



Geomorfologia

Geomorfologia

Paula Coelho Araújo

© 2018 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação e de Educação Básica

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Camila Cardoso Rotella

Danielly Nunes Andrade Noé

Grasiele Aparecida Lourenço

Isabel Cristina Chagas Barbin

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Daniela Resende de Faria

Editorial

Camila Cardoso Rotella (Diretora)

Lidiane Cristina Vivaldini Olo (Gerente)

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Leticia Bento Pieroni (Coordenadora)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Araújo, Paula Coelho
A658g Geomorfologia / Paula Coelho Araújo. – Londrina :
Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.
184 p.

ISBN 978-85-522-0616-3

1. Geomorfologia. I. Araújo, Paula Coelho. II. Título.

CDD 550

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

2018
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 – Londrina – PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

Unidade 1 Introdução à geomorfologia	7
Seção 1.1 - O que é geomorfologia	9
Seção 1.2 - Caracterização geomorfológica do relevo	24
Seção 1.3 - Geomorfologia estrutural	37
Unidade 2 Geomorfologia geral	53
Seção 2.1 - Geomorfologia climática – conceitos gerais	56
Seção 2.2 - Geomorfologia fluvial	68
Seção 2.3 - Geomorfologia costeira e cárstica	79
Unidade 3 Geomorfologia do Brasil	97
Seção 3.1 - Geomorfologia do Brasil I	99
Seção 3.2 - Geomorfologia do Brasil II	112
Seção 3.3 - Domínios morfoclimáticos brasileiros	123
Unidade 4 Geomorfologia aplicada I	139
Seção 4.1 - Geomorfologia aplicada I	141
Seção 4.2 - Geomorfologia aplicada II	155
Seção 4.3 - Geomorfologia aplicada III	167

Palavras do autor

Bem-vindo ao curso de Geomorfologia!

Geomorfologia é a ciência que trata das formas do relevo, cujo objetivo é compreender como as dinâmicas que ocorrem no relevo interagem com os componentes presentes e constituintes no/do espaço geográfico.

Durante o curso, abordaremos os conteúdos de forma que você entenda os processos que atuam no relevo e que são responsáveis pela gênese e a evolução geomorfológica, os impactos desses processos no meio ambiente e, ainda, conhecer as unidades do relevo brasileiro.

O curso foi dividido em quatro unidades, sendo elas: Introdução à geomorfologia, que trata dos aspectos teóricos fundamentais da disciplina; Geomorfologia geral, que aborda as diferentes formas de relevo e suas ocorrências em relação às zonas climáticas, os processos e as formas relacionadas à geomorfologia fluvial e, ainda, discute aspectos gerais e morfologia da geomorfologia costeira e cárstica; Geomorfologia do Brasil, que trata das principais classificações de relevo existentes, dos processos atuantes no relevo brasileiro e os domínios morfoclimáticos no Brasil; Geomorfologia aplicada, que aborda os principais conteúdos da atualidade referentes à geomorfologia e à geografia.

Para o desenvolvimento desse amplo conteúdo, reserve uma parte do seu tempo para o estudo diário. No final do curso, além de compreender os processos geomorfológicos, suas viagens ficarão bem mais interessantes, pois você saberá interpretar também as formas do relevo nas paisagens que encontrar. Bons estudos!

Introdução à geomorfologia

Convite ao estudo

Diariamente, presenciamos ou vemos nos noticiários, modificações no relevo, como atuação dos processos erosivos nas encostas, resultando em alterações nas suas formas. Como exemplos, podemos citar os deslizamentos de terra e a retificação de rios nas cidades, dentre outros. As abordagens aqui tratadas são essenciais para o entendimento do conteúdo geomorfológico e auxiliarão na compreensão de alguns dos processos anteriormente descritos.

Para isto, na primeira seção, abordaremos a definição de geomorfologia, do que trata esta ciência, qual a importância de se estudar o relevo, as áreas e os campos profissionais em que ela se aplica. Trataremos dos agentes endógenos e exógenos e sua influência na morfogênese e na resistência litológica. Além das teorias geomorfológicas, fundamentais para o entendimento dos próximos conteúdos, a escala de tempo e espaço em estudos e sistemas geomorfológicos também será abordada. Na segunda sessão, nosso tema é a caracterização geomorfológica do relevo, que trata dos processos e das formas erosivas e dos processos que atuam no ciclo hidrológico. Já a terceira sessão trata dos tipos de relevo.

Para o desenvolvimento dos conceitos desta primeira unidade, vamos acompanhar Marcelo, aluno do ensino médio, que, todos os anos, assiste nos noticiários à ocorrência de deslizamentos de terra e vê graves consequências desses movimentos ocorrendo *in loco*, como mortes de pessoas, além das perdas de casas e bens materiais da população. Marcelo, que é morador de uma comunidade localizada em uma área de risco, se interessa em saber um pouco mais sobre os motivos pelos quais os deslizamentos se repetem, bem

como o que poderia ser feito para ajudar a população que vive na comunidade.

Em sala de aula, Marcelo aprendeu que quando as cidades crescem desordenadamente e sem o devido planejamento, é comum que a população ocupe os terrenos mais íngremes e menos acessíveis, como as áreas montanhosas. Isso implica muitas consequências, como a retirada da vegetação e as ocupações formais e não formais pelas encostas. Todo conteúdo apreendido em sala de aula foi muito importante para Marcelo. Ao compreender um pouco mais dos processos que ocorrem no seu entorno e com seu espírito de liderança, ele procura fazer algo para a minimizar os impactos dos deslizamentos na comunidade em que vive.

O aprofundamento deste material ajudará a encontrar as respostas, mas para isso é necessário que você reserve algumas horas do seu tempo para se dedicar à leitura, ao estudo e resolução das situações-problema e questões.

Bons estudos!

Seção 1.1

O que é geomorfologia

Diálogo aberto

Todos os anos, Marcelo, aluno do ensino médio, acompanha, tanto nos noticiários como ao vivo, na comunidade onde vive, a ocorrência de deslizamentos de terra e vê as graves consequências desses movimentos, como perdas materiais e até mortes de pessoas. Ele aprendeu nas aulas de Geografia que tais movimentos estão relacionados ao processo de urbanização sem planejamento, que promoveu a expansão desordenada da cidade em que reside, direcionando a população para os terrenos mais íngremes das áreas montanhosas. Para tanto, a vegetação foi desmatada e ocupações formais e não formais ocorreram ao longo das encostas.

No entanto, o final do ano começa a se aproximar e ele sabe que no verão há aumento da incidência de chuvas. Este fato preocupa muito o aluno, já que pensa que a qualquer momento pode ocorrer deslizamento de terra na comunidade onde reside, no município de Petrópolis, no Rio de Janeiro. Assim, ele tenta pensar em soluções para este problema e procura a professora de Geografia para discutir o assunto. Diante da situação, a professora convoca Marcelo e seus colegas a pensarem sobre o sistema como um todo e não somente em um evento localizado.

Como é que Marcelo junto dos líderes comunitários pode trabalhar a fim de minimizar os impactos dos deslizamentos na comunidade? É possível reverter essa situação estruturada já há tanto tempo? Como tudo o que ele estudou pode ajudar a sua comunidade nesse momento tão delicado? Vamos saber como é que os conhecimentos geomorfológicos podem ser úteis nestas e noutras situações.

Não pode faltar

O que é geomorfologia e qual a importância de seu estudo?

O conceito de geomorfologia se relaciona ao estudo das formas do relevo, que está em permanente evolução ao longo do tempo geológico. As investigações geomorfológicas incidem sobre os processos morfogenéticos (aqueles que causam e alteram as formas do relevo), no entanto, algumas formas na Terra não podem ser completamente explicadas pela natureza e intensidade desses processos, por isso é necessário levar em consideração os eventos passados, que também contribuíram para a atual forma como o relevo se apresenta.



Assimile

O termo **morfogênese** é um conceito muito importante dentro da geomorfologia. Ele é muito comum às aulas e por isso é importante que você saiba que ele está atrelado à origem e evolução que as formas do relevo sofrem ao longo do tempo, em função dos agentes internos e externos.

As feições geomorfológicas estão diretamente ligadas à ocupação do homem no espaço, pois elas podem condicionar ou favorecer as áreas de ocupações humanas, as atividades econômicas e de plantio. A apropriação do espaço pelos grupos humanos e o desenvolvimento das atividades antrópicas geraram uma série de modificações e impactos na natureza e no relevo, que, por sua vez, promoveram consequências como a erosão das encostas e solos, o assoreamento dos rios e o deslizamento de materiais, entre outros.

Esses efeitos nos sistemas ambientais passaram a produzir um quadro de mudanças climáticas, desertificação, degradação da terra, desmatamento, degradação da água e poluição do ar no planeta. Diante deste contexto, a geomorfologia exerce um papel fundamental ao subsidiar o planejamento territorial atrelado à área ambiental e a projetos ligados às atividades econômicas, assim como ao contribuir para os estudos de recuperação de áreas degradadas.

Para a instalação e operação de empreendimentos de grande porte, há necessidade da realização de estudos de impactos ambientais nos quais o geógrafo identifica os efeitos da ação humana

sobre o ambiente. Desta forma, se faz necessário o entendimento da dinâmica morfológica, dos processos geomorfológicos e da interpretação da paisagem em campo, que, por sua vez, auxilia no planejamento territorial e viabiliza a implantação desses projetos. Dentre essas atividades, destacam-se a instalação de usinas hidrelétricas, a exploração de recursos naturais e minerais e obras de engenharia, como as rodovias e ferrovias.

Com relação às questões ambientais, a geomorfologia contribui para a identificação dos riscos naturais, já que analisa a vulnerabilidade por meio de metodologias de mapeamento e modelagem dos processos, prevenindo, assim, inundações, erosão do solo e deslizamentos de terra.

A geomorfologia aplicada incide nas pesquisas em função dos objetivos que se propõem alcançar. Em estudos de impactos ambientais, o foco será nos processos que atuam no relevo, na coleta e análise de dados geomorfológicos, mapeamento das unidades morfológicas a fim de incentivar a tomada de decisão frente às potencialidades do terreno. Possui também frentes de atuação nos modelos de previsão, que fornecem informações sobre o local, a duração, a frequência e magnitude do evento.

No que tange ao planejamento em áreas rurais, a metodologia consiste na elaboração de carta de declividade das vertentes a fim de identificar a topografia e indicar as áreas aptas para o desenvolvimento das atividades. Com relação aos sítios urbanos, o método mais aplicado incide nos mapeamentos, em função do risco de enchentes, erosões e movimentos de massa no terreno.

Diante de todas essas informações, questiona-se: por que o ensino de geomorfologia é importante no ensino regular? Diariamente, os discentes presenciam alterações no meio provocadas por ações humanas, como os rios que têm suas formas modificadas, passando a serem retilíneos; encostas que são ocupadas, desmatadas e que sofrem movimentos de massa; áreas costeiras que são aterradas, com o objetivo de mudança na cobertura da terra para a expansão urbana. Assim, a geografia precisa abordar esses conteúdos, levando ao educando uma compreensão mais articulada dos processos que ocorrem em sua realidade.

1.2. Agentes endógenos e exógenos como influência na morfogênese

As formas do relevo da Terra são modeladas por processos naturais, que se combinam atuando na morfogênese, por meio dos agentes endógenos (internos) e exógenos (externos).

Os processos endógenos são aqueles que atuam no interior da crosta terrestre como o vulcanismo e tectonismo, considerados principais. O tectonismo refere-se ao movimento das placas tectônicas, que gera o enrugamento do terreno e a formação de cadeias montanhosas (orogênese) ou o soerguimento de grandes superfícies (epirogênese). A atividade ígnea ou o vulcanismo dizem respeito ao movimento do magma do interior do planeta à superfície.

Já os processos exógenos estão relacionados à denudação, ou seja, à remoção de material. As fontes de energia que atuam para propagar esses processos são a radiação solar e a gravidade, e os principais agentes externos englobam a água, o vento e os organismos. Estes agentes atuam sobre as rochas, modificando as formas do relevo por meio do intemperismo.

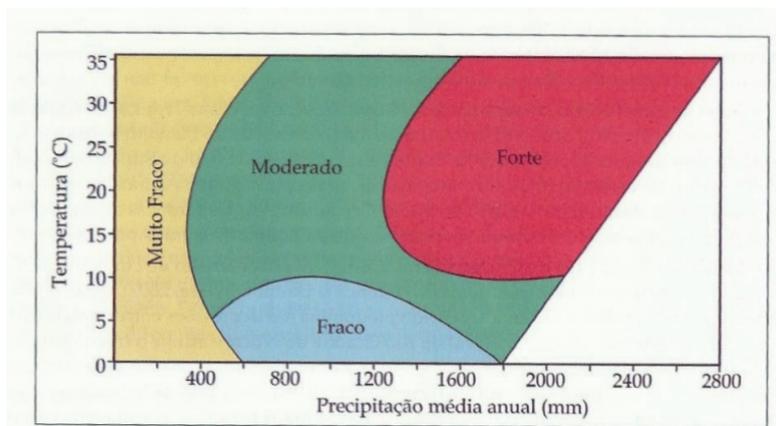
O intemperismo pode ser classificado em físico, químico e biológico. O primeiro provoca a desagregação mecânica das rochas; está relacionado à dilatação e contração das rochas devido à variação de temperatura. No que se refere ao segundo, há decomposição química devido à ação da água e de outros solventes. Já o intemperismo biológico se refere à ação da fauna e flora e contribui para a atuação dos dois anteriores.



Exemplificando

Você sabia que nos trópicos as temperaturas (por serem mais elevadas) e os índices pluviométricos (por serem mais pronunciados) favorecem a atuação do intemperismo químico? Observe a imagem seguinte: trata-se de um gráfico no qual as áreas que contêm maiores índices de chuvas e maiores temperaturas também possuem maior atuação do intemperismo químico.

Gráfico 1.1 | Intensidade do intemperismo sob diferentes atuações de clima e temperatura



Fonte: Ker et al. (2012, p. 200).

1.3. Escala de tempo e espaço em estudos geomorfológicos. Resistência litológica

Os tipos de escala como categoria de análise

A escala pode ser definida como uma forma proporcional de representar e demonstrar os fenômenos e seu detalhamento, de acordo com o objetivo do pesquisador.

Para a análise dos fenômenos espaciais existem dois tipos de escalas: a cartográfica e a geográfica. A primeira diz respeito a uma relação matemática, representando a razão entre os comprimentos do objeto que é representado no mapa e sua representação na realidade. Neste tipo de escala, quanto maior é a área representada, menor é a escala utilizada e vice-versa. Desta forma, a escala 1:500.000 é considerada pequena, pois representa extensas/grandes áreas, já a escala 1:100 é grande, visto que representa áreas pequenas.

Já o segundo tipo de escala se refere à amplitude da área geográfica em questão. A relação é direta, ou seja, a escala grande se relaciona a fenômenos mais amplos e mais abrangentes; já

pequenas escalas, a áreas menores. Nesse sentido, a ocorrência de um movimento de massa em uma determinada encosta pode ser analisada sob uma escala geográfica local ou pequena e a representação cartográfica deve ser elaborada sob uma escala grande, a fim de que os detalhes sobre o evento possam estar mais bem representados.

A escala na perspectiva geomorfológica

No âmbito da pesquisa geomorfológica, constata-se que: ocorrem modificações nas formas do relevo ao longo do tempo; os eventos possuem um intervalo de recorrência que podem variar espacialmente; e algumas pesquisas que atuam neste campo científico requerem a análise de grande quantidade de eventos. Frente a estas questões, verifica-se que os fenômenos devem ser analisados sob a perspectiva escalar espaço-temporal.

Os processos na natureza operam a todo o momento e por isso as formas geomorfológicas se alteram ao longo do tempo, ou seja, são dinâmicas. Outras formas parecem estáticas, pois mudanças acentuadas são imperceptíveis na escala de tempo humano, que varia de dezenas a centenas de anos. No entanto, se os estudos abrangerem uma escala de milhões ou bilhões de anos, isto é, compreenderem uma escala geológica, é possível verificar que as mudanças na morfologia continuam ocorrendo e com uma periodicidade maior do que a escala humana (SUMMERFIELD, 1991).

