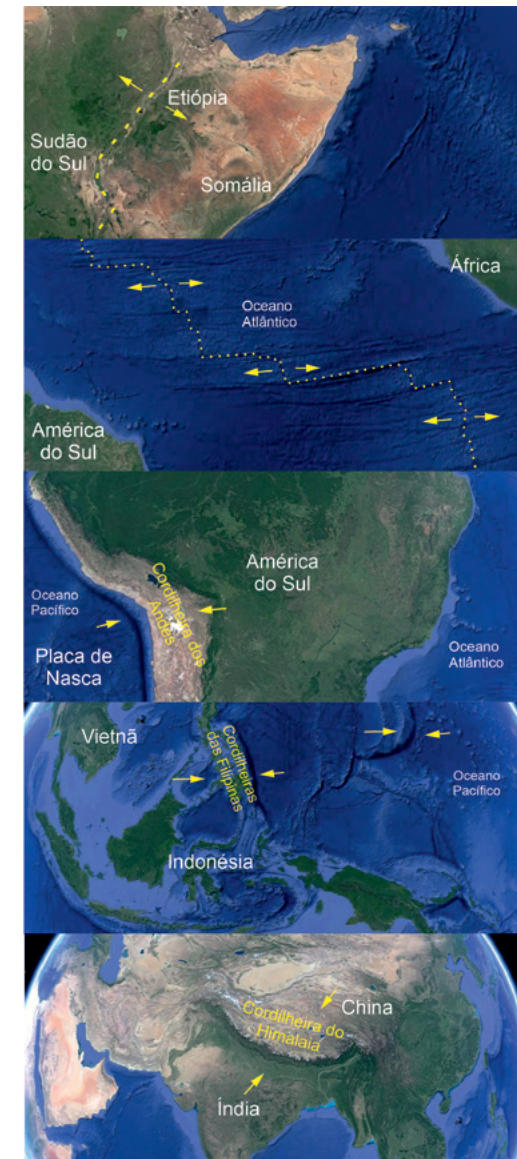
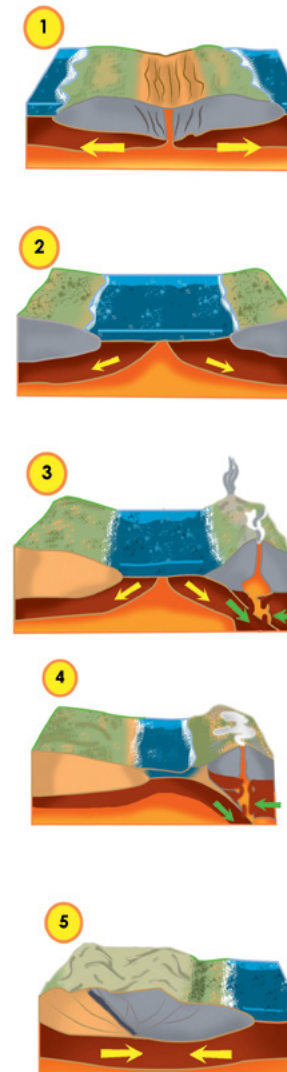


Figura 6: locais no planeta onde estão ocorrendo diferentes etapas do ciclo de Wilson. Use o Google Maps ou o Google Earth para observar as estruturas. Imagens extraídas do Google Earth.

III. Subducção: conforme ocorre a abertura do oceano, a crosta oceânica se rompe. A margem, antes passiva, torna-se ativa, ou seja, tem início a formação da fossa oceânica e o processo de subducção da placa oceânica sob a placa continental. Com isso, a crosta continental passa a ser pressionada e dá início à formação de uma cordilheira. A placa oceânica subductada é fundida novamente em magma no interior da Terra. Nesta etapa, enquanto a dorsal meso-oceânica produz nova placa oceânica, a parte mais antiga desta placa, ou seja, a porção mais próxima do continente e que se formou nos momentos iniciais de abertura do oceano, volta ao interior do planeta. A Cordilheira dos Andes é um ótimo exemplo deste cenário.

IV. Acreção de terreno: como já mencionado, a Terra é formada por placas oceânicas, mais densas, e placas continentais, em função de diferenças na composição mineralógica e litológica (Figura 10), que será explicada no capítulo 3. Durante o ciclo de Wilson também se formam novos fragmentos de placas continentais. Isso se dá devido à fusão de basaltos e gabros, rochas típicas de placas oceânicas, a partir do processo de diferenciação do magma em rochas mais ricas em sílica e oxigênio, tais como granitos e riolitos, próprias da crosta continental. Os arcos de ilhas, onde ocorre formação de cordilheira pela convergência de duas placas oceânicas, são exemplo de desse processo de diferenciação com enriquecimento de sílica e elementos mais leves nas rochas, tais como o diorito e o andesito, mais leves que as rochas basálticas. No Oceano Pacífico, é possível observar diversos arcos de ilhas. Esses terrenos, quando colidirem com a placa da América do Sul, ou com alguma outra placa continental que circunda o Pacífico, serão acrescentados a esses blocos continentais, aumentando a porcentagem de crosta continental do planeta.

V. Colisão entre dois continentes: as zonas de subducção vão consumindo lentamente os oceanos, até que um bloco continental colide com outro. Não ocorre subducção entre os blocos, pois a densidade de ambos é similar. Desta forma, a cordilheira e a zona de sutura são consequência da colisão continental e da deformação e amalgamação da borda das placas continentais derivadas dos esforços relacionados à colisão. O melhor exemplo

global é a Cordilheira do Himalaia, na Ásia, que representa a sutura entre a placa da Índia e a placa Euro-asiática. Nesta região se localiza o ponto mais alto do planeta, o Monte Everest (Evereste).

VI. Erosão da cordilheira formada: a tectônica de placas é o principal agente da dinâmica interna do planeta, capaz de soerguer grandes cordilheiras (orogenias). Por outro lado, o sistema clima, que atua na dinâmica externa, realiza de forma constante a erosão do relevo (assunto dos capítulos 7 e 8). Após o final do processo de sutura, os processos tectônicos de convergência não atuam mais, finalizando o soerguimento da cordilheira. Com isso, os processos erosivos passam a dominar o cenário, erodindo a antiga cordilheira durante milhões de anos. Muitas cordilheiras antigas são resultantes de antigos processos de abertura e fechamento de oceanos, como é o caso das rochas do Grupo Cuiabá, que são encontradas em superfície e subsuperfície em todo o sul do estado de Mato Grosso e em boa parte do estado de Mato Grosso do Sul. Há 500 milhões de anos, a região era palco de uma grande cordilheira, formada após o fechamento de um oceano, que existia entre o Cráton Rio de La Plata, que forma parte da região sul do Brasil, e o Cráton Amazônico (Figura 7), que se estende das Guianas ao centro norte e oeste de Mato Grosso.

As informações existentes nas rochas permitem estabelecer como eram os antigos continentes, e como se moveram no passado, até formar os continentes atuais. Os modelos geológicos também permitem propor diferentes cenários futuros, com a formação de um novo supercontinente em algumas dezenas de milhões de anos.

Outro fenômeno interessante que existe na tectônica de placas corresponde aos hot spots, ou seja, locais onde o manto envia calor para a superfície do planeta de forma constante, formando vulcões no interior da placa tectônica (Figura 6-4). Conforme a placa se move e o ponto onde o magma chega é constante, novo vulcão se forma em uma nova posição, originando uma sequência de cones vulcânicos, de idade crescente. A ilha da Trindade, que fica situada no Oceano Atlântico Sul, afastada 1.140 km da costa brasileira, é um exemplo deste tipo de processo.

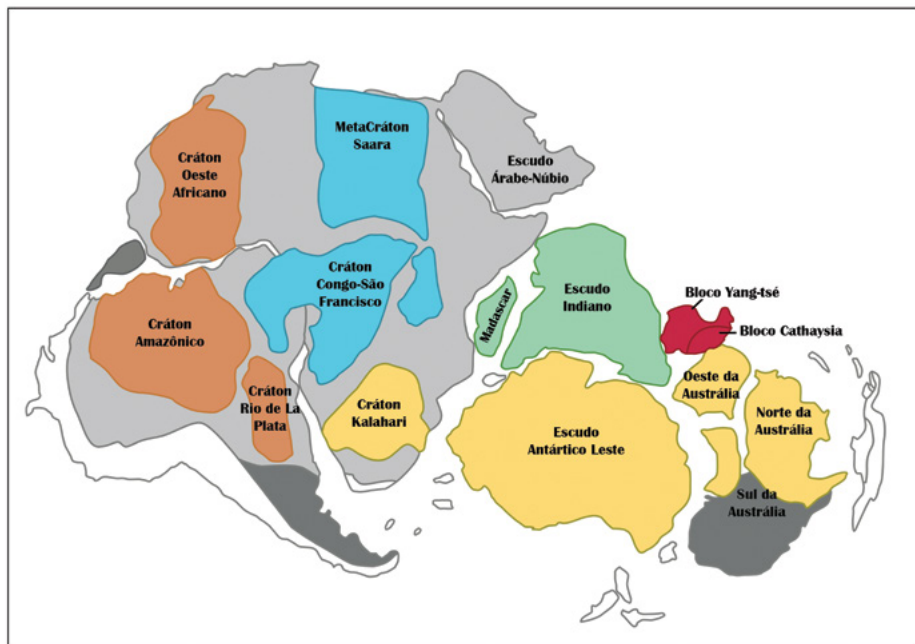


Figura 7 – Fragmentos de continentes que colidiram e formaram o Supercontinente Gondwana há 540 M.a., hoje representados na América do Sul, África, Austrália, Antártica e parte da Índia.

ERAS GEOLÓGICAS E O TEMPO GEOLÓGICO

As divisões do tempo geológico foram criadas para contar a história da terra. As divisões em Eons, Eras e Períodos levam em consideração os eventos geológicos que marcaram a evolução dos processos e da vida no planeta. Os Eons são os maiores intervalos do tempo geológico (Figura 9). O primeiro e mais antigo Eon é o Hadeano, seguido pelo Arqueano, Proterozoico e Fanerozoico.

Uma das dificuldades em se entender o início da história da Terra se deve à inexistência de rochas do Hadeano (4,0 a 4,6 Ga, onde Ga = bilhão de anos) na superfície terrestre (AZUMA et al., 2016), embora tenham existido. Minerais herdados de rochas de idade hadeana são zircões de 4,4 Ga, encon-

trados em metaconglomerados na Austrália (WATSON; HARRISON, 2005; KEMP et al., 2010), e zircões de 4.219 Ga (± 19 Ma) na região das Guianas na América do Sul (NAKAJIMA; STEVENSON, 2015). Isso demonstra que as rochas do Eon Hadeano foram totalmente erodidas ou retrabalhadas, devido a intensos processos na dinâmica interna e superficial do planeta.

Os geólogos usam alguns métodos para conhecer a idade do planeta. Os principais são: a) sobreposição de camadas, ou seja, a camada que está por baixo, em geral é mais antiga que a de cima; b) datação isotópica: por meio de elementos instáveis, como o U-238, que possui uma meia vida de 4,5 bilhões de anos, ou seja, quando se encontra um mineral com esse elemento em sua composição, é possível estimar a idade da rocha, e c) sucessão faunística, ou seja, os conjuntos de fósseis animais e vegetais registrados na rocha são únicos de cada momento do tempo geológico, de modo que ao serem encontrados, é possível inferir a idade da(s) rocha(s).

Se não temos registros de rochas da época da formação da Terra, como podemos saber sobre os primeiros milhões de anos da história do Sistema Solar?

Rochas que chegam ao nosso planeta por meio dos meteoritos, trazem importantes informações de que a maioria foi formada nos primeiros momentos do Sistema Solar e data de cerca de 4,5 a 4,6 bilhões. Outra fonte importante de informação provém das rochas coletadas pela missão Apolo e dos estudos realizados por sondas e robôs enviados para outros planetas.

O Arqueano é o segundo Eon e se estende entre 4 bilhões de anos e 2,5 bilhões de anos, quando surgiram os primeiros núcleos cratônicos, ou seja, ou primeiros núcleos de continentes. Nos mares surgiram as primeiras formas de vida e se iniciou o processo de fotossíntese, por ação das cianobactérias (Figura 8). Ao final deste Eon é completada a principal fase de formação de crosta continental.

O Eon Proterozoico, entre 2,5 bilhões de anos e 541 milhões de anos, é marcado pelos grandes eventos de oxigenação da atmosfera, onde se formaram os principais depósitos de ferro do mundo. Alguns episódios marcaram esse Eon, como o Período Criogeniano, onde as geleiras recobriram praticamente todo o globo. Ao final do Eon Proterozoico, no Período Ediacarano (630 Ma - 541 Ma), ocorreu a primeira tentativa de grande diversificação das formas de vida, conhecida como Fauna de Ediacara.

Embora os três primeiros Eons representem quase 90% do tempo geológico, é comum serem referidos como “Pré-Cambriano”. Segue-se o Eon Fanerozoico, que é dividido em três eras: Paleozoica, Mesozoica e Cenozoica, tendo início com a grande explosão da vida, que marca o início da Era Paleozoica e o Período Cambriano (Figura 9). No Fanerozoico surgiu a maioria das formas de vida conhecidas, e os principais eventos ocorridos estão registrados na Figura 9 e no capítulo 5.

Quais as rochas mais antigas encontradas no Brasil?

São as rochas encontradas no estado do Piauí, com cerca de 3,5 bilhões de anos.

A descoberta foi realizada em 2019, em uma pesquisa com rochas pertencentes a “Formações Ferríferas Bandadas” (Banded Iron Formations, em inglês). Há possibilidade de que essas rochas sejam pequenos resquícios de uma massa continental de idade próxima a 3,5 bilhões de anos, que foram continuamente destruídos ao longo do tempo geológico (PITARELLO; SANTOS; ANCELM, 2019).

HISTÓRIA GEOLÓGICA DO MATO GROSSO

No estado de Mato Grosso ocorrem rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, desde o Proterozoico Inferior (Figura 10 e 11). De forma simplificada, a geologia de Mato Grosso pode ser dividida em: a) Cráton Amazônico; b) faixas Paraguai e Brasília, e c) bacias fanerozoicas: Alto Tapajós, Parecis, Paraná, Pantanal, Bananal, Guaporé e Alto Xingu (LACERDA FILHO et al., 2004).

Figura 8 - Representação de um estromatólito (colônia de cianobactérias). Ilustração: Rodolfo Nogueira.



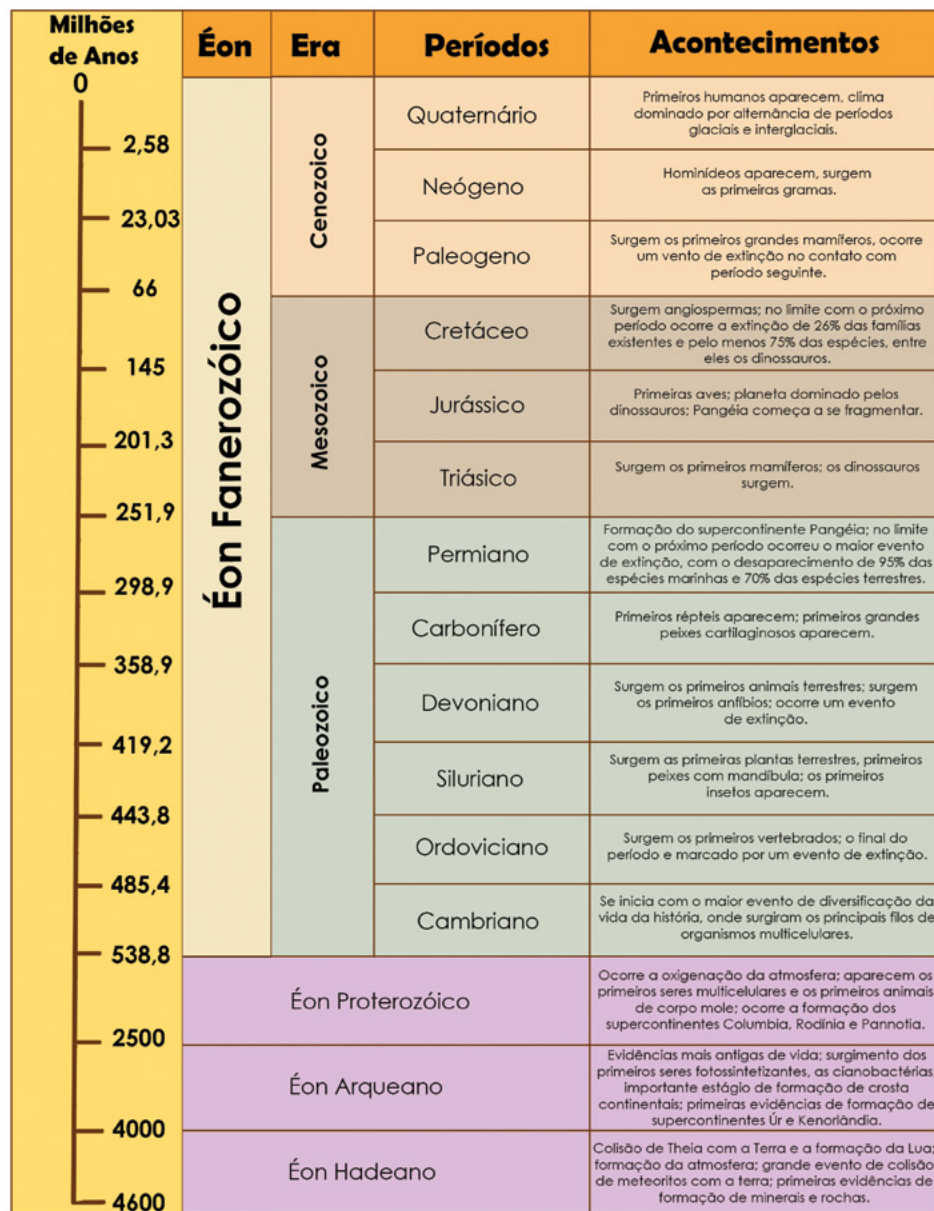


Figura 9 – Escala do tempo geológico e principais eventos que marcaram a história do planeta.

a) Cráton Amazônico

O Cráton Amazônico é resultado de sucessivos ciclos tectônicos, de abertura e fechamento de oceanos, que originaram diversas províncias tectônicas e geocronológicas, cujos processos foram descritos no Ciclo de Wilson, como acreção de terrenos, formação de rochas ígneas magmáticas, como granitos, e metamorfismo das rochas existentes durante a formação das orogenias.

Como um processo global de formação dos continentes e diferenciação de crosta, a partir do final do Eon Arqueano e início do Proterozoico (Paleoproterozoico ou Proterozoico Inferior), alguns núcleos continentais surgiram. No norte e nordeste de Mato Grosso, ocorrem rochas gnáissicas com idades entre 2,3 e 2,6 bilhões de anos (Ga), tais como o Gnaiss Gavião (PAES DE BARROS, 2007), Complexo Santana do Araguaia e Complexo Cuiu-Cuiu (Referência), que estão entre as rochas mais antigas do estado e registram o período ainda inicial da história da Terra, no contexto do Cráton Amazônico.

Segundo Tassinari et al. (2004), na Província Amazônia Central, Bloco Xingu-Iricoume, predominam rochas vulcânicas e granitóides paleoproterozoicos, não metamorfizados e localmente cobertos por sequências sedimentares, com raras exposições de idade pré-transamazônica (> 2,3 Ga).

A partir do Paleoproterozoico, os núcleos continentais iniciais foram se transformando em blocos continentais maiores, pelo desenvolvimento de orogenias e eventos plutono-vulcânicos sucessivos, como os magmatismos associados ao Supergrupo Uatumã e à Suíte Colider (LACERDA FILHO et al., 2004), entre outros, responsáveis pelo desenvolvimento de arcos magmáticos com rochas vulcânicas ácidas do tipo riolitos e riodacitos, e componentes plutônicos - granitos e granodioritos (LIMA et al., 2021). Paralelamente à expansão dos blocos continentais iniciais, houve desenvolvimento de blocos continentais estáveis maiores.

Os eventos orogênicos incluíram formação e acreção de arcos magmáticos, deformação e metamorfismo, rifteamentos, intrusão de corpos graníticos e deposição de sequências sedimentares, que estão registradas nas

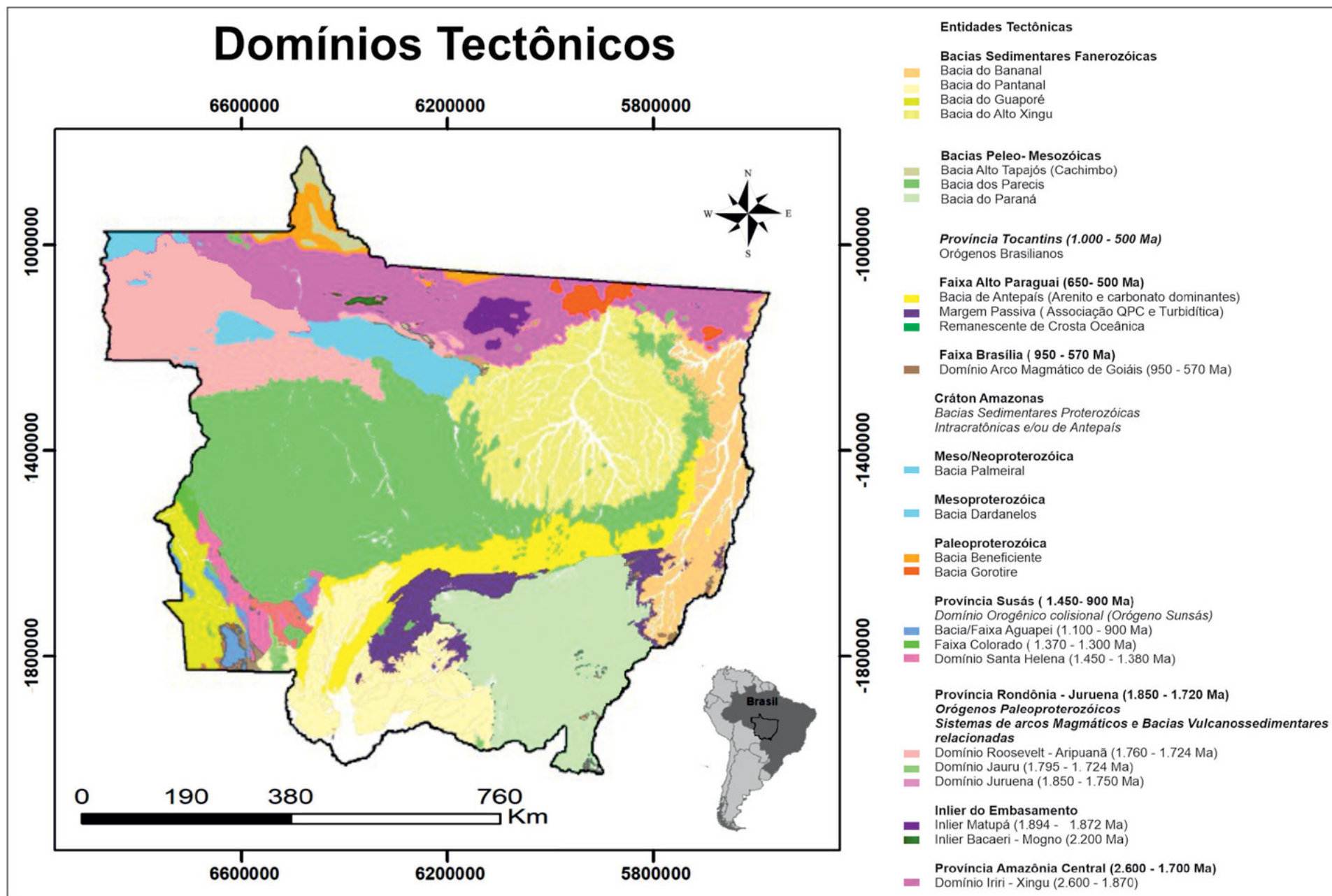


Figura 10 – Domínios tectônicos no estado de Mato Grosso. Modificado de Lacerda Filho et al. (2004).

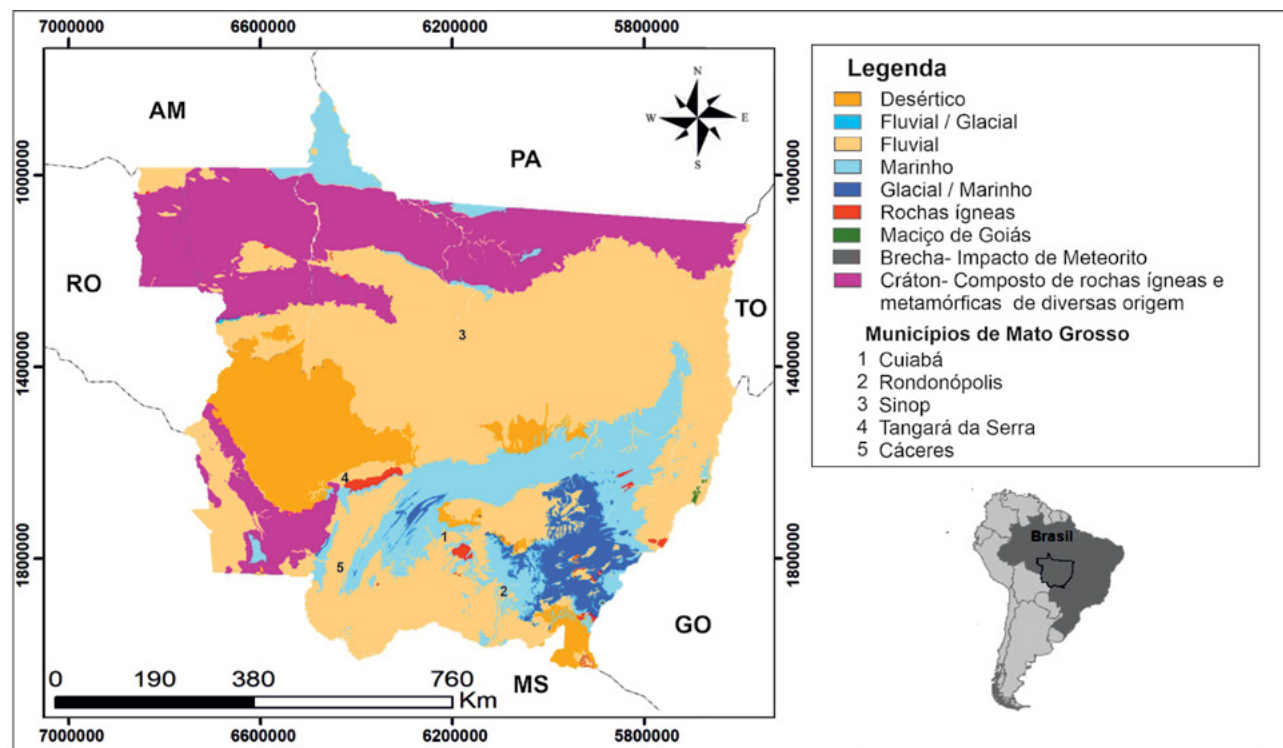


Figura 11 – Tipos de rochas e ambientes deposicionais. Elaborado conforme informações de Lacerda Filho et al. (2004).

províncias do Cráton Amazônico, denominadas Amazônia Central, no nordeste de Mato Grosso, e Ventuari-Tapajós e Rio Negro-Juruena, posicionadas nas regiões norte, noroeste e oeste do estado (TASSINARI; MACAMBIRA, 1999).

A Província Rio Negro-Juruena possui uma porção de embasamento com gnaisses e granodioritos, intrudidos por granitoides de idades entre 1,6 e 1,8 bilhões de anos. Ocorrem, ainda, sequências de rochas supracrustais de natureza vulcânica e vulcanoclásticas félsicas, como a Suíte Colider e sequências Roosevelt e Aripuanã, sequências metavulcano-sedimentares separadas por terrenos granito-gnáissicos denominadas *greenstone belts*, na porção sudoeste da província, e coberturas sedimentares (TASSINARI et al., 2004).

Além do estabelecimento de blocos continentais maiores por todo o globo e de mudanças de composição da atmosfera com início de intenso processo de intemperismo, a partir do Proterozoico Inferior (= Eoproterozoico) teve início a formação de bacias sedimentares, como no caso das bacias Cubencraquem

e Gorotire, no nordeste de Mato Grosso, a primeira com os registros mais antigos de vida – os estromatólitos (RIBEIRO; ALVES, 2017); das bacias Beneficiente e Dardanelos, no norte do estado. Outras bacias desenvolveram-se posteriormente no Cráton Amazônico, durante o Paleoproterozoico e o Mesoproterozoico no estado, a partir de rifteamentos ou subsidência regional, tais como parte das bacias Palmeiral e Aguapeí (SAES, 1999; SAES; FRAGOSO CESAR, 1996).

Como registro mesoproterozoico do Cráton Amazônico, Tassinari et al. (2004) incluíram mais duas províncias, com registros na região sudoeste do estado de Mato Grosso. A província Rondoniana-San Ignácio (1,55-1,30 Ga ou bilhão de anos) compreende rochas polimetamórficas, além de núcleos antigos preservados, de idade paleoproterozoica, relacionadas a uma evolução a partir de arcos magmáticos juvenis e orógenos, subdivididos em Terreno Rio Alegre; Orogenia Santa Helena e Orogenia Rondoniana-San Ignácio (GERALDES et al., 2001).

A Província Sunsás (1,25 a 1,0 Ga) é a mais jovem do Cráton Amazônico e registra eventos tectônicos e magmáticos, principalmente relacionados à Orogenia Sunsás (LITHERLAND; BLOOMFIELD, 1981), com episódios de sedimentação e posterior deformação, metamorfismo e magmatismo. É subdividida em três domínios geológicos: Cinturão

Móvel Sunsás, Cinturão de Cavalcamento Aguapeí e Sequência metavulcano-sedimentar Nova Brasilândia, com registros de magmatismo anorogênico e cratogênico, ocorridos há 990 milhões de anos, encerrando o processo de consolidação do Cráton Amazônico (TASSINARI et al., 2004).

Resumidamente, no estado de Mato Grosso, o Cráton Amazônico é composto pelas seguintes províncias:

- **Província Amazônia Central (2.600-1.870 Ma):** formada pelo Domínio Iriri-Xingu.
- **Inlier do Embasamento:** formado pelos Inlier Matupá (1.894-1.872 Ma) e Inlier Bacaeri – Mogno (2.200 Ma)
- **Província Rondônia-Juruena (1.850-1.720 Ma):** composta pelos domínios Roosevelt-Aripuanã; Jauru e Juruena.
- **Província Sunsás (1.250-1.000 Ma):** composta pela Bacia/Faixa Aguapeí, Faixa Colorado e Domínio Santa Helena.

As rochas desta região guardam registros de uma Terra muito diferente da atual, uma vez que, durante o tempo geológico, ocorreram importantes mudanças na atmosfera terrestre e na química dos oceanos, favorecendo a oxigenação da atmosfera e a diversificação da vida ainda simples, composta por organismos unicelulares, pouca diversificados e restritos aos oceanos.

Rochas de antigas bacias sedimentares, que ficaram preservadas sobre o Cráton Amazônico, compõem as bacias Beneficiente e Gorotire, do **Paleoproterozoico**; a Bacia Dardanelos, do **Mesoproterozoico**; a Bacia Palmeiral e uma cobertura de depósitos sedimentares carbonáticos e siliciclásticos (Grupo Araras e Grupo Alto Paraguai), ligada à evolução da Faixa Paraguai, ambas do **Neoproterozoico** (LACERDA FILHO et al., 2004).

Um outro ciclo completo de abertura e fechamento foi registrado na margem sul do Cráton Amazônico, que marca a fragmentação do supercontinente Rodínia, por volta de 900 milhões de anos, com deposição de rochas sedimentares, em ambiente marinho sob influência glacial. É difícil imaginar que, em algum momento, na região da Baixada Cuiabana, por exemplo,

Existem rochas do Arqueano em Mato Grosso?

São rochas de um antigo continente denominado atualmente “Cráton Amazônico”. O estado de Mato Grosso possui essas rochas, principalmente na porção norte do estado. Dentre as mais antigas, podem ser citadas as rochas gnáissicas (idades em torno de 2,82 bilhões de anos), do Complexo Santana do Araguaia (ALVES et al., 2010). Quais as rochas mais antigas encontradas no Brasil?

houve geleiras, porém, o registro geológico demonstra a atuação de processos glaciais em Mato Grosso. Após a expansão do oceano, teve início o processo de subducção, fechamento do oceano e formação de uma cordilheira. Antes do fechamento do mar, houve deposição de importantes depósitos de rochas carbonáticas, responsáveis pela maioria do calcário extraído em Mato Grosso atualmente. Por fim, rochas como as existentes na região de Diamantino, foram formadas pela erosão do material desta gigante cordilheira.

b) Faixa Paraguai e Faixa Brasília

A **Faixa Paraguai (900-500 Ma)** é composta por: a) bacia de antepaís ou uma bacia intracratônica invertida na tectônica transtensional no final da formação da Faixa Paraguai (arenitos e carbonatos dominantes); b) Margem passiva (associação QPC e turbidítica); c) Remanescente de crosta oceânica. Com idade e história similar, a **Faixa Brasília (950-530 Ma)** está situada na divisa dos estados de Mato Grosso e Goiás, sendo composta pelo Domínio Arco Magmático de Goiás (LACERDA FILHO et al., 2004; NOGUEIRA et al., 2018).

c) Bacias sedimentares fanerozoicas

As bacias sedimentares fanerozoicas recobrem as unidades anteriores, ou seja, as rochas do Cráton Amazônico ou da Faixa Alto Paraguai, que são mais antigas e, portanto, na sequência normal, sempre estarão por baixo.

As bacias sedimentares Alto Tapajós, Parecis e Paraná são compostas por rochas que contam a história da vida entre o início da Era Paleozoica até a Era Mesozoica. Essas bacias foram formadas após a explosão da vida, que ocorreu há 542 milhões de anos, no Período Cambriano, representando o maior evento de diversificação da vida da história do planeta (Figura 12).

Os registros de fósseis de animais e vegetais nessas rochas sedimentares ajudam a contar a história da formação do supercontinente Pangea, do Gondwana, que englobou o atual Hemisfério Sul, e as transformações ocorridas até a configuração atual dos continentes. As bacias sedimentares também indicam mudanças ambientais à época da deposição. No estado de Mato Grosso, são registradas ocorrências de fósseis de invertebrados marinhos em rochas sedimentares da Bacia do Paraná, durante o Período Devoniano, na Chapada dos Guimarães, em Jaciara, Rondonópolis e em outros locais. As rochas existentes na Serra da Petrovina, por exemplo, representam depósitos de geleiras, formados durante o Período Carbonífero (Figura 13).

Figura 12 - Ilustração da vida marinha após a explosão cambriana. Ilustração Rodolfo Nogueira. ►



Figura 13 - Serra da Petrovina. Foto: Kamilla Amorim.



Importantes registros fossilíferos são constituídos por peixes e de répteis mesossaurídeos do Período Permiano, em Alto Garças e outras localidades; esses últimos indicam a existência de um mar interior ligando os continentes africano e sul-americano à época, já que também ocorrem em sedimentos similares da bacia do Karoo, África do Sul.

Nas bacias do Paraná e do Parecis, também ocorrem rochas areníticas, formadas em antigos desertos durante a Era Mesozoica (Figura 14), e que são hoje excelentes aquíferos, o que será tratado mais à frente neste capítulo. Em bacias sedimentares menores, como a Bacia do Cambambe, na Chapada dos Guimarães, são encontrados fósseis de dinossauros (Figura 15), indicativos de ambiente continental.

Um evento importante registrado na Bacia dos Parecis foi o magmatismo basáltico da Formação Tapirapuã, registrado em Tangará da Serra e região, há 200 milhões de anos, com esforços tectônicos similares aos que atuam hoje no rifte africano.

No estado de Mato Grosso, existem bacias sedimentares e deposições recentes, que estão localizadas nas bacias do Alto Xingu, Guaporé, Bananal e Pantanal, além de coberturas superficiais terció-quaternárias (LACERDA FILHO et al., 2004). Algumas unidades se formaram durante a Era Cenozoica e outras ainda estão em processo de deposição. Bacias, como a do Pantanal, também estão relacionadas à tectônica da América do Sul, que resultou na formação dos Andes e gerou subsidência, favorecendo a deposição sedimentar na área pantaneira.

A GEOLOGIA E O CICLO DA ÁGUA

Em geral, conhecemos bem uma parte do ciclo da água, o caminho feito dos rios até os oceanos e seu trajeto na atmosfera. Porém, para onde vai a água quando infiltra no solo? De onde provém toda a água que alimenta os rios mesmo nos períodos mais secos? Por que alguns rios possuem um fluxo quase constante de água, enquanto outros quase secam ou chegam a secar nas épocas de estiagem?



Figura 14 - MT 251, entre Cuiabá e Chapada dos Guimarães. Neste trecho, a estrada está construída no contato entre duas unidades geológicas, na base estão os arenitos da Formação Furnas, depositada em ambiente marinho raso durante o Período Devoniano. O arenito da Formação Botucatu, que está nas escarpas na beira da estrada, é mais jovem, formados durante o final do Período Jurássico e início do período Cretáceo, em um ambiente desértico. Foto: Kamilla Amorim.



Figura 15 - Ilustração do *Pycnonemosaurus Nevesi*, espécie de dinossauro carnívora, descrita com fósseis encontrados em Chapada dos Guimarães, se alimentado de um saurópode. Ilustração: Rodolfo Nogueira.

O Domo de Araguainha, localizado na divisa entre os estados de Mato Grosso e Goiás, é uma estrutura de 40 km de diâmetro resultante da colisão de um meteorito há 245 milhões de anos, no início do Período Triássico, da Era Mesozoica. Por meio de imagens de satélite do Google Earth, é possível observar os vestígios da estrutura circular que se formou após o impacto (Figura 16).

Para encontrar antigas crateras na Terra, precisamos de um olhar atento e estudos científicos que permitam identificar e datar tais estruturas. Por outro lado, quando observamos a Lua, ou imagens de outros planetas como Marte, inúmeras crateras são identificadas com facilidade. Por que esta diferença? Por que na Terra não vemos tantas crateras de impacto?

A resposta é que os processos de dinâmica externa, que podem “apagar” os registros, não existem com a mesma intensidade nesses corpos celestes. Outra explicação é que a dinâmica interna também atua de forma menos intensa fora da Terra.

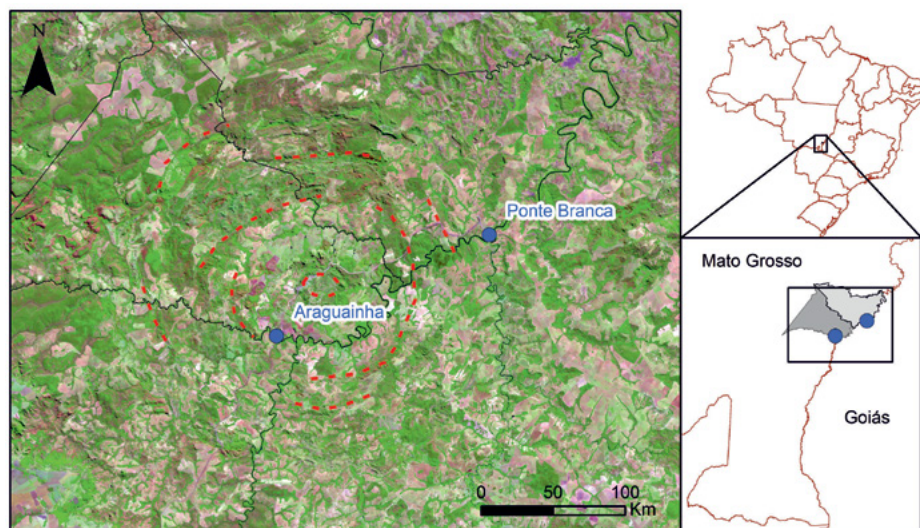


Figura 16 – Domo do Araguainha, cratera formada por impacto de meteorito no início da Era Mesozoica.

A resposta para essas questões está nos aquíferos, que são importantes reservatórios, onde a água se movimenta lentamente desde o local onde se infiltrou até a nascente dos rios. Há diferentes tipos de aquíferos (Figura 17):

- a) Porosos: formados por rochas sedimentares siliciclásticas, comportam-se como grandes esponjas, e, em geral, são os mais eficientes.
- b) Fraturados: são aqueles onde a água está situada em estruturas geológicas, como falhas e fraturas.
- c) Cársticos: formam-se em regiões de rochas calcárias, que sofreram dissolução e favorecem o armazenamento da água.

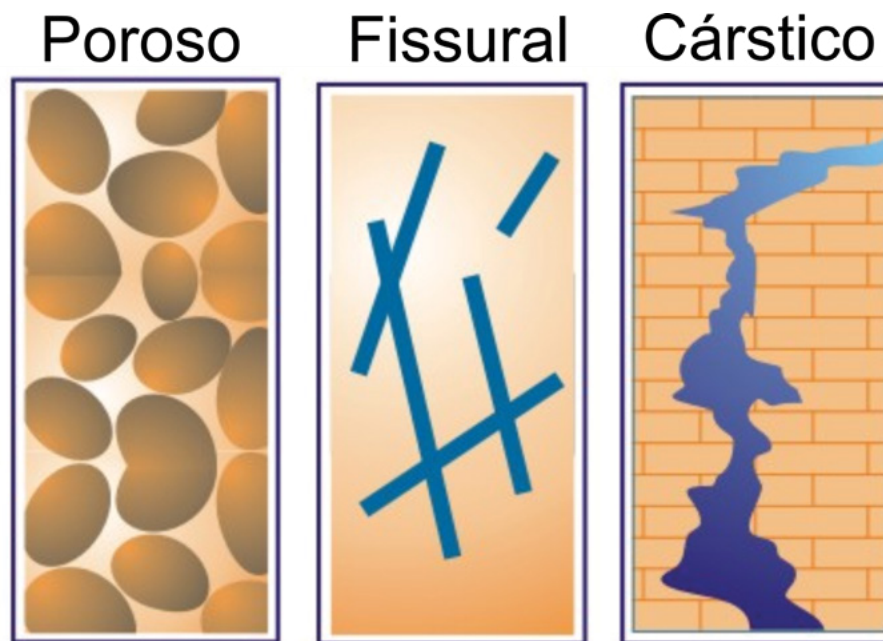


Figura 17 – Tipos de aquíferos: (a) poroso; (b) fraturado; (c) cárstico.

No estado de Mato Grosso, há uma série de unidades geológicas que constituem aquíferos, conforme pode ser observado no mapa da Figura 18.

TIPOS DE AQUÍFEROS - MT

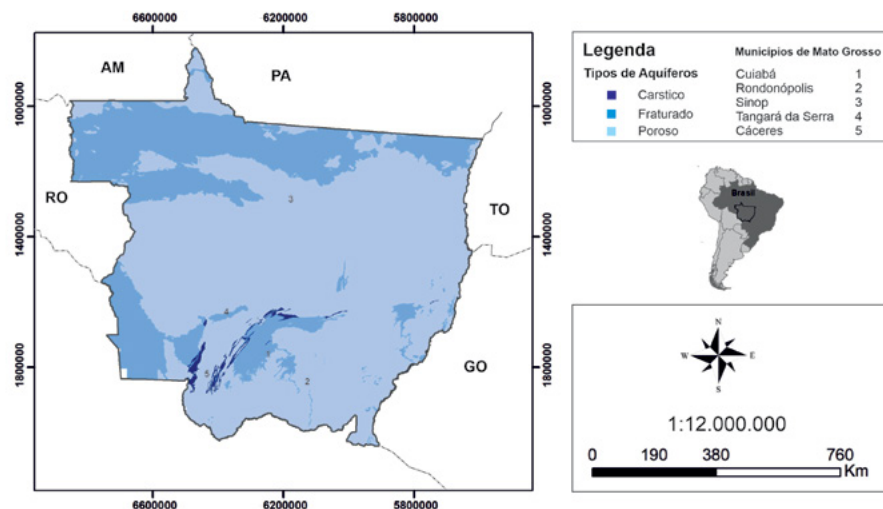


Figura 18 – Aquíferos do estado de Mato Grosso. Fonte: Lacerda Filho et al. (2004).

OS RECURSOS MINERAIS DE MATO GROSSO

Além de contar a história do planeta, a geologia cumpre uma outra importante função na sociedade. As rochas e minerais, desde a pré-história, são responsáveis por garantir os insumos para o desenvolvimento tecnológico. Por isso, muitas idades possuem como referência o domínio de alguma técnica e o uso de algum recurso mineral, como são conhecidas: idade da pedra lascada (uso dos minerais e rochas ricos em sílica); idade da pedra polida (uso de rochas ígneas e magmáticas para produção de ferramentas); idade do bronze (uso de ligas metálicas de cobre com o estanho, ou outros elementos); idade do ferro, entre outras.

Até mesmo a revolução tecnológica tem como base o uso dos recursos minerais, como no caso das chamadas terras raras. Em tudo que usamos na sociedade tecnológica, seja em casa, nas ruas ou em objetos, como o carro e o celular, está presente uma série de elementos extraídos da mineração (Figura 19).

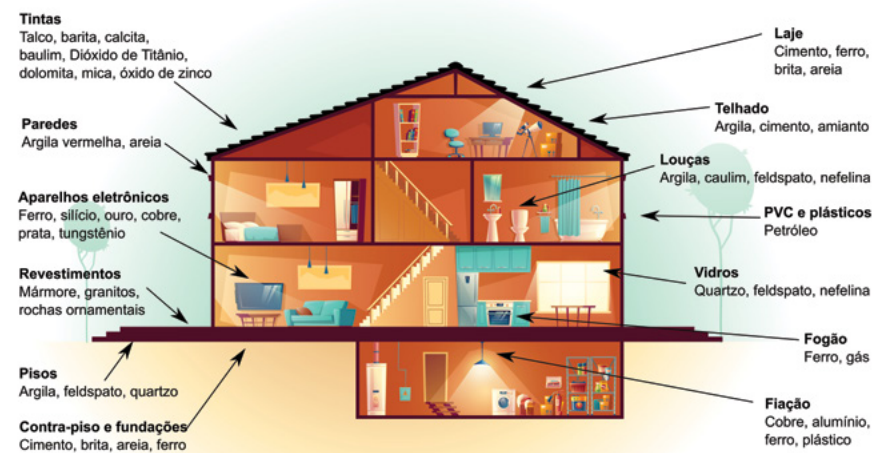


Figura 19 – O uso dos recursos minerais em uma casa. Imagem produzida conforme informações disponíveis em <https://institutominere.com.br/blog/uma-mina-em-suas-maos-conheca-os-principais-minerais-que-estao-dentro-do-seu-celular>

No estado de Mato Grosso, são extraídos diferentes tipos de recursos minerais (Figura 20), sendo o ouro o principal, que é usado como reserva financeira, para produção de joias, componentes eletrônicos para computadores, celulares, entre outros. Outro importante produto mineral é o calcário, usado para produção de cimento, cal e, quando dolomítico (com magnésio), é utilizado na agricultura, para correção do solo ácido e de fundamental importância para a expansão do agronegócio em Mato Grosso. A água mineral também é um bem relevante.

Na Tabela 2, constam os principais produtos advindos da mineração em Mato Grosso e o total arrecadado com o pagamento da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM). Os bens minerais estão dispostos em ordem decrescente por valor obtido.

Além desses produtos minerais, estão sendo implantados empreendimentos voltados à extração de cobre, entre outros recursos.

Tabela 2 – Produção mineral de Mato Grosso e a arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral, por substância.

SUBSTÂNCIA	VALOR ARRECADADO COM A CFEM, EM R\$, ANO DE 2021
Minério de ouro	41.277.419,97
Ouro	31.554.787,49
Calcário	12.844.932,24
Calcário dolomítico	7.180.658,75
Dolomito	2.664.500,08
Cassiterita	1.504.957,40
Água Mineral	976.415,12
Calcário calcítico	969.051,79
Areia	731.904,11
Água potável de mesa	577.472,29
Granito	559.671,53
Argila	384.087,92
Cascalho	263.124,91
Minério de manganês	187.558,20
Quartzito	164.822,23
Minério de zinco	133.105,53
Diamante	116.738,42
Arenito	96.749,44
Basalto	85.031,36
Brita de granito	33.312,24
Filito	32.023,27
Manganês	22.039,45
Águas termais	15.663,10
Laterita	12.332,46
Diamante industrial	4.240,93
Gabro	1.722,48
Total	102.394.322,71

Fonte: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/relatorios/arrecadacao_cfem_substancia.aspx.

