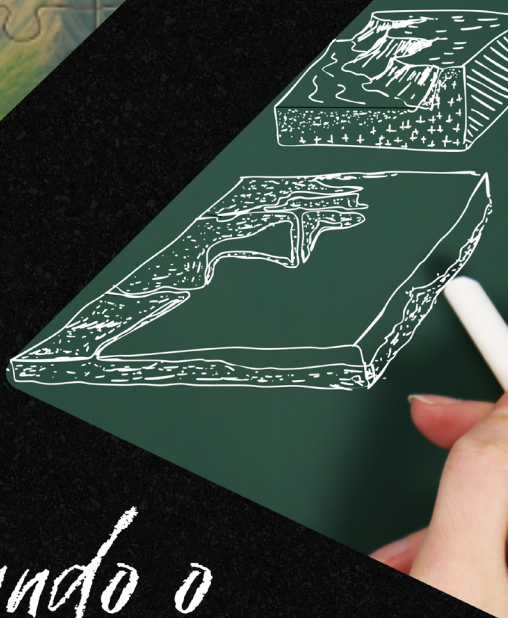
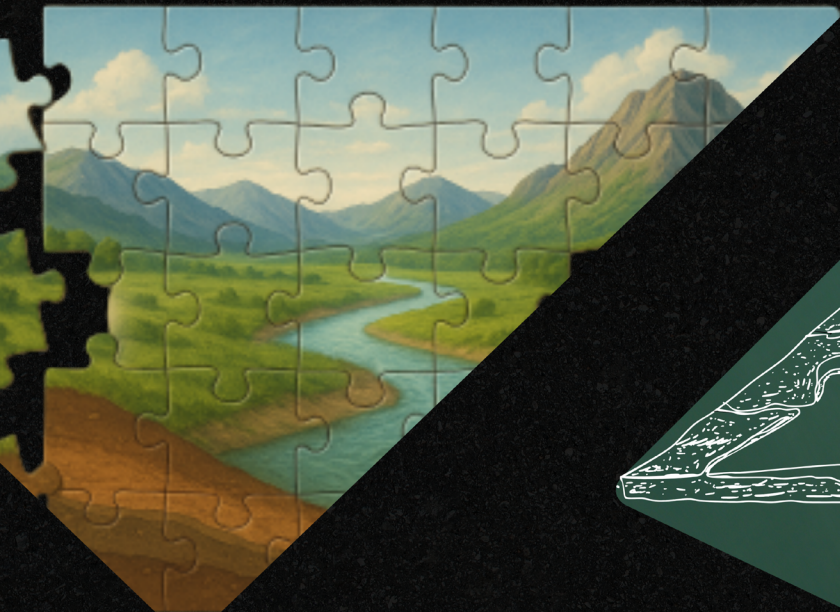


XISTO SERAFIM DE SANTANA DE SOUZA JÚNIOR



Simplificando o ENSINO DA *Geomorfologia*



Xisto Cesafim de Santana de Souza Júnior

Simplificando o Ensino da Geomorfologia

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – EDUFCG
atendimento@editora.ufcg.edu.br

Camilo Allyson Simões de Farias
Reitor

Fernanda de Lourdes Almeida Leal
Vice-Reitor

Mário de Sousa Araújo Filho
Diretor EDUFCG

Simone Cunha
Revisão

Ana Luiza Almeida
Diagramação

Xisto Cesafim de Santana de Souza Júnior
Capa

CONSELHO EDITORIAL

Adriano Azevedo de Mello (CCBS)
Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira (CCTA)
Erivaldo Moreira Barbosa (CCJS)
Janiro Costa Rego (CTRN)
José Wanderley Alves de Sousa (CFP)
Marcelo Bezerra Grilo (CCT)
Marisa de Oliveira Apolinário (CES)
Naelza de Araújo Wanderley (CSTR)
Rogério Humberto Zeferino (CH)
Ronimack Trajano de Souza (CEEI)
Valéria Andrade (CDSA)

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Sistema de Bibliotecas - SISTEMOTECA
Catalogação de Publicação na Fonte. UFCG - Biblioteca Central

S729s Souza Júnior, Xisto Serafim de Santana de.
Simplificando o ensino da geomorfologia [recurso eletrônico] / Xisto
Serafim de Santana de Souza Júnior. – 2025.
105 f. : il. color.

E-book (PDF)
ISBN 978-85-8001-331-3

1. Geomorfologia. 2. Geografia Física. 3. Ensino da Geografia.
I. Título.

UFCG/BC

CDU 551.4

FICHA CATALOGráfICA ELABORADA PELA BIBLIOTECÁRIA SEVERINA SUELI DA SILVA OLIVEIRA CRB 18.228

Dedico este livro a todos aqueles que foram meus alunos nas disciplinas de Geomorfologia Geral e Geomorfologia Estrutural entre os anos de 2001 e 2009. Os registros daquela época serão, finalmente, de domínio público.

[É necessário] realizar um balanço crítico sobre a história e a epistemologia da Geomorfologia, uma vez que a mesma apresenta problemas filosóficos e metodológicos que precisam ser equacionados urgentemente, pois a cada dia a Geomorfologia está sendo impregnada pela questão cultural e política.
(Vitte, 2011)

Sumário

Apresentação.....	11
Introdução	15
CAPÍTULO 1: Geomorfologia, uma ciência da paisagem.....	23
Fatores responsáveis pela formação das paisagens	29
Fundamentos da escola de geomorfologia no brasil	37
CAPÍTULO 2: As Principais Contribuições para Consolidação dos Estudos da Geomorfologia.....	41
Contribuição europeia para o estudo da geomorfologia.....	43
Contribuição da escola norte-americana para o estudo da geomorfologia...	51
Contribuição brasileira para o estudo da geomorfologia.....	53
CAPÍTULO 3: Agentes Endógenos ou Morfoestruturantes	61
Teoria da contração: eduard suess (1831-1915)	63
Teoria das correntes de convecção: arthur holmes (1890-1965)	65
Agentes deformadores do relevo	66
Cronogeomorfologia.....	70
CAPÍTULO 4: Agentes Exógenos ou Morfoesculturantes	75
A influência das mudanças climáticas na morfogênese do relevo.....	78
Derretimento de gelo e glaciares	78
Aumento da erosão e deslizamentos de terra.....	80
Os modelados e as paisagens morfoesculturais	83
Modelados de acumulação	87

Modelados de aplainamento.....	89
Modelados de dissecação	90
Modelados de dissolução.....	91
Os domínios morfoclimáticos no brasil	92
Considerações Finais	99
Referências.....	103

Apresentação

Prezado leitor,

Durante a minha formação acadêmica, busquei, sem muito êxito, ter acesso a um livro sobre Geomorfologia que tivesse uma linguagem acessível e que, ao mesmo tempo, fosse informativo. A maioria das obras, que eram testemunhos teórico-metodológicos de autores renomados apresentados nas aulas de graduação, era muito técnica e cansativa. O apreço pelo desenho, associado à oportunidade de ter tido aula com o professor Lucivânio Jatobá, na época, considerado uma das principais referências no ensino da Geomorfologia devido à sua didática, possibilitou-me elaborar um acervo de ilustrações sobre as formas de relevo e os fatores geofísicos. Contudo, o fato de ter optado pelo desenvolvimento de pesquisas na área das Humanidades foi determinante para manter todas as representações privadas.

Chegado o momento de iniciar a vida profissional (2001), tive a oportunidade de ministrar disciplinas de Geomorfologia Geral, Geomorfologia Estrutural e Climática e Climatologia Geral nas Faculdades Integradas de Patos, onde fiquei de 2001 a 2004 e de 2008 a 2010 como professor titular dessas disciplinas. Nesse período, tive a oportunidade de digitalizar parte do acervo que havia produzido no tempo de graduação e de produzir textos específicos relacionados aos fatores morfogenéticos do relevo, os quais ficaram igualmente restritos aos seus objetivos iniciais: palestras, aulas e seminários.

Após quase 25 anos desde os primeiros registros criados (e uma grande faxina que me levou a recuperar os desenhos criados nos tempos de graduação), resolvi elaborar este livro, intitulado Simplificando o ensino da Geomorfologia Geral. A decisão por colocar este projeto em execução se deve ao feedback dos quase 16 mil inscritos no meu canal do YouTube¹, os quais, desde 2021, quando iniciamos as lives temáticas sobre vulcanismo e tectonismo, começaram a solicitar informações cada vez mais precisas sobre o tema, assim reavivando a motivação para falar sobre a terra e seus sinais.

A opção pelo título se deve ao fato de que o leitor encontrará um texto resultante da transcrição de palestras e aulas ministradas, além de ser repleto de imagens ilustrativas, elaboradas a partir das explicações fornecidas em sala de aula e em atividades de campo. Trata-se, portanto, de um livro científico e, ao mesmo tempo, um recurso didático voltado para estudantes ingressantes nos cursos de Geografia.

A ideia inicial era publicar as imagens no site do Grupo de Pesquisas GIDs², do qual sou líder. Contudo, optei por apresentá-las em forma de livro, com o objetivo de poder subsidiar os futuros licenciados em Geografia no desenvolvimento de suas atividades como docentes, uma vez que o acesso à internet, enquanto recurso didático, ainda não corresponde à realidade de várias escolas e, especialmente, de docentes.

O fato de ser produto de palestras, seminários e aulas torna o livro acessível em termos de linguagem e objetividade. Os temas são apresentados e contextualizados sem os grilhões impostos pela linguagem formal e técnica. Pelo contrário, o resultado foi

a produção de um texto capaz de ser lido pelo ingressante no curso de Geografia sem o risco de não poder ser inserido como referência por partes de profissionais e pesquisadores.

Portanto, trata-se de um livro sem muitas notas de rodapé ou citações. As referências são igualmente utilizadas com prudência e linguagem acessível para o estudante que ainda está sendo apresentado ao conhecimento da Geomorfologia. Optei por retirar algumas imagens ilustrativas na esperança de poder publicá-las em forma de manual, que possa ser utilizado em sala de aula pelos professores de Geografia do Ensino Fundamental.

Confesso que foi um desafio escrever sobre geomorfologia após todos esses anos em que estive “navegando em outros mares”. Peço, portanto, desculpas caso algum tema abordado tenha ficado superficial ou que já esteja amparado em outras referências teóricas, conceituais e metodológicas.

Reconheço que faltou incluir muita coisa. Contudo, tenho em minha defesa o fato de que a intenção é fornecer um manual introdutório sobre Geomorfologia geral, como um relato de anos de experiência no ensino desta matéria para estudantes universitários que ficavam impressionados com as representações feitas no quadro, uma vez que não dispunha ainda do acesso a recursos tecnológicos.

Finalmente, espero que seja uma leitura agradável e que este livro possa ajudar, principalmente, os estudantes de Geografia que passam a ter acesso a uma obra escrita de forma objetiva e em linguagem menos técnica do que o convencional para os textos da área.

1 Cf.: <https://www.youtube.com/@terraeseussinais>.

2 Cf.: <https://gidsufcg.com.br>.

Introdução

Este livro foi inspirado no relato das diferentes experiências que tive no decorrer da minha trajetória acadêmica. Desde a graduação, houve uma mescla de experiências obtidas através das leituras e atividades profissionais que, em determinados momentos, se aproximaram da Geografia Humana; e em outros, dos estudos da Geografia Física.

Aos que conhecem minha trajetória como professor universitário na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), uma das instituições mais importantes do interior nordestino, pode parecer estranha a publicação de um texto na área da Geografia Física. No entanto, adianto que, nos próximos capítulos, será apresentada a sistematização de um material que venho elaborando há aproximadamente 25 anos. Esse material surgiu a partir de registros feitos durante a graduação na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), entre 1996 e 1999, e dos quase 10 anos de experiência como professor das Faculdades Integradas de Patos-PB (2001-2009), onde atuei como professor titular das disciplinas de Geomorfologia Geral, Geomorfologia Estrutural e Climatologia.

As responsabilidades cotidianas, aliadas à necessidade de priorizar outras questões, levaram-me a manter guardados desenhos, representações e textos produzidos ao longo desse período, sem jamais submetê-los a publicação. O resultado é um texto de fácil compreensão, inspirado em minhas anotações de sala de aula e nos registros de planos de aula elaborados para a prática da docência.

Embora as oportunidades profissionais tenham me levado ao desenvolvimento de pesquisas na área de Humanidades e à qualificação em regionalização, a Geografia Física exerceu uma profunda influência em minha formação profissional, com destaque para três momentos importantes: graduação (1996-1998), início da pós-graduação (2000-2001) e início da primeira experiência profissional (2001-2009). Nos primeiros anos da graduação, em 1996, tive a oportunidade de cursar a disciplina de Geomorfologia com o professor Lucivânio Jatobá, um dos mais renomados especialistas em teorias aplicadas à Geomorfologia. Em seu estilo de ensino, o professor Lucivânio era metódico e possuía uma grande habilidade em representar imagens das formas de relevo no quadro, uma vez que a internet ainda não fazia parte do nosso cotidiano e o acesso a imagens digitais era restrito naquela época.

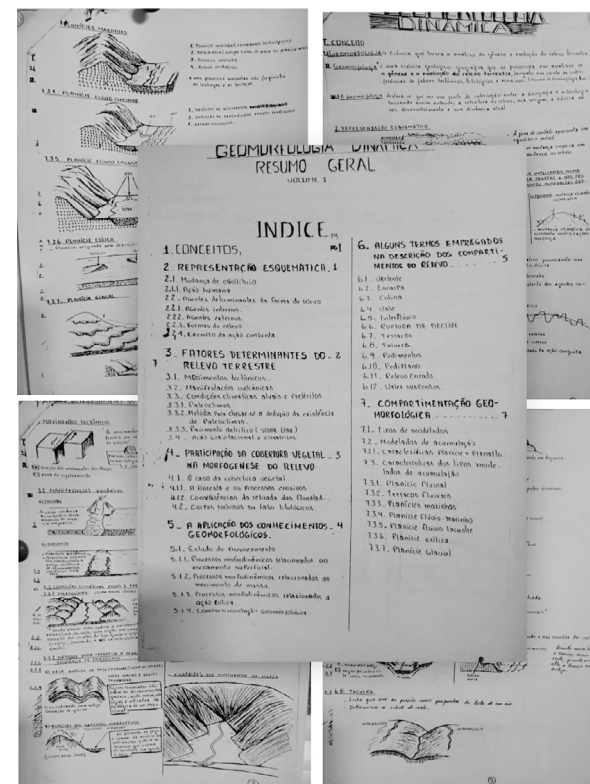
O primeiro contato com a representação do relevo desenhado no quadro me fez lembrar de um período pré-universitário, entre 1992 e 1994, quando participei de um curso de capacitação em desenho, no Forte do Brum, em Recife-PE. Nesse curso, tive a oportunidade de representar paisagens às margens dos rios Capibaribe e Beberibe, na cidade de Recife, cujo comprovante já se foi com o tempo.

Essa experiência foi fundamental para reprodução, em forma de desenho, de muitas explicações repassadas pelo professor em sala de aula, devido à facilidade de materializar, em forma de croquis e representações esquemáticas, conceitos e temas abordados na disciplina. O conjunto dessas imagens possibilitou a criação de uma espécie de manual didático ilustrativo sobre a Geomorfologia Geral, o qual rapidamente passou a ser bem requisitado pelos demais colegas de graduação como aporte para os exames avaliativos.

Os desenhos tinham como linha editorial principal a representação das formas de relevo decorrente da troca de forças

morfoestruturais (ou endógenas) e morfoesculturais (ou exógenas). Represento algumas páginas do original na imagem a seguir (Figura 1) e utilizo algumas imagens já digitalizadas como recurso ilustrativo neste livro.

FIGURA 1 - REGISTROS DE AULA REALIZADO ENTRE 1995 E 1997³



Fonte: Registros de sala de aula entre os anos de 1996 e 1997. Autoria de Xisto Souza Júnior.

3 Registros inspirados nas representações do professor Lucivânio Jatobá durante a disciplina de Geomorfologia Geral, ofertada pelo curso de Geografia da UFPE no ano de 1996, com revisão em 1997.

A facilidade de compreender os principais conceitos e métodos de estudos na Geografia Física resultou ainda em duas importantes experiências durante a graduação: aulas ministradas no Sindicato das Empresas de Turismo de Pernambuco (SINDETUR) e definição do tema da monografia, pela qual obtive o título de bacharel.

Entre os anos de 1999 e 2001, a partir de recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), o Sindicato das Empresas de Turismo de Pernambuco (SINDETUR) financiou diversos programas de capacitação de agentes de turismo, sendo um destes o Geografia Internacional para Agentes de Turismo. O projeto foi proposto ao SINDETUR por estudantes do curso de graduação em Geografia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)⁴, o qual teve o objetivo de capacitar os agentes de turismo para percepção da paisagem geográfica em diferentes continentes. O planejamento foi dividido por eixos temáticos e distribuído entre os participantes.

Apesar de a pesquisa individual ter sido direcionada para os estudos urbanos, essa atividade me reaproximou da Geografia Física, pois fiquei responsável por realizar toda a sistematização teórico-conceitual relacionada aos estudos geomorfológicos e climáticos, além de ministrar aulas sobre o turismo internacional do continente asiático. Foi ainda fruto desta experiência a opção pelo desenvolvimento de um trabalho de conclusão de curso relacionado à influência geográfica do meio ambiente, além da produção de textos sobre geomorfologia e climatologia, os quais não chegaram a ser publicados devido ao início das atividades

4 Além de mim, participaram deste primeiro módulo a geógrafa Martha Priscila e os professores de Geografia: Clélio Santos, Lenilton Assis, Rivaldo Nascimento e Adyr Rodrigues.

como professor de Geografia Física das Faculdades Integradas de Patos (FIP), em fevereiro de 2001.

Além da produção de textos sobre aspectos que fundamentam o estudo da Geografia Física, os quais estão sendo apresentados de forma inédita neste livro, tive a oportunidade de produzir textos que explicavam, de forma didática, como compreender a dinâmica do relevo terrestre ao longo de oito anos como docente no curso de graduação; e de um ano como docente no curso de pós-graduação da FIP. Durante esse período, foi possível realizar a digitalização dos desenhos através do uso do Corel Draw.

Considerando a quantidade de material acumulado e a motivação inicial em fornecer aos estudantes de Geografia uma referência didática sobre os compartimentos de relevo, fatores estruturantes e fatores esculturantes, separamos o conteúdo sistematizado em dois grandes propósitos: o primeiro, ora apresentado, consistindo em pequenas revisões conceituais; e o segundo ainda em processo de sistematização.

Alguns assuntos podem parecer duplicados, apesar de a abordagem ser diferente. Isso se deve ao fato de terem sido organizados em momentos e finalidade distintos. O texto do primeiro capítulo, por exemplo, foi produzido para uma palestra organizada nas Faculdades Integradas de Patos, enquanto o texto do segundo capítulo consiste na transcrição de aula ministrada na Pós-Graduação em Meio Ambiente. Isso explica o quantitativo de referências utilizadas. Já os capítulos 3 e 4 consistem na adaptação de registros de sala de aula durante a disciplina Geomorfologia Geral, ministrada pelo professor Lucivânio Jatobá; de textos produzidos nos planos de aula de disciplinas ministradas nas Faculdades Integradas de Patos; e de anotações de seminários e espaços de debates realizados como atividades das disciplinas.

A reaproximação com o tema e a decisão por retomar textos e torná-los de domínio público se deram após iniciarmos diversos streamings no canal A Terra e seus sinais⁵.