O Quadro 1.1 retrata a simplificação das formas resultantes nas diversas escalas espaço-temporais.

Quadro 1.1 | Relações escalares temporais e espaciais das formas geomorfológicas

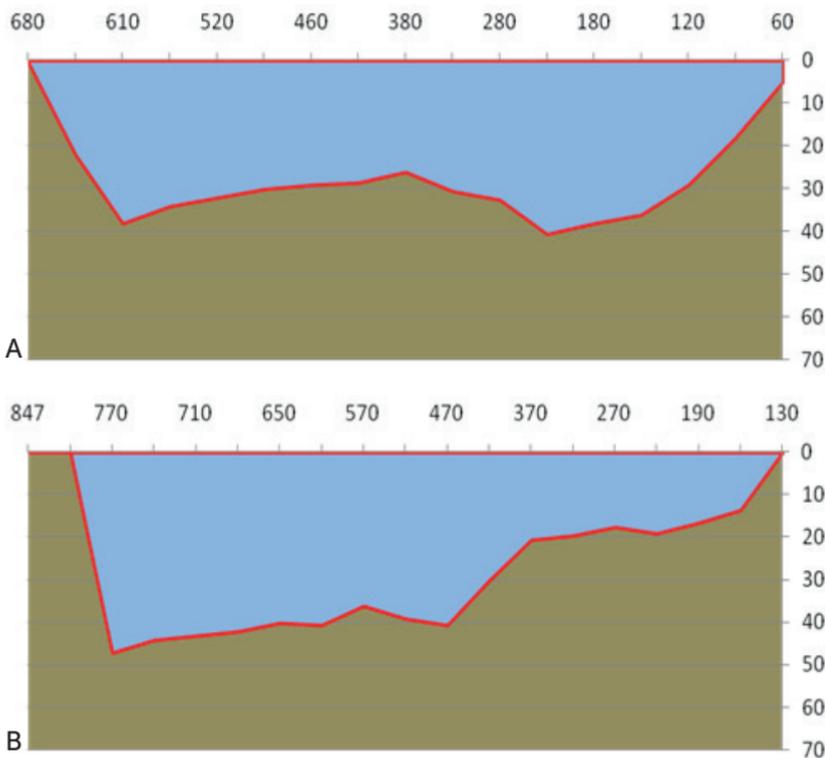
Tamanho característico das formas do relevo (Km)	Exemplo morfológico	Intervalo de tempo de duração das formas (anos)
Até 0,5	Canais incisos e voçorocas	Dezenas a centenas
0,5 a 10	Encostas de vales e formas rochosas	Centenas a milhares
10 a 10.000	Vales e montanhas individuais; Cadeias montanhosas e Continentes	Milhares a bilhões de anos

Fonte: adaptado de Ahnert (1998, p. 239).

Ao ser observado por algumas horas um canal fluvial pode não apresentar variação em sua forma e no seu gradiente (mudança de elevação no leito do rio), porém no decorrer de alguns anos, com a atuação dos processos erosivos atuando no talvegue (parte mais profunda do leito do rio), será notável o seu rebaixamento.

A Figura 1.1 representa um estudo conduzido por Rodrigues et al. (2012) em um perfil transversal do rio. No ano de 2010 (Figura 1.1A), percebe-se que na forma do gradiente do canal houve rebaixamento do talvegue, próximo às margens direita e esquerda do canal fluvial. Dois anos depois (Figura 1.1B), com a atuação sucessiva dos processos erosivos, o lado esquerdo continua sendo erodido e, portanto, mais aprofundado, porém como a margem direita passou a receber grandes quantidades de sedimentos oriundos de um novo afluente (criado por modificações antrópicas), o talvegue elevou-se.

Figura 1.1 | Perfis transversais da secção do canal do rio Córrego Sujo/Teresópolis (RJ).



Fonte: Alpino Rodrigues et al. (2012, p. 3).

Os estudos relacionados à escala espacial serão conduzidos conforme o objeto de investigação do pesquisador. Se o objetivo for compreender a caracterização da hidrologia em cicatrizes de deslizamentos (Figura 1.2), por exemplo, a análise será feita em escala local, permitindo a observação das formas e dos processos atuantes com mais detalhes e a coleta dos dados irá demandar a execução de trabalhos de campo. Nessas incursões, instrumentos e técnicas são aplicados para transformar os dados obtidos em informações.

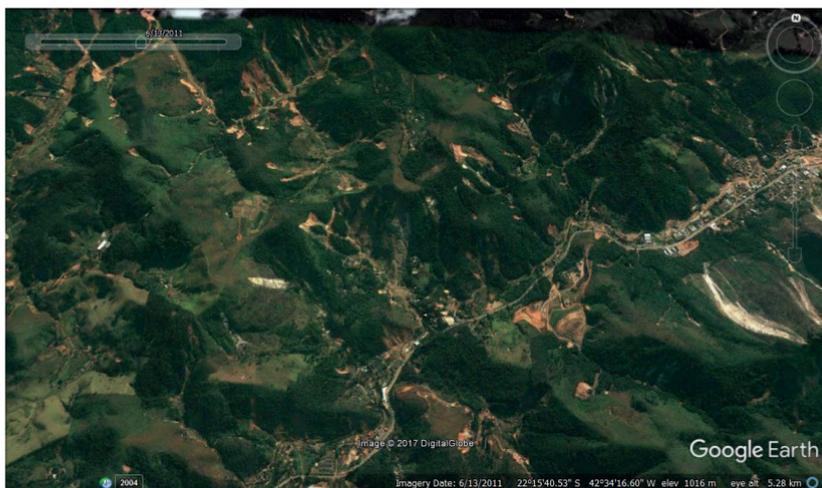
Figura 1.2 | Imagem de cicatrizes de deslizamentos em encostas no município de Nova Friburgo/2012



Fonte: elaborada pela autora.

Quando a escala espacial de observação se amplia, ou seja, quando se deseja interpretar os processos e as formas em áreas maiores, como o mapeamento dos deslizamentos de terra ocorridos em uma região, se faz necessário recorrer a outros materiais, tais como mapas, imagens de satélites (Figura 1.3), assim como diferentes metodologias, em que se empregam *softwares* específicos e se gera grande quantidade de informações.

Figura 1.3 | Imagem de diversas cicatrizes de deslizamentos no município de Nova Friburgo no ano de 2011



Fonte: Google Earth (2017, [s.p.]).



Pesquise mais

No software Google Earth, você pode visualizar imagens de diversos lugares no mundo. Existe uma ferramenta disponível no programa que permite que você faça uma análise temporal em outros anos, isto facilita o entendimento de escala espaço-temporal.

Resistência litológica

A resistência litológica diz respeito à capacidade da rocha de possuir menor ou maior resistência à decomposição ou desagregação frente aos processos intempéricos.

A partir do resfriamento do magma, os minerais tendem a se cristalizar, seguindo uma ordem que varia conforme a composição do magma e a temperatura. A susceptibilidade dos minerais das rochas frente aos fatores endógenos e exógenos, à medida que o intemperismo vai atuando, está atrelada a essa sequência de cristalização. A olivina, por exemplo, está entre os primeiros minerais a se cristalizarem, por isso, ela se mostra menos resistente ao processo de alteração, ao contrário do quartzo, que é o último a se cristalizar e, portanto, resiste mais à denudação.

1.4. Abordagem dos sistemas geomorfológicos

Um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos relacionados e os quais operam juntos como uma entidade complexa. As análises sistêmicas têm como foco o estudo dessas relações.

Os aspectos matéria, energia e estrutura devem ser considerados no estudo de sistemas. A primeira pode ser definida como o material que será transportado através do sistema, como água e detritos. Já a energia refere-se às forças que promovem o funcionamento do sistema. A estrutura engloba os elementos e suas relações.

Conforme Christofolletti (1980), os sistemas podem ser classificados em isolados ou não isolados. Os primeiros são de ocorrência quase nula na natureza, pois dada as condições iniciais não apresentam troca de matéria e energia com outros sistemas, assim, na prática, praticamente não ocorrem. Os não isolados são os mais comumente observados e se subdividem em fechados e abertos.



Refleta

Se os sistemas controlados são de ocorrência quase nula na natureza, pesquise e pense de que forma esses sistemas existem ou estão presentes no meio.

De acordo com Chorley (1965), os sistemas fechados trocam energia com outros sistemas, mas com matéria. O ciclo hidrológico é um sistema fechado, uma vez que realiza a troca de energia, devido à radiação solar que transfere energia para água. Todavia, a água não extrapola os limites do sistema, ou seja, circula internamente nele. No caso dos sistemas abertos, há troca, entrada e saída de matéria e energia com outros sistemas, como nas bacias hidrográficas e vertentes.

Nos sistemas geomorfológicos há inter-relação e trocas entre os elementos físicos e biológicos da natureza, em que vários subsistemas estão relacionados como o clima, a topografia, a geologia, as águas, a vegetação, a fauna e os solos. Por exemplo, na natureza, ocorrem processos erosivos nas bacias hidrográficas e o material que é produzido a partir do intemperismo das rochas é

transportado e depositado nos fundos de vales. Ao atingir os cursos d'água, devido ao contato e às reações químicas que ocorrem na água, podem transferir sua composição química e mineralógica para a água.

A atuação dessa interconectividade entre os subsistemas ambientais também acontece por meio da contribuição da vegetação que retém as partículas presentes superficialmente no solo, para que essas não sejam erodidas e arrastadas, operando desta forma como "barreira física" ao transporte de materiais.

De acordo com Christofletti (1980), existem quatro tipos de sistemas que são fundamentais para o estudo geomorfológico e o entendimento das relações entre formas, processos e materiais.

A tipologia denominada sistemas morfológicos compreende apenas as formas dos fenômenos geomorfológicos. Logo, analisa as propriedades físicas das formas do relevo e as relações entre largura, comprimento, altura, declividade, granulometria e densidade podem ser mensuradas. Neste tipo, ainda pode-se estabelecer as relações entre as formas e os materiais, como as praias e restingas em que é possível realizar medições e correlacionar as variáveis medidas com a composição dos materiais. Outro exemplo seriam as interações entre a declividade e estabilidade de uma encosta, as áreas de maior declividade possuem menor capacidade de reter os materiais inconsolidados.

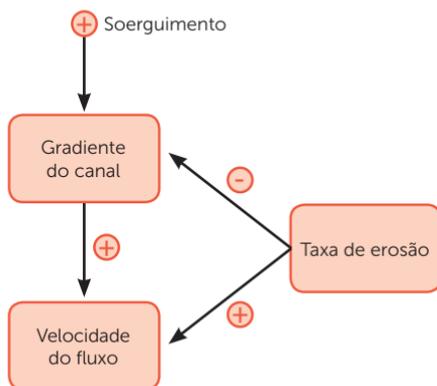
Os sistemas em sequência dispõem de vários subsistemas em cadeia e estão relacionados devido ao fluxo de matéria e energia, ou seja, a saída destes componentes de um subsistema corresponde à entrada para outro subsistema. Para exemplificar, no subsistema vegetação, as águas pluviais podem ser armazenadas pelas folhas e raízes ou sofrerem evapotranspiração pelo subsistema atmosfera.

No que se refere aos sistemas processos-respostas, formados pela combinação dos dois sistemas mencionados anteriormente (morfológicos e em sequência), busca-se compreender as correlações entre as formas e os processos que atuam no relevo. O sistema está inicialmente em equilíbrio e qualquer distúrbio nesse sistema pode promover alterações nas formas geomorfológicas. Desta forma, este sistema precisa se reajustar para entrar novamente em equilíbrio, mas passa a adquirir novas formas.

Segue um exemplo deste tipo de sistema. De acordo com Summerfield (1991), quando um terreno é soerguido, há aumento

no gradiente dos rios que, por sua vez, terão também a velocidade do fluxo de água aumentada, conseqüentemente, os processos erosivos irão se potencializar e com o passar do tempo e a continuidade da erosão, haverá rebaixamento do terreno e redução da declividade dos rios, diminuindo, dessa forma, sua capacidade erosiva. Este processo é denominado retroalimentação negativa, isto é, a estrutura do sistema foi capaz de se ajustar, a fim de minimizar as mudanças externas.

Figura 1.4 | Exemplo de um sistema processo-resposta



Fonte: Summerfield (1991, p. 20).

Os sistemas controlados dizem respeito às alterações do homem nos sistemas processos-respostas. Um canal fluvial quando é submetido à dragagem, por exemplo, sofre mudanças nas suas margens, com o aprofundamento delas e rebaixamento do fluxo hídrico.

Sem medo de errar

O papel da geomorfologia apoiando o planejamento territorial está no desenvolvimento de estudos sobre a dinâmica morfológica, dos processos geomorfológicos e da interpretação da paisagem, além da identificação de possíveis áreas de risco de ocupação. A geomorfologia não pode solucionar o problema de deslizamento de encostas, pois se trata de um fenômeno natural, que é potencializado pela ação humana, mas esta ciência pode realizar estudos de previsões por meio de modelos matemáticos, para

evitar acidentes à população. Marcelo, identificando a dimensão da situação, uma vez que a comunidade já está estruturada ali há tanto tempo, procura atuar na mitigação dos problemas e pensa em construir modelos tridimensionais, por meio dos quais seja possível mostrar às pessoas como se prevenir diante das situações. Para tanto, sugeriu o desenvolvimento de atividades em parceria com a Defesa Civil, para que todos pudessem compreender a necessidade de se evacuar o local quando este órgão assim o solicita. Com isso, é possível construir um sentimento de identidade coletiva e de pertencimento ao local, fortalecendo os vínculos entre as pessoas da comunidade.

Avançando na prática

Sistemas em bacias hidrográficas

Descrição da situação-problema

Camila, ao finalizar seu trabalho de conclusão de curso, decidiu estudar os sistemas geomorfológicos e aplicá-los em uma bacia hidrográfica do seu município. Ela primeiramente identificou que as bacias fazem parte dos sistemas não isolados abertos, ou seja, fazem trocas de matéria e energia com os sistemas adjacentes. No entanto, no momento em que fazia a revisão de literatura da sua pesquisa, ela notou que uma das bacias na qual se localizava a jusante (que se localiza abaixo de sua bacia) possuía qualidade da água ruim, sendo que esta água provinha da bacia que Camila estudava. Diante desta informação, ela precisava entender quais eram as matérias que perpassam no sistema em que estuda para, posteriormente, entender como estas contaminavam as águas da bacia subsequente. Quais seriam, então, as matérias presentes na água que modificavam tal composição?

Resolução da situação-problema

Como já vimos, as bacias hidrográficas fazem trocas de matéria e energia com outros sistemas. Como matéria, estão inclusos os sedimentos, íons dissolvidos na água e detritos. Ela soube, nos estudos disponíveis em sua bacia, que a matéria se referia aos sedimentos que chegavam na água e que, provavelmente, já estavam contaminados,

das áreas urbanas. Logo, Camila identificou os tipos de matérias, ou seja, os sedimentos e, assim, verificou como as trocas destas matérias atuam nos dois sistemas (nas duas bacias hidrográficas).

Faça valer a pena

1. As formas do relevo da Terra são modeladas por processos naturais que se combinam atuando na morfogênese, por meio dos agentes endógenos e exógenos. Os segundos agentes atuam sobre as rochas, modificando as formas do relevo por meio do intemperismo.

A partir do texto apresentado, responda à afirmativa correta relacionada aos agentes exógenos e endógenos.

- a) Os agentes exógenos estão relacionados aos fenômenos de vulcanismo e tectonismo e também a ação da chuva.
- b) Os agentes endógenos contribuem para a atuação do intemperismo físico, no processo de desagregação das rochas.
- c) Os agentes exógenos ou externos podem ser exemplificados pela atuação dos ventos e das temperaturas.
- d) Os processos endógenos são aqueles que atuam no exterior da crosta terrestre, sendo os principais representados pelo vulcanismo e pelo tectonismo.
- e) O tectonismo forma as cadeias montanhosas (orogênese) e este fenômeno pode ser classificado como um processo exógeno.