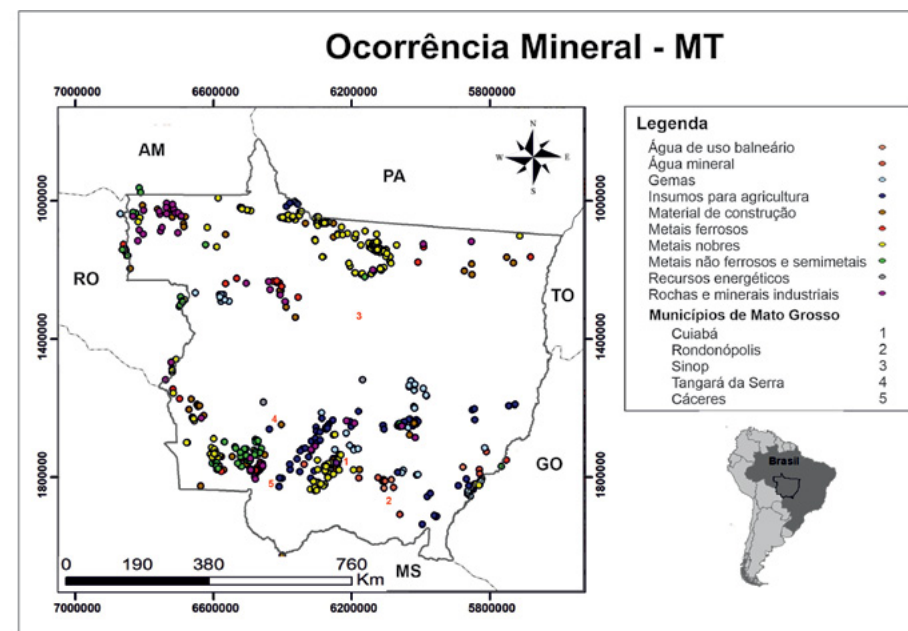


Figura 20 – Mapa do estado de Mato Grosso com os principais recursos minerais.

REFERÊNCIAS

ALVES, C. L. et al. (Org.). **Projeto Noroeste Nordeste de Mato Grosso: folhas São José do Xingu SC.22-Y-A e Rio Comandante Fontoura SC.22-Y-B.** Goiânia: CPRM, 2010. Programa Geologia do Brasil (PGB). Levantamentos Geológicos Básicos.

BRANCO, P. M. Breve História da Terra. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. 2016. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Canal-Escola/Breve-Historia-da-Terra-1094.html>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BRITO NEVES, B. B. A Teoria dos Supercontinentes: discussão e crítica construtiva. **Geologia USP. Série Científica**, v. 22, n. 2, p. 109-130, 2022.

GERALDES, M. C. et al. Proterozoic Geologic Evolution of the SW Part of the Amazonian Craton in Mato Grosso State, Brazil. **Precambrian Research**, v. 111, p. 91-108, 2001.

INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY (ICS) – IUGS. 2022. Disponível em: <https://www.iugs.org/ics>.

LACERDA FILHO, J. V. D. et al. **Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso**. Esc. 1:1.000.000. Goiânia: CPRM, 2004. (Convênio CPRM/SICME).

LIMA, I. F. et al. The 1.88 Ga Uatumã Magmatism in the Serra dos Magalhães region: petrology and implications to the extension of the south-eastern edge of the Amazonian Cráton. **Brazilian Journal of Geology**, v. 51, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-4889202120200046>.

LITHERLAND, M.; BLOOMFIELD, K. The Proterozoic History of Eastern Bolivia. **Precambrian Res.**, v. 15, p. 157-179, 1981.

LIU, C. et al. The same and not the same: Ore geology, mineralogy and geochemistry of Rodinia assembly versus other supercontinents. **Earth-Science Rev. Reviews**, p.1-33, 2019.

NOGUEIRA, A. et al. The Cryogenian-Ediacaran Boundary in the Southern Amazon Cráton. In: SIAL, A. N.; GAUCHER; MUTHUVAIRAVASAMY, R.; FERREIRA, V. P. (Ed.). Chemostratigraphy Across Major Chronological Boundaries. American Geophysical Union, Hooboken, EUA: John Wiley & Sons, Inc., 2018. cap. 6, p. 89-114.

RIBEIRO, P. S. E.; ALVES, C. L. **Geologia e recursos minerais da região de Palmas - folhas Miracema do Norte SC.22-X-D, Porto Nacional SC.22-Z-B e Santa Teresinha SC.22-Z-A**: estado do Tocantins. Goiânia: CPRM, 2017. 483 p. il., color.

SAES, G. S. **Evolução tectônica e paleogeográfica do Aulacógeno Aguapeí (1.2–1.0 Ga) e dos terrenos do seu embasamento na porção sul do Cráton Amazônico**. 1999. 135 f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1999.

SAES, G. S.; FRAGOSO CÉSAR, A. R. S. Acreção de terrenos mesoproterozoicos no SW da Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. **Resumos...** Salvador: SBG, p. 348, 1996.

SANTOS, F. L. de A.; NASCIMENTO, F. R. do; SALES, V. C. Ciclo dos supercontinentes e reflexos morfoestruturais no Noroeste do Ceará/Brasil. **Ateliê Geográfico**, v. 14, n. 2, p. 67-90, 2020.

TASSINARI, C. C. G.; MACAMBIRA, M. J. B. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. In: MANTESSO-NETO V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO C. D. R.; BRITO NEVES, B. B (Ed.). **Geologia do continente Sul-americano**: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 471-485.

TASSINARI, C. C. G.; MACAMBIRA, M. J. B. Geochronological provinces of the Amazonian Cráton. **Episodes**, v. 22, n. 3, p. 174-182, 1999. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/1999/v22i3/004>.



Drusa de ametista. Procedência: Rio Grande do Sul. Acervo do Museu de Rochas, Minerais e Fósseis. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.

MINERAIS E ROCHAS: FOCO NO MUSEU DE MINERAIS, ROCHAS E FÓSSEIS – FAGEO/UFMT

MARA LUIZA BARROS PITA ROCHA SALA • NIADE CAROLINE BARBIERI
PAULO CÉSAR CORRÊA DA COSTA

INTRODUÇÃO

O presente capítulo foi elaborado com o objetivo de preparar e estimular o leitor para visitar o acervo do Museu de Minerais, Rochas e Fósseis – FAGEO/UFMT. Portanto, o texto explora, inicialmente, um conteúdo sobre minerais, seguindo-se a abordagem sobre rochas, buscando ilustrar com materiais expostos no Museu da Universidade.

Mineral é um sólido homogêneo de ocorrência natural, formado pela ação de processos geológicos, constituído por um ou vários elementos químicos, e originado de processos inorgânicos. A água (gelo, no estado sólido) e o mercúrio são duas exceções, pois são considerados minerais, porém se encontram no estado líquido sob condições normais de pressão e temperatura. Substâncias biogênicas que existem como minerais formados por processos geológicos também são denominadas minerais, como calcita nas conchas de moluscos, hidroxiapatita nos dentes etc.

Em geral, os minerais possuem estrutura atômica ordenada e regular, caracterizando estrutura cristalina. O termo mineralóide é empregado para

substâncias sem estrutura interna ordenada e de ocorrência natural, como, por exemplo: vidro vulcânico (também conhecido como obsidiana), âmbar, carvão mineral, betume e petróleo. Os mineralóides são divididos em duas classes: a) amorfas propriamente ditas, nunca foram cristalinas e não difratam, e b) metamíticas, já foram cristalinas, mas sua cristalinidade foi destruída por radiação ionizante.

As rochas podem ser formadas pela assembleia de vários minerais ou por apenas um mineral, podendo ser viável economicamente para extração de um ou mais metais e/ou minérios. É extremamente relevante o reconhecimento dos minerais e das rochas que compõem a crosta terrestre.

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS MINERAIS

As principais propriedades físicas e químicas que permitem o reconhecimento de um mineral são: cor, brilho, diafanidade, traço, dureza, fratura, clivagem, partição, densidade, forma, magnetismo, luminescência, reação com soluções, que serão detalhados em seguida.

No processo de identificação dos minerais, as características físicas são facilmente reconhecíveis com o auxílio de equipamentos de uso rotineiro dos geólogos como: lupa de mão, imã, canivete, ácido clorídrico, placa de porcelana, placa de vidro.

a) Cor

A cor é uma das características mais evidentes de um mineral, sendo determinada pela análise de sua superfície em luz refletida.

As causas da coloração de minerais derivam de uma combinação de fatores, onde se inclui a composição química; no caso de minerais compostos de cobre, muitos apresentam cores em tons de verde e/ou azul. A esmeralda tem cor verde característica, pela presença de cromo na sua composição. Minerais compostos por manganês exibem cores em tons de violeta e/ou rósea. Outros fatores que influenciam a cor dos minerais são: alterações estruturais em consequência de radioatividade, presença de impurezas, variações na composição química, processo de alteração secundária nos minerais etc.

Os minerais podem ser separados em: Idiocromáticos e Alocromáticos. Os primeiros apresentam cor própria, característica e constante, a qual cor reflete, principalmente, a composição química básica do mineral, assim exemplificados: cor amarelo-latão da calcopirita; cor verde da malaquita; cor azul da azurita, e cor cinza-chumbo da galena.

O termo Alocromáticos é empregado para aqueles minerais de cor variável, em função de variações na composição química, presença de impurezas e/ou defeitos no arranjo estrutural (Figura 1). Exemplos de minerais alocromáticos: fluorita (incolor, amarela, rósea, verde, roxa, zonada); turmalina (incolor, rósea, verde, azul, preta); quartzo (incolor, fumê, amarelo, róseo, verde, violeta), e berilo (amarelo, verde, incolor, azul-esverdeado, róseo).

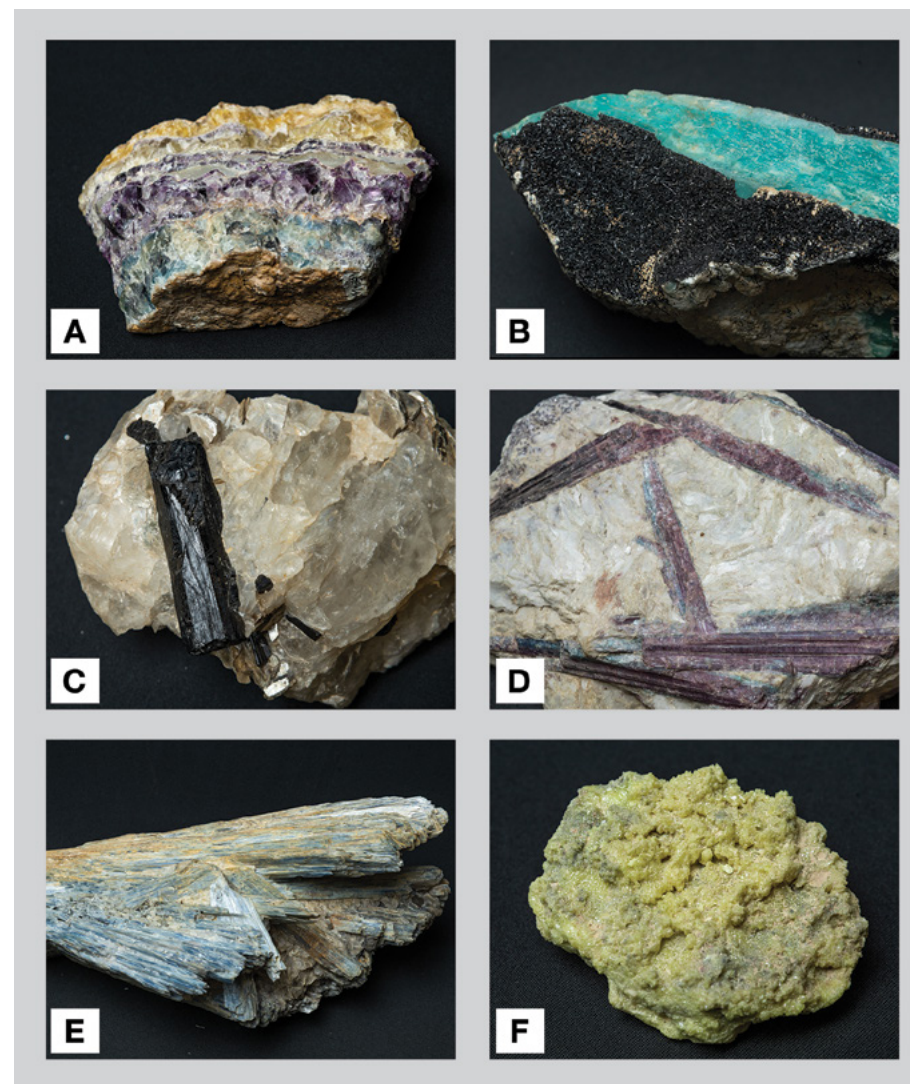


Figura 1 – A) Amostra de fluorita. Procedência: Santa Catarina. Doador Clóvis Norberto Sauí. B) Amostra de microclínio (variedade amazonita) e turmalina preta. C) Agregado de quartzo e turmalina preta. D) Amostra de turmalina (variedade melancia). Procedência: Governador Valadares, MG. E) Amostra de cianita azul. F) Amostra de enxofre nativo. Procedência: Havaí. Doador Matheus Moura. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

b) Brilho

É o fenômeno determinado pela interação da superfície de um mineral sob luz refletida. Muitas vezes, os minerais um brilho característico, definidos como: vítreo, resinoso, sedoso, nacarado, adamantino, gorduroso, metálico (Figura 2). Os minerais que não apresentam brilho são considerados foscos. Na classificação das pedras preciosas e semipreciosas, o brilho é uma propriedade essencial para se determinar a qualidade do mineral.

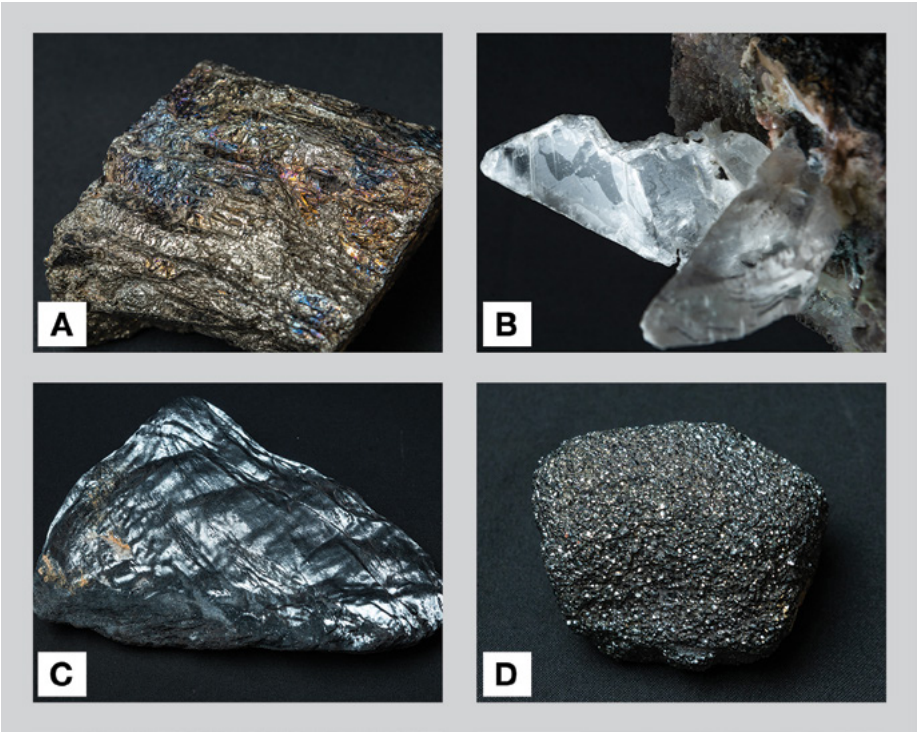


Figura 2 – A) Amostra de bornita. Procedência: região de Alto Floresta, MT. B) Agregado de pirita limonitizada. C) Amostra de especularita. Doador Heinz Ebert. D) Amostra de cromita. Procedência: África do Sul. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

c) Diafaneidade

Corresponde à propriedade de uma placa de um mineral transmitir a luz. Os minerais podem ser classificados como opacos, transparentes e translúcidos. Os minerais opacos são aqueles que não permitem a passagem da luz; os transparentes permitem a passagem da luz, sendo bem definido o contorno de um objeto visto através dele. Quando o contorno não se apresenta totalmente nítido, o mineral é denominado translúcido. Existem minerais transparentes em placas finas, e translúcidos quando as placas são mais espessas.

d) Dureza

Essa propriedade é definida pela resistência que um mineral oferece ao ser riscado por outro mineral ou ferramenta. Os valores de referências são expressos através da Escala de Mohs, tendo como padrão dez minerais comuns na crosta terrestre, expressos em ordem crescente de dureza (Quadro 1) e ilustrados na Figura 3.

Valor na escala de Mohs	Mineral	Tipo de dureza	Características
1	talco	baixa	- riscáveis pela unha, até dureza 2,5
2	gipso		
3	calcita	média	- riscam a unha - riscados pelo vidro e canivete (ambos com dureza 5,5)
4	fluorita		
5	apatita		
6	feldspato	alta	- riscam o vidro e a lâmina de canivete
7	quartzo		
8	topázio		
9	coríndon		
10	diamante		

Quadro 1 – Grau de dureza dos minerais catalogados na Escala de Mohs.

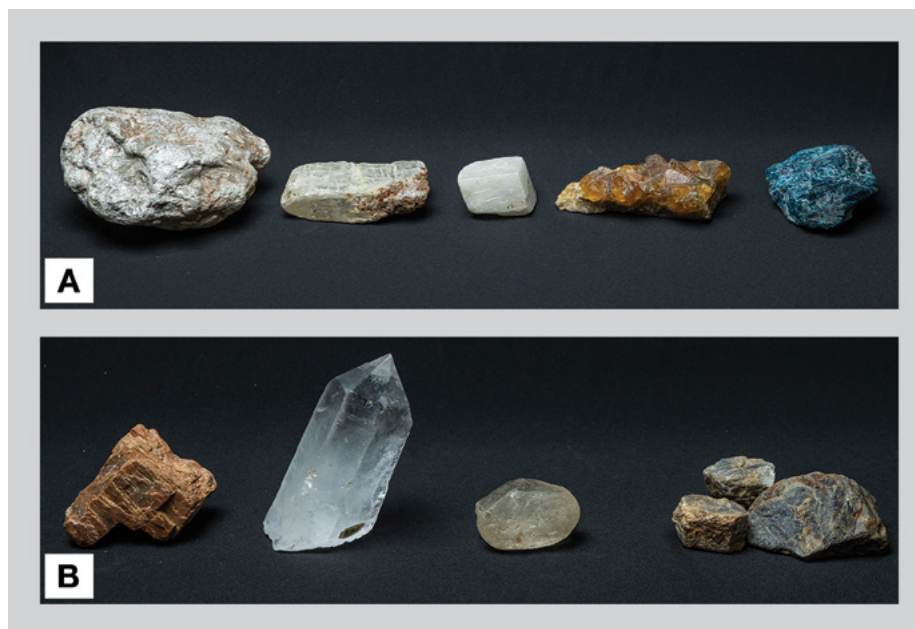


Figura 3 – Minerais que compõem a Escala de Mohs: A) 1 - Talco; 2 - Gipsita; 3 - Calcita; 4 - Fluorita; 5 - Apatita. B) 6 - Feldspato Potássico; 7 - Quartzo; 8 - Topázio; 9 - Coríndon. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

e) Traço

O traço de um mineral aparece quando uma parte se transforma em pó, ao ser esfregado contra uma placa de porcelana não polida. O traço deixado pelo mineral na placa de porcelana pode ter ou não a mesma cor do mineral. Essa propriedade é muito utilizada para a identificação de brilho metálico e de alguns minerais não metálicos coloridos. Minerais de brilho metálico podem apresentar traço preto, em vários tons de vermelho, tons de castanho e cores cinzentas.

f) Tenacidade

Essa propriedade expõe a resistência que um mineral demonstra ao ser rompido, esmagado, dobrado ou rasgado, diferentemente da dureza apresentada. O tipo de tenacidade de um mineral pode ser definido como: quebradiço (mineral é pulverizado facilmente), maleável (mineral pode ser transformado em lâminas), séctil (pode ser cortado sem quebrar), dúctil (pode ser esticado tomando a forma de fios), flexível (mineral não retorna à forma original quando cessa a tensão) e elástico (mineral retoma sua forma original ao cessar a tensão).

g) Clivagem

A clivagem reflete um plano preferencial de fraqueza do mineral. A presença ou ausência dessa propriedade é muito empregada para a identificação dos minerais.

No Quadro 2 são apresentados os parâmetros para a classificação da clivagem de um mineral e alguns exemplos associados, como também ilustra a Figura 4.

Quadro 2 – Parâmetros para a classificação da clivagem de um mineral.

Qualidade	- excelente ou proeminente. Ex.: moscovita e calcita - boa ou perfeita. Ex.: feldspatos e fluorita - distinta. Ex.: nefelina - imperfeita. Ex.: apatita
Maior ou menor facilidade de quebra segundo as direções de clivagem (direção cristalográfica) e de produzir superfícies lisas após a quebra	- pinacoidal, ocorre ao longo de um plano. Ex.: moscovita - cúbica, ao longo de três planos perpendiculares. Ex.: galena - romboédrica, clivagem ao longo de três planos inclinados. Ex.: calcita - octaédrica, clivagem ao longo de quatro planos. Ex.: fluorita - prismática, clivagem ao longo de dois planos. Ex.: feldspato potássico



Figura 4 – Amostra de calcita espática. Procedência: Bonito, MS. Doador Jeová Neves Carneiro. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

h) Fratura

Define a maneira como um mineral se desagrega, segundo direções irregulares, mediante um golpe, ou seja, a superfície de ruptura dos minerais que não possuem clivagem. Os diferentes tipos de fratura constam do Quadro 3.

Quadro 3 – Tipos de fratura dos minerais e características associadas.

TIPO DE FRATURA	CARACTERÍSTICAS
Conchoidal	- superfícies lisas e cursos, lembram o interior de uma concha
Subconchoidal ou plana	- semelhante a um plano, com poucas elevações ou depressões
Irregular	- superfícies desiguais e ou desarmônicas
Fibrosa	- presença de fibras ou estilhaços, comum em minerais fibrosos
Granular	- superfície com cavidades e elevações
Terrosa	- agregados de minerais macios, como a caulinita

i) Partição

Ocorre em alguns minerais que se quebram ao longo de planos definidos, os quais não estão relacionados com sua estrutura interna. Essa propriedade é controlada pelas condições ambientais durante a cristalização. Em geral, a partição é a separação de lamelas de um cristal geminado, não devendo ser confundida com a clivagem.

Exemplos típicos de partição são: partição basal dos piroxênios, partição romboédrica do coríndon e partição octaédrica da magnética.

j) Densidade

A densidade expressa a relação entre o peso de um mineral e o peso de igual volume de água. Por exemplo, se um determinado mineral apresenta densidade 2 g/cm³, isso significa que esse mineral pesa duas vezes mais que o mesmo volume de água.

No Quadro 4 são mostrados os graus de densidade dos minerais de brilho não metálico e os de brilho metálico.

Quadro 4 – Grau de densidade dos minerais segundo o tipo de brilho.

MINERAIS	DENSIDADE
Brilho não metálico	- pouco densos: $d < 2 \text{ g/cm}^3$ - densos: d entre 2,2 e 3,5 g/cm ³ - muito densos: $d > 3,5 \text{ g/cm}^3$
Brilho metálico	- pouco densos: $d < 3 \text{ g/cm}^3$ - densos: d entre 3 e 7 g/cm ³ - muito densos: $d > 7 \text{ g/cm}^3$

k) Magnetismo

Alguns minerais são consideravelmente magnéticos para serem atraídos por um simples ímã de mão, sendo tal propriedade física utilizada para a identificação de seu magnetismo. Magnetita e pirrotita são os minerais com forte suscetibilidade magnética, facilmente atraídos por ímã, mais abundantes na crosta terrestre (Quadro 5).

l) Hábitos dos cristais

Cristal é um sólido limitado por superfícies lisas, que refletem a estrutura interna do mineral. Cristais isolados bem desenvolvidos, com formas geométricas definidas são raros. Cristais da mesma espécie, combinados segundo certas leis cristalográficas, podem ser geminados, duplos, triplos, quádruplos ou múltiplos.

Quadro 5 – Classificação dos minerais segundo o hábito.

CARACTERÍSTICAS DAS FACES CRISTALINAS	CARACTERÍSTICAS
Bem formadas	- euédrico ou idiomórfico
Imperfeitas	- subédrico ou subidiomórfico
Mal definidas	- anédrico ou xenomórfico
Inexistentes	- amorfos

TIPOS DE HÁBITOS	DENOMINAÇÃO
Alongados	- prismáticos - colunares - estalactíticos - aciculares - fibrosos - capilares - filiformes
Achatados	- tabulares - lamelares - micáceos - dendríticos
Arredondados	- oólitos - botrioides - reniformes - mamiliformes - rosetas - drusas - geodos

A Figura 5 ilustra os hábitos de alguns minerais, que compõem o acervo do Museu de Minerais, Rochas e Fósseis – FAGEO/UFMT.



Figura 5 – A) Quartzo fumê com rutilo acicular e hematita. Procedência: Diamantina, MG. B) Agregado de moscovita e albita. Procedência: Governador Valadares, MG. Doador Saulo Queiroz. C) Amostra de crisotila amianto. D) Agregado de hematita botrioidal. E) Amostra de rosa do deserto (selenita). Procedência: Tunísia. Doador Prof. Francisco Pinho. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

ROCHAS: ORIGEM E RECICLAGEM NO TEMPO GEOLÓGICO

Como é conhecido nas geociências, existe um “ciclo das rochas”, que corresponde a um conceito básico na Geologia para a descrição de acontecimentos com as rochas. Em função da dinâmica da Terra, a formação de diferentes tipos de rochas está interligada, havendo contínua “reciclagem” de material ao longo do tempo geológico. O ponto final de um ciclo também pode ser o ponto inicial de outro processo.

A Figura 6 mostra a conexão entre os diferentes processos de formação das rochas, que acarretam mudanças físicas e químicas/mineralógicas dos materiais, classificando-as em: ígneas, sedimentares e metamórficas.

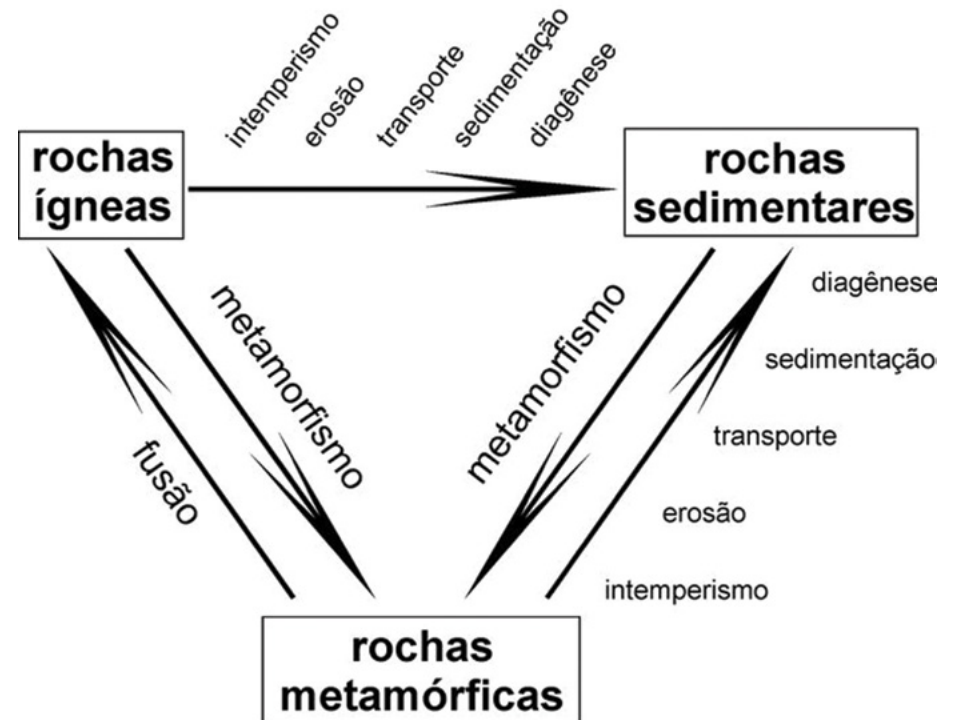


Figura 6 – Diagrama esquemático do “ciclo das rochas”.

Para relembrar, as rochas são classificadas em três tipos:

I. Magmáticas: muitas vezes consideradas as iniciais do ciclo, são formadas pelo resfriamento e solidificação do magma, tanto em superfície quanto em subsuperfície. Exemplo: granito, basalto (Figura 7).

II. Sedimentares: formadas a partir de processos de intemperismo de rochas pré-existentes, ou pelo acúmulo de organismos inferiores (como as cianobactérias) ou, ainda, pela precipitação de carbonato de cálcio, principalmente em ambiente marinho. Nas duas últimas situações resultam na formação do calcário. Outros exemplos: arenito, argilito (Figura 8).

III. Metamórficas: originadas a partir de rochas pré-existentes (magmática/sedimentar), que sofrem o processo de aumento de temperatura e de pressão. Exemplo: gnaiss (formado a partir do granito), mármore (formado a partir do calcário) (Figura 9).

Um tipo de rocha pode se transformar em outro e assim continuamente, como produto tanto das ações dos agentes endógenos quanto dos agentes exógenos da Terra. Ao longo do tempo geológico, desde os primórdios da Terra, esse ciclo segue deixando registros.

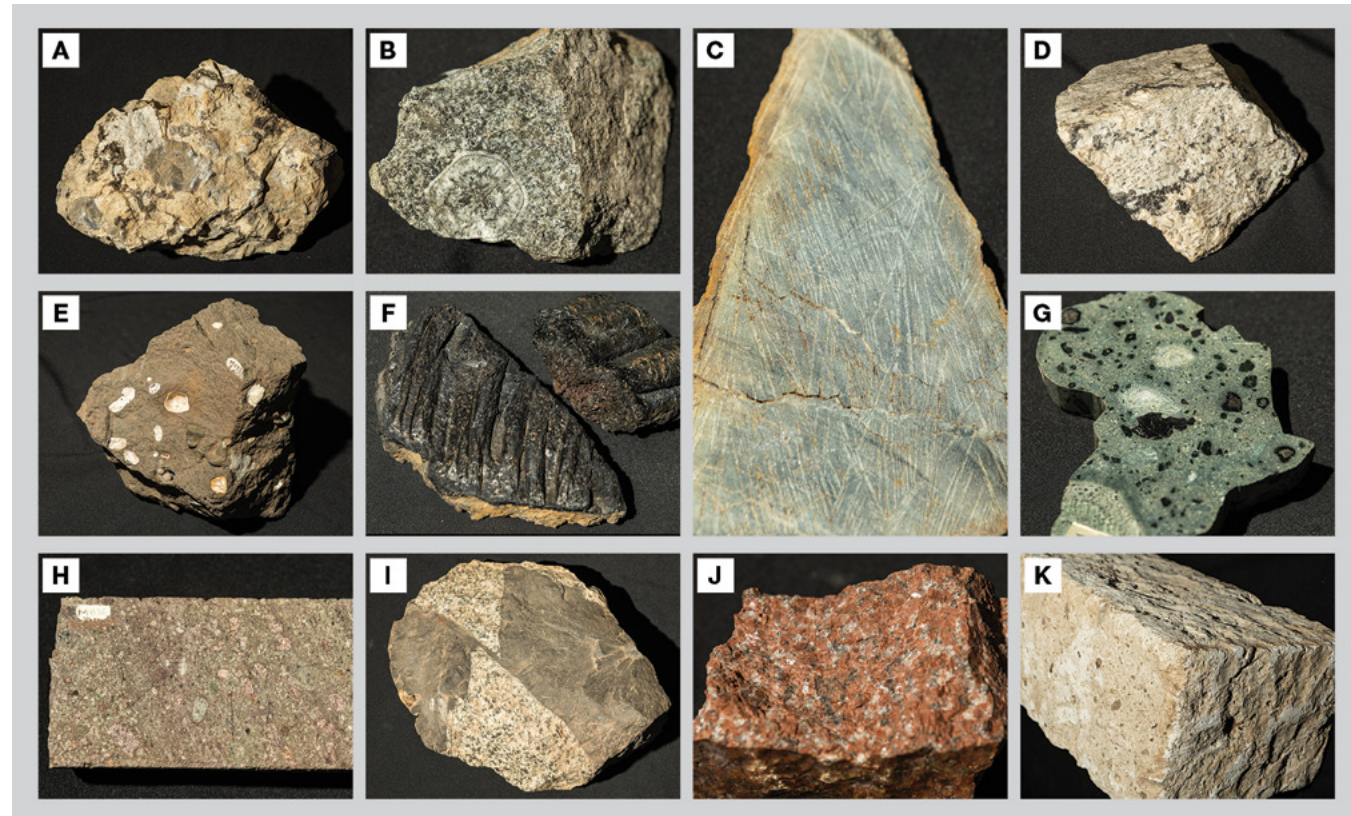


Figura 7 – Rochas ígneas: A) Granito com coríndon. Procedência: Tocantins. Doador: Hudson Queiroz. B) Granito orbicular. Procedência: Iha de Córsega - França. Doador: Deocleciano Bittencourt. C) Komatiito com textura spinifex. Procedência: Goiás. Doador: Ricardo Weska. D) Granito gráfico. Doadora: Márcia Barros. E) Basalto Amigdaloidal. Procedência: Tangará Da Serra - MT. Doador: Mara Luiza Rocha. F) Basalto de derrame pahoehoe. Procedência: Havaí. Doador: Mateus Agostta. G) Kimberlito. Procedência: África do Sul. Doador: Ricardo Weska. H) Testemunho de sondagem de Kimberlito Collier. Procedência: Juína, Mato Grosso. Doador: Ricardo Weska. I) Granito com xenólito máfico. Procedência: Guarantã do Norte. Doador: Ricardo Weska. J) Granito com alteração potássica. Procedência: Peixoto de Azevedo - MT. Doadora: Márcia Barros. K) Bloco de Ignimbrito. Procedência: Arequipa - Peru. Doador: Francisco Pinho. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado



Figura 8 – Rochas Sedimentares: A) Conglomerado. B) Arenito estratificado. Cáceres – MT. Doador: Francisco Pinho. C) Estalactite em Formação Calcárea. Procedência: Nobres - MT. Doador: Ricardo Weska. D) Formação Ferrífera Bandada. (Banded Iron Formation- BIF). Procedência: Indiavaí- MT. E) Calcário com veio de calcita. Procedência: Rosário Oeste – MT. Doador: METAMAT. F) Arenito estratificado. G) Conglomerado. Formação Sopa Brumadinho – MG. H) Arenito com marcas onduladas. I) Arenito com percolações de óxidos de ferro. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

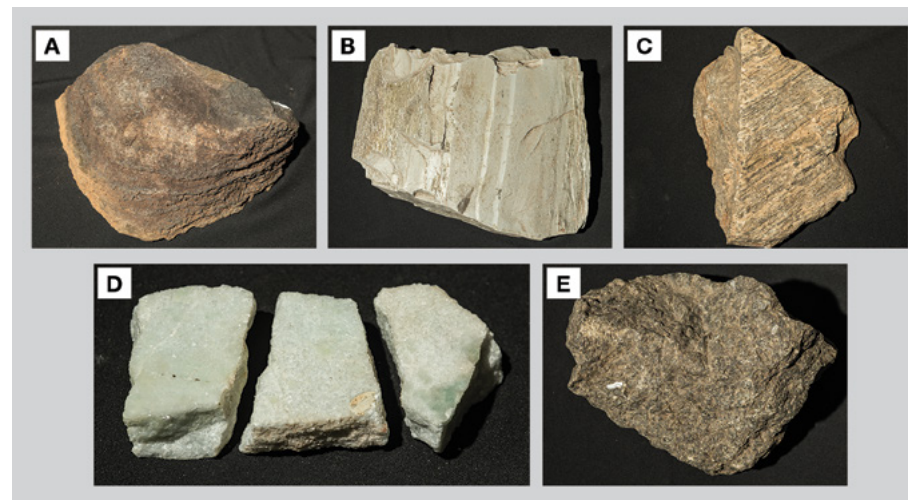


Figura 9 – Rochas Metamórficas: A) Hornfels com cristais de andaluzita. Procedência: Serra de São Vicente – MT. Doador: João Matos. B) Filito com pirita. Procedência: Grupo Cuiabá. Doador: Carlos Humberto da Silva. C) Gnaiss. D) Mármore. E) Anfibólito. Procedência: SW do Cráton Amazônico. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

PROCESSOS E TRANSFORMAÇÕES DAS ROCHAS

Rocha Ígnea → Rocha Sedimentar

O magma, abaixo da crosta, pode resfriar e solidificar abaixo da superfície e, em milhares de anos, ser soerguido, ou subir e resfriar na superfície, deixando a rocha exposta. Nos dois casos, as rochas ígneas sofrem processos de intemperismo e erosão (por ação do Sol, da água, do vento, do gelo), desagregando partículas e causando mudanças física e mineralógica, formando-se sedimentos, que são transportados e depositados em camadas, em diferentes ambientes (rios, lagos, mares etc.), sofrem diagênese (transformação de sedimentos incoerentes em sedimentos consolidados) e litificação, formando-se, então, as rochas sedimentares.

Rocha Ígnea → Rocha Metamórfica

Do mesmo modo, uma rocha ígnea pode ser tirada de seu equilíbrio, havendo mudanças de temperatura e pressão. Normalmente, o aumento dessas variáveis provoca alterações na sua mineralogia e textura, passando de rocha ígnea para metamórfica.

Rocha Sedimentar → Rocha Metamórfica

O grande acúmulo de camadas de rochas sedimentares em profundidade, sob aumento de temperatura e pressão, provoca mudança mineralógica na rocha, e esse processo de alteração (= metamorfismo) transforma a rocha sedimentar em metamórfica. Se o processo for contínuo, o material poderá voltar ao estado de magma.

Rocha Metamórfica → Rocha Ígnea ou Rocha Sedimentar

Rochas metamórficas, quando expostas aos processos de erosão e intemperismo, geram sedimentos que virão a constituir rochas sedimentares; podem ser recolocadas no sistema com o aumento de temperatura e pressão contínua, sofrer fusão e se solidificar em rocha ígnea novamente.

3.3 PROCESSOS DE FORMAÇÃO DOS MINERAIS

Como explicado anteriormente, a formação dos minerais está associada, principalmente, a três parâmetros básicos: temperatura, pressão e ambiente químico. As reproduções da formação em laboratórios auxiliam, em parte, os estudos, porém ainda não geram resultados idênticos aos da natureza, na qual um mesmo processo pode originar uma vasta série de minerais em um amplo intervalo de temperatura e pressões (Figura 10).



Figura 10 – Amostra de ágata com faixas de cores variadas. Procedência: Guiratinga, MT. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

De acordo com sua gênese e ocorrência, os minerais podem ser classificados em:

- Magmáticos
- Metamórficos
- Sublimados
- Pneumatolíticos
- Hidrotermais
- Formados por soluções

Essas informações podem ser registradas em texturas e estruturas em que o mineral se forma e se cristaliza. A química dos minerais, ou seja, os elementos químicos presentes na sua estrutura, auxilia igualmente a reconhecer sua origem e outras características.

ORIGEM MAGMÁTICA

Os magmas podem ser considerados soluções químicas com temperatura elevadas, que assim originam várias fases cristalinas. Quando atingida a saturação no magma de um mineral, este começa a sua cristalização se estiver em condições ideais para isto.

A ascensão do magma pode ser considerada um estímulo para sua cristalização, uma vez que se locomove de meios mais profundos para níveis de menor profundidade e começa a perder o calor. Os minerais que se fundem à maior temperatura são, normalmente, os primeiros a se cristalizarem, seguindo-se uma série de diferentes minerais com a diminuição de calor e de pressão (Figura 11).

Quimicamente, pode haver mudança no magma, sofrendo processos como: cristalização fracionada, assimilação ou misturas de magmas.

- Cristalização fracionada: os cristais mais densos no magma tendem a precipitar na base da câmara magmática, gerando um magma residual “rico” em outra fase mineral.
- Assimilação: rochas encaixantes são fundidas pela alta temperatura do magma e sua composição química é modificada.
- Mistura de magmas: diferentes magmas, com propriedades distintas, podem se juntar e criar rochas de composição diferentes.

A Série de *Bowen* é uma sequência, de forma simplificada, que descreve a ordem de cristalização dos minerais do grupo dos silicatos que ocorrem nos processos evolutivos do magma. Com base na temperatura e na pressão de formação, esses minerais são divididos em duas séries: uma contínua e uma descontínua.

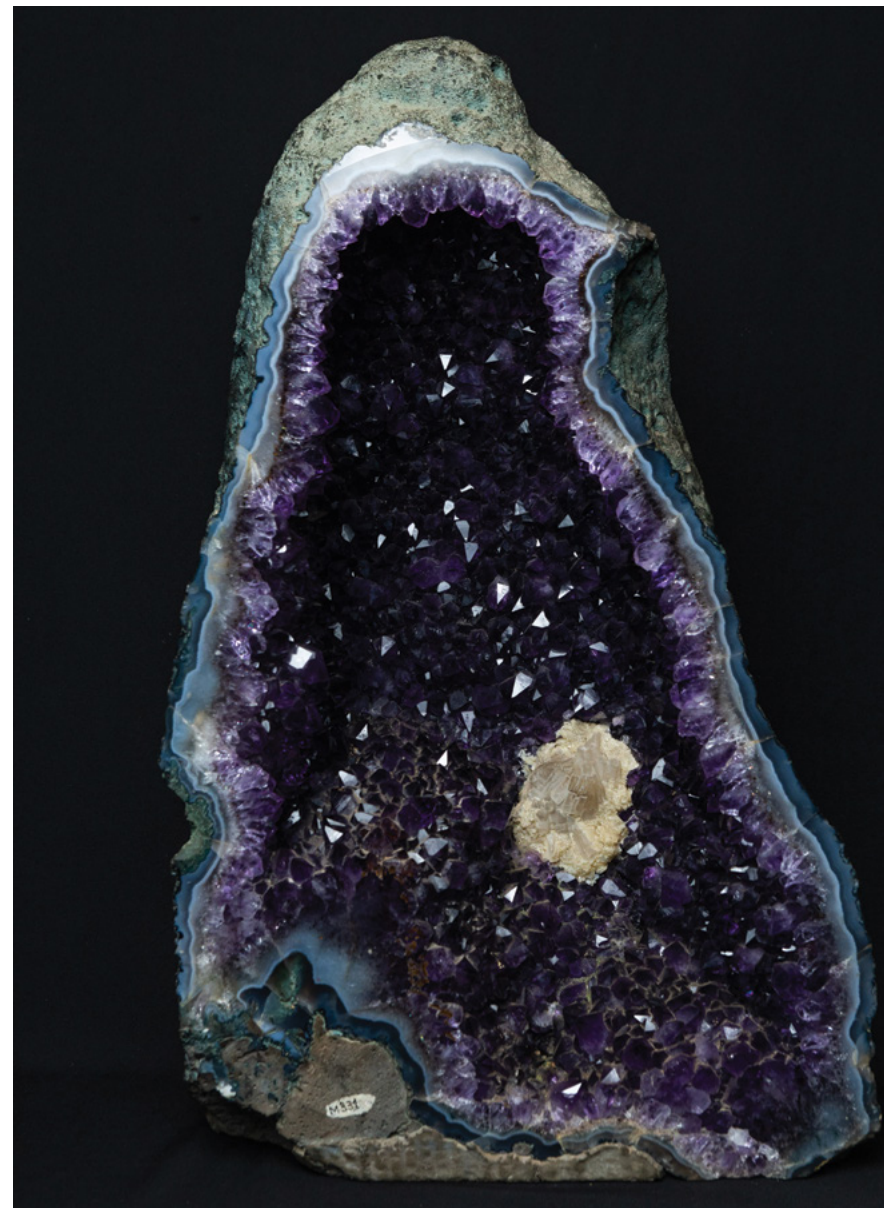


Figura 11 – Drusa de ametista. Procedência: Rio Grande do Sul. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

ORIGEM METAMÓRFICA

Os processos metamórficos geram minerais característicos, os quais, dificilmente, seriam formados por outros processos.

A transformação de rochas magmáticas e sedimentares em rochas metamórficas advém da ação de temperatura e pressão. Essa mudança também ocasiona um reequilíbrio dos minerais à nova condição, provocando a cristalização de novos minerais. Exemplos: diopsídio, wollastonita, granada, cianita, epidoto etc.

SUBLIMADOS

Os processos de sublimação relacionam-se com a atividade vulcânica, que possui elementos voláteis (água, enxofre, gás carbônico) em seu sistema e ocorre o escape de gases, sob a forma de vapores. As fumarolas são feições comuns, com crateras de paredes frias e fendas, por onde o vapor quente é liberado e ocorre deposição de minerais sublimados, como: halita, sal amoníaco, enxofre, boratos, cloretos e fluoretos (Figura 12).



Figura 12 – Amostra de enxofre nativo. Procedência: Havaí. Doador Matheus Moura. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

PNEUMATOLÍTICOS

Os minerais pneumatolíticos provêm da interação e reação dos voláteis provenientes da cristalização magmática, desgaseificação do interior terrestre ou das reações metamórficas sobre as rochas adjacentes (Figura 13). Minerais originados no processo são: topázio, berilo, turmalina, fluorita, flogopita etc.

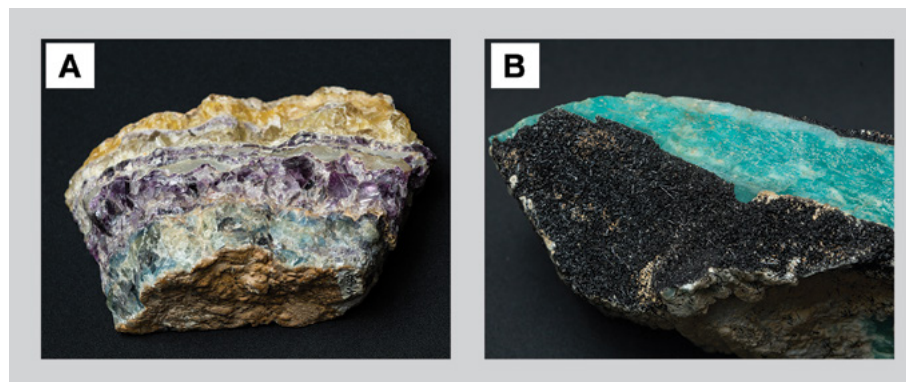


Figura 13 – A) Amostra de fluorita. Procedência: Santa Catarina. Doador Clóvis Norberto Sauí. B) Amostra de microclínio (variedade amazonita) e turmalina preta. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

PROCESSOS HIDROTERMAIS E DE EVAPORAÇÃO

Variações de temperatura, evaporação, pH originam deposições de minerais em diferentes locais na superfície terrestre. Quando não são ligados a atividades magmáticas, normalmente são considerados frios.

Os processos de precipitação de minerais em regiões quentes e secas, principalmente, são responsáveis pela formação de sulfatos (anidrita, gipsita) e sais, devido à concentração de substâncias dissolvidas que ultrapassam a solubilidade do solvente.

Quando o processo envolve perda de gás, uma solução entra em contato com as rochas e provoca reação, como acontece na formação de estalactites e estalagmites em cavernas. Nesses casos, o carbonato de cálcio

original é parcialmente dissolvido e precipita o bicarbonato de cálcio pela ação de água nas paredes de cavernas e gás carbônico (CO₂) atmosférico.

FORMADOS POR SOLUÇÕES

Soluções aquosas podem interagir com outras. A precipitação de barita deriva da interação entre soluções de sulfato de cálcio e de carbonato de bário. Pode haver formação de sulfetos de ferro (pirita, calcopirita, esferrelita), caso uma solução com cátions de Fe, Cu, Zn entre em contato com o gás sulfídrico - H₂S (Figura13).



Figura 14 – Brecha com quartzo leitoso, calcopirita e ouro. Procedência: Rio Branco, MT. Doador Professor Francisco Pinho. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

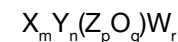
SILICATOS FORMADORES DE ROCHAS E SUA CLASSIFICAÇÃO QUÍMICA

Na Mineralogia, os silicatos constituem os principais minerais formadores de rochas, possuem cerca de 1.100 espécies, e compõem mais de 90% da crosta terrestre. Quimicamente, são formados por um tetraedro de quatro O⁻² que ocupam vértices regular e por um Si⁺⁴ no centro, em ligações químicas de tetraedros denominadas polimerização, uma vez que possuem ligações covalentes e iônicas. Essa polimerização se deve ao compartilhamento dos oxigênios e nunca ao compartilhamento de arestas ou faces. A estrutura permite diferentes proporções entre esses elementos, originando uma diversidade de configurações estruturais, ou seja, a capacidade de polimerização está diretamente relacionada com a diversidade de silicatos.