Iniciamos essas lives em 2021 para explicar os possíveis desdobramentos da erupção do Cumbre Vieja, nas ilhas Canárias, Espanha. Desde então, passados dois anos, acumulamos mais de 14 mil seguidores, que participam das transmissões tirando dúvidas sobre questões relacionadas aos fatores morfo-genéticos. Esta atividade serviu de incentivo para a retomada de produções antigas e a decisão por torná-las de domínio público.

Após a árdua sistematização do material, optei por dividir o livro em quatro capítulos, utilizando como aporte os textos escritos para palestras e planos de curso das disciplinas ministradas para a graduação. Optei ainda pelo uso de apenas algumas imagens e pela não inclusão de algumas descobertas feitas recentemente sobre elementos que podem influenciar o surgimento de terremotos, uma vez que carecem de amadurecimento teórico e conceitual. Está, portanto, dividido o livro em quatro capítulos, sendo os dois primeiros teóricos e os demais práticos.

No primeiro capítulo, “Geomorfologia, uma ciência da paisagem”, retrabalho um conteúdo produzido para realização de uma palestra em 2003. Neste capítulo, faço um convite ao leitor para que trabalhe a hipótese de que a Geomorfologia pode ser associada como uma ciência da paisagem, uma vez que se materializa a partir da relação dialética e complexa dos fatores morfo-genéticos. Além de uma reflexão sobre os fatores responsáveis pela formação das paisagens, o leitor é convidado a conhecer um pouco mais sobre os principais autores que teorizaram os estudos da Geomorfologia na Europa, na América do Norte e no Brasil.

5 Cf.: <https://www.youtube.com/@terraeseussinais>.

O segundo capítulo é um complemento do anterior. Intitulado “Esculpindo a paisagem: as principais contribuições para consolidação dos estudos da Geomorfologia”, aprofundamos um pouco mais a análise sobre os parâmetros teóricos e metodológicos do estudo da Geomorfologia, a partir de autores europeus, norte-americanos e brasileiros.

O terceiro e o quarto capítulos são complementares. No terceiro, “Agentes endógenos ou morfoestruturantes”, optamos por analisar exemplos e consequências de fatores responsáveis pela estruturação do relevo, observando as principais teorias que influenciaram o entendimento dos agentes endógenos como consequência de movimentos tectônicos e vulcânicos. Já no capítulo 4, “Agentes modeladores ou morfoesculturantes”, analisamos a influência dos eventos esculturadores do relevo, com ênfase na análise dos tipos de modelados.

O texto ora apresentado se trata, portanto, de um recurso didático no qual são identificadas as principais correntes de pensamentos e os desdobramentos dos agentes morfoestruturadores e morfoesculturantes do relevo a partir de ilustrações. Portanto, há a expectativa de fornecer aos estudantes de Geografia e professores do Ensino Médio uma opção de recurso pedagógico para compreender a dinâmica do relevo.

CAPÍTULO 1

Geomorfologia, uma ciência da paisagem⁶

O desenvolvimento humano ao longo dos tempos tem sido impulsionado pela acumulação de conhecimento, tanto para atender as suas necessidades básicas quanto para satisfazer sua curiosidade inata. Esse desejo de fazer descobertas, criar novidades e compreender a si mesmo e ao universo que o rodeia tem sido uma força motriz na evolução do homem.

Ao examinar a história, percebe-se que o homem atribuiu diferentes níveis de atenção e importância a uma vasta gama de assuntos. Mesmo nos dias de hoje, sua busca incessante por aprender mais, consolidar e redefinir seus conhecimentos permanece constante.

O relevo, como um dos componentes da natureza, sempre chamou a atenção do homem devido a sua beleza, imponência e forma marcantes. Através de sua capacidade de raciocínio, o homem estabeleceu relações entre as formas de relevo e os processos que as geraram, reconhecendo a importância dessa interação.

⁶ Esse texto foi elaborado em 2009 para sistematização de uma palestra ministrada nas Faculdades Integradas de Patos.

Dessa forma, surgiram questionamentos fundamentais sobre o relevo e os processos envolvidos em sua formação. Indaga-se sobre a dinâmica e a interação dos elementos que compõem o relevo, investigando como evoluem os grandes conjuntos de relevos e como conviver com os processos catastróficos a eles associados.

À medida que o homem começou a obter respostas para essas e outras questões, tornou-se evidente que os critérios para o estudo do relevo estão intrinsecamente ligados à interação entre o clima e a estrutura das rochas. Compreender essa ação conjunta tornou-se fundamental para uma análise abrangente e precisa do relevo e dos processos relacionados a ele.

Assim, o homem passou a estipular vários questionamentos sobre o relevo e os processos que o originam, entre os quais destacamos a interação dos elementos, a evolução dos grandes conjuntos de relevos e as ameaças de eventos catastróficos.

As concepções filosóficas e religiosas que prevaleceram nas primeiras épocas da História exerceram uma influência significativa nas explicações dos fenômenos observados pelo homem. Na Grécia Antiga, por exemplo, a busca pelo conhecimento era estimulada, o que levou ao surgimento de explicações sobre a formação das paisagens. Os romanos, por sua vez, valorizavam os conhecimentos práticos, o que contribuiu para o desenvolvimento da engenharia e a compreensão dos processos físicos. Já na Idade Média, os fenômenos naturais eram frequentemente relacionados à ação divina. No Renascimento, houve um resgate dos conhecimentos da Grécia e de Roma, com figuras como Leonardo da Vinci contribuindo para avanços científicos significativos (Rossi, 2001).

No entanto, durante muito tempo, prevaleceu a concepção do catastrofismo, que dificultou o desenvolvimento da ciência.

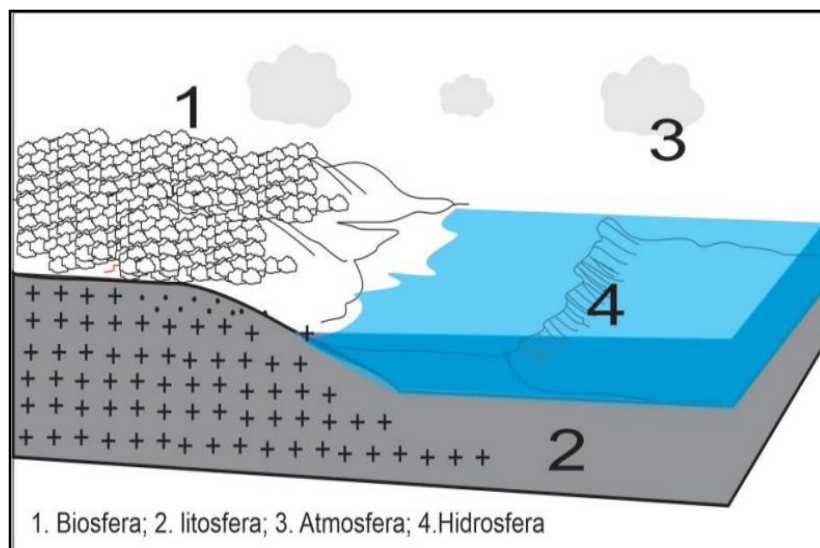
Essa perspectiva atribuía a ocorrência de eventos geológicos importantes, como a formação de montanhas e a ocorrência de catástrofes naturais, a eventos catastróficos de curta duração. Essa visão limitava o entendimento dos processos geológicos e geomorfológicos. Foi somente no século XVIII que surgiu a concepção atualista, que reconhece que o “presente é a chave para compreender o passado”⁷. Essa abordagem marcou a sistematização do conhecimento científico e se tornou a base dos estudos geológicos e geomorfológicos. Essa mudança de perspectiva permitiu o avanço na compreensão dos processos geológicos ao longo do tempo.

No século XIX, ocorreu um marco na sistematização do conhecimento científico, e surgiram as primeiras teorias que buscavam explicar os fenômenos geológicos e geomorfológicos de forma mais fundamentada. Nesse período, desenvolveram-se teorias como o uniformitarismo, que postulava que os processos geológicos ocorrem de maneira gradual e uniforme ao longo do tempo. Essa perspectiva foi fundamental para a consolidação da Geologia e da Geomorfologia como disciplinas científicas.

A paisagem passa, então, a ser explicada como processo dialético entre os eventos endógenos (formação) e os exógenos (deformação) na busca constante pelo equilíbrio dinâmico (Figura 2).

⁷ Essa frase é associada ao geólogo e paleontólogo escocês Charles Lyell (1797-1875). Ele é conhecido por sua obra *Princípios de Geologia*, publicada em três volumes, entre 1830 e 1833, na qual apresenta a Teoria do Uniformitarismo. Essa teoria defende que os processos geológicos que agem no presente também agiram no passado, e, portanto, a observação e a compreensão dos processos atuais são fundamentais para a interpretação dos eventos geológicos passados.

FIGURA 2 - EQUILÍBRIO DINÂMICO⁸



Fonte: Desenho adaptado da representação inicial apresentada pelo professor Lucivânio Jatobá – registro de aula (1998).

Por ter como objeto a análise dos eventos que influenciam a formação das paisagens, a Geomorfologia tem despertado a curiosidade da sociedade em geral, que passa a tentar compreender a natureza dos eventos formadores e deformadores de relevo (tectônicos, por exemplo), bem como os eventos modeladores de relevo (eventos climáticos ou exógenos). Neste contexto, o diálogo com a Geografia se torna necessário, uma vez que possui como objeto de estudo o próprio conceito de paisagem.

⁸ A zona de contato representa o equilíbrio móvel (objeto de estudo da Geomorfologia). 1- Atmosfera; 2- Biosfera; 3- Hidrosfera; e 4- Litosfera. O relevo terrestre situa-se na intersecção dessas geosferas, onde qualquer interferência resulta em mudanças no equilíbrio (adaptado de Jatobá, L. Resumos de Geomorfologia, 1997, p. 9).

No contexto brasileiro, diversos escritores e pesquisadores contribuíram para o entendimento da Geomorfologia e a intersecção com a Geografia, entre os quais destacamos Aziz Nacib Ab'Sáber (2003), com a análise dos eventos tectônicos e paleoclimáticos que influenciaram a formação da paisagem brasileira; Jurandyr Ross (2007), ao estudar a dinâmica de formação das paisagens e os processos erosivos e sedimentares em áreas de vegetação única no Brasil; e Aroldo de Azevedo (1971), com a compreensão da relação entre Geomorfologia e Geografia. Seu trabalho enfatizou a importância da análise geográfica na compreensão dos processos geomorfológicos.

As obras desses autores, acrescidas de outras importantes referências bibliográficas de pesquisadores brasileiros, foram fundamentais para a análise da relação entre o conhecimento geográfico aplicado ao estudo geomorfológico das paisagens.

De fato, entre os conceitos-chave da Geografia, a paisagem é um conceito central por representar a expressão visual e espacial dos processos naturais e culturais que moldam determinada área geográfica. O termo “paisagem” abrange desde as características físicas do ambiente, como relevo, vegetação, hidrografia e clima, até as intervenções humanas, como as construções urbanas, as estradas e a agricultura. Essa abordagem holística permite entender a interação complexa entre o meio natural e as atividades humanas que moldam a superfície terrestre.

Segundo Aziz Nacib Ab'Sáber (2003), em sua obra Espaços ocupados, espaços da vida, a paisagem pode ser entendida como um mosaico resultante da dinâmica natural e antrópica, que pode ser decifrada por meio da análise das formas do relevo e das feições geográficas. Nesse contexto, a Geomorfologia assume um papel fundamental, pois investiga os processos geológicos e geográficos que moldam o relevo, influenciando diretamente a formação das paisagens.

A Geografia, como ciência que estuda a organização do espaço e as relações entre a sociedade e o meio ambiente, encontra na paisagem um de seus principais objetos de estudo. Jurandyr Ross (2007), em seu livro *Geomorfologia: ambiente e planejamento*, destaca que a paisagem é um reflexo da interação entre a natureza e a sociedade, podendo ser interpretada como uma obra coletiva, fruto das ações humanas e dos processos naturais que atuam ao longo do tempo.

Já em *Introdução à Geografia Geral*, Aroldo de Azevedo (1971) ressalta a importância da análise geográfica para compreender a complexidade da paisagem. Para o autor, a Geografia não se limita à descrição visual, mas busca desvendar as relações espaciais e os fatores de modelagem. Nesse sentido, a Geomorfologia é um dos pilares para entender os processos de formação e transformação, uma vez que os processos geomorfológicos influenciam diretamente as características visuais do espaço.

No contexto brasileiro, com sua vasta diversidade de ecossistemas e formações geológicas, a paisagem é especialmente rica e desafiadora de estudar. Aziz Ab'Saber (2003), em *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*, compreende as particularidades da paisagem no coração do país, revelando os processos de formação das paisagens típicas do cerrado brasileiro.

Em outra produção, *O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras*, Ab'Saber (1974) explora a paisagem do Nordeste brasileiro, uma região que sofre com a escassez de água e apresenta características geomorfológicas únicas. A obra destaca como a dinâmica fluvial e os processos erosivos têm papel determinante na configuração da paisagem semiárida.

A Geografia, ao estudar a paisagem, contribui para o entendimento das dinâmicas espaciais e dos processos que atuam sobre o meio ambiente. As obras de referência mencionadas são

apenas algumas das diversas contribuições da literatura geográfica brasileira para a compreensão do conceito de paisagem e suas múltiplas dimensões.

O diálogo entre a Geografia e a Geomorfologia, aliado ao estudo das obras desses autores, permite que se avance no conhecimento dos fenômenos que constituem as paisagens, sejam elas naturais ou transformadas pela sociedade.

FATORES RESPONSÁVEIS PELA FORMAÇÃO DAS PAISAGENS

A análise da dinâmica do relevo ao longo da História foi grandemente influenciada por pesquisadores europeus e brasileiros, que forneceram contribuições significativas para o campo da Geomorfologia. Desde os primeiros teóricos europeus, como Alexander von Humboldt e Carl Ritter⁹, que exploraram as interações entre o relevo e o clima, até os estudos mais contemporâneos de nomes como Aziz N. Ab'Saber e Lester Charles King, no Brasil, a compreensão dos conceitos-chave, como espaço, paisagem, região, território e lugar, tem sido a base para o avanço dessa ciência.

A importância dos pesquisadores europeus e brasileiros no estudo da Geomorfologia é indiscutível. Suas contribuições impulsionaram a ciência geomorfológica, fornecendo as bases teóricas e metodológicas para o entendimento da dinâmica do relevo. O contínuo diálogo entre os estudiosos, a aplicação de novas tecnologias e a análise dos conceitos-chave têm enriquecido a Geomorfologia ao longo do tempo, tornando-a uma ciência es-

⁹ Convidamos o leitor a conferir a biografia completa destes e de outros nomes que se destacaram na formulação das teses sobre dinâmicas da natureza.

sencial para a compreensão das transformações da superfície terrestre e sua relação com a sociedade e o meio ambiente.

Na Europa, especialmente França e Alemanha, ocorreu um avanço significativo nos estudos geomorfológicos. Alexandre Surret, um engenheiro do século XIX, observou que os rios apresentam padrões morfológicos e dinâmicos semelhantes aos da água em profundidades. Ele formulou os princípios da Geomorfologia Fluvial, destacando o princípio da tensão regressiva, que descreve como a erosão começa nas partes mais baixas das vertentes e depois remonta. Essa ideia levou à concepção do perfil de equilíbrio do rio, baseado no mecanismo de escoamento das águas nas vertentes e na organização das bacias de drenagem.

Grove Karl Gilbert, em 1877, definiu três leis para o estudo da Geomorfologia. A primeira lei estabelece que a inclinação da vertente determina o fluxo da água e sua capacidade erosiva. A segunda lei destaca a influência da estrutura geológica na modelagem do relevo. E a terceira lei aponta que as maiores declividades estão próximas ao topo, resultando em um perfil côncavo para fora nas vertentes (Gilbert, 1877).

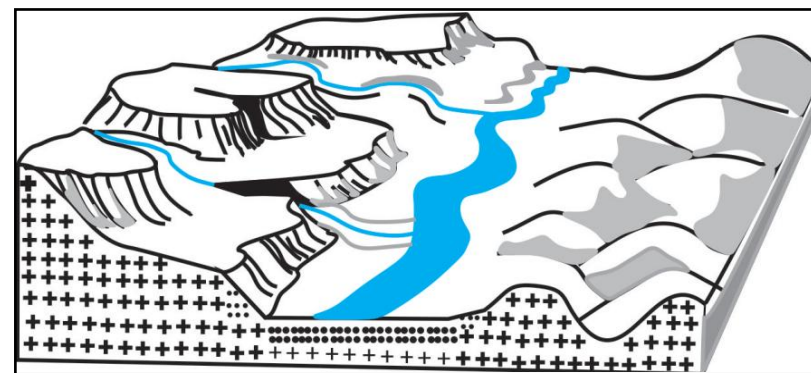
Lei 1: Declividade - o papel da inclinação na erosão e no fluxo de água

Lei 2: Estrutura geológica - a relação entre a modelagem e a estrutura do terreno

Lei 3: Divisores - identificação das características do perfil das montanhas

Karl Gilbert destacou a importância da declividade da vertente na determinação do fluxo de água e na capacidade erosiva (Figura 3). Quanto mais íngreme a inclinação, maior a força da gravidade atuando sobre a água, o que resulta em uma maior capacidade de erosão e transporte de sedimentos. Essa lei é essencial para a compreensão dos processos de formação de rios, vales e encostas, bem como para a análise dos efeitos das mudanças climáticas e das atividades humanas na paisagem.

FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO DO MODELO DE GILBERT



Nota: Para Gilbert (1877), em vertentes com declives mais acentuados, a erosão tende a ser mais intensa, resultando em maior transporte de sedimentos. Por outro lado, em vertentes mais suaves, a erosão é menos pronunciada, com menor movimentação de sedimentos

Fonte: Souza Júnior (2010).

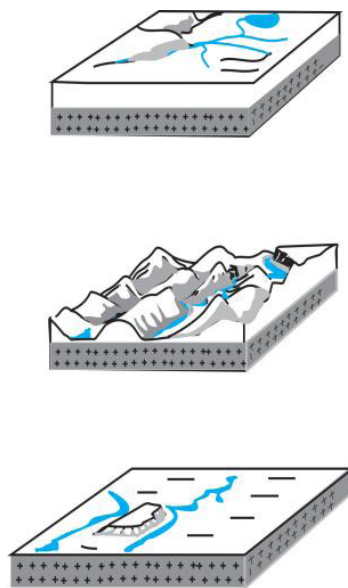
Outro aspecto fundamental explorado por Gilbert foi a relação entre a modelagem da paisagem e a estrutura geológica subjacente. Ele observou que diferentes tipos de rochas e camadas geológicas influenciam diretamente os padrões de erosão, a formação de dobramentos e falhas, entre outras características geológicas. Essa compreensão da relação entre estrutura e geomorfologia é vital para a identificação de áreas suscetíveis a processos como deslizamentos de terra e terremotos.

A terceira lei proposta por Gilbert refere-se à análise dos divisores, ou seja, as linhas que separam as águas que fluem em direções opostas em uma vertente. Ele observou que as maiores declividades estão próximas ao topo das montanhas, onde os divisores são mais pronunciados. O perfil da vertente, ao ser analisado, revela-se como uma curva côncava para fora. Essa lei fornece insights importantes para entender a morfologia das

montanhas e a forma como a água se distribui em diferentes altitudes.