2. O ciclo hidrológico pode ser compreendido como um fenômeno, no qual há circulação de água no planeta em decorrência das variações de entrada de energia e modificações do estado físico da água. A água chega à atmosfera sob a forma de precipitação. Com a ocorrência das chuvas, parte dela pode sofrer evaporação ou ser interceptada pela vegetação, antes mesmo de atingir a superfície, e a outra parte irá infiltrar até saturar os poros do solo, gerando um escoamento subsuperficial (COELHO NETTO, 1994). Quando a umidade do solo estiver suficientemente elevada, a água irá percolar lateralmente no solo em direção aos rios através do escoamento superficial (DUNNE & LEOPOLD, 1978).

O ciclo hidrológico pode ser identificado como um sistema ambiental, em que diversos subsistemas estão envolvidos. Nesse sentido, assinale a assertiva correta sobre este sistema e suas fases.

- a) No sistema em sequência e subsistema atmosfera, a água pode somente se infiltrar ou escoar, já que os demais fenômenos não cabem para o ciclo hidrológico.
- b) O ciclo hidrológico constitui um sistema isolado aberto.
- c) As fases do ciclo hidrológico podem ser enquadradas em um sistema morfológico.
- d) O subsistema vegetação absorve parte da precipitação, facilita a infiltração de parte da água no solo e auxilia também na evapotranspiração.
- e) A água do subsistema lençol freático somente fica armazenada neste local.

3. A escala auxilia a representação dos fenômenos geomorfológicos e, de acordo com o objetivo do pesquisador, auxilia na compreensão detalhada de como ocorrem os processos e as formas no relevo e no espaço e ao longo do tempo.

Dentre as alternativas apresentadas, assinale a que se refere corretamente à escala geomorfológica.

- a) As formas geomorfológicas podem ser enquadradas como estáticas, em uma escala geológica.
- b) Alguns eventos extremos podem parecer eventos não comuns em uma escala de tempo humana, mas são comuns em uma escala de tempo geológica.
- c) As voçorocas possuem um tempo de formação de milhares de anos.
- d) Em estudos realizados em ravinas necessariamente deve-se recorrer a imagens de satélite para a compreensão dos processos envolvidos.
- e) As formas geomorfológicas não se alteram ao longo do tempo, ou seja, são dinâmicas.

Seção 1.2

Caracterização geomorfológica do relevo

Diálogo aberto

Nesta seção discutiremos algumas questões importantes atreladas à erosão, por isso vamos tratar dos seguintes conteúdos: escoamento superficial, infiltração, armazenamento de água no solo, formas e processos erosivos, dentre outros. Vamos exercitar algumas dessas teorias com a nossa situação-problema?

Você se lembra do Marcelo da seção anterior? Então, vamos continuar a acompanhá-lo em seus desafios como aluno do ensino médio, morador de uma comunidade que está situada em uma área de risco de seu município que também, como você se recorda, foi indevidamente ocupada.

Certo dia foi registrado um grande índice pluviométrico no município. A Defesa Civil foi acionada na comunidade onde Marcelo mora, já que algumas famílias se negavam a deixar suas casas mesmo sujeitas a desabamentos. Inevitavelmente, as pessoas tiveram que sair de seus domicílios e Marcelo escutou a Defesa Civil afirmar que “o solo ainda estava bastante saturado; é necessário que as condições do tempo melhorem para o solo firmar e, assim, avaliar a possibilidade de retorno as suas casas”. Novos questionamentos passam pela cabeça de Marcelo: o que significa a expressão “solo saturado”? De que forma o solo satura? Por que há necessidade do solo se “firmar” para que estas famílias possam estar em segurança?

Não pode faltar

Definições acerca dos processos erosivos

Em suas viagens, você já observou, na paisagem, alguma forma resultante dos processos erosivos? Nesta seção trataremos sobre este assunto.

O conceito de erosão está atrelado ao desgaste das partículas de regolito ou das rochas. Ele favorece o destacamento e transporte

dessas partículas, devido, principalmente, à ação das águas ao escoarem superficialmente. A erosão pode ocorrer por processos naturais, pela ação das atividades humanas e, ainda, iniciar em função das causas naturais e se potencializar pelas as ações antrópicas.



Assimile

Você sabe o que é regolito? Já ouviu, alguma vez, essa palavra, no curso de Geografia? Pode-se compreender o regolito como o conjunto do material superficial originado da rocha matriz que sofreu o intemperismo físico e químico.

Quando o intemperismo atua naturalmente no ambiente, este é considerado em estado de equilíbrio. À medida que ações humanas perturbam e alteram as condições iniciais, o sistema é modificado e isso causa sérios danos, sobretudo em áreas urbanas, onde a maior parte da população está concentrada. Logo, esta mesma população sofre com as consequências frente às respostas dos processos naturais.

Entre os fatores que contribuem para a ocorrência dos processos erosivos se destacam o uso do solo em áreas nas quais a cobertura vegetal foi retirada ou é restrita, a declividade de encostas, os fatores geológicos e climáticos.

Com relação à litologia, entende-se que existem rochas que são mais ou menos resistentes à erodibilidade, sendo que o mesmo processo pode operar diferentemente frente à resistência do material. Como resultado disto, o relevo vai apresentando uma superfície irregular, aflorando, dessa forma, as camadas mais resistentes aos processos erosivos.

A declividade da encosta pode também favorecer a ocorrência da erosão, em função da velocidade da queda do fluxo d'água, assim, quanto maior é a velocidade, maior será o destacamento das partículas.

O clima está também entre os fatores que participam do controle dos processos erosivos. Os elementos climáticos, como temperatura, precipitação e vento atuam no enfraquecimento das rochas, embora operem com grande variabilidade em escala espacial. Por exemplo: a incidência dos raios solares é variável conforme a latitude e produz formas erosivas distintas. As chuvas

contribuem para a alteração do relevo, pois tendem a infiltrar no solo e quando este se apresenta encharcado, a água passa a escoar superficialmente, favorecendo a remoção e o transporte das rochas.

Com relação à cobertura vegetal, esta restringe a atuação do escoamento superficial, evitando o desgaste do solo, e opera como uma barreira física no transporte de partículas, impedindo o assoreamento e a alteração da qualidade das águas superficiais. Os resultados físico-químicos na água diferem em bacias hidrográficas florestadas ou descobertas, pois os sedimentos provindos ou não das encostas interferem nas condições em que a água se apresenta.

Dependendo do tipo e da densidade da cobertura vegetal, há redução do impacto da velocidade dos ventos, minimizando a erosão eólica e a proteção do solo contra a ação direta das chuvas.

Apesar de todos esses aspectos positivos ligados à vegetação, é preciso destacar que nem todas as espécies favorecem a redução da erosão, pois nem todas se fixam profundamente no solo.



Exemplificando

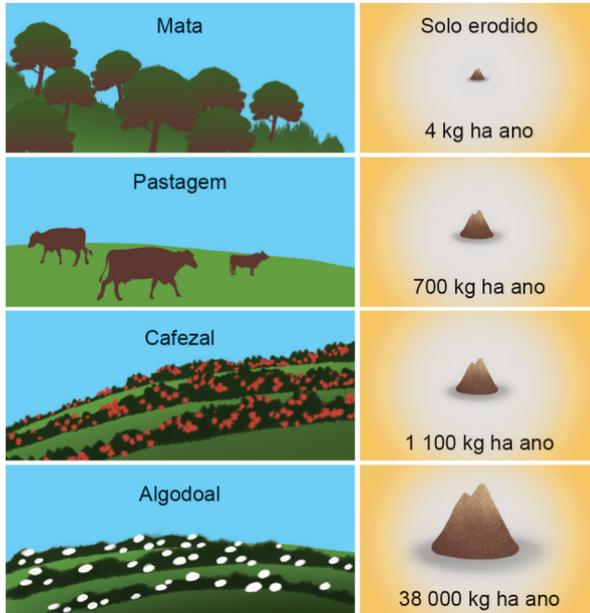
Os sistemas radiculares das plantas nem sempre impedem a ocorrência da erosão, existem algumas raízes que propiciam o desenvolvimento dos processos erosivos, pois não conseguem se fixar no solo. A bananeira, por exemplo, possui seu sistema radicular próximo à superfície do solo contribuindo, desta forma, para os deslizamentos de terra.

As atividades humanas podem permitir a redução na erodibilidade, como o uso de contenção de encostas, que inibem os movimentos de terra. O contrário também é verdadeiro: as atividades humanas podem potencializar a erosão, como é o caso da ocupação de comunidades em vertentes montanhosas.

O desmatamento, por exemplo, causa alterações nos sistemas ambientais. Imagine que o solo em um determinado terreno é florestado e as suas taxas de infiltração de água e erosão estão em equilíbrio. No entanto, este local ao sofrer modificações, devido à retirada da cobertura vegetal, terá suas condições de equilíbrio iniciais rompidas e a quantidade da água que escoar aumentará, favorecendo a erosão e tornando o solo cada vez mais fino. A Figura 1.4 representa os diferentes tipos de uso do solo: mata, pastagem,

cafezal e algodão. Percebe-se que a quantidade de solo erodido da mata é muito menor em comparação ao espaço com plantação de algodão, pois o terreno fica mais desprotegido, promovendo desta forma, maior ação erosiva.

Figura 1.5 | Imagem das diferentes quantidades de solo erosivo frente aos diferentes tipos de uso do solo



Fonte: Lepsh apud Sene e Moreira (2012, p. 112).

Formas erosivas

Aqui retrataremos algumas das formas erosivas resultantes dos processos mencionados anteriormente.

Quando o clima controla a erosão, encontramos, dentre as formas erosivas resultantes, a presença de *inselbergs*, como se observa no semiárido nordestino. Ele se caracteriza por ser um relevo residual, sendo o resultado dos materiais mais resistentes que restaram diante das ações erosivas (Figura 1.6). O mesmo ocorre com o relevo do tipo tabuliforme, que se refere às formas geomorfológicas que apresentam uma sequência de camadas dispostas horizontalmente ou sub-horizontalmente, correspondendo ao resultado da resistência litológica (Figura 1.7).

Figura 1.6 | *Inselberg* resultante dos processos erosivos em Quixadá – CE



Fonte: <<https://goo.gl/F28Dp5>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

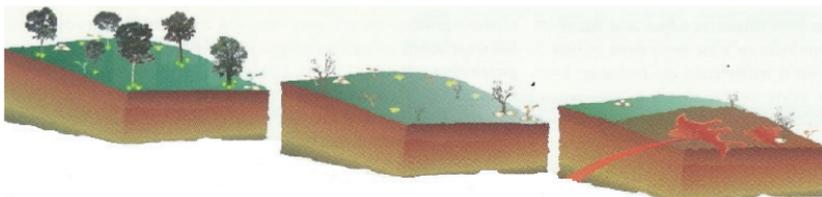
Figura 1.7 | Relevo tabuliforme com as camadas litológicas mais resistentes sobrepostas



Fonte: Huggett (2007, p. 121).

Em relação à erosão decorrente das atividades antrópicas e ligadas ao desmatamento, os processos erosivos podem atingir sua intensidade máxima e fazer com que no futuro o solo desapareça completamente (Figura 1.8).

Figura 1.8 | Erosão provocada no solo desprotegido



Fonte: Lepsch (2002, p. 185).

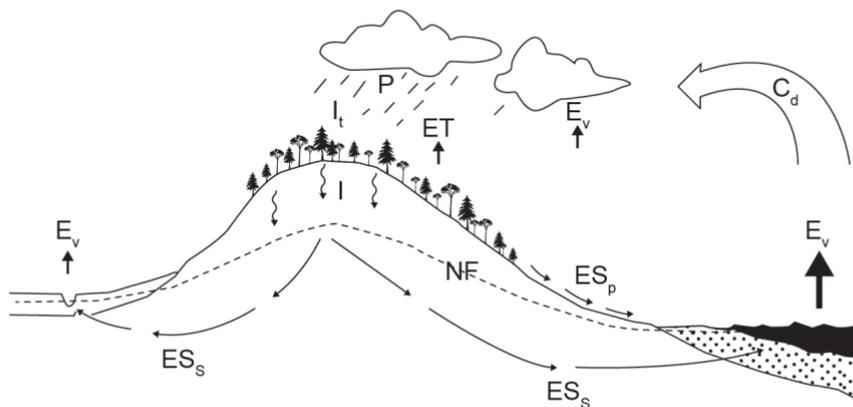
Escoamento superficial e subsuperficial, *piping* e *splash*.

No momento da precipitação, a água pode tomar três caminhos: ficar armazenada dentro dos poros ou também chamados de vazios do solo; escoar superficialmente; ou até mesmo formar um fluxo subsuperficial. Você sabe quando cada um desses processos ocorre?

Inicialmente, a água entra e circula pelo solo através da infiltração. Durante a precipitação, vai se formando um fluxo subsuperficial que escoar lateralmente sobre os horizontes de solos que possuem baixa permeabilidade formando um canal hídrico temporário. Quando a chuva cessa, este fluxo também termina.

A partir da ação contínua da infiltração no solo, os poros ficam completamente preenchidos por água até atingirem um ponto de saturação. Desta forma, o solo não consegue mais absorver a água e esta passa a escoar superficialmente. Portanto, o escoamento superficial vai ocorrer quando a intensidade da chuva for superior à capacidade de infiltração no solo. A Figura 1.9 apresenta os processos descritos anteriormente.

Figura 1.9 | Representação dos processos de infiltração, escoamento superficial e subsuperficial.

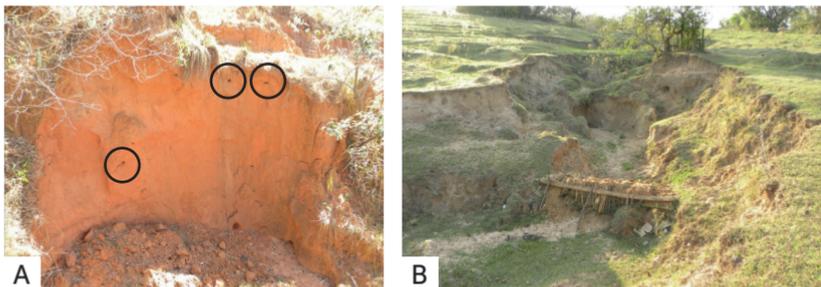


Fonte: Coelho Netto (2015, p. 97). Sendo E_v : evaporação, ET : evapotranspiração, C_d : condensação, P : precipitação, I_t : interceptação pela vegetação, I : infiltração, ES_s : escoamento superficial, ES_p : escoamento subsuperficial, Nf : nível freático.

O *piping* corresponde a dutos ou tubos que podem ser formados pelo fluxo subsuperficial, dos quais há remoção e transporte de sedimentos pela erosão. A partir da continuidade destas remoções, os diâmetros destes tubos se tornam maiores e o solo que está sobreposto pode solapar (cair).

O colapso da parte superior destes túneis associado ao surgimento do escoamento superficial e, ainda, aos movimentos de massa promovem a formação de voçorocas. De acordo com o IBGE (2004), a voçoroca constitui uma escavação no solo, que pode ser mais ou menos profunda. Sua origem está atrelada à erosão superficial (a partir do escoamento superficial da água que vai erodindo as camadas do solo) ou subsuperficial, ou a ação combinada dos dois tipos. A Figura 1.10(A) representa o processo de *piping*, conforme observado nos círculos em amarelo, já a Figura 1.10B constitui a presença de voçoroca no solo.

Figura 1.10 | A imagem A se refere ao processo de *piping* e a B representa a voçoroca



Fonte: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3291530/mod_resource/content/1/Aula%205.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

O efeito *splash* ou também chamado de erosão por salpicamento corresponde ao impacto da velocidade da gota de chuva no solo e na rocha, provocando a remoção das partículas do solo, que são transportadas pelo fluxo de água na superfície. Este tipo de erosão ocorre onde o solo é desprotegido pela vegetação.

No momento em que se inicia a precipitação, este efeito adquire maior intensidade e à medida que vai se formando um fluxo de água que escoar sobre o solo, o *splash* tende a reduzir, até entrar em estado de equilíbrio.

O problema relacionado ao salpicamento no solo é que ao quebrar os seus agregados, há formação de crostas, que, por sua vez, dificultam a infiltração e aumentam o escoamento superficial. Desta forma, os processos erosivos serão potencializados e novos serão inicializados.