De acordo com o grau de polimerização do tetraedro, resultam as seguintes subclasses:

- a) Nesossilicatos
- b) Sorossilicatos
- c) Ciclossilicatos
- d) Inossilicatos (cadeia simples)
- e) Inossilicatos (cadeia composta)
- f) Filossilicatos
- g) Tectossilicatos

Essas refletem sua estrutura interna e sua relação de Si - O. Dentro dessas estruturas, outros elementos podem ocorrer, como o Al³, Mg⁺², Fe⁺², Fe⁺³, Ti⁺⁴ e Mn⁺², com um raio iônico menor, e os maiores íons comuns nos silicatos são K⁺, Rb⁺, Ba⁺², Na⁺, Ca⁺². A fórmula geral dos silicatos é:



Qualquer silicato comum pode ser expresso pela substituição na fórmula geral.

a) Nesossilicatos

Formados por tetraedros isolados (1:4) não polymerizados, em geral são caracterizados pela densidade e alta dureza, por conta do empacotamento atômico, apresentando hábito geralmente equidimensional. Alguns representantes dos nesossilicatos são os grupos das olivinas e das granadas, os polimorfos de Al_2SiO_5 , e a estaurolita.

As olivinas $(Mg, Fe)_2SiO_4$ são abundantes em rochas ígneas de alta temperatura e no manto superior. Possuem duas séries de soluções sólidas.

As granadas $(Fe, Mg)_3(Al, Fe)_2(SiO_4)_3$ são encontradas em rochas metamórficas. Sua fórmula é representada por $A_3B_2(SiO_4)_3$, onde A são cátions maiores bivalentes, principalmente, os Ca^{+2} , Fe^{+2} e Mg^{+2} ; e B são os cátions menores trivalentes, principalmente, os Al^{+3} e Fe^{+3} . São divididas em duas séries de cristalização: pirlaspitas (Ca ausente em A; B = Al) e ugranditas (A = Ca).

PIRALSPITA	UGRANDITA
Piropo $Mg_3 Al_2 (SiO_4)_3$	Uvarovita $Ca_3 Cr_2 (SiO_4)_3$
Almandina $Fe_3 Al_2 (SiO_4)_3$	Grossulária $Ca_3 Al_2 (SiO_4)_3$
Espessartita $Mn_3 Al_2 (SiO_4)_3$	Andradita $Ca_3 Fe_2 (SiO_4)_3$

Polimorfos de Alumínio - Al_2SiO_5 , ou minerais de rochas metamórficas, são indicadores de pressão e temperatura de cristalização das rochas. São denominados andalusita – cianita – sillimanita.

b) Sorossilicatos

São formados por tetraedros duplos que compartilham o mesmo O (relação 2:7). A maioria dos minerais deste grupo são raros; os mais conhecidos são o do grupo do epidoto: Allanita, Clinozoisita, Epidoto, Piemontita.

c) Ciclossilicatos

Estes possuem uma estrutura que são formados por anéis de tetraedros unidos, com uma razão 1:3, podem originar ciclos com três, quatro ou seis membros. Os representantes comuns desse grupo são turmalinas, berilo e cordierita. Normalmente, as turmalinas são conhecidas por sua ampla variação química e suas cores (Figura 15).

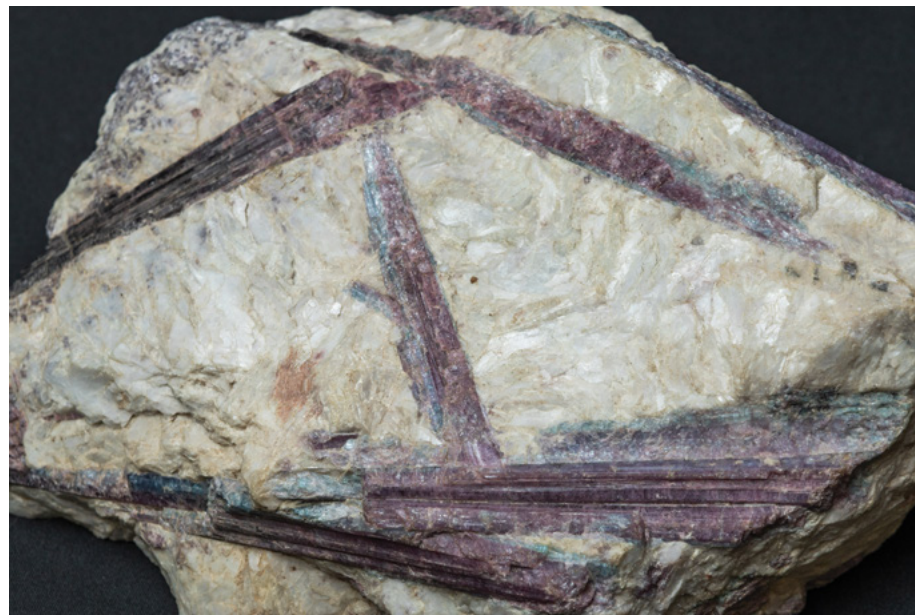


Figura 15 – Amostra de turmalina (variedade melancia). Procedência: Governador Valadares, MG.

d) Inossilicatos

Nos inossilicatos, os tetraedros de SiO_4 se ligam formando cadeias simples (razão 1:3) ou cadeias duplas (razão 4:11) em suas estruturas. Os inossilicatos possuem dois grupos importantes de formadores de rocha: piroxênios e anfibólios.

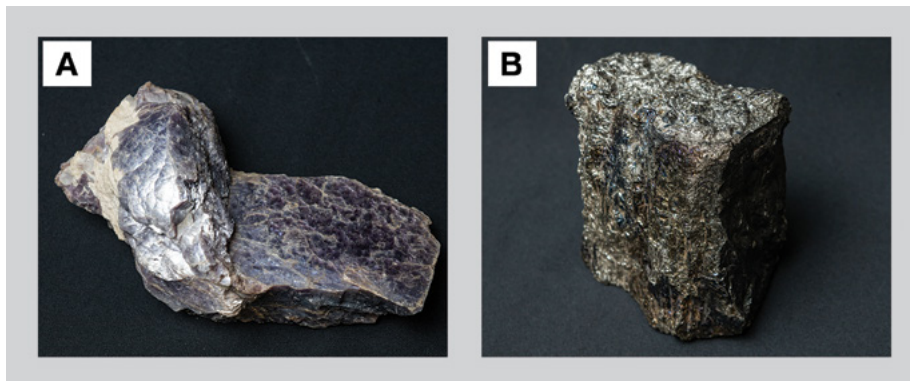
Esses grupos, em amostras de mãos, podem ter cor, brilho e dureza similares, porém se diferenciam pelo hábito e clivagens diferentes, essa última característica chega a estar relacionada à estrutura em cadeia.

Podem ser classificados em clinopiroxênio e clinoanfibilólio, quando são monocínicos, e em ortopiroxênio e ortonfibilólio, quando estão no sistema ortorrômbico.

e) Filossilicatos

Os tetraedros estão organizados em folhas, na razão de Si:O de 2:5. Os minerais possuem hábito foliado ou lamelar, dureza e densidade baixas geralmente. Às vezes, podem apresentar flexibilidade ou mesmo elasticidade.

Os filossilicatos são, predominantemente, hidratados, onde se encontra a maioria dos argilominerais. As micas são os representantes mais conhecidos dos filossilicatos (Figura 16).



f) Tectossilicatos

O grupo dos tectossilicatos inclui grande parte dos minerais existentes na crosta terrestre, com mais de 64% do volume ocupado. Os tetraedros de SiO_4 estão ligados tridimensionalmente na estrutura, todos polimerizados, o que resulta em uma estrutura estável, onde a razão de Si:O é 1:2.

Os principais minerais representativos são:

- quartzo (e seus polimorfos)
- feldspatos
- zeólitas
- nefelina – leucita – sodalita

No grupo de SiO_2 , existem os polimorfos. Exemplo: quartzo, tridimita, cristobalita, coesita, stishovita etc. Para o grupo das zeólitas, são variáveis as quantidades de H_2O nos tectossilicatos de alumínio com Na, Ca e K (Figura 17).

Nos feldspatos, o Al^{+3} substitui o Si^{+4} na estrutura cristalina. De acordo com suas composições, podem ser separados em sistemas: série entre KAlSi_3O_8 e $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ – caracteriza os feldspatos alcalinos; série entre $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ e $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ – abrange os feldspatos plagioclásios, ou usualmente, plagioclásios simplesmente.

Figura 16 – A) Amostra de lepidolita, Procedência: Salinas, MG. Doador Amós de Melo. B) Amostra de talco. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

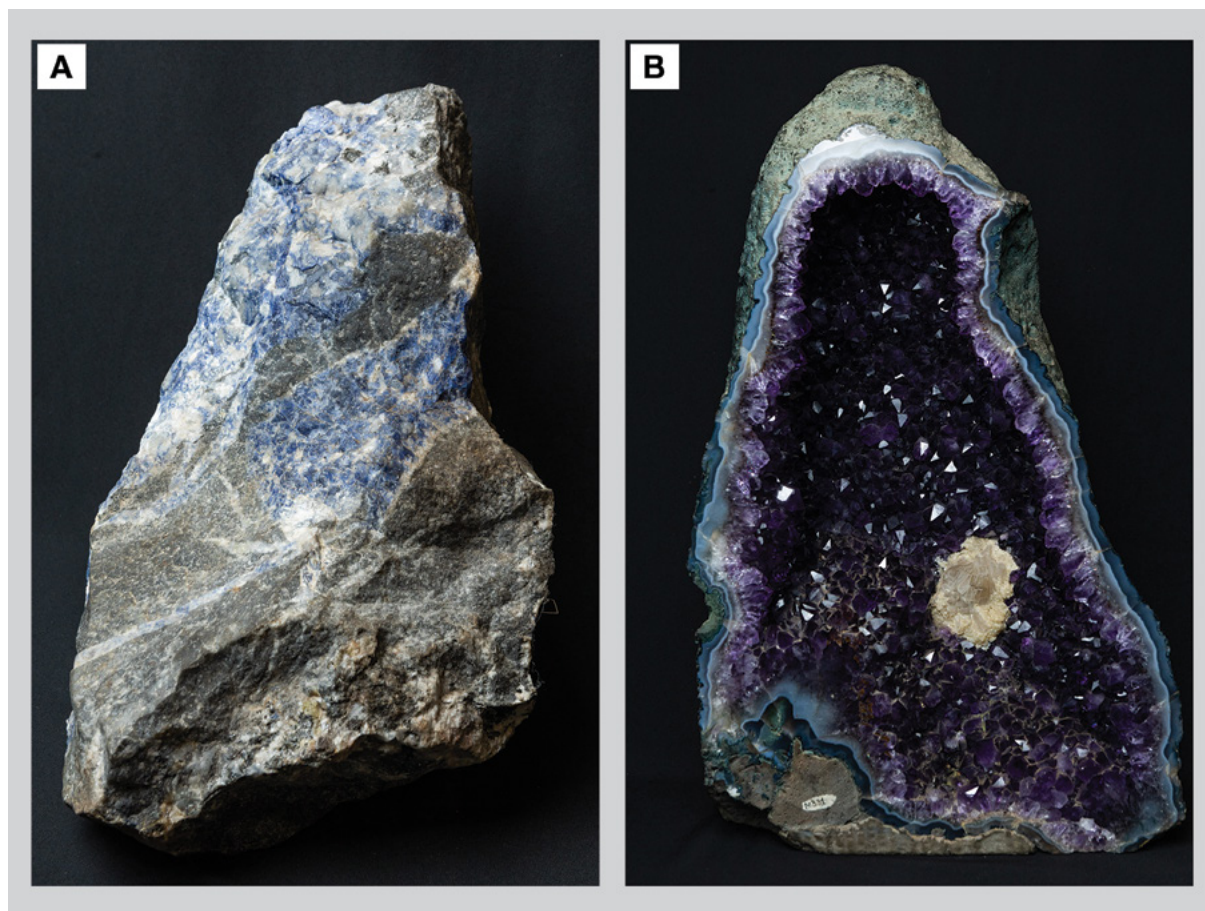


Figura 17 – A) Sodalita. Procedência: Província Alcalina Peixe, Tocantins. B) Drusa de Ametista. Procedência: Rio Grande do Sul. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

REFERÊNCIAS

KLEIN, C.; DUTROW, B. **Manual de Ciência dos Minerais**. Tradução de Rualdo Menegat et al. 23. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 716 p.

MENEZES, S. O. **Minerais comuns e sua importância econômica**: um manual fácil. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2012. 127 p.

PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. Tradução de Rualdo Menegat et al. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656 p.

SCHUMANN, W. **Guia dos Minerais**. Barueri, SP: DISAL, 2008. 127 p.

TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. 623 p.



Dente de mastodonte (Elefante brasileiro). Acervo do Museu de Rochas, Minerais e Fósseis • Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.



Fragmentos de costela de dinossauro do grupo do Saurópodes, encontrado em Chapada dos Guimarães. Acervo do Museu de História Natural de Mato Grosso • Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.

PALEONTOLOGIA: O QUE É E ONDE ENCONTRAR FÓSSEIS NO ESTADO DE MATO GROSSO?

VICTOR RODRIGUES RIBEIRO • SILANE A. F. DA SILVA CAMINHA • LIDIANE ASEVEDO • CARLOS D'APOLITO • RENATO PIRANI GHILARDI
MARA LUIZA BARROS PITA ROCHA SALA • ANA CAROLINA DA SILVA RODRIGUES • SUZANA SHISUCO HIROOKA • RAQUEL QUADROS

INTRODUÇÃO

A Paleontologia é uma ciência antiga, que se desenvolveu, principalmente, nos séculos XVII e XVIII. O termo deriva do grego, no qual “*palaíos*” significa velho, antigo; “*ontos*” remete ao ser vivo, e “*logos*” é o ato de estudar, ou seja, Paleontologia é o estudo da vida antiga. A Paleontologia busca compreender a evolução da vida no planeta Terra, ao longo do tempo. Tem como objeto de estudo os fósseis ou vestígios de suas atividades, que carregam informações importantes sobre o passado (CARVALHO, 2010a). Trata-se de uma ciência dinâmica e interdisciplinar, possuindo relações com outras áreas de conhecimento, como Biologia, Física, Geologia e Oceanografia, por exemplo.

Assim, fósseis são restos ou vestígios de animais, plantas e de outros microorganismos (algas, bactérias, fungos etc.), ou seja, todo registro de vida do passado que tenha sobrevivido a intempéries climáticas e do tempo. Assim, os fósseis também ajudam a compreender como eram as paisagens, biomas e climas do planeta, auxiliando na reconstrução dos paleoambientes (VEGA et al., 2015). Os fósseis são encontrados em rochas sedimentares, as quais são de ocorrência comum em Mato Grosso, assim como há registros fossilíferos em várias localidades do estado.

Devido a sua ampla aplicabilidade, a Paleontologia pode ser subdividida em três grandes áreas: a Paleozoologia, a Paleobotânica e a Micropaleontologia.

A Paleozoologia foca no estudo de animais fósseis, invertebrados ou vertebrados, procu-

rando compreender suas interações ecológicas, biológicas, além de sua função no ecossistema (Figura 1).



Figura 1 – Fósseis de vertebrados coletados na Gruta do Curupira, em Rosário Oeste, MT. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

A Paleobotânica estuda os fósseis vegetais (Figura 2), os quais podem fornecer informações importantes sobre o clima do passado.

A Micropaleontologia, como consta do próprio nome, estuda os fósseis minúsculos (Figura 3), vistos apenas sob lupa ou microscópio, como pólen, microcrustáceos e protistas (SIMÕES et al., 2015).

O processo de fossilização ocorre naturalmente e envolve fatores biológicos, físicos e químicos. Na fossilização, alguns restos ou vestígios transformam-se, preservando o registro da vida (CARVALHO, 2010b; LIMA, 1989). Entre os invertebrados, as conchas, sejam de braquiópodes ou de moluscos, encontram condições favoráveis à preservação, por serem constituídas de carbonato de cálcio. Os registros mais comuns entre os vertebrados incluem ossos e dentes, pela composição fosfática. Porém, como já mencionado, há que ocorrer outras condições conjugadas para a fossilização.



Figura 2 – Impressão de folha em sedimentos da região de Campo Novo dos Parecis, MT. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

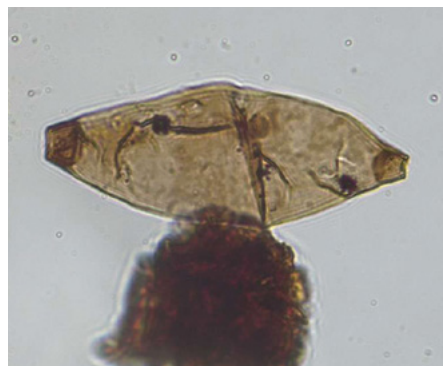


Figura 3 – Esporo de fungo fóssil do Mioceno da Amazônia. Foto: Silane A. F. da Silva Caminha.

Como a Paleontologia é uma ciência ampla, pode ser subdividida de diversas formas, além da divisão supracitada. Outras áreas dentro da Paleontologia, por exemplo, são: a Tafonomia, que estuda os processos físicos associados desde a morte dos seres vivos, sua decomposição, soterramento até o processo de fossilização; a Icnologia, que estuda vestígios, sendo pistas, pegadas, coprólitos (excrementos fósseis), por exemplo (Figura 4); a

Paleometria, que pode ser considerada um novo ramo, que utiliza técnicas analíticas qualitativas e quantitativas, aplicada aos fósseis muito antigos.



Figura 4 – Coprólito coletado na região de Paranatinga, MT. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

OS PRIMÓRDIOS DA PALEONTOLOGIA NO ESTADO DE MATO GROSSO

Os primeiros trabalhos científicos que abordaram os fósseis de Mato Grosso foram elaborados no século XIX, quando diversos naturalistas norte-americanos desbravaram o Brasil Central. Smith (1883) foi um desses pioneiros que prospectou o até então desconhecido Mato Grosso. Sua expedição percorreu a região oeste do município de Chapada dos Guimarães (antiga Vila da Chapada), na localidade de Laranjal. Smith (1883) descreveu as rochas com detalhe, porém os fósseis receberam menos atenção (Figura 5). Ao final de sua expedição, o material coletado foi enviado ao Museu Nacional, o antigo Museu Imperial (KUNZLER et al., 2011).

Posteriormente, Derby (1895) estudou mais detalhadamente o material

coletado em Mato Grosso, e identificou fósseis de bráquiópodes (invertebrados com conchas) (*Orbiculoidea* d'Orbigny, 1847; *Spinocyrtia*? Frederiks, 1916; *Pustulatia*? Cooper, 1956; Lingulidae indet.; *Derbyina* Clarke, 1913; *Paranaia* Clarke, 1913; *Tropidoleptus* Hall, 1857), gastrópodes (também invertebrados com conchas) (*Bellerophon* Montfort, 1808), pterópodes (*Styliola* Gray, 1850) e *Tentaculites* von Schlotheim, 1820.

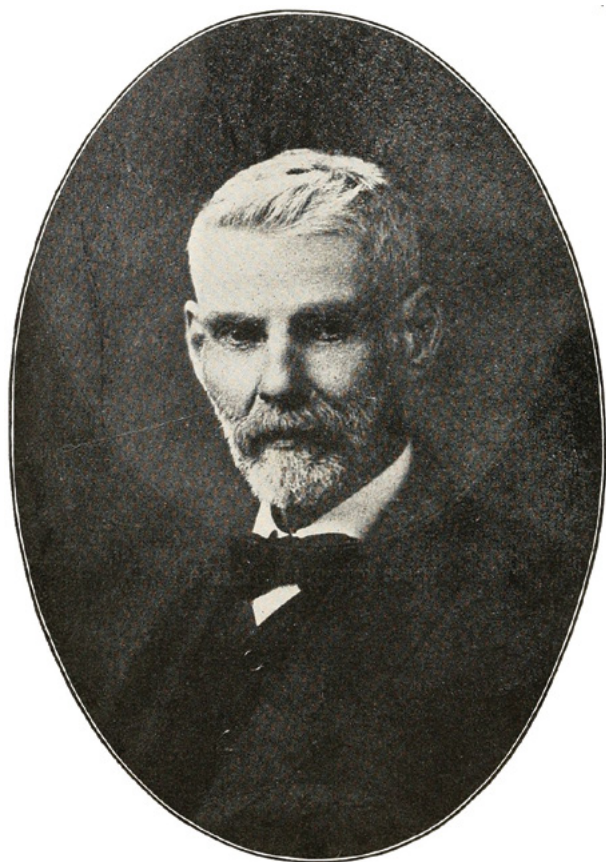


Figura 5 – Foto do naturalista Herbert Smith, um dos pioneiros nas pesquisas paleontológicas em Mato Grosso.

Fonte: http://pt.org/wiki/Herbert_Huntington_Smith

Esses achados paleontológicos possibilitaram a primeira datação das rochas da Chapada dos Guimarães. Segundo Derby (1895), as rochas teriam sido depositadas há 400 milhões de anos, e também mencionou a ocorrência inédita de rochas do Período Cretáceo a norte de Chapada dos Guimarães, na região do Morro do Cambambe, descrevendo, de forma sucinta, fósseis de vertebrados, a partir dos fragmentos de ossos.

No começo do século XX, diversos pesquisadores investigaram os fósseis mato-grossenses, em específico os encontrados nas proximidades de Chapada dos Guimarães. Os trabalhos de Clarke (1913), Roxo (1937) e Caster (1947a, b) permitiram colocar o estado de Mato Grosso em evidência nacional. Clarke (1913) e Caster (1947 a, b) realizaram extensos trabalhos de revisão taxonômica dos invertebrados fósseis do estado, apresentando, pela primeira vez, fósseis de invertebrados marinhos (moluscos e braquiópodes) do Centro-Oeste brasileiro. Roxo (1937), além de fortalecer os feitos anteriores, descreveu fósseis inéditos de crocodilos, dinossauros e quelônios no Morro do Cambambe.

Com a criação do curso de Geologia na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em 1975, a Paleontologia do estado tomou um novo rumo. A atuação da Profa. Dra. Raquel Quadros imprimiu um caráter mais detalhado e regional às pesquisas paleontológicas. Quadros (1981, 1987) trabalhou, arduamente, para consolidar a Paleontologia no estado e na UFMT, deixando uma coleção científica de fósseis de braquiópodes única.

No final do século XX, Kellner e Campos (2002) descreveram um dinossauro da família Abelisauridae, o primeiro do Brasil, coletado nas cercanias de Chapada dos Guimarães, e que recebeu o nome de *Pycnonemosaurus nevesi*. A identificação foi feita a partir de dentes incompletos, vértebras da cauda, uma tíbia direita e outras partes dos fósseis.

Posteriormente, Hirooka (2003) registrou a ocorrência de um jacaré fóssil (*Paleosuchus* sp.), nas cavernas em Bauxi (município de Rosário Oeste). Paralelamente, durante os trabalhos de mapeamento na região nordeste de Mato Grosso, Rubert et al. (2004) descreveram fósseis de répteis crocodi-

lomorfos terrestres (*Mesosuchidae* - *Notosuchidae*) do Cretáceo, enquanto Franco-Rosas et al. (2004) apresentaram o primeiro titanossauro (*Gondwanatitan*) brasileiro. Na Gruta do Curupira, no município de Rosário do Oeste, Cartelle e Hirooka (2005) descreveram uma diversidade de fósseis de preguiças gigantes (*Eremotherium laurillardii*, *Glossotherium* sp. e *Catonyx cuvieri*), tatus gigantes (*Pampatherium humboldti* e *Propraopus punctatus*) e aranhas (*Pteronura brasiliensis*) de idade mais recente, ou seja, pleistocênica.

Von Ammon (1893) apresentou os primeiros artrópodes da Classe Trilobita (*Harpes* sp. e *Phacops brasiliensis*), coletados na região de Chapada dos Guimarães. Posteriormente, nas proximidades de Paranatinga, na região do Morro Vermelho e Morro do Índio, Carvalho e Edgecombe (1991) identificaram novos gêneros de trilobitas (*Calmonia? triacantha* n. sp. e *Metacryphaeus australis*).

Boucot et al. (2001) descreveram diversos braquiópodes inarticulados (*Orbiculoidea falklandensis*, *Orbiculoidea collis* e *Lingula lepta*) e articulados (*Australospirifer* sp., *Australocoelia palmata*, *Australostrophia mesembria*, *Australostrophia clarkei*, *Derbyina* sp., *Pleurochonetes sorucoi*, *Pleurothyrella* cf. *knodi*), assim compondo uma vasta fauna de invertebrados que habitaram aquela região durante o Devoniano (400 milhões de anos aproximadamente).

Os invertebrados fósseis voltaram a ser objeto de estudos recentes. Ribeiro et al. (2019, 2021) identificaram braquiópodes (*Lingulídeos*, *Orbiculoidea* sp., *Australocoelia* sp., *Notiochonetes* sp. e *Australospirifer* sp.) e trilobitas (*Metacryphaeus australis*, *Metacryphaeus* sp. e um homalonotídeo), nas rochas devonianas de Jaciara e Chapada dos Guimarães.

No norte do estado de Mato Grosso, os fósseis são raros, isso porque, naquela região, os eventos geológicos não favoreceram a preservação de bacias sedimentares. Contudo, Asevedo et al. (2021) identificaram animais da megafauna pleistocênica, ao longo dos leitos do rio Teles Pires e afluentes, nos municípios de Apiacás, Alta Floresta e Peixoto de Azevedo, com registros de proboscídeos (*Notiomastodon platensis*), preguiças gigantes (*Eremotherium* sp.) e toxodontes (*Toxodon platensis*).

A fauna fóssil do estado de Mato Grosso pode ser encontrada em diversas localidades pelo estado e para aqueles que não podem se aventurar em uma expedição científica, esses materiais podem ser visitados nos museus.

O TEMPO GEOLÓGICO: A DIFICULDADES DE COMPREENSÃO DO PASSADO

Quando pensamos no passado, nossa mente sempre remete à coisa mais velha que já vimos ou onde vivemos: uma foto antiga, um casarão, a lembrança da infância, uma tia-avó, uma cidade histórica etc. Porém, esses exemplos remetem a um passado histórico, construído a partir daquilo que vivemos. Já quando falamos de fósseis, nos referimos a uma escala temporal bastante complexa, a escala do tempo geológico, sem a visão antropocêntrica do meio em que vivemos. Para começar, precisamos lembrar que o nosso planeta possui, no mínimo, 4,5 bilhões de anos (ALLEGRE et al., 1995; JACOBSEN, 2003). Esse número gigante, com oito zeros, é o tempo que a Terra já passou rodopiando pelo Sistema Solar, sendo que muita coisa aconteceu nesse tempo.

Pensar em um número como 4,5 bilhões de anos é de difícil compreensão para a mente humana, que é feita, em sua essência, para comparar e não para contabilizar. O reconhecimento de pequenas quantidades é o que a mente humana costumeiramente está habilitada a fazer (HASAK; TOOMARIAN, 2022). Por isso, é tão difícil pensar que o planeta Terra possui uma idade tão distante da nossa compreensão. Todo esse acumulado temporal compreende eventos geológicos e biológicos, que podem estar preservados nos fósseis, o que justifica a importância das ciências que têm como objeto de estudo estes singulares seres do passado. O tempo geológico é subdividido em Pré-Cambriano e Fanerozoico, contudo essa divisão é feita exclusivamente para melhor compreensão antrópica.

Tentando compactar esses 4,5 bilhões de anos de vida da Terra em 24 horas, os primeiros seres capazes de realizar fotossíntese apareceram às

3h44min da manhã, com o aumento dos níveis do gás oxigênio na atmosfera. A explosão da vida, que os cientistas batizaram de “explosão do Cambriano”, aconteceu apenas às 21h07min (540 milhões de anos mais ou menos), quando as formas de vida se tornaram mais complexas e os animais começaram a desenvolver partes duras.

O Período Cambriano delimita o final do Pré-Cambriano e o início do Eon Fanerozoico, que, por sua vez, é subdividido em Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico. O Pré-Cambriano representa cerca de 87% do tempo da Terra, e o restante deste tempo é com o Fanerozoico.

Voltando ao relógio de 24 horas de vida da Terra, às 21h35min surgiram os primeiros peixes, às 21h37min aconteceu a primeira grande extinção em massa. Às 22h01min ocorreu a segunda grande extinção, sendo que já existiam tubarões e as pequenas plantas terrestres. Poucos minutos depois, às 22h40min aconteceu a terceira e maior extinção da história, quando mais de 95% dos seres vivos foram varridos do mapa. Às 23h40min, os dinossauros foram extintos e os seres humanos surgiram apenas às 23h59min, próximo do final do dia (Figura 6).

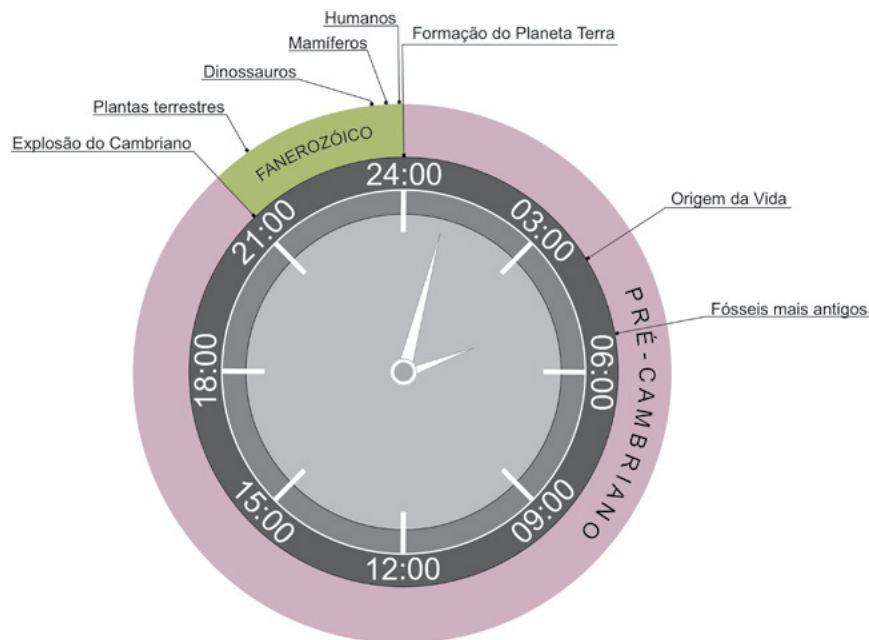


Figura 6 – Relógio esquemático com o registro dos grandes eventos da Terra.

Em linhas gerais, diversos eventos biológicos relevantes aconteceram durante o Paleozoico, como o surgimento dos anfíbios, insetos, peixes, répteis e as primeiras plantas terrestres. O Mesozoico é famoso como a “Era dos dinossauros”; já o Cenozoico, a Era atual, é conhecido como a “Era dos mamíferos”, as quais serão abordadas com mais detalhes posteriormente.

PRÉ-CAMBRIANO: OS PRIMEIROS REGISTROS DE VIDA EM MATO GROSSO

Por sua extensão temporal, o Pré-Cambriano foi palco de diversos eventos: a formação do planeta Terra, o enriquecimento de oxigênio na atmosfera até o surgimento das primeiras formas de vida. O planeta começou como uma bola de fogo, com vulcanismo constante e oceanos acidificados, devido à quantidade de dióxido de carbono na atmosfera. Impactos de asteroides eram frequentes no início. Ao final do período, as placas tectônicas assemelhavam-se às atuais, as condições de vida nos oceanos eram menos hostis e a atmosfera já estava próxima da vigente (CATLING; ZAHNLE, 2020).

No estado de Mato Grosso, há registros do Pré-Cambriano em diversas localidades, porém as rochas estão predominantemente alteradas e metamorizadas. Contudo, ocorrem os estromatólitos, que são estruturas biossedimentares, oriundas do metabolismo de colônias de cianobactérias, que, por sua vez, foram de extrema importância para a oxigenação da atmosfera e dos oceanos (ALVARENGA et al., 2016; KRUMBEIN, 1983). Esse processo metabólico contribuiu para o desenvolvimento da vida no planeta, ou seja, os estromatólitos são os registros mais antigos do sucesso da vida na Terra (Figura 7).



Figura 7 – Estromatólito em exposição no Museu de História Natural de Mato Grosso – Casa Dom Aquino. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

Outra forma de se preservar registros de vida tão antigos é por estruturas microscópicas que fizeram parte de organismos, como o grupo dos acritarcas, que são restos orgânicos relacionados a seres unicelulares, como bactérias e algas. As células de alguns destes organismos produzem uma carapaça orgânica bastante resistente, que se fossiliza em milhões e até bilhões de anos. No estado do Mato Grosso podem ser encontrados nas regiões de Cáceres, Mirassol d'Oeste e Nobres.

ERA PALEOZOICA OU PALEOZOICO: OS ORGANISMOS COMPLEXOS E A PROLIFERAÇÃO DA VIDA

A Era Paleozoica compreende importantes eventos geológicos e biológicos, que ocorreram no planeta Terra entre 541,0 e 251,9 milhões de anos atrás. Durante o Paleozoico, surgiram todos os grandes grupos de invertebrados, anfíbios, peixes, répteis, além da formação das grandes jazidas de carvão, hoje utilizadas na indústria.

O Paleozoico é subdividido em seis Períodos, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Subdivisão da Era Paleozoica ou Paleozoico

PERÍODO	TEMPO EM MILHÕES DE ANOS OU Ma
Permiano	251,9
Carbonífero	298,9
Devoniano	358,9
Siluriano	419,2
Ordoviciano	443,8
Cambriano	485,4
	541,0

Lembram-se daquela explosão de vida que aconteceu no final do Pré-Cambriano? Pois bem, foi justamente durante o Cambriano que essas formas de vida encontraram as condições climáticas perfeitas para ocupar os mares do mundo todo. Foi nesse período que anelídeos, artrópodes, trilobitas, crinóides, braquiópodes, equinodermos, moluscos, esponjas, dentre outros, dominaram os oceanos, ao passo que a vida nos continentes não existia.

No Ordoviciano, o clima era quente e úmido no início, propiciando o surgimento dos primeiros vertebrados, peixes primitivos e artrópodes marinhos com quase dois metros. No final deste período, uma glaciação foi responsável pela extinção de cerca de 23% dos invertebrados marinhos. O clima voltou a esquentar no Siluriano, sendo que o aumento da temperatura propiciou a formação dos recifes de corais e os primeiros peixes com mandíbula. Neste período, os artrópodes adquiriram a capacidade de dominar os ambientes terrestres, associados ao aparecimento de animais e pequenas plantas em áreas continentais.

Durante o Devoniano, a vida encontrou as condições perfeitas para, enfim, dominar o ambiente terrestre. Foi então que as primeiras plantas de pequeno porte, insetos voadores, pré-gimnospermas e anfíbios dominaram os continentes equatoriais, onde o clima era propício para sua proliferação. Nos mares, era intensa a presença de peixes, como os tubarões (peixes cartilaginosos); artrópodes, entre os quais escorpiões marinhos, e moluscos amonites. O Devoniano é conhecido como a “idade dos peixes”.

A faixa de rochas que vai de Chapada dos Guimarães, passando por Jaciara, Juscimeira e Rondonópolis é datada do Devoniano. Ao longo dos anos, diversos pesquisadores coletaram fósseis de invertebrados na região, que estão depositados no Museu de História Natural de Mato Grosso - Casa Dom Aquino, no Museu de Minerais, Rochas e Fósseis e no Laboratório de Paleontologia e Palinologia de Mato Grosso da UFMT.

Durante o Devoniano, América do Sul, África, Antártica, Índia e a Península Arábica formavam um único supercontinente próximo do Polo Sul chamado Gondwana (GOLONKA et al., 1994; SCOTSE et al., 1999). Mesmo

próximo do Polo Sul, não havia geleiras nesta época, as temperaturas eram mais altas e o nível do mar era elevado. O estado de Mato Grosso estava debaixo do mar e hospedava uma fauna típica chamada de fauna Malvinohosan (PENN-CLARKE; HARPER, 2021). Esta paleobiota de alta latitude era endêmica e podia ser encontrada em regiões onde hoje estão Argentina, Brasil, Bolívia, Uruguai, África do Sul e as Ilhas Malvinas (PENN-CLARKE et al., 2018; PENN-CLARKE, 2019; DOWDING; EBACH, 2019).

Essa fauna fóssil é representada por alguns gêneros de trilobitas (Figura 8); braquiópodes como *Australocoelia*, *Australospirifer*, *Australostrophia*, *Schuchertella*, *Meristelloides*, *Paranaia*, *Derbyina*, *Lingula* e *Orbiculoidea* (Figura 9); moluscos gastrópodes belerofontídeos, e bivalves (Figura 10) como *Nuculites*, *Pleurodapis* e *Palaeoneilo*, e em menor quantidade *Tentaculites* e crinóides (MELO, 1985; CARVALHO et al., 1987; SCHEFFLER, 2010).

O Período Carbonífero foi marcado pela formação de grandes florestas por todo o mundo, que hoje compõem as maiores reservas de carvão do mundo, um bem mineral de extrema importância para a economia de diversos países. Os primeiros vertebrados adaptados ao ambiente terrestre foram anfíbios, cujos membros eram moldados para a locomoção, mas ainda dependiam do ambiente aquático para sua reprodução. Essa dependência do ambiente aquático só foi superada pelos répteis, que realizavam reprodução interna e tinham ovos amnióticos e que surgiram no final do Período Carbonífero.

No final do Paleozoico, durante o Período Permiano, surgiram os sinapsídeos, que representam o elo perdido entre os mamíferos e répteis. A flora típica era composta pelo grupo conhecido como samambaias com sementes (Pteridospermatófitas), principalmente do gênero *Glossopteris*, encontrado no estado de Mato Grosso, na região de Campo Novo dos Parecis (Figura 11-A).

Um réptil comumente encontrado nos mares era o *Mesosaurus* (Figuras 11-B,C), que ocorre na região de Alto Garças, no Mato Grosso, em outros locais de exposições de rochas permianas da Bacia do Paraná e na Bacia do Karoo, na África, uma evidência de que América do Sul e África estavam ligadas à época, conforme abordado no capítulo 2.

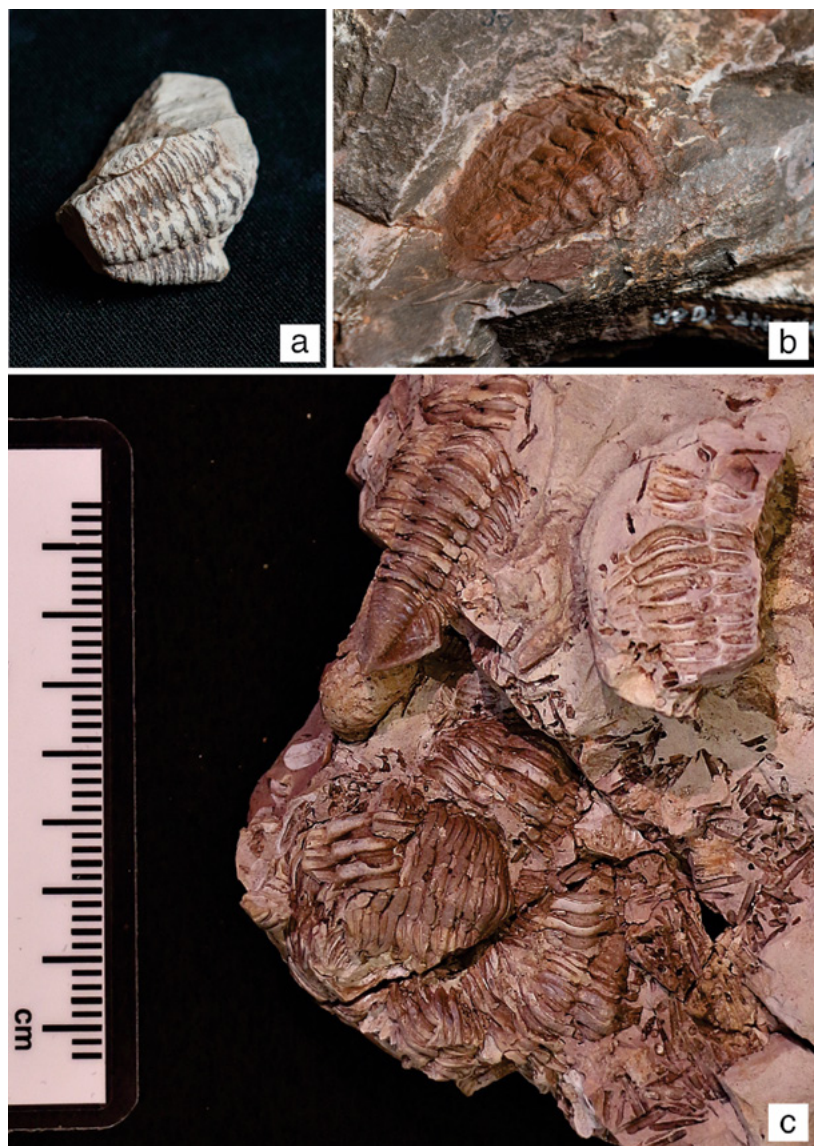


Figura 8 – A) e B) Fragmentos de trilobitas coletados em Chapada dos Guimarães, MT e depositados no Museu de História Natural de Mato Grosso – Casa Dom Aquino. C) Trilobitas oriundos de Chapada dos Guimarães, MT, depositados no Museu de Minerais, Rochas e Fósseis – FAGEO/UFMT.

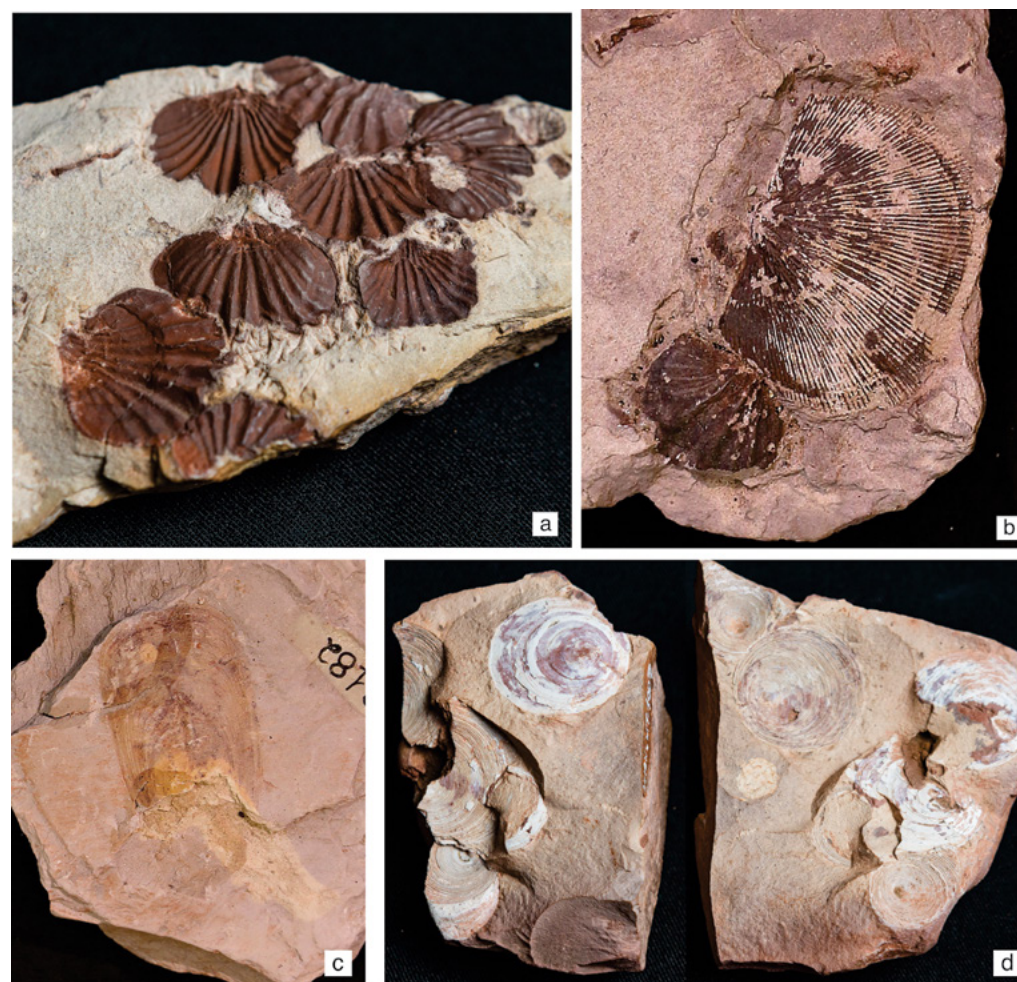
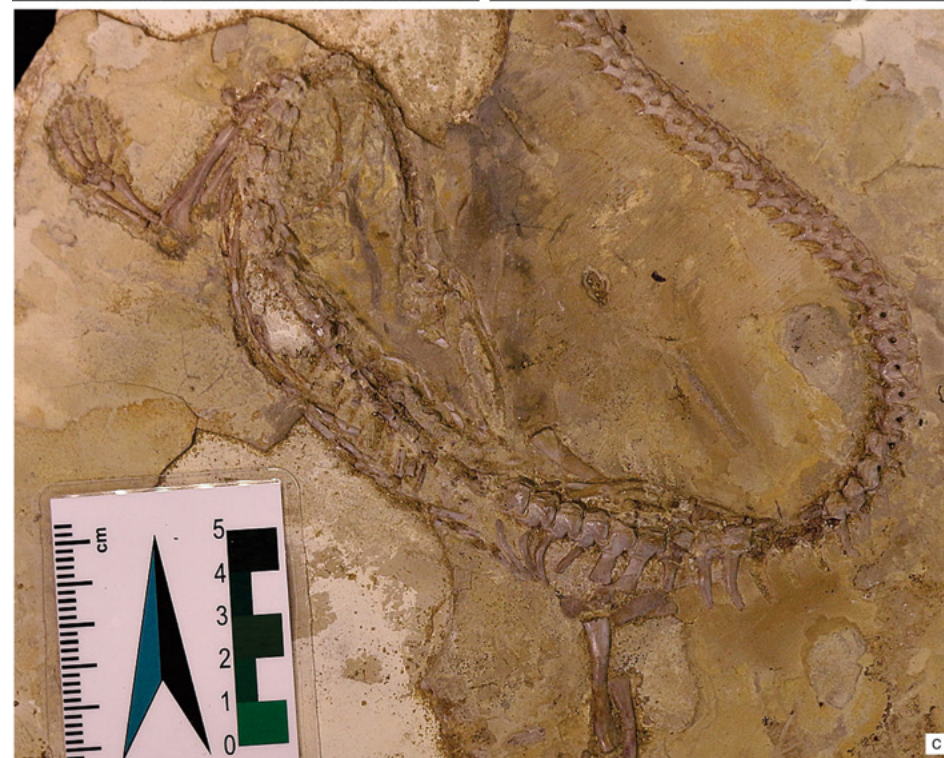


Figura 9 – A) Braquiópodes (*Australocoelia palmata*) oriundos de Chapada dos Guimarães, MT, depositados no Museu de História Natural de Mato Grosso – Casa Dom Aquino. B) Braquiópodes (*Schuchertella*) coletados em Chapada dos Guimarães, MT e depositados no Museu de Minerais, Rochas e Fósseis – FAGEO/UFMT. C) Braquiópode (*Lingula*) coletado em Chapada dos Guimarães, MT, depositado no Museu de Minerais, Rochas e Fósseis – FAGEO/UFMT. D) Braquiópodes (*Orbiculoides* sp.) oriundos de Chapada dos Guimarães, MT, depositados no Museu de História Natural de Mato Grosso - Casa Dom Aquino.



Figura 10 – A) Gastrópodes coletados em Chapada dos Guimarães, MT, depositados no Museu de História Natural de Mato Grosso – Casa Dom Aquino. B) Bivalves (?*Janeia*) de Chapada dos Guimarães, MT, depositados no Museu de História Natural de Mato Grosso – Casa Dom Aquino.

Figura 11 – A) Folha de *Glossopteris* coletada na região de Campo Novo dos Parecis, MT, depositada no Museu de História Natural de Mato Grosso – Casa Dom Aquino. B) Réptil mesossaurídeo oriundo da região de Alto Garças, MT, depositado no Museu de História Natural de Mato Grosso – Casa Dom Aquino. C) Mesossauro oriundo da região de Alto Garças, MT, depositado no Museu de Minerais, Rochas e Fósseis – FAGEO/UFMT.



ERA MESOZOICA OU MESOZOICO: A ERA DOS DINOSSAUROS

A Era Mesozoica engloba todos os eventos que aconteceram de 251,9 a 66 milhões de anos atrás. É a famosa “era dos dinossauros”, quando surgiram, se dispersaram por todos os continentes e foram extintos de forma brusca. Assim como as demais eras geológicas, também existe uma subdivisão no Mesozoico (Tabela 2).

Tabela 2 – Subdivisão da Era Mesozoica ou Mesozoico

PERÍODO	TEMPO EM MILHÕES DE ANOS OU Ma
Cretáceo	66
Jurássico	145
Triássico	201,3
	251,9

No Período Triássico, o clima era inicialmente árido na América do Sul, onde vastos desertos ocupavam grande parte do território do estado de Mato Grosso, representados pelos paredões avermelhados de arenitos na Chapada dos Guimarães. Apesar do clima severo, diversos répteis apareceram no Triássico, incluindo os dinossauros, cujos fósseis mais antigos são encontrados no Rio Grande do Sul. Por fim, as plantas evoluíram e ganharam novos rumos com o surgimento das Coníferas.