Outro importante teórico para a compreensão da formação das paisagens foi William Morris Davis, por meio da sua tese do ciclo de erosão (Figura 4). Com base em suas pesquisas, realizadas no oeste americano, a partir de 1889, Davis defendeu que as formas de relevo resultam de um ciclo geográfico composto por três fases principais: juventude, maturidade e senilidade. Durante esse processo, o relevo evolui desde a formação de vales profundos e encostas íngremes até formas mais suavizadas e planas. Além disso, Davis reconheceu que uma reativação tectônica pode reiniciar o ciclo, dando origem a novas formas de relevo (Davis, 1909).

FIGURA 4 - ESQUEMATIZAÇÃO DO CICLO DE EROSÃO DE W. M. DAVIS



Davis (1909) associou a dinâmica do relevo como um processo orgânico/evolutivo, através do qual passaria por uma fase de juventude, maturidade e senilidade. Na fase da juventude, a paisagem é caracterizada por rios com elevadas taxas de erosão, que criam vales estreitos e profundos. O relevo é marcado por altas montanhas e desníveis acentuados, devido à atividade intensa da água. Na maturidade, os vales se alargam, e as montanhas sofrem desgaste e aplainamento. A velocidade da erosão diminui, e os rios começam a formar meandros e planícies de inundação. Já na senilidade, a erosão continua, mas a paisagem alcança um estado de estabilidade aparente. Os vales são amplamente alargados, formando planícies extensas.

Fonte: Xisto Souza Júnior (2025)

A concepção de Davis em relação ao relevo, embora tenha tido uma importância significativa para o conhecimento geomorfológico, encontrou oposição na Europa Central e Oriental, principalmente entre os alemães, que possuíam abordagens distintas nos estudos da natureza.

Os alemães desenvolveram trabalhos empíricos marcados por descrições detalhadas dos elementos naturais, embasados em minuciosas observações de suas expedições de campo, a exemplo das realizadas por Humboldt. A postura dos alemães imprimiu uma direção para a observação e a análise dos fatos, destacando a inter-relação dos fenômenos físicos, como relevo e vegetação.

A cartografia tornou-se um instrumento de pesquisa importante, e o clima passou a ser observado como um elemento relevante na modelagem do relevo. As primeiras relações entre as zonas climáticas e as formas de relevo foram estabelecidas por Walter Penck, como o princípio da análise geomorfológica, baseado no princípio dos processos exógenos, dos processos endógenos e da dinâmica atual.

Em 1926, durante um simpósio realizado na Alemanha, o clima foi eleito como o principal agente responsável pela morfogênese diferencial. Até então, as concepções de Davis sobre a erosão normal, causada por águas fluviais e outros fatores de origem accidental, eram consideradas as principais responsáveis pela dinâmica atual. A partir desse simpósio, vários geógrafos alemães e franceses (como De Martone e Tricart) passaram a trabalhar com a concepção de Geomorfologia Climática. Dentro dessa nova concepção, a erosão normal deixou de ser a base para explicar a evolução do relevo, surgindo outros elementos para a avaliação das formas.

Os tipos climáticos passaram a ser objeto de estudo fundamental para o entendimento da dinâmica e da gênese do relevo.

Para a consolidação desses fundamentos, foram essenciais as teses de Tricart e Cailleux (1960), que dividiram o globo terrestre em zonas climáticas, com base nos diferentes processos denudacionais, tais como: zonas frias; zonas florestadas de latitudes médias; zonas secas dos trópicos e das latitudes médias; e a zona intertropical. Nessa abordagem, destacou-se a importância dos diferentes processos denudacionais determinados pelo clima.

No tocante aos métodos da pesquisa geomorfológica, diferentes procedimentos passam a ser aplicados para compreender a formação e a evolução do relevo. Entre os principais métodos utilizados estão os métodos indutivo, dedutivo e explicativo, que desempenham papéis fundamentais na investigação geomorfológica. Neste texto, exploramos esses métodos e sua aplicação na Geomorfologia, com base em referências bibliográficas relevantes.

O método indutivo é amplamente utilizado na Geomorfologia para a observação e a coleta de dados no campo. Esse método envolve a análise minuciosa das características do relevo, como formas, processos e materiais, com base em observações e medições diretas. Por meio da indução, a partir de casos particulares, busca-se estabelecer generalizações sobre a dinâmica do relevo em diferentes regiões.

A aplicação do método indutivo na Geomorfologia é respaldada por diversos estudos. Por exemplo, em seu trabalho *Geomorphology: a systematic analysis of Late Cenozoic landforms*, Arthur Bloom utiliza abordagens indutivas para analisar a evolução de diferentes formas de relevo, como vales, encostas e planícies (Bloom, 1991). Esses estudos contribuem para o entendimento dos processos geomorfológicos e auxiliam na elaboração de modelos e teorias explicativas.

Por outro lado, o método dedutivo é aplicado na Geomorfologia para a formulação de hipóteses e teorias com base em

princípios gerais e leis estabelecidas. Esse método parte de princípios amplamente aceitos para derivar conclusões específicas sobre o relevo. O raciocínio dedutivo permite inferir informações sobre formas de relevo e processos a partir de leis geomorfológicas estabelecidas.

Na Geomorfologia, um exemplo clássico de aplicação do método dedutivo é a Teoria do Ciclo de Erosão, proposta por William Morris Davis (1909), conforme observado anteriormente. Essa teoria, baseada em um raciocínio dedutivo, influenciou o campo da Geomorfologia por décadas, embora tenha sido alvo de críticas e revisões ao longo do tempo.

O método explicativo é utilizado na Geomorfologia para a elaboração de modelos e teorias que procuram explicar os processos e mecanismos que moldam o relevo. Esse método busca identificar relações de causa e efeito entre os fatores que atuam na dinâmica do relevo, como clima, tectônica, vegetação e processos erosivos. O objetivo é entender a interação entre esses elementos e como eles influenciam a formação e a evolução do relevo em diferentes escalas espaciais e temporais.

A abordagem explicativa passou a ser amplamente utilizada para investigar fenômenos complexos e estabelecer relações de causa e efeito. Por exemplo, em seu texto “Zonas Áridas”, David S. G. Thomas e R. J. Allison (2016) exploram a interação entre os processos geomorfológicos e os fatores ambientais, como clima, vegetação e litologia, com base em modelos e teorias explicativas. Essa abordagem contribui para uma compreensão mais aprofundada dos processos que moldam o relevo e auxilia na previsão de mudanças futuras.

Os métodos indutivo, dedutivo e explicativo são, portanto, complementares na Geomorfologia, proporcionando abordagens distintas para a investigação do relevo, bem como permitem uma compreensão mais completa dos processos geomorfológicos,

fornecendo uma base sólida para o avanço do conhecimento nessa área.

No século XIX, o desenvolvimento de técnicas cartográficas e os avanços nos trabalhos de campo impulsionaram a divulgação de um número crescente de livros na Europa, especialmente França e Alemanha. Paralelamente, os Estados Unidos testemunharam um notável desenvolvimento do conhecimento geomorfológico. As explorações geográficas e o mapeamento rigoroso permitiram uma compreensão mais abrangente da paisagem e sua evolução ao longo do tempo. Esses avanços foram fundamentais para o progresso das ciências geográficas e sua aplicação em diversas áreas, como planejamento urbano, conservação ambiental e gestão territorial. Hoje, a cartografia e a geomorfologia continuam a desempenhar papéis cruciais na sociedade moderna, fornecendo informações vitais para enfrentar os desafios globais e promover um desenvolvimento sustentável.

As técnicas cartográficas modernas, impulsionadas pelo avanço da tecnologia, revolucionaram ainda mais a forma como mapeamos e interpretamos o mundo. A disseminação de livros sobre geografia e cartografia não se limitou à Europa: hoje, é uma tendência global. O acesso à informação e à educação geográfica tornou-se mais democrático, contribuindo para uma maior consciência sobre os desafios ambientais e sociais enfrentados pelo nosso planeta.

Nos Estados Unidos, o desenvolvimento do conhecimento geomorfológico continuou evoluindo, com pesquisadores e cientistas desvendando os processos que moldaram a superfície terrestre ao longo de milhões de anos. Essa compreensão aprofundada da dinâmica dos relevos e das forças naturais que atuam sobre eles é fundamental para prever desastres naturais, gerenciar recursos hídricos e entender o impacto das mudanças climáticas.

As aplicações práticas dessas conquistas são diversas, abrangendo desde a criação de mapas precisos para fins de navegação e planejamento urbano, até a utilização da geomorfologia para preservar ecossistemas frágeis e adaptar comunidades vulneráveis a riscos naturais. Além disso, a cartografia e a geomorfologia são ferramentas essenciais para projetos de infraestrutura, gestão territorial e tomada de decisões em políticas públicas.

FUNDAMENTOS DA ESCOLA DE GEOMORFOLOGIA NO BRASIL

A projeção das descobertas realizadas pelos europeus foi de grande significância para o desenvolvimento da Geomorfologia. No contexto brasileiro, estudiosos também forneceram contribuições valiosas para o estudo da morfologia do relevo. Destacam-se duas importantes figuras nesse cenário: Aziz Nacib Ab'Sáber e Lester Charles King, cujas propostas trouxeram avanços significativos para a compreensão dos processos geomorfológicos no Brasil.

Na década de 1960, o geógrafo e pesquisador ambiental brasileiro Aziz Nacib Ab'Sáber desenvolveu uma das mais importantes propostas de classificação do relevo brasileiro. Sua abordagem, conhecida como Domínios Morfoclimáticos, levou em consideração tanto os fatores climáticos quanto os processos morfogenéticos que atuaram na formação das paisagens brasileiras.

A proposta de Ab'Sáber baseia-se na ideia de que as características do relevo estão intimamente relacionadas com o clima, a litologia, a tectônica e outros fatores geológicos e geográficos. Ele dividiu o Brasil em sete grandes domínios, cada um com características geomorfológicas e climáticas específicas. Esses domínios incluem, entre outros: a Amazônia, o Cerrado, a Caatinga,

o Pantanal, o Planalto Atlântico e o Planalto Central. Ab'Sáber também destacou a importância das mudanças climáticas do passado na configuração das paisagens atuais. Seus estudos sobre os períodos glaciais e interglaciais forneceram importantes insights sobre a dinâmica do clima e a evolução dos ecossistemas brasileiros.

Lester Charles King, um renomado geomorfólogo sul-africano, deixou um legado significativo no campo da Geomorfologia brasileira ao desenvolver a Teoria da Pediplanação. Influenciado pelos trabalhos de Davis e incorporando alguns pressupostos do geomorfólogo Walther Penck, King contribuiu para uma compreensão mais aprofundada dos processos geomorfológicos em ambientes áridos e semiáridos. Sua teoria enfatiza a importância da erosão na formação de superfícies de aplainamento, denominadas pediplanos, especialmente em regiões com climas áridos ou estações secas pronunciadas. A compreensão dos processos de pediplanação proposta por King é de especial relevância para o contexto brasileiro, especialmente as regiões semiáridas como o sertão nordestino, onde seus estudos têm auxiliado na análise detalhada das características geomorfológicas locais e na influência do clima e da vegetação em sua evolução (King, 1953, 1962).

Para compreender a relevância da Teoria da Pediplanação de Lester Charles King, é fundamental explorar suas origens e as influências que moldaram suas ideias. William Morris Davis, conforme apresentamos anteriormente, desempenhou um papel crucial no estabelecimento dos fundamentos da Geomorfologia como uma ciência, e suas ideias tiveram um impacto duradouro no campo. No entanto, Lester Charles King reconheceu a necessidade de aprimorar algumas das teorias de Davis para se adequar melhor aos ambientes semiáridos, comuns em muitas regiões do Brasil.

Incorporando alguns pressupostos do geomorfólogo Walther Penck, Lester Charles King enriqueceu a abordagem da Teoria da Pediplanação. Penck contribuiu para a compreensão da evolução do relevo em ambientes montanhosos e sua interação com o clima, oferecendo insights que complementaram a pesquisa de King.

A Teoria da Pediplanação, proposta por King, destaca a importância da erosão diferencial — ou seja, a variação na taxa de desgaste entre diferentes materiais rochosos — na formação de superfícies de aplainamento, chamadas pediplanos, predominantes em regiões com climas áridos ou estações secas marcadas.

No Brasil, as regiões semiáridas, como o sertão nordestino, apresentam características geomorfológicas distintas das áreas mais úmidas do país. Nesses locais, os processos de pediplanação desempenham papel fundamental na configuração da paisagem, e o entendimento desses processos é crucial para estratégias eficazes de gestão, conservação e uso sustentável do meio ambiente.

A Teoria da Pediplanação de King tem implicações importantes para diversos aspectos da Geomorfologia brasileira. Em primeiro lugar, a identificação e o mapeamento das áreas de pediplanos permitem uma melhor compreensão da dinâmica dos ambientes semiáridos. Essas superfícies planas são frequentemente ocupadas por comunidades humanas que dependem dos recursos naturais locais, como a agricultura de subsistência e a criação de animais. O entendimento dos processos de formação desses pediplanos pode fornecer informações valiosas para o planejamento e a gestão do uso da terra nessas regiões.

Além disso, a análise dos pediplanos possibilita a reconstrução da história geológica dessas áreas. O estudo de suas formas de relevo, de sua gênese e evolução ao longo do tempo

pode revelar informações sobre mudanças climáticas passadas, processos de erosão e deposição, bem como as interações entre processos naturais, como erosão e sedimentação, e atividades antrópicas, como o uso do solo e o manejo agrícola. Esse conhecimento é fundamental para a compreensão da evolução do meio ambiente em escalas de tempo geológicas e para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação e preservação dessas áreas sensíveis.

As contribuições de Lester Charles King e sua Teoria da Pediplanação vão além da Geomorfologia acadêmica, tendo implicações práticas para a gestão e a preservação ambiental. O estudo das áreas de pediplanos é essencial para identificar regiões vulneráveis a processos erosivos, como a perda de solo e a desertificação, problemas frequentemente enfrentados em ambientes semiáridos.

A compreensão dos processos de pediplanação também é relevante para o desenvolvimento de práticas sustentáveis de uso da terra nessas regiões. A implementação de técnicas de manejo adequadas, como a conservação do solo e a adoção de práticas agrícolas adaptadas às características do ambiente semiárido, pode contribuir significativamente para mitigar os impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida das comunidades locais.

Além disso, a Teoria da Pediplanação de King pode fornecer subsídios para a identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade. Os pediplanos podem abrigar ecossistemas únicos e espécies adaptadas às condições específicas dos ambientes secos. A preservação dessas áreas é essencial para a manutenção da diversidade biológica e dos serviços ecossistêmicos que esses ambientes fornecem, contribuindo para a resiliência e a sustentabilidade dos ecossistemas locais.

CAPÍTULO 2

As Principais Contribuições para Consolidação dos Estudos da Geomorfologia¹

A Teoria da Tectônica de Placas é um marco fundamental no entendimento dos fatores endógenos responsáveis pela dinâmica do relevo terrestre. Essa teoria tem suas raízes na hipótese da deriva continental, proposta inicialmente por Alfred Wegener no início do século XX, e foi posteriormente desenvolvida e aprimorada por diversos cientistas nas décadas de 1960 e 1970.

A litosfera terrestre é dividida em placas tectônicas rígidas que flutuam sobre o manto semirrígido, denominado astenosfera. Os movimentos dessas placas são impulsionados por forças convectivas que ocorrem no manto, promovendo processos como a expansão do assoalho oceânico nas dorsais meso-oceânicas, a colisão e subducção em limites convergentes, e o deslizamento lateral em limites transformantes. Esses movimentos

¹ O texto a seguir consiste na transcrição de aula ministrada nas Faculdades Integradas de Patos (2003) para o curso de Especialização em Meio ambiente.

são responsáveis por diversos fenômenos geológicos, como terremotos, atividades vulcânicas, formação de montanhas e fossas oceânicas.

Diversos teóricos desempenharam um papel crucial no desenvolvimento da Teoria da Tectônica de Placas, que é resultado de contribuições importantes, começando por Alfred Wegener, que propôs a teoria da deriva continental; seguida pelas ideias de Arthur Holmes, que sugeriu a existência de convecção no manto terrestre como força motriz das placas; e por Harry Hess, que propôs a expansão do assoalho oceânico e das dorsais oceânicas.

Na década de 1960, J. Tuzo Wilson consolidou a teoria ao propor o conceito das fronteiras das placas tectônicas, classificando-as em três tipos principais: limites divergentes, onde as placas se afastam, formando novas crostas em dorsais oceânicas; limites convergentes, onde as placas colidem e uma pode ser subduzida para o manto, formando cadeias montanhosas e fossas oceânicas; e limites transformantes, onde as placas deslizam lateralmente, gerando terremotos.

Esses movimentos tectônicos originam fenômenos como terremotos, vulcanismo e formação de relevos variados. O vulcanismo, por exemplo, ocorre quando o magma acumulado em câmaras magmáticas subterrâneas é expelido, formando vulcões em cones, caldeiras, planaltos vulcânicos e ilhas. No contexto das zonas de subducção, como o “Anel de Fogo” do Pacífico, a intensa atividade sísmica e vulcânica molda grande parte do relevo regional.

Dessa forma, os processos endógenos, tanto os de curto prazo, como terremotos e erupções, quanto os de longo prazo, como levantamento tectônico e formação de bacias sedimentares, são fundamentais para a dinâmica e a modelagem do relevo terrestre.

CONTRIBUIÇÃO EUROPEIA PARA O ESTUDO DA GEOMORFOLOGIA

A contribuição europeia para os estudos da Geomorfologia tem sido fundamental ao longo dos séculos, estabelecendo as bases para o entendimento das formas de relevo e dos processos geológicos que as moldam. A Geomorfologia, enquanto disciplina científica, dedica-se à análise das características e da evolução do relevo terrestre, abrangendo desde montanhas e vales até planícies e zonas costeiras.

Nos séculos XVIII e XIX, cientistas europeus desempenharam papel crucial na formação dos fundamentos da Geomorfologia moderna. Nomes como James Hutton, considerado o pai do uniformitarianismo, e Sir Charles Lyell, que popularizou essa ideia, foram pioneiros ao proporem que os processos geológicos são lentos, graduais e operam ao longo de vastos períodos de tempo para moldar a paisagem terrestre. Essas ideias substituíram explicações catastrofistas e estabeleceram a noção de que a Terra é um sistema dinâmico e em constante mudança.

Além do Ciclo de Erosão de Davis (1909), outro avanço europeu importante foi o estudo das glaciações antigas, conduzido por cientistas como Louis Agassiz e James Geikie. Eles identificaram evidências de antigas camadas de gelo em diferentes regiões, proporcionando uma compreensão aprofundada dos processos geomorfológicos em ambientes glaciares e do impacto das glaciações na modelagem do relevo atual.

A cartografia europeia também teve papel decisivo na evolução da Geomorfologia. O aprimoramento das técnicas cartográficas possibilitou o mapeamento detalhado das formas do relevo em diversas escalas, facilitando a identificação de padrões geomorfológicos e a análise comparativa de paisagens.

No campo da Geomorfologia Costeira, pesquisadores europeus como Jean-Baptiste Lamarck (França) e David Forbes (Reino Unido) realizaram estudos importantes sobre os processos de erosão e sedimentação que atuam nas regiões litorâneas, fornecendo insights sobre a dinâmica e as mudanças das zonas costeiras ao longo do tempo.