Refleta

Você acredita que as voçorocas somente se formam a partir da queda do teto do *piping* e em seguida o desenvolvimento da erosão? Muitos autores divergem sobre a formação das voçorocas. Pense sobre outra forma de se explicar a sua formação. Como é que isso poderia ocorrer? Para entender um pouco mais sobre este assunto leia o artigo de Carvalho et al. (2001) que trata sobre as outras formas de voçorocamento.

Infiltração, armazenamento e geração de *runoff*

Como tratamos no tópico anterior, a infiltração é o processo de entrada da água no solo. Este é composto por diversas partículas, composições mineralógicas e espaços vazios, denominados poros, que podem ser preenchidos por água. A partir da infiltração há aumento da umidade do solo.

O que determina a capacidade de infiltração no solo, ou seja, a quantidade de água que ele pode absorver? A estrutura das partículas permite que haja grande número de poros, favorecendo o movimento da água em vários sentidos no solo; ao contrário, outras estruturas permitem que a água tome apenas um sentido (COELHO NETTO, 2015).

A quantidade de matéria orgânica também pode ser considerada um fator, pois a cobertura vegetal favorece o aumento da infiltração. A atividade da fauna e flora – por meio da escavação e das raízes, respectivamente – produz macroporos no solo.

Um dos fatores principais que regula o armazenamento de água no solo é a força capilar, que pode ser definida como a tensão que ocorre nas paredes dos tubos capilares e, diante da presença de líquidos, será direcionada para cima. Desta forma, a água fica retida no solo exercendo grande força que se mantém mesmo sob a ação da gravidade, todavia é um tipo de armazenamento do qual as raízes das plantas são capazes de extrair a água.

A estocagem de água no solo depende de alguns fatores, como a textura, a estrutura e matéria orgânica, como comentado anteriormente. Os solos arenosos que contêm a presença de mais macroporos e baixa quantidade de matéria orgânica possuem menor capacidade de retenção de água e permitem a drenagem livre da água, ao contrário dos argilosos e ricos em húmus, que possuem um potencial maior de armazenamento.

O *runoff* é também chamado de escoamento superficial do tipo hortoniano. Sua ocorrência se dá quando a intensidade da chuva excede a taxa de infiltração, em áreas que a superfície do solo está úmida ou é pouco permeável. Nesse sentido, ao se acumular água na superfície, pequenas depressões contendo este fluxo serão geradas e quando a capacidade destas depressões se saturarem, o *runoff* se iniciará.



O vídeo “Como fazer um simulador de erosão” disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=fgkQg4Hm0JA>>. Acesso em: 10 nov. 2017, retrata a perda do solo. Assim, o futuro professor de Geografia pode aprender estas técnicas para aplicá-las em sala de aula. O vídeo ensina a confeccionar este simulador, o qual, por sua vez, consiste em uma importante ferramenta didática para o ensino sobre a conservação do solo.

Sem medo de errar

Marcelo, aluno do ensino médio, é morador de uma comunidade que sempre à época das chuvas sofre os efeitos de anos de ocupações indevidas. Normalmente, quando a situação está muito complicada em alguns locais da comunidade, os moradores precisam deixar suas casas e isso costuma ser problemático, pois esses moradores são avisados com pouca antecedência, o que dificulta a organização da saída de casa.

Assim, é importante mostrar o grau de saturação do solo para os moradores, ou seja, eles precisam saber que, quanto este está saturado, é porque houve uma grande quantidade de água proveniente da precipitação infiltrada no solo, preenchendo os poros existentes até atingir o seu limite de absorção. Por isso, o solo se satura e a água passa a escoar superficialmente.

O solo não encharcado ou não saturado é mais firme e por isso as pessoas estão mais seguras quando ele se encontra desta forma e podem retornar para suas residências.

Para auxiliar seus vizinhos nessa questão, Marcelo criou um aplicativo por meio do qual os moradores, ao perceberem o aumento do grau de saturação do solo, podem disparar avisos e, assim, com muitas pessoas compartilhando muitas informações, as medidas preventivas seriam muito mais efetivas. Tal aplicativo tinha uma base de dados integrada aos sistemas da Defesa Civil.

Paralelo a esse trabalho, Marcelo e seus amigos desenvolveram um sistema no aplicativo por meio do qual os moradores pudessem divulgar boas práticas, como plantio de vegetação em áreas já muito degradadas e assim, contribuir como um agente de transformação em sua comunidade.

Trabalho de campo em geomorfologia

Descrição da situação-problema

Sebastião, aluno de graduação do curso de Geografia, foi a um trabalho de campo com sua turma sob orientação de seu professor. O aluno, previamente, havia estudado as formas erosivas e já em campo, percebeu que nas camadas superiores da voçoroca existiam diversos orifícios. Sebastião, então, questionou o professor o que eram aqueles orifícios, pois acreditava que eram apenas superficiais e desenvolvidos pela escavação da fauna. O professor respondeu que tais orifícios não eram provenientes da escavação. Neste sentido, ele questiona o aluno, por que os orifícios escavados pela fauna não eram condizentes com aqueles que normalmente se associam aos processos de formação da voçoroca.

Resolução da situação-problema

As formas visualizadas não correspondem apenas às formas superficiais ou mesmo desenvolvidas pela escavação da fauna, elas correspondem ao *piping*, que são desenvolvidas pelo escoamento subsuperficial, no momento da precipitação. Com o intenso arraste de material, as paredes do túnel ou duto serão cada vez mais erodidos, aumentando seu diâmetro e apresentando os orifícios na superfície.

Quando a fauna escava não necessariamente produz dutos com diâmetros maiores nem mesmo caminhos retilíneos.

Faça valer a pena

1. Leia o fragmento de texto que segue:

O processo de colonização do estado do Espírito Santo muito contribuiu para a quase extinção das matas nativas que aqui existiam. No processo de ocupação, foram nítidas as alterações ocasionadas ao meio ambiente, inicialmente com a retirada sistemática da vegetação nativa, para dar lugar aos plantios de café, que quando se tornavam improdutivos, devido a práticas agrícolas inadequadas, eram abandonados para criar áreas de pastagens e desmatava-se então uma nova área para o plantio do café [...]

Fonte: DOMINGOS, J. L. Estimativa de perda de solo por erosão hídrica em uma bacia hidrográfica. Monografia de graduação: Universidade Federal do Espírito Santo, 2006, p. 10.

A partir da leitura do texto, assinale a alternativa correta sobre os fatores erosivos:

- a) A erosão apresentada é referente somente aos fatores climáticos.
- b) Os fatores erosivos aqui apresentados referem-se à litologia e à declividade da encosta.
- c) Trata-se das mudanças do uso do solo e retirada da cobertura vegetal, deixando o terreno desprotegido.
- d) Os processos erosivos são acionados pela ação do homem, mas as rochas, nesse caso, são bastante resistentes.
- e) A retirada da cobertura vegetal não possui relação com a atuação erosiva.

2. O efeito *splash* ou erosão por salpicamento é um movimento rápido das gotas de chuva no solo, aparentemente simples, porém promove a ruptura dos agregados do solo, quando os mesmos são atingidos por elas. Desta forma, seus efeitos podem trazer maiores consequências no solo, como a potencialização da erosão.

Diante do texto apresentado, escolha a alternativa que trata corretamente do efeito *splash* no solo.

- a) O estado de equilíbrio pode ser atingido pelo *splash*, a partir da formação da lâmina d'água provinda da precipitação, que passa a proteger o solo.
- b) O efeito *splash* corresponde ao impacto da velocidade da gota de chuva no solo e na rocha, no entanto, não promove a remoção e o transporte das partículas do solo.
- c) A formação de crostas não impede a infiltração da água.

- d) As consequências deste efeito são a infiltração e o escoamento superficial.
- e) Este tipo de erosão ocorre também em áreas florestadas, nas quais o gotejamento é reduzido pela presença das folhas.

3. O processo de infiltração pode ser entendido como a entrada e a circulação da água no solo. Desta forma, diversos fatores contribuem para que a infiltração e o armazenamento de água no solo ocorram, como o tamanho e a estrutura das partículas.

Assinale a alternativa que retrata corretamente os processos de infiltração e armazenamento de água no solo.

- a) Solos arenosos possuem maior capacidade de retenção de água devido aos seus macroporos.
- b) Solos argilosos contêm microporos e por isso retêm menos água do que os solos arenosos.
- c) A cobertura vegetal favorece o aumento do escoamento superficial.
- d) A tensão capilar é uma força que retém a água no solo, nem mesmo as raízes das plantas são capazes de absorvê-la.
- e) Os solos arenosos possuem mais macroporos e aqueles que apresentam baixa quantidade de matéria orgânica possuem menor capacidade de retenção de água.

Seção 1.3

Geomorfologia estrutural

Diálogo aberto

Com certeza, você se lembra do Marcelo, nosso estudante do ensino médio e morador de uma comunidade que, a partir do conteúdo de suas aulas de Geografia, notou que poderia intervir em sua realidade por meio da criação de um aplicativo que pudesse se mostrar como uma ferramenta para prevenção e mitigação de problemas, como os deslizamentos, por exemplo. Após a criação do aplicativo e a sua ampla utilização pela comunidade, ele viu que esta foi uma ação muito positiva no local. Dessa maneira, ele decidiu ser um líder comunitário e procurou entender melhor o processo de deslizamento de terras. Ele lembrou da informação divulgada pela Defesa Civil, no dia em que a comunidade foi visitada, em que foi explicado que o relevo sob o qual a comunidade está estabelecida é controlado por falhas. Marcelo acredita que esta informação também é importante para o entendimento da ocorrência do deslizamento de terras e quer compartilhar essa informação com seus vizinhos, amigos e com todos os moradores da comunidade. De que forma ele poderia demonstrar para a comunidade que é um relevo controlado por falhas? Marcelo precisa buscar meios, materiais e recursos que tornem esse processo bastante significativo e dinâmico para todos. Ele sabe que é somente assim que a comunidade se apropriará desses conhecimentos e assim, juntamente com a utilização do aplicativo, efetivamente se propõe a tomar as providências necessárias quando solicitadas pela Defesa Civil. Vamos acompanhá-lo e verificar como ele irá proceder nessa situação.

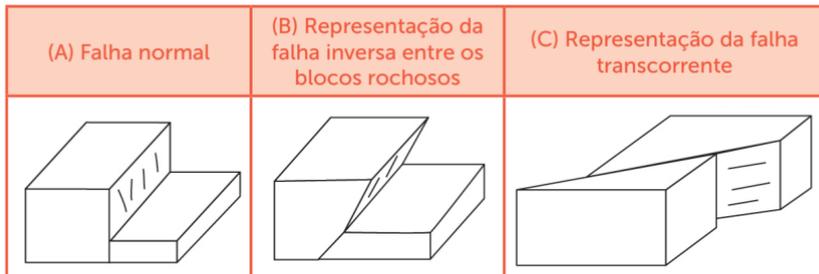
Relevo controlado por falhas – normais e inversas

Como já foi retratado anteriormente, as falhas são oriundas dos movimentos internos ou endógenos da crosta terrestre. Estas resultam das deformações ou rupturas das rochas da crosta juntamente com o deslocamento de um bloco rochoso contra o outro. A ocorrência do falhamento está atrelada às rochas que possuem um limite de plasticidade e quando este limite é atingido, elas tendem a quebrar ou fraturar-se, como é o caso das rochas cristalinas que têm como constituintes granitos, gnaisses e xistos. Outro conceito importante no nosso estudo é o de plano de falha, definido como a superfície resultante do movimento entre os blocos, em que ocorreram intensos esforços.

Existem três tipos principais de falhas: as normais, as reversas ou inversas e as transcorrentes. Nas falhas normais, a capa (bloco que está situado acima do plano de falha) move-se para baixo, isto é, o deslocamento é no sentido vertical. Desta forma, há o mergulho do plano de falha, que se torna muito inclinado. Este tipo de falha é muito importante na formação e evolução das bacias sedimentares, de acordo com a Figura 1.11(A) Já na falha inversa ou reversa a capa tende-se a se mover para cima, conforme Figura 1.11(B).

Já as falhas transcorrentes apresentam o deslocamento horizontal e estão associadas aos limites das placas tectônicas (Figura 1.11(C)). Um exemplo no relevo da atuação deste tipo de placa é a Placa de San Andreas, localizada na Califórnia, EUA.

Figura 1.11 | Os três tipos principais de falhas



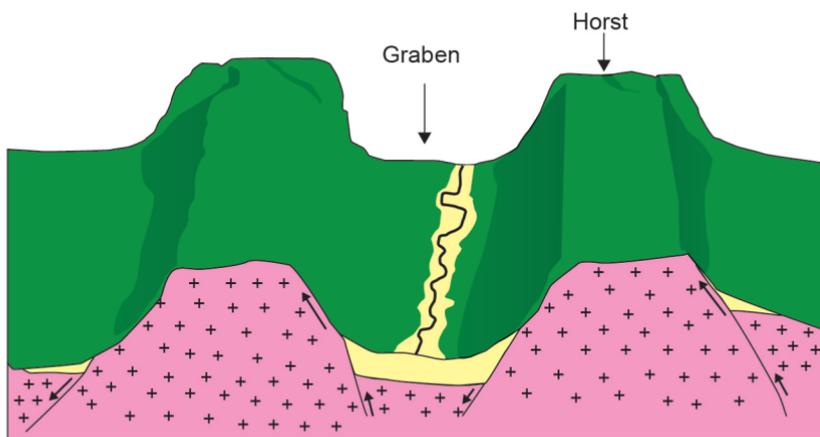
Fonte: Penteado (1983, p. 55).



Conforme retratado, quando a rocha atinge seu limite de plasticidade ela tende a fraturar, gerando rupturas ou fendas e favorecendo a ocorrência de deslizamentos de blocos. Dessa forma, terrenos controlados por falhas estão susceptíveis a estes movimentos de blocos de rochas.

Em relação à geomorfologia, as falhas normais podem gerar algumas formas no relevo, como os *Grabens*, que correspondem às depressões estruturais alongadas, ladeados por dois paredões, em que ocorre o movimento do bloco para baixo. Ocasionalmente também por falhamentos, os *Horst* correspondem à elevação do bloco, originando uma forma topográfica em relação às áreas vizinhas. Estas morfologias podem ser observadas na Figura 1.12.

Figura 1.12 | *Graben* e *Horst* associado às falhas normais



Fonte: Jatobá e Lins (2001, p.31).

Outra forma no relevo que pode ser produzida a partir dos falhamentos é a escarpa de falhas, que pode ser visualizada na Figura 1.13. Estas resultam de movimentos verticais, em que um bloco se ergue e o outro se abate, apresentando uma forma geomorfológica alongada, um exemplo é a Serra dos Órgãos.

Figura 1.13 | Representação da escarpa de falhas



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Serra_do_Mar>. Acesso em: 13 nov. 2017.

Relevos tabuliformes, relevos cuestiformes, relevo do tipo *hog-back*, relevo dômico

Relevos tabuliformes

De acordo com Cassetti (2005), o relevo tabuliforme é aquele que possui camadas sedimentares horizontais e sub-horizontais, que embora modelado direta e indiretamente pelo clima, reflete sua estrutura geológica. Caracteriza-se ainda pela presença de sequências horizontais sedimentares horizontalizadas (conforme Figura 1.14.).

Figura 1.14 | Relevo tabuliforme localizado na Chapada da Diamantina, BA



Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Chapada_diamantina.jpg>. Acesso em: 13 out. 2017.

Este tipo de relevo tem sua formação a partir das modificações climáticas, cujas variações esculpem as paisagens. A princípio, ocorreu o entalhamento do talvegue (é a linha que se forma pela interseção das superfícies que produzem as vertentes em um vale, sendo o talvegue o local mais profundo) junto da atuação do intemperismo químico, em razão do clima úmido. Em condições de clima seco, a ação do intemperismo físico é predominante e o processo mais atuante é o recuo paralelo das vertentes (CASSETTI, 2005).



Exemplificando

Você sabe o que é o recuo paralelo das vertentes? Esse processo atua no desgaste lateral das vertentes. Como exemplo, temos a imagem seguinte, que mostra a forma como a erosão atua no relevo, em regiões de clima seco.