Durante o Período Jurássico, os mares eram dominados por peixes e répteis marinhos (ictiossauros, plesiossauros e crocodilos), enquanto nos continentes, os grandes répteis (arcossauros) competiam com grandes saurópodes e terópodes (*Ceratosaurus*, *Megalosaurus* e *Allosaurus*). Foi também neste período que surgiram os primeiros mamíferos marsupiais, dotados de uma bolsa de pele externa ao corpo que auxiliava na criação e alimentação da prole. No ar, as aves voavam pela primeira vez, uma evolução a partir de pequenos dinossauros, entre os quais os pterossauros eram comuns.

No Período Cretáceo surgiram os mamíferos placentários e as plantas com flores, métodos eficientes para a dispersão das espécies. Nesse período, os dinossauros alcançaram seu apogeu, porém um evento cataclísmico, a queda de um meteorito, levou à extinção tantos os dinossauros, quanto diversos outros animais e plantas. Alguns animais foram resistentes à extinção, como crocodilos, lagartos, tartarugas e cobras. Por outro lado, essa grande extinção possibilitou que os mamíferos e as aves ocupassem as posições dos dinossauros na cadeia alimentar. No Cretáceo surgiram as florestas tropicais multi-estratificadas e dominadas por plantas com flores – as angiospermas.

Historicamente, diversos fósseis do Cretáceo já foram encontrados no estado de Mato Grosso, incluindo o dinossauro carnívoro *Pycnonemosaurus nevesi*, o tiranossauro do gênero *Gondwanatitan*, saurópodos (Figuras 12 e 13), crocodilomorfos terrestres (*Mesosuchidae* - *Notosuchidae*) e quelônios na região do Morro do Cambambe, próximo de Chapada dos Guimarães, porém os estudos ainda são escassos, muitos fósseis ainda necessitam de identificação (Figura 14).



Figura 12 – Osso de dinossauro saurópode depositado no Museu de História Natural de Mato Grosso – Casa Dom Aquino. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado



Figura 13 – Osso de dinossauro saurópode depositado no Museu de Minerais, Rochas e Fósseis – FAGEO/UFMT.



Figura 14 – Osso de dinossauro ainda sem identificação, depositado no Museu de Minerais, Rochas e Fósseis – FAGEO/UFMT.

ERA CENOZOICA OU CENOZOICO: A IDADE DOS MAMÍFEROS E A ÚLTIMA ERA DO GELO

A atual Era geológica é a Cenozoica, que teve início há cerca de 66 milhões de anos, após a grande extinção em massa, que dizimou importantes integrantes da fauna do Mesozoico, especialmente entre os répteis.

A subdivisão do Cenozoico é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Subdivisão da Era Cenozoica ou Cenozoico

PERÍODO	TEMPO EM MILHÕES DE ANOS OU Ma
Quaternário	Tempo presente
Neógeno	2,58
Paleógeno	23,0
	66

A Era Cenozoica é notadamente reconhecida como a “era dos mamíferos” e também das plantas com flores (angiospermas), quando ambos os grupos diversificaram e passaram a dominar a superfície da Terra (SALGADO-LABOURIAU, 1994).

A evolução desses animais e plantas está intimamente relacionada às alterações climáticas decorrentes das diferentes posições dos continentes, bem como da formação de grandes cadeias montanhosas, como Andes, Alpes, Himalaia (POUGH et al., 2008; CARVALHO, 2022). Os continentes configuraram posicionamentos parecidos com a atualidade, embora grandes blocos continentais ainda estivessem conectados no início do Cenozoico (por exemplo, a conexão entre América do Sul, Antártica e Austrália, e entre América do Norte e Europa). A deriva continental alterou o padrão das circulações oceânicas e o transporte de calor, contribuindo para as mudanças climáticas e o resfriamento global. Ao mesmo tempo, a elevação das cadeias monta-

nhosas provocou alterações nos padrões de chuvas, resultando no aumento da área de campos abertos, até então um novo habitat em altas altitudes (POUGH et al., 2008).

A Era Cenozoica foi, em geral, um período mais frio e seco do que a Era Mesozoica, embora o início do Paleógeno, há cerca de 50 milhões de anos, tenha sido um período relativamente quente. O resfriamento progressivo da Terra, a partir dessa época, culminou com a formação de gelo nos Polos e uma Era do Gelo nos últimos dois milhões de anos (POUGH et al., 2008).

No mundo aquecido da Era Cenozoica, especificamente durante as primeiras épocas do Paleógeno, no Paleoceno (66-56 milhões de anos) e parte do Eoceno (56-33,9 milhões de anos), florestas similares às tropicais dominavam e eram encontradas até em altas latitudes nos hemisférios Norte e Sul (POUGH et al., 2008). Os insetos se diversificaram, e borboletas e mariposas apareceram pela primeira vez (POUGH et al., 2008; VEGA et al., 2021). Durante este intervalo, uma rápida irradiação adaptativa ocorreu com os mamíferos, permitindo que ocupassem grande parte dos nichos ecológicos disponíveis (BENTON, 2008; POUGH et al., 2008; CARVALHO, 2022).

Diversas ordens de mamíferos placentários atuais (o desenvolvimento do embrião ocorre no interior do útero) surgiram, sendo que no Paleoceno já existiam grupos de musaranhos, lêmures-voadores, morcegos, primatas, xenártros (grupo das preguiças, tatus e tamanduás), perissodáctilos (mamíferos terrestres com dedos ímpares, incluindo os cavalos, antas e rinocerontes), carnívoros (representantes da ordem Carnívora, como cães, gatos, hienas, ursos, entre outros) e roedores. As demais ordens atuais, incluindo os cetartodáctilos (mamíferos com dedos pares, como os porcos, hipopótamos, camelos, veados, girafas, bovídeos e baleias), proboscídeos (elefantes) e sirênios (peixes-boi) se originaram no Eoceno (BENTON, 2008).

Uma fauna peculiar endêmica de mamíferos surgiu na América do Sul durante o Paleógeno e evoluiu até o final do Neógeno, época em que o continente sul-americano se manteve isolado, semelhantemente à Austrália. A fauna era constituída de marsupiais, de parentes de tatus e preguiças, e de um grupo de animais com cascos, os ungulados nativos sul-americanos

(Meridiungulata). Além desses animais, na transição entre o Eoceno e o Oligoceno, os roedores caviomorfos (capivaras e porquinhos-da-índia) e os primatas platirrinos (macacos do Novo Mundo) migraram para a América do Sul, supostamente vindos da África, quando os dois continentes estavam mais próximos (FARIÑA et al., 2013; CAMPBELL et al., 2022).

As aves também se diversificaram nesse intervalo de tempo, originando a linhagem de grandes pássaros terrestres herbívoros (incluindo o avestruz atual) e os espetaculares carnívoros (Phorusrhacidae), conhecidos como “aves do terror” que, juntamente com os crocodilianos, se tornaram predadores comuns das paleocomunidades de mamíferos do Paleógeno (BENTON, 2008; POUGH et al., 2008).

No final do Paleógeno, época do Oligoceno (33,9 a 23,03 milhões de anos), houve um forte resfriamento global. Uma regressão marinha, de caráter global, provocou o declínio de espécies marinhas no Oligoceno Médio (CARVALHO, 2022). Nos ecossistemas terrestres, as condições mais frias e secas causaram a redução das florestas e o desenvolvimento das gramíneas - plantas herbáceas do grupo das angiospermas (POUGH et al., 2008).

O Neógeno iniciou-se há cerca de 23 milhões de anos, com a época conhecida como Mioceno (23,03 a 5,33 milhões de anos), e se encerrou com o Plioceno há 2,58 milhões de anos. Durante o Mioceno, as condições climáticas mais secas proporcionaram a expansão das gramíneas, formando grandes zonas de savana na América do Norte, sul da América do Sul e Ásia Central (POUGH et al., 2008). Alguns grupos de mamíferos, como os perissodáctilos, cetartodáctilos e proboscídeos, e, conseqüentemente seus principais predadores felídeos e canídeos, coevoluíram com as mudanças nas vegetações. Os grupos alcançaram grandes tamanhos corpóreos e adaptações eficientes para a locomoção em locais mais abertos, e os herbívoros se especializaram no consumo de gramíneas (POUGH et al., 2008; VEGA et al., 2021; CARVALHO, 2022).

O aumento de habitats mais abertos também favoreceu a diversificação de insetos sociais que vivem nos campos, como formigas e cupins. Além disso, este período foi marcado pelo aumento da diversidade dos anfíbios,

pela irradiação adaptativa das famílias modernas de serpentes, bem como pelo surgimento dos passeriformes (pássaros que cantam) e tipos modernos de aves de rapina, incluindo as águias, os falcões e os abutres. Na África, teve início a evolução dos homínídeos bípedes no final do Mioceno, entre 7 e 6 milhões de anos (POUGH et al., 2018; VEGA et al., 2021).

No Mioceno Médio ocorreram grandes migrações entre animais da Eurásia e América do Norte por meio da conexão – o Estreito de Bering – entre a Sibéria e o Alasca (CARVALHO, 2022). Já no final do Mioceno iniciou-se o intercâmbio faunístico entre as Américas, ou o Grande Intercâmbio Biótico Americano – GIBA, um dos maiores eventos biogeográficos que moldaram a composição da fauna moderna nas Américas. Especificamente neste período, o intercâmbio faunístico ainda era esporádico, já que o fechamento do istmo do Panamá não estava completamente estabelecido. Os registros mais antigos de mamíferos de origem inquestionavelmente sul-americana na América do Norte são das preguiças terrestres *Thinobadistes* e *Pliometanastes* (8,5 - 9 milhões de anos), enquanto o procionídeo *Cyonasua* (parente dos quatis: 7,3 milhões de anos) foi o primeiro mamífero de origem norte-americana a se estabelecer na América do Sul (FARIÑA et al., 2013; PINO; ASTORGA, 2020).

Na época consecutiva, o Plioceno (de 5,33 a 2,58 milhões de anos), o momento climático foi de resfriamento mais intenso, com o aumento do gelo polar e o amplo desenvolvimento de pradarias e savanas (CARVALHO, 2022). Há cerca de 2,8 milhões de anos, a conexão terrestre entre a América do Sul e a América do Norte foi estabelecida, intensificando o intercâmbio gradual entre os organismos (PINO; ASTORGA, 2020). Os representantes norte-americanos reportados na América do Sul são: cavalos (Equidae), antas (Tapiridae), veados (Cervidae), lhamas (Camelidae), mastodontes (Gomphotheriidae), queixadas (Tayassuidae), felinos (Felidae), raposas e cachorros (Canidae), ursos (Ursidae), furões e lontras (Mustelidae), quatis (Procyonidae), coelhos (Leporidae), entre outros. Na América do Norte, os grupos sul-americanos são as preguiças terrestres e os tamanduás (Pilosa), tatus e aparentados (Cingulata), toxodontes (Toxodontidae), porcos-espinhos americanos (Erethizontidae) e gambás (Didelphidae) (FARIÑA et al., 2013; PINO; ASTORGA, 2020).

A conexão entre os dois continentes causou profunda mudança na composição faunística de ambas as regiões, e diversas linhagens endêmicas de mamíferos da América do Sul se extinguíram. Como resultado, quase metade das espécies de mamíferos, atualmente presentes na América do Sul, são descendentes de imigrantes do Hemisfério Norte (FARIÑA et al., 2013; CARRILLO et al., 2020; PINO; ASTORGA, 2020).

O Quaternário se iniciou pela época do Pleistoceno há 2,58 milhões de anos, estendendo-se até os dias atuais. Esse intervalo temporal se caracteriza por pulsações climáticas entre períodos glaciais e interglaciais. O período glacial mais recente (Würm-Wisconsin) se iniciou há cerca de 100 mil anos e se encerrou por volta de 11,7 mil anos, dando início à época interglacial conhecida como Holoceno (SALGADO-LABOURIAU, 1994).

Essas extensivas glaciações cíclicas, que caracterizam o Pleistoceno, foram eventos que estavam ausentes desde a Era Paleozoica (POUGH et al., 2008). Após a formação da capa polar do Ártico no Plioceno, as variações na passagem da órbita da Terra ao redor do Sol (ciclos de Milankovitch) intensificaram o aumento da cobertura de gelo, e grandes geleiras cobriram as regiões temperadas do Hemisfério Norte, ao passo que nas regiões tropicais houve aumento da aridificação e ampliação de ambientes de savanas (CARVALHO, 2022).

Estes intervalos glaciais tiveram influência importante na evolução dos mamíferos, incluindo a própria espécie humana (POUGH et al., 2008). Há 2,4 milhões de anos surgiu a primeira espécie do *Homo habilis*, bem adaptada à vida nas savanas tropicais (VEGA et al., 2021; CARVALHO, 2022). Outras espécies de humanos (*H. erectus*, *H. heidelbergensis*, *H. floresiensis*, *H. rudolfensis*, *H. neanderthalensis*, *H. denisova* e *H. naledi*) também viveram no Pleistoceno (VEGA et al., 2021).

A nossa espécie, *Homo sapiens*, surgiu muito recentemente na África, por volta de 300 mil anos (HUBLIN et al., 2017), e coexistiu com os neandertais na Europa e os denisovanos na Ásia, após suas primeiras migrações para fora da África há 180 mil anos (HERSHKOVITZ et al., 2018; KLEIN, 2018). O convívio entre esses humanos desencadeou possíveis miscigenações, e os

genes de ambas as espécies arcaicas estão presentes no homem moderno (GREEN et al., 2010; PENNISI, 2013). A competição entre as espécies e a fragmentação de habitats podem ter contribuído para o declínio populacional e a extinção dos neandertais entre 50 e 35 mil anos atrás (TIMMERMANN, 2020), e o denisovanos, de 30 a 15 mil anos (GIBBONS, 2019), tornando o *Homo sapiens* a única espécie sobrevivente de humanos que se distribuiu amplamente pelo planeta.

Durante o Pleistoceno, os megamamíferos (grupos que podiam chegar a mais de uma tonelada) foram diversos e particularmente abundantes. As comunidades que constituíam as planícies sul-americanas se assemelhavam às das savanas africanas modernas (Figura 15).



Figura 15 – Representação da megafauna da América do Sul durante o Pleistoceno, por Maurício Antón.

Grandes mastodontes vagavam pelo continente, junto com preguiças gigantes (Figura 16), gliptodontes e pampatérios (Figura 17). Os peculiares toxodontes e as macrauquêrias (que se assemelhavam a camelos com trombas) foram os últimos grandes mamíferos nativos que dominaram as planícies com outros grandes herbívoros recém-chegados, incluindo cavalos, lhamas e

veados. Os tigres-dentes-de-sabre, pumas, onças, lobos e ursos substituíram os marsupiais “dente-de-sabre” (*Thylacosmilus*) e as “aves do terror”, como os principais predadores do continente.



Figura 16 – Vértebra (MHN-MT-10), dentes (MHN-MT-8 e 9) e astrágalo (MHN-MT-4) de *Eremotherium laurillardi*, provenientes da Gruta do Curupira, Rosário Oeste, MT, depositados no Museu de História Natural de Mato Grosso – Casa Dom Aquino. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado



Figura 17 – Fragmento dentário (MHN-MT-239) e osteodermes de *Pampatherium humboldti* (Pampatheriidae), provenientes da Gruta do Curupira, Rosário Oeste, MT, depositados no Museu de História Natural de Mato Grosso – Casa Dom Aquino. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

No final do Pleistoceno/início do Holoceno, a grande maioria dos megamamíferos desapareceu, possivelmente em consequência das mudanças climáticas e da chegada dos humanos nas Américas, deixando a anta brasileira (*Tapirus terrestris*) e a onça pintada (*Panthera onca*), como os maiores mamíferos do continente, e o tamanduá (*Myrmecophaga tridactyla*) como o único grande xenártro nas pastagens anteriormente povoadas por muitas espécies de preguiças gigantes (FARIÑA et al., 2013; PINO; ASTORGA, 2020).

Neste contexto, fósseis da megafauna do Quaternário foram registrados no estado de Mato Grosso nas últimas décadas, o que denota o grande potencial fossilífero para serem encontrados representantes do Cenozoico, e a importância de novos estudos nesse sentido.

Durante o Pleistoceno Médio/tardio, há aproximadamente 400 a 90 mil anos, populações de mastodontes (*Notiomastodon platensis*), de preguiças gigantes (*Eremotherium* sp.) e toxodontes (*Toxodon platensis*) habitaram o entorno da região de Apiacás a Peixoto de Azevedo, no norte do estado, sul da Amazônia (ASEVEDO et al., 2021). Esses fósseis estão depositados nas coleções do Museu de Minerais, Rochas e Fósseis da FAGEO/UFMT, e do Museu de História Natural de Alta Floresta da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), em Alta Floresta (Figuras 18, 19 e 20).

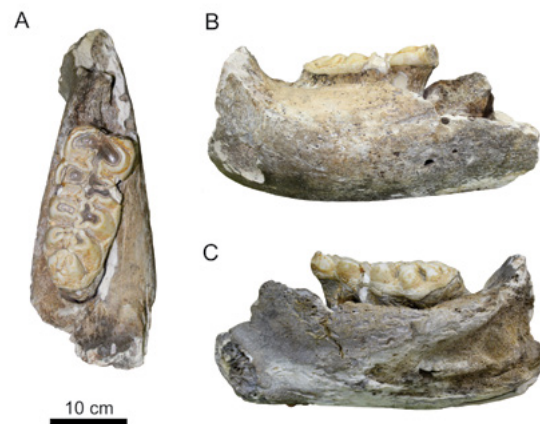


Figura 18 – Espécime mandibular direito (MP261) do proboscídeo *Notiomastodon platensis* (Gomphotheriidae), proveniente do Rio Teles Pires, Alta Floresta, MT. A) vista oclusal (B), lateral, e (C) medial. O espécime se encontra depositado na coleção do Museu de Minerais, Rochas e Fósseis – FAGEO/ UFMT. Datação por ressonância do spin eletrônico indicou uma idade de 430 ± 70 mil anos (KINOSHITA et al., 2011).

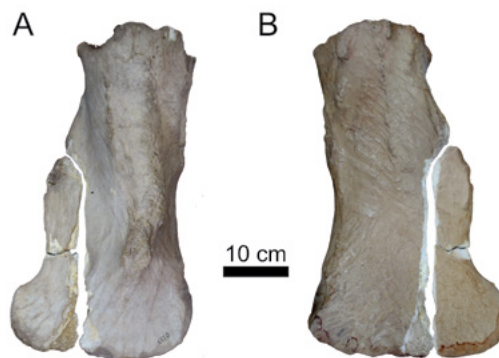


Figura 19 – Fragmento de úmero direito (MHNAF 0137) da preguiça gigante *Eremotherium* sp. (Megatheriidae), em vista cranial (A) e caudal (B), proveniente do Rio Teles Pires, MT. O espécime está depositado na coleção do Museu de História Natural de Alta Floresta.

Fósseis de preguiças gigantes (*Eremotherium laurillardi*, *Glossotherium* sp. e *Catonyx cuvieri*), de pampatérios (*Pampatherium humboldti*), tatus gigantes (*Propraopus punctatus*) e ariranhas (*Pteronura brasiliensis*) também foram encontrados na Gruta Curupira, Rosário Oeste, MT (CARTELLE; HIROOKA, 2005). Os fósseis encontram-se depositados no Museu de História Natural de Mato Grosso – Casa Dom Aquino (Figuras 17 e 20).



Figura 20 – Incisivo superior (MHNF 0119) de *Toxodon platensis* (Toxodontidae), proveniente do Rio Teles Pires, MT, depositado na coleção do Museu de História Natural de Alta Floresta.

O estado de Mato Grosso é reconhecido por seu potencial arqueológico (WÜST; BARRETO, 1999), especialmente o sítio arqueológico Santa Elina, no município de Jangada, que será detalhado no capítulo 5. Este sítio arqueológico é um abrigo rupestre e habitacional, rico em representações figurativas pintadas, reconhecido por ser um dos sítios mais antigos da América do

Sul, que mostra a intensidade de povoamentos pré-históricos no centro do continente (VIALOU; VIALOU, 2019). No nível pleistocênico, entre 17.000 e 27.000 (unidade III), há evidências de antigas ocupações humanas associadas à megafauna extinta; ossos da preguiça gigante *Glossotherium lettsomi*, encontrados no mesmo nível dos objetos líticos (Figura 16). Os três adornos feitos nos ossículos dérmicos – osteodermes (Figura 21) do animal são evidências de sua importância para os caçadores. Assim, trata-se de uma descoberta fantástica, não somente pela presença humana tão antiga no centro da América, mas por ser uma prova de manifestação simbólica utilizando a megafauna extinta.



Figura 21 – Osteodermes da preguiça terrestre *Glossotherium lettsomi* (Mylodontidae), perfurados como pingentes do nível de 27 mil anos do sítio Santa Elina, MT. Figura adaptada de Vialou e Vialou (2019).

REFERÊNCIAS

- ALLEGRE, C. J.; MANHES, G.; GÖPEL, C. The age of the Earth. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 59, n. 8, p. 1445-1456, 1995.
- ASEVEDO, L. et al. Diversity of Pleistocene megamammals from southern Amazon, Mato Grosso state, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 112, 103552, 2021.
- BENTON, M. J. **Paleontologia dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 2008.
- BOUCOT, A. J. et al. Position of the Malvinokaffric Realm's northern boundary (Early Devonian) based on newly discovered brachiopods from the Parecis Basin (Brazil). **Journal of the Czech Geological Society**, v. 46, p. 109-120, 2001.
- CAMPBELL Jr, K. E. et al. An early oligocene age for the oldest known monkeys and rodents of South America. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 118, n. 37, e2105956118, 2021.
- CARRILLO, J. D. et al. Disproportionate extinction of South American mammals drove the asymmetry of the Great American Biotic Interchange. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 42, p. 26281-26287, 2020.
- CARTELLE, C.; HIROOKA, S. Primeiro registro pleistocênico de pteronura brasiliensis (Gmelin, 1788) (Carnivora, Mustelidae). **Arquivos do Museu Nacional**, v. 63, n. 3, p. 595-598, 2005.
- CARVALHO, M. G. P.; MELO, J. H. G.; QUADROS, L. P. Trilobitas Devonianos do flanco noroeste da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10., 1987, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, p. 545-565, 1987.
- CARVALHO, I. S. (Ed.). **Paleontologia: conceitos e métodos**. Rio de Janeiro: Interciência, v. 1, p. 3, 2010a.
- CARVALHO, I. S. (Ed.). **Paleontologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, v. 1, 2010b, 734 p.
- CARVALHO, I. S. (Ed.). **Paleogeografia: Cenários da Terra**. Rio de Janeiro: Interciência, 2022.
- CLARKE, J. M. Fósseis devonianos do Paraná. **Monographias do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil**, Rio de Janeiro, p. 1-353, 1913.
- CASTER, K. E. Expedição geológica em Goiás e Mato Grosso. **Agência de Mineração e Metalurgia**, v. 12, n. 69, p.126-127, 1947a.
- CASTER, K. E. Excursão geológica no estado do Piauí. **Agência de Mineração e Metalurgia**, v. 12, n. 72, p. 271-272, 1947b.
- DERBY, O. A. 1895. Nota sobre a geologia e paleontologia de Matto Grosso. **Archivos do Museu Nacional**, v. 9, p. 59-88.
- DOWDING, E. M.; EBACH, M. C. Evaluating Devonian bioregionalization: quantifying biogeographic areas. **Paleobiology**, v. 45, n. 4, p. 636-651, 2019.
- FARIÑA, R. A.; VIZCAÍNO, S. F.; IULIIS, G. de. **Megafauna: giant beasts of Pleistocene South America**. Bloomington, USA: Indiana University Press. 2013.

- FRANCO-ROSAS, A. C.; SALGADO, L.; ROSAS, C. F.; CARVALHO, I. D. S. Nuevos materiales de titanosaurios (Sauropoda) en el Cretácico superior de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 7, n. 3, p. 329-336, 2004.
- GIBBONS, A. Moderns is said to mate with late-surviving Denisovans. **Science**, v. 364, 6435, 2019.
- GREEN, R. E. et al. A Draft Sequence of the Neandertal Genome. **Science**, v. 328, p. 710-722, 2010.
- GOLONKA, J.; ROSS, M. I.; SCOTese, C. R. Phanerozoic paleogeographic and paleoclimatic modeling maps. In: Pangea: Global Environments and Resources. Canadian Society of Petroleum Geologists, **Memoir**, v. 17, p. 1-47, 1994.
- HASAK, L.; TOOMARIAN, E. Y. Brains are bad at big numbers, making it impossible to grasp what a million COVID-19 deaths really means. **The Conversation**, UK, 12 de maio, 2022. Disponível em: <https://theconversation.com/brains-are-bad-at-big-numbers-making-it-impossible-o-grasp-what-a-million-covid-19-deaths-really-means-179081>. Acesso em: 17 ago. 2022.
- HERSHKOVITZ, I. et al. The earliest modern humans outside Africa. **Science**, v. 359, 6374, p. 456-459, 2018.
- HUBLIN J. J. et al. New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of *Homo sapiens*. **Nature**, v. 546, 7657: p. 289-292, 2017.
- HIROOKA, S. S. As cavernas do Bauri como detentoras de informações do período Pleistoceno. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 8., Cuiabá, 2003. **Boletim de resumos...** Cuiabá: UFMT, v. 1, p. 204-205, 2003.
- ICOM. **Estatuto**. Paris, 24 ago. 2007. Disponível em: <http://icom.museum/definition.html>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- JACOBSEN, S. B. How old is planet Earth? **Science**, v. 300, 5625, p. 1513-1514, 2003.
- KELLNER, A. W.; CAMPOS, D. D. A. On a theropod dinosaur (Abelisauria) from the continental Cretaceous of Brazil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 60, n. 3, p. 163-170, 2002.
- KINOSHITA, A. et al. Electron spin resonance dating of teeth from Western Brazilian megafauna—preliminary results. **Radiation Measurements**, v. 46, n. 9, p. 842-846, 2011.
- KLEIN, R. G. Population structure and the evolution of *Homo sapiens* in Africa. **Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews**, v. 28, n. 4, p. 179-188, 2019.
- KRUMBEIN, W. E. Stromatolites - the challenge of a term in space and time. **Precambrian research**, v. 20 n. 2-4, p. 493-531, 1983.
- KUNZLER, J. et al. Do acaso à relevância: a primeira coleta de fósseis devonianos do flanco norte da Bacia do Paraná. In: CARVALHO, I. S. (Ed.). **Paleontologia: Cenários de Vida**. 1 ed. Rio de Janeiro: Interciência, v. 4, p. 765-773, 2011.
- LIMA, M. R. **Fósseis do Brasil**. São Paulo: T.A. Queiroz Editora e EDUSP, 1989. 118 p.
- MELO, J. H. G. **A Província Malvinocáfrica no Devoniano do Brasil**: estado atual dos conhecimentos. Rio de Janeiro. 467 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985.
- OVIGLI, D. F. B. Prática de ensino de ciências: o museu como espaço formativo. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, p. 133-149, 2011.
- PENN-CLARKE, C. R. The Malvinokaffric Realm in the Early-Middle Devonian of South Africa. **Journal of African Earth Sciences**, v. 158, 2019.
- PENN-CLARKE, C. R.; RUBIDGE, B. S.; JINNAH, Z. A. Two hundred years of palaeontological discovery: review of research on the Early to Middle Devonian Bokkeveld Group (Cape Super-group) of South Africa. **Journal of African Earth Sciences**, v. 137, p. 157-178, 2018.
- PENN-CLARKE, C. R.; HARPER, D. A. Early-Middle Devonian brachiopod provincialism and bioregionalization at high latitudes: A case study from southwestern Gondwana. **GSA Bulletin**, v. 133, n. 3-4, p. 819-836, 2021.
- PENNISI, E. More genomes from Denisova Cave show mixing of early human groups. **Science**, v. 340, 6134, p. 799, 2013.
- PINO, M.; ASTORGA, G. A. **Pilauco**: A Late Pleistocene Archaeo-paleontological Site. Valdivia, Chile: Springer International Publishing, 2020.

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

QUADROS, R. **Paleontologia dos Brachiopoda – Lingulida, Strophomenida, Spiriferida, Terebratulida – Devonianos, da Serra de Atimã e arredores, Mato Grosso** – Brasil. Porto Alegre. 73 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987.

QUADROS, R. Braquiópodes devonianos do afloramento Tope de Fita, Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 53, n. 4, p. 767 - 784, 1981.

RIBEIRO, V. R. et al. Trilobitas devonianos das bacias do Paraná e Parecis no estado de Mato Grosso, Brasil. **Terr@ Plural**, v. 15, p. 1-15, 2021.

RIBEIRO, V. R.; GHILARDI, R. P.; CAMINHA, S. A. F. da S. Fácies deltaicas devonianas de Jaciara-Mato Grosso: o indício de uma nova proposta estratigráfica para a sub-bacia de Alto Garças. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 38, n. 3, p. 687-698, 2019.

ROXO, M. G. de O. Notas geológicas sobre a chapada de Matto Grosso. **Notas Preliminares e Estudos do Serviço Geológico e Mineralógico**, v. 15, p. 4 - 7, 1937.

RUBERT, R. R. et al. O registro de sedimentação flúvio-lacustre do Cretáceo da bacia dos Parecis na região nordeste mato-grossense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., Araxá, 2004. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, Araxá, 2004, p. 112.

SALGADO-LABOURIAU M. L. **História Ecológica da Terra**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher Ltda., 1994.

SCHEFFLER, S. M. **Crinóides e Blastóides do Devoniano Brasileiro**. Rio de Janeiro. 288 f. Tese (Doutorado em Ciências – Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SIMÕES, M. G.; RODRIGUES, S. C.; SOARES, M. B. Introdução ao estudo da Paleontologia. In: SOARES, M. B. **A Paleontologia na sala de aula**. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Paleontologia. Porto Alegre: Imprensa Livre, 2015.

SMITH, H. H. Discovery of Paleozoic rocks in Western Brazil. **The American Naturalist**, v. 17, n. 11, p. 1156 - 1157, 1883.

SCOTese, C. R.; BOUCOT, A. J.; MCKERROW, W. S. Gondwanan palaeogeography and palaeoclimatology. **J. Afr. Earth Sci.**, v. 28, p. 99-114, 1999.

TIMMERMANN, A. Quantifying the potential causes of Neanderthal extinction: Abrupt climate change versus competition and interbreeding. **Quaternary Science Reviews**, v. 238, 106331, 2020.

WÜST, I.; BARRETO, C. The ring villages of central Brazil: a challenge for Amazonian archaeology. **Latin American Antiquity**, v. 10, n. 1, p. 3-23, 1999.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L. A importância do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro para o ensino não-formal em ciências. **Ciências & Cognição**, v. 11, 2007.

VEGA, C. S.; DIAS, E. V.; RODRIGUES, S. C. Fósseis e Processos de Fossilização. SOARES, M. B. **A Paleontologia na sala de aula**. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Paleontologia. Porto Alegre: Imprensa Livre, 2015.

VEGA, C. S. et al. O. **Paleontologia**: evolução geológica e biológica da Terra. Curitiba: InterSaberes, 2021.

VIALOU, A. V.; VIALOU, D. Manifestações simbólicas em Santa Elina, Mato Grosso, Brasil: representações rupestres, objetos e adornos desde o Pleistoceno ao Holoceno recente. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas**, v. 14, p. 343-366, 2019.

VON AMMON, L. Devonische Versteinerungen von Lagoinha in Mato Grosso (Brasilien). **Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zur Berlin**, v. 28, p. 352-366, 1893.



Representação de machado pré-histórico. Acervo do Museu de História Natural de Mato Grosso • Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.



Crânio humano dentro urna funerária, encontrado na região de Reserva do Cabaçal. Acervo do Museu de História Natural de Mato Grosso • Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.

POVOAMENTO DO MATO GROSSO

SUZANA SCHISUCO HIROOKA

Apresentação

Arqueologia é a ciência que estuda os sítios arqueológicos, locais onde estão preservados vestígios de antigos povoadamentos humanos. A Arqueologia tem como objeto principal de investigação, indícios, registros rupestres, utensílios confeccionados pelos antigos povos que habitaram o planeta. Entretanto, vale ressaltar que um único objeto não é capaz de explicar a complexidade dos artefatos quando estão em seu local de origem, mas, em conjunto, explicam muitas questões arqueológicas, principalmente, com a natureza preservada.

A análise de uma área de significância arqueológica tem como método: estudos em escala macro, semi e micro, ou seja, pode envolver uma enorme dimensão com vários sítios de roças, coletas, e outras questões que simbolizam interações entre seres humanos e meio ambiente. Isso pode ocorrer em área de até 1 m². Em laboratório, com o material arqueológico coletado e demais componentes representativos da paisagem cultural, as investigações são feitas em escala microscópica, com interesse em observar desde pólenes a átomos. No contexto arqueológico busca-se compreender como os povos viviam, onde e como moravam, sua alimentação, seus rituais, incluindo até sua aparência física. Daí a importância que os sítios arqueológicos sejam protegidos e mantidos intactos.

O Mato Grosso possui 1.632 sítios arqueológicos cadastrados no Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), ao qual cabe fiscalizar e proteger esse patrimônio, desde a promulgação da Lei 3.924/1961. A nossa história, como população humana, depende da preservação dos sítios arqueológicos, sendo obrigação de todos a sua conservação, conforme a legislação em vigor.

Para a Arqueologia, os objetos, ou a cultura material, são fundamentais para entender as sociedades do passado e as mudanças que sofreram ao longo do tempo. A Figura 1 mostra as etapas de uma escavação arqueológica.

O início do povoamento

Registros mostram que os ancestrais mais antigos possuem em torno de 3 milhões de anos e ainda não representavam o gênero *Homo*. Algumas características desses ancestrais são marcantes para a evolução do homem e da mulher, a saber: andar bípede, cérebro maior, posição do polegar transversal aos demais dedos, visão estereoscópica (ver em três dimensões), e giro da cabeça do fêmur em 90° (tornando sua posição mais ereta), acarretando grande vantagem aos *Australopithecus*.



Os mais antigos fósseis já encontrados dos seres humanos modernos (*Homo sapiens*) têm ao menos 233 mil anos. No leste da África, em 1967, pesquisadores encontraram um

Os primeiros grupos de humanos, já do gênero *Homo*, viveram no Período Pleistoceno, de 1 milhão de anos a cerca de 10 mil AP (= Antes do Presente, tendo como base de referência o ano de 1950 D.C. – depois de Cristo). Os mais antigos fósseis, já do *Homo sapiens*, foram encontrados em 1967, no leste da África, possivelmente na Etiópia, na forma de crânio, vértebras da coluna, ossos dos braços e das pernas petrificados. Os fósseis foram descobertos em ambientes de lagos, muito favoráveis à sobrevivência de vários grupos de seres vivos, sob clima favorável ao processo de fossilização, em especial, das partes duras (ossos). Além disso, é possível identificar pegadas e outros vestígios no local, como instrumentos e estruturas confeccionadas por antigos habitantes da região.

O Pleistoceno teve longos ciclos de clima glacial, intercalados por algumas fases mais quentes e curtas. Ao total, foram quatro ciclos de frio e seca que perduraram, aproximadamente, 100 mil anos cada, intercalados por períodos menores de 10 mil anos, ora quente, ora úmido, caracterizando o interglacial (Figuras 2 e 3). Para maior compreensão desse período, é necessário um longo e incessante tempo para entender a origem e a dispersão do gênero *Homo* pelo mundo.

Nos períodos glaciais, havia aumento de gelo nos polos e nas montanhas mais altas do planeta, com a consequente diminuição da água dos oceanos, resultando no recuo do mar. Isto acarretava grande transporte de sedimentos e modelagem da superfície do relevo pelo processo erosivo, seguindo-se a deposição de sedimentos no interior de grutas e abrigos sob rochas, em terraços fluviais e antigas praias. Já os ciclos interglaciais provocaram o aumento da temperatura e de chuvas, o degelo dos glaciais e o aumento do nível do mar. Os períodos glaciais do Pleistoceno foram deno-

Figura 1 – Infográfico do funcionamento de uma escavação arqueológica.
Fonte: Adaptado de Urbim et al., 2010.

minados cronologicamente: Gunz, Mindel, Riss e Würm, quando houve exigência constante de readaptação da fauna e da flora às novas condições climáticas impostas no período.

Este quadro instável das temperaturas obrigou os seres vivos a se adaptarem às novas condições ou a migrarem em busca de lugares mais favoráveis para viver. As faunas norte-americana e sul-americana ficaram isoladas pelo aumento do nível do mar, sob condições de clima quente, de forma que se desenvolveram distintamente, dando origem a animais endêmicos (exclusivos de uma região específica). Posteriormente, o advento de época glacial e o consequente aumento do gelo e recuo do mar favoreceram a migração, permitindo a mistura das faunas (Figura 4). Existem registros de fósseis, como: animais das famílias dos ursos, gatos, veados, lebres, elefantes, entre outros, que surgiram na América do Norte. Já o tatu, o bicho preguiça, porco espinho e marsupiais evoluíram na América do Sul, com a ligação dos continentes pelas pontes terrestres formadas pelo congelamento e recuo do mar, provocando uma grande mistura dessas faunas.

A vegetação também evoluiu e mudou conforme as mudanças climáticas, durante o período glacial. As gramíneas dominavam a superfície, fornecendo alimento aos animais herbívoros e os de hábito pastoril, em especial, a megafauna. Mas, com o domínio do clima quente, as gramíneas foram substituídas pelas florestas, o que facilitou a existência de outros grupos de animais. Na fase interglacial, o ambiente tornou-se propício para a diversificação das espécies, o surgimento de novas espécies e a extinção daquelas menos adaptáveis ao clima.

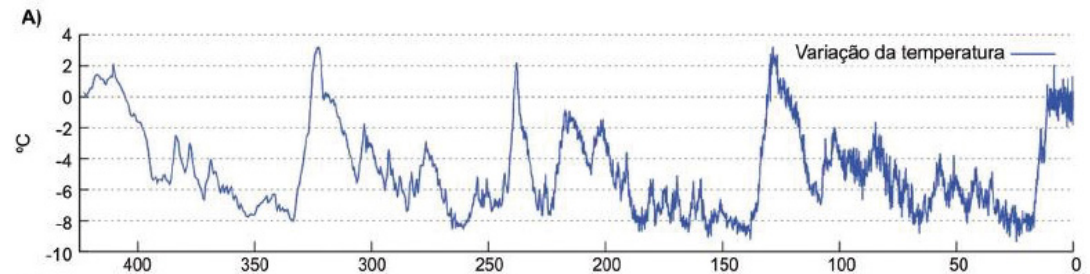


Figura 2 – Flutuações da temperatura durante os períodos glaciais e interglaciais. Fonte: Adaptado de Petit et al., 2000.

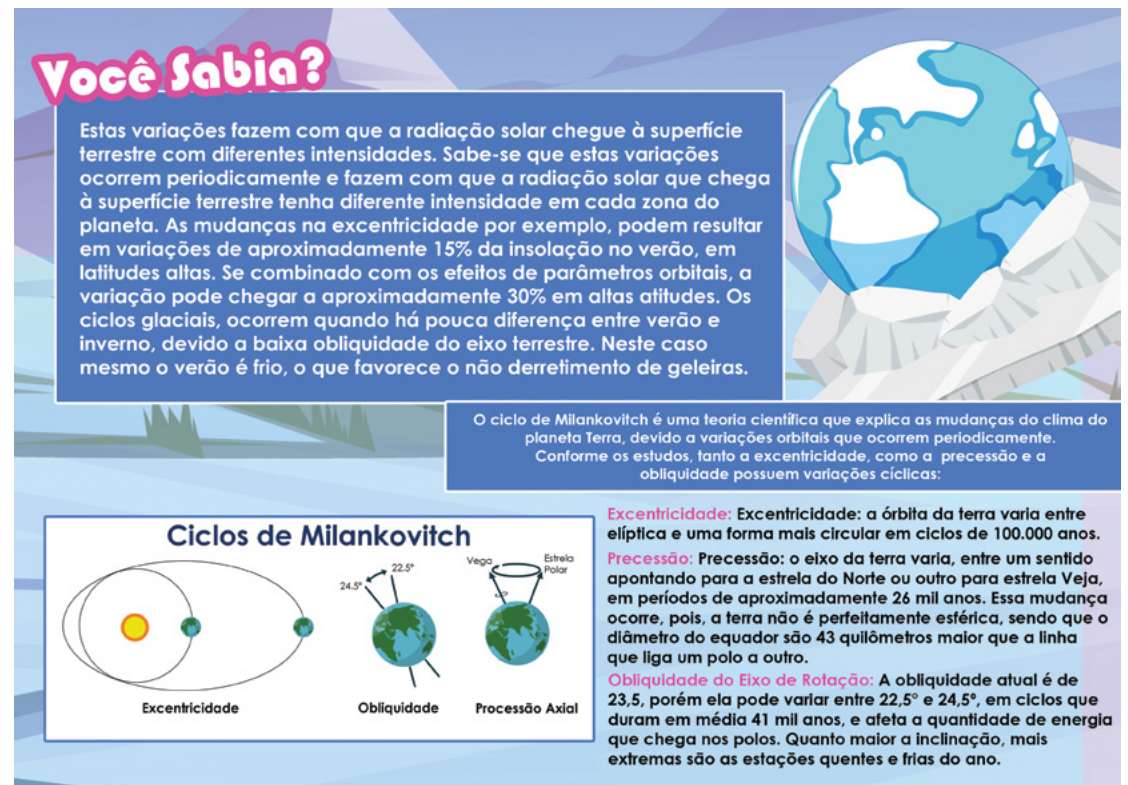


Figura 3 – Infográfico explicando os ciclos glaciais e interglaciais. Fonte: Modificada de Montebianco, 2014.



Figura 4 – O Grande intercâmbio da fauna durante os períodos glaciais, com a formação de pontes terrestres ligando a América do Norte e a América do Sul.

Fonte: Hoffmeister, 2016.

A megafauna do Pleistoceno era formada por um grupo de animais gigantes, que se adaptaram aos climas glaciais, como a preguiça gigante, o tatu gigante, mastodontes (elefantes), ursos, tigres dente de sabre, entre outros. Esses animais conviveram com seres humanos no final da última glaciação (Würm) e interagiram, ainda, com povos pré-históricos, inclusive no Mato Grosso, como veremos pouco adiante.

Os movimentos climáticos impulsionaram os indivíduos do gênero *Homo* a se adaptarem ao meio ambiente e a evoluírem como espécies. Vários não sobreviveram e tornaram-se extintos como espécie humana primitiva. Isso tudo, em razão do crânio ser um pouco menor que dos demais indivíduos. Podem ser citados como exemplos: *Homo rudolfensis*, *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo ergaster*, *Homo heidelbergensis* e *Homo neanderthalensis*, entre outros. A única espécie sobrevivente foi o *Homo sapiens* que migrou e se adaptou em todos os continentes. O último continente a ser colonizado pelo *Homo sapiens* foi o americano que se divide em três subcontinentes: América do Norte, América Central e América do Sul.

O Período Pleistoceno no estado de Mato Grosso foi marcado por temperaturas de 5 a 10°C mais frias. A expansão das geleiras ocorreu somente nos Andes e em outras cordilheiras e montanhas bem altas. Esse ambiente glacial não chegou a atingir o Brasil e muito menos Mato Grosso, no sentido de formação de geleiras, porém, o clima era frio e seco, a ponto de mudar a fauna e flora da região, assim como impulsionar a colonização dos seres humanos pelo mundo.

Caçadores Coletores

Sítio Arqueológico Santa Elina – o início do povoamento em Mato Grosso

O Sítio Santa Elina está localizado no Município de Rosário Oeste, MT, numa região de serra calcária de grande beleza cênica e exuberante vegetação (Figura 5). As rochas calcárias são solúveis em água e, portanto, formam cavidades naturais conhecidas como abrigos, cavernas e grutas. Esses locais são excelentes ambientes para a fossilização e a conservação de vestígios humanos.

Esse sítio arqueológico representa o registro mais antigo de grupos humanos no Mato Grosso, durante o Pleistoceno. As datas indicam uma ocupação de 27 mil anos AP, final da última glaciação, a Würm. Assim, é possível imaginar um ambiente frio e seco, com o domínio de uma vegetação de cam-

pos com poucas árvores e muitas gramíneas, muito semelhante ao campo cerrado e à caatinga, onde viviam grandes animais pastores, como a preguiça gigante (*Eremotherium laurillard*), tatu gigante (*Pampatherium Humboldt*), elefante (*Haplomastodon waringi*), entre outros que hoje estão extintos.

Homens e mulheres desse período eram caçadores-pescadores-coletores, nômades e desconheciam a agricultura. Viviam em pequenos grupos familiares, que se deslocavam constantemente em busca de recursos naturais para sobrevivência. Da natureza provinha tudo que necessitavam, obtendo, assim, grande conhecimento sobre o meio ambiente: remédios, alimentos, água, moradias, vestimentas e ferramentas. Dominavam também as fases de sazonalidade – períodos de abundância e escassez, como exemplo: época da piracema e o período em que deveriam estar à beira dos rios pescando; ciclo dos frutos do cerrado, em especial, do pequi, coletando-o e desfrutando seu sabor exótico, já naquele tempo.

Esse movimento da natureza era muito bem conhecido pelos grupos humanos que acompanhavam sua dinâmica, se deslocando conforme o ritmo dela. Importante ressaltar que a permanência e a fixação desses grupos num mesmo local por um tempo mais longo, representavam um risco, pois os recursos para alimentação poderiam se esgotar. Assim, como estratégia, deslocavam-se em várias rotas, para, depois de alguns anos, retornarem a locais ocupados anteriormente e com recursos renovados.

Os povos nômades ocupavam vários tipos de ambientes, onde deixavam seus vestígios. As moradias eram de dois tipos: acampamentos a céu aberto e abrigos sob rocha. Os primeiros, geralmente, serviam para caça, pesca e coleta de frutos, raízes, fibras para cordas e outros recursos vegetais. Esses locais eram ocupados por tempo curto, deixando poucos vestígios, e dispersos pelas intemperes atmosféricas. Já os abrigos possuíam uma configuração diferente, considerando que protegiam das chuvas e do vento, eram ocupados por um tempo maior e por vários grupos, havendo grande quantidade de materiais usados pelos homens pré-históricos.



Figura 5 – Ilustração dos paredões calcários do Sítio Arqueológico de Santa Elina – Mato Grosso.

Fonte: Vialou e Vialou, 2019.

Assim, o Abrigo Santa Elina constitui um sítio arqueológico excepcional, bem protegido pelas camadas de rocha calcária, que abrigavam os indivíduos da umidade, com sedimentos de pH neutro (pH 6 -7) e permitiam a conservação dos artefatos deixados por esses habitantes. As escavações

arqueológicas foram realizadas, por três décadas, pela equipe do Museu de História Natural de Paris/França e a Universidade de São Paulo (USP), com a descoberta de várias camadas de sedimentos sobrepostos. Cada camada representa uma fase de ocupação pré-histórica, sendo as camadas mais superficiais indicativas de tempos mais recentes e, as mais profundas, de períodos mais antigos. O excelente nível de conservação do sítio permitiu a conservação de fibras, cordas, sementes e uma sandália feita de palha e cordas. Esses objetos, confeccionados com vegetais, são de rápida degradação, em geral. Entretanto, foram preservados no Abrigo Santa Elina (Figura 6), o que é bastante raro no mundo.



Figura 6 – Escavações (área central da foto) feitas por arqueólogos da missão franco-brasileira no Sítio Arqueológico Santa Elina, com destaque para as camadas de rochas calcárias, situadas lateralmente à área escavada, que protegeram da umidade e preservaram os artefatos.

Fonte: Suzana Hirooka, 2022.

O Sítio Santa Elina possui várias datações com carbono 14, que revelam distintas fases de ocupações. Essas datações são produzidas a partir do peso atômico do carbono que possui características isotópicas, significando que perdem massa com o tempo e mudam seu peso atômico, sendo possível a datação (Figura 7). Explicando melhor, todos os seres vivos possuem carbono e, a partir da sua morte, começa a contagem da perda da massa do átomo de carbono, que é calculada pelo tempo que leva para reduzir a metade do seu peso. O tempo de meia vida do C14 é de 5.730 anos. Isto significa que, se um organismo morreu há 5.730 anos, terá a metade do conteúdo de C14. Esses dados também podem ser referenciados pelo carvão de uma fogueira encontrado em sítios arqueológicos.