Na Geomorfologia Fluvial, cientistas europeus, como Eduard Brückner (Alemanha), dedicaram-se à compreensão dos sistemas fluviais, analisando a formação de vales, meandros e outras feições relacionadas às bacias hidrográficas, aprofundando o conhecimento sobre a interação entre erosão, transporte e deposição de sedimentos.

Essas contribuições europeias foram essenciais para o desenvolvimento da Geomorfologia, permitindo a consolidação de teorias e conceitos fundamentais para a compreensão da evolução do relevo terrestre. O avanço da disciplina proporcionou uma visão mais integrada das paisagens, beneficiando áreas correlatas como Geologia, Climatologia, Hidrologia e Ciências Ambientais.

Por fim, é importante destacar que a Geomorfologia permanece em constante evolução, com colaborações internacionais entre pesquisadores europeus e de outras regiões do mundo, que continuam a expandir nosso entendimento sobre as forças naturais que moldam a Terra ao longo do tempo.

A seguir, destacamos algumas das principais contribuições europeias para essa área de conhecimento:

1. **Desenvolvimento dos Conceitos Fundamentais:** No século XIX, cientistas europeus, como Sir Charles Lyell, James Hutton e Jean-Baptiste Lamarck, desempenharam um papel crucial no desenvolvimento dos conceitos fundamentais da Geomorfologia. Eles introduziram a ideia de processos geológicos lentos e graduais, como erosão, sedimentação e ação das forças tectônicas, que

atuam ao longo de milhões de anos na formação das paisagens.

2. **Teoria dos Ciclos Geomorfológicos:** William Morris Davis, um geólogo norte-americano de origem inglesa, formulou a Teoria dos Ciclos Geomorfológicos no início do século XX. Essa teoria teve uma forte influência europeia e forneceu uma abordagem sistemática para entender a evolução das paisagens, descrevendo como os processos de erosão e sedimentação contribuem para a formação de diferentes estágios de relevo ao longo do tempo.
3. **Estudos de Glaciação:** Cientistas europeus, como Louis Agassiz e James Geikie, desempenharam um papel fundamental no estudo das antigas glaciações e suas consequências geomorfológicas. Eles identificaram evidências de antigas geleiras e sua ação modeladora do relevo, como vales em forma de “U” e morainas, proporcionando uma compreensão mais completa dos processos geomorfológicos em regiões glaciais.
4. **Contribuições para a cartografia:** A Europa também teve um papel importante no desenvolvimento da cartografia, permitindo uma representação mais precisa e detalhada das formas de relevo. Com o avanço da cartografia, tornou-se possível mapear e entender melhor a morfologia do terreno em diferentes escalas e localidades.
5. **Estudos do litoral:** A Geomorfologia Costeira também recebeu contribuições significativas de cientistas europeus. Pesquisadores como Jean Pierre Ponce de León, na França, e David Forbes, no Reino Unido, dedicaram-se ao estudo das formas de relevo costeiro e dos processos de erosão e sedimentação que ocorrem nas regiões litorâneas.
6. **Pesquisas na Geomorfologia Fluvial:** Cientistas europeus, como John Wesley Powell, da Inglaterra, e Eduard Brückner, da Alemanha, contribuíram para o conhecimento dos processos geomorfológicos que ocorrem em bacias hidrográficas e

rios, abordando temas como a formação de vales fluviais e meandros.

Essas são apenas algumas das muitas contribuições europeias para os estudos da Geomorfologia. A disciplina evoluiu e se expandiu significativamente ao longo do tempo, com pesquisadores europeus e de outras partes do mundo continuando a aprofundar o conhecimento sobre a formação e a evolução do relevo terrestre.

Além das contribuições históricas, a Europa continua a desempenhar um papel essencial no avanço da Geomorfologia, por meio de pesquisas e colaborações contemporâneas. Com uma vasta diversidade de paisagens e ambientes naturais, o continente europeu oferece um campo fértil para estudos geomorfológicos, abrangendo desde montanhas alpinas até costas recortadas e vales fluviais.

A colaboração entre cientistas e instituições europeias e de outras partes do mundo tem possibilitado o compartilhamento de conhecimentos, dados e técnicas de pesquisa, enriquecendo as abordagens multidisciplinares no estudo da Geomorfologia. Através de projetos internacionais, redes de pesquisa e conferências, os cientistas podem debater e desenvolver novas teorias, métodos e tecnologias de análise, que avançam nosso entendimento sobre os processos geomorfológicos em diferentes contextos e escalas.

As mudanças climáticas globais e seus impactos nas paisagens têm sido um tema de destaque nos estudos geomorfológicos contemporâneos. A Europa, assim como outras regiões do mundo, tem enfrentado desafios decorrentes do aumento das temperaturas, das mudanças nos padrões de precipitação e dos eventos climáticos extremos. Os cientistas europeus têm se dedicado ao estudo das consequências dessas mudanças no

relevo, como a aceleração do derretimento de geleiras, a erosão costeira agravada e a intensificação dos processos fluviais.

Além disso, a Europa tem sido pioneira no uso de tecnologias avançadas de sensoriamento remoto, modelagem computacional e geoprocessamento na pesquisa geomorfológica. A aplicação de sistemas de informações geográficas (SIG) e imagens de satélite possibilita a obtenção de dados precisos e em grande escala, permitindo uma análise mais detalhada da geomorfologia em diversas regiões do continente e do mundo.

A integração de diferentes campos da ciência, como a Paleogeografia, a Paleoclimatologia, a Geomorfologia Costeira e a Geotectônica, também tem sido uma característica marcante da pesquisa geomorfológica europeia. A compreensão das interações complexas entre os processos geomorfológicos, a dinâmica climática e as mudanças ambientais do passado e do presente são fundamentais para prever cenários futuros e adotar estratégias de gestão adequadas para a conservação e a sustentabilidade das paisagens.

As teses dos pesquisadores europeus influenciaram significativamente os estudos brasileiros desde o período colonial, quando naturalistas e exploradores europeus chegaram ao Brasil e registraram suas observações sobre a natureza local. Esses registros serviram de base para os primeiros estudos sobre a Geomorfologia brasileira, ainda que de maneira incipiente e desorganizada.

Entretanto, foi a partir do século XIX que os estudos científicos da Geomorfologia no Brasil ganharam maior impulso, com a chegada de expedições e pesquisadores europeus que passaram a explorar o território de forma mais sistemática, realizando investigações geológicas e geomorfológicas detalhadas.

Entre os principais colaboradores ligados a essa fase inicial de estudos no Brasil, destaca-se Charles Frederick Hartt, geó-

logo e paleontólogo canadense que realizou importantes expedições ao longo do rio Amazonas e seus afluentes no século XIX. Hartt contribuiu significativamente para o conhecimento da geologia e geomorfologia da região amazônica, além de ter papel fundamental na formação da ciência geológica no Brasil e na preparação de gerações de pesquisadores brasileiros.

Além dele, Alexander von Humboldt foi um renomado naturalista e geógrafo alemão do século XIX, cujas contribuições para os estudos do relevo e paisagem foram de extrema relevância para o desenvolvimento da ciência geográfica. Suas expedições, observações minuciosas e abordagens interdisciplinares revolucionaram a forma como se entendia o mundo natural e as interações entre os elementos da natureza.

Ao longo de suas viagens, Humboldt coletou uma vasta quantidade de dados geográficos e geológicos, contribuindo significativamente para o conhecimento sobre o relevo das regiões que explorou. Ele foi um dos primeiros cientistas a perceber a importância da relação entre a geologia, o clima, a vegetação e a fauna para a formação das paisagens que encontrou em suas jornadas.

Sua abordagem inovadora para o estudo da paisagem considerava a interdependência dos elementos naturais, buscando compreender como o relevo, o clima e a vegetação se influenciavam mutuamente. Humboldt também foi um dos primeiros a propor a ideia de que o relevo era resultado de processos geológicos ao longo de eras geológicas, contrapondo-se à visão dominante da época, que considerava a paisagem como resultado de um único evento catastrófico.

Outra importante contribuição de Humboldt foi a elaboração de perfis altitudinais, que registravam as variações de altitude ao longo de suas expedições. Esses perfis permitiram visualizar,

de forma mais clara, as diferentes formações geológicas e as relações entre os diferentes elementos da paisagem. Além disso, suas medições de temperatura e pressão atmosférica em diferentes altitudes forneceram valiosos dados sobre a influência do relevo na dinâmica climática das regiões estudadas.

Além das contribuições diretas para a compreensão do relevo e da paisagem, as obras de Alexander von Humboldt influenciaram inúmeros cientistas e estudiosos ao longo dos anos. Seu livro *Cosmos*, publicado entre 1845 e 1862, teve um impacto significativo na divulgação da ciência geográfica e na popularização dos estudos sobre o relevo e a paisagem. Nessa obra, ele discute de forma abrangente a relação entre a Terra e os fenômenos naturais, incluindo as características do relevo e como estas influenciavam o clima, a vegetação e a distribuição da vida no planeta.

A abordagem interdisciplinar de Humboldt também influenciou o desenvolvimento da Geomorfologia, disciplina que se dedica ao estudo da evolução do relevo terrestre e dos processos que o moldam. Seu entendimento da importância da integração de diversas áreas do conhecimento para uma compreensão mais completa das paisagens e do relevo serviu de base para os estudos geomorfológicos posteriores.

Um nome de destaque na pesquisa geomorfológica brasileira é o botânico alemão Frederico Carlos Hoehne, que chegou ao Brasil em 1915. Hoehne dedicou-se ao estudo da vegetação, do clima e da geomorfologia do país, sendo suas pesquisas realizadas na Serra do Mar e no Planalto Paulista, de particular importância para o conhecimento geomorfológico da região Sudeste do Brasil.

Além das contribuições diretas de pesquisadores europeus, as trocas acadêmicas entre o Brasil e a Europa tiveram papel

crucial no avanço dos estudos geomorfológicos no país. Colaborações e intercâmbios entre cientistas brasileiros e europeus possibilitaram a troca de conhecimentos, metodologias e técnicas de pesquisa, enriquecendo a abordagem multidisciplinar no estudo da geomorfologia brasileira. As relações acadêmicas estabelecidas com universidades e centros de pesquisa renomados da Europa proporcionaram aos pesquisadores brasileiros a oportunidade de aprimorar suas habilidades e conhecimentos, trazendo novas perspectivas para o estudo do relevo e dos processos geomorfológicos no Brasil.

Essa colaboração entre cientistas e instituições de diferentes continentes permitiu a abordagem de questões geomorfológicas sob diferentes contextos geográficos e culturais, enriquecendo a compreensão das paisagens brasileiras em um cenário global. A diversidade de ambientes e paisagens no Brasil, que vão desde a Amazônia até o Pantanal, do litoral ao interior, oferece uma rica diversidade de temas de pesquisa em Geomorfologia, atraindo o interesse e a participação de pesquisadores europeus interessados em desvendar os segredos do relevo brasileiro.

Além das influências históricas, a colaboração entre cientistas europeus e brasileiros na pesquisa geomorfológica continua a florescer na contemporaneidade. O desenvolvimento de tecnologias avançadas, como o sensoriamento remoto por satélites e a modelagem computacional, tem permitido uma análise mais precisa e abrangente do relevo brasileiro em diferentes escalas e com maior detalhamento. Essas ferramentas tecnológicas têm sido aplicadas em projetos de pesquisa conjuntos, permitindo um monitoramento eficiente de mudanças no relevo e nos processos geomorfológicos ao longo do tempo.

As mudanças climáticas globais têm exercido um papel de destaque nos estudos geomorfológicos contemporâneos, com cientistas europeus e brasileiros buscando entender os impactos

dessas mudanças no relevo e na dinâmica das paisagens. As alterações climáticas têm consequências diretas na geomorfologia do Brasil, afetando a erosão costeira, o regime de rios, o comportamento das geleiras, entre outros aspectos. Nesse contexto, a colaboração entre pesquisadores dos dois continentes torna-se ainda mais relevante, permitindo uma abordagem mais abrangente dos efeitos das mudanças climáticas na paisagem brasileira.

CONTRIBUIÇÃO DA ESCOLA NORTE-AMERICANA PARA O ESTUDO DA GEOMORFOLOGIA

A partir do século XIX, a escola norte-americana exerceu um papel decisivo no desenvolvimento e na consolidação dos estudos geomorfológicos. Com uma abordagem interdisciplinar, ancorada em detalhadas observações de campo e na análise dos processos dinâmicos que moldam o relevo terrestre, geólogos e geógrafos dos Estados Unidos revolucionaram a compreensão da paisagem e ampliaram as aplicações práticas da Geomorfologia. Essas contribuições foram fundamentais para a afirmação da Geografia como ciência, conforme destaca Ab'Sáber (2003).

O conceito de peneplanície, proposto por William Morris Davis, destacou-se como uma das ideias mais influentes na sistematização da Geomorfologia como disciplina científica. Associada à fase final de seu ciclo geográfico de erosão, a peneplanície corresponde a uma superfície amplamente aplainada, modelada pela ação prolongada de processos de erosão e denudação que, ao longo de extensos períodos geológicos, tenderiam a suavizar as irregularidades do relevo. Essa forma de relevo caracteriza-se por vales pouco profundos, vertentes suavemente inclinadas e uma paisagem de baixo gradiente topográfico.

Elaborada no início do século XX, em um contexto em que a Geomorfologia ainda estava se constituindo como campo de

estudo, a Teoria do Ciclo de Erosão foi amplamente difundida e influenciou gerações de geógrafos e geólogos. Com o avanço dos estudos geomorfológicos, contudo, passou-se a reconhecer que a formação de superfícies aplainadas não resulta exclusivamente da erosão prolongada, mas também da interação com fatores estruturais, climáticos e tectônicos (Gomes, 2011).

Atualmente, compreende-se que a formação de peneplanícies é um processo geomorfológico complexo, condicionado por múltiplos fatores, como a tectônica, o clima, a cobertura vegetal, além de processos exógenos e endógenos que atuam em escalas geológicas. Embora o conceito clássico de peneplanície, proposto por William Morris Davis no início do século XX, tenha sido posteriormente reformulado, ele ainda representa um marco teórico importante na história da Geomorfologia, servindo como referência para o entendimento da evolução de paisagens.

Além de Davis, outros geólogos norte-americanos exerceram grande influência na consolidação da Geomorfologia como ciência. Entre eles, destaca-se Grove Karl Gilbert (1843-1918), que introduziu o conceito de equilíbrio dinâmico do relevo e realizou estudos inovadores sobre processos fluviais, glaciais e eólicos. A partir da primeira metade do século XX, pesquisadores como William D. Thornbury (1900-1973) contribuíram significativamente para a sistematização do conhecimento geomorfológico, sendo seu livro *Principles of Geomorphology* (1954) uma referência clássica na área.

Já em meados do século XX, Arthur Strahler (1918-2002) marcou uma virada metodológica ao introduzir abordagens quantitativas na análise geomorfológica. Em seu artigo "Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology" (1957), Strahler propôs o uso de modelos matemáticos e estatísticos na interpretação de bacias hidrográficas, promovendo uma nova fase na investigação científica do relevo.

A escola norte-americana também se destacou na aplicação da Geomorfologia para a resolução de problemas práticos, como planejamento urbano, gestão ambiental e controle de riscos naturais. Os estudos geomorfológicos norte-americanos desempenharam um papel crucial na análise de deslizamentos de terra, inundações, erosão costeira e outras questões ambientais relevantes para a sociedade.

Essa abordagem integrada e a aplicação prática da Geomorfologia tornaram a escola norte-americana uma referência global na disciplina. Suas contribuições e metodologias continuam a influenciar a pesquisa geomorfológica em todo o mundo, fornecendo uma base sólida para a compreensão dos processos de formação do relevo e suas implicações para o ambiente e a sociedade. A escola norte-americana deixou um legado duradouro para a ciência geomorfológica e continua a inspirar novas gerações de pesquisadores em busca de um melhor entendimento da superfície terrestre.

CONTRIBUIÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA GEOMORFOLOGIA

A Geomorfologia no Brasil teve suas raízes estabelecidas no século XIX, com as primeiras observações sistemáticas feitas por naturalistas e cientistas estrangeiros que haviam explorado o território nacional. Esses registros, ainda descritivos, serviram como base para o conhecimento inicial sobre as paisagens e formas de relevo brasileiras.

Contudo, foi ao longo do século XX, especialmente a partir da segunda metade, que a Geomorfologia se consolidou como disciplina científica no país, com pesquisas mais sistemáticas e o surgimento de uma comunidade científica nacional, dedicada ao estudo do relevo.

Um dos precursores desse processo foi o geólogo e paleontólogo canadense Charles Frederick Hartt, que liderou expedições geológicas pela Amazônia na década de 1870. Suas observações forneceram importantes dados sobre a geologia e a geomorfologia da região. Outro nome de destaque foi o geólogo norte-americano Orville A. Derby, que teve papel fundamental no levantamento geológico do Brasil, contribuindo com estudos sobre o relevo em diversas regiões, especialmente Sudeste e Nordeste.

A partir dos anos 1950, com a consolidação dos cursos universitários, a Geomorfologia brasileira passou a se desenvolver de forma mais autônoma. Entre os principais nomes desse período, destaca-se o geógrafo Aziz Nacib Ab'Sáber, cuja contribuição mais notável foi a formulação da Teoria dos Domínios Morfoclimáticos, um modelo inovador de regionalização do território nacional, baseado na integração entre relevo, clima e vegetação. Seu trabalho representa uma das maiores contribuições da Geomorfologia brasileira ao pensamento geográfico mundial.

Outro nome importante na Geomorfologia brasileira é Juran-
dyr Luciano Sanches Ross, que se dedicou a estudar a Geomorfologia aplicada ao planejamento ambiental, com foco na análise das paisagens e na relação entre a geologia e a evolução do relevo em diferentes regiões do Brasil.

Com o passar do tempo, a Geomorfologia brasileira continuou a se desenvolver e se diversificar, abrangendo diversas áreas de pesquisa, como a Geomorfologia Costeira, a Geomorfologia Fluvial e a Geomorfologia Aplicada à Gestão Ambiental e ao Planejamento Urbano. Além disso, a evolução das tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento tem permitido avanços significativos na análise e no mapeamento do relevo, proporcionando uma compreensão mais precisa e detalhada das paisagens brasileiras.

Abaixo, apresentamos alguns teóricos brasileiros que foram influentes no estudo da Geomorfologia no Brasil durante esse período.

a) Aziz Nacib Ab'Sáber (1924-2012)

Ab'Sáber é amplamente reconhecido como uma das figuras mais influentes da Geomorfologia e da Geografia Física brasileiras. Geógrafo e geomorfólogo, filho de imigrantes libaneses, teve uma trajetória acadêmica marcante, defendendo uma abordagem integrada das ciências naturais e sociais no estudo da paisagem.

Sua proposta de classificação do território brasileiro em domínios morfoclimáticos, publicada em 1970, foi um divisor de águas na compreensão da dinâmica do relevo nacional. Essa abordagem considera que as formas de relevo resultam da interação entre fatores geológicos, geomorfológicos e climáticos, permitindo uma visão sistêmica do espaço geográfico. Ab'Sáber identificou diferentes domínios no Brasil, como o amazônico, o cerrado, o semiárido, o litorâneo, entre outros, cada um com características próprias de relevo, clima e cobertura vegetal.