Figura 1.15 | Forma como a erosão atua no relevo em regiões de clima seco



Fonte: adaptado de Cassetti (2005).

Relevo cuestiformes

O relevo de *cuestas* (Figura 1.16) se apresenta como mesa inclinada, que está relacionada às estruturas sedimentares e, ainda, não possui simetria devido às diferenças nas camadas geológicas, com variações em suas resistências litológicas. A inclinação das camadas ocorre em apenas um único sentido, ou seja, é monoclinal.

Este relevo é constituído pelo *Front* que possui rochas mais resistentes e região de maior elevação e pelo reverso, que se caracteriza por ter menor inclinação.

Figura 1.16 | Representação do relevo de *cuestas*



Fonte: <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/cuesta.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

Relevo do tipo *hog-back*

De acordo com Cassetti (2005), os *hog-backs* (Figura 1.17) apresentam formas que se assemelham às *cuestas*, no entanto na sua inclinação monoclinal os mergulhos das camadas são superiores a 30°. Estes mergulhos por serem tão elevados estão associados a fenômenos tectônicos, como dobramentos e falhamentos por exemplo.

Figura 1.17 | Relevo do tipo *hog-back*

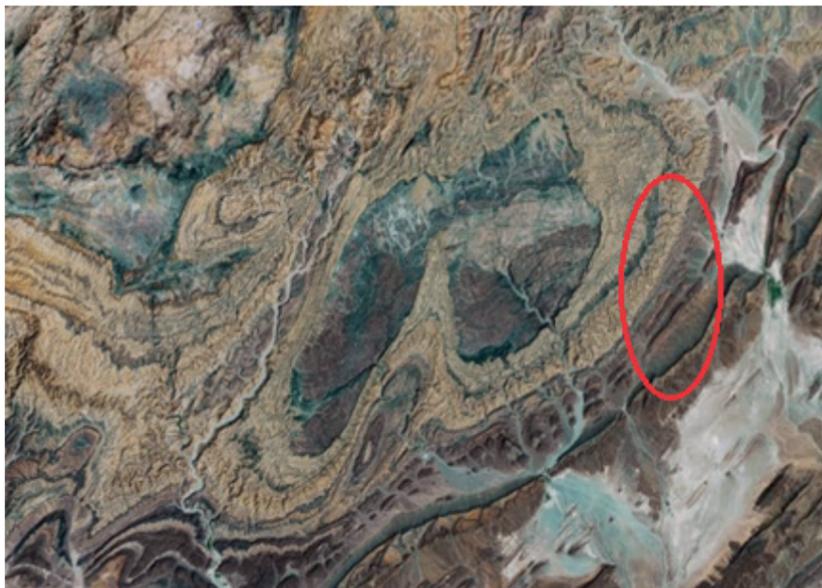


Fonte: <<http://coloradomtn.edu/gc/grand-hogback/>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

Relevo dômico

Conforme Penteadó (1983), o relevo dômico – Figura 1.18 – é formado a partir do arqueamento convexo dos estratos sedimentares, que irão originar zonas circulares que variam de 100 a 300 km. Tais arqueamentos são produzidos pelas atividades intrusivas (fenômenos magmáticos).

Figura 1.18 | Estruturas arqueadas em formato circular



Fonte: <https://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/structure/google_earth_mapping_locations.html>. Acesso em: 13 nov. 2017.

Terrenos cratônicos, cadeias de montanhas orogênicas, bacias sedimentares deformadas e pouco deformadas e área de sedimentação moderna

Terrenos cratônicos

Os terrenos cratônicos são muito antigos, datados do período Pré-cambriano e estáveis geologicamente. As estruturas cratônicas são compostas predominantemente de rochas graníticas desgastadas e possuem baixa altitude devido ao intenso processo de erosão atuante.

Os crátons podem ser subdivididos em duas formas: escudos cristalinos e embasamento cristalino. Os primeiros ocorrem a partir da exposição do cráton aos agentes de erosão. Já o segundo ocorre quando estes são recobertos por rochas sedimentares.

Cadeias de montanhas orogênicas

Segundo Ross (1996), as cadeias orogênicas constituem os terrenos mais elevados da superfície, apresentando grande

complexidade geológica e em relação a sua estrutura, em razão dos processos endógenos ocorridos (vulcanismos, dobramentos e falhamentos, entre outros). Dentre os exemplos de cadeias orogênicas encontram-se os Andes localizado na América do Sul, os Alpes na Europa e o Himalaia na Ásia. Ao contrário dos terrenos cratônicos, apresentam alta instabilidade no terreno, com forte atuação tectônica.



Reflita

O Brasil é um país que costuma ser reconhecido pelo fato de não apresentar atividade vulcânica ativa. Isso quer dizer que não há vulcões em atividade atualmente no Brasil. Contudo, no que hoje se constitui nosso território, em um passado distante, já houve vulcanismo. É interessante mostrar aos seus futuros alunos como os movimentos tectônicos são intensos e dinâmicos ao longo do tempo geológico.

Bacias sedimentares deformadas e pouco deformadas e área de sedimentação moderna

O conceito de bacia sedimentar está atrelado às áreas deprimidas que são preenchidas por sedimentos e materiais provindos dos locais adjacentes originados pela subsidência de uma placa tectônica. Conforme Cassetti (2005), as sequências de sedimentos em camadas que vão se formando possuem mergulhos que acompanham o substrato cristalino.

Segundo Ab'Saber (1975), as bacias sedimentares pouco deformadas ou também chamadas de intracratônicas estão situadas no interior dos crátons e representam as áreas mais estáveis da crosta, uma vez que sua formação está atrelada ao pré-cambriano. Podem ser representadas pelos planaltos sedimentares e tabuliformes. Já as deformadas são produzidas nas áreas de convergência entre as placas tectônicas, sofreram as deformações em decorrência de dobramentos e falhamentos e são transformadas em cordilheiras ou arcos insulares.

As áreas de sedimentação moderna ou em processo de sedimentação se referem às terras baixas, como as planícies continentais, tabulares e baixos platôs (AB'SABER, 1975).

Relevo em áreas cristalinas

As rochas cristalinas são representadas pelos granitos e gnaisses. Uma das características associadas a tais rochas é que elas possuem baixo grau de permeabilidade, porém apresentam fraturas (geradas por processos tectônicos), que contribuem para a atuação do intemperismo químico.

Os elementos morfoclimáticos irão controlar a convexidade ou arredondamento das formas do relevo. O granito e a gnaise, por exemplo, sob a atuação de clima quente e úmido, originam os mares de morros como morfologia.

Conforme Cassetti (2005), devido aos processos epirogênicos e somados à resistência litológica das rochas supracitadas, outra forma pode ser observada no relevo, associada aos climas quentes e úmidos, como é o caso dos pães de açúcar, que se caracterizam por serem maciços *inselbergs* em vertentes íngremes. Já em climas temperados, em função da reduzida capacidade de transporte do sistema fluvial, o material vai se acumulando na base da vertente produzindo morfologias convexo-côncavas.



Pesquise mais

O livro do autor Aziz Ab'Saber denominado Os domínios de natureza do Brasil retrata profundamente o relevo em estruturas cristalinas, principalmente sobre o domínio dos mares de morros. Leia mais sobre este assunto. O capítulo referente a este tema está nas páginas 45 a 65. Bons estudos!

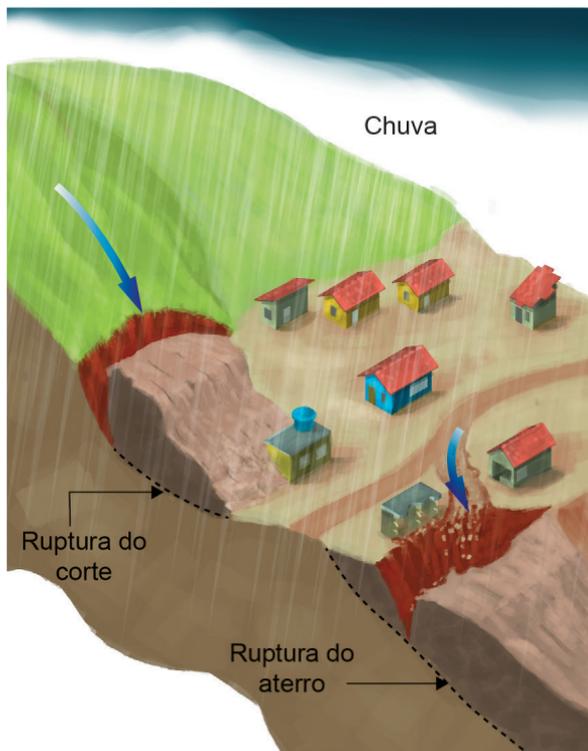
Sem medo de errar

Ao longo desta unidade, acompanhamos Marcelo, estudante do ensino médio, que mora em uma área cujo relevo é controlado por falhas. Sempre muito atuante em sua realidade, Marcelo já criou um aplicativo para que os moradores compartilhem informações e assim consigam se prevenir melhor em relação aos deslizamentos de terra, por exemplo. Ainda nesse sentido, Marcelo precisa encontrar formas de mostrar à população que o controle estrutural diz respeito à própria estrutura de formação geológica presente no terreno.

Um terreno controlado por falhas é mais instável e proporciona o desprendimento de blocos de rochas maciços com maior facilidade e, assim, caem sob a ação da força da gravidade. Assim, para convencer a população a deixar suas casas no momento em que a Defesa Civil solicitar, Marcelo decidiu construir uma maquete. Nesta representação, ele demonstrará as falhas nas rochas estruturais e as casas que estão erguidas neste terreno.

Para tanto, Marcelo se baseou no modelo apresentado no vídeo desenvolvido pela UFRJ (Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=w2JUrJWPI-A>>. Acesso em: 13 nov. 2017) e na cartilha também desenvolvida pela mesma universidade. (Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LSZwQpmFu7Y>>. Acesso em: 13 nov. 2017). A partir da visualização do relevo falhado, o entendimento sobre este processo será facilitado e assim, ele construiu um modelo semelhante ao proposto por IPT (1991) apud Cassetti (2005):

Figura 1.19 | Processos erosivos decorrentes de ocupação de encostas



Fonte: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap4/>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

Relevos brasileiros

Descrição da situação-problema

No Brasil, existem diversas formas de relevo que são constituídas por processos geológicos e tectônicos. A Chapada da Diamantina, localizada no estado da Bahia, possui um relevo, que é destacado inclusive por Aziz Ab'Saber (grande geógrafo brasileiro que desenvolveu incursões de campo para conhecer um pouco mais sobre os domínios morfoclimáticos no país). Uma empresa de engenharia voltada para o turismo deseja construir um resort dentro desta área da chapada. No entanto, este empreendimento tem gerado grandes discussões por parte da sociedade, pois o local é de preservação, mas a empresa insiste em levar este empreendimento adiante.

Desta forma, uma ONG ambiental se organizou e pensou em uma forma de mostrar para a empresa a importância da preservação da Chapada da Diamantina na região, na tentativa de parar as ações na área. Para tal, promoveu a "Semana da Conscientização", evento aberto a toda a população, no qual pretendem expor informações sobre a importância de se preservar a chapada, assim como o relevo da região. Foi elencado um dia específico para tratar somente das informações referentes ao relevo e a ONG está pensando em que tipo de recurso tecnológico poderia utilizar para demonstrar o relevo visualmente da região. Desta maneira, qual seria o mais adequado para a situação?

Resolução da situação-problema

Na tentativa de demonstrar o tipo de forma mais significativa para a população, a ONG decidiu inserir algumas imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Maps, com foco principalmente no relevo tabulariforme, cujas formas em camadas sedimentares horizontais e sub-horizontais são modeladas pelo clima. Seu processo de formação está atrelado ao entalhamento do talvegue, juntamente com a atuação do intemperismo químico, sob a ação do clima úmido. Já em períodos mais secos, a atuação do intemperismo

físico foi predominante, concomitante com o processo de recuo paralelo das vertentes.

Desta forma, a empresa abriu a página do Google Maps e inseriu como busca o local da Chapada da Diamantina. Logo em seguida, selecionou o ícone "Satélite", e foram disponibilizadas as imagens de satélite, assim como parte da imagem em que se trata do relevo tabuliforme. Em seguida, esta imagem foi inserida em um *banner* para que as pessoas percebessem visualmente a importância do relevo que foi modelado, conforme Figura 1.20.

Figura 1.20 | Relevo tabuliforme representado na imagem de satélite



Fonte: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

Faça valer a pena

1. Considere uma forma de relevo que possui como características camadas litológicas diferenciadas, porém que apresentam resistência ao intemperismo. Sua morfogênese mostra de um lado uma escarpa abrupta e de outro, um relevo mais suave. A inclinação das camadas é chamada monoclinial.

Sobre o relevo apresentado, assinale a alternativa correta que se refere a seu tipo.

- a) Relevo tabuliforme.
- b) Bacia sedimentar.

- c) Relevo do tipo *hog-back*.
- d) Relevo de *cuestas*.
- e) Relevo dômico.

2. As falhas são formadas a partir de movimentos internos da crosta terrestre que, por sua vez, deformam as rochas e causam o deslocamento de blocos. Nesse sentido, as rochas categorizadas como cristalinas tendem a se fraturar, gerando três tipos de falhas: as normais, as reversas ou inversas e as transcorrentes.

O texto retrata o falhamento ocorrido nas rochas. Entre as afirmativas seguintes assinale a que diz respeito aos tipos de falhas.

- a) Na falha inversa, o bloco que está situado acima do plano de falha move-se para baixo.
- b) Nas falhas transcorrentes, ocorre o mergulho do plano de falha, gerando inclinação.
- c) O movimento das falhas transcorrentes está associado aos limites das placas tectônicas.
- d) Um exemplo, no relevo, da atuação das falhas normais é a Placa de San Andreas.
- e) Nas falhas normais, o bloco que está situado acima do plano de falha move-se para cima,

3. Sabe-se que as rochas cristalinas possuem baixo grau de permeabilidade e os elementos morfoclimáticos controlam as formas convexas ou arredondadas dos relevos desenvolvidos por estes tipos rochosos.

Com relação ao relevo gerado pelas rochas cristalinas, assinale a alternativa correta:

- a) Estas rochas foram geradas exclusivamente por processos exógenos.
- b) Em clima úmido e quente, a atuação do intemperismo físico é predominante nestas rochas.
- c) Podem gerar como forma, a partir do intemperismo físico, os mares de morros.
- d) Não possuem resistência ao intemperismo, assim, quase não são mais presentes.
- e) Uma das rochas que representa a estrutura cristalina é o gnaisse.

Referências

- AB´SÁBER, A. N. **Formas do relevo**. São Paulo: Edgart, 1975.
- _____. Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AHNERT, F. **Introduction to geomorphology**. Londres: Arnold, 1998.
- ALPINO RODRIGUES, S. O. et al. Efeito da dragagem na seção e na vazão do canal fluvial: bacia do Córrego Sujo, Teresópolis (RJ). **9º SINAGEO** – Simpósio Nacional de Geomorfologia, Rio de Janeiro, 2012, p. 1-5.
- CARVALHO, J. C., LIMA, M. C., MORTARI, D. Considerações sobre prevenção e controle de voçorocas. In: **VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão Goiânia (GO), 2001**. Disponível em: <http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio_erosao/articles/p0406.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2017.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- CHORLEY, R.J. A re-evaluation of the geomorphic system of W.M. Davis. In: CHORLEY, R.J.; HAGGET, P. (eds) **Frontiers in geographical teaching**. Londres: Methuen, 1965, p. 21-38.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher, 1980.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994, p. 93-148.
- DOMINGOS, J. L. **Estimativa de perda de solo por erosão hídrica em uma bacia hidrográfica**. Monografia de graduação: Universidade Federal do Espírito Santo, 2006.
- DUNNE, T., LEOPOLD, L. **Water in environmental planning**. Nova York: W.H. Freeman and Company, 1978.
- HUGGETT, R. J., **Fundamentals of geomorphology**. Nova York: Routledge, 2007.
- IBGE. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. Rio de Janeiro, 2004.
- JATOBÁ, L.; LINS, R. C. **Introdução à geomorfologia**. 3. ed. Recife: Bagaço, 2001.
- KER, C. J. et al. **Pedologia** – fundamentos. Viçosa: SBCS, 2012.
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação do solo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- SENE, E., MOREIRA, J. C. **Geografia geral e do Brasil: espaço geográfico e globalização**. São Paulo: Scipione, 2012.
- SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology: an introduction to the study of landforms**. Nova York: Willey, 1991.
- PENTEADO, M.M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

ROSS, J.S. **O novo mapa do relevo brasileiro**. São Paulo: Ática, 1996.