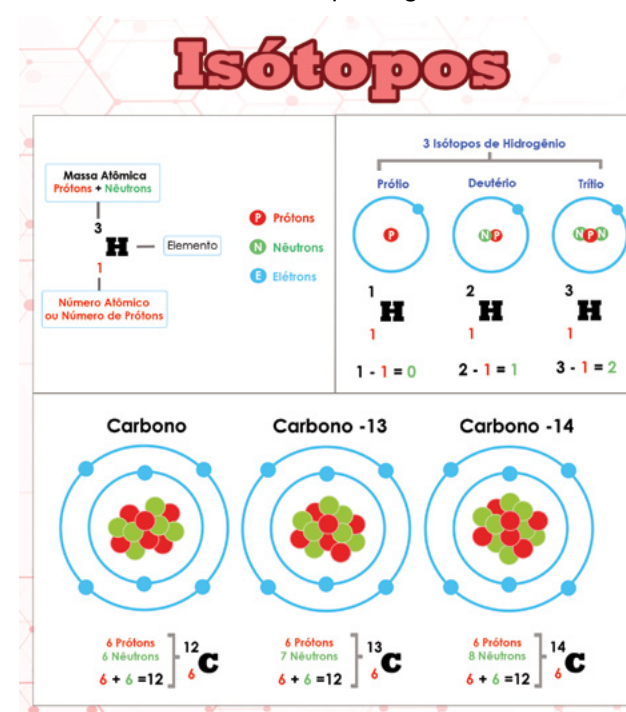


Figura 7 – Ilustração demonstrando como ocorre a diminuição do peso atômico pela radiação; no caso do carbono, a radiação é inofensiva aos seres humanos, mas de grande utilidade para a datação das antigas ocupações humanas.

Fonte: Modificada de Dreamstime, 2022.

Milhares de artefatos foram encontrados nas escavações arqueológicas de Santa Elina, entre os quais estão: ferramentas de pedra (líticos), ossos de animais, restos vegetais, vários emaranhados de fibras provavelmente de uso medicinal.

Na Gruta do Curupira, situada a poucos quilômetros de Santa Elina, foram identificados três tipos de preguiça gigante extintas há bastante tempo. A descoberta mais relevante foram os ossos da megafauna extinta (Figura 8). Numa camada, a mais de cinco metros de profundidade, foram encontrados milhares de fósseis de pequenos ossos, que ficavam embaixo da pele da preguiça gigante, os osteodermas, além de vértebras, sendo identificados como de um *Glossotherium lettsomi*, uma família de preguiça gigante do tamanho de um boi. Vialou et al. (1995) apresentam uma datação indireta em carvão, e sugerem a idade desse fóssil de preguiça gigante de 11.990–11.400 AP.



Figura 8 – Osteodermas de vários tipos de preguiça gigante, oriundos da Gruta do Curupira, município de Rosário Oeste, MT. Fonte: Acervo do Museu de História Natural de Mato Grosso, 2022.

A associação faunística da Gruta do Curupira é composta por 15 espécies da fauna pleistocênica (Figura 9). Do total, cinco espécies estão extintas: *Eremotherium laurillardi*, *Pampatherium humboldti*, *Glossotherium* sp., *Propraopus sulcatus* e *Scelidodon cuvieri*. Segundo Hirooka (1997 e 2003), outras dez espécies possuem representantes atuais, como: *Tapirus terrestris*, *Tayassu tajacu*, *Aguti paca*, *Alouatta* sp., *Mazama* sp., *Pteronura brasiliensis*, *Pteronotus parnelli*, *Chrotopterus auritus*, *Palaeosuchus* sp. e *Phrinops* sp. (Figura 10).

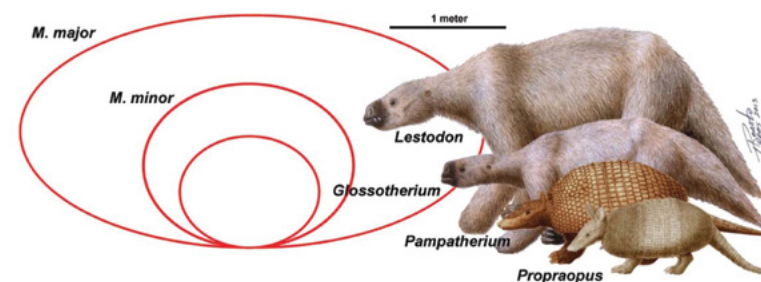


Figura 9 – Três representantes da megafauna do estado de Mato Grosso, com destaque para o gênero *Glossotherium*, identificado no Sítio Arqueológico Santa Elina, e os gêneros *Pampatherium* e *Propraopus*, na Gruta do Curupira. Os círculos vermelhos mostram a relação de tamanho das tocas escavadas, indicando hábito fossorial. Crédito: Renato Lopes. Fonte: Lopes e Jorge, 2022.



Figura 10 – Representantes da fauna pleistocênica identificados na Gruta do Curupira, com o gênero *Eremotherium* (preguiça gigante), ao fundo, bem como o *Tapirus terrestris* (anta), entre os maiores animais da América do Sul dos últimos 12 mil anos. Apenas os animais em cores ainda existem no continente. Arte por Maurício Antón. Fonte: Anton e Tunes, 2022.

A arte rupestre é a primeira expressão artística dos seres humanos e foi elaborada sobre superfícies lisas das rochas, utilizando, principalmente, tintas à base de minerais de diferentes matérias-primas, cujas substâncias eram ideais para tal tipo de registro. As rochas possuem minerais com cores, usados até os dias atuais na produção de tintas. O principal mineral é o ferro que, na oxidação, exibe vários tons de vermelho e amarelo, bastante interessantes para a criação de painéis, expressões em desenhos. O Abrigo Santa Elina possui centenas de pinturas, muitas vezes sobrepostas, indicando a passagem de vários povos que deixaram suas manifestações de arte, de modo que a pintura sobre outros desenhos seria um modo de demarcar território.

As pinturas de Santa Elina expressam imagens de vários animais, algumas já bem apagadas pelo tempo, como a de uma grande anta quase imperceptível aos nossos olhos. Entretanto, outros animais estão representados de maneira mais legível: macaco, cervo, porco do mato, entre outros. Uma pintura bastante impressionante é a autorrepresentação desses antigos povos. Provavelmente, não se trate do primeiro habitante local ou dos mais antigos ancestrais em solo mato-grossense, mas talvez represente um dos ocupantes da região que, por 27 mil anos, tem sido habitada de maneira sucessiva. Os detalhes da ornamentação permitem imaginar como seria um dos habitantes de Santa Elina: cabelos amarrados no topo da cabeça e orelhas furadas e alargadas (Figura 11), e outros animais presentes (Figura 12).

O povo de Santa Elina não estava só; outros povos caçadores coletores habitaram o Pleistoceno em Mato Grosso. No entanto, é importante ressaltar que a conservação e a preservação desses sítios arqueológicos não são tarefa fácil, pois dependem de uma série de fatores, como a



Figura 11 – Arte rupestre do Sítio Arqueológico Santa Elina, mostrando um homem ancestral (antropomorfo) e vários exemplares de animais (zoomorfos).

Fonte: Suzana Hirooka, 2022.

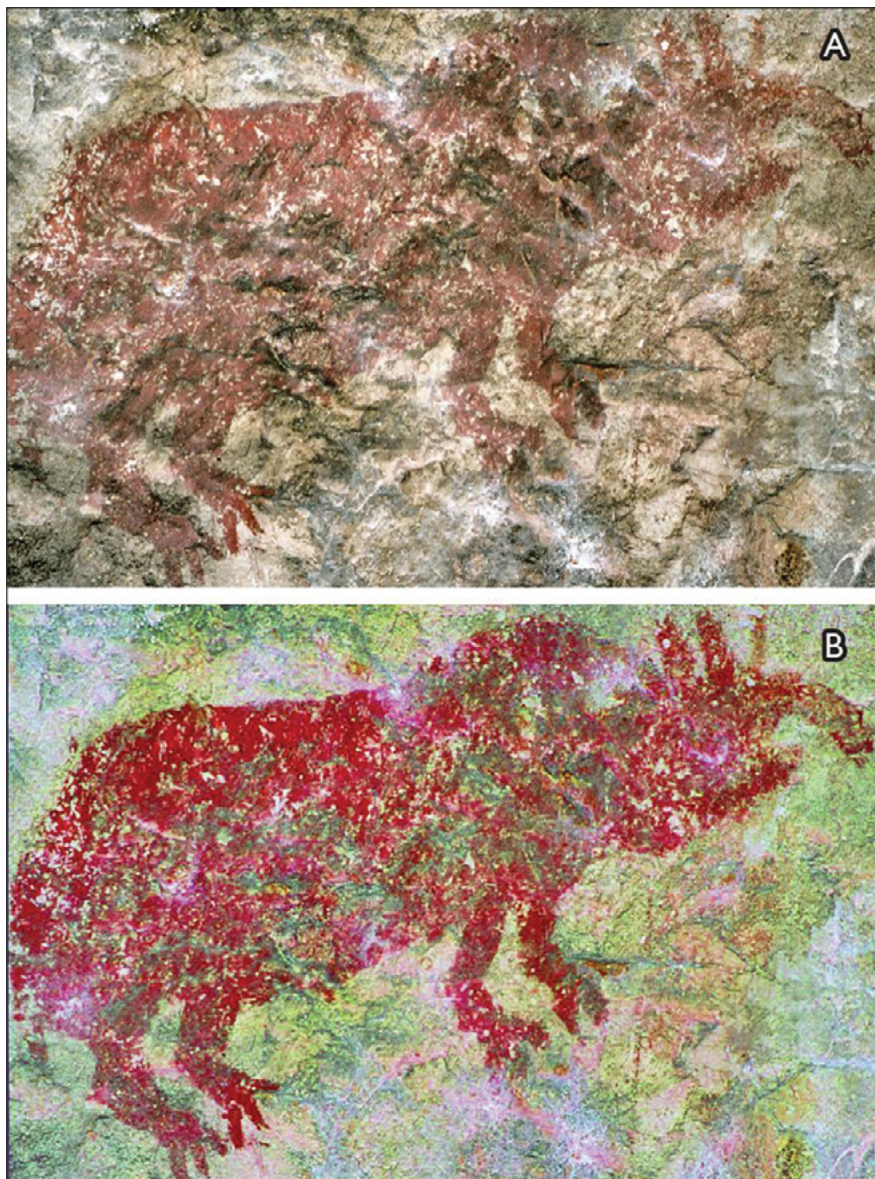


Figura 12 – Idem foto anterior, com destaque para: A) Anta (tapir), pintura de cor violeta, com cerca de 1 metro. B) Anta com utilização D-Stretch filtro (YRD).

Fonte: Vialou e Vialou, 2019.

existência de políticas públicas de preservação, somando esforços com a população no campo da educação patrimonial e ambiental. Além disso, é importante contar com o equilíbrio da natureza, considerando que as intempéries naturais prejudicam a manutenção desses locais, tanto quanto os impactos ambientais provocados em nome do desenvolvimento e do progresso. Assim, a sustentabilidade deve estar sempre em foco, evitando prejuízos à natureza e, por consequência, aos sítios arqueológicos.

Para resumir, um sítio pleistocênico constitui uma joia rara da história da humanidade e deve ser protegido, daí a importância de se incentivar programas de conscientização. Sítios como o Abrigo Santa Elina merecem uma política preservacionista ativa.

O principal artefato dos caçadores coletores são as ferramentas de pedras lascadas, conhecidas por artefatos líticos e que foram essenciais para se entender a evolução dos caçadores coletores, já que apresentam tecnologias e pensamentos sobre as formas de agir e criar desses povos pré-históricos. Essas ferramentas revelam um alto padrão tecnológico com técnicas específicas e eficientes na produção de ponta de flechas, facas, raspadores, serras, furadores etc. Com isso, foi possível garantir a sobrevivência de grupos humanos nesse rico ambiente composto por tantos recursos botânicos, minerais e faunísticos, ainda a serem explorados.

A técnica de confecção de ferramentas pelos caçadores coletores foi o lascamento, que necessitava do percutor, um tipo de martelo que empregava a punção para a retirada das partes indesejáveis e para a moldar a forma imaginada pelo artesão (Figura 13). Os percutores podiam ser duros, como seixos de rio, ou moles como o chifre de veado. Os artefatos líticos, resultantes do manejo desses instrumentos, refletem a evolução da sociedade humana.

A tecnologia lítica envolve muitos estudos minuciosos dos arqueólogos, sendo possível dividir os povos da pré-história com base nas ferramentas, na utilização dos recursos naturais e no seu padrão de assentamento (Figura 14). Esses estudos possibilitam mapear a migração do povoamento pelo mundo, uma vez que os artefatos líticos são resistentes à degradação e constituem os principais vestígios para definir as populações do Pleistoceno.



Figura 13 – Ilustração do processo de retirada das lascas do núcleo.

Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado



Figura 14 – Instrumentos líticos lascados, salvaguardados no Museu de História Natural de Mato Grosso.

A) Ponta de flecha proveniente do Sítio Barranco Alto, Paranatinga/MT (Alto Xingu). B) Ponta de flecha encontrada no município de Alto Paraguai, MT. C) Instrumento lascado, coletado no município de Chapada dos Guimarães, MT. D) Instrumento lítico procedente de Alto Paraguai/MT. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado

Os Agricultores

O meio ambiente é uma das forças que impulsionam mudanças culturais na sociedade, em constantes processos de adaptação dos seres humanos ao meio, garantindo sua sobrevivência. As sociedades pré-históricas dependiam, totalmente, dos recursos da natureza para seu desenvolvimento. Assim, as grandes mudanças ambientais geradas ao final da última glaciação (Würm) resultaram na extinção da megafauna e na expansão das florestas tro-

picais, em decorrência do aumento do calor e da umidade. Com isso, houve grandes adaptações ao novo ambiente e os grupos humanos descobriram a agricultura, há aproximadamente 8.000 anos AP.

Foi necessário um longo período de tempo para a utilização das plantas com fins alimentares, uma vez que os registros arqueológicos demonstram grande expansão dos grupos ceramistas a partir de 2.000 anos AP. Esse processo de seleção das espécies vegetais que melhor satisfaziam as necessidades humanas, aprimorou a genética das plantas com potencial alimentar e, ainda, impulsionou as redes de troca de sementes e de alimentos com povos de outras regiões. Dessa forma, surgem roças, com milho, mandioca, amendoim, feijão, abóbora, entre outras. As sementes foram repassadas de uma geração para outra, provocando seleção genética, que aprimorou o sabor e a qualidade dos alimentos para consumo humano.

A implementação da agricultura trouxe grandes e inúmeras mudanças, como o sedentarismo, ou seja, os antigos caçadores-coletores abandonam o hábito nômade e se fixam em um local por vários anos, dedicando-se às roças para plantar, colher e armazenar os alimentos. O armazenamento trouxe segurança alimentar, possibilitando o aumento do número de indivíduos em grandes aldeias. Com o aumento da população, foi necessária a organização da sociedade em cacicados, clãs, o estabelecimento de regras sociais e de uso do meio ambiente, específicas para cada povo.

O advento da agricultura propiciou a criação de um novo objeto, a cerâmica, para cozinhar e armazenar os alimentos colhidos nas plantações. A cerâmica possui características semelhantes às rochas e não se degrada com o tempo, tornando-se um objeto de grande importância para os estudos da Arqueologia. A cerâmica também está presente nas práticas ritualísticas, como as urnas funerárias, usadas para enterrar os mortos. As urnas podiam comportar um corpo humano ou ser de tamanhos menores para armazenar as cinzas após a cremação, ou para partes do corpo, a exemplo de um crânio encontrado em uma pequena urna no município de Reserva do Cabaçal, MT. Na Figura 15, estão exemplificadas algumas urnas, que fazem parte do acervo do Museu de História Natural de Mato Grosso.



Figura 15 – Artefatos de cerâmica salvaguardados no Museu de História Natural de Mato Grosso. A) Urna com crânio humano. B) Urna com cinzas oriundas de cremação. C) Urna para ossos humanos.

Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.

As ferramentas confeccionadas a partir da técnica de polimento também marcam o grupo dos agricultores e utilizam uma técnica típica, que consiste em friccionar a superfície do instrumento sobre uma rocha (polidores), para obter uma ferramenta lisa e lustrosa. A técnica mais conhecida é o machado polido, uma ferramenta criada para o manejo das roças, com a função de abrir clareiras nas florestas, cavar o solo para plantar, triturar e macerar os alimentos de origem vegetal (Figura 16).



Figura 16 – A a F) Ilustração de machados polidos.

Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.

As oficinas líticas de instrumentos polidos são, geralmente, encontradas às margens de rios, onde afloram rochas basálticas, predominantemente. Nesses lugares estão impressas marcas das bacias de polimentos, com for-

mas variadas conforme o lado da peça a ser polida. A ocorrência à beira de rios está relacionada à disponibilidade de água e areia fina, para dar forma e polir o instrumento (Figura 17).



Figura 17 – Exposição externa no Museu de História Natural de Mato Grosso, com polidores do Sítio Arqueológico Cachoeira do Chupinguaia, juntamente com esculturas artísticas de argila representando paleoíndios.

Fonte: Acervo do Museu de História Natural de Mato Grosso, 2022.

Os artefatos de cerâmica e os instrumentos de pedra polida possuem várias formas, apesar de terem a mesma função. Vamos fazer uma analogia com o carro, todos possuem a função de transportar pessoas ou cargas, mas seus modelos e modos de fazer variam muito e recebem influência da sua origem (carro japonês, italiano etc.). Assim, cada povo pré-histórico imprimiu traços de sua tradição cultural nos artefatos, garantindo a diversidade.

As tradições ceramistas se diversificaram e expandiram por todo o estado de Mato Grosso. Os registros mais antigos disponíveis estão entre 3.000 e 2.000 anos AP, porém, podem ter sido anteriores e foram degradados ou faltam pesquisas para sua identificação. Apesar disso, ainda existem algumas sociedades indígenas no estado que continuam produzindo cerâmicas, mantendo sua cultura.

Algumas teorias indicam que houve migração de povos ceramistas para o Centro-Oeste do Brasil. Nesse contexto, o estado de Mato Grosso se destaca com grande diversidade de tradições ceramistas, para onde convergiram diferentes grupos no centro geodésico das Américas, resultando tanto em conflitos como em uniões e parcerias. Alguns sítios arqueológicos apresentam uma verdadeira mistura de artefatos e, até mesmo, troca de conhecimento entre as diferentes tradições (BROCHADO, 1984; ROBRAHN GONZALEZ, 1996). Em seguida, são abordadas e ilustradas algumas tradições ceramistas mais conhecidas e estudadas de Mato Grosso.

a) Tradição Una

A Tradição Una corresponde a um grupo de elementos ou técnicas distribuídos ao longo do tempo e representa uma transição entre os caçadores-coletores e os ceramistas, com idade entre 2.500 e 2.000 anos AP em Mato Grosso (VILHENA-VIALOU; VIALOU 1994; WÜST; VAZ 1998; OLIVEIRA; VIANA, 2000).

Os grupos dessa tradição são chamados agricultores incipientes, representando a fase inicial da prática agrícola. As estratégias de sobrevivência utilizadas baseavam-se na caça e na coleta. Entretanto, com a introdução

na agricultura, passaram a empregar técnicas de plantio e colheita. Em geral, os sítios arqueológicos estão localizados em abrigos de rochas nas camadas mais superficiais. Alguns sítios estão a céu aberto, mas as pesquisas são insuficientes para interpretar tais modelos, existindo um hiato em torno dessas áreas de importância arqueológica em Mato Grosso. Outro agravante é a vulnerabilidade à degradação dos sítios a céu aberto, diferentemente daqueles localizados em abrigos.

A cultura material desses sítios é representada, principalmente, pelos líticos lascados e poucas cerâmicas. A cerâmica é simples, sem decoração, compostas de vasilhames pequenos e com funções utilitárias, em especial, cozinhar e armazenar. Na cerâmica da Tradição Uma, a cor é escura, provavelmente, em função da queima rápida, o que poderia explicar a fácil dissolução deste artefato em ambiente a céu aberto e a dificuldade de localização desses sítios.

As práticas de sepultamento são características marcantes dessa tradição, pois ocorrem dentro de abrigos ou cavernas, que favorecem sua preservação, feitas em covas com o corpo estendido ou em posição fletida (coluna curvada e a cabeça próxima ao corpo). Junto ao corpo, foram encontradas contas de colares (SCHMITZ et al., 1989).

b) Tradição Tupi-Guarani

A Tradição Arqueológica Tupi-guarani está presente em todo o território nacional. Sua origem se encontra na Floresta Amazônica, em especial em Rondônia, onde estão os sítios mais antigos. A partir dessa região, a tradição Tupi-guarani ocupou as demais regiões do país, em especial, o litoral brasileiro, abrigando milhares de indígenas de origem tupi-guarani, anteriormente à chegada dos colonizadores.

Esses povos, que ocupavam grande parte do território brasileiro, boliviano, paraguaio, do Uruguai e da Argentina, tiveram sua etnogênese na Amazônia de onde partiram para o leste e para o sul, por volta de 2.500 anos AP (NEVES, 2011). Essa longa migração e ocupação do território nacional resul-

tou na diversificação dessa tradição em várias fases, sugerindo divisão entre os grupos e adaptações em ambientes distintos. As principais características consistem numa decoração cerâmica com técnicas de incisão, empregando desenhos decorativos, usando instrumento pontiagudo ou os próprios dedos, resultando em padrões, conhecidos como decoração incisa, ungulada ou beliscada e digitada. A outra técnica é a pintada, com tinta à base de recursos minerais, animais e vegetais, preferencialmente na cor vermelha, seguida de roxo, amarelo, preto e branco. Os motivos e temas das pinturas são diversos e expressam cada povo indígena da pré-história (Figura 18).

Os grupos tupi-guaranis ocupavam as margens dos grandes rios, em fileiras de casas. Eram exímios cultivadores de mandioca. Em Mato Grosso, os sítios arqueológicos dessa tradição são poucos, comparados às demais tradições. Muitos sítios apresentam artefatos tupi-guarani junto com as tradições Una, Uru e Xingu, indicando prováveis relações de trocas durante os movimentos de migração.

No Museu de História Natural de Mato Grosso existe uma coleção expressiva da fase incisa da Tradição Tupi-guarani, coletada às margens do rio Apiacás, município de Alta Floresta, no norte do estado. Essa cerâmica possui vários tipos de decoração incisa (feita com o barro ainda úmido em baixo relevo). O termo empregado para o processo de confecção cerâmica, com o uso das unhas, é denominado decoração ungueal. Os recipientes característicos dessa técnica são: vasilhas médias e grandes, algumas com forma complexa e com ombros, bases convexas ou planas e bordas com reforço. Instrumentos líticos lascados também são frequentes nesses tipos de sítios e apresentam marcas de técnicas de polimento além, do lascamento (SCHMITZ et al., 1989).

c) Tradição Pantanal

A principal característica da Tradição Pantanal é a adaptação ao ambiente aquático característico da grande planície de inundação, conhecida como Pantanal. Os vestígios dessa tradição ocorrem nos altos dos barrancos nas margens dos rios ou nos aterros construídos pelos povos do passado.



Figura 18 – A a D) Cerâmicas típicas da Tradição Tupi-guarani: fase incisa com técnicas tipo ungueal.

Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.

Os aterros são especialmente interessantes, porque constituem montículos de terra e de conchas que se mantêm secos durante as cheias do Pantanal. Essas superfícies construídas artificialmente foram e são ocupadas de modo sucessivamente desde a pré-história.

A tradição Pantanal, datada de 2.000 AP, pode ser caracterizada por vasilhames pequenos (Figura 19), cachimbos tubulares e fusos de cerâmica, o que indica o cultivo de fumo e de algodão. Os sepultamentos ocorriam em grandes urnas funerárias e, geralmente, os corpos eram preparados para se acomodarem nas urnas, evidenciando uma organização social bastante ligada a rituais fúnebres com duração de vários dias (OLIVEIRA; VIANA, 2000).



Figura 19 – Utensílio da Tradição Pantanal.

Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.

d) Tradição Uru

A Tradição Uru ocupa grande parte do Cerrado, nas bacias do rio Araguaia e do rio Paraguai. As datações mais antigas são do século VIII, possivelmente, se mantiveram até a chegada dos colonizadores. Esses sítios

arqueológicos localizam-se em relevo plano e, geralmente, às margens dos rios de pequeno e médio porte. A prática da agricultura incluía o cultivo da mandioca, entre outras espécies. Essas aldeias são classificadas como grandes aldeias na forma circular, ou seja, com as casas dispostas uma ao lado da outra e na forma circular.

As grandes aldeias provêm dos estudos arqueológicos, que tiveram como base os vestígios de artefatos cerâmicos em pacotes sedimentares de até 60 cm, podendo atingir um raio de até 1 km de dispersão. Outro demarcador são as manchas de terra preta em solos orgânicos formados pelas ocupações humanas. Há exemplos de sítios com até três círculos de casas, com estimativa populacional de cerca de 1 mil pessoas.

Os sítios menores formavam redes de ocupações, com a finalidade de abastecer a população. Uma população de mais de mil pessoas requer uma grande quantidade de alimentos, e as estratégias para abastecimentos são características culturais próprias de cada sociedade. Em alguns sítios, constatou-se uma disposição arqueológica, onde a parte central correspondia à “casa dos homens” (SCHMITZ et al., 1981, 1982; WÜST, 1983, 1990). Os artefatos característicos dessa tradição são vasilhas com formato de pratos e assadores de biju, grandes tigelas rasas para processamento de mandioca, potes para estocagem de água, fermentação e conservação de bebidas. As decorações são raras e compreendem apêndices ou apliques, suportes de panelas, asa ou alça.

e) Tradição Aratu

As ocupações dos grupos portadores da Tradição Aratu são datadas do século IX e desapareceram antes da conquista europeia. Os sítios arqueológicos estão localizados na divisa de Mato Grosso com Goiás, e se expandiram para o litoral brasileiro. Os modelos ocupacionais se caracterizam por áreas com relevo ondulado, vegetação do tipo floresta e nas margens de rios. Como na tradição Uru, essas aldeias são classificadas como grandes, forma circular, com uma rede de sítios menores voltados para a coleta, caça, pesca e roças,

variando conforme o conhecimento de cada sociedade. O principal sustento dos grupos da Tradição Aratu provinha de milho, feijão e tubérculos, com a ausência de mandioca (SCHMITZ 1976, 1977; SCHMITZ; BARBOSA, 1985).

Na Tradição Aratu, a cultura material é marcada por grandes vasilhames, que comportavam dezenas a centenas de litros. Esses utensílios tinham formato de “pera”, esferas ou elipsoides, com bases arredondadas, côncavas ou furadas. Destacam-se, ainda, rodela de fuso, carimbos e cachimbos tubulares.

f) Tradição Xinguana

A Tradição Xinguana está localizada no alto Xingu, cujas datações mais antigas, do século XI, também são caracterizadas por grandes aldeias, com até 2 mil pessoas. Essas aldeias possuíam como característica particular grandes valas construídas no seu entorno, na forma de trincheiras e sugerem uma função defensiva (HENCKENBERGER, 1998).

No passado, os povos indígenas enfrentavam guerras e batalhas territoriais, fundamentais para sua sobrevivência. Entretanto, existiam também povos amistosos, que mantinham relações de trocas de objetos, o que é comprovado pelos vestígios identificados em outras tradições arqueológicas. Os sítios dessa tradição estão localizados em área de transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica, sempre às margens de rios e lagoas.

A cerâmica inclui vasilhas de vários tamanhos, sendo comuns os grandes assadores, usados para cultivo da mandioca e manufatura do biju. Além disso, as cerâmicas possuem uma decoração plástica somente nas bordas infletidas, com desenhos geométricos feitos com argila úmida (Figura 20). Outro ponto que caracteriza essa tradição é a adição de espículas de esponja na produção dos vasilhames, proporcionando maior resistência e leveza às peças. É comum o registro de vasilhames pintados com a técnica do adobe, em que toda a superfície externa é pintada de vermelho.



Figura 20 – A a F) Fragmentos cerâmicos da Tradição Xinguana, encontrados no município de Paranatinga, MT. Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.

Os indígenas atuais

Quando da chegada dos europeus no Brasil, eram mais de 1 mil povos indígenas, com população entre 2 e 4 milhões de pessoas. Provavelmente, esse número populacional estava ligado à incrível adaptação dos seres humanos ao longo da pré-história em território brasileiro. Os dados arqueológicos não conseguem alcançar tamanha diversidade étnica. No entanto, com a chegada dos primeiros humanos a Mato Grosso, há 27 mil anos, conforme datação mais antiga para o estado, o povoamento humano foi aumentando, por meio do sucesso adaptativo e pela migração de outros povos que vieram da América Central, Peru, Bolívia, entre outros. Algumas sociedades são raízes das antigas tradições arqueológicas, outras se extinguíram ou foram absorvidas por culturas dominantes, deixando desaparecer suas características.

Durante a pré-história, ocorreram vários episódios que não estão registrados. A falta da escrita, como definida hoje, talvez seja uma das razões da ausência de registros, mas não o único problema. Dessa forma, somente com a Arqueologia, é possível resgatar parte da história desses indivíduos e grupos que aqui habitavam antes dos europeus. Essas pessoas eram divididas em diferentes grupos, com culturas distintas e, sobretudo, com formas de expressões e linguagens díspares. A língua é a principal característica cultural de um povo, permitindo a comunicação, a transmissão de conhecimento e a perpetuação da cultura (Figura 21).

A Arqueologia aponta para a existência de várias tradições e fases arqueológicas que representam a diversidade étnica na pré-história no Brasil. Entretanto, foi constatado pelos primeiros portugueses, por meio do registro em diários, mapas e livros, um número muito maior de povos do que o constatado pela arqueologia.

O início do declínio dos povos indígenas no Brasil foi muito rápido, em especial pela falta de imunidade para conter as doenças infecciosas trazidas do Velho Mundo, especialmente sarampo, gripe e varíola. A fragilidade do ser humano diante de uma nova doença pode ser imaginada, em especial com o

evento da Covid-19. O contágio dos povos originários por várias doenças, ao mesmo tempo, foi uma agressão imposta pela colonização europeia.

Após o movimento de conquista dos europeus nas Américas, ocorreu um grande genocídio com o extermínio de povos indígenas. Isso se deu não apenas pelas doenças, mas também por armas e estratégias bélicas. Atualmente, existem no território brasileiro 256 povos com mais de 150 línguas. Em 2010 (IBGE, 2010), os povos indígenas somavam 896.917 pessoas, correspondendo a cerca de 0,47% da população do país.

No estado de Mato Grosso são registrados, aproximadamente, 42 mil indivíduos agrupados em 43 etnias indígenas, significando: 1 - Uma grande diversidade de línguas, o que corresponde a muitas etnias com culturas diferentes; 2 - Uma redução enorme de povos, sendo que muitos não puderam ser registrados pelas pesquisas, e 3 - Os estudos arqueológicos definiram uma pequena parcela da vasta complexidade étnica brasileira.



Figura 21 – Máscaras cerimoniais Waura Alto Xingu, em exposição no Museu de História Natural de Mato Grosso.

Os povos indígenas de Mato Grosso representam uma imensa riqueza cultural, que deve ser protegida e preservada, pois os seus conhecimentos são milenares e têm muito a ensinar sobre sustentabilidade, uma vez que os recursos do meio ambiente foram manejados por mais de 20 mil anos e com sucesso adaptativo, mantendo a sua linha de descendentes. Essa situação é bastante emblemática, se comparada aos 522 de colonização, aliada à Revolução Industrial que marca, em tão pouco tempo, riscos de destruição do meio ambiente. Com certeza, para o planeta Terra se manter sustentável nos próximos milênios, deverá haver mudanças no atual sistema de ocupação e exploração dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

- ANTÓN, M.; TUNES, P. H. **Animais estão diminuindo – Descubra 3 motivos que levam os animais a reduzir de tamanho, em parte por culpa nossa**. Blog Tunes Ambiental. 2022. Disponível em <https://tunesambiental.com/ANIMAIS-ESTAO-DIMINUINDO-DESCUBRA-OS-3-MOTIVOS/>. Acesso em: 30 set. 2022.
- BROCHADO, J. P. **An Ecological Model of the Spread of Pottery and Agriculture into Eastern South America**. 1984. Tese (Doutorado em Antropologia) – University of Illinois, Urbana-Champaign, 1984.
- DREAMSTIME. **Ilustração vetorial de isótopos**. Disponível em: <https://www.dreamstime.com/isotope-vector-illustration-labeled-scheme-hydrogen-atomic-neutrons-particles-explanation-diagram-carbon-protons-image132105478>. Acesso em: 30 set. 2022.
- HIROOKA, S. S. **Sítios Arqueológicos e a Paisagem na Serra do Curupira, Província Serrana Paraguai-Araguaia, Rosario Oeste, Mato Grosso**. Porto Alegre. 190 f. Dissertação (Mestrado em História) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- HIROOKA, S. S. As cavernas do Bauxi como detentoras de informações do período Pleistoceno. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 8., Cuiabá, 2003. **Boletim de Resumos ...**, Cuiabá: SBG, p. 204-205, 2003.
- HOFFMEISTER, M. F. C. El origen de la fauna Sudamericana moderna: de Gondwana al Gran Intercambio Americano. In: PINO, M (Ed.). **El Sitio Pilauco Osorno, Patagonia Noroccidental de Chile**. Universidad Austral de Chile, 1 ed., cap. 3, p. 47-74, 2016.
- LOPES, R.; JORGE, M. A. Uma visita à casa dos gigantes. **Jornal da Unesp**. 2022. Disponível em: <https://jornal.unesp.br/2022/01/18/uma-visita-a-casa-dos-gigantes/>. Acesso em: 30 set. 2022.
- MONTEBLANCO, R. **Variação Orbital ou Ciclos de Milankovitch**. Blog Astronomia no Whatsapp. Disponível em: <https://astronomianowhats.wordpress.com/2014/10/23/TEMA-DE-HOJE-VARIACAO-ORBITAL-OU-CICLOS-DE-MILANKOVITCH/>. Acesso em: 30 set. 2022.
- NEVES, W. A. et al. Origem e dispersão dos Tupiguarani: o que diz a morfologia craniana? **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**. Online, v. 6, n. 1, p. 95-122, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1981-81222011000100007>.
- OLIVEIRA, J. E. D.; VIANA, S. A. O Centro-Oeste Antes de Cabral. **Revista USP**, São Paulo, v. 44, p. 142-189, 2000.
- PETIT J. R. et al. Historical Isotopic Temperature Record from the Vostok Ice Core. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Repositório ESS-DIVE. 2000. DOI:10.3334/CDIAC/CLI.006.
- ROBRAHN GONZALEZ, E. M. Os grupos ceramistas pré-coloniais do Centro-Oeste brasileiro. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, v. 6, p. 83-121, 1996.
- SCHMITZ, P. I.; ROSA, A.; BITENCOURT, A. L. V. Arqueologia nos cerrados do Brasil central. **Instituto Anchieta de Pesquisas, Série Antropologia**, São Leopoldo, RS, v. 8, n. 44, 1989.
- URBIM, E. et al. Como funciona uma escavação arqueológica. Revista Superinteressante, São Paulo: Editora Abril, ed. 279, 24 jun. 2010.
- VIALOU, A. V. et al. Découverte de Mylodontinae dans um habitat préhistorique date du Mato Grosso (Brésil): l'abri rupestre de Santa Elina. **C. R. Acad. Sci. Paris**, v. 320, n. 2, p. 655-661, 1995.
- VIALOU, A. V.; VIALOU, D. Manifestações simbólicas em Santa Elina, Mato Grosso, Brasil: representações rupestres, objetos e adornos desde o Pleistoceno ao Holoceno recente. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas** [online], v. 14, n. 2, p. 343-366, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981.81222019000200006>.



Colhereiro (Platalea ajaja), Pantanal • Foto: Cristina Barros.



Capybaras e Jacarés no Pantanal • Fonte: Istock.

BIOMAS DO ESTADO DE MATO GROSSO

ONELIA CARMEM ROSSETTO • NELY TOCANTINS • ENIR MARIA SILVA

INTRODUÇÃO

Os biomas são espaços geográficos onde existem comunidades de vida em interação com ecossistemas aquáticos e terrestres, clima, solo e relevo, com características em comum, especialmente da vegetação. Sua fitofisionomia (aparência da vegetação natural) é impactada pelo macroclima, pela radiação solar, altitude, ventos dominantes, umidade; bem como diversidade dos seres vivos habitantes desse espaço.

A Figura 1 apresenta os biomas do estado de Mato Grosso.

O que é um bioma?

“É um conjunto de vida vegetal e animal, constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação que são próximos e que podem ser identificados em nível regional, com condições de geologia e clima semelhantes e que, historicamente, sofreram os mesmos processos de formação da paisagem, resultando em uma diversidade de flora e fauna própria.” (IBGE, 2022)

BIOMA CERRADO

O bioma Cerrado foi formado há cerca de 65 milhões de anos e abrange 39,7% do estado de Mato Grosso. É um tipo de savana, que ocorre em ambiente aberto e de vegetação peculiar, recobrando desde solos profundos, argilosos ou arenosos, solos extremamente rasos, como os petrificados e afloramentos rochosos, até solos sujeitos a alagamentos. Neste ambiente também se registram as florestas estacionais, que constituem refúgios para espécies decíduas e semidecíduas.

A capacidade do Cerrado em colonizar ambientes distintos e hostis confere a este bioma uma gama de paisagens, que vão da extremamente aberta como o campo limpo, campo de murundus, campo rupestre, cerrado típico, cerrado fechado até o cerradão, a fisionomia fechada e florestal da savana (BORGES; SILVEIRA; VENDRAMIN, 2014). É considerado a savana de maior biodiversidade do mundo.

As diferentes tipologias vegetais e subtipos do bioma Cerrado são apresentados no Quadro 1.

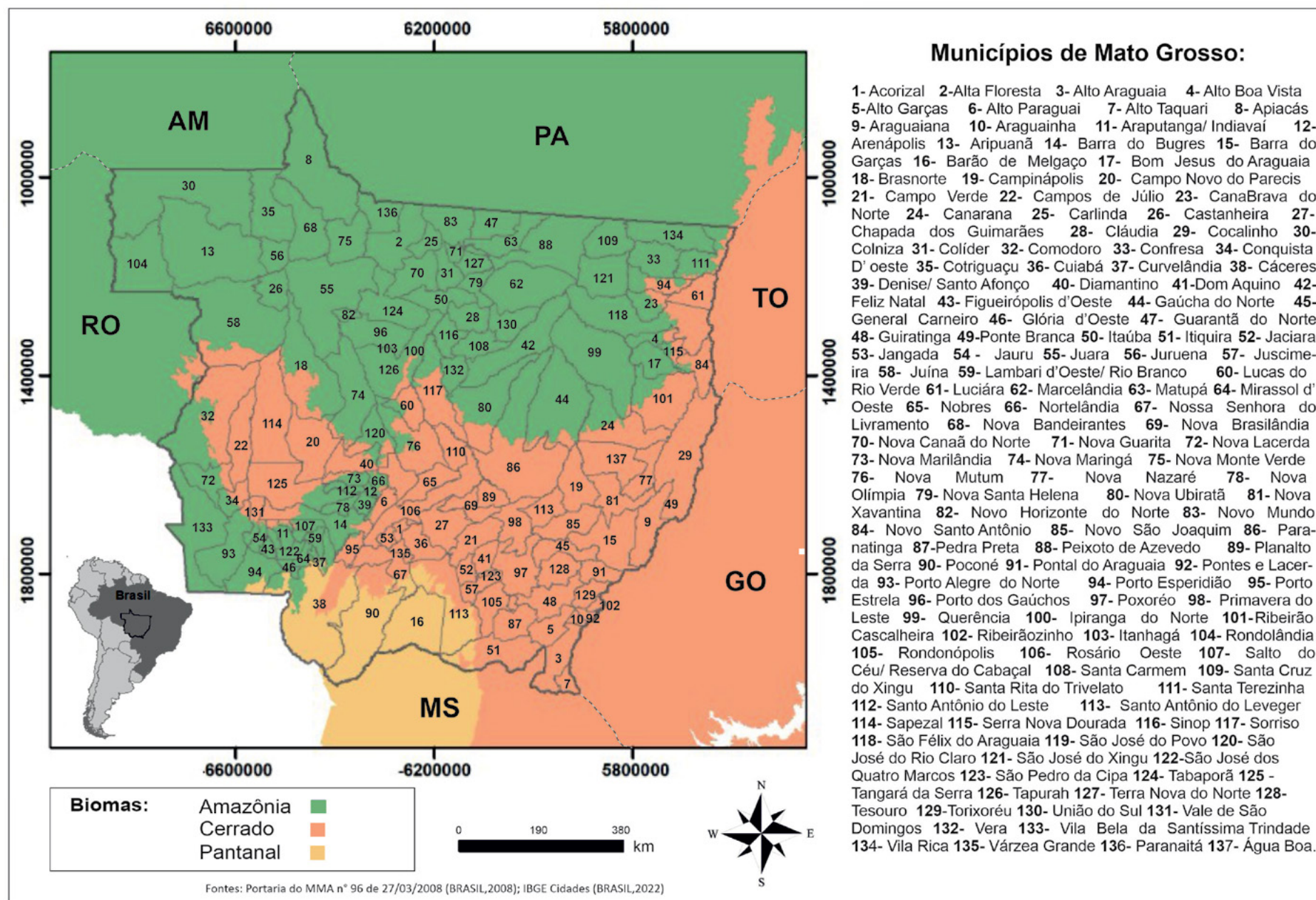


Figura 1 – Biomas do estado de Mato Grosso. Fonte: IBGE (2019, 2013).

TIPOLOGIAS VEGETAIS	CARACTERÍSTICAS
Florestal	Mata ciliar e Mata galeria inundável e não inundável: mata densa e alta sempre verde, com árvores encontradas próximos cursos de água. Mata seca: sempre-verde, semidecídua e decídua Cerradão: mesotrófico e distrófico (savana florestada). Caracterizada por árvores que estão sempre com folhas (perenifólias).
Savânica	Cerrado <i>stricto sensu</i> Parque de Cerrado: composto por estrato gramíneo e arbusto. Palmeiral e vereda: vegetação caracterizada pela presença de Buritis.
Campestre	Campo sujo: fisionomia herbácea-arbustiva e subarbustos espaçados. Campo limpo: fisionomia herbácea, pouco arbusto, nenhuma árvore. Campo rupestre: vegetação sobre topos de serras, com afloramentos rochosos, predominam ervas e arbustos.

Quadro 1 – Tipologias vegetais do bioma Cerrado.

Fonte: Sano e Almeida, 1998.

Por que a vegetação do Cerrado tem galhos retorcidos?

A queimada é uma prática muito comum no bioma Cerrado e influencia na aparência das plantas. Após a passagem do fogo, os tecidos vegetais mais tenros, como folhas e gemas, que contribuem para o crescimento das plantas, sofrem necrose e morrem. As gemas que ficam nas extremidades dos ramos e galhos são substituídas por gemas internas, que nascem de forma retorcida em outros locais do galho. Muitas espécies do Cerrado têm troncos com cascas espessas, que funcionam como um mecanismo de defesa às queimadas. Quando o fogo é frequente, a parte aérea da planta pode não se desenvolver, tornando-se uma planta anã.

O bioma Cerrado pode ser comparado a uma floresta invertida. A justificativa é que, na floresta há grande concentração de folhas e galhos no cume das árvores, enquanto no cerrado, o cume não é tão volumoso, porém as raízes são profundas e grandes, podendo ser sete vezes maiores que os galhos e as folhas existentes. As raízes funcionam como uma esponja, captando água do subsolo e distribuindo por toda a região, de modo que as espécies

vegetais com raízes mais profundas fornecem água para aquelas com raízes mais próximas à superfície.

As características típicas do Cerrado são: árvores e arbustos com galhos tortuosos, cascas grossas e folhas coriáceas de superfície brilhante (tipo envernizadas), ou revestidas por uma camada de pelos (Figura 2 - A). Por outro lado, muitas espécies têm folhas de superfícies grandes e outras florescem em plena estação das secas, antes mesmos das primeiras chuvas, atributos que se opõem à ideia de adaptação às condições de seca (FERRI, 1974).

O clima predomina neste bioma é o tropical com duas estações definidas: inverno seco e verão chuvoso, onde as temperaturas médias anuais variam em torno de 22° a 25° C. A precipitação pluviométrica varia entre 1.200 e 1.800 mm/ano, concentrando-se nos meses de outubro a março (primavera e verão), que é a estação chuvosa, podendo ocorrer curtos períodos de secas conhecidos como veranicos. A estação seca ocorre entre maio e setembro (outono e inverno), com significativa redução nos índices pluviométricos mensais, podendo atingir zero nos meses de julho e agosto (KLEIN, 2002). Nesse sentido, o clima atua na formação e distribuição do Cerrado, por intermédio da pluviosidade e da temperatura.

BIOMA AMAZÔNIA

O bioma Amazônia abrange 53,5% do território de Mato Grosso, com predomínio das tipologias florestais: Florestas Ombrófilas e Florestas Estacionais ao sul, no limite com o bioma Cerrado. No bioma Amazônia também ocorrem tipologias savânicas ou de Cerrado, como verdadeiras “ilhas” cercadas por florestas, os denominados encaves de Cerrado, que somente são explicados pela teoria dos refúgios (AB’SABER, 2006), e constituem áreas muito importantes para a flora do estado. Outros encaves podem aparecer como as campinaranas ou campos amazônicos (Figura 2 - B), porém ainda pouco estudados e não mapeados no estado (BORGES; SILVEIRA; VENDRAMIN, 2014).

A Amazônia é o bioma que apresenta a maior riqueza de pequenos, médios e grandes mamíferos no Brasil, abrigando cerca de 60% das espécies do país. Os dados de fauna foram extraídos da biodiversidade do Parque Estadual do Cristalino (PEC) e da RPP Cristalino, uma vez que essa região foi apontada no Plano de Manejo como a mais rica em biodiversidade da

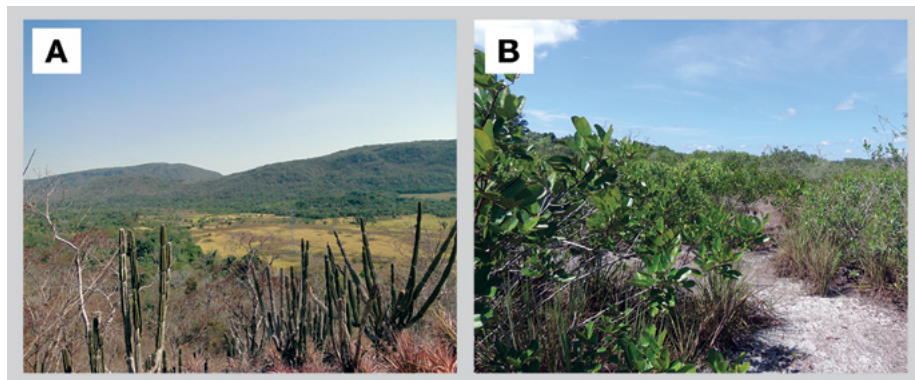


Figura 2 – A) Vista geral do Bioma Cerrado em área serrana com vegetação xerófila (vegetação adaptada a ambiente com pouca água). Fonte: Caiubi Kuhn. B) Área de Campinarana dentro do bioma Amazônia. Fonte: Sebastião Souza Silva.

Amazônia brasileira, com a identificação de: 515 espécies de aves, sendo 50 endêmicas; 43 espécies de répteis; 29 de anfíbios; 36 de mamíferos e 16 espécies de peixes (RODRIGUES et al., 2016).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), na descrição do bioma Amazônia, foram utilizados os seguintes critérios unificadores: a) clima dominante (quente e úmido); b) predomínio da fisionomia florestal; c) continuidade geográfica; d) condição de proximidade do Equador, e) próprio contexto da bacia amazônica (maior rede hidrográfica em nível planetário).

As principais formações vegetais do bioma Amazônia estão demonstradas no Quadro 2.

Grande parte do bioma Amazônia encontra-se na unidade climática denominada Clima Equatorial Continental Úmido (MATO GROSSO, 2011), com estação seca da depressão sul-amazônica apresentando índice pluviométrico anual médio de 2.000 mm, mesmo em se tratando de climas equatoriais quentes e úmidos, com valores decrescentes para as direções leste, oeste e sul do estado de Mato Grosso. A vegetação responde ao fator climático, dentre outros, observando-se a adaptação das diferentes tipologias vegetais.

Qual a relação da vegetação do Bioma Amazônia com os “rios voadores”?

A floresta gerencia o clima, uma vez que, sem a transpiração da floresta, a quantidade de chuva seria muito menor, podendo provocar secas e facilitar incêndios. O termo “rios voadores da Amazônia” foi criado para designar a enorme quantidade de água liberada pela Floresta Amazônica, em forma de vapor d’água para a atmosfera, transportada pelas correntes de ar (ventos) que carregam a umidade da Bacia Amazônica para o Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (PROJETO RIOS VOADORES, 2022).

BIOMA PANTANAL

O bioma Pantanal ocupa, aproximadamente, 2% do território brasileiro e abrange 16 municípios dos estados de Mato Grosso (35%) e Mato Grosso do Sul (65%). O Pantanal ocupa, no Brasil, uma área de 138.183 km², estendendo-se por territórios da Bolívia (Chaco Boliviano) e Paraguai.