Além disso, suas pesquisas aprofundadas sobre o sertão nordestino e outros biomas tropicais foram fundamentais para compreender os processos geomorfológicos em regiões de clima semiárido. Sua proposta rompeu com visões fragmentadas, demonstrando que a paisagem deve ser analisada de forma integrada. Essa abordagem teve impacto não apenas acadêmico, mas também prático, influenciando políticas públicas de planejamento territorial e gestão ambiental.

O legado de Ab'Sáber continua vivo nas ciências geográficas e ambientais do Brasil. Seu trabalho permanece como referência fundamental para entender a complexidade e a diversidade das paisagens brasileiras

b) Jurandyr Luciano Sanches Ross (1946–)

Geógrafo e pesquisador brasileiro, Jurandyr Ross é uma referência no estudo da Geomorfologia no Brasil, com destaque para o mapeamento e a classificação das formas de relevo em diferentes regiões do território nacional. Suas pesquisas abrangem temas como a caracterização de unidades geomorfológicas, os processos de formação do relevo e suas relações com fatores ambientais. Ross foi uma figura central no desenvolvimento de metodologias de mapeamento geomorfológico no Brasil, contribuindo para a sistematização e a organização dessa disciplina no país (Ross, 2007, 2017).

O mapeamento geomorfológico consiste na identificação, classificação e representação cartográfica das diversas formas de relevo existentes em determinada região. Ross teve como objetivo mapear e descrever as unidades geomorfológicas presentes no território brasileiro, destacando suas características morfogenéticas e morfoestruturais. Essa abordagem é essencial para a compreensão da dinâmica do relevo e sua interação com o clima, a litologia e outras variáveis ambientais.

Em sua proposta, Ross considerou que o Brasil apresenta uma ampla diversidade de formas de relevo, incluindo planícies, planaltos, depressões, serras e montanhas. Seus trabalhos cobrem extensas áreas do país, como a Amazônia, o Pantanal, a Mata Atlântica, o Cerrado e a Caatinga.

Para realizar o mapeamento, Ross empregou técnicas modernas de geotecnologia, como imagens de satélite, aerofotogrametria e modelos digitais de elevação. Esses recursos possibilitaram a obtenção de dados mais precisos e detalhados sobre o relevo, favorecendo a identificação e a classificação das unidades geomorfológicas de maneira mais eficaz.

Além disso, o mapeamento proposto por Ross incorpora uma perspectiva evolutiva, considerando a formação e a transformação das formas de relevo ao longo do tempo geológico, influenciadas por processos naturais como erosão, sedimentação e tectônica. Essa visão dinâmica contribui para uma compreensão mais abrangente da Geomorfologia do Brasil.

O trabalho de Jurandyr Ross é assim fundamental para o planejamento territorial e a gestão ambiental. Ao mapear e caracterizar as unidades geomorfológicas, torna-se possível identificar áreas suscetíveis a erosão, inundações e movimentos de massa, auxiliando, portanto, na prevenção de desastres naturais.

Além disso, o mapeamento geomorfológico também é uma ferramenta estratégica para a conservação ambiental, uma vez que as feições do relevo influenciam diretamente a distribuição de ecossistemas, a ocupação humana e a dinâmica da biodiversidade.

c) Antônio Christofolletti (1926-1997)

Antônio Christofolletti foi um geógrafo e professor brasileiro cuja atuação marcou profundamente os estudos em Geomorfologia e Análise Ambiental. Suas contribuições abrangeram temas como morfogênese, erosão e dinâmica fluvial, com ênfase em abordagens integradas entre geologia, clima e hidrologia. Professor da Universidade de São Paulo (USP), destacou-se por introduzir métodos quantitativos e sistêmicos nos estudos do relevo, tornando-se referência nacional (Christofolletti, 1980, 1999).

Entre suas principais contribuições está o fortalecimento da análise integrada da paisagem, abordando a interação entre fatores naturais e antrópicos nos processos geomorfológicos. Suas pesquisas sobre as bacias hidrográficas, especialmente no inte-

rior paulista, contribuíram para o avanço das análises sobre erosão, assoreamento e dinâmica fluvial.

Christofoletti compreendia os rios como sistemas dinâmicos em constante transformação. Suas análises sobre a evolução do leito fluvial e a modelagem das margens foram pioneiras ao destacarem o papel da intervenção humana e das variabilidades climáticas. Esses estudos serviram como base para planejamentos territoriais e ações de conservação ambiental.

O autor também foi precursor na utilização de técnicas cartográficas e modelagens aplicadas à Geomorfologia, antecipando discussões que seriam aprofundadas com o advento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Seu livro Geomorfologia (1980) tornou-se um clássico nas universidades brasileiras, sendo amplamente utilizado na formação de geógrafos.

Além disso, suas obras apontaram caminhos metodológicos inovadores para a época, como a valorização de dados empíricos combinados com modelagens teóricas e representação cartográfica. Ele defendia uma leitura crítica do espaço, reconhecendo que a Geomorfologia, para além de descritiva, deveria ser interpretativa e aplicada às demandas sociais e ambientais.

Atualmente, muitos dos desafios enfrentados pela gestão territorial — como deslizamentos, enchentes e degradação ambiental — encontram respaldo nos ensinamentos de Christofoletti. Suas reflexões continuam a inspirar novas gerações de pesquisadores e profissionais da Geografia Física e do planejamento ambiental.

A abordagem sistêmica e interdisciplinar proposta por ele segue atual e essencial para compreender os impactos da urbanização, do desmatamento e das mudanças climáticas sobre as paisagens brasileiras. Christofoletti permanece como um dos pilares do pensamento geomorfológico nacional.

d) Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1927-2017)

Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro foi um dos mais influentes geógrafos brasileiros, cuja contribuição ultrapassou os limites da climatologia e alcançou, de forma integrada, a compreensão da Geomorfologia Ambiental. Suas pesquisas foram fundamentais para consolidar uma abordagem sistêmica entre relevo, clima, vegetação e ação antrópica. Monteiro também foi pioneiro ao propor uma climatologia geográfica aplicada, que serviu de base para o entendimento das paisagens brasileiras a partir de suas interações ecológicas e dinâmicas naturais (Monteiro, 1971, 2001).

Sua produção científica abordou com profundidade os impactos ambientais decorrentes das atividades humanas, analisando como as alterações no uso do solo, o desmatamento e a urbanização influenciam o funcionamento dos sistemas naturais. A partir disso, contribuiu para a estruturação da Geografia Ambiental no Brasil, e sua influência se estendeu para estudos de Geomorfologia Aplicada, especialmente em regiões tropicais.

Monteiro também foi precursor na aplicação de conceitos da ecodinâmica, enfatizando que o relevo não pode ser analisado isoladamente, mas sim em conjunto com os sistemas climáticos e biogeográficos. Ele estudou, por exemplo, como a interação entre clima e relevo influencia os processos de intemperismo e erosão, especialmente em ambientes tropicais úmidos e semiáridos. Essa abordagem contribuiu para um melhor entendimento da fragilidade dos ecossistemas brasileiros e da necessidade de políticas públicas voltadas à conservação ambiental.

Sua metodologia baseava-se em estudos de campo e mapeamento climático e ecológico, propondo classificações que influenciaram profundamente a maneira como o território nacional

passou a ser estudado. Monteiro propôs zonas de homogeneidade ecológica, que integravam dados morfoclimáticos e fitogeográficos, sendo amplamente utilizadas no planejamento regional e na avaliação de impactos ambientais.

Outro destaque de sua obra foi a preocupação com os efeitos das mudanças climáticas e a crescente vulnerabilidade de áreas urbanas e rurais diante de eventos extremos. Monteiro alertava que o ordenamento territorial deveria considerar não apenas aspectos econômicos, mas principalmente os fatores naturais que moldam e limitam o uso do espaço.

Além de seu trabalho acadêmico, Monteiro formou gerações de geógrafos, influenciando profundamente a pesquisa ambiental no Brasil. Sua obra é referência obrigatória para os estudos de Geomorfologia Climática, Ecologia da Paisagem e Planejamento Territorial. Seu legado permanece vivo na produção científica brasileira, sendo constantemente revisitado por pesquisadores que buscam compreender as complexas relações entre natureza e sociedade.

Esses são apenas alguns dos principais teóricos brasileiros que tiveram um impacto significativo no estudo da Geomorfologia no Brasil durante os séculos XIX e XX. Seus trabalhos pioneiros e suas contribuições científicas foram fundamentais para o avanço do conhecimento sobre o relevo e os processos geomorfológicos no país, deixando um legado duradouro para a ciência geográfica brasileira.

Atualmente, a Geomorfologia no Brasil é uma área ativa e dinâmica, com muitos pesquisadores dedicados a investigar os processos que moldam o relevo e suas interações com o clima, a vegetação e as atividades humanas. Através dessas pesquisas, busca-se entender melhor os desafios e as oportunidades relacionados à gestão sustentável do território e à preservação do meio ambiente em um país rico e diverso como o Brasil

CAPÍTULO 3

Agentes Endógenos ou Morfoestruturantes

As grandes morfoestruturas que compõem a superfície da Terra têm sido objeto de interesse e estudo ao longo dos séculos. Diferentes hipóteses geotectônicas têm sido propostas para explicar o surgimento dessas estruturas, e todas elas admitem que as forças tectônicas desempenham um papel fundamental em sua formação.

A Teoria da Tectônica de Placas, desenvolvida na década de 1960, é uma das hipóteses geotectônicas mais amplamente aceitas e influentes na geologia atual. De acordo com essa teoria, a litosfera da Terra é dividida em placas rígidas, que se movem lentamente sobre o manto subjacente. Esses movimentos são impulsionados por forças de convecção no manto terrestre.

Conforme as placas se movem, ocorrem interações entre elas, o que pode resultar em diversos fenômenos geológicos, como surgimento de cadeias de montanhas, vulcanismo, terremotos e abertura ou fechamento de bacias oceânicas. Esses processos tectônicos contribuem para a formação de grandes morfoestruturas na superfície da Terra.

Outra hipótese geotectônica é a Teoria da Expansão dos Fundos Oceânicos, proposta na década de 1960 por Harry Hess e Robert Dietz. Essa teoria sugere que a litosfera oceânica é formada por material proveniente do manto terrestre e que a for-

mação de novas crostas oceânicas ocorre nas dorsais oceânicas, onde o magma é expelido do manto e cria novos fundos oceânicos.

Essa formação contínua de novo material faz com que a litosfera se expanda e se mova para longe do centro da dorsal. Consequentemente, ocorre a subducção em outras áreas, onde placas oceânicas colidem com placas continentais ou outras placas oceânicas mais antigas. Esses processos de formação e destruição da litosfera oceânica contribuem para a formação de cadeias de montanhas, fossas oceânicas e outras grandes morfoestruturas.

Além dessas teorias geotectônicas, existem hipóteses que consideram a influência de plumas mantélicas na formação das grandes morfoestruturas. As plumas são colunas de material quente e menos denso que se originam no limite entre o núcleo e o manto. Elas sobem através do manto, atingem a litosfera e podem causar vulcanismo e deformações na crosta terrestre. Um exemplo clássico é o das ilhas do Havaí. Elas são formadas por uma série de vulcões, cuja origem está relacionada a uma pluma mantélica estacionária, enquanto a placa do Pacífico se move sobre ela. Assim, novos vulcões se formam, criando uma cadeia de ilhas.

Apesar das diferentes hipóteses, todas concordam que as forças tectônicas têm papel crucial na formação das grandes morfoestruturas. Essas forças moldam a superfície da Terra ao longo de milhões de anos, criando montanhas, vales, planícies, bacias oceânicas e outras feições geomorfológicas.

A despeito do conhecimento acumulado sobre o espaço exterior, nosso saber sobre o que está a poucos metros abaixo da superfície ainda é limitado. Dessa forma, a Geologia e a Geomorfologia buscam desvendar os segredos da crosta terrestre e compreender os processos que atuam em seu interior.

A exploração do subsolo é um desafio constante. Métodos como sísmica, perfuração de poços, tomografia de resistividade elétrica e mapeamento geológico têm possibilitado avanços no conhecimento sobre a estrutura interna da Terra.

Esses avanços têm implicações em áreas como prospecção mineral, exploração de recursos naturais, prevenção de desastres naturais e compreensão da história geológica. O conhecimento sobre o subsolo é fundamental para o planejamento de infraestruturas e a gestão sustentável dos recursos naturais.

O entendimento atual sobre a dinâmica interna da Terra decorre do amadurecimento teórico ao longo, principalmente, do século XX. Entre as principais concepções destacam-se as formulações de Belmont (Teoria da Contração), Holmes (correntes de convecção), Wegener (deriva continental) e Hess (tectônica de placas).

TEORIA DA CONTRAÇÃO: EDUARD SUESS (1831-1915)

A Teoria da Contração, associada a Eduard Suess e outros geólogos do século XIX, foi proposta para explicar a formação de fenômenos tectônicos, vulcânicos e sísmicos. Baseiase na ideia de que o interior da Terra resfria continuamente, causando contração. Essa contração provocaria dobras e falhas na crosta rígida, que tenderia a afundar e fraturar, gerando montanhas e fendas. A crosta seria “enrugada” como a pele de uma maçã ressecada pelo resfriamento. Essa hipótese implicava a existência de um “fogo central” ativo, cuja dissipação térmica levaria à retração da crosta e ao surgimento de expressões tectônicas superficiais. As montanhas seriam entendidas assim como produto direto do recalque da crosta sobre seu embasamento.

A Teoria da Contração foi alvo de algumas críticas:

- a) Falta de provas concretas do resfriamento da Terra - A falta de evidências concretas e sólidas que comprovassem o resfriamento do núcleo terrestre foi um dos principais pontos fracos dessa teoria. Sem dados e comprovações consistentes, a ideia de um resfriamento contínuo e a existência de um fogo central se tornaram questionáveis.
- b) Forças radioativas no interior da Terra - A presença de elementos radioativos no interior da Terra, como urânio e tório, que liberam calor durante seu processo de decaimento, contradiz a ideia de apenas contração por resfriamento. Essas forças radioativas também contribuem para o aquecimento do interior da Terra, causando a dilatação do material interno.
- c) Complexidade morfoestrutural não explicada - A teoria de Belmont não conseguia explicar adequadamente a complexidade morfoestrutural do globo terrestre. Fenômenos geológicos como a formação de bacias sedimentares, cadeias montanhosas e a configuração dos continentes não podiam ser totalmente compreendidos apenas por meio da contração proposta por essa teoria.
- d) Dimensão das montanhas - Um exemplo que ilustra a fragilidade dessa teoria é o caso das montanhas dos Alpes. Antes dos processos de dobramento, os Alpes tinham uma largura muito maior do que a observada hoje, cerca de 600 a 1200 km. Para explicar essa redução, seria necessário um abaixamento de aproximadamente 1400°C na temperatura do núcleo, o que é considerado inviável e incompatível com as condições geotérmicas reais.

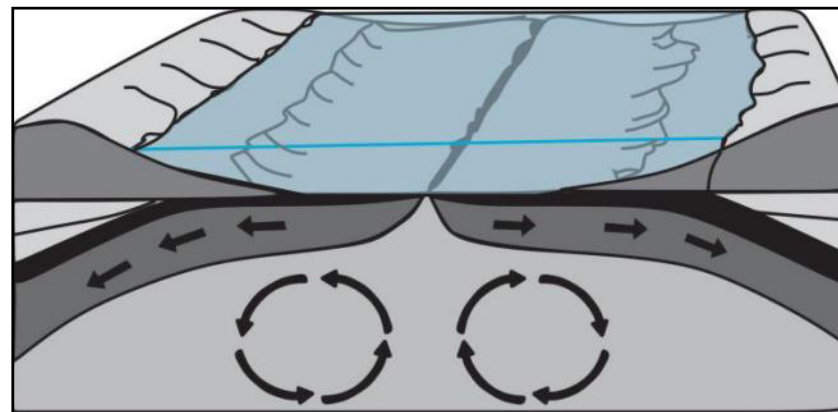
Diante dessas críticas e do avanço do conhecimento geológico e geofísico, a teoria de Belmont acabou perdendo força e foi descartada como uma explicação limitada e inadequada para os fenômenos geológicos observados na Terra.

TEORIA DAS CORRENTES DE CONVECÇÃO: ARTHUR HOLMES (1890-1965)

A Teoria das Correntes de Convecção é uma das mais importantes contribuições à Geologia do século XX. Ela foi proposta pelo geólogo britânico Arthur Holmes, pioneiro no uso da radioatividade para datar rochas e compreender a história térmica da Terra. Sua ideia teve impacto decisivo no desenvolvimento da Tectônica de Placas, mesmo antes de esta ser formalmente aceita na década de 1960.

Holmes sugeriu que o manto terrestre, embora sólido, comporta-se de forma plástica em escalas geológicas de tempo, permitindo o surgimento de correntes de convecção térmica, causadas por diferenças de temperatura entre o interior da Terra e suas camadas mais externas. Segundo ele, o material aquecido nas profundezas do manto se torna menos denso e sobe, enquanto o material mais frio, ao se tornar mais denso, desce, formando assim ciclos contínuos de convecção (ver Figura 5).

FIGURA 5 - CORRENTES DE CONVECÇÃO DE HOLMES



Fonte: Souza Júnior (2025).

Essas correntes internas são responsáveis por movimentar a litosfera terrestre, tanto na vertical quanto na horizontal, impulsionando processos como a deriva continental — termo defendido anteriormente por Alfred Wegener —, a formação de cordilheiras, as fossas oceânicas, os arcos de ilhas e a atividade vulcânica.

Embora Holmes tenha proposto essa teoria nas décadas de 1920-1930, ela não foi amplamente aceita de imediato. No entanto, serviu de base para que, nas décadas seguintes, os cientistas compreendessem os mecanismos físicos responsáveis pela movimentação das placas tectônicas.

A espessura e a rigidez da litosfera influenciam o comportamento dessas correntes: por ser relativamente rígida e fragmentada em placas, a litosfera é arrastada pelas correntes de convecção do manto subjacente, contribuindo para a formação de grandes estruturas geológicas, como montanhas, vales e planícies.

A Teoria das Correntes de Convecção foi fundamental para a aceitação da Tectônica de Placas, considerada hoje a principal teoria para explicar a dinâmica interna e superficial da Terra. A partir dos trabalhos de Holmes, cientistas desenvolveram modelos mais precisos, utilizando técnicas de modelagem computacional, tomografia sísmica e estudos de análise térmica.

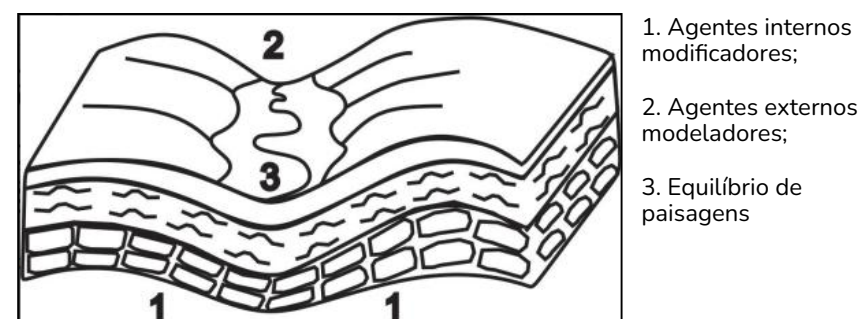
A expansão dessa teoria também foi decisiva para outras áreas da Geociência, como a Geomorfologia e a Geodinâmica, oferecendo uma visão mais integrada dos processos que moldam o relevo terrestre e a crosta em escala planetária.