ROSS, J.S. **Geomorfologia** – ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 2008.

USP. **Conteúdo programático geomorfologia**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3291530/mod_resource/content/1/Aula%205.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2017.

Geomorfologia geral

Convite ao estudo

Prezado aluno, nesta segunda unidade, trataremos dos domínios morfoclimáticos. Você se lembra quando estudamos os sistemas ambientais e falamos sobre o equilíbrio geomorfológico? Então, os domínios morfoclimáticos se associam a tais assuntos, pois neles encontramos uma estreita relação entre os elementos ambientais, que estão também em equilíbrio e, desta forma, as diferentes particularidades do clima geram vegetações específicas. Porém, se um clima sofrer alterações, outras espécies vegetacionais serão geradas, interrompendo o equilíbrio do sistema.

Ao fim desta unidade, com estudo e dedicação aos conteúdos que aqui serão desenvolvidos, você entenderá como o relevo é formado e conhecerá a morfogênese que configura diferentes formas resultantes, observadas pelo planeta. Por meio da articulação entre unidades anteriores e também com o aprofundamento nas orientações de estudo, você estará apto a construir uma maquete, representando as unidades de relevo brasileiro.

Nosso tema na segunda unidade versa sobre os domínios morfoclimáticos. Essa terminologia se refere à atuação de vários fatores físicos naturais em uma certa área, originando um certo tipo de domínio. Além disto, abordaremos a geomorfologia fluvial, que se refere às formas e aos processos geomorfológicos produzidos pelos canais fluviais, incluindo erosão, transporte e sedimentação das partículas nos rios.

Fazem parte também desta unidade os assuntos relacionados à geomorfologia costeira, que envolve o estudo das paisagens que resultam da morfogênese marinha e a

geomorfologia cárstica, que estuda as formas de relevo que derivam da decomposição das rochas de alta solubilidade.

Nesta unidade, acompanharemos Carolina, aluna de graduação em licenciatura em Geografia, que preparou uma aula sobre domínios morfoclimáticos para uma turma de 30 estudantes da primeira série do ensino médio, onde ela faz seu estágio. Para abordar esse conteúdo, ela selecionou três citações do livro "Domínios de Natureza do Brasil":



I - "(...) drenagem exorreica intermitente, de perfil relativamente equilibrado e longo curso; ambiente quente e seco, com baixa cota de umidade durante o período das secas; tênues pavimentos pedregosos (...) solos raros e variados, de difícil discriminação, raras vezes salinos (...)" (AB'SABER, 2003, p. 30).

II - "(...) corresponde à área de mais profunda decomposição das rochas e de máxima presença de mamelonização topográfica em caráter regional de todo o país. A alteração das rochas cristalinas e cristalofílicas atinge aí o seu maior desenvolvimento, tanto em profundidade quanto em extensão (...)" (AB'SABER, 2003, p. 55).

III - "Certamente se trata do domínio morfoclimático brasileiro onde ocorre a maior massividade, extensividade e homogeneidade relativa de formas topográficas planálticas do Brasil intertropical. Planaltos sedimentares cedem lugar, quase sem solução de continuidade, a planaltos de estruturas mais complexa, nivelados por aplainamentos de cimeira, formando o grande Planalto Central". (AB'SABER, 2003, p. 38).

Carolina está muito motivada com o estágio e em breve ela será professora de Geografia. Contudo, há algumas preocupações, já que não sabe se seus alunos do ensino médio conseguirão compreender tais conteúdos e entender todos os termos e conceitos científicos.

Vamos acompanhá-la em suas aulas, verificando como ocorre o desenvolvimento de suas atividades, como os conteúdos aqui trabalhados contribuem para a sua formação e como você, futuro professor de Geografia, também poderá se valer desses importantes conceitos em suas aulas.

Bons estudos.

Seção 2.1

Geomorfologia climática – conceitos gerais

Diálogo aberto

Carolina, aluna do curso de licenciatura em Geografia, faz estágio em uma escola, na qual leciona para uma turma de ensino médio com 30 alunos. Para a aula de hoje ela precisa avaliar o que os alunos apreenderam acerca das aulas anteriores, cujo tema versava sobre os domínios morfoclimáticos. Para tal, o primeiro ponto que ela levantou na aula estava relacionado à atuação do clima na evolução do relevo. Carolina, nesse primeiro momento, decidiu trabalhar com o domínio morfoclimático I [*(...) drenagem exorreica intermitente, de perfil relativamente equilibrado e longo curso; ambiente quente e seco, com baixa cota de umidade durante o período das secas; tênues pavimentos pedregosos (...) solos raros e variados, de difícil discriminação, raras vezes salinos (...)*] (AB’SABER, 2003, p. 30).

Para tanto, Carolina produziu cópias do excerto de texto extraído do livro de Ab’Saber (2003) e os entregou aos estudantes, reforçando que o entendimento do clima é fundamental para a compreensão desse domínio.

No entanto, ela foi questionada pelos estudantes sobre as terminologias: *“Profa., essas palavras – intermitentes, exorreica, pedregosos.... Não fazemos a mínima ideia do que possam significar...”*, alegavam. Assim, o desafio de Carolina ficou ainda mais interessante: ela precisa ensinar os conceitos relacionados aos domínios morfoclimáticos e também viabilizar a apropriação da terminologia conceitual a eles relacionada.

Vamos acompanhar Carolina e seus alunos ao longo desta unidade.

Não pode faltar

Domínios morfoclimáticos

De acordo com Aziz Ab' Sáber (2003) os domínios morfoclimáticos podem ser definidos como:

... conjunto espacial de certa ordem de grandeza territorial – de centenas de milhares a milhões de quilômetros quadrados de área – onde haja um esquema coerente de feições de relevo, tipos de solos, formas de vegetação e condições climático-hidrológicas. (AB' SÁBER, 2003, p. 11).



Estes domínios, segundo o autor supracitado, possuem feições ecológicas e na paisagem que estão integrados e ocorrem em uma área principal, denominada área core, na qual as condições fisiográficas e biogeográficas formam um complexo extenso e homogêneo.

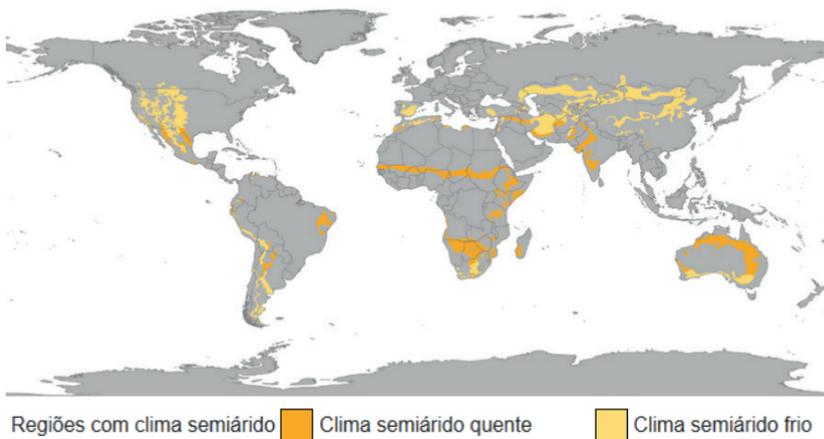
Os elementos físicos naturais correlacionados implicam na formação dos sistemas ambientais, que estão em equilíbrio morfoclimático. Dessa forma, a influência de determinado tipo climático resulta em espécies vegetacionais e formas de relevo diferenciadas.

Conforme já estudamos anteriormente sobre os sistemas, qualquer alteração no equilíbrio dos mesmos gera novas condições no ambiente e interfere nos processos atuantes e nas formas deles resultantes.

Zonas áridas e subáridas

O domínio morfoclimático das regiões áridas e semiáridas (ou subáridas) (Figura 2.1) é caracterizado por escassez de chuvas e amplitudes térmicas (oscilações de temperatura) elevadas.

Figura 2.1 | Localização das regiões áridas e semiáridas no globo



Fonte: Adaptado de <<https://goo.gl/UEhLy4>>. Acesso em: 2 dez. 2017.

A vegetação é xerófila, ou seja, adaptada ao ambiente seco. É composta predominantemente de arbustos e espécies como os cactos, que possuem raízes pivotantes, isto é, penetram verticalmente no solo, facilitando o acesso à água subterrânea e ao seu armazenamento. Essas plantas possuem espinhos ao invés de folhas, evitando a perda de água pelo processo de evapotranspiração.

A erosão que predomina nesta região é a eólica, já que a umidade é reduzida. O vento é capaz de transportar materiais mais finos, que percorrem distâncias mais significativas.



Exemplificando

A erosão eólica é um processo erosivo muito atuante. As dunas, por exemplo, são resultados do acúmulo de areia e são esculpidas pela ação eólica.

Figura 2.2 | Dunas



Fonte: <<https://goo.gl/oN3ywK>>. Acesso em: 2 dez. 2017.

Quando ocorre precipitação, a água ocupa leitos fluviais, no entanto, devido à rápida evaporação, os sais minerais provenientes dessas águas pluviais são deixados no solo, formando a *playa*. Conforme Christopherson (2012), essa é a área mais baixa e fechada de uma bacia de drenagem e que abriga um lago efêmero.

Em climas áridos a forma típica são os leques aluviais (Figura 2.3). Estes podem ser definidos por depósitos sedimentares que possuem a forma de leque. Sua ocorrência está atrelada à parte mais baixa das encostas montanhosas.

Figura 2.3 | Imagem de satélite de um leque aluvial no Cazaquistão



Fonte: <<https://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=83455>>. Acesso em: 2 dez. 2017.

Outra forma típica encontrada nessas zonas climáticas são os inselbergs. Eles correspondem às formações rochosas, que resultaram da atuação do intemperismo. No Nordeste brasileiro, como já visto anteriormente, é possível encontrá-los, fruto das condições do clima semiárido.

Zonas equatoriais e tropicais

As zonas equatoriais se localizam a baixas latitudes e correspondem a áreas de temperaturas mais elevadas, chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo do ano, além da baixa amplitude térmica. A vegetação é latifoliada, ou seja, tem folhas largas e perenes. Corresponde a um domínio biodiverso, com grande variedade de espécies.

Os solos são profundos, bem drenados e pobres em nutrientes, devido à intensa lixiviação, deixando como produto desta alteração um manto argiloso composto de alumínio e hidróxidos de ferro (PENTEADO, 1983).

Este domínio equatorial é representado no Brasil pelo domínio amazônico (Figura 2.4), que tem o rio Amazonas como principal. Com relação à vegetação, há três diferentes estratos: igapó, que permanece inundado durante o ano todo; várzea, que está localizada na área de inundação periódica; terras firmes, situadas

nas áreas mais elevadas e que não são atingidas pelas inundações. As vegetações de terras firmes sofrem intensas alterações antrópicas e nelas é possível encontrar espécies de grande porte.

Figura 2.4 | Domínio amazônico, zona equatorial



Fonte: <<https://goo.gl/5gSXE5>> Acesso em: 2 dez. 2017.

Nessa faixa, o processo mais atuante é a decomposição química das rochas, devido ao grande índice pluviométrico e ação do intemperismo químico. O relevo é composto predominantemente de planícies, nas quais o processo de deposição de sedimentos provindos da erosão é o principal. Além das supracitadas planícies, há também as terras baixas amazônicas.

Segundo Ab' Sáber (2005), 95% das terras amazônicas são terras baixas. Elas podem variar entre semiplanas ou semionduladas, compondo, assim, um conjunto de colinas. Há ainda, a ocorrência de morros florestados em rochas cristalinas decompostas e todo este conjunto representa uma antiga superfície de aplainamento.



Você já parou para pensar que se o domínio amazônico continuar a sofrer modificações antrópicas e desmatamentos, o clima sofrerá modificações? Nesse sentido, o que pode acontecer com as espécies florestais? Você acredita que seriam as mesmas a partir das alterações climáticas?

A zona tropical, situada entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, inclui parte dos continentes da América Latina, da África, da Oceania, o sul asiático e o norte australiano. Nesta faixa, as temperaturas médias anuais são elevadas e a umidade também é abundante.

Conforme Cailleux e Tricart (1958) a cobertura vegetal dessas áreas pode ser subdividida em função do índice de precipitação em dois tipos: o domínio das savanas, com cobertura da vegetação menos densa, em função dos menores índices de chuvas, que variam de 4 a 6 meses; e as florestas, que são mais exuberantes, em virtude da pluviosidade mais incidente.

O relevo que pode ser encontrado nas regiões florestadas é o mamelonar, ou seja, o de mares de morros, a partir dos processos intempéricos e erosivos atuantes na estrutura geológica granítico-gnaisses. As vertentes, portanto, tendem a ser convexas.

Outra forma também presente são os pães de açúcar, que se caracterizam por vertentes mais elevadas com angulação entre 50° e 60° que, por sofrerem intensa ação erosiva, desagregam mais facilmente e suas formas representam o resultado desses processos.

Já no domínio das savanas é possível encontrar florestas de folhas decíduas, que são perdidas durante a estiagem, a qual, por sua vez, não é muito prolongada. Há também, no período mais seco, a ocorrência de espécies mais esparsadas e herbáceas.

Penteado (1983) afirma que os processos erosivos contribuem para a formação dos relevos residuais como os dômicos e os inselbergs. Os processos erosivos de escoamento tendem a aplainar as irregularidades do relevo no sopé dos maciços montanhosos, formando os pedimentos (áreas planas que são levemente inclinadas e que perpassam por rochas de natureza homogênea ou heterogênea). Desta forma, sob a ação desses processos, surgem as planícies de erosão, isto é, superfícies suavemente inclinadas, denominadas de pediplanos.



O pediplano se desenvolve em climas áridos e semiáridos, em função da atuação dos processos erosivos ocasionando a regressão das escarpas. Com o desgaste da rocha, a tendência é de que o pediplano se torne apenas algum testemunho da forma original, que constitui o inselberg.

Zonas frias, temperadas e polares

As zonas frias são constituídas pelos polos norte e sul e as áreas de elevadas altitudes (como a Cordilheira dos Andes e Himalaia), apresentando baixíssimas temperaturas, devido à incidência oblíqua dos raios solares. Os invernos são predominantes ao longo do ano, com a precipitação em forma de neve, ao passo que os verões são curtos.

Já as zonas temperadas estão localizadas entre o Círculo Polar Ártico e o Trópico de Câncer (na porção norte) e Trópico de Capricórnio e o Círculo Polar Antártico (na porção sul). Em relação às características climáticas, apresentam temperaturas baixas e pode ocorrer ou não neve. As florestas das regiões temperadas são compostas de árvores decíduas, ou seja, que perdem suas folhas no período mais frio e apresentam espécies como as coníferas.

De acordo com Penteado (1983), a zona florestada das latitudes médias foi profundamente alterada pela ação antrópica e pode ser subdividida conforme o período de duração do gelo e também pela influência das variações climáticas ao longo da história da Terra. As subdivisões são: domínio marítimo de invernos suaves, em que há pequena interferência do gelo que é produzido atualmente e conservação das formas glaciais oriundas do Quaternário; domínio continental de invernos rudes, em que há forte atuação do gelo atual e o produzido no Quaternário; domínio mediterrâneo com verões secos, no qual a influência do gelo do Quaternário é menor.