A existência do bioma Pantanal está atrelada aos seguintes fatores:

Altitude e drenagem – o Pantanal é uma planície aluvial cercada de serras e platôs, que está situada abaixo da cota de 200 m, e é drenada por 12 rios principais, dos quais o rio Paraguai é o maior. A declividade é muito baixa, de 3 a 15 cm/km de norte para sul, e de 30 a 50 cm/km, de leste para oeste (BRASIL; ALVARENGA, 1988; ADÁMOLI, 1986). Assim, enquanto na planície do Pantanal, as altitudes estão entre 80 e 150 m, as áreas mais altas dos planaltos e serras circunvizinhas oscilam entre 800 e 1.200 m.

TIPOLOGIAS VEGETAIS	CARACTERÍSTICAS/OCORRÊNCIAS
FLORESTAS OMBRÓFILAS	Apresenta chuvas bem distribuídas ao longo de ano, com curtos período de seca (anteriormente chamadas pluviais). Floresta Ombrófila Densa (Figura 3): floresta exuberante e sempre verde (perenifólia), com abundante número de plantas lenhosas, lianas, epífitos, dossel (conjunto de copas) contínuo de até 50 m de altura. Temperaturas sempre elevadas (média 25°C), alta precipitação distribuída ao longo do ano, com período seco variável entre dois e três meses ao ano. Solos de baixa fertilidade natural, latossolos e podzólicos. De acordo com a altimetria, pode apresentar três fisionomias no estado de Mato Grosso: - <i>Aluvial</i>: ou ciliar, presente ao longo dos rios e passível de inundação. Ocorre no norte do estado, acompanhando os vales dos grandes rios, como: Juruena, Arinos e Teles Pires. - <i>Terras Baixas</i>: registradas em terraços, planícies e depressões aplainadas em áreas sedimentares do Terciário/Quaternário não suscetíveis a inundações. - <i>Submontana</i> (Figura 4): encontrada em áreas com solos mais secos, com dossel aproximado de 50 m na região Amazônica, situada nas encostas dos planaltos e ou serras, em altitudes que variam de 100 a 500 m. Floresta Ombrófila Aberta (Figura 5): é uma derivação da Floresta Ombrófila Densa, com características muito semelhantes, diferenciando-se pelo espaçamento maior entre as árvores, período de seca um pouco maior e presença de elementos típicos. Em Mato Grosso, são registrados os seguintes tipos: - <i>Aluvial</i>: composição florística e características muito semelhantes à Floresta Densa Aluvial, mas com presença marcante de palmeiras de grande porte, bambus e, às vezes, ocorrem lianas lenhosas e herbáceas. - <i>Terras Baixas</i>: aparecem em regiões aplanadas não suscetíveis a inundações, mas com a presença marcante de palmeiras, em altitudes entre 50 e 100 m. - <i>Submontana</i>: característica em altitudes de 100 a 500 m e, assim como a Floresta Ombrófila Densa Submontana, possui diferentes aspectos fisionômicos, com a presença marcante de palmeiras, cipós, bambus e sororocas. Reveste grande parte da superfície dissecada em colinas e relevos tabulares da depressão norte de Mato Grosso.
ESTACIONAL	O termo estacional faz referência a duas estações climáticas bem definidas, chuvosa e seca (quatro a seis meses). Abrange as subdivisões: Floresta Estacional Sempre-Verde: identificada pelo IBGE em 2012, ainda pouco estudada, ocorre na borda sul-amazônica, com características próprias, porte fino e altura variável. As espécies são essencialmente amazônicas, mantendo o verdor mesmo na estiagem, com baixa ou nenhuma deciduidade (queda de folhas) e lençol freático superficial. Floresta Estacional semidecidual: estrato superior formado por árvores predominantemente caducifólias, com menos de 50% dos indivíduos sem folhas no período desfavorável. Floresta Estacional Decidual: no estrato superior predominam árvores caducifólias, com mais de 50% dos indivíduos sem folhas no período desfavorável.

Quadro 2 – Tipologias vegetais do bioma Amazônia. Fonte: Borges, Silveira e Vendramin, 2014.

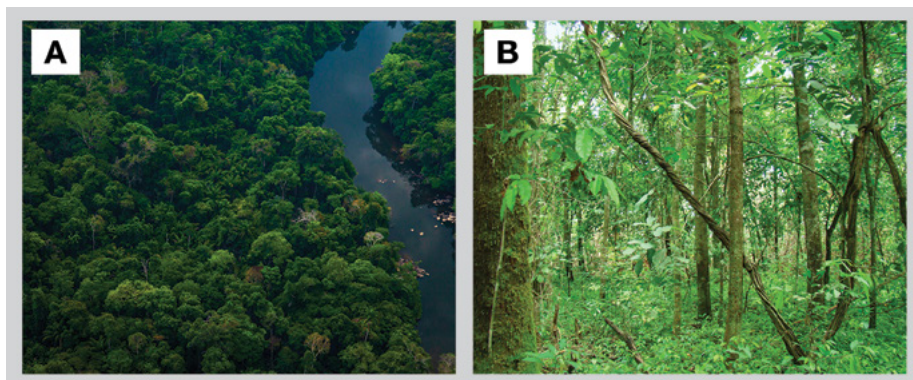


Figura 3 – A) Vista da Floresta Ombrófila Densa Aluvial. Fonte: Istock. B) Aspectos do interior da Floresta Ombrófila Densa. Fonte: Elton Silveira, 2022.



Figura 4 – Floresta Ombrófila Densa Submontana com dossel emergente, em Juruena, MT. Fonte: Gabriela Cristina Silva Moreira, 2022.



Figura 5 – Floresta Ombrófila Aberta Submontana em Colniza, MT. Fonte: Gabriela Cristina Silva Moreira, 2022.

Por que existe tanta vegetação exuberante no Bioma Amazônia?

Segundo Ab'Saber (2005), inúmeras características possibilitaram o aparecimento da imensa massa verde na Amazônia: posição geográfica (na região do Equador) resultou em acentuada entrada de energia solar, acompanhada de um abastecimento quase permanente de massas de ar úmidas, com ausência de estações frias ou secas, e sem uma amplitude térmica muito grande, como também a ocorrência do fenômeno da “friagem”, evento recorrente caracterizado por uma acentuada queda da temperatura devido à penetração da massa de ar tropical atlântica na Amazônia, no período de inverno do Hemisfério Sul, provocando baixa de temperatura na região periférica da floresta de Rondônia até o Acre, passando pela parte ocidental de Mato Grosso.

Clima – é caracterizado por uma marcante sazonalidade entre estação seca e estação chuvosa. A estação seca se estende de maio a outubro, e a estação chuvosa predomina entre novembro e abril, concentrando cerca de 70% a 80% da média anual. A precipitação total anual varia de cerca de 900 a 1.700 mm (SETTE, 2000).

Existe uma interdependência entre a região de planalto e a região de planície do Pantanal. No primeiro, predominam os processos naturais de erosão, devido às condições de relevo, aspectos físicos dos solos e regime de precipitação. Já na planície, há predomínio dos processos de sedimentação. O planalto apresenta uma diversidade geomorfológica maior que a planície, com a ocorrência de serras, depressões, vales, platôs, entre outros.

A condição de planície de parte da área do Pantanal, aliada ao clima, especialmente na estação chuvosa, ocasiona inundações periódicas, denominadas “pulso de inundação” (JUNK; SILVA, 2000). Assim, no período das chuvas, as águas recobrem os locais baixos, formando lagoas temporárias ou abastecendo baías e lagoas permanentes. As águas que inundam são provenientes dos rios que transbordam, porém nem todas as áreas inundáveis do Pantanal têm relação de troca com rios. Pode ocorrer que o rio transborde, a água recubra a planície e não retorne para o canal do rio formando lagoas temporárias, ou o grande volume de água das chuvas fique acumulado nas partes baixas, formando lagoas. As lagoas são importantes criadouros naturais e locais para a manutenção do ciclo de vida de muitas espécies de peixes (SANTIN et al., 2009).

A diversidade da flora do Pantanal pode ser elucidada pela Teoria dos Refúgios (AB’SÁBER, 1988), que busca explicar os padrões de distribuição das espécies vegetais na América Tropical, especificamente as repercussões das mudanças climáticas quaternárias e a distribuição dos tipos de vegetação. Os refúgios correspondem a áreas que preservaram remanescentes da vegetação que se expandiu no passado e, atualmente, destoam do clima, convivendo com condições edáficas e microclimáticas especiais, como é o caso das cactáceas da periferia do Pantanal mato-grossense.

Por que o “pulso de inundação” é importante para o bioma Pantanal?

- O movimento do subir e do baixar das águas no ambiente natural resulta em biodiversidade da fauna e flora.
- O Pantanal é habitat de 263 espécies de peixes, 41 de anfíbios, 113 de répteis, 463 de aves, 1.032 de borboletas e 132 espécies de mamíferos.
- A diversidade total da flora do Pantanal é de 1.903 espécies de plantas (Figura 6), sendo 247 espécies de macrófitas e 337 espécies de algas identificadas em vários habitats da planície de inundação do Pantanal. Entretanto, essa diversidade varia entre os períodos de enchente, cheia, vazante e seca (BRASIL, 2018).

Ademais, a localização do Pantanal entre importantes regiões naturais da América do Sul - Florestas Tropicais, Amazônica a norte e Atlântica a sudeste, Cerrado a leste, Chaco a sudoeste e Florestas Decíduas a noroeste – caracteriza-o como uma grande área de transição vegetacional, com gradientes fisionômicos e fitogeográficos que fazem da diversidade regional algo único no continente americano.

Assim, o Pantanal Mato-grossense se configura como um espaço de transição e contato, ou seja, um espaço de tensão ecológica, com ocorrência tanto de exemplares de floras chaquenhais, dos cerrados, de componentes amazônicos e pré-amazônicos, junto de ecossistemas aquáticos e subaquáticos de extensão significativa, produzindo tal diversificação de habitats, que são responsáveis por sustentar a rica biota aquática e terrestre (Quadro 3).

Além destas classes, aparecem áreas de tensão ecológica (ecótonos), representadas por interpenetrações (encraves) e mistura entre as formações de regiões fitoecológicas distintas, favorecidas pelas diferentes litologias, formas de relevo e por transições climáticas.

TIPOLOGIA VEGETAL	CARACTERÍSTICAS
Cerrado (Savana)	Cobre cerca de 36% do Pantanal e está dividido em: • Cerradão, formação fechada com predomínio de árvores, ocorre nas áreas mais elevadas, como nas “cordilheiras”; • Cerrado stricto sensu em áreas mais baixas e planas; • Formações campestres tornam-se extensas na medida em que os efeitos das inundações são mais presentes, chegando ao máximo nas Áreas de Formações Pioneiras às margens de corpos d’água como lagoas, meandros abandonados e córregos.
Floresta Estacional	As florestas estacionais podem ser agrupadas em duas categorias, conforme o percentual de árvores que perdem as folhas na estação mais seca do ano: • Semidecíduas: entre 30 e 50% das árvores são caducifólias; • Deciduais: mais de 50% das árvores perdem as folhas. Essas florestas estão representadas no Pantanal, em geral, sobre solos mais férteis, com melhor drenagem e aeração, em alguns casos sobre morros ocorrentes em meio à planície, como na região de Poconé.
Matas ciliares, ripárias ou de galeria	Estão distribuídas em toda a planície do Pantanal, principalmente ao longo do rio Paraguai e dos seus principais tributários, formando faixas de largura variável, dependendo da largura do rio e de sua dinâmica fluvial. Dentre as matas que acompanham o curso dos rios, se destacam os “cambarazais”, onde predomina o cambará (<i>Vochysia divergens</i> Pohl - Vochysiaceae); espécies tolerantes a inundações periódicas por curtos períodos. Em longos períodos de cheia, podem morrer e formar as “paliteiras”, locais em que árvores mortas e secas permanecem em pé, crescendo vegetação herbácea e trepadeiras, sendo mais comuns nas margens do rio Paraguai e nas regiões de Barão de Melgaço e Poconé.

Quadro 3 – Tipologias vegetais do bioma Pantanal.

Fonte: Ferreira e Silva, s.d.

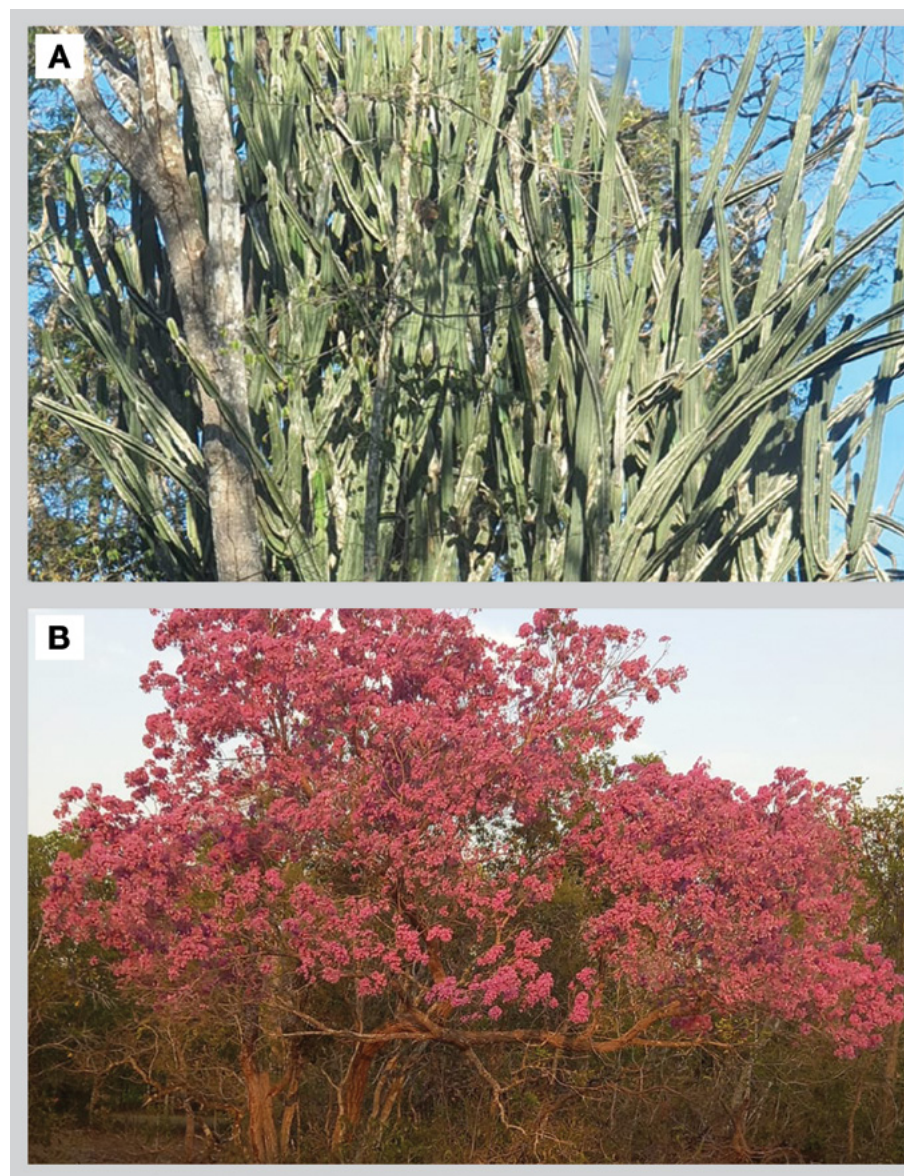


Figura 6: A) Mandacaru – Pantanal de Cáceres. Espécie que demonstra a complexidade da vegetação do Pantanal. Fonte: Onelia Carmem Rossetto. B) Ipê roxo –Pantanal de Cáceres – estação seca.Fonte: Onelia Carmem Rossetto.

A Figura 7 ilustra alguns espécimes da Fauna dos Biomas do Estado de Mato Grosso.

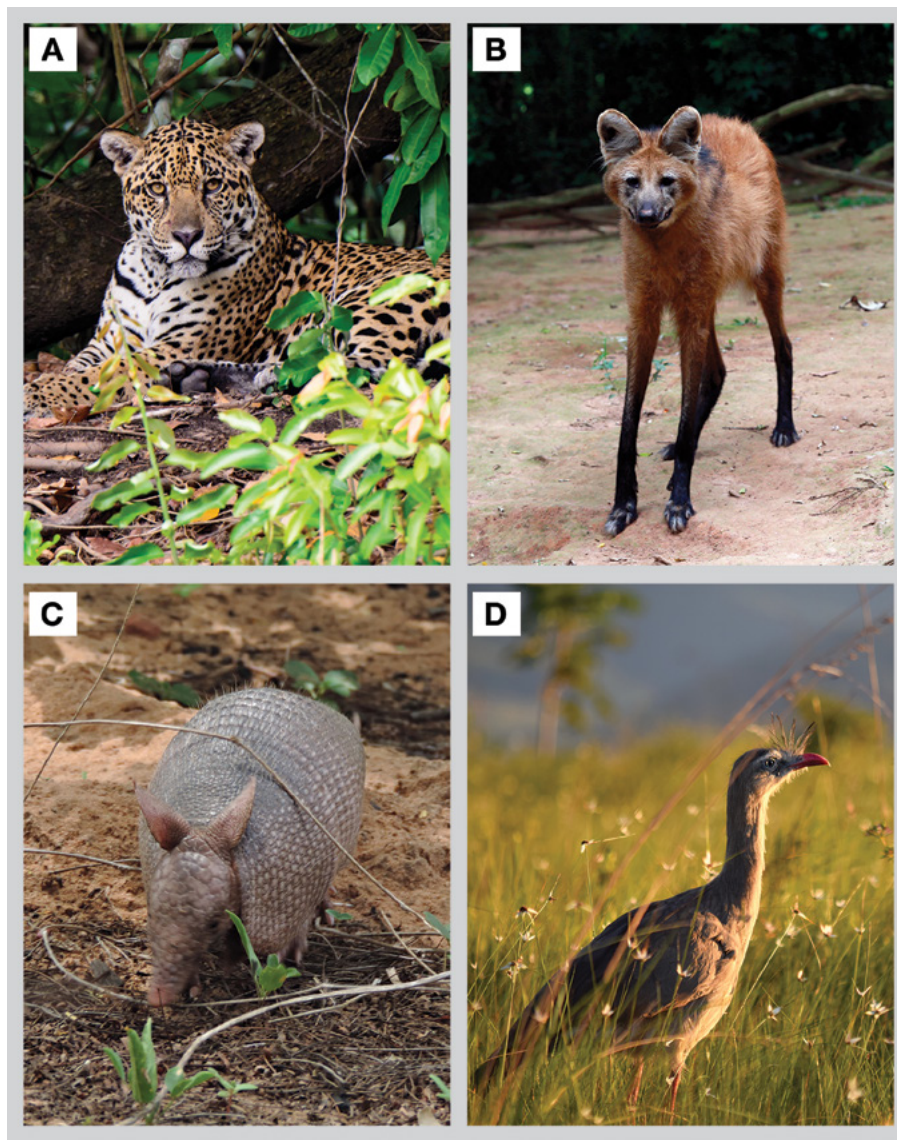


Figura 7: A) Onça pintada (*Panthera onca*); Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*); Tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*); Seriema (*Cariama cristata*). Fonte: Istock.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Ecosystemas do Brasil**. São Paulo: Metalivros, 2006.

AB'SABER, A. N. O Pantanal mato-grossense e a teoria dos refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**, ano 50, número especial, 1988.

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2005.

ADÂMOLI, J. Fitogeografia do Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL – MANEJO E CONSERVAÇÃO, 1., 1984, Corumbá. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal, v. 1, p. 105-106, 1986.

BORGES, H. B. N.; SILVEIRA, E., A.; VENDRAMIN, L. N. **Flora Arbórea de Mato Grosso: tipologias vegetais e suas espécies**. Cuiabá, MT: Entrelinhas editora, 2014.

BRASIL, A.; ALVARENGA, S. M. Relevô. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Centro-Oeste**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências, 1988. v. 1, p. 53-72.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai**. Resumo Executivo. Brasília: ANA, 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade do cerrado e pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação** / Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: MMA, 2007. 540 p.: il. Color. (Série Biodiversidade 17).

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria 96, de 27 de março de 2008**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=113950>. Acesso em: 15 ago. 2022.

FERREIRA, I. C.; SILVA, S. M. A vegetação do Pantanal. **Agricultura**, v. 411, p. 5. (s.d).

FERRI, M. G. **Ecologia: Temas e Problemas Brasileiros**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: EDUSP, 1974.

FONSECA, M. de L.; RESENDE L. de L. G. **Inventários da Biodiversidade do Bioma Cerrado: Biogeografia de Plantas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007, 14 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Hidrografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 22 ago. 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biomass brasileiros**. Disponível em: https://educa.ibge.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=19635&catid=2850. Acesso em 19 ago. 2022.

JUNK, W. J.; SILVA, C. J. da. O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. In: DANTAS, M; CATTO, J. B.; RESENDE E. K. de (Ed.). **Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal. Manejo e Conservação**. Corumbá: EMBRAPA, 2000, p. 17-28.

KLEIN, A. L. (Org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: Editora UNESP, 2002, 159 p.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômica-ecológica**. CAMARGO, L. (Org.). Cuiabá: Entrelinhas, 2011.

PROJETO RIOS VOADORES. **Fenômeno dos Rios Voadores**. Disponível em: <https://riosvoadores.com.br/o-projeto/fenomeno-dos-rios-voadores/>. Acesso em: 31 ago. 2022.

RODRIGUES, D. de J. et al. (Org.). **Biodiversidade do Parque Estadual Cristalino**. 1ed. Santo André: Áttema Editorial, 2016.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMPRAPA-CPAP, 1998.

SANTIN, M. et al. Abundância e distribuição temporal de larvas de *Pachyurus bonariensis* Steindachner, 1879 (Perciformes, Sciaenidae), em uma baía do pantanal mato-grossense. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 1, p. 65-71, 2009

SETTE, D. M. **O Holoceno e as Interações Trópico-Extratropical na Gênese do Clima e as Paisagens do Mato Grosso**. São Paulo. 394 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

OS ELEMENTOS DO RELEVO MATO-GROSSENSE: UM CAMINHAR PELA GEOMORFOLOGIA E PAISAGEM DO ESTADO

DENER TOLEDO MATHIAS • CLEBERSON RIBEIRO DE JESUZ

INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso, como todo o território brasileiro, é parte do continente sul-americano, uma das vastas porções de terras emersas do mundo, cuja formação participa com os demais continentes na dinâmica tectônica global. Isto, por si só, já traduz uma longa história que se deslinda em escalas de tempo incompreensíveis ao ser humano. A saga dos continentes e dos oceanos edificou os “pilares do mundo”, compondo a tectura da superfície da Terra. Mas, quais marcas os dramas vivenciados pela litosfera terrestre deixaram para que pudéssemos recontar sua história?

Os geocientistas, nas últimas décadas, têm avançado rumo a uma compreensão mais precisa do conjunto de fatores que resultaram na paisagem atual. Seja em nossa cidade e suas vizinhanças, seja em outros lugares do país e do mundo, percebemos as regiões à nossa volta pelo olhar atento aos elementos naturais, entre os quais, as formas do relevo.

Ao nos depararmos com determinados componentes da paisagem,

como rios, morros, cachoeiras, é quase impossível não indagar a respeito de como tudo se formou. Por que existe uma escarpa nos limites de uma região deprimida e pantaneira? O que faz um rio exhibir um traçado mais caudaloso e apertado entre morrarias em alguns lugares e, em outros, longas curvas meandrantess?

A história de evolução da paisagem é apenas um capítulo da grande saga do mundo. Entretanto, é preciso salientar que as evidências que nos contam essa história são de dois tipos: aquelas ligadas aos capítulos mais antigos, recontada por meio do estudo das formações rochosas e aquelas que nos apontam os últimos episódios deslindados em dada porção continental, que resultaram nas formas de relevo atuais.

Este capítulo trata de uma investida modesta, até certo ponto pretenciosa, de relatar a história do relevo de Mato Grosso. Muitos estudos são e foram desenvolvidos em linguagem acadêmica, apreciada apenas no meio científico. Um esforço de síntese, no sentido de traduzir esse conhecimento de forma acessível ao leitor em geral, é desafiador e, ao mesmo tempo,

estimulante. Nem todas as pessoas se interessariam por um tema que lhes parece até certo ponto restrito e de difícil compreensão, mas muitos gostariam de saber como se formaram certas paisagens, especialmente aquelas com reconhecida beleza cênica e dotadas de vocação para o turismo. Assim, conscientes das limitações diante de um território tão vasto, apresentamos um breve relato, mas cheio de nuances interessantes, que darão ao leitor a oportunidade de explorar a paisagem do estado, e apreciar o que tanto instiga os geocientistas: as belezas do relevo regional.

CONTEXTO GEOGRÁFICO DO ESTADO DE MATO GROSSO

Ao percorrermos uma determinada região, independente do meio de locomoção, iremos nos deparar com as rugosidades do relevo. Uma vasta área pode ser marcada pela regularidade de um relevo plano, tal como nas regiões que circunscrevem e adentram o Pantanal Mato-Grossense, enquanto em outra encontraremos topografias salientes, às vezes marcadas por encostas íngremes, ou mesmo escarpas rochosas. Para o transeunte de uma certa área a outra ocorrem mudanças que marcam a transição entre compartimentos de relevo distintos, que possuem atributos próprios e uma história evolutiva, a qual retrata a diversidade de cenários em tempos diversos da história do planeta.

O continente sul-americano possui uma diversidade de paisagens, resultante da distribuição de compartimentos de relevo individualizados, sobretudo em função das grandes estruturas geológicas. Com exceção da cadeia de montanhas da cordilheira andina, do conjunto montanhoso do Sudeste do Brasil e de boa parte de sua fachada atlântica, a topografia continental apresenta poucas feições de expressão altimétrica pronunciada. Embora, a amplitude do relevo não seja ressaltada em larga escala, há que se observar as nuances morfológicas dos planaltos interiores, das depressões interplanálticas e das feições residuais que pontuam diversas áreas do continente.

Considerando o papel dos fatores climáticos na evolução das paisagens é notável, em primeiro plano, o condicionamento imposto pela forma do continente (de maior extensão norte-sul que leste-oeste), que proporciona um zoneamento climático de contrastes bem definidos, da zona equatorial a subtropical. Na porção central, onde se encontra o estado de Mato Grosso, imperam condições de tropicalidade típicas, com distribuição mais ou menos igual entre meses secos e úmidos ao longo do ano, mas com temperaturas elevadas em ambos os períodos, traduzidos em três biomas: Amazônico, Cerrado (Savanas Tropicais) e Pantanal.

É importante destacar que, dadas as condições pluviométricas que imperam no território brasileiro, os sistemas hidrográficos na maior parte do país se caracterizam por uma densa rede de drenagem, distribuída em bacias de grande expressão em área. As feições fluviais são elementos que traduzem muitos aspectos da evolução geomorfológica e permitem compreender a história natural das paisagens pela organização de sua hidrografia.

Não poderíamos iniciar uma exposição sobre o tema do relevo de Mato Grosso sem mencionar a vasta produção bibliográfica, desde os trabalhos dos primeiros pesquisadores que se dedicaram a ampliar o conhecimento a respeito das características ambientais desta porção do território brasileiro, até os relatórios técnicos elaborados por diversas instituições no país. Além do mais, merecem referência os inúmeros trabalhos de estudantes brasileiros que, por meio de pesquisas em universidades e publicação de dissertações e teses, têm impulsionado o avanço do conhecimento das geociências no Brasil.

Especial destaque deve ser dado ao avanço das técnicas de geoprocessamento e do uso de produtos do sensoriamento remoto que propiciam condições para o desenvolvimento de metodologias para o estudo e mapeamento geomorfológico.

PRÓLOGO ELEMENTAR: COMO O RELEVO SE FORMA?

Antes de adentrar em uma descrição do relevo que busque reconstituir a história natural do estado sob o viés da Geomorfologia, é importante explicitar que as diferenças topográficas de uma região para outra, assim como as formas do relevo, são a expressão atual de um conjunto de fatores pretéritos atuando de forma dinâmica na superfície do planeta Terra segundo as leis físicas.

Em primeiro lugar, estão as forças relacionadas à dinâmica interna do planeta, pelos movimentos tectônicos, é capaz de produzir estruturas diversas, tais como bacias sedimentares e cinturões montanhosos. A “ossatura” da Terra, utilizando-se uma expressão do geógrafo Aziz Ab’Saber, corresponde aos alicerces que sustentam o relevo. Os elementos climáticos irão impor o seu papel modelador sobre essas estruturas geológicas.

A ação das águas correntes, dos ventos, das ondas no litoral, combinados com reações químico-físicas no contato entre a litosfera, a atmosfera e a hidrosfera resultam em um trabalho contínuo de “desconstrução” das porções mais elevadas do terreno. A gravidade da Terra fornece a energia para que os fluxos realizem a transferência dos materiais erodidos em direção às bacias de sedimentação, sejam oceânicas ou continentais. Esse trabalho contínuo se traduz na esculturação de formas de relevo. As diferenças entre os materiais geológicos (rochas mais duras e coesas contrapondo-se a rochas tenras) será determinante na maior permanência de algumas formas na paisagem em detrimento de outras.

Cada ambiente do planeta tem o seu próprio conjunto de processos associados às condições climáticas imperantes. Regiões de clima desértico tendem a ser mais agressivamente modeladas, em função da combinação entre cobertura vegetal escassa, ou inexistente, e fluxos hídricos relacionados a eventos pluviométricos torrenciais. Nas regiões frias de altas montanhas ou nas imediações dos polos, a ação das geleiras e dos ciclos de congelamento e degelo, também são agentes modeladores efetivos.

As áreas em que imperam condições de tropicalidade, com média ou elevada pluviosidade são caracterizadas por ação mais proeminente da meteorização, levando à formação de solos profundos e geoquimicamente evoluídos. Esse contexto configura o território brasileiro em quase a sua totalidade. Entretanto, para se compreender as formas do relevo existentes no país, é importante, sobretudo, reconhecer que os padrões climáticos foram distintos ao longo do tempo geológico. As evidências são encontradas em muitas localidades, com diferentes graus de exposição, e podem ser reconhecidas a partir de um exame em larga escala (superfícies de aplainamento, terraços fluviais), ou em escala local (Figura 1), como no caso dos relevos ruíniformes, das vertentes em “caos de blocos”, também referidas como relevos saprolíticos, e de outras tantas feições.

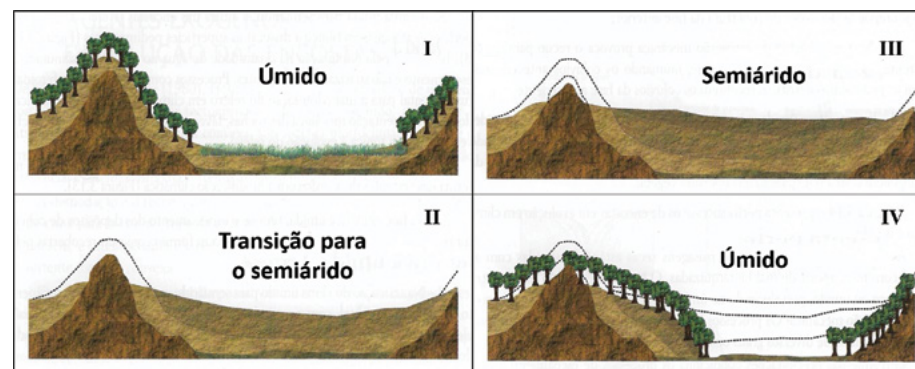


Figura 1 – Evolução do relevo a partir da alternância de tipos climáticos ao longo do tempo.

Fonte: Torres, Marques Neto e Menezes, 2013. Adaptado de Bigarella, Becker e Santos, 2004.

Para discutir a evolução do relevo mato-grossense, a partir de uma perspectiva da história natural, convém enfatizar as feições residuais, interpretadas como relíquias de processos pretéritos e que, hoje, se encontram sob condições climáticas distintas, admitindo-se a ciclicidade das mudanças globais do clima. A complexidade com que ocorrem as interações responsáveis pela elaboração das formas de relevo é um desafio para os cientistas da Terra, mas o avanço nos conhecimentos, proporcionado pelas pesquisas de

cunho geomorfológico, permite traçar um panorama da evolução das paisagens, apresentado de forma sucinta neste texto.

MEGAGEOMORFOLOGIA: PLANALTOS, DEPRESSÕES E PLANÍCIES

Ao observar um mapa do relevo de Mato Grosso, o primeiro fato que chama a atenção é a distribuição dos grandes compartimentos topográficos regionais. Conforme a classificação do relevo brasileiro (ROSS, 1992), os planaltos abrangem três categorias de morfoestruturas: as bacias sedimentares, os cinturões de dobramentos antigos e as coberturas residuais de plataformas. As depressões são do tipo marginal, ou periférica, ocorrendo em áreas cratônicas, em bordas de bacias sedimentares e também no interior das faixas de dobramento. Por fim, há as planícies, que são vastas áreas de sedimentação recente, às quais se associam importantes sistemas fluviais e fluvio-lacustres.

O relevo brasileiro resulta de processos que se efeturaram, principalmente, a partir do início da Era Cenozoica, há 66 milhões de anos. Nesse período da história geológica ocorreram vários episódios de soerguimento da Plataforma Sul-Americana, referidos como “Epirogênese Pós-Cretácea”, colocando vastas porções do território brasileiro em posições altimétricas superiores. O caso mais emblemático desse fenômeno é o das bacias sedimentares paleo-mesozoicas que, sobretudo durante a Era Paleozoica, estavam abaixo do nível do mar. Os movimentos verticais da crosta, relacionados à evolução geotectônica global (fragmentação do supercontinente Pangea) transformaram antigas bacias de sedimentação em áreas de terras emersas, sujeitas, portanto, aos processos erosivos.

Considerando a epirogênese pós-cretácea como um evento cuja magnitude atingiu todo o território brasileiro, pode-se afirmar que a esculturação do relevo atual resulta, em última análise, da reorganização geral dos sistemas fluviais, em função do ganho de energia potencial resultante do soerguimento de vastas porções de terras. A Figura 2 sintetiza os principais compartimentos de relevo existentes no Brasil.

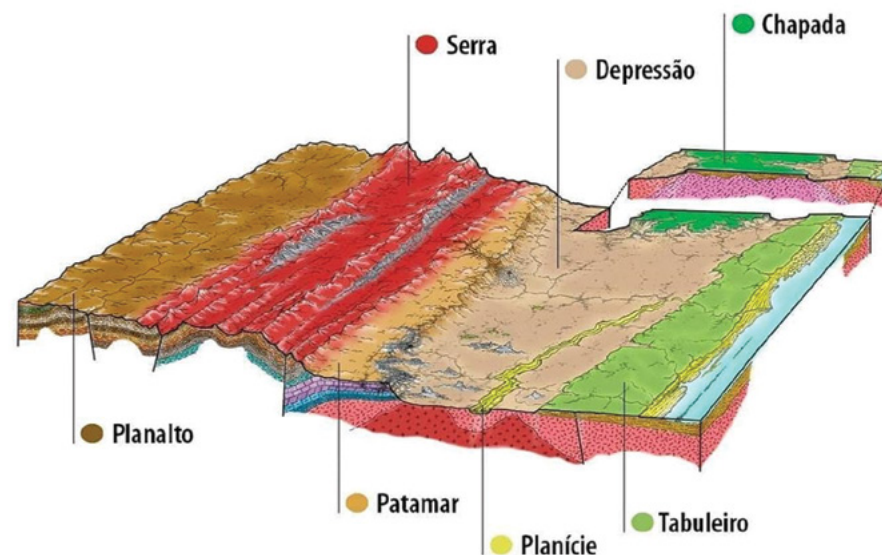


Figura 2 – Compartimentos de relevo em território brasileiro.

Fonte: IBGE, 2019.

Embora os fatos narrados (e recorrentemente citados na literatura científica sobre o tema) sejam de caráter positivo, como a elevação da Plataforma Sul-Americana, não se pode ignorar os eventos que resultaram no “afundamento” de algumas porções do continente, designados pelo termo subsidência. O soerguimento do território brasileiro como um todo contrasta com a subsidência de algumas porções específicas, tomando como exemplo, a bacia do Pantanal Mato-Grossense. Contudo, é importante destacar que não foram eventos síncronos, dado que a origem do Pantanal ocorreu no período Neógeno, ou seja, posterior ao soerguimento regional de larga escala.

Delineados os pontos fundamentais no que se refere às morfoestruturas que funcionam como o “arcabouço” para as feições de relevo, parte-se para os aspectos relacionados à esculturação das formas pelos agentes climáticos. Essa evolução, desenvolvida em períodos geológicos mais próximos ao recente, é precursora das formas vistas na atualidade. No entanto,

há que se considerar que não se trata de uma evolução linear, mas marcada por variações dos parâmetros climáticos com diferentes escalas temporais e amplitude espacial. Em última análise, as formas de relevo atuais constituem heranças de processos pretéritos.

MAPEAMENTO DO RELEVO DE MATO GROSSO

A cartografia geomorfológica é um importante campo de aplicação para o entendimento dos compartimentos topográficos e das formas de relevo. Ao longo das últimas décadas, houve diversos esforços para elaborar propostas de mapeamento do relevo brasileiro que fornecessem os elementos necessários à compreensão da distribuição das unidades fisiográficas e morfológicas do país. Cabe menção à Aziz Nacib Ab'Saber, pelo pioneirismo, e a Jurandyr Ross, pelo avanço nas técnicas, à frente do grupo de trabalho do projeto Radam Brasil.

A descrição das unidades de relevo adotada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) se baseia na proposta de Ross (1992), que é fundamentada na taxonomia do relevo, subdividindo-o em seis níveis, desde os de maior expressão (morfoestruturas no 1º táxon) até as feições localizadas no contexto das vertentes (6º táxon). A Figura 3 apresenta o mapa geomorfológico do estado, conforme apresentado no Atlas Geográfico de Mato Grosso (MORENO; HIGA, 2005), cuja subdivisão de unidades é baseada na proposta referida.

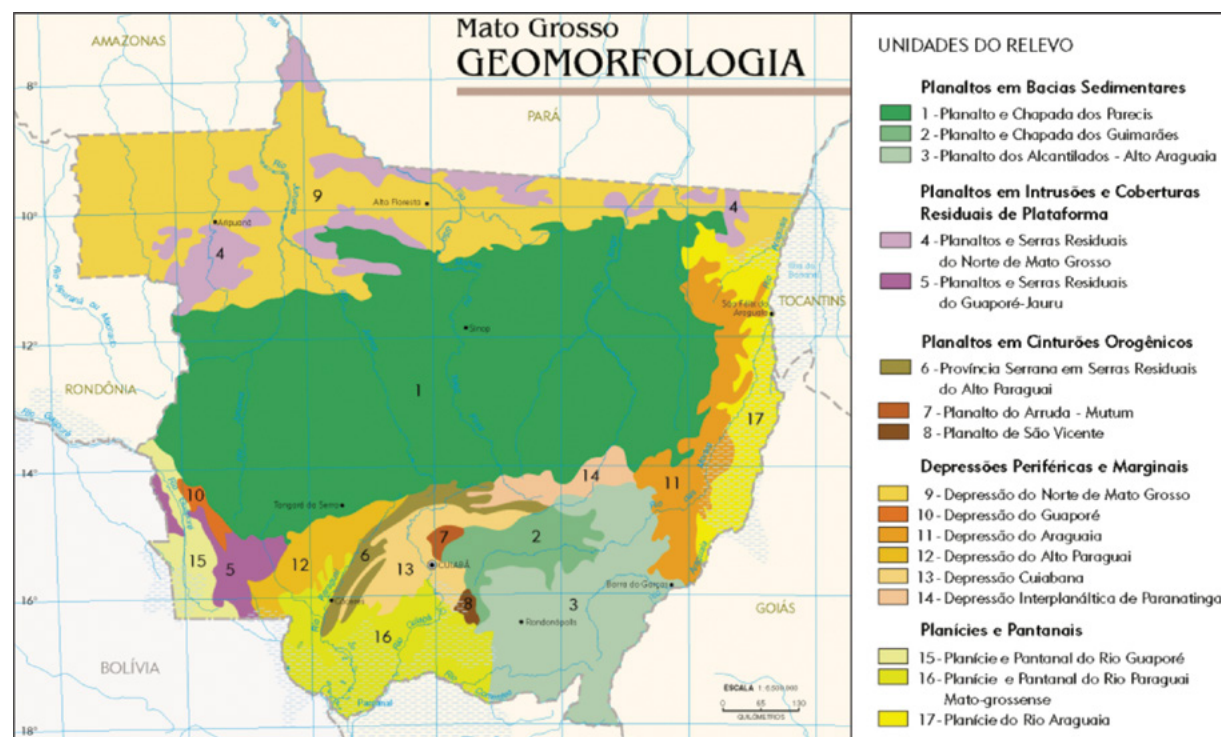


Figura 3 – Geomorfologia do estado de Mato Grosso. Fonte: adaptado de Moreno e Higa, 2005.

O mapa em questão possui algumas simplificações em função da escala, como no caso do Planalto e Chapada dos Parecis, colocados em uma única classe, assim como a ausência do Planalto do Alto Xingu (Porção oriental do Planalto dos Parecis). Contudo, serve de base para análise geral sobre os grandes compartimentos do relevo do estado, os quais são tratados de forma sucinta nos tópicos adiante.

Cabe destacar que o texto que se segue não busca apresentar os atributos de cada compartimento, e sim as nuances que caracterizam as diferentes regiões do estado. Nesse sentido, planaltos e depressões são, em alguns casos, tratados em conjunto, uma vez que se entende a paisagem como um *continuum* no que se refere à evolução morfogenética.

OS PLANALTOS EM ESTRUTURAS SEDIMENTARES E SUAS BORDAS

No estado de Mato Grosso, os planaltos em estruturas sedimentares são os compartimentos de relevo que possuem a expressão mais significativa. Ocupam a maior parte do sudeste e do centro do estado, como no caso dos Planalto dos Guimarães e Planalto dos Alcantilados, desenvolvidos sobre rochas da Bacia Sedimentar do Paraná e do Planalto dos Parecis, esculpido sobre as rochas de bacia sedimentar homônima. A principal característica desses planaltos é a relativa suavidade do relevo em suas superfícies cimeiras, com colinas amplas, tabuliformes e baixa densidade da rede de drenagem, além de moderada dissecação.

De forma geral, os topos dos planaltos representam amplas superfícies geomorfológicas que traduzem processos de aplainamento pretéritos, também controlados estruturalmente pela horizontalidade das litologias sedimentares. Tais estruturas foram deformadas por tectônica rúptil durante a epirogênese pós-cretácea, resultando na formação de amplo sistema de falhamentos. Apesar disso e, mesmo considerando falhas de grande rejeito, os topos dos planaltos possuem essa retilineidade, interpretada como um vestígio de aplainamentos efetuados por agentes morfogenéticos.

Solos da classe dos Latossolos são típicos da superfície cimeira dos planaltos e possuem também horizontes lateríticos que denunciam prolongada ação de climas tropicais. Além disso, há ocorrência de coberturas detríticas que correspondem a paleossolos exumados, segundo interpretação apresentada em relatório técnico da SEPLAN (SANTOS, 2000).

As bordas dos planaltos são marcadas por rupturas topográficas abruptas na maioria das vezes, o que confere um aspecto intrínseco à paisagem, onde se encontram escarpas exibindo as diferentes litologias que compõem as bacias sedimentares. As chamadas frentes de cuestras (Figura 4) estão presentes a norte de Cuiabá, constituindo notável transição entre os planaltos e os setores de relevo rebaixado diante de suas bordas.

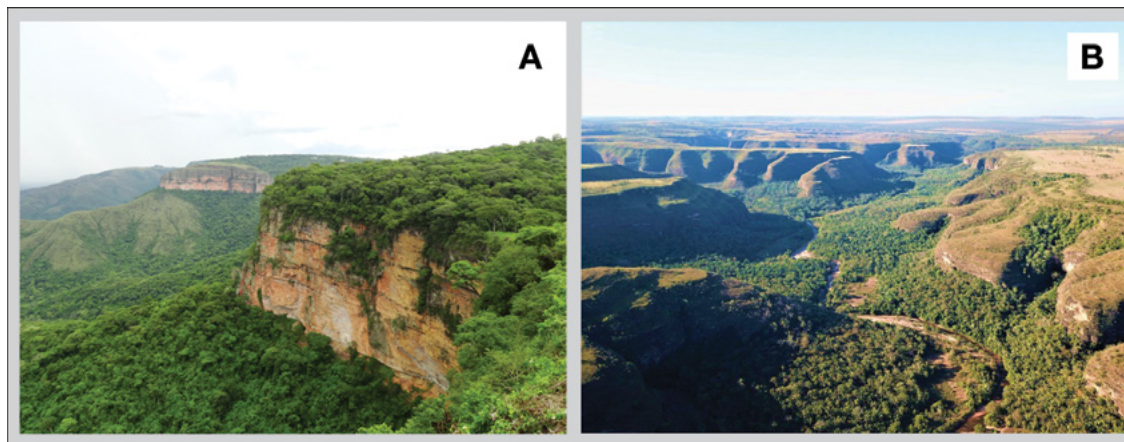


Figura 4 – Escarpas de cuestras do Planalto dos Guimarães (A) e Planalto dos Alcantilados (B). Fonte: acervo do autor, 2019; Mapa do Mato, 2022.

À medida em que as bacias sedimentares eram soerguidas, o contato dessas estruturas com rochas diversas do entorno se tornou área preferencial para o desenvolvimento de processos de erosão generalizada, conduzindo ao que se pode denominar “circundesnudação periférica”, o equivalente a um “desmantelamento” de fora para dentro, produzindo o recuo das escarpas e a abertura de depressões. É nesse contexto que se inserem a Depressão Cuiabana e a Depressão de Rondonópolis, ambas vinculadas à evolução das bordas da Bacia Sedimentar do Paraná.

No caso do Planalto dos Parecis, toda a porção sul se volta para a Depressão do Alto Paraguai, de caráter interplanáltico e que possui patamares estruturais, em especial aqueles sustentados por rochas basálticas, como a Serra de Tapirapuã. Em direção ao norte, a superfície do planalto tem caimento suavizado, terminando por se integrar aos compartimentos rebaixados pertencentes à Depressão Sul Amazônica, detalhada mais adiante.

O Planalto dos Parecis é a unidade geomorfológica de maior expressão em área no estado, ocupando desde a porção oeste, na divisa com o estado de Rondônia, e abrangendo quase a totalidade da região central. As porções mais elevadas deste planalto correspondem à unidade denominada Chapada dos Parecis, com altitudes de até 800 metros, e relevo suavizado, tabuliforme. O restante do planalto é subdividido em dois setores: o Planalto dos Parecis propriamente e o Planalto do Alto Xingu, que ocupa toda a porção leste. Somadas, as três unidades respondem por 34% da área do estado.

No limite sul do Planalto dos Parecis se encontra o divisor de águas entre dois sistemas hidrográficos em escala continental: as bacias Platina e Amazônica. Os rios que fluem no planalto se dirigem, em sua maioria, de sul para norte, constituindo afluentes importantes da bacia amazônica, como no caso dos rios Jurueña, Arinos e Teles Pires (formadores do rio Tapajós) e do rio Xingu. A hidrografia reflete, assim, a disposição geral do planalto, que possui caimento para norte e se integra à Depressão do Norte Mato-Grossense.

Um aspecto notável na evolução do contato entre os planaltos e as depressões, principalmente no âmbito da Bacia Sedimentar do Paraná, é o entalhamento dos talvegues fluviais, configurando verdadeiros cânions (Figura 5), como no caso do rio Prata, na localidade de Guiratinga. Neste caso específico, admite-se que o relevo se encontra em estágio juvenil e que, portanto, os escarpamentos denunciam fenômenos de tectônica tardia (neocenozoica), evidenciando o soerguimento diferencial de porções da Bacia Sedimentar do Paraná, processado em diferentes períodos.

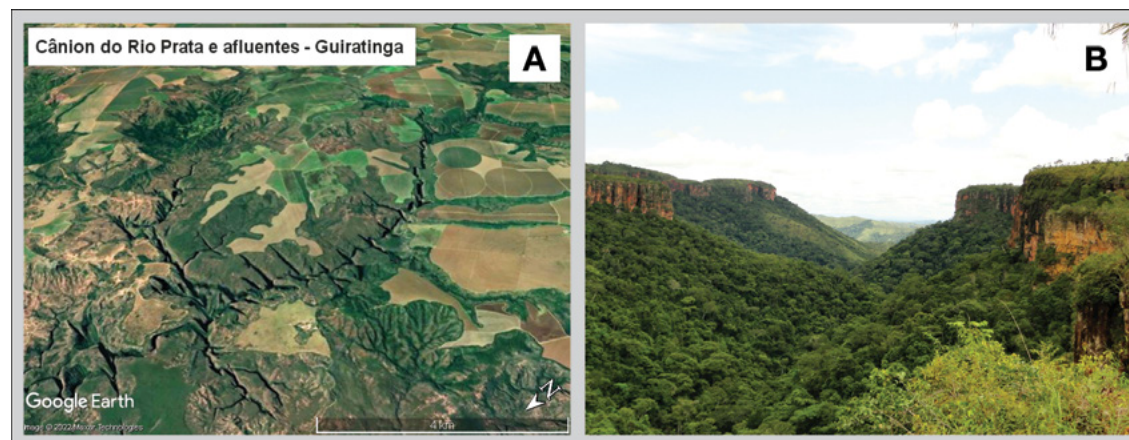


Figura 5 – Cânion do Rio Prata e afluentes, no município de Guiratinga (A) e vale do rio Coxipó, em Chapada dos Guimarães (B). Fonte: Google Earth, 2022; acervo do autor, 2019.