AGENTES DEFORMADORES DO RELEVO

O relevo terrestre é resultado de processos geológicos, climáticos e biológicos que atuam ao longo de milhões de anos. Os agentes endógenos e exógenos desempenham papéis fun-

damentais na modelagem das formas de relevo que observamos em nosso planeta. Os agentes endógenos referem-se às forças internas da Terra, enquanto os agentes exógenos correspondem às forças externas que moldam o relevo (Figura 6). Neste texto, abordamos detalhadamente os agentes endógenos e exógenos e sua influência na formação do relevo.

FIGURA 6 - AGENTES DEFORMADORES DE RELEVO



Fonte: Souza Júnior (2025).

Os agentes endógenos são aqueles relacionados às forças internas da Terra e têm um papel crucial na formação do relevo. Essas forças são originadas principalmente no manto e no núcleo terrestre e são responsáveis por processos geológicos, como a tectônica de placas, vulcanismo e terremotos.

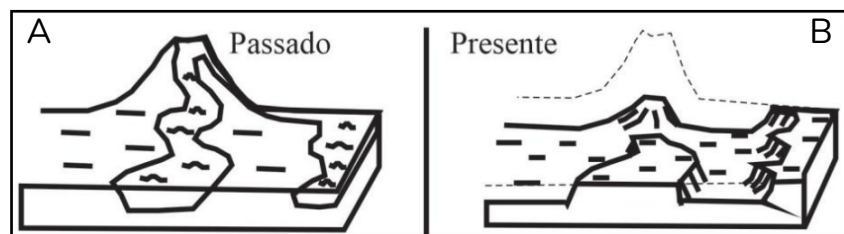
A tectônica de placas é uma teoria geológica que postula o movimento das placas litosféricas que compõem a superfície da Terra. Essas placas se movem ao longo do tempo geológico e são responsáveis por diversas mudanças no relevo terrestre. As bordas das placas podem se afastar (divergência), se aproximar (convergência) ou deslizar lateralmente uma em relação à outra (transcorrente).

A convergência das placas pode resultar em subducção, quando uma placa é empurrada sob outra, formando fossas oceânicas e cadeias montanhosas, como a Cordilheira dos Andes. Já a divergência leva à formação de rifte continental, caracterizado por áreas de afastamento das placas e surgimento de vulcões e riftes, como o Vale do Rift na África Oriental.

O vulcanismo é um agente endógeno que consiste na manifestação da atividade vulcânica na superfície da Terra. Ele ocorre quando o magma proveniente do manto é expelido para a superfície terrestre, dando origem a vulcões e formando paisagens vulcânicas distintas, como caldeiras, cones vulcânicos, campos de lava e planaltos basálticos (Figura 7).

As erupções vulcânicas podem ser explosivas, com a liberação de grandes quantidades de material piroclástico e cinzas; ou efusivas, com a emissão de lava fluida. À medida que as lavas se resfriam e solidificam, criam formações geomorfológicas características, como as colunas basálticas encontradas nas regiões de vulcanismo basáltico.

FIGURA 7 - MORFOESTRUTURA VULCÂNICA



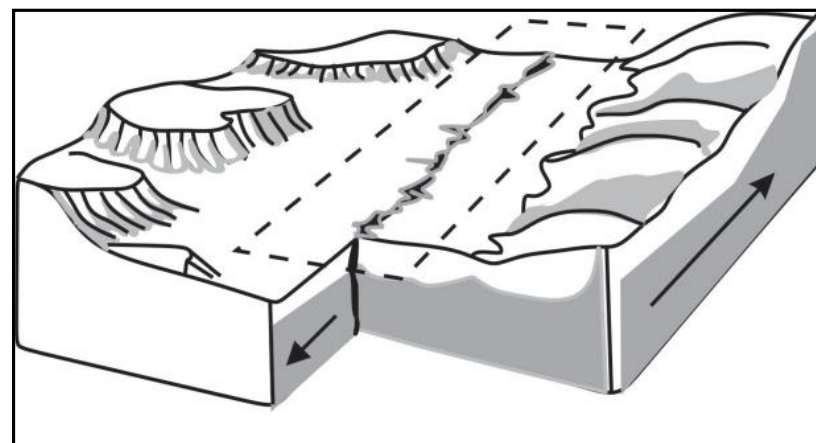
A – A erupção provocou, no passado, o derramamento de lava;

B – A erosão diferencial contribui para a formação do planalto vulcânico – depósito de sedimentos que atestam a existência de um derrame vulcânico

Fonte: Souza Júnior (2025).

Os terremotos são tremores ou abalos sísmicos causados pelo movimento das placas tectônicas. Eles ocorrem quando as rochas próximas às falhas geológicas se movimentam bruscamente, liberando energia acumulada ao longo do tempo. Os terremotos podem ter diferentes magnitudes e causar impactos significativos no relevo e na paisagem (Figura 8).

FIGURA 8 - MOVIMENTO TECTÔNICO E A DEFORMAÇÃO DO RELEVO



O movimento tectônico é um dos principais agentes desniveladores de relevo potencializando o processo erosivo.

Fonte: Souza Júnior (2025).

Terremotos podem levar à formação de falhas geológicas, dobras e dobras-falhas nas rochas, resultando em diferentes formas de relevo. Além disso, podem desencadear movimentos de massa, como deslizamentos de terra e tsunamis, que também têm impacto na morfologia da paisagem. A identificação da idade dos eventos possibilita compreender a dinâmica da morfologia da paisagem e suas tipologias.

CRONOGEOMORFOLOGIA

A concepção de um espaço limitado foi superada no século XVII com as contribuições de Galileu Galilei e Johannes Kepler, que defenderam e fundamentaram o sistema heliocêntrico. Já a noção de tempo geológico, por limitações técnicas da época, permaneceu sem respostas claras por mais tempo.

Até o século XIX, estimava-se que a Terra tinha cerca de 6.000 anos de existência, interpretação derivada de leituras literais dos escritos hebraicos antigos. Dentro dessa visão, era improvável considerar que os rios, os mares ou a chuva tivessem papel relevante na formação do relevo, sendo a explicação limitada ao catastrofismo — a crença de que grandes catástrofes moldaram a Terra.

Foi ao final do século XVIII, com James Hutton, que se reconheceu a ação contínua dos agentes externos na modelagem do relevo. Para Hutton, a Terra “possui um estado de crescimento e aumento; ela tem outro estado, que é o de diminuição e degeneração”.

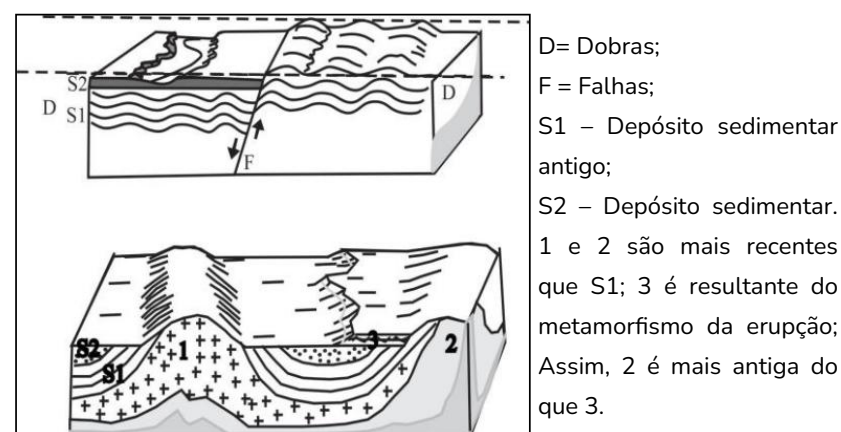
No século XIX, Charles Lyell expandiu essa ideia com a frase: “O presente é a chave do passado”, sugerindo que os processos atuais são os mesmos que atuaram no passado, exigindo, portanto, um tempo muito maior para explicar a evolução da Terra.

A descoberta da radioatividade por Henri Becquerel, em 1896; e sua aplicação à geologia por Arthur Holmes, em 1911, deram início à datação radiométrica. Isso permitiu o surgimento da cronogeomorfologia, possibilitando a elaboração de uma cronologia para a evolução das formas de relevo. A idade da Terra passou a ser estimada em cerca de 4,5 bilhões de anos, com base nas estruturas geológicas mais antigas e nas primeiras formações de relevo.

A datação do relevo, combinada com estudos morfológicos, morfométricos e genéticos, constitui um método essencial da geomorfologia. Por meio da morfogênese, é possível compreender também a estrutura interna do relevo.

O conhecimento da idade das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares é fundamental para reconstruir a história geológica da Terra. Através desses dados, geólogos reconstroem eventos antigos, compreendem a evolução das paisagens e estimam a duração de processos geológicos que moldaram a superfície do planeta (Figura 9).

FIGURA 9 – MODELAGEM POR DOBRAMENTOS



1. Plutonismo; 2. Vulcanismo e 3 Depósitos vulcânico (metamorfismo)

S1 – depósito sedimentar antigo

A- Em rochas sedimentares, as dobras e falhas são mais jovens que as camadas por elas afetadas e mais velhas que as camadas que não afetam.

B- Em rochas ígneas, toda intrusão que corta rocha sedimentar é mais nova que ela.

Fonte: Souza Júnior (2023).

Uma rocha eruptiva é mais jovem que aquelas a que envolve, penetra, atravessa ou recobre e mais antiga do que a formada a partir dela.

A datação das rochas ígneas, por exemplo, é essencial para determinar a idade das erupções vulcânicas passadas. Ao analisar os minerais presentes nas rochas vulcânicas e utilizar métodos de datação radiométrica, os geólogos podem determinar quando uma erupção vulcânica ocorreu. Essas informações são cruciais para entender a história vulcânica de uma região, identificar possíveis áreas de risco para futuras erupções e estudar a evolução das cadeias de montanhas formadas por atividade vulcânica.

No caso das rochas metamórficas, a idade de sua formação é fundamental para entender os processos tectônicos que ocorreram em determinadas regiões. As rochas metamórficas são formadas a partir de rochas preexistentes que foram submetidas a altas pressões e temperaturas no interior da Terra. Através da datação das rochas metamórficas, os geólogos podem determinar quando esses eventos de metamorfismo aconteceram e, assim, reconstruir a história das colisões de placas tectônicas e a formação de cadeias de montanhas e outras feições geológicas.

Já no caso das rochas sedimentares, a idade é de grande importância para compreender a história dos ambientes sedimentares e os processos de deposição e erosão que ocorreram ao longo do tempo. As rochas sedimentares são formadas a partir da acumulação e consolidação de sedimentos, que podem ser depositados em ambientes marinhos, fluviais, lacustres ou desérticos, entre outros. Ao datarem as rochas sedimentares, os geólogos podem inferir as mudanças climáticas, a evolução da vida e os eventos geológicos que ocorreram na região em questão.

A idade das estruturas das rochas também é de extrema importância para a exploração de recursos naturais, como pe-

tróleo, gás natural e minerais. Ao conhecer a idade das rochas sedimentares que contêm esses recursos, os geólogos podem fazer estimativas sobre a quantidade e a qualidade dos recursos disponíveis, bem como entender os processos geológicos que levaram à sua formação.

Além disso, a datação das rochas é essencial para estabelecer correlações entre diferentes regiões e entender a evolução geológica global. Por meio da datação de rochas em diferentes partes do mundo, os geólogos podem reconstruir eventos geológicos de escala global, como mudanças climáticas, extinções em massa e movimentos das placas tectônicas.

Portanto, a idade das estruturas das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares é fundamental para a compreensão da história geológica da Terra. Essas informações permitem aos geólogos reconstruir eventos passados, entender a evolução das paisagens e ambientes, bem como estimar a duração de processos geológicos. Além disso, a datação das rochas é essencial para a exploração de recursos naturais e para estabelecer correlações globais entre diferentes regiões geológicas. Sem o conhecimento da idade das rochas, nosso entendimento da história e evolução da Terra seria significativamente limitado.

No caso da análise em superfícies de erosão – áreas da paisagem que foram sujeitas a longos períodos de erosão e desgaste, resultando em um relevo relativamente plano e aplainado –, a datação é feita por comparação.

Para datar a idade dessas superfícies de erosão, os geólogos utilizam diversas técnicas, como a datação radiométrica de minerais presentes em depósitos sedimentares associados à superfície. A datação radiométrica é um método que se baseia na desintegração radioativa de elementos instáveis presentes em minerais, como o potássio, o urânio e o tório, para determinar a idade das rochas ou dos sedimentos.

CAPÍTULO 4

Agentes Exógenos ou Morfoesculturantes

Os agentes exógenos são processos associados às forças externas à Terra, originados principalmente na atmosfera e na hidrosfera. Exercem papel decisivo na escultura do relevo, atuando na erosão, no transporte e na deposição de sedimentos sobre a crosta terrestre. Por meio dessas dinâmicas, a superfície do planeta é modelada ao longo de extensos períodos, originando distintas formas de relevo em escala global.

A erosão constitui um dos principais mecanismos exógenos de remoção e movimentação de sedimentos na crosta. Água, ventos, gelo e organismos vivos contribuem para a desagregação das rochas e a geração de novas feições topográficas. A erosão hídrica, induzida pelas chuvas e rios, é um dos fatores mais ativos no esculpimento do relevo. A água pluvial pode desagregar o solo e arrastar partículas pelas vertentes, escavando vales e formando cânions em processos contínuos.

A erosão eólica, ou erosão provocada pelo vento, é notável em climas áridos e semiáridos, onde a escassez de vegetação favorece a ação eólica intensa. Esse fenômeno resulta na formação de dunas e outras formas específicas. O vento desloca partículas finas, desgastando superfícies rochosas e redesenhando o cenário natural com o tempo (Francelino; Barbosa, 2013).

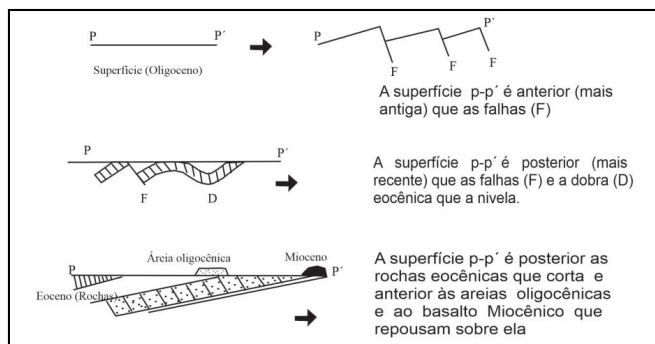
Outro fator importante é a erosão glacial, comum em regiões frias e de alta altitude. As geleiras, ao se moverem lentamente,

Além disso, outros métodos de datação podem ser aplicados, como a análise dos isótopos cosmogênicos, que são formados na atmosfera superior quando os átomos são bombardeados por partículas cósmicas. Esses isótopos são incorporados a rochas e sedimentos, fornecendo informações sobre o tempo de exposição à superfície da Terra.

A datação do relevo em superfície de erosão tem proporcionado descobertas importantes em várias regiões do mundo. Por exemplo, estudos em superfícies de erosão na bacia amazônica sugerem que o relevo foi modelado por processos de erosão fluvial durante o Terciário e o Quaternário, ao longo de milhões de anos.

No tocante a datação em uma superfície aplainada segundo movimentos tectônicos, quando feita a partir de um desnivelamento por fase tectônica, esta é anterior a ela. Quando esta superfície corta camadas dobradas ou desniveladas por fase tectônica já conhecida, a idade desta superfície é mais recente que o dobramento. Por outro lado, quando há a datação em superfície de erosão, esta superfície é mais recente (posterior) que as camadas mais recentes que a cortam; e é anterior (mais antiga) aos depósitos mais antigos que sobre ela repousam (Figura 10).

FIGURA 10 - DATAÇÃO EM MORFOESTRUTURAS



Fonte: Souza Júnior (2023).

arrastam fragmentos rochosos, desgastando o substrato e dando origem a vales em U, circos e paisagens alpinas com características singulares.

A erosão biológica é menos destacada, mas essencial. Ela decorre da ação de seres vivos, como raízes que penetram e fraturam rochas, promovendo a desagregação mecânica e favorecendo a formação do solo. A fauna e a microbiota também desempenham papéis vitais na transformação de matéria orgânica e mineral.

A erosão marinha representa outro processo relevante. O impacto das ondas e das marés nas zonas costeiras origina o desgaste de falésias e a redistribuição de sedimentos. Ao longo do tempo, essa ação contínua transforma o litoral, criando feições típicas, como praias, restingas e plataformas de abrasão.

Após a erosão, os sedimentos são transportados por agentes naturais, como vento, água ou gelo. O deslocamento pode ocorrer por longas distâncias, até que os materiais sejam depositados. Rios, por exemplo, transportam partículas até planícies e deltas, onde formam terrenos férteis. Já o transporte glacial origina morainas, drumlins e outras estruturas deposicionais.

A atuação dos agentes exógenos é também responsável pela formação das rochas sedimentares. Estas se originam a partir da compactação e cimentação de sedimentos ao longo do tempo geológico. Assim surgem litotipos, como arenitos, siltitos e conglomerados, que guardam registros fósseis e históricos das mudanças ambientais da Terra.

Dessa forma, os agentes exógenos têm papel determinante na configuração do relevo, sendo fundamentais nos processos de degradação e construção da paisagem. Elementos como água, vento, gelo e seres vivos moldam o planeta continuamente.

Estudar os agentes exógenos na evolução do relevo é essencial para entender a dinâmica geológica superficial. Com base nesses dados, os geólogos conseguem reconstruir a traje-

tória do planeta, identificando eventos-chave e suas implicações ambientais ao longo das eras.

A datação das rochas e sedimentos é um recurso crucial nesse campo. Por meio de técnicas como o carbono-14 (para materiais orgânicos recentes) e o potássio-argônio (para minerais antigos), é possível estabelecer cronologias que revelam a história das paisagens e seus agentes formadores.

Ademais, a estratigrafia, ciência que investiga as camadas sedimentares, oferece suporte metodológico para compreender a sequência de eventos erosivos e deposicionais. As camadas sobrepostas funcionam como registros temporais da dinâmica da superfície terrestre.

Da mesma forma, a observação direta das formas de relevo — como vales, planícies, dunas ou morainas — permite inferir os agentes e processos que atuaram em sua formação. Cada feição carrega evidências dos mecanismos que a moldaram.

O estudo dos agentes exógenos também é indispensável para avaliar os impactos ambientais e as transformações decorrentes das mudanças climáticas. Os padrões de erosão, sedimentação e transporte podem indicar alterações climáticas ocorridas ao longo de séculos ou milênios.

As geleiras, por exemplo, são elementos sensíveis ao aquecimento global. Seu derretimento tem alterado fluxos fluviais e a dinâmica sedimentar, gerando impactos significativos no relevo e no ambiente.

Outro aspecto importante é a influência humana. Atividades como mineração, desmatamento, urbanização e construção de barragens promovem alterações drásticas na morfologia terrestre, intensificando processos erosivos e modificando paisagens naturais.

Sendo assim, a análise dos agentes exógenos na modelagem do relevo permite não apenas compreender o passado da Terra,

mas também projetar cenários futuros diante das transformações ambientais. Com isso, é possível desenvolver estratégias para a mitigação de impactos e preservação dos recursos geológicos.

A INFLUÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA MORFOGÊNESE DO RELEVO

As mudanças climáticas constituem um dos maiores desafios da atualidade. Com o aumento da temperatura global, impulsionado pelo excesso de gases estufa, os efeitos dessas transformações tornam-se evidentes e preocupantes. Um tema ainda pouco explorado, porém de grande relevância, é a relação entre o clima e a morfogênese do relevo terrestre.