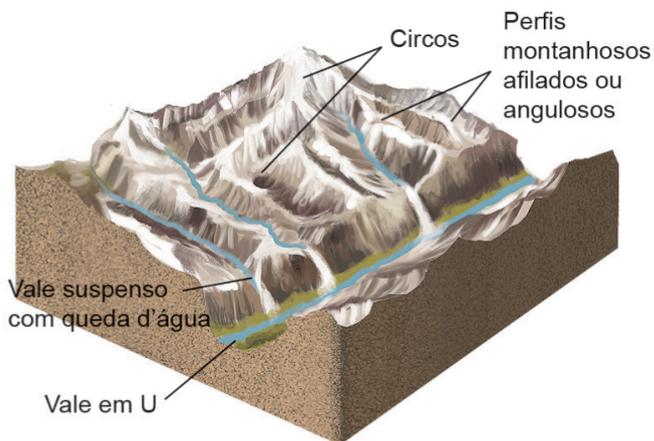
Conforme Teixeira et al. (2003) a erosão atua sobre o gelo sob três principais processos de erosão glacial: abrasão, que se refere ao desgaste do assoalho em que as geleiras se movimentam e as partículas de rochas são transportadas junto ao gelo; remoção, corresponde à remoção de partículas de tamanhos maiores pelas geleiras, devido à presença de fraturas ou descontinuidades já existentes nas rochas; ação da água de degelo, a qual constitui

o resultado das partículas das rochas, já transportadas, quando impactam nas rochas que cobrem as geleiras.

A erosão glacial gera como morfogênese os vales glaciais, que se formam a partir da deposição do gelo em vales pré-existentes. Tais vales serão submetidos aos processos de abrasão e remoção, nesse sentido, o perfil dos vales tende a se alterar da forma de V para U.

Já o circo constitui uma forma que é produzida a partir da ação erosiva do gelo na cabeceira do vale glacial. Ao destacar as partículas, a bacia vai sendo modelada sob forma de anfiteatro e, por isso, a denominação de circo. Essas morfogêneses citadas estão presentes na figura 2.5.

Figura 2.5 | Formas de relevo



Fonte: Press et al. (2006, p. 403).

As geleiras podem também ser encontradas na zona temperada, como nos Alpes e a forma observada na paisagem é o vale em U, cujas margens são retas e abruptas. Observam-se também os circos glaciais.

Conforme Fillipe et al. (2012), as feições encontradas nesta faixa são os fiordes, que são depressões glaciais que foram inundadas pelo mar e estão presentes na Noruega, Groelândia, Nova Zelândia, Patagônia e Antártica. Estas depressões, segundo o autor supracitado, tiveram como processo de formação a escavação pelas geleiras e, posteriormente, a invasão do mar.



Leia o livro *“Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas*, que trata dos domínios morfoclimáticos brasileiros. Além de ser uma leitura muito interessante, também ajudará você na construção da sua maquete, pois o autor detalha em sua descrição todos os aspectos dos domínios morfoclimáticos, como formas, cores, aspectos e tamanhos dos compartimentos geoambientais, como o relevo, vegetação, solo e hidrografia, o que possibilita que você saiba mais sobre as características da morfologia que deseja representar.

Sem medo de errar

Ao longo desta unidade, vamos acompanhar Carolina, que desenvolve seu estágio em uma turma de ensino médio com 30 estudantes. O tema de estudo, domínios morfoclimáticos, mostrou-se muito complexo e, para tanto, Carolina, futura professora de Geografia, resolveu selecionar do excerto que trabalhava sobre a caatinga as seguintes palavras-chave: **drenagem exorreica intermitente, ambiente quente e seco e solos raros**.

Com essas palavras-chave, Carolina solicitou aos estudantes que realizassem uma busca de imagens relacionadas e, com isso, encontrar informações sobre o domínio morfoclimático em questão.

Na segunda parte da atividade, Carolina distribuiu mapas do Brasil com a distribuição regional do IBGE, para que os estudantes pudessem alocar as imagens relacionadas às palavras-chave e, assim, determinar de qual domínio morfoclimático o item I trata, bem como a sua área de ocorrência.

Com a pesquisa acerca das imagens, foi possível detectar as áreas de ocorrência dos domínios áridos e semiáridos, haja vista que eles estudaram o mapa representado pela figura 2.1. Assim, foi possível relacionar as imagens à área de ocorrência do domínio no Brasil, o sertão nordestino, área da Caatinga.

Faça valer a pena

1. Os domínios morfoclimáticos possuem feições ecológicas na paisagem que estão integradas e em equilíbrio morfoclimático. Dessa forma, analise as assertivas sobre tais domínios:

- I) No domínio amazônico, existem três tipos de vegetação: igapó, várzea e terra firme.
- II) Nas savanas, constata-se um alto índice de distribuição de chuvas durante o ano inteiro.
- III) Nas zonas equatoriais, a vegetação é latifoliada, ou seja, apresenta folhas largas.
- IV) Os leques aluviais são formas típicas em climas áridos.

Dentre as assertivas apresentadas, assinale a alternativa que apresenta somente aquelas que estão corretas:

- a) II, III e IV.
- b) I e II.
- c) I, II e IV.
- d) I, III e IV.
- e) I e III.

2. O domínio morfoclimático composto pelas regiões áridas e semiáridas possui como características índices pluviométricos reduzidos, com escassez de chuvas na maior parte do ano e altas amplitudes térmicas, ou seja, variações elevadas na temperatura. Sua distribuição ocorre em várias partes do globo terrestre.

Dentre as assertivas seguintes, assinale aquela que retrata corretamente este tipo de domínio morfoclimático.

- a) A vegetação está incluída no grupo das xerófilas, ou seja, aquelas que são adaptadas ao ambiente seco.
- b) As plantas possuem folhas, ao invés de espinhos, evitando a perda de água, através do processo de evapotranspiração.
- c) As dunas, por exemplo, são resultado do acúmulo de areia e são esculpidas pela ação pluvial.
- d) Uma forma típica encontrada nesses tipos de zonas climáticas é a dos vales em U, que inicialmente tinham forma de vale em V.
- e) Os leques são depósitos sedimentares e sua ocorrência está atrelada à parte mais alta das encostas montanhosas.

3. Analise os domínios apresentados e associe-os com a descrição de cada um:

A. Zonas frias, temperadas e polares

B. Zonas áridas e sub-áridas

C. Zonas tropicais

() As florestas são exuberantes e apresentam formas mamelonares do relevo.

() Os perfis dos vales tendem a se alterar da forma de V para U, a partir da submissão aos processos de abrasão e remoção.

() As dunas são resultado da erosão eólica e representam a morfogênese do relevo.

Dentre alternativas a seguir, assinale aquela que apresenta a sequência correta.

a) A, B e C.

b) B, A e C.

c) C, A e B.

d) C, B e A.

e) B, C e A.

Seção 2.2

Geomorfologia fluvial

Diálogo aberto

Você se lembra de Carolina, a jovem que realiza estágio em uma turma de ensino médio com 30 estudantes? O assunto que ela desenvolve com a turma no momento se refere aos “domínios morfoclimáticos” e, para abordar esse conteúdo, ela selecionou três citações do livro “Domínios de natureza do Brasil” de Aziz Ab’ Saber (2003). Em sua segunda aula, a futura professora de Geografia, trabalhou com a seguinte citação:

II – “(...) corresponde à área de mais profunda decomposição das rochas e de máxima presença de mamelonização topográfica em caráter regional de todo o país. A alteração das rochas cristalinas e cristalofílicas atingem aí o seu maior desenvolvimento, tanto em profundidade quanto em extensão (...)” (AB’SABER, 2003, p. 55).

Para tanto, Carolina resolveu trabalhar com o conceito de paisagem, um conceito estruturante da Geografia. Além disso, a estudante lançou mão de um recurso pedagógico de grande valia: uma imagem. Assim, associado à citação de Ab’Saber, ela também apresentou aos alunos a imagem seguinte, sem localizá-la nem mencionar nada a respeito do lugar.



Fonte: Disponível em <https://goo.gl/V4L433> - Acesso em 28 nov 2017.

Carolina precisa que sua turma compreenda, a partir da citação e da imagem, que se trata do domínio dos mares de morros. Seu desafio, então, é elaborar uma sequência de ensino e aprendizagem, abordando os conceitos relacionados Geomorfologia Fluvial a partir da paisagem. Vamos acompanhá-la nesse desafio.

Não pode faltar

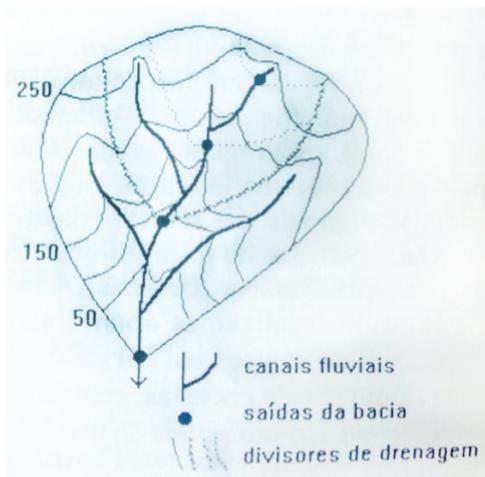
Conceitos gerais de geomorfologia fluvial

A geomorfologia fluvial é uma ciência que incide sobre os processos de erosão e deposição gerados a partir do escoamento superficial da água. Estes processos determinam as formas do relevo nos rios, também chamados de canais fluviais.

O principal objeto de análise desta ciência é a bacia hidrográfica, definida por Coelho Netto (1994, p. 97) como "uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial" e seu limite pode ser conhecido como divisor de drenagem ou de

águas (conforme Figura 2.7). Dessa forma, ela recebe a água da chuva e, através do escoamento, drena a mesma para o ponto de saída, denominado de exutório.

Figura 2.7 | Representação da bacia hidrográfica



Fonte: Coelho Netto (1994, p. 99).

Outro conceito importante se refere ao nível de base. O nível de base local pode ser definido como o ponto limite para a atuação da erosão fluvial, ou seja, abaixo deste, não pode haver mais erosão.



Assimile

O nível de base local é limitado aos rios que desaguam em outras bacias. Já no caso em que as bacias desaguam diretamente no oceano, o nível de base tomado como referência é o mar, que é chamado de nível de base geral.

Tipos de leito, canais e drenagem

De acordo com Christofolletti (1980), os leitos fluviais podem ser definidos como: a) leito menor: pode ser considerado como bem demarcado, localizado entre as margens do canal fluvial, cujo escoamento superficial contínuo das águas impede que ocorra o crescimento de vegetação; b) leito de vazante: está inserido dentro do leito menor e acompanha o talvegue, que é a linha de maior

profundidade no leito do rio; c) leito maior periódico ou sazonal: passa a ser ocupado pelas cheias; ele ocorre, ao menos, uma vez ao ano; d) leito maior excepcional: o local onde irão ocorrer as enchentes ou cheias mais elevadas, as quais, por sua vez, acontecem em intervalos irregulares. Os leitos maior, menor e de vazante podem ser visualizados a partir da Figura 2.8.

Figura 2.8 | Tipos de leitos fluviais



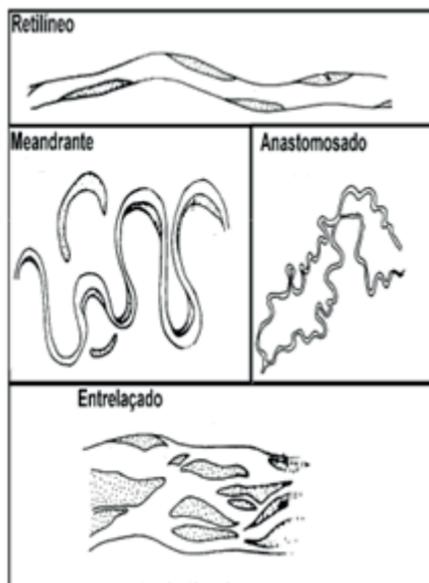
Fonte: Chirstofoletti (1980, p. 83).

De acordo com Schumm (1981) os canais podem apresentar diferentes geometrias devido ao inter-relacionamento de um conjunto de variáveis, tais como as descargas líquidas, a carga sedimentar, a declividade, largura e profundidade do canal fluvial, a velocidade do fluxo e a rugosidade do leito. Logo, existem diversas formas que podem ser observadas.

Conforme a classificação de Schumm (1981), os canais retilíneos são aqueles que não possuem sinuosidade e têm a forma de um canal único. Já os meandantes possuem curvas sinuosas, em função da erosão que ocorre em uma margem do rio e estes sedimentos se depositam na outra margem à jusante (abaixo). Além disto, os canais meândricos apresentam ilhas (acúmulo de sedimentos, geralmente de duração longa, nas quais há a presença de formas vegetadas) ou pontos que irão dividir o fluxo d'água.

Os canais anastomosados se apresentam em forma de canais múltiplos, interconectados e possuem sinuosidade. Já os entrelaçados não se mostram como canais únicos; eles também possuem sinuosidade, com ilhas ou pontos que dividem o fluxo de água e que já foram, anteriormente, canais anastomosados. Além disso, estes dois últimos apresentam uma carga maior de sedimentos arenosos. A Figura 2.9 apresenta a forma destes canais.

Figura 2.9 | Tipos de canais fluviais



Fonte: Adaptado de Schumm (1981, p. 26).

No que se refere aos tipos de drenagem, as bacias hidrográficas, também chamadas de bacias de drenagem, possuem as seguintes subdivisões de acordo com Christofolletti (1981):

- Exorreicas: o escoamento da água ocorre de modo constante até atingir o mar ou o oceano. Para esse tipo de drenagem, as águas desembocam diretamente no mar.
- Endorreicas: quando as águas não atingem o nível marinho e, por sua vez, desembocam em lagos ou se dissipam em areias de desertos, por exemplo.
- Arreicas: as drenagens não são estruturadas em bacias hidrográficas, como ocorrem nas áreas desérticas.
- Criptorreicas: ocorrem quando as bacias são subterrâneas.

 **Pesquise mais**

A tendência é que os canais possuam padrões de drenagem com maiores sinuosidades e com topografias diferenciadas. No entanto, existem na natureza canais retilíneos, algo que é extremamente raro,

por não haver intervenção antrópica. Para entender mais sobre o assunto, consulte o seguinte material:

NOVO, E. M. I. M. Ambientes fluviais: fundamentos de geomorfologia fluvial. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

Processos fluviais: erosão, transporte e sedimentação

Os rios são agentes geomorfológicos que erodem, transportam e depositam sedimentos.



Exemplificando

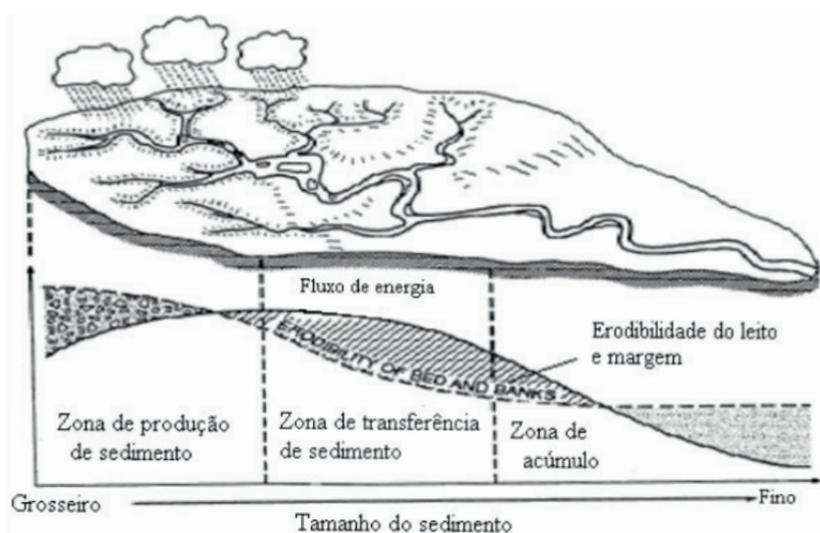
A carga sedimentar de um rio diz respeito ao material que é erodido e transportado por ele. Como exemplo desta carga, temos os materiais que estão dissolvidos (íons e moléculas provindos do intemperismo das rochas) e em suspensão (partículas sólidas, orgânicas, silte e argilas) na água.

Conforme Schumm (1977), as bacias hidrográficas estão subdivididas em alto, médio e baixo curso. Cada parte é considerada um sistema aberto. No alto curso da bacia hidrográfica, ou seja, na área mais elevada, é onde os sedimentos são produzidos e de onde a água provém.

Estes materiais se deslocam para o médio curso da bacia, a chamada zona de transferência, que apresenta canais estáveis. Nessa parte, a taxa de entrada se iguala à taxa de saída de sedimentos.