Conforme já referido, uma parte significativa dos planaltos sedimentares apresenta patamares relacionados ao escalonamento típico do relevo de blocos falhados. Nesse contexto, merece destaque a Serra do Roncador, situada no centro-leste do estado, que bordejia a vasta Planície do Araguaia e também é sustentada por litologias da Bacia Sedimentar do Paraná, integrando a unidade Planalto dos Alcantilados-Alto Araguaia.

Outro atributo das frentes escarpadas e dos rios que dissecam as bordas dos planaltos é a presença de quedas d'água de forte apelo turístico. No caso dos sistemas fluviais que se desenvolvem a norte do Planalto dos Parecis, por exemplo, a transposição de patamares do relevo por rios de vazão significativa resulta na formação de cachoeiras portentosas, tais como a de Utiariti, no município de Campo Novo dos Parecis, uma das mais belas quedas d'água do estado.

Embora as escarpas e cânions sejam feições geomorfológicas marcantes, onde o desnível topográfico ressalta as peculiaridades da transição entre planaltos e depressões, as superfícies planálticas, com seu relevo suavizado, colaboram para a configuração de uma paisagem singular. Essas áreas cimeiras possuem solos profundos e relevo aplainado, sustentando boa parte da produção agrícola do estado. Portanto, ao percorrer as áreas planálticas, percebe-se a monotonia da paisagem entre as extensas glebas de monoculturas que, somente em alguns setores, é quebrada pela frente escarpada e seus cursos fluviais entalhados sobre as rochas sedimentares.

SERRAS RESIDUAIS: VESTÍGIOS DE TECTONISMO ANTIGO

Partindo de Cuiabá, seja com destino a Cáceres (sudoeste), a Nobres (oeste), ou a Paranatinga (norte), encontra-se uma das formas de relevo mais significativas dos grandes eventos do passado geológico da Plataforma Brasileira. Trata-se da Província Serrana, um conjunto de serras residuais que descreve um arco de até 1.200 quilômetros de extensão (e largura variável, em média de 150 quilômetros), com sentido norte-sul em sua porção meridional, vergindo para leste-oeste na setentrional.

Os relevos planálticos que se desenvolvem nesta morfoescultura se configuram como cristas de topografia saliente em relação às áreas rebaixadas dos arredores. Exibem uma diversidade de estruturas geológicas resultantes da deformação polifásica de rochas sedimentares pré-cambrianas, cuja esculturação posterior foi motivada pelo soerguimento epirogenético regional processado ao longo do pós-cretáceo. Consiste, assim, em um dos exemplos brasileiros do denominado relevo do tipo “apalachiano”, formado quando estruturas dobradas são soerguidas e esculpidas de forma tal que ocorrem inversões (sinclinais são alçadas e anticlinais esvaziadas), além de haver forte controle estrutural da rede de drenagem, combinado a fenômenos de superimposição de canais fluviais, denotando a reativação tectônica e os efeitos morfogenéticos associados.

Embora tenha um significado singular na história geológica da Plataforma Brasileira, situado entre os eventos denominados do Ciclo Brasileiro (que atestam o fechamento de bacias pela aglutinação de paleocontinentes), ao observar as serras residuais, dificilmente um morador ou um

turista verão com clareza os aspectos característicos dessas feições. Somente a partir de uma vista aérea, seja por sobrevoo ou por meio de imagens orbitais, é que se tem uma real dimensão da importância da Província Serrana para a composição da história natural do estado de Mato Grosso (Figura 6).

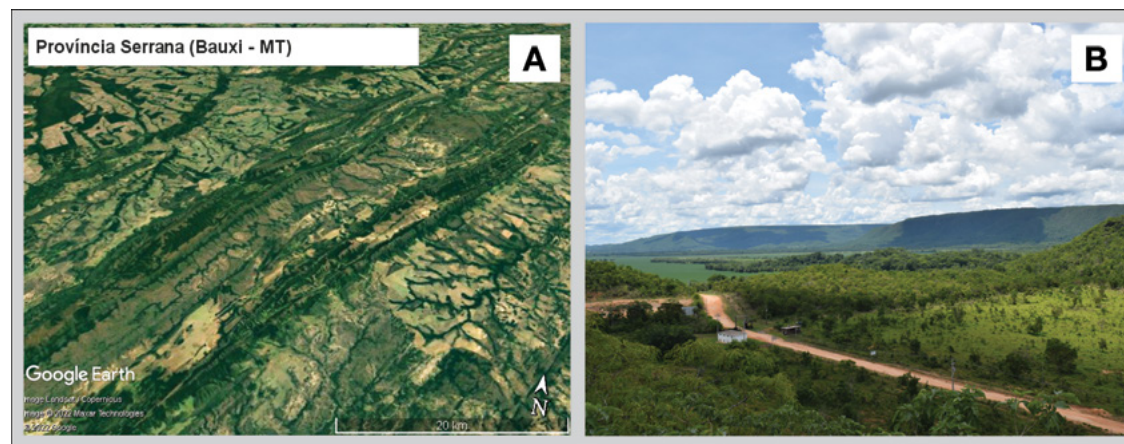


Figura 6 – Serras residuais da Província Serrana vistas por imagem orbital (A) e do solo (B). Fonte: Google Earth, 2022; acervo do autor, 2021.

Muitos são os detalhes relacionados à origem e evolução da estrutura geológica que sustenta a Província Serrana, parte integrante do Cinturão Orogênico Paraguai (edificado em fins da Era Proterozoica). Estudos apontam sua formação em ambiente deposicional marinho, uma posterior fase de deformação pós colisão continental e os demais aspectos relacionados à tectônica pós-cretácea e neocenoica. Vale ressaltar a presença de rochas carbonáticas (Grupo Araras) e sua importância paisagística, devido à geração de relevos cársticos, com destaque para cavernas e dolinas, que conferem valor geoturístico ímpar às áreas.

Convém ainda destacar que, em meio aos vales entre flancos de dobras e mesmo em setores de relevo aplainado nas charneiras de anticlinais arrasadas, ocorrem nascentes de importantes rios da região, tais como o Cuiabá, entre Rosário Oeste e Paranatinga, e o próprio rio Paraguai, em Diamantino. Essas estruturas conferem um papel fundamental na organização da rede de drenagem, configurando o traçado de importantes afluentes da bacia do Paraguai-Pantanal e condicionando a posição de nascentes que alimentam sistemas fluviais componentes da Bacia Amazônica. Trata-se, enfim, de um divisor de drenagem entre dois sistemas hidrográficos de dimensões continentais (Paraguai-Paraná e Amazonas).

A Província Serrana de Mato Grosso possui uma expressão espacial de destaque no conjunto de feições geomorfológicas do estado. Contudo, não é uma estrutura única, uma vez que, ao norte do estado, são encontradas formas de relevo residuais resultantes de eventos tectônicos do Pré-Cambriano também importantes para a história geológica. No entanto, são serras de pequena dimensão altimétrica e de menor área, como: Serra dos Apiacás, Serra dos Caiabis, Serra do Cachimbo, Serra dos Jurunas e Serra do Tapirapé, que se somam a outras unidades, tais como a Chapada de Dardanelos e os Planaltos Residuais de Ji-Paraná e de Roosevelt, a noroeste. Essas morfoesculturas são sustentadas por rochas sedimentares ou metassedimentares e também por rochas ígneas, e sua estruturação se deu no Mesoproterozoico, no contexto do Cráton Amazônico.

Algumas dessas morfoesculturas se apresentam como serras alongadas, esculpidas sobre antigas coberturas de plataforma que foram dobradas (relevo tipo “apalachiano”), enquanto outras se apresentam como patamares dissecados, com amplos interflúvios que são interpene-trados pelos segmentos da Depressão Norte Mato-Grossense, que será tratada no próximo tópico.

Ainda no contexto dos relevos residuais, cabe menção aos Planaltos e Serras Residuais do Guaporé-Jauru, situados a oeste do estado, com gênese correlata às anteriormente referidas. Exemplo são a Serra de Ricardo Franco, a Serra de São Vicente e Serra de Santa Bárbara, dentre outras situadas na porção oeste do estado. Esta última exhibe feições de forte expressão regional, sustentada por rochas sedimentares silicificadas e apresentando rede de drenagem bastante entalhada, formando diversos

cânions. A partir da frente escarpada da serra, rios provenientes de sua porção cimeira projetam grandes quedas d’água que possuem notável beleza cênica (Figura 7).

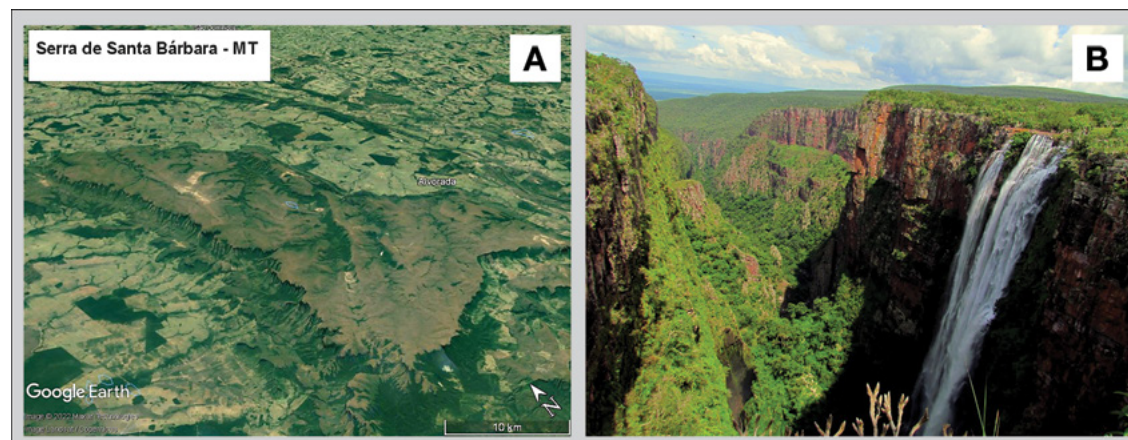


Figura 7 – Serra de Santa Bárbara vista por imagem orbital em perspectiva (A) e Cachoeira do Jatobá, na Serra de Ricardo Franco (B). Fonte: Google Earth, 2022; Mapas MT, 2022.

DEPRESSÕES MARGINAIS E INTERPLANÁLTICAS: RELEVOS DE TRANSIÇÃO

Os compartimentos planálticos anteriormente citados consistem importantes feições no relevo de Mato Grosso, sobretudo por se destacarem como áreas de altimetria mais elevada, por comporem a maior parte da superfície do estado e por abrigarem vastas zonas de importância estratégica no que concerne à produção agrícola, principalmente concentrada nas porções cimeiras dos planaltos e chapadas em estruturas sedimentares.

Um segundo conjunto de relevos de importância fundamental no entendimento da evolução da paisagem mato-grossense são as depressões que, em alguns casos, representam a transição entre planaltos e planícies e, em outros, compõem segmentos de relevo interplanáltico. Nessa categoria se inscrevem as Depressões do Norte de Mato Grosso, do Guaporé, do Araguaia, do Alto Paraguai e Cuiabana, e a de Paranatinga.

A Depressão do Norte de Mato Grosso é a de maior expressão em área, correspondendo a 18% da superfície do estado. Essa vasta região pode ser compreendida como um segmento do continente que interliga o Planalto Central Brasileiro às terras baixas amazônicas e, portanto, suas características fisiográficas estão intimamente relacionadas com a organização do sistema hidrográfico da bacia do Rio Amazonas.

A característica mais marcante da Depressão do Norte de Mato Grosso são os relevos residuais na forma de serras e chapadas, já mencionados. O conjunto de unidades que integram essa região reflete aspectos estruturais vinculados à evolução do Cráton Amazônico, a iniciar pela sua constituição geológica, composta por rochas sedimentares, metassedimentares e ígneas originadas em eventos que ocorreram principalmente no período Mesoproterozoico (entre 1.600 e 1.000 milhões de anos AP). As formas de relevo intracratônicas são resultantes de um longo período de esculturação, embora façam parte de uma vasta estrutura positiva, que teve pulsos de soerguimento durante a epirogênese pós-cretácea, os quais rejuvenesceram boa parte da superfície cratônica.

Entende-se, portanto, que a evolução geomorfológica da região norte do estado se vincula a um processo de denudação regional instalado após o soerguimento pós-Cretáceo, sendo as serras residuais as expressões da erosão diferencial afetando estruturas com litologias de diferentes resistências. É nesse contexto que se desenvolve o domínio fitoecológico do bioma Amazônico, compreendendo paisagens de grande importância no que concerne à biodiversidade regional.

Enquanto a Depressão do Norte de Mato Grosso possui relação direta com o domínio Amazônico, as demais depressões se associam a áreas de contato com as principais planícies do estado, tratadas no próximo tópico. Algumas depressões são relacionadas ao dismantelamento de planaltos, com forte influência de processos de subsidência regional, como é o caso da Depressão Cuiabana e Depressão Interplanáltica de Rondonópolis, ambas ligadas à gênese do Pantanal Mato-Grossense, e também a Depressão do Araguaia, vinculada à planície homônima.

Esses compartimentos representam antigas superfícies de aplainamento, constituindo vestígios de ciclos climáticos pretéritos caracterizados por maior aridez. Nesse sentido, se resalta a presença de paleoinselbergues, a exemplo do Morro de Santo Antônio e outros embutidos na Depressão Cuiabana, sustentados por litologias do Grupo Cuiabá, que contém enxames de veios de quartzo. Os inselbergues são geoformas ligadas ao rebaixamento topográfico regional em contexto de ambiente seco (árido ou semi-árido). Entretanto, sua gênese depende da alternância entre períodos úmidos (quando ocorre o aprofundamento dos solos pela meteorização química) e períodos secos (quando há a retirada dos horizontes pedogenéticos por processos mecânicos). Estes processos geram, por erosão diferencial, morros residuais do tipo “pão-de-açúcar”, se destacando sobre a suavidade do relevo aplainado (Figura 8).

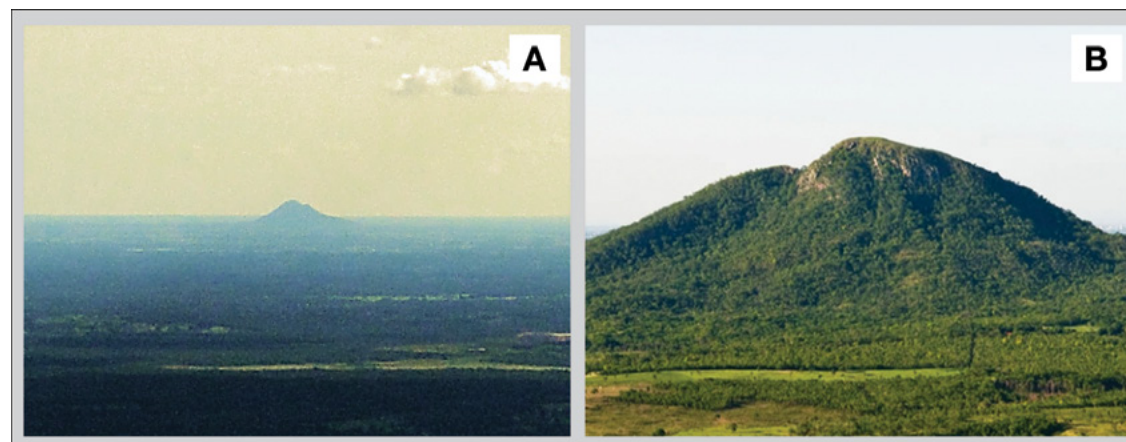


Figura 8 – Morro de Santo Antônio visto do alto de Chapada dos Guimarães (A) e no nível do solo (B). Fonte: acervo do autor, 2018; acervo da Câmara Municipal de Cuiabá, 2022.

As depressões de Paranatinga e do Alto Paraguai se enquadram no tipo interplanáltico, cuja importância se dá, principalmente, por alojarem as cabeceiras de rios relevantes, tais como o Cuiabá e o Paraguai. Além dessas, há ainda a Depressão do Guaporé, bordejando as escarpas ocidentais do Planalto dos Parecis.

Os planaltos, serras residuais e depressões periféricas ou interplanálticas integram o conjunto de modelados de dissecação, em diferentes estágios evolutivos, mas que guardam evidências importantes de ciclos erosivos do passado, uma vez que suas superfícies, em relevo moderadamente dissecado (no caso dos planaltos em estrutura sedimentar e nas depressões que os margeiam), denotam fases de aplainamento pretéritas.

Outra classe de feições geomorfológicas são as de caráter agradacional, que conformam as planícies, sejam fluviais ao longo das calhas de alguns rios mais expressivos, ou fluvio-lacustres, com dimensões maiores e vinculadas à formação de bacias sedimentares cenozoicas. As planícies, de forma geral, têm no sistema fluvial seu principal agente modelador e são áreas que servem de receptáculo aos materiais erodidos das terras mais altas que estão em processo de dissecação. Nesse contexto, o relevo mato-grossense possui elementos de especial destaque, que são referidos adiante.

PLANÍCIES DE MATO GROSSO: GUAPORÉ, ARAGUAIA E PANTANAL

Enfim, após essa abordagem acerca das terras altas do estado de Mato Grosso e dos compartimentos de relevo mais rebaixado adjacentes (seguindo um roteiro de altimetria decrescente), chegamos, enfim, às vastas áreas de planícies. Não abordaremos as planícies fluviais que possuem área restrita às margens de rios, tais como as que existem nos grandes rios que drenam a região norte do estado. Nosso enfoque é dado às vastas áreas planas dotadas de características especiais do ponto de vista hidrológico e geomorfológico.

Para se compreender a gênese da Planície do Araguaia, da Planície do Guaporé e, por fim, do Pantanal, deve-se novamente fazer referência aos fenômenos epirogênicos pós-cretáceos. Sabe-se que, enquanto muitas áreas do território brasileiro tenham se alçado a altitudes mais elevadas em função de soerguimentos generalizados, outras sofreram subsidência, o que se explica, dentre outras causas, pela denominada isostasia que, nada mais é que a compensação de cargas da litosfera quando submetidas a esforços verticais.

Admite-se que, principalmente ao longo do Neocenoico foram ocorrendo fenômenos de subsidência, que resultaram na estruturação das bacias sedimentares ativas até os dias atuais e que são, portanto, amplos espaços de acumulação, caracterizados pelos ciclos de cheias e vazantes dos sistemas fluviais que as drenam. A Planície do Guaporé é a menor delas,

mas possui um significado importante para o entendimento da evolução do relevo, uma vez que possui feições originadas em um contexto de climas mais secos do passado, como amplos leques aluviais, atualmente obliterados durante as cheias dos afluentes da alta bacia do rio Guaporé.

A Planície do Araguaia, também denominada Planície do Bananal, por sua vez, tem dinâmica intrinsecamente associada ao traçado do próprio rio Araguaia, que exhibe padrão do tipo meandrante e canais secundários ligando lagoas temporárias ou permanentes. Alguns estudos supõem que a gênese dessa planície está relacionada ao regime tectônico distensivo, que caracteriza áreas de antigos cinturões montanhosos. A erosão da Faixa de Dobramentos Araguaia teria possibilitado o colapso do orógeno, gerando a bacia sedimentar atual, de expressão significativa em termos de área no estado de Mato Grosso, além de se projetar para os estados de Goiás e Tocantins, configurando uma das grandes áreas de sedimentação holocênica do Brasil.

Por fim, resta mencionar a Planície do Pantanal Mato-Grossense, considerada uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta, e que no estado possui área de, aproximadamente, 52.000 km². Sua origem, tal como as demais planícies referidas, está relacionada ao abatimento de blocos falhados, que gerou ampla calha de deposição, atualmente preenchida com sedimentos.

Há que se destacar que o Pantanal se caracteriza por um mosaico de feições bastante complexo, distribuído por setores com distintas morfologias. Na porção mais ao norte se localizam os denominados “Pantanais do Alto Paraguai”, diretamente associados ao regime fluvial do rio homônimo, de padrão meandrante e, em cujas margens, se alojam inúmeras lagoas, ligadas por canais denominados regionalmente pelo termo “corixos”. À medida em que se segue para o sul, o Pantanal recebe contribuição de importantes rios em sua porção oriental, tais como o Cuiabá, o Vermelho e o São Lourenço. Estes rios, provenientes dos planaltos sedimentares, levam expressiva carga sedimentar para a planície (Figura 9).

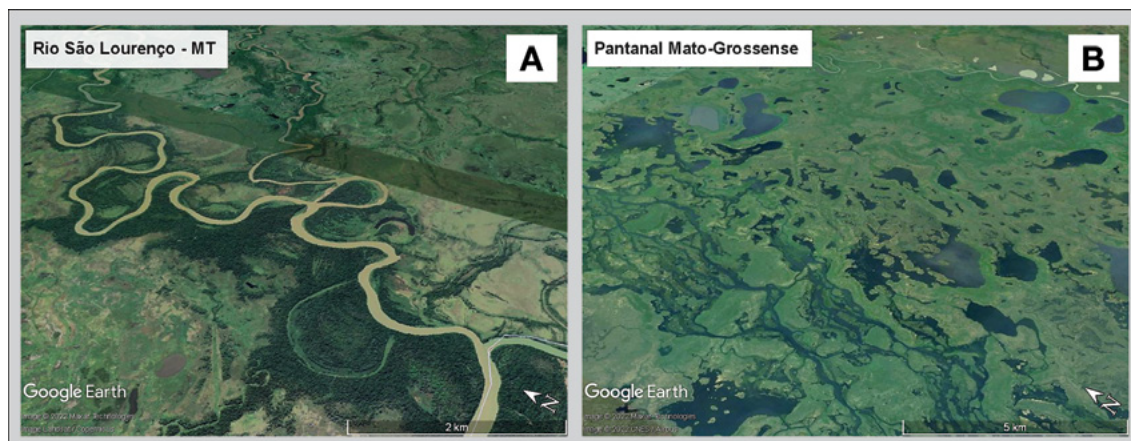


Figura 9 – Traçado do rio São Lourenço em meio à Planície do Pantanal Mato-Grossense (A) e setor sudoeste da planície, próximo à fronteira com a Bolívia (B). Fonte: Google Earth, 2022.

CONCLUSÕES: A PAISAGEM NO TEMPO E AS AÇÕES ANTRÓPICAS

Após percorrer os principais compartimentos do relevo mato-grossense, é possível afirmar que a diversidade de feições geomorfológicas permite compreender aspectos da evolução da paisagem em diferentes escalas temporais. Na escala de maior duração, os fenômenos tectônicos são os agentes de maior relevância, construindo o arcabouço estrutural do relevo. Avançando no tempo, ganham destaque os processos morfoclimáticos, que traduzem com maior exatidão os últimos eventos responsáveis pela esculturação morfogenética.

A paisagem atual é, portanto, uma herança de processos cíclicos, que se processam em escalas de tempo da ordem de milhões de anos. As formas de relevo atuais devem ser interpretadas à luz de eventos de longa duração, moldados pelas forças atuantes na dinâmica planetária, sejam eles vinculados à estrutura sólida do planeta, sejam associados à atmosfera e hidrosfera, e à interação entre todos os geossistemas.

A vida na Terra possui um papel relevante na dinâmica planetária, dado que, desde seu início, interage com os sistemas físicos modificando-os. Quanto à vegetação, é importante destacar que sua influência nos processos pedogenéticos, na dinâmica hidrogeológica e no balanço morfogenéticos, é uma chave para se compreender a evolução das paisagens. Há uma ligação estreita entre as formas de relevo e o conjunto fitoecológico desenvolvido sobre as mesmas, atuando como condicionante dos processos.

Os seres humanos são a expressão do sistema biótico do planeta, capazes de promover alterações significativas nas paisagens, com efeitos diretos e indiretos, sobretudo vinculados ao desmatamento, uso agrícola dos solos e urbanização. Em termos geomorfológicos, o controle humano sobre o sistema ambiental é responsável pela criação de feições, como relevos construídos (aterros), e descaracterização (cortes, escavações), resultando em materiais e fluxos inexistentes até o advento da sociedade.

Para fechar este capítulo, trazemos uma reflexão sobre o futuro da paisagem mato-grossense a partir de uma perspectiva de seu relevo. Não se trata de uma modelagem de longo prazo, em que se possa prognosticar novas e diferentes configurações das formas e compartimentos geomorfológicos, mas sim observar, em curto prazo, as derivações advindas da ação humana, sobretudo motivadas pelo avanço tecnológico, o crescimento populacional e o aumento da demanda por recursos. Com essa perspectiva em mente, ressaltamos a importância de se compreender a evolução do relevo para o entendimento de nossa relação com o ambiente, seus condicionantes e os aspectos resultantes da relação sociedade-natureza.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. O Pantanal Mato-grossense e a Teoria dos Refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**. IBGE, Rio de Janeiro, ano 1, n. 1, p. 9-57, 1988.
- AB'SABER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, v. 18, p. 1-23, 1969.

ALVARENGA, C. J. S.; TROMPETTE, R. Evolução tectônica brasileira da Faixa Paraguai: a estruturação da região de Cuiabá. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 23, n. 1, p. 18-30, 1993.

BEAL, V. **Estratigrafia de seqüências do grupo Cuiabá, faixa Paraguai Norte, Mato Grosso**. 2013. 39 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. dos. **Estrutura e Origem da Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: Ed. da UFSC. v. 1, 2004, 426 p.

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFG, 1994, 137 p.

CASTRO-JÚNIOR, P. R. de; SALOMÃO, F. X. de T.; BORDEST, S. M. L. Mapeamento geomorfológico da região de Cuiabá. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA/REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 6., Goiânia-GO, 2006. **Anais...** Universidade Federal de Goiás, p.1-11, 2006.

FIGUEIRÓ, A.; VIEIRA, A. A. B.; CUNHA, J. Patrimônio geomorfológico e paisagem como base para o geoturismo e o desenvolvimento local sustentável. **CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 8, n. 1, p. 49-81, jan./jun. 2013.

GOOGLE EARTH. **Google Earth**. Disponível em: <http://earth.google.com/>. Acesso em: 05 jun. 2022.

HASUI, Y. et al. (Ed.) **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012, 900 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de Dados e Informações Ambientais**. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 abr. 2020.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Macrocaracterização dos recursos naturais do Brasil**: Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 179 p.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Métodos. **Espaço Aberto**, v. 6, n. 1, p. 151-174, 2016.

LUZ, J. S. et al. **Projeto Coxipó**. Relatório Final (Convênio DNPM/CPRM), v. 1, Goiânia: CPRM, 1980. 136 p.

MAPA DO MATO. Disponível em: <https://mapadomato.info/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MAPAS MT. Disponível em: <https://mapas.mt.gov.br/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MORENO, G.; HIGA, T. C. S. **Geografia de Mato Grosso**: território, sociedade, ambiente. Cuiabá: Entrelinhas, p. 16-31, 2005.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. 185 p.

ROSS, J. L. S. Chapada dos Guimarães: borda da bacia do Paraná. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 28, 2014, p. 180-197.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208 p.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 17-29, 1992.

SANTOS, M. V. dos. **Relatório Técnico Consolidado da Geologia do Estado de Mato Grosso – 1:1.500.000**. Parte 2: Sistematização das Informações Temáticas. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral – SEPLAN. Mato Grosso, 2000.

TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Nacional, 2009. 623 p. ISBN 9788504014396 .

THOMÉ FILHO, J. J. (Org.) **Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno – SIG CUIABÁ**. v. 1. Goiânia: CPRM, 2004. 309 p. (Convênio CPRM/SICME).

TORRES, F. T. P.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S. de O. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 322 p.



MT 251, entre Cuiabá e Chapada dos Guimarães • Foto: Kamilla Borges Amorim.

SOLOS: IMPORTÂNCIA E OCORRÊNCIAS EM MATO GROSSO

THIAGO DE OLIVEIRA FARIA • CAIUBI EMANUEL SOUZA KUHN • CLEBERSON RIBEIRO DE JESUZ

SOLOS: COMO SE FORMAM E QUAL A SUA IMPORTÂNCIA?

O solo é uma camada de material inconsolidado, que varia de 1 ou alguns centímetros a dezenas de metros, e se origina de processos químicos, físicos e biológicos que atuam no intemperismo, resultantes da interação entre a rocha, o clima, a atividade biológica, sob a influência do relevo e do tempo de exposição aos diversos fatores (Quadro 1).

No planeta, diferentes condições climáticas, tipos de relevos e de rochas, e flora favorecem a atuação de processos físicos na desagregação, enquanto processos químicos realizam a decomposição das rochas. Por exemplo, em regiões próximas aos polos, o congelamento das rochas acarreta na desagregação, devido ao maior volume da água congelada em relação ao volume ocupado pela água líquida. Por outro lado, as variações de temperatura em regiões tropicais ou temperadas também favorecem a desagregação das rochas, devido à composição de minerais com diferentes coeficientes de dilatação, expansão e contração térmica, criando microfraturas e caracterizando o intemperismo físico ou mecânico.

O tipo e a intensidade do intemperismo podem ser relacionados com temperatura, pluviosidade e vegetação. O intemperismo químico é mais pronunciado nos trópicos. Nas regiões polares e nos desertos, o intemperismo é mínimo (Figura 1).

FATOR	INFLUÊNCIA
Clima: ação da água de chuva e da temperatura	Clima polar favorece a desagregação mecânica. Clima quente e úmido propicia reações químicas mais rápidas, conforme a Lei de Vant'Hoff. Interfere no crescimento da vegetação e na acumulação de matéria orgânica no solo. A água contribui para: a) desenvolver reação química; b) transportar solução no interior do solo; c) remover elementos solúveis, e d) acumular elementos solúveis.
Materiais de origem (rocha-mãe): circulação interna da água, composição e conteúdo mineral	A rocha de origem influencia a composição e as características do solo (ex. rochas ricas em sílica tendem a gerar solos arenosos; enquanto rochas ricas em minerais ferro-magnesianos e feldspatos favorecem a geração de solos argilosos). A composição também influencia a velocidade de formação do solo, rochas ricas em minerais ferro-magnesianos se alteram mais rapidamente que rochas ricas em silicatos.
Relevo: permeabilidade e suscetibilidade à erosão	O relevo tem influência no escoamento superficial e no fluxo hidrogeológico da água dentro do solo. Além disso, a energia cinética do escoamento superficial da água é um importante fator no desenvolvimento de processos erosivos, de modo que o relevo também auxilia a condicionar a erosão do solo.
Organismos vivos vegetais e animais	A atuação do meio biótico contribui para: a) desenvolvimento da porosidade; b) estruturação do solo pela matéria orgânica; c) estabilidade do solo; d) aumento da permeabilidade, e e) diferenciação dos horizontes e aprofundamento do solo.
Tempo	Amplia o efeito dos demais fatores, conforme o tempo de atuação. Solos muito antigos tentem a ser bem espessos, algumas vezes ultrapassando mais de 30 metros. Processos de alteração e de lixiviação ocorrem com maior rapidez em rochas permeáveis, ricas em minerais facilmente intemperizáveis pela água. Superfícies topográficas mais antigas de uma mesma região não necessariamente apresentam solos mais evoluídos ou mais espessos. É necessário relacionar a idade do solo com a velocidade de pedogênese.

Quadro 1 – Fatores de influência na formação do solo. Fonte: adaptado de Teixeira et al., 2000.

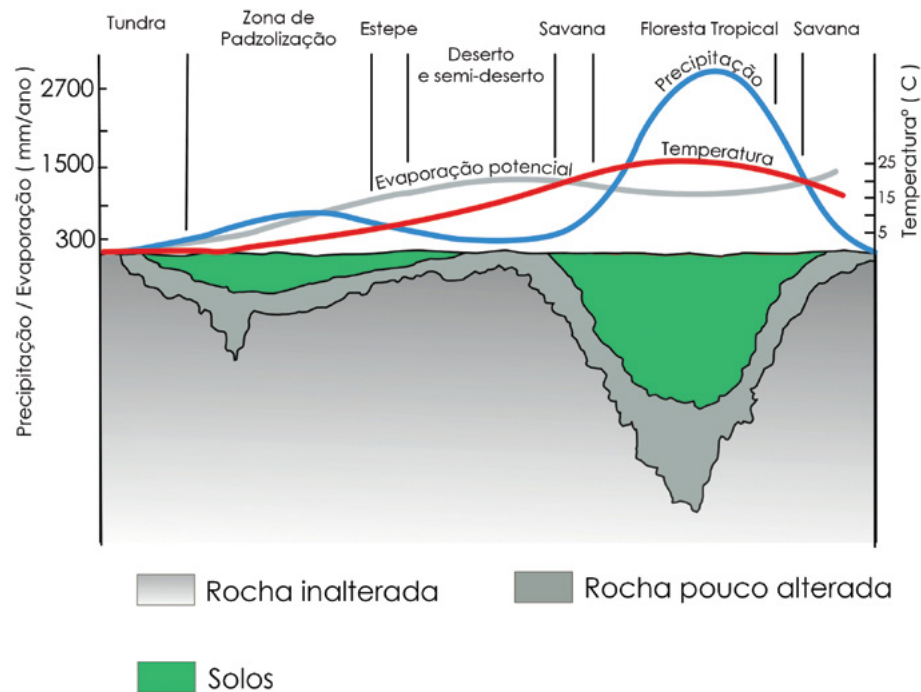


Figura 1 – Fatores de influência no intemperismo. Fonte: Modificado de Teixeira et al., 2000.

O intemperismo químico é resultado de inúmeras reações químicas derivadas do contato entre a rocha e chuvas carregadas por gás carbônico (CO_2) e outros gases atmosféricos, que são levados para o solo por meio das chuvas. As reações químicas entre a água que está nos solos e na rocha, também possibilitam o desenvolvimento de ácidos e bases, que favorecem a decomposição das rochas e dos minerais. A atuação de plantas, bactérias, fungos, entre outros, igualmente contribui para a desagregação do solo, seja química, com a liberação de compostos que favorecem as reações químicas, quanto física, pela desagregação dos solos e das rochas pelas raízes ou pela liberação de ácidos húmicos (CPRM, 2022).

Quanto tempo demora para se formar o solo?

Para responder essa questão, é preciso lembrar que os processos químicos e físicos atuam em diferentes velocidades conforme as condições climáticas. Por exemplo, em regiões glaciais, onde existe forte atuação do intemperismo físico e pouca ação do intemperismo químico, o solo se forma em ritmo muito mais lento do que em regiões tropicais, onde o elevado volume de chuvas e a temperatura favorecem a decomposição das rochas e a formação do solo. Para Araujo et al. (2013), os processos de formação do solo são bastante lentos, necessitando de, pelo menos, 100 anos para se formar 1 cm de solo, em condições favoráveis.

Devido ao lento processo de formação, o solo pode ser considerado um recurso não renovável. Por isso é importante debater acerca de seu uso sustentável e adequado. O solo está sob pressão, devido ao uso intensivo de produção de energia, habitação, infraestrutura, atividades agrícolas, pecuárias, mineração e industrial. O uso e a gestão adequada do solo são fundamentais para a manutenção de equilíbrio ecológico, o fornecimento de serviços ecossistêmicos e para a segurança alimentar futura da população global, que necessitará de solos férteis e água disponível para suprir a demanda por alimentos (MONTANARELLA; VARGAS, 2012). A adequada manutenção do solo contribui para o desenvolvimento da vegetação, a redução do escoamento superficial da água das chuvas e amplia a infiltração de água nos solos/rocha, alimentando, assim, os aquíferos e os cursos d'água.

O uso e ocupação da superfície terrestre têm as características do meio físico como forte fator condicionante, tais como: as propriedades do solo, do relevo, das rochas e a existência ou predisposição ao desenvolvimento de processos de dinâmica superficial, incluindo erosões lineares (ravinas e boçorocas), deslizamentos, rastejo, corridas de detritos, quedas de blocos, colapso, entre outros.

A erosão do solo é um processo importante e natural, que fornece sedimentos, tais como areias, seixos, argilas, entre outros, ou elementos químicos que dão origem a depósitos de sais e rochas carbonáticas em rios, lagos,

lagos e oceanos. No entanto, a erosão acelerada pode acarretar sérios problemas aos ecossistemas, como: assoreamento de cursos hídricos, áreas úmidas, mudanças ambientais, poluição das águas, redução da produtividade do solo, ampliação do perigo de ocorrência de desastres naturais que possam afetar a vida humana (LILLO et al., 2014).

A degradação do solo, causada por práticas impróprias de agricultura, pecuária, mineração, construção inadequada de estradas, trilhas, casas e estruturas urbanas, por remoção ou mudanças na cobertura vegetal (ex. desmatamento), associada a mudanças climáticas e ocorrências de chuvas torrenciais, pode favorecer a erosão acelerada e, inclusive, promover a desertificação da região, com perda progressiva da qualidade e da produtividade biológica (DASGUPTA et al., 2013).

Estima-se que 30% dos solos no mundo estão sujeitos a alguma forma de degradação (BRUMA, 2019). A manutenção sustentável dos solos pode ser relacionada a vários dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, tais como: 1) erradicação da pobreza; 2) fome zero e agricultura sustentável; 6) água potável e saneamento; 7) energia limpa e acessível; 8) trabalho decente e crescimento econômico; 10) redução das desigualdades; 11) cidades e comunidades sustentáveis; 12) consumo e produção responsáveis; 13) ação contra a mudança global do clima; 14) vida na água, e 15) vida terrestre (ONU, 2022).

SOLOS EM MATO GROSSO

No estado de Mato Grosso predominam solos tropicais, em razão das condições climáticas reinantes ao longo do tempo, influenciadas pela localização geográfica em região intertropical, com precipitações abundantes na estação chuvosa, favorecendo a percolação de água no terreno e a ação do intemperismo químico (Figura 2). Os solos são comumente de profundidade elevada, contendo horizontes lateríticos e com presença marcante de óxidos de ferro e alumínio.

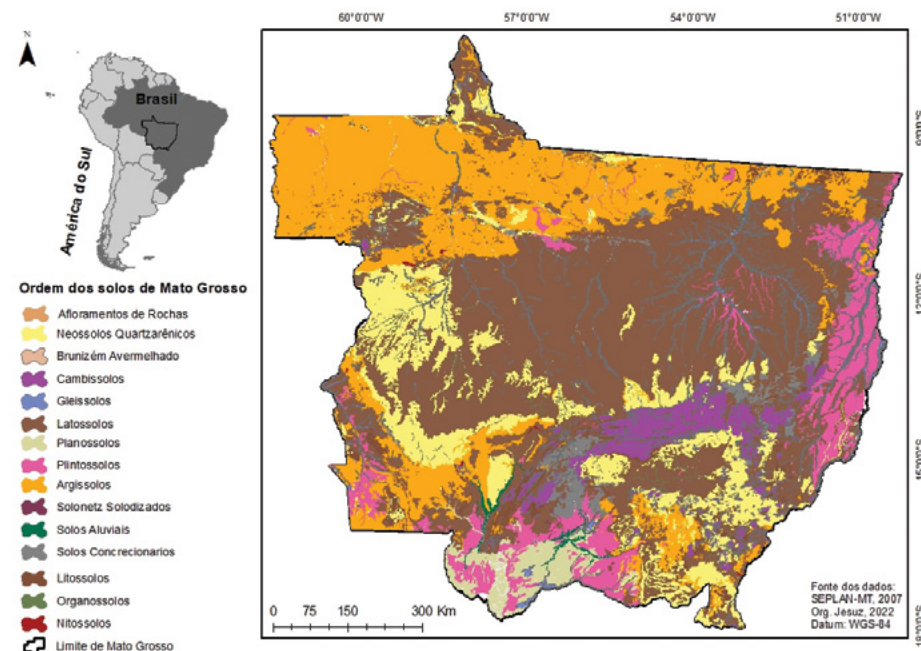


Figura 2 – Classificação dos solos no estado de Mato Grosso. Fonte: organizado por Jesus, 2022, com base em SEPLAN-MT, 2007.

Embora as características como: cor, profundidade, textura e composição química variem nos solos tropicais, dependendo das condições de clima, tipo de relevo e do material originário, os solos tropicais em Mato Grosso costumam ser espessos, de coloração avermelhada e, principalmente, de textura média a muito argilosa nos horizontes principais.

A classe de solos de maior ocorrência em Mato Grosso é o Latossolo, cobrindo cerca de 40% da área (MATO GROSSO, 2000). Esses solos, formados sob condições de clima tropical, são pedologicamente evoluídos, bastante profundos e apresentam tons predominantemente avermelhados. A gênese deste solo em algumas regiões do estado é explicada como alteração da rocha-mãe ou de camadas de petroplintita, também conhecida como canga ou couraça ferruginosa. O dismantelamento desse material, ou seja, a sua desagregação e decomposição pelo intemperismo teria dado origem,

então, aos horizontes pedológicos, incluindo o horizonte B Latossólico típico da classe dos Latossolos (Figura 3).

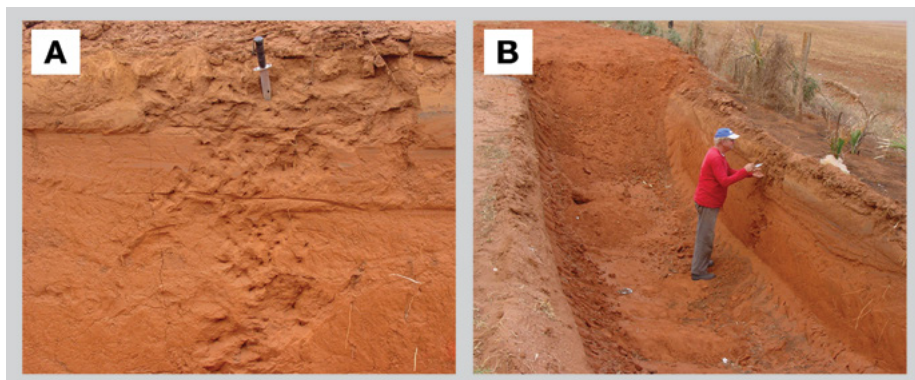


Figura 3 – A) Vista de trincheira em área com Latossolo de textura média, em plantação de lavoura em Tangará da Serra, MT. B) Detalhe do perfil de Latossolo de textura média. Fotos: Thiago de Oliveira Faria.

A presença de extensas áreas de Latossolos é um dos fatores que favoreceu o perfil econômico de Mato Grosso, vocacionado ao agronegócio. O relevo suave, associado às regiões com Latossolos, facilita a mecanização agrícola. Por mais que sejam solos de fertilidade natural normalmente limitada, o manejo adequado, com uso de fertilizantes e corretivos, propiciou a expansão agrícola no estado.

Os Argissolos correspondem à segunda classe de solo mais presente em Mato Grosso, ocupando 23,4% da área no estado (MATO GROSSO, 2000). Esses solos predominam na região norte de Mato Grosso, ocorrendo também de forma expressiva na região sudoeste. Sua origem principal decorre do intemperismo de rochas do Embasamento Cristalino, especialmente as que compõem o Cráton Amazônico. Uma parcela pequena dos Argissolos deriva do intemperismo de rochas de outras unidades geotectônicas, como as pertencentes às bacias do Paraná e Parecis. A principal atividade econômica presente nesses solos é a pecuária.

Outro solo muito comum é o Neossolo Quartzarênico, que ocorre em cerca de 12% da área total do estado (MATO GROSSO, 2000). São solos pouco desenvolvidos, formados apenas pelos horizontes A e C, bastante profundos. Sua origem está relacionada com as características geológicas, a partir do intemperismo de rochas sedimentares areníticas presentes nas bacias sedimentares do Paraná e Parecis, que ocupam grande parte do estado de Mato Grosso (Figura 4).

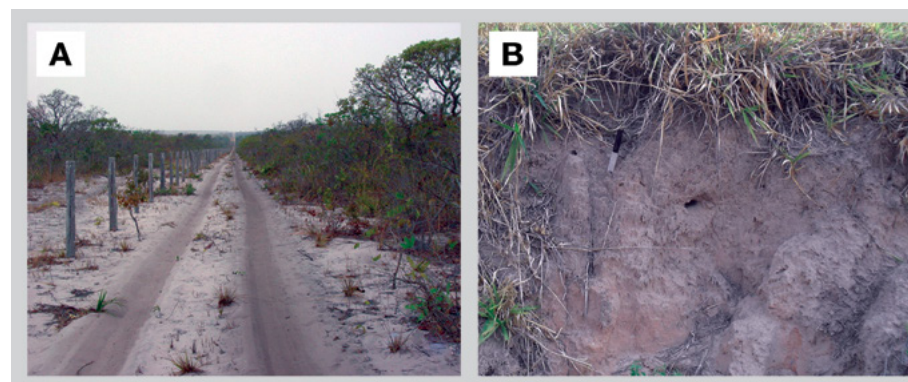


Figura 4 – A) Vista de área com Neossolo Quartzarênico, em região da bacia sedimentar do Parecis. B) Detalhe de Neossolo Quartzarênico, em área de pastagem. Fotos: Thiago de Oliveira Faria.

Os solos do tipo Plintossolo também são muito comuns em Mato Grosso, ocupando cerca de 9,5% do seu território (MATO GROSSO, 2000). A gênese desses solos está relacionada ao clima pretérito que favoreceu o acúmulo de óxidos de ferro e de alumínio por oscilações do nível freático. Em certo momento da evolução climática, o nível freático possivelmente rebai-xou, levando ao endurecimento irreversível dos óxidos de ferro e alumínio, formando, então, os horizontes plínticos.

Os solos da região de Cuiabá, Várzea Grande e entorno são predominantemente rasos, em geral com menos de um metro de profundidade, provenientes do intemperismo das rochas metassedimentares do Grupo Cuiabá. Os principais tipos de solos nessa região são Plintossolo, Neossolo Litólico e

Cambissolo. A presença de solos rasos e pouco desenvolvidos nesses locais pode ser justificada pela atuação de clima pretérito semi-árido, com limitada atuação de intemperismo químico (Figura 5).



Figura 5 – A) Vista de área com ocorrência de Plintossolo Pétrico em região rural de Cuiabá, com presença de capas de laterita (canga) na superfície. B) Detalhe de perfil de Plintossolo Pétrico na região. Fotos: Thiago de Oliveira Faria.

Na região do Pantanal, em partes dos municípios de Barão do Melgaço, Santo Antônio de Leverger, Poconé e Cáceres, ocorrem solos hidromórficos, ou seja, submetidos à inundação durante parte do ano ou permanentemente (Figura 6). Os solos dessa região estão representados por: Gleissolo, Neossolo Flúvico, Plintossolo Argilúvico, Planossolo e Organossolo.

Um aspecto interessante da formação de alguns subambientes do Pantanal está relacionado à atividade biológica de cupins, que erguem seus cupinzeiros para se proteger das inundações cíclicas durante o período chuvoso na região. Essa atividade forma um microrrelevo, em forma de resalto topográfico em escala local, denominado murundus, resultante da retirada de partículas de solos da subsuperfície pelos cupins e posterior acúmulo na superfície para construção dos cupinzeiros. A paisagem resultante da ação

dos cupins no solo na região pantaneira é denominada campo úmido com murundus (Figura 7).

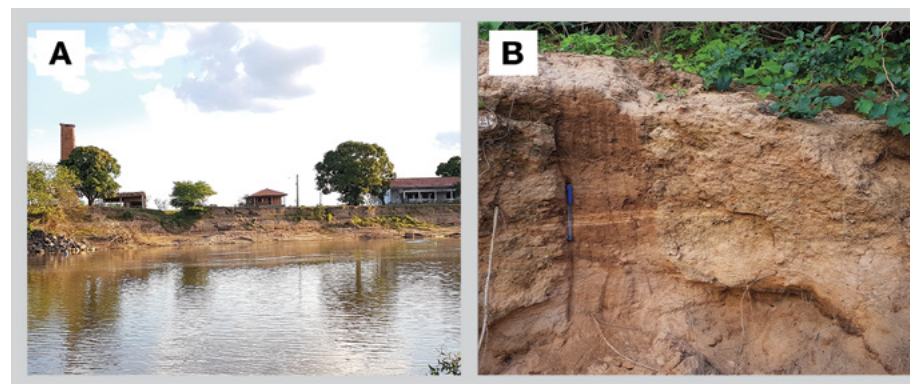


Figura 6 – A) Vista de área na margem do rio Cuiabá, município de Santo Antônio de Leverger, com presença de Neossolo Flúvico em plano de fundo. B) Detalhe de perfil do Neossolo Flúvico. Fotos: Thiago de Oliveira Faria.