A morfogênese refere-se ao conjunto de processos responsáveis por moldar o relevo, como tectonismo, erosão, deposição e ações antrópicas. Com a intensificação das mudanças climáticas, novos padrões de relevo começam a se manifestar, evidenciando como o clima interfere diretamente na dinâmica morfológica. Este texto propõe discutir tais interações e seus reflexos para a sociedade e o ambiente

Derretimento de gelo e glaciares

O aumento das temperaturas globais tem acelerado o processo de derretimento dos glaciares e das calotas polares, resultando em mudanças dramáticas na morfogênese do relevo terrestre. Esse fenômeno tem consequências abrangentes e profundas, que vão desde a formação de lagos proglaciais até a afetação da morfologia costeira, com impactos significativos para a vida marinha e as comunidades humanas costeiras.

À medida que as temperaturas aumentam, o gelo acumulado nas geleiras e calotas polares começa a derreter e formar lagos

proglaciais. Esses lagos são criados pela água proveniente do derretimento, que se acumula à frente da geleira ou em cavidades no gelo. O tamanho desses lagos pode variar desde pequenas lagoas até grandes massas de água, que ocupam vastas áreas.

A formação de lagos proglaciais tem efeitos significativos na morfogênese do relevo circundante. À medida que o gelo derrete, a água infiltrada pode criar caminhos no subsolo, levando a mudanças na topografia e na formação de vales subglaciais. Além disso, a presença desses lagos pode enfraquecer a estrutura da geleira, contribuindo para o seu colapso eventual e a retirada de enormes quantidades de massa de gelo.

O derretimento acelerado dos glaciares e das calotas polares não apenas leva à formação de lagos proglaciais, mas também modifica extensas áreas do relevo terrestre. À medida que o gelo derrete e a água flui para áreas mais baixas, ocorre a erosão do solo e da rocha subjacente. Esse processo de erosão pode levar à formação de novas bacias hidrográficas, criando vales glaciais que são esculpidos pela ação do fluxo de água glacial.

Então, essas mudanças na topografia podem resultar em paisagens completamente novas, com características distintas do relevo prévio. Montanhas e vales são moldados e transformados, e áreas antes cobertas por gelo são expostas, revelando novos ecossistemas e recursos minerais. A intensidade desse processo pode variar de acordo com a taxa de derretimento do gelo e o tamanho das geleiras afetadas.

O derretimento acelerado dos glaciares e das calotas polares também está contribuindo para o aumento do nível do mar. Com a retirada de enormes massas de gelo das geleiras, grandes quantidades de água são liberadas nos oceanos, aumentando o volume dos mares e oceanos.

A elevação do nível do mar tem implicações significativas para a morfologia costeira. Áreas costeiras são vulneráveis a

inundação, erosão costeira e intrusão salina em aquíferos e estuários. Ecossistemas costeiros, como manguezais e recifes de coral, são afetados negativamente pela mudança do ambiente hidrológico; e a vida marinha também pode ser impactada pelas mudanças nas condições oceanográficas.

Comunidades humanas costeiras enfrentam desafios adicionais, pois suas infraestruturas, propriedades e meios de subsistência podem ser ameaçados pelo avanço do mar. A elevação do nível do mar exige medidas de adaptação, como a construção de defesas costeiras e a realocação de comunidades para áreas mais elevadas.

Aumento da erosão e deslizamentos de terra

O aumento da erosão e dos deslizamentos de terra, as alterações nos cursos dos rios e a formação de ravinas são efeitos alarmantes das mudanças climáticas e das atividades humanas, desencadeando uma série de impactos significativos no relevo terrestre e nas comunidades que dependem dessas áreas para sua subsistência.

Com o aumento das temperaturas globais e a ocorrência cada vez mais frequente de eventos climáticos extremos, como tempestades e chuvas torrenciais, a erosão do solo tem se intensificado consideravelmente. A capacidade natural do solo de absorver a água está sendo sobrecarregada, resultando em escoamento superficial e remoção acelerada de partículas do solo. Como consequência direta, grandes quantidades de solo fértil e nutrientes são perdidas, afetando negativamente a produtividade das terras agrícolas e a biodiversidade do ambiente.

Nas áreas de relevo íngreme, os deslizamentos de terra se tornaram uma preocupação crescente. A combinação de chuvas intensas, solo saturado e falta de cobertura vegetal adequada

pode levar ao colapso de encostas, resultando em deslocamentos repentinos e massivos de terra. Esses eventos podem causar danos devastadores a infraestruturas, como estradas, pontes e edifícios, e representam um risco significativo para a segurança das comunidades que vivem em áreas suscetíveis a esses deslizamentos.

Outro impacto relevante das mudanças climáticas é a alteração dos cursos dos rios e a formação de ravinas. Com a erosão acelerada do solo e o aumento do volume de água devido às chuvas intensas, os leitos dos rios são moldados e modificados. Novas trajetórias são esculpidas pela força da água, levando à redistribuição dos recursos hídricos e à formação de novas bacias hidrográficas.

As ravinas, por sua vez, são desfiladeiros estreitos e íngremes que se formam como resultado da erosão das margens dos rios. A ação contínua da água e dos sedimentos pode escavar esses vales, resultando em profundas fissuras na paisagem. As ravinas têm o potencial de afetar a estabilidade do solo e podem representar riscos para comunidades próximas, além de comprometer a qualidade da água e a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Essas mudanças significativas na topografia do relevo terrestre têm implicações profundas para a vida das comunidades humanas que dependem dessas áreas para a agricultura, o abastecimento de água e outros recursos essenciais. A perda de terras agrícolas devido à erosão do solo pode levar à diminuição da produção de alimentos e afetar a segurança alimentar das populações locais. Além disso, os deslizamentos de terra representam uma ameaça direta para a vida e a infraestrutura das comunidades que residem em áreas de risco.

As alterações nos cursos dos rios também podem afetar o acesso à água, tanto para uso humano quanto para irrigação agrícola. A redistribuição dos recursos hídricos pode causar es-

cassem em algumas áreas e inundações em outras. As ravinas, por sua vez, podem impactar negativamente a estabilidade das margens dos rios, podendo comprometer a segurança de estruturas próximas e contribuir para a degradação da qualidade da água.

Portanto, é fundamental que as sociedades reconheçam a gravidade desses impactos e adotem medidas de prevenção e mitigação. A conservação do solo, por meio de práticas sustentáveis, é essencial para reduzir a erosão e aumentar a resiliência do relevo terrestre. O reflorestamento e a preservação de áreas naturais também podem contribuir para a estabilização do solo e a proteção contra deslizamentos de terra.

Além disso, é necessário um planejamento adequado do uso da terra e da ocupação urbana em áreas suscetíveis a deslizamentos e erosão, a fim de proteger a segurança das comunidades. A gestão integrada das bacias hidrográficas também é uma medida importante para garantir o uso sustentável da água e prevenir impactos negativos nas áreas ribeirinhas.

Em última análise, o enfrentamento desses desafios requer esforços conjuntos, a nível tanto local quanto global. Ações coordenadas entre governos, instituições, comunidades e indivíduos são essenciais para mitigar os efeitos do aumento da erosão, dos deslizamentos de terra e das alterações nos cursos dos rios e formações de ravinas. Somente por meio de uma abordagem holística e comprometida podemos garantir um futuro mais seguro e sustentável para o relevo terrestre e para as comunidades que dependem dele para prosperar.

À medida que as mudanças climáticas afetam a morfogenese do relevo e a disponibilidade de água, a agricultura é fortemente impactada. Mudanças nos padrões de chuva, erosão e desertificação podem reduzir a produtividade agrícola, aumentando a insegurança alimentar em muitas regiões. Populações vulneráveis são particularmente afetadas, o que pode levar ao

deslocamento forçado de comunidades inteiras em busca de condições mais favoráveis.

As mudanças climáticas também têm implicações significativas para os recursos hídricos. A alteração do regime de chuvas e o derretimento de glaciares podem afetar a disponibilidade de água doce em diferentes regiões do mundo. Isso pode levar a disputas pelo acesso à água e à escassez hídrica, o que pode agravar conflitos e crises humanitárias.

Os modelados e as paisagens morfoesculturais

A influência paleoclimática na modelagem dos tipos de relevo é um fator crucial a ser considerado quando se estuda a evolução da paisagem terrestre ao longo de milhões de anos. A Terra é um sistema complexo e dinâmico, onde as mudanças climáticas do passado tiveram um papel significativo na formação do relevo que observamos atualmente.

Durante os períodos glaciais e interglaciais, a distribuição e a extensão das geleiras tiveram um impacto profundo na modelagem do relevo. Durante as eras glaciais, grandes mantos de gelo se formavam em latitudes mais altas, avançando sobre vastas áreas de terra. O movimento das geleiras era capaz de esculpir vales em forma de “U” e “V”, modificando significativamente a topografia.

Além disso, as flutuações do nível do mar durante os períodos glaciais e interglaciais também desempenharam um papel importante na modelagem do relevo costeiro. À medida que as geleiras avançavam e recuavam, o nível do mar também flutuava, expondo ou submergindo áreas costeiras. Essas mudanças resultaram em recuos ou avanços da linha de costa, criando formas de relevo costeiro, como fiordes, enseadas e deltas.

Outra influência paleoclimática importante na modelagem do relevo é a ação dos ventos e da erosão causada pelas mudan-

ças climáticas passadas. Ventos fortes e constantes podem criar dunas e formas de relevo conhecidas como “arenitos”, enquanto a erosão causada pelas chuvas intensas e flutuações climáticas pode esculpir ravinas e desfiladeiros impressionantes.

Os depósitos de sedimentos deixados para trás por rios antigos também desempenham um papel significativo na modelagem do relevo. A atividade dos rios ao longo do tempo pode criar vales largos e extensos, bem como planícies de inundação férteis. Esses depósitos e ações de erosão podem ser estudados através das camadas de sedimentos encontradas em rochas, revelando a história geológica do relevo e sua evolução ao longo de milhões de anos.

A modelagem dos tipos de relevo também pode ser influenciada por eventos catastróficos do passado, como impactos de asteroides e erupções vulcânicas. Esses eventos podem causar mudanças dramáticas na topografia da Terra em curtos períodos, criando montanhas, caldeiras vulcânicas e crateras.

Compreender a influência paleoclimática na modelagem do relevo é fundamental para entender a história geológica da Terra e suas implicações para o presente e o futuro. O estudo desses processos geológicos e climáticos passados pode fornecer informações valiosas para a previsão e a adaptação às mudanças climáticas atuais e futuras.

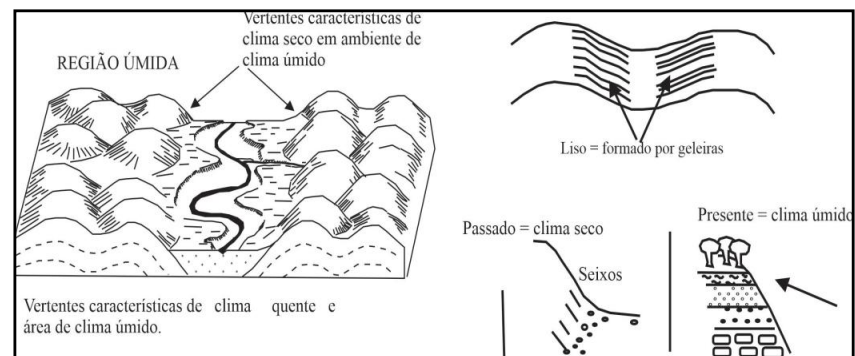
A modelagem dos tipos de relevo é uma área de estudo interdisciplinar, que requer o trabalho conjunto de geólogos, climatólogos, biólogos e outros especialistas. O uso de tecnologias modernas, como sistemas de informação geográfica (SIG) e modelagem computacional, tem possibilitado uma compreensão mais profunda dos processos de formação e evolução do relevo.

A evidência de paleoclimas é facilitada a partir das análises das paleoformas (observação de formas de relevo elaboradas no passado) e dos depósitos correlativos (Figura 10).

As paleoformas são como registros esculpidos na paisagem, que preservam informações valiosas sobre os eventos e processos que ocorreram em eras geológicas remotas. Por exemplo, os vales em forma de “U” esculpidos pelas antigas geleiras são um indicador claro das glaciações passadas. Essas formas de relevo sugerem que as temperaturas eram mais frias no passado, o que é uma evidência chave para reconstruir o clima antigo.

Os depósitos correlativos também são cruciais para a compreensão dos paleoclimas (Figura 11). Eles são materiais geológicos, como sedimentos, fósseis e depósitos minerais, que estão associados às paleoformas e fornecem informações adicionais sobre o clima passado. Por exemplo, os depósitos de sedimentos encontrados em vales de rios antigos podem fornecer informações sobre a mudança dos padrões de escoamento da água e, consequentemente, sobre os padrões de precipitação no passado.

FIGURA 11 - PALEOFORMAS: TESTEMUNHOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS



Fonte: Souza Júnior (2025).

A ação da água, por exemplo, é um dos mais poderosos agentes exógenos na formação dos modelados terrestres. A erosão causada por rios, riachos e chuvas desempenha um pa-

pel essencial na escultura do relevo ao longo do tempo geológico. A água em movimento transporta sedimentos e desgasta as rochas, criando vales, ravinas e desfiladeiros. A força da água também pode criar formas características, como as cataratas e os meandros dos rios.

A modelagem do relevo terrestre é um processo complexo e dinâmico, influenciado por diversos agentes e processos naturais. Entre esses agentes, destacam-se a acumulação de sedimentos, o aplainamento da estrutura preexistente, a dissolução das rochas através de reações químicas e a dissecação promovida pela ação da água fluvial. O estudo da morfogênese do relevo aponta para o predomínio de, pelo menos, quatro tipos de modelados: acumulação (deposição de sedimentos), aplainamento (retirada de sedimentos), dissolução (desgaste da rocha através da reação química) e dissecação (ação da água na modelagem do relevo).

A acumulação de sedimentos é um dos principais fatores responsáveis pela formação de diversas formas de relevo. À medida que a água dos rios e riachos se movimenta, ela carrega consigo partículas de solo e sedimentos, depositando-os em áreas de menor energia. Com o passar do tempo, esses sedimentos podem se acumular em planícies aluviais, deltas e praias, criando formas de relevo, como as planícies de inundação e os cordões litorâneos.

Por outro lado, o aplainamento é um processo que envolve a retirada da estrutura preexistente do relevo. Agentes como o vento, a água e o gelo atuam na remoção das rochas, desgastando-as e nivelando as superfícies ao longo do tempo. Esse processo é responsável pela formação de planaltos, mesetas e outras áreas relativamente planas em regiões mais antigas e estáveis.

A dissolução predomina na composição da morfogênese em áreas compostas por rochas solúveis em água. Nesse caso, a água da chuva e dos rios se infiltra nas rochas, promovendo reações químicas que desgastam e dissolvem os minerais presentes.

Esse processo é responsável pela formação de relevos cársticos, como cavernas, dolinas e relevos de superfície suave e ondulada.

Entretanto, um dos processos mais significativos na modelagem do relevo é a dissecação promovida pela ação da água fluvial. A ação contínua dos rios ao longo do tempo escava vales e desfiladeiros, criando feições distintas na paisagem. O relevo é fragmentado em diversas elevações, criando colinas e montanhas, que refletem a ação erosiva dos rios ao longo de milhares de anos.

É importante ressaltar que esses processos não atuam isoladamente, mas estão interligados e interagem entre si para moldar a paisagem terrestre. A acumulação de sedimentos, por exemplo, pode ser resultado do aplainamento e da dissecação. Da mesma forma, a dissolução química pode ser influenciada pela acumulação de sedimentos e vice-versa.

O entendimento desses processos é fundamental para compreender a dinâmica da modelagem do relevo e suas implicações para o ambiente e a sociedade. A conservação dos recursos naturais, a prevenção de desastres naturais e o planejamento adequado do uso do solo são algumas das aplicações práticas desse conhecimento.

Modelados de acumulação

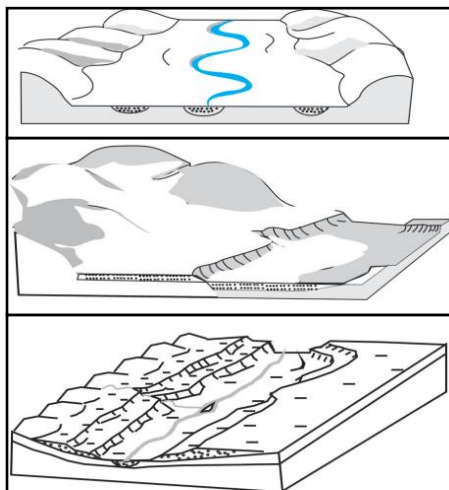
Os modelados de acumulação são formas de relevo resultantes do processo de acumulação de sedimentos ao longo do tempo geológico. Esses modelados são caracterizados pela deposição de materiais sedimentares, como areia, cascalho, argila e outros detritos, em áreas de menor energia ou onde ocorre uma diminuição na velocidade do transporte de sedimentos pelos agentes exógenos, como água, vento e gelo.

Os processos de acumulação são fundamentais na modelagem do relevo, pois os sedimentos depositados ao longo do tem-

po podem dar origem a diversas formas características da paisagem. Entre os principais modelados de acumulação, destacam-se as planícies de inundação. Estas são áreas de baixa declividade próximas a rios e riachos, as quais são periodicamente inundadas durante cheias. A deposição dos sedimentos carregados pela água do rio cria solos férteis e propícios para a agricultura.

Os modelados de acumulação são fundamentais para a formação de diversos ecossistemas e para a criação de paisagens únicas ao redor do mundo. Eles refletem a interação complexa entre os agentes exógenos e os processos geológicos, revelando parte da história da Terra e da evolução da paisagem terrestre. O estudo desses modelados é de grande importância para a compreensão da dinâmica do relevo e dos impactos das mudanças climáticas e das atividades humanas sobre a paisagem terrestre. Observe a seguir algumas formações decorrentes de processo de acumulação (Figura 12).

FIGURA 12 - MODELADOS DE ACUMULAÇÃO



As formas A, B e C exemplificam bem a formação de relevo quando a deposição de sedimentos é maior que a retirada. A primeira imagem (A) corresponde a uma planície fluvial formada pela deposição dos sedimentos do rio. Na imagem B, temos uma planície glacial decorrente da deposição do material escavado pela geleira. Já a C corresponde a um terraço fluvial decorrente do processo erosivo e deposicional do rio durante um período, de forma escalonada, lembrando degraus.

Fonte: Souza Júnior (2025).

Modelados de aplainamento

Os modelados de aplainamento são formas de relevo resultantes de um processo geomorfológico de sedimentação. Esse processo envolve a redução ou o nivelamento das irregularidades do relevo preexistente ao longo de um período geologicamente significativo. É importante destacar que o aplainamento é uma modificação gradativa da topografia e pode levar milhares ou até milhões de anos para ser concluído.

Os modelados de aplainamento são frequentemente observados em regiões mais antigas e estáveis, onde os agentes exógenos, como água, vento e gelo, desgastam e removem os materiais mais resistentes ao longo do tempo. Esse processo de remoção gradual resulta na criação de áreas relativamente planas e suaves, caracterizadas por superfícies de poucas variações altimétricas.

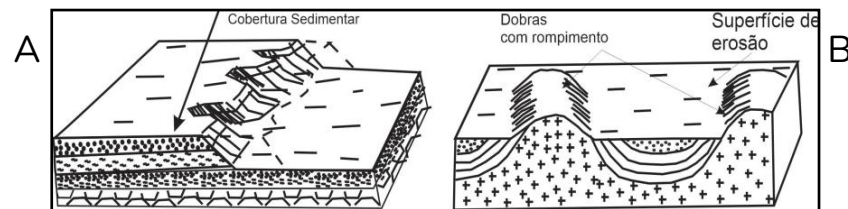
Os planaltos e as mesetas são exemplos comuns de modelados de aplainamento. Essas formas de relevo são encontradas em regiões de relevos elevados, como montanhas ou cadeias de montanhas, onde, ao longo de milhões de anos, a ação erosiva dos agentes exógenos desgasta os picos e retira os materiais mais resistentes, abandonando superfícies mais niveladas.

Além disso, os modelados de aplainamento podem ser encontrados em diversas áreas de terra firme, como planícies e colinas, onde processos de erosão e sedimentação atuam na criação de superfícies planas e suaves. Esse processo é particularmente importante em regiões mais antigas, onde as características geológicas e as formas de relevo já foram sujeitas a um longo período de intemperismo e desgaste.

Os modelados de aplainamento são resultado da interação complexa entre os processos geológicos e geomorfológicos e os agentes exógenos ao longo do tempo geológico. Essas formas

de relevo revelam a dinâmica da evolução do nosso planeta e nos fornecem pistas sobre a história geológica de uma determinada região (Figura 13).

FIGURA 13 - MODELADOS DE APLAINAMENTO



Relevo formado quando a retirada de sedimentos supera o depósito. Essa retirada pode ser por exumação (A), ou seja, quando o ambiente possui o mesmo tipo de estrutura; ou desnudação (B), quando a estrutura é diferenciada. Conforme pode ser observado na ilustração, o dobramento do relevo se torna mais resistente a erosão do que nas áreas de sedimentos.

Fonte: Souza Júnior (2025).

Modelados de dissecação

Os modelados de dissecação são formas de relevo resultantes da ação da água fluvial na escultura da paisagem ao longo do tempo geológico. Esse processo é conhecido como dissecação porque envolve a fragmentação do relevo em diversas elevações distintas, criando colinas, montanhas, vales e desfiladeiros.

A dissecação é um dos principais processos geomorfológicos responsáveis pela formação das características distintas do relevo terrestre. A ação contínua dos rios ao longo do tempo desgasta e esculpe as rochas, criando vales e desfiladeiros em áreas de menor resistência, enquanto as áreas mais resistentes formam as colinas e montanhas.

Os rios, ao fluírem pela paisagem, carregam consigo sedimentos e materiais erodidos das áreas mais altas e os depositam em áreas de menor declividade, contribuindo para a formação de planícies aluviais e várzeas. A água fluvial também pode esculpir canais e vales em forma de “V” ao longo do tempo, revelando a ação erosiva constante da água na dissecação da paisagem.

Além disso, os modelados de dissecação são fundamentais para a diversidade e a riqueza da paisagem terrestre. Eles criam habitats variados, que abrigam uma ampla gama de ecossistemas e biodiversidade. A dissecação da paisagem também influencia a distribuição de recursos naturais, como água, solo e minerais, e desempenha um papel importante na determinação dos padrões de assentamento humano e desenvolvimento das atividades agrícolas e econômicas.

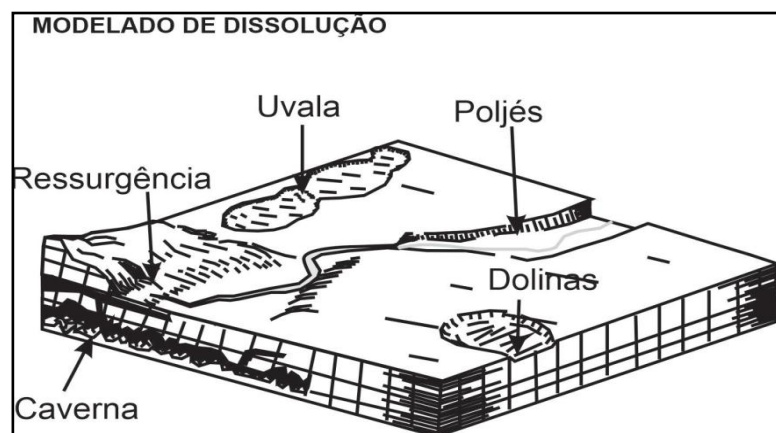
Modelados de dissolução

Os modelados de dissolução são formas de relevo resultantes da dissolução das rochas através de reações químicas, principalmente em áreas compostas por rochas solúveis em água. Esse processo geomorfológico é conhecido como carstificação e é caracterizado pela remoção gradual e seletiva dos minerais das rochas pela água, criando formas características na paisagem.

As áreas onde ocorre a carstificação são conhecidas como regiões cársticas. Essas regiões são tipicamente compostas por rochas calcárias, como calcário e dolomita, que são altamente solúveis em água ácida. A água da chuva e dos rios se infiltra nas rochas, promovendo reações químicas com o carbonato de cálcio ou o magnésio presente nas rochas, resultando na dissolução dos minerais.

Com o tempo, esse processo de dissolução cria uma série de feições características no relevo, incluindo cavernas (espaços subterrâneos formados pela dissolução das rochas calcárias), dolinas (depressões circulares ou ovais na superfície do terreno, formadas pela dissolução das rochas calcárias), entre outras (Figura 14).

FIGURA 14 - MODELADOS DE DISSOLUÇÃO



Fonte: Xisto Souza Júnior (2023).

OS DOMÍNIOS MORFOCLIMÁTICOS NO BRASIL

A ideia de dividir as formações de relevo em domínios surgiu a partir do momento em que o clima passou a ser defendido, nas primeiras décadas do século XX, como o principal agente modelador do relevo terrestre, contrapondo-se aos modelos estruturalistas que vigoraram durante todo o século XIX e início do século XX, especialmente o modelo cíclico elaborado por Davis (Marques, 2001; Ross, 2001).

Das várias divisões estabelecidas nos estudos internacionais (Ross, 2001), a estipulada por Tricart e Caileux foi, indiscutivelmente, a que obteve maior divulgação no meio científico, sendo aceita inclusive por alguns pesquisadores que defendiam o modelo estruturalista. Nessa classificação, o mapa dos climas foi associado ao da vegetação, sendo estabelecidas, através de certas generalizações, quatro zonas ou Domínios Morfoclimáticos: zonas frias; florestas de latitudes médias, zonas secas dos trópicos e latitudes médias; e zonas intertropicais (Ross, 2001, p. 24).

Essa nova perspectiva de análise morfológica foi aplicada no Brasil por Aziz Nacib Ab'Sáber (nos anos 1960) ao dividir (regionalizar) o país em domínios morfoclimáticos, cortados por áreas de transição.

Ao contrário da maioria das divisões estabelecidas até então, Ab'Sáber não levou em consideração os limites regionais, mas os padrões paisagísticos encontrados, especialmente no que diz respeito ao tipo de clima e suas várias formas de atuar na modelagem, assim como o tipo de cobertura vegetal dominante e a observação das flutuações climáticas (evidências de paleoclimas que já vinham sendo estudadas largamente pelos pesquisadores) e seus reflexos na morfogênese e morfodinâmica do relevo.

Ao todo, Ab'Sáber estabeleceu seis áreas de Domínios Morfoclimáticos cortadas por áreas de transição. De acordo com Ross (2001), entre outros, os domínios são os seguintes.

A) Domínio das terras baixas florestadas da Amazônia

É o maior domínio morfoclimático em termos de extensão, pois abrange uma área superior a 2,5 milhões de km², com-

preendendo toda a zona equatorial que recebe a influência direta das chuvas convectivas do Equador. Corresponde assim a uma área extremamente úmida e quente, com vegetação densa e complexa (Mata Equatorial), com drenagem perene.

Em termos morfológicos, esse domínio é formado por uma extensa planície labiríntica de inundação, bastante sinuosa. Evidenciam-se morros mamelonares desenvolvidos no Cretáceo e presença de relevos testemunhos (inselbergues e Pão-de-açúcar), além de vestígios de pedimentação e pediplanação, o que induz à existência de mudanças climáticas (paleoclima), uma vez que esse tipo de formação é característico de ambientes mais secos.

Este domínio vem sofrendo um progressivo processo de degradação em decorrência da contaminação dos recursos hídricos, principalmente pelo mercúrio jogado na garimpagem, pelo desmatamento e pelas queimadas, que chegam a atingir hectares.

Domínio dos cerrados

É o segundo domínio em extensão, já que atinge cerca de 2 milhões de km², correspondendo a uma extensa área de clima tropical (Aw, segundo Köppen), onde existe uma estação chuvosa (verão) e outra seca (inverno). O solo, bastante profundo, sofre um intenso processo de lixiviação, tornando-se, assim, muito ácido e pouco fértil para o desenvolvimento vegetal. Nessa região, destaca-se o cerrado por sua adaptação a esse meio – retiro de água diretamente do subsolo. A configuração desse tipo de vegetação lembra as savanas africanas, e nela predominam dois tipos: arbóreo, com galhos tortuosos; e herbáceos, especialmente gramíneas.

Em termos morfológicos, corresponde ao domínio dos maciços de planaltos – em sua maioria de natureza sedimentar – e interflúvios de vales largos, com drenagem perene, onde se de-

envolvem os cerrados e as florestas de galerias contínuas. Não existem evidências de pediplano ou relevo mamelonar.

A ameaça à existência do cerrado encontra-se representada na contaminação provocada pelo garimpo, pela prática de uma pecuária extensiva (pasto aberto) e pela grande expansão da área urbana, o que tem resultado em desmatamento.

B) Domínios dos mares de morros

Corresponde a um domínio completamente azonal, uma vez que abrange toda a região litorânea do país, onde existe a influência do clima tropical atlântico, cuja média pluviométrica é bem superior a 1.100mm/ano, propiciando assim o desenvolvimento da Mata Atlântica.

Com relação a morfologia, são comuns a presença de relevo mamelonar e a existência de pão-de-açúcar desenvolvidos em rochas cristalinas, além da presença de planícies fluviais, meandros e fortes indícios da existência de paleoclimas. A modelagem é condicionada à presença de falhas e fraturas que rompem a estrutura.

É um dos domínios que mais vêm sofrendo a intervenção humana, uma vez que, historicamente, a ocupação se deu no litoral e, com ela, a devastação da Mata Atlântica nativa. Acrescentam-se a esse problema os adensamentos populacionais e o uso indiscriminado dos recursos naturais, provocando, ao longo do tempo, visíveis mudanças na paisagem.

Domínios das depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste

Abrangendo uma área de um pouco mais de 800 mil km², ocorre no interior da região Nordeste, onde há a influência do

clima semiárido (BSH, de acordo com Köppen) e desenvolve-se a caatinga – vegetação típica da região.

A morfologia dessa área corresponde a uma extensa área de depressão circundada por elevações que chegam a atingir 1000m e onde se pode evidenciar a existência de inselbergues – relevo testemunho que evidencia a existência de uma superfície de erosão. Em decorrência do clima quente e seco, a área sofre com problemas hídricos – drenagem intermitente – e ação do intemperismo mecânico. Existem fortes evidências de pediplanos e pedimentos, fruto da ação intensiva dos processos erosivos.

Os principais problemas são de origem natural, cujo clima provoca a incidência de precipitação concentrada e irregular, prejudicando o desenvolvimento agrícola da região, salvo as áreas de exceção, como os brejos de exposição aos ventos e as áreas próximas a grandes bacias hidrográficas ou de armazenamento d'água. O solo da região é muito predegoso; e, nas áreas cristalinas, existe baixo potencial hídrico no subsolo.

Domínios das araucárias

Ocorre nos planaltos da região Sul do país, onde existe a influência do clima subtropical (segundo Köppen), que condicionou a existência tanto da configuração estrutural como da floresta de araucárias. Neste domínio, merecem destaque as grandes elevações – em sua maioria superiores a 1000m –, com vertentes moderadamente convexas, rochas decompostas e forte atenuação da mamelonização.

O impacto ambiental nessa área corresponde justamente ao desmatamento das araucárias, que vêm tendo sua área de ocupação reduzida ano após ano.

Domínios das pradarias mistas

É o domínio de menor extensão territorial e possui uma paisagem característica de ambiente temperado. Com relação à vegetação, destaca-se a presença de mata subtropical e extensos campos, sendo compostas tanto por gramíneas como por pequenos arbustos nas áreas mais elevadas. As principais características desses domínios são a presença de coxilhas extensivas – colinas alongadas – e pouca decomposição das rochas, além da presença de anfiteatros e mamelonização moderada em decorrência da alta colúviação.

As criações extensivas de ovinos e bovinos, associadas ao plantio de soja realizado de modo impróprio, são os principais fatores responsáveis pelas alterações desse ambiente, cujo resultado é o progressivo processo de desertificação.

Considerações Finais

A Geomorfologia desempenha um papel crucial na compreensão e gestão sustentável do meio ambiente, pois nos permite entender como as paisagens se formaram e evoluíram ao longo do tempo, fornecendo informações valiosas para a conservação da natureza e o manejo adequado dos recursos naturais.

Para os geógrafos, a compreensão dos aspectos morfoestruturadores e morfoesculturadores do relevo é uma tarefa desafiadora e em constante evolução. Esses aspectos têm influência direta no planejamento do uso do solo, na prevenção de desastres naturais e no entendimento de como as mudanças climáticas podem afetar as regiões ao longo do tempo. Os estudos em Geomorfologia contribuem significativamente para diversas áreas científicas, como a ciência do clima, a hidrologia, a geologia, a biologia e até mesmo para a arqueologia, ajudando a compreender as ocupações humanas antigas e seus contextos ambientais.

As paisagens são consequências da relação dialética dos fatores endógenos ou morfoestruturais ou exógenos ou morfoesculturais. No que se refere aos fatores endógenos, as recentes descobertas decorrentes do avanço tecnológico têm colocado em xeque a relação determinante dos agentes historicamente reconhecidos como formadores de relevo.

A identificação de Plutão de Kumano em 20221, rocha densa de natureza ígnea localizada abaixo da península Kii, no Japão, influenciou o desdobramento de diversas pesquisas, que vão desde a identificação de densidade diferenciada das correntes de convecção até a identificação de crostas oceânicas abandonadas, que redefiniriam as teses de que a ocorrência de grandes sismos seria geograficamente delimitada a áreas de bordas de placas. Computadores mais potentes têm possibilitado um aperfeiçoamento dos estudos sobre a influência dos movimentos da Terra na origem periódica de grandes sismos (Bendick; Bilham, 2017)2.

No contexto dos agentes morfoesculturais, prevalece o debate sobre a existência ou não de um aquecimento global e, portanto, na modelagem do relevo. As paisagens estão passando por momentos de transformações ainda mais intensos, resultantes das redefinições cada vez mais intensas das feições morfológicas.

Apesar dessas ausências, considerando se tratar de temas complexos, esperamos ter fornecido uma opção valiosa de recurso didático para o ensino da Geomorfologia. Entendemos assim que o objetivo proposto neste livro foi alcançado: fornecer um material didático que pode ser utilizado tanto por estudantes universitários e professores, como pela sociedade em geral. No entanto, reconhecemos que algumas lacunas ainda precisam ser abordadas no futuro.

1 Disponível em: <https://terrara.com.br/geofisica/vulcanismo/pedaco-de-rocha-do-tamanho-de-uma-montanha-escondido-sob-o-japao-esta-canalizando-terremotos/>. Acesso em: 25 set. 2025.

2 Sobre este assunto, temos realizado algumas *lives* sustentando a relação direta da força gravitacional com o surgimento de grandes sismos.

O estudo contínuo e a atualização das informações são essenciais para acompanhar as mudanças no ambiente e para aprimorar nossos conhecimentos sobre a formação e a evolução das paisagens, bem como para lidar com os desafios emergentes relacionados à conservação ambiental e ao manejo adequado dos recursos naturais.

A Geomorfologia permanece como uma disciplina fundamental para a sustentabilidade do nosso planeta, porém carece de abordagens menos técnicas. Foi acreditando nesta perspectiva que recuperamos reflexões antigas, associando-as a novos saberes adquiridos nas lives realizadas quase que cotidianamente.

Finalmente, considero que o futuro nos remete, enquanto geógrafos, à necessidade de revisão de princípios e à inclusão de novos modelos paradigmáticos sobre a evolução das formas de relevo através da ação dos seus agentes. Amparados nesta perspectiva, concluímos convidando o leitor a assumir o protagonismo na análise dos novos eventos que determinam a organização ambiental dos espaços de desenvolvimento.

Referências

AB'SÁBER, Aziz Nacib. O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras. *Geomorfologia*, n. 43, p. 1-39, 1974.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. 1. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. *Geomorfologia: uma atualização de bases*. [s.l.], [s.n.], [s.d.].

BLOOM, Arthur L. *Geomorphology: a systematic analysis of Late Cenozoic landforms*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1991.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. *Geografia: conceitos e temas*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

DAVIS, William Morris. The geographical cycle. *Geographical Journal*, v. 33, n. 4, p. 385-504, 1909.

GILBERT, Grove Karl. *Geology of the Henry Mountains*. Washington: United States Geological Survey, 1877. (Professional Paper 11).

GOMES, Paulo César da Costa. *Geografia e modernidade: o discurso*

geográfico na virada do século XX. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

KING, Lester Charles. *The morphology of the South African escarpment*. Johannesburg: Witwatersrand University Press, 1953.

KING, Lester Charles. *South African scenery*: an introduction to geomorphology. Johannesburg: Witwatersrand University Press, 1962.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. *Geografia do Brasil*: aspectos naturais e regionais. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2007.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. *Geomorfologia*: conceitos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2017.

STRAHLER, Arthur N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union*, Washington, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957.

THOMAS, David S. G.; ALLISON, Roger J. *Arid zone geomorphology*: process, form and change in drylands. 5. ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2016.

THORNBURY, William D. *Principles of geomorphology*. 2. ed. New York: Wiley, 1969.

TRICART, Jean; CAILLEUX, André. *Geomorphologie*: concepts et méthodes. Paris: Éditions Flammarion, 1960.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. UFJF. Ciência Humboldtiana e geografia física: a contribuição de Alexander von Humboldt

para a geografia. *Revista Geoambiente*, Juiz de Fora, v. 14, n. 2, p. 223-240, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufjf.edu.br/geoambiente/article/view/26017/14985>. Acesso em: 4 ago. 2025.

VITTE, Antonio Carlos. A construção da Geomorfologia no Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 12, p. 91-108, 2011. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v12i0.262>.

Formato 15x21 cm
Tipologia Futura Hv BT/ Nunito
Nº de Pág. 105

Editora da Universidade Federal de Campina Grande- EDUF CG



A capa deste livro traduz a trajetória de descobertas e aprendizados que marcaram nossa formação em Geografia. Ela representa o resgate dos primeiros traços feitos ainda na graduação — os esboços no quadro, as tentativas de compreender as formas do relevo — e a evolução desse olhar por meio dos recursos digitais. Cada elemento visual simboliza a passagem do rascunho à compreensão, da curiosidade à clareza. Simplificando o Ensino da Geomorfologia é, assim, um convite a revisitar as paisagens com o mesmo encantamento do início, mas agora com novas ferramentas para enxergar além das formas da Terra.