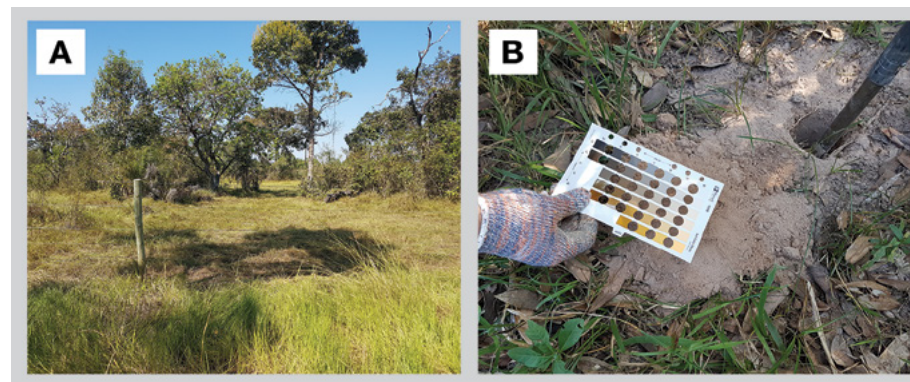


Figura 7 – A) Vista de área de campo úmido com murundus, município de Santo Antônio de Leverger. B) Detalhe de solo arenoso no horizonte A, em solo do tipo Plintossolo Argilúvico na região. Fotos: Thiago de Oliveira Faria.

Quando há predomínio de argila nas porções superficiais dos solos, em área rebaixada sujeita à acumulação periódica de águas de chuvas, podem ser formadas as estruturas designadas gretas de contração, geradas pela contração cíclica das argilas nos períodos de ressecamento da lama local, constituindo mosaicos poligonais (Figura 8 A). Nesses solos argilosos, é possível registrar moldes de pegadas de animais (Figura 8 B), facilitadas pela plasticidade típica.

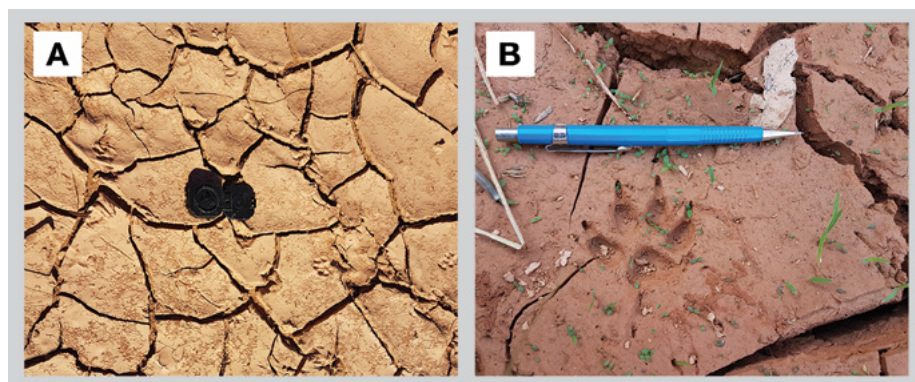


Figura 8 – A) Vista de solo argiloso em região de Cuiabá, com gretas de contração. B) Detalhe de pegada de animal em solo argiloso. Fotos: Thiago de Oliveira Faria.

SOLOS E A RELAÇÃO COM PROCESSOS DO MEIO FÍSICO EM MATO GROSSO

Os processos geológicos podem ser classificados como parte da dinâmica interna ou da dinâmica superficial. Os processos da dinâmica interna estão relacionados à tectônica de placas, como os terremotos e vulcões, por exemplo.

Os processos da dinâmica superficial, também conhecidos como processos do meio físico, correspondem à sucessão de fenômenos no meio físico em determinado tempo, cuja intensificação por ação antrópica podem gerar impactos e alterar a qualidade ambiental (OLIVEIRA, 1995). Dentre os

exemplos estão os processos erosivos (lineares e laminares), movimentos de massa, inundação, alagamento, assoreamento, subsidência e colapso.

Os processos erosivos podem ser de dois tipos: a) lineares - provocam incisão acentuada no terreno, na forma de sulcos, ravinas ou boçorocas, b) laminares - a erosão ocorre em lençol, com desgaste e remoção de partículas dos solos de horizontes superficiais. Em geral, os processos erosivos são iniciados pelo impacto de gotas de água de chuva no terreno, sobretudo quando a superfície exposta não apresenta cobertura vegetal, provocando o fenômeno denominado *splash* (Figura 9).



Figura 9 – Ilustração do fenômeno *splash*. Fonte: Brizzi, Souza e Costa, 2018.

De acordo com o agente predominante na remoção de partículas do solo, os processos erosivos podem caracterizar erosão hídrica (água), erosão eólica (vento) e erosão glacial (gelo), com dimensões diferentes.

Os processos de movimentos de massa envolvem deslocamentos de solos e/ou rochas por ação da gravidade. São classificados nos seguintes tipos: quedas, tombamentos, rolamentos, deslizamentos, escorregamentos, fluxo de detritos e lama. Tais processos, juntamente com a subsidência (abatimento lento do terreno) e colapso (abatimento rápido do terreno) são ilustrados na Figura 10.

Esses processos do meio físico podem acontecer naturalmente na superfície da Terra, demonstrando o caráter vivo do planeta, com causas relacionadas ao intemperismo físico, químico, biológico e à dinâmica da água

como um todo. Por mais que os processos do meio físico ocorram de forma natural, a ação do homem na paisagem pode acelerar o seu aparecimento e, conseqüentemente, aumentar os impactos decorrentes. Por isso, é importante conhecer as características do ambiente físico de cada região, para estabelecer análises de fragilidade de cada local frente ao surgimento dos processos. O resultado dessa análise é expresso em mapas de risco ou de suscetibilidade a processos específicos, como, por exemplo, o mapa de suscetibilidade a movimentos de massa e inundação de Cuiabá, produzido por Pinho e Silva (2022).

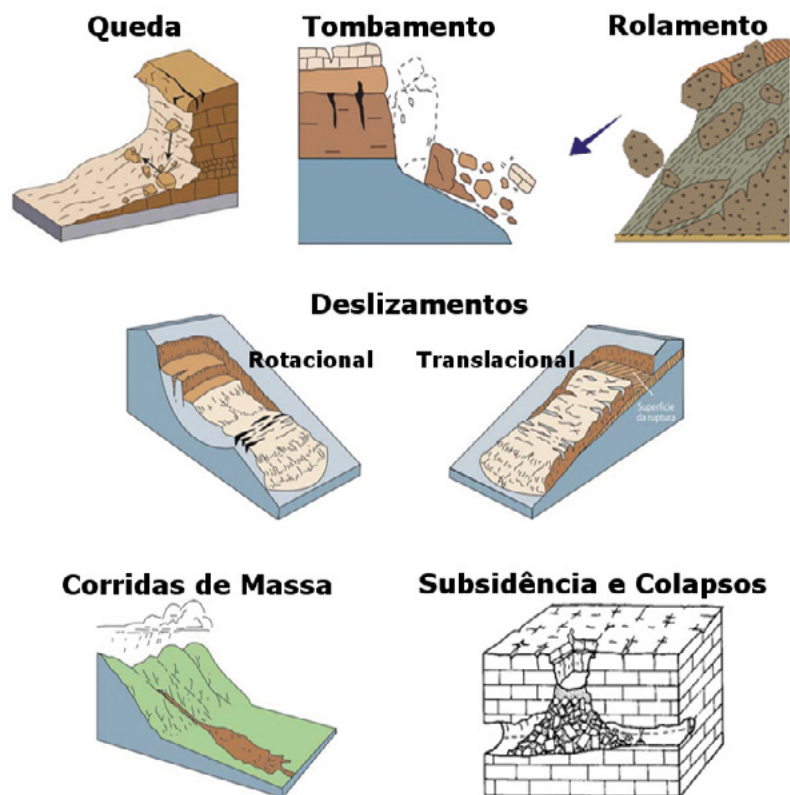


Figura 10 – Ilustração dos principais tipos de processos de movimentos de massa e subsidência e colapso. Fonte: CEMADEN, 2022a.

Esse tipo de estudo auxilia o poder público a gerir a ocupação antrópica da paisagem, considerando as potencialidades e fragilidades de cada local. Dentre as características do meio físico, fundamentais para esse tipo de análise, estão os solos, que representam o substrato sobre o qual o ser humano implanta suas ações, como ocupação urbana, criação de uma Unidade de Conservação, plantação de lavouras e instalação de pastagens, dentre outras intervenções.

Em geral, para cada tipo de solo há cuidados específicos a serem adotados, de acordo com a finalidade da ocupação antrópica. Em áreas rurais, por exemplo, o uso agrícola requer a adoção de técnicas como terraceamento, especialmente em áreas de solos com certo grau de fragilidade a processos erosivos em função da sua erodibilidade. Além disso, é fundamental a implantação de sistema de drenagem de águas pluviais adequado, permitindo controlar o escoamento das águas (Figura 11).



Figura 11 – Erosão em cabeceira de drenagem sobre Plintossolo Pétrico (inferior) e Latossolo (superior), Tangará da Serra, MT. Fonte: acervo dos autores, 2022.

A erodibilidade corresponde à fragilidade natural dos solos frente aos processos erosivos. Quanto maior a erodibilidade, maiores as restrições de uso e os cuidados na intervenção humana. A ação antrópica em áreas rurais acelera os processos erosivos, muito pela falta de medidas técnicas adequadas de controle em implantações de estradas rurais e em atividade pecuária sem o isolamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs), como é o caso do pisoteio concentrado do gado em fundos de vales, tendendo a compactar o solo, aumentando o escoamento superficial durante as chuvas e potencializando a ação erosiva da água (Figura 12). Processos erosivos também podem ser decorrentes da ausência de medidas controladoras na implantação de lavouras sobre solos com significativa erodibilidade.

Os processos erosivos podem causar assoreamento, que consiste no acúmulo de sedimentos em fundos de rios e córregos, que são carregados pelas águas de chuva e vento para locais rebaixados, onde podem ser retidos em grande quantidade, modificando a hidrodinâmica do corpo hídrico e impactando a biota local.

Além disso, o assoreamento contribui para a ocorrência de enchentes e inundações, que são processos do meio físico caracterizados pelo aumento do nível d'água do canal. Quanto esse nível atinge a cota máxima do canal, sem causar transbordamento, é chamado enchente. Se o nível ultrapassar o limite do canal, causando transbordamento pelas margens dos cursos d'água, caracteriza a inundação (Figura 13).

Para prevenção e controle de erosões, assoreamentos, enchentes e inundações, é fundamental o conhecimento das características do meio físico de cada região,



Figura 12 – Detalhe de Argissolo degradado em região de pecuária. Fotos: Thiago de Oliveira Faria.

ou seja, os tipos de solos, rochas e relevo, possibilitando uma visão abrangente de suas potencialidades e limitações, como a previsão da dinâmica da água no terreno, o principal agente que desencadeia esses processos.

O entendimento dos tipos de solos e suas características permitem definir, por exemplo, locais adequados para a ocupação antrópica, àqueles em que as formas de ocupação estão sujeitas a medidas de controle e, por último, os lugares inadequados à ocupação.

Dentre os solos de maior ocorrência em Mato Grosso, os Neossolos Quartzarênicos são um dos mais frágeis, por terem erodibilidade alta e pouca coesão. Quando ocorrem em relevo com certa declividade, estão sujeitos a processos erosivos lineares e laminares, exigindo

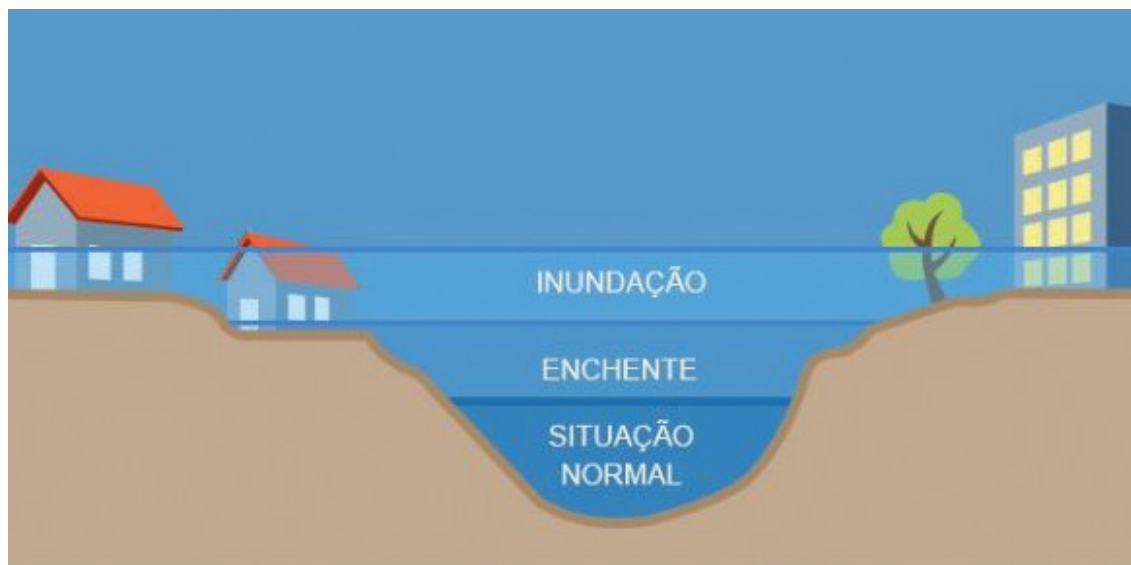


Figura 13 - Ilustração da diferença entre enchente e inundação. Fonte: CEMADEN, 2022b.

medidas controladoras em caso de ocupação agrícola, pecuária, parcelamento do solo, dentre outras formas de intervenção antrópica.

Outras classes de solos também apresentam fragilidade quanto a processos erosivos, especialmente as que possuem teores elevados de fração de areia. Os Argissolos, por exemplo, são frequentemente caracterizados por ter horizonte superficial com significativa erodibilidade, pela presença mais acentuada de areia no horizonte A em relação ao horizonte B textural, que ocorre em nível abaixo. Os Latossolos que, em geral, demonstram relativa estabilidade e baixa suscetibilidade a processos erosivos, quando predomina textura argilosa a muito argilosa, podem apresentar fragilidade, quando formados por textura média, ou seja, com expressivo teor de areia.

Desse modo, além da necessidade de conhecer as 13 principais classes de solos presentes no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, é importante identificar suas características, como: cor, textura e estrutura, que permitirão definir, em conjunto com a análise das rochas e relevo, o comportamento físico-hídrico da água no terreno. Assim, será possível indicar locais onde a água tem facilidade de infiltração, maior tendência ao escoamento superficial ou maior potencial de desprendimento de partículas nos períodos chuvosos.

Pelo entendimento do comportamento físico-hídrico predominante, é possível, então, definir os graus de suscetibilidade à ocorrência de um processo específico, como: processo erosivo linear, processo erosivo laminar, assoreamento e inundação. Tais resultados podem subsidiar o planejamento territorial, urbano ou rural, ajudando a evitar, por exemplo, ocupações indevidas em regiões altamente frágeis e suscetíveis a processos erosivos, a movimentos de massa ou a inundações.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

BOUMA, J. How to communicate soil expertise more effectively in the information age when aiming at the UN Sustainable Development Goals. **Soil Use and Management**, v. 35, n. 1, p. 32-38, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12415>.

BRIZZI, R. R.; SOUZA, A. P. de; COSTA, A. J. S. T. da. Relação entre a infiltração da água nos solos e a estabilidade dos agregados em sistemas de manejos diferentes na bacia hidrográfica do rio São Romão – Nova Friburgo / RJ. **Revista Caminhos de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 67, p. 304–321, 2018.

CEMADEN. **Deslizamentos**. Brasil, 2016. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/deslizamentos/>. Acesso em: 22 ago. 2022a.

CEMADEN. **Inundação**. Brasil, 2016. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/inundacao/>. Acesso em: 22 ago. 2022b.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Glossário geológico dinâmico ilustrado**. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>. Acesso em: 04 abr. 2022.

DASGUPTA, A. et al. Identifying desertification risk areas using fuzzy membership and geospatial technique – A case study, Kota District, Rajasthan. **Journal of Earth System Science**, v. 122, p. 1107–1124, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12040-013-0331-x>.

LILLO, F. et al. Willingness to Pay of Smallholders for Soil Restoration: Results of a Contingent Valuation Survey. **Custos e Agronegocio**, on-line, v. 10, n. 4, p. 118-138, 2014. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numro4v10/ok%20%20soil%20english.pdf>. Acesso em: 01/10/2022.

MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento – Seplan. **Zoneamento Socioeconômico-Ecológico**: Diagnóstico Socioeconômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso e Assistência Técnica na Formulação da 2ª Aproximação. Cuiabá, 2000.

MONTANARELLA, L.; VARGAS, R. Global governance of soil resources as a necessary condition for sustainable development. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 4, n. 5, p. 559-564, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.06.007>.

ONU. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 04 abr. 2022.

PINHO, D.; SILVA, J. A. da. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação**: Município de Cuiabá, MT. Mato Grosso: CPRM, fev./2022.

TEIXEIRA, W. et al. (Org.) **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos. 2000, 568 p.



Tuiuiú, Pantanal • Foto: Cristina Barros

HISTÓRIA NATURAL, MUSEUS E EDUCAÇÃO

VITÓRIA RAMIREZ ZANQUETTA • MARA LUIZA BARROS PITA ROCHA SALA • THIAGO AUGUSTO ARLINDO TOMAZ DA SILVA CREPALDI

INTRODUÇÃO

Podemos afirmar que o desejo de coletar e preservar objetos da natureza que despertam interesse por alguma de suas características, para além de sua utilidade, tenha sido um instinto que acompanha a humanidade desde os primórdios. É possível imaginar o homem das cavernas guardando, em seu abrigo, uma semente nunca vista, uma pedra com coloração interessante ou o dente de um animal diferente. Porém, esses tesouros, por si só, não tiveram valor nem manutenção permanentes até que a sociedade estabelecesse uma estrutura social razoavelmente forte para passá-los de uma geração para outra. Assim, podemos considerar que uma condição essencial para a existência dos museus é ter uma sociedade suficientemente organizada e estável para preservar os objetos e legá-los à posteridade.

A palavra “museu” deriva do grego *“mouseion”*, que se traduz como “templo das musas”, termo que era utilizado na Grécia para designar o local destinado ao estudo das artes e das ciências, sem relação direta com coleções, objetos ou preservação. No Ocidente, o surgimento dos museus, como conhecemos hoje, remonta ao século XVII, após o período da expansão europeia e da colonização das Américas, que tiveram papel fundamental na formação dos primeiros museus.

A descoberta do chamado “Novo Mundo”, por Cristóvão Colombo no final do século XV, encorajou o ciclo de expedições científicas, movidas por ideais progressistas e com o objetivo de observar, mapear, coletar e classificar, de modo a revelar ao “Velho Mundo” parte das riquezas naturais da América, até então desconhecidas. Nesse contexto, foi enviada à Europa uma abundância de materiais, como: exemplares de animais, plantas, artefatos históricos e culturais de povos nativos, que eram considerados exóticos e, portanto, despertavam enorme interesse das elites da época, como aponta o historiador Krzysztof Pomian (1997, p. 77):

As expedições que voltam dos países longínquos trazem, com efeito, não só mercadorias altamente valiosas mas também todo um novo saber, e novos semióforos: tecidos, ourivesarias, porcelanas, fatos de plumas, ídolos, fetiches, exemplares da flora e da fauna, conchas, pedras afluem assim aos gabinetes dos príncipes e aos dos sábios. Todos esses objetos, qualquer que fosse o seu estatuto original, tomam-se na Europa semióforos, porque recolhidos não pelo seu valor de uso mas por causa de seu significado, como representantes do invisível: países exóticos, sociedades diferentes, outros climas.

Este crescente interesse em adquirir objetos exóticos deu origem a grandes coleções particulares, as quais apresentavam uma miscelânea de elementos, com o intuito de entender e colecionar o mundo, tanto o antigo quanto o recém-descoberto. Esses espaços eram chamados de “gabinets de curiosidades” (Figura 1).

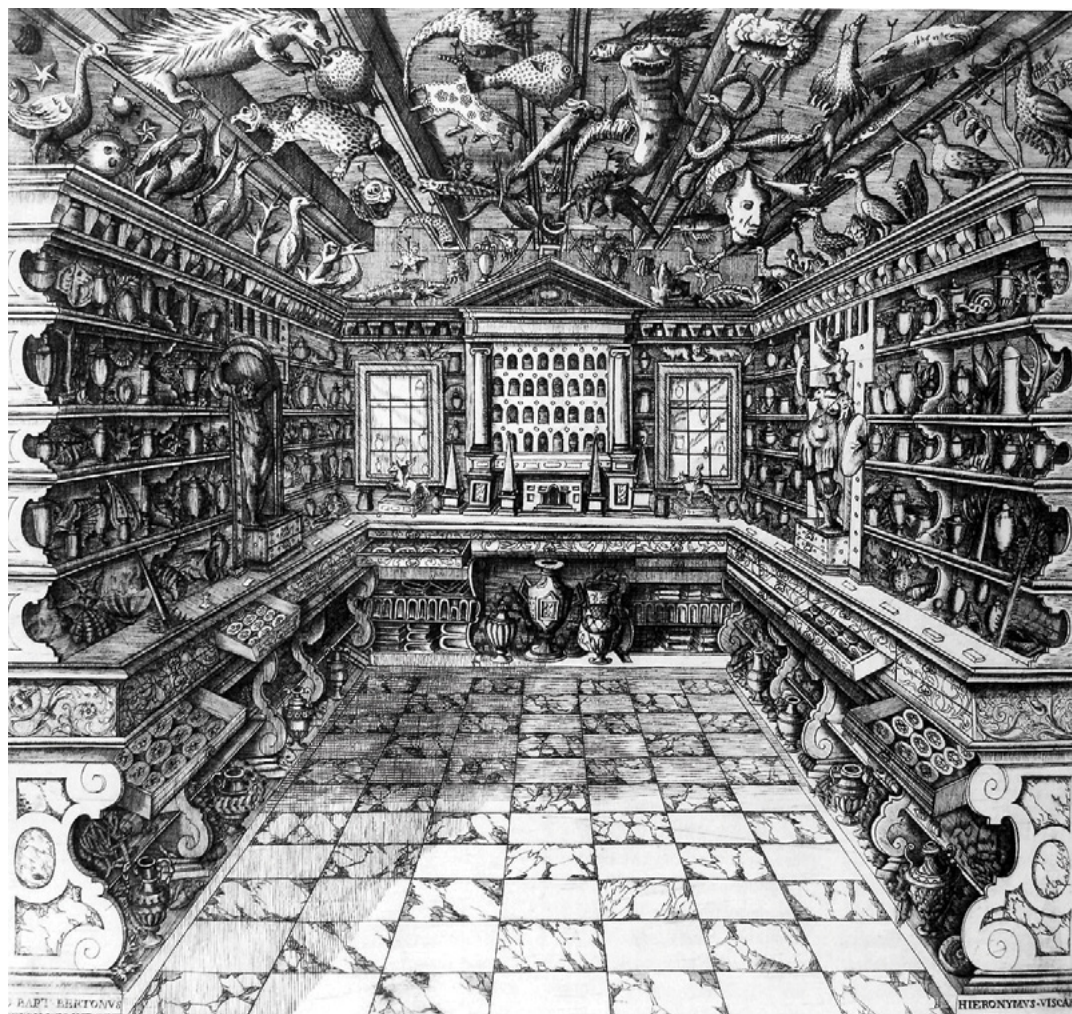


Figura 1– Gabinete de Curiosidades de Francesco Calzolari, Verona (1521-1600). Fonte: Ceruti, 1622.

Pomian (1986), no texto “A cultura da Curiosidade”, relata que existiram centenas, senão milhares, de gabinetes pela Europa, neste período, mantidos por príncipes, casas reais, humanistas, artistas ou ricos burgueses. O ato de colecionar representava o desejo de compreender tudo que existia no mundo e esse conhecimento esteve e ainda está diretamente relacionado ao poder e à dominação.

Tendo isso em vista, podemos considerar os “gabinetes de curiosidades” como os precursores dos museus e, principalmente, precedentes do que caracterizamos como “museus de história natural”, instituições museológicas multidisciplinares que abrangem diversas áreas do conhecimento, como a Paleontologia, a Geologia, a Biologia, a Arqueologia e a Etnografia. Uma prova disso é o *Ashmolean Museum*, da Universidade de Oxford, na Inglaterra, criado em 1683. Considerado o primeiro museu no Ocidente, o *Ashmolean Museum* surgiu a partir da doação feita por Elias Ashmole, de uma coleção do britânico John Tradescant, que era botânico, jardineiro e colecionador de antiguidades. Atualmente, é um dos museus de Arqueologia mais conceituados do mundo.

Ao longo do século XIX, surgiram muitos dos mais importantes museus em todo o mundo, a maioria, fruto da doação de coleções particulares para instituições públicas. O cenário que estabelece o ideal de museus que temos hoje é uma sociedade europeia insuflada pelo espírito nacionalista e influenciada pela Revolução Francesa que, por sua vez, foi propulsionada pelo movimento Iluminista, trazendo ideais de uma sociedade mais progressista e justa.

Todos esses movimentos atuaram, em certa medida, para o desenvolvimento das instituições museológicas, como espaço que desperta fascínio e curiosidade com objetos e artefatos ímpares, raros e maravilhosos. Além disso, inspiraram o

estabelecimento dos papéis que os museus potencialmente são capazes de desempenhar. Para tanto, o primeiro passo, muito importante, foram as coletas durante as expedições, seguido de pesquisa e classificação dos objetos, como forma de organizar e entender a natureza. O segundo passo consistiu na organização das primeiras coleções e exposições e, posteriormente, as doações de coleções particulares para as instituições. A partir de então, foi possível a consolidação da história natural como ciência e dos próprios museus (SANTOS; MARANDINO, 2019; MENESES, 2005; LOPES, 1997).

Mas, a partir do século XIX, para além da pesquisa e da salvaguarda das coleções, as instituições museais passaram a ser atravessadas também pelas dimensões da educação, do ensino e da popularização do conhecimento. Nessa época, houve importante mudança na forma de estudar as espécies, o foco deixou de ser o organismo em si e passou a ser a sua relação com o ambiente. Esse deslocamento de perspectiva se refletiu na maneira como as exposições dos museus eram pensadas e, com isso, buscavam articular estratégias museográficas que evidenciassem as relações dos organismos entre si e com os ecossistemas.

Com esse processo, surgiram os dioramas - cenários que representavam ambientes naturais para comunicar uma narrativa contextualizada dos artefatos num determinado espaço, o que contribuía para fornecer uma mensagem aos visitantes; então, além das peças dispostas separadamente, o acervo apresentado ao público passou a contar com exposições organizadas por temas e contextualizadas. O termo diorama tem origem na língua grega, onde “dia” significa “através” e “horama” significa “para ver”. Portanto, a definição de diorama o aproxima da noção de representação. Essas características estão presentes até hoje nos museus de história natural (MARANDINO, 2009). Assim, os dioramas desempenham importante papel para a transposição de questões ambientais e para promover a educação ambiental no espaço museológico (RECETTI; SILVA; BIANCONI, 2017). As exposições são, por isso, consideradas espaços privilegiados de diálogo entre os museus e os seus públicos (SANTOS; MARANDINO, 2019).

Olhar para as potencialidades educativas nos espaços museais - espa-

ços não formais de educação - exige que consideremos as exposições como dispositivos capazes de encantar, capturar e provocar sensações, sentidos e saberes. Por meio das exposições, os museus se tornam espaços que aproximam as pessoas de conteúdos, procedimentos, concepções, paradigmas e conceitos científicos. Os saberes possíveis nos museus não aparecem em conteúdos previamente demarcados, como acontece nas escolas, cuja educação é formal; nas instituições museais, os indivíduos aprendem durante seu processo de socialização e pela sensibilização durante as visitas.

UM BREVE PANORAMA DOS MUSEUS DE HISTÓRIA NATURAL EM MATO GROSSO

No Brasil, o primeiro museu foi fundado no Rio de Janeiro, em 1818, o Museu Nacional. A instituição, que ainda hoje continua ativa, figurou como um dos maiores museus de História Natural e de Antropologia das Américas. Vinculado à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), sua criação serviu para atender aos interesses de promoção do progresso cultural e econômico do país. Em setembro de 2018, o museu sofreu um terrível incêndio, no qual grande parte de seu acervo, que era composto por mais de 20 milhões de itens, foi comprometido. Hoje, o Museu Nacional passa por um processo de reestruturação, para que possa ser aberto ao público novamente.

Em Mato Grosso, um dos primeiros museus criados, segundo arquivos do Diário Oficial do Estado, foi o Museu de História, Geografia e Etnologia do Estado de Mato Grosso, fundado em Cuiabá, em 1953. Outro museu relacionado à História Natural, que também existiu em Cuiabá, foi o Museu de História Natural e Antropologia, de 1975. Este ficava localizado no Palácio da Instrução, edifício em estilo neoclássico (Figura 2), construído em 1913, que também sediava o Museu Histórico e a Pinacoteca de Mato Grosso.

Segundo informações da Secretaria de Estado de Cultura, Esporte e Lazer de Mato Grosso (SECEL), o Museu de História Natural e Antropologia foi fechado e parte do seu acervo foi doado para o Museu Histórico de Mato Grosso, que hoje está instalado no antigo Tesouro do Estado, e o acervo de

animais taxidermizados foi doado para a Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA). Ainda, de acordo com a SECEL, o Museu Histórico de Mato Grosso está fechado para reformas desde 2016 e sem previsão para a reabertura.



Figura 2 – Vista aérea do Palácio da Instrução em Cuiabá, MT, onde funcionou o Museu de História Natural e Antropologia, e hoje abriga a Biblioteca Estadual Estevão de Mendonça. Fonte: acervo da Prefeitura de Cuiabá, 2022.

Apesar dos primeiros museus de Mato Grosso não terem resistido ao tempo, existem outros em funcionamento no estado que contam a história natural da região, como o Museu Rondon de Etnologia e Arqueologia, ligado à Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), fundado em 1972, o qual realiza um importante trabalho de pesquisa e divulgação das culturas indígenas. Há ainda o Museu de História Natural de Alta Floresta, inaugurado em 2005, e o Museu de Antropologia, Etnografia, Arqueologia, Paleontologia e Espeleologia de Cáceres, ambos parte da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Em 2006, foi fundado o Museu de História Natural de Mato Grosso, com par-

ceria entre o Instituto Ecossistemas e Populações Tradicionais (Ecos) e a Secretaria de Estado de Cultura, Esporte e Lazer de Mato Grosso (SECEL).

Segundo o último Guia dos Museus Brasileiros, realizado pelo Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM), e publicado em 2011, em Mato Grosso existem 43 instituições museológicas, muitas das quais, hoje, se encontram fechadas temporariamente ou permanentemente. Apesar disso, outras instituições também foram criadas neste período, como o Museu de História Natural do Araguaia (MUHNA), inaugurado em 2017, localizado em Barra do Garças, no Campus Universitário do Araguaia (UFMT), e o Museu de Minerais, Rochas e Fósseis, fundado em 2016, localizado no Campus Universitário da UFMT, em Cuiabá.

Ressalta-se que criar um panorama das instituições museais do estado de Mato Grosso é uma tarefa extremamente difícil. Não há sistematização das informações sobre os museus existentes no estado, suas ações e programações. Estas informações deveriam constar do Sistema Estadual de Museus de Mato Grosso (SISEM-MT), criado em 2007, para “promover a integração entre as instituições museológicas existentes no estado, além de acompanhar, regularmente, os programas e projetos desenvolvidos pelas entidades cadastradas, avaliando, discutindo e divulgando os resultados” (SEFAZ-MT, 2022). Apesar disso, o que se observa é que, até o momento, este sistema ainda não apresenta uma estrutura consolidada nem ações efetivas que corroborem com a sua missão.

O MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL DE MATO GROSSO E O MUSEU DE ROCHAS, FÓSSEIS E MINERAIS DA UFMT

Em Cuiabá, existem dois museus que contemplam a história natural do estado, com amplos acervos paleontológicos e

abertos ao público: o Museu de História Natural de Mato Grosso e o Museu de Minerais, Rochas e Fósseis, na Faculdade de Geociências, que funciona juntamente com o Laboratório de Paleontologia e Palinologia de Mato Grosso.

O Museu de História Natural de Mato Grosso (MHNMT), fundado em 2006, gerido, desde então, pelo Instituto ECOSS, em parceria com o Governo do Estado, é o único museu de história natural atuante no estado que não é vinculado diretamente a uma instituição de ensino. O MHNMT está instalado na Casa Dom Aquino (Figura 3), um patrimônio histórico de Mato Grosso, construído pela família Duarte Murtinho, em 1842, para ser a sede da Chácara Bela Vista, e está localizado na margem esquerda do rio Cuiabá.



Figura 3 – Vista aérea da Casa Dom Aquino, patrimônio histórico que abriga o Museu de História Natural de Mato Grosso, Cuiabá. Fonte: acervo do Museu de História Natural, 2022.

A Casa Dom Aquino é também conhecida por alguns historiadores como “Casa Predestinada”, por ter sido local de nascimento de pessoas importantes para a história de Mato Grosso – Joaquim Duarte Murtinho e Dom Francisco de Aquino Corrêa. Com fachada voltada para o rio Cuiabá, a Casa foi construída em estilo colonial, toda de adobe erguida sobre tijolinho maciço na forma da letra “U”, possui doze cômodos, janelas do tipo guilhotina com caixilhos de vidro e, no seu entorno, um calçamento de pedras cristal.

O Museu de História Natural de Mato Grosso, por meio de exposições permanentes, temporárias, itinerantes, de ações educativas, formativas e inclusivas, e das atividades desenvolvidas em sua Reserva Técnica, tem promovido e difundido o conhecimento arqueológico, paleontológico e etnológico, aos cidadãos de diferentes classes sociais e de diferentes níveis de conhecimento.

Dentre os objetivos do MHMT, está a valorização da pesquisa, a sensibilização da população mato-grossense quanto à preservação ambiental, e ser um espaço de memória e fomento da cultura de populações tradicionais. Por fim, o museu é o mais completo do estado, recebe diariamente diversos visitantes e possui em sua coleção, aproximadamente, 1.200 fósseis (HIROOKA et al., 2020). O museu possui também um importante acervo arqueológico e etnográfico, e desenvolve, mensalmente, diversas atividades socialmente relevantes para a população mato-grossense, tendo atendido mais de 5.000 pessoas no primeiro semestre de 2022, com visitas, mediações, oficinas e atividades recreativas.

O Museu de Minerais, Rochas e Fósseis (MMRF) está instalado na Faculdade de Geociências da UFMT, com amplo acervo fóssilífero. O MMRF foi idealizado em 2008, pelos então professores Drs. Francisco Pinho e Carlos Fernandes, a fim de manter as amostras (rochas, minerais e fósseis) coletadas durante os trabalhos de campo dos alunos do curso de Geologia da UFMT.

O Museu conta com mais de 530 amostras oriundas de diversas localidades do Brasil e do mundo, sendo, aproximadamente, 120 fósseis (animais e plantas) e 6 réplicas de fósseis. Desempenha um papel extensionista para a comunidade científica e local, contando com uma exposição roteirizada, voltada especialmente para o público infanto-juvenil (Figura 4).



Figura 4: Museu de Minerais, Rochas e Fósseis da UFMT. Fonte: acervo dos autores, 2022.

Juntamente com o Museu de Minerais, Rochas e Fósseis, a UFMT abriga o Laboratório de Paleontologia e Palinologia (PALMA). Foi fundado pela Profa. Dra. Raquel Quadros, na década de 1970, e contém uma coleção científica ampla de invertebrados marinhos do Devoniano de Chapada dos Guimarães e regiões circunvizinhas. Em 2010, devido à contratação da paleontóloga Prof. Dra. Silane Caminha, o laboratório foi ampliado e incorporou uma nova linha de pesquisa, a Palinologia.

APONTAMENTOS FINAIS: MUSEUS DE HISTÓRIA NATURAL NA CONSTRUÇÃO DO FUTURO

Como apresentado anteriormente, o futuro e a manutenção dos museus, que guardam, preservam, estudam, refletem e compartilham saberes, dependem

da existência de um cenário socioeconômico de organização e estabilidade. É preciso garantir que essas instituições sejam amparadas com recursos suficientes para se manterem funcionais, socialmente ativas e relevantes. Um museu com as portas fechadas representa um retrocesso para a preservação do passado e para a construção do futuro pautado pela memória, pelo conhecimento e pelo pensamento crítico, que são os propósitos das instituições museológicas.

Na maioria, os primeiros museus modernos, criados em diversos lugares do mundo, estiveram relacionados à história natural, à tentativa constante da humanidade de entender a sua origem e sua relação com o mundo. Esses museus são capazes de proporcionar aos seus visitantes uma verdadeira viagem ao passado, tanto ao passado recente quanto ao mais longínquo. Nesse processo, entendemos o quão ínfima é a existência humana, dado que o planeta Terra tem 4,6 bilhões de anos e os primeiros hominídeos surgiram há menos de 10 milhões de anos.

Assim, muito do que a sociedade sabe sobre o mundo de 100, 100 mil ou 100 milhões de anos atrás está, direta ou indiretamente, ligado aos itens mantidos nas coleções dos museus de história natural. Isso posto, as coleções de história natural são amplamente reconhecidas como parte importante da infraestrutura de pesquisa nacional e internacional para as ciências e a área de humanidades (IWGSC, 2009; JOHNSON et al., 2011; HANKEN, 2013).

Dada essa significância, o setor de museus tem se questionado, cada vez mais, sobre a sua função social. Desde 2018, o Conselho Internacional de Museus (ICOM) vem criando ações para redefinir o significado de “museu”, para o qual recentemente, em agosto de 2022, foram incorporados conceitos importantes, como sustentabilidade, inclusão e diversidade:

Um museu é uma instituição permanente, sem fins lucrativos, ao serviço da sociedade, que pesquisa, coleciona, conserva, interpreta e expõe o patrimônio material e imaterial. Os museus, abertos ao público, acessíveis e inclusivos, fomentam a diversidade e a sustentabilidade. Os

museus funcionam e comunicam ética, profissionalmente e, com a participação das comunidades, proporcionam experiências diversas para educação, fruição, reflexão e partilha de conhecimento (ICOM, 2022, s/p).

Socialmente, diante dessa concepção, os Museus de História Natural devem ampliar seus objetivos para além de estudar e interpretar a diversidade da vida na Terra. Devem, também, proporcionar experiências e vivências, que sejam acessíveis e inclusivas, de modo que as pessoas possam explorar, integrar, refletir e conhecer o passado, para construir e partilhar possibilidades de futuro pelas lentes da natureza. O fato de trabalharmos com o passado não significa que pertencemos a ele.

Museus de História Natural não podem se resumir a salas antiquadas, cheias de objetos que despertam estranheza e curiosidade. Precisamos ir além. Devemos mostrar como a construção, a preservação e o uso das coleções de história natural podem contribuir diretamente para a ciência, a educação e a preservação dos recursos naturais. Esses museus devem ser, como outros museus contemporâneos, instituições relevantes para o futuro, trazendo, em suas atividades e exposições, reflexões para assuntos atuais, com novidades e provocações, sendo, cada vez mais, responsáveis e responsivos às suas comunidades.

REFERÊNCIAS

- BESSET, M. Obras, espacios, miradas. El museo en la historia del arte contemporáneo. **AV: Monografías**, v. 39, Madrid, p. 4-15, 1993.
- BOURDIEU, P.; DARBEL, A. **L'amour de l'art: les musées et leur public**. Paris: Minuit, 1966. Disponível em: https://www.persee.fr/doc/homso_0018-4306_1967_num_3_1_1014. Acesso em: 23 ago. 2022.
- CERUTI, B. **Gabinete de Curiosidades de Francesco Calzolari**. Verona: Angelum Tamum, 1622. Disponível em: <https://archive.org/details/MusaeumFranc.Calceolarilun.Veronensis/page/n9/mode/2up>. Acesso em: 23 ago. 2022.
- DELOCHE, B. **Museologica: contradictions et logique du musée**. França: Libr. philosophique J. Vrin, 1985.
- DORFMAN, E. (Ed.). **The Future of Natural History Museums: ICOM Advances in Museums Research**. Londres: Routledge. 2018. 268 p.
- HANKEN, J. Biodiversity online: toward a Network Integrated Biocollections Alliance. **BioScience**, v. 63, p. 789-790, 2013.
- HIROOKA, S. S. et al. O Patrimônio Paleontológico do Museu de História Natural de Mato Grosso: lista taxonômica e as suas atividades extensionistas. **Biodiversidade**, v. 19, n. 4, p. 147-146, 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS. **Guia dos Museus Brasileiros**. Brasília: Instituto Brasileiro de Museus, 2011. 192 p. Disponível em: https://www.museus.gov.br/wp-content/uploads/2011/05/gmb_sul.pdf. Acesso em: 23 ago. 2022.
- INTERAGENCY WORKING GROUP ON SCIENTIFIC COLLECTIONS. IWGSC. **Scientific collections: Mission-critical infrastructure of federal science agencies**. Washington: Office of Science and Technology Policy, 2009.
- JOHNSON, K. G. et al. Climate change and biosphere response: unlocking the collections vault. **BioEssays**, v. 61, p. 147-153. 2011.
- LOPES, M. M. **O Brasil Descobre a Pesquisa Científica: os museus e as ciências naturais no século XIX**. São Paulo: Hucitec, 1997.
- MARANDINO, M. Museus de Ciências, Coleções e Educação: relações necessárias. **Revista Museologia e Patrimônio**, v. 2, p. 1-12, 2009. Disponível em: http://www.geenf.fe.usp.br/v2/wp-content/uploads/2012/10/museologia_marandino2009.pdf. Acesso em: 23 ago. 2022.
- MENESES, U. T. B. de. A exposição museológica e o conhecimento histórico. In: FIGUEIREDO, B. G.; VIDAL, D. G. (Org.). **Museus: dos gabinetes de curiosidades à museologia moderna**. Belo Horizonte: Argumentum, p. 15-84, 2005.
- MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL. **Vista aérea do Palácio da Instrução em Cuiabá, Mato Grosso**. Cuiabá. Disponível em: <http://www.ipatrimonio.org/cuiaba-palacio-da-instrucao/#!/map=38329&loc=-15.594940968443217,-56.095075607299805,15>. Acesso em: 23 ago. 2022.
- POMIAN, K. Coleção. In: IMPRENSA NACIONAL - CASA DA MOEDA. **Enciclopédia Einaudi: Memória-História**. Lisboa: Imprensa Nacional – Casa

da Moeda, 1997. p. 51-86.

POMIAN, K. La Culture de la Curiosité. **Le temps de la reflexion**, Paris, v. 3, p. 337-359, 1986.

RECETTI, J; SILVA, M. D; BIANCONI, G. V. Relato do uso de um diorama como ferramenta para educação ambiental biorregionalista. In: **ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**. 16. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2017. Disponível em: <http://www.epea2017.ufpr.br/wpcontent/uploads/2017/05/655-E6-S3-RELATO-DO-USODE-UM-DIORAMA.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2022.

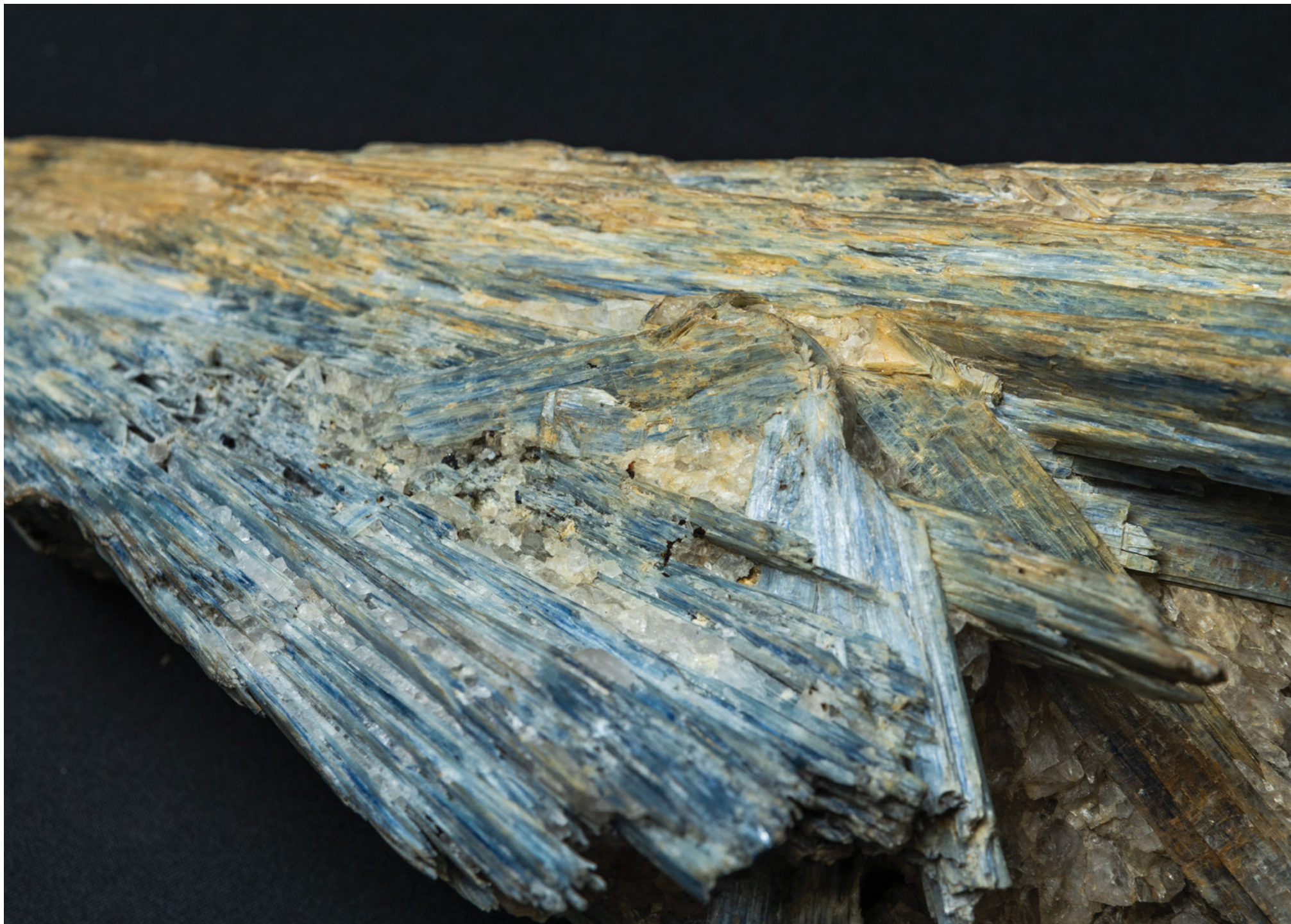
ROGOFF, I.; DANIEL, J.; SHERMAN, D. J. (Ed.). **Museum Culture: Histories, Discourses, Spectacles**. Londres: Routledge, 1994.

SANTOS, V. R. dos; MARANDINO, M. Dioramas de História Natural em Museus Escolares: potencial e desafios para o ensino. **Revista Museologia & Interdisciplinaridade**, v. 8, p. 160-182, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/museologia/article/view/22144/24174>. Acesso em: 23 ago. 2022.

SECRETARIA DE ESTADO DE FAZENDA-SEFAZ. **Sistema Estadual de Museus é criado para articular entidades**. Disponível em: <http://www5.sefaz.mt.gov.br/-/sistema-estadual-de-museus-e-criado-para-articular-entidades>. Acesso em: 23 ago. 2022.



Mandíbula de *pampatherium humboldti* (Tatu gigante). Acervo do Museu de História Natural de Mato Grosso • Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.



Amostra de cianita azul. Acervo do Museu de Rochas Minerais e Fósseis • Foto: Pedro Ivo de Lima Almeida Prado.



Serra da Petrovina, entre as cidades de Pedra Petra e Alto Garças • Foto: Kamilla Borges Amorim.

HISTÓRIA NATURAL DE MATO GROSSO

A história natural, deu origem a diversos campos da ciência. Este livro apresenta uma síntese com informações, desde as primeiras expedições científicas realizadas em Mato Grosso, até dados e pesquisas recentes desenvolvidas por cientistas de diversas instituições. As informações foram organizadas em nove capítulos, que abordam sobre o que é história natural, a geologia, as rochas e minerais, a paleontologia, a arqueologia, a biodiversidade, a geomorfologia, os solos e sobre os museus do estado, com enfoque ao Museu de História Natural de Mato Grosso e ao Museu de Rochas Minerais e Fósseis. O livro visa apresentar um panorama geral sobre estes diversos assuntos, para desta forma introduzir ao leitor esse universo de informações tão fascinante.

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



APOIO:



ISBN: 978-65-993923-5-1