Por fim, a área de deposição se refere ao local em que os sedimentos irão se depositar: nos leques aluviais, planícies fluviais, deltas e águas mais profundas. A Figura 2.10 representa a área de produção, transporte e deposição de sedimentos.

Figura 2.10 | Representação da bacia hidrográfica do baixo, médio e alto curso



Fonte: Schumm apud Souza (2013, p.27).

Impactos de barragens e drenagens

A construção de barragens altera a dinâmica natural dos rios. Conforme Cunha (1994), na parte à montante (acima) da barragem, o nível de base tende a ser elevado, o que, por sua vez, promove modificação na forma do canal e a capacidade de transporte de sedimentos.

Com relação à parte destinada ao reservatório, as águas, por estarem paradas, sem a movimentação do escoamento, tendem a gerar assoreamento e reduzir seu tempo de vida útil.



Refleta

O assoreamento dos rios se constitui nas partículas que se acumulam no fundo dos mesmos, diminuindo a área que poderia ser ocupada pelas águas. Desta forma, quando ocorre precipitação elevada, os rios tendem a transbordar e as enchentes acontecem. Pensar em formas que minimizem o transporte das partículas erosivas até os rios e mudanças no uso que se faz no solo são essenciais para uma cidade com menores problemas ambientais e mais sustentável.

Já à jusante do reservatório, o rio terá seu regime modificado, em função das alterações artificiais dos fluxos hídricos e da quantidade de sedimentos. Neste sentido, constata-se alterações no equilíbrio do sistema e alterações morfológicas.

Sem medo de errar

Você se recorda da aula de Carolina, na qual precisava tratar sobre as principais características do relevo de mares-de-morros, com os alunos do ensino médio, em seu estágio? Então, a futura professora distribuiu a imagem (apresentada na Figura 2.6), que mostra uma área de relevo de mares-de-morros, e, para viabilizar um processo de aprendizagem significativa, Carolina solicitou primeiramente que os alunos identificassem os elementos naturais que mais se destacam. Em seguida, ela apresentou, pela via conceitual, a identificação do corpo hídrico e, conseqüentemente, a definição da sua micro-bacia hidrográfica, tomando como base a Figura 2.6 dessa seção. Observe:



Fonte: Adaptado de <https://cidades.ibge.gov.br/painel/fotos.php?codmun=320460> - Acesso em 28 nov 2017.

Assim visualizamos, nessa micro-bacia, um rio de padrão meândrico, em função da erosão (com muitas curvas) circundado pelas chamadas “meias-laranjas”, em cujo conjunto notamos seus limites e a delimitação das vertentes. Além disso, visualizamos a

planície de inundação, área na qual há o predomínio da sedimentação dos depósitos que são escoados pelo rio até seu ponto de saída. Em seguida, ela apontou outras formas mamelonares, no plano de fundo da imagem. As áreas urbanas ocupam a parte na qual o canal é mais estável, a planície de sedimentação, o que facilitou os processos de ocupação e povoamento.

Por fim, a professora solicitou um croqui para representar as formas visualizadas. Tal exercício permite que se faça uma análise, a partir da reprodução dos elementos que podem ser vistos na paisagem. Ao finalizarem o mesmo, passaram à descrição da paisagem, incluindo alguns elementos antropizados, como as lavouras, as estradas e as áreas urbanizadas (mais ao fundo da imagem).

As “meia-laranjas” formam os interflúvios da grande bacia hidrográfica do Paraná, cujos rios exerceram importante papel na penetração para o interior do continente. A altimetria viabiliza a configuração de rios de grande extensão e que apresentam muitas cachoeiras, conferindo alto potencial hidrelétrico à Bacia do Paraná. Com esse material, Carolina e sua turma já possuem subsídios para a confecção da maquete de representação do relevo brasileiro, identificando a imagem, portanto, como área do domínio de Mares de Morros.

Faça valer a pena

1. A geomorfologia fluvial estuda os processos e as formas que estão inter-relacionadas ao escoamento dos canais fluviais. Os rios, por sua vez, são poderosos agentes erosivos, atuam no transporte da carga dissolvida e estão em suspensão das áreas mais elevadas para as mais baixas, dos continentes para o mar.

A geomorfologia fluvial é uma ciência que incide sobre os processos de erosão e deposição gerados a partir do escoamento superficial da água. Estes processos determinam as formas do relevo nos rios, também chamados de canais fluviais. Com relação a esse tema, leia as seguintes assertivas:

- I. Os processos que ocorrem no rio determinam as formas do relevo fluvial.
- II. O principal objeto de análise desta ciência é a bacia hidrográfica.
- III. As bacias hidrográficas têm sempre como exutório outras bacias.
- IV. Nas bacias hidrográficas ocorre a drenagem somente da água.

Nesse sentido, sobre as questões relacionadas à geomorfologia fluvial, assinale a alternativa que apresenta somente a(s) assertiva(s) verdadeira(s):

- a) Somente I.
- b) Somente I e IV.
- c) Somente II e IV.
- d) Somente I e II.
- e) Somente III.

2. Os leitos dos rios ou canais fluviais podem ser conceituados como o espaço em que as águas nele ocupam. Os leitos possuem partes diferenciadas em função da vazão (o volume de água que passa em uma determinada seção do rio) e da topografia dos canais. Nesse sentido, essas partes foram classificadas.

A partir das informações estudadas sobre as classificações dos leitos dos rios, assinale a alternativa correta.

- a) O leito maior sazonal está inserido dentro do leito menor e acompanha o talvegue.
- b) No leito maior excepcional o escoamento das águas impede o crescimento da vegetação.
- c) O leito de vazante está inserido dentro do leito menor e acompanha o talvegue.
- d) O leito menor não pode ser considerado como bem demarcado.
- e) O leito de vazante está inserido dentro do leito menor.

3. Conforme Novo (2008),

(...) ao erodir, depositar e transportar sedimentos, os rios produzem canais de diferentes padrões de formas. Os padrões dos canais fluviais (...) refletem o ajustamento do rio ao tipo, tamanho e volume da carga sedimentar por ele transportada.



Fonte: NOVO, E. M. I. M. Ambientes fluviais: fundamentos de geomorfologia fluvial. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p. 222.

Com relação aos padrões dos canais fluviais mencionados anteriormente, assinale a alternativa correta:

- a) Os canais meândricos são caracterizados por curvas, mas possuem em sua composição mais carga arenosa.

- b) Os canais anastomosados apresentam um padrão retilíneo, mas que, antes de possuírem esta forma, eram canais meandранtes.
- c) Os canais retilíneos são sinuosos, mas se constituem em um canal único.
- d) Os canais entrelaçados possuem sinuosidade e apresentam ilhas ou pontos que dividem o fluxo de água.
- e) Os canais retilíneos apresentam uma carga maior de sedimentos arenosos, por isso apresentam-se desta forma.

Seção 2.3

Geomorfologia costeira e cárstica

Diálogo aberto

Você está lembrado da Carolina, aluna do curso de licenciatura em Geografia, que realiza seu estágio em uma turma de 30 alunos da primeira série do ensino médio? Carolina deveria desenvolver a última citação (que versa sobre o Cerrado) com os alunos e, para finalizar seu estágio, tratar sobre o relevo litorâneo. Como são temas diversos, Carolina estava com algumas dificuldades em desenvolver uma sequência didática que abordasse ambos. Assim, a futura professora de Geografia precisa encontrar uma maneira para que os estudantes sejam capazes de identificar o cerrado como o domínio morfoclimático em questão e também compreender os conceitos relacionados às áreas costeiras e cársticas.

No primeiro momento, Carolina entregou a citação de Ab'Saber a ser trabalhada:

Certamente se trata do domínio morfoclimático brasileiro onde ocorre a maior massividade, extensividade e homogeneidade relativa de formas topográficas planálticas do Brasil intertropical. Planaltos sedimentares cedem lugar, quase sem solução de continuidade, a planaltos de estruturas mais complexa, nivelados por aplainamentos de cimeira, formando o grande Planalto Central. (AB'SABER, 2003, p. 38).

Partindo-se dos conceitos de domínio morfoclimático e paisagem natural, ela socializou com a turma as seguintes imagens:

Figura 2.11 | Paisagens com predomínio de elementos naturais



Fonte: (A) <<https://goo.gl/kvXF3v>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

(B) <<https://goo.gl/XHAofr>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

O desafio de Carolina, nesse momento, é encontrar uma abordagem metodológica e conceitual, assim como os materiais mais adequados para que seus estudantes apreendam as características e definições dessas duas formas de relevo. Vamos acompanhá-la nesse desafio.

Não pode faltar

Geomorfologia costeira: definições e áreas de ocorrência

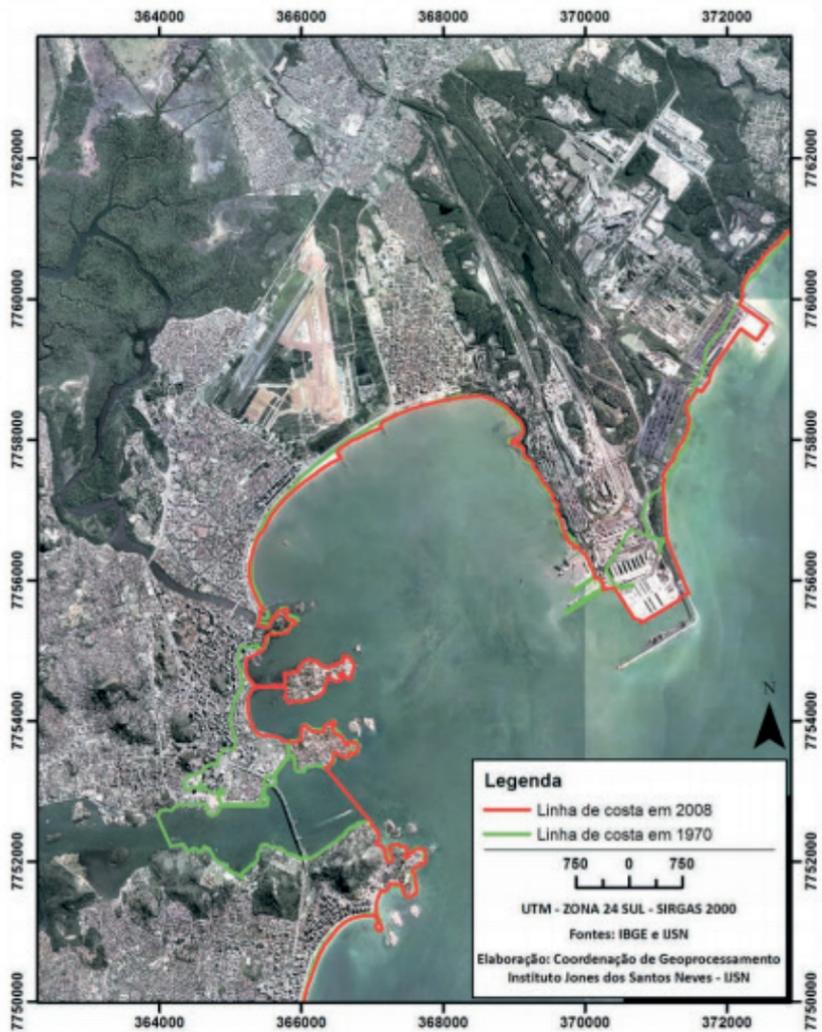
A geomorfologia costeira tem como objetivo estudar as paisagens que resultam da morfogênese marinha. Nesse sentido, sua área de ocorrência está atrelada ao ambiente litorâneo.

De acordo com Rossetti (2008), o ambiente costeiro está em constante mudança, espacial e temporal, resultando em variadas feições geológicas e geomorfológicas. Tais modificações são resultado dos processos deposicionais e erosivos que são produzidos pela ação das ondas, correntes de marés e litorâneas, além das influências do homem.

Conforme Suguio (1992), a costa pode ser conceituada como uma faixa de terra que possui largura variável e sua extensão se limita da linha de praia para o interior do continente até as primeiras mudanças significativas nas formas do relevo. De acordo com o Instituto Jones dos Santos Neves (2012, p. 6), a linha de costa “corresponde simplesmente ao limite entre o continente e a porção adjacente ao mar, onde não há efetiva ação marinha” e possui

um limite móvel, que pode avançar, recuar ou manter-se estável, conforme a figura 2.12.

Figura 2.12 | Modificação da linha de costa ao longo dos anos



Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves (2012, p. 15).

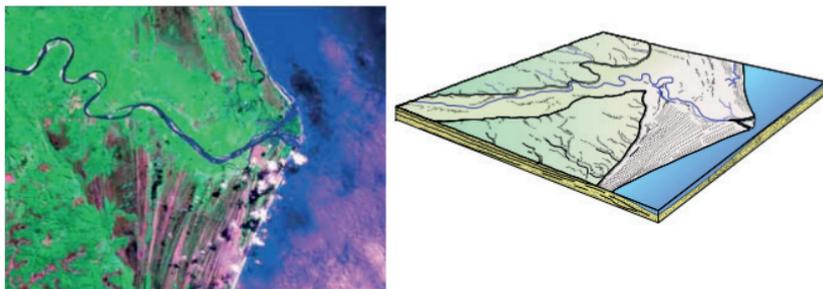
Geomorfologia costeira: morfologia

Como já retratado, as formas evidenciadas nas áreas litorâneas estão atreladas aos processos erosivos e deposicionais, gerando modificações em tais ambientes. Villwock et al. (2005) afirma que

outros fatores estão relacionados às mudanças na dinâmica costeira como o movimento das placas tectônicas, as variações climáticas e modificações associadas ao nível do mar.

Uma das principais formas observadas é o delta, que está situado na linha de costa. Esta feição é derivada do acúmulo de sedimentos que provém da foz dos rios e que se direcionam para o oceano, conforme Figura 2.13.

Figura 2.13 | Imagem da morfologia do delta



Fonte: IBGE (2009, p. 53).

As falésias se formam a partir do choque das ondas no terreno. Esse movimento constante leva à queda da base do terreno e ao desmoronamento do material que está acima da base. Assim, esse material é levado pelas correntes litorâneas e a base da falésia fica exposta à atuação das ondas marinhas, provocando, dessa forma, novos desabamentos. Logo, a falésia é o reflexo dos processos erosivos provocados pelo mar.

No Brasil, as falésias ocorrem no litoral nordestino e também no litoral dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. Na Figura 2.14, pode-se observá-las no litoral capixaba (Espírito Santo), com destaque para o solapamento (queda) da base devido à ação das marés (FILLIPE et al., 2012).

Conforme Christofoletti (1980) à medida que a falésia recua devido ao trabalho erosivo, aumenta a superfície erodida pelas ondas, denominada terraço de abrasão (oriundo de ação erosiva). Os sedimentos que foram erodidos das falésias serão depositados em águas mais profundas; essa área será chamada de terraço da construção marinha (oriundo de processos deposicionais). A Figura 2.15 representa as formas retratadas.

Figura 2.14 | Falésia com destaque para solapamento da base



Fonte: Fillipe et al. (2012, p. 228).

Figura 2.15 | Imagem da falésia e terraço de abrasão e de construção marinha



Fonte: Christofoletti (1980, p. 133).

Conforme Christofoletti (1980), a restinga é também denominada barreiras e cordões litorâneos. À sua formação estão associadas as faixas arenosas, que se depositam paralelamente à praia. Elas se situam acima do nível normal da maré alta e quando vão se estendendo, passam a separar parte da água doce e do mar; com

esta separação começam a se formar as lagoas litorâneas. A Figura 2.16 traz a visualização da restinga.



Exemplificando

As falésias mortas, também chamadas recuadas, são aquelas nas quais os processos erosivos de atuação marinha cessaram. O litoral do Rio Grande do Norte abriga diversas falésias deste tipo.

Figura 2.16 | Representação da restinga



Fonte: IBGE (2009, p. 63).



Refleta

Atualmente, as áreas litorâneas sofrem graves riscos de degradação ambiental, sobretudo em razão dos processos antrópicos ocorridos nas cidades, como o lançamento de esgotos que, muitas vezes, são despejados na linha de costa. Outras atividades econômicas, como as petrolíferas, também têm degradado o ambiente costeiro e marinho. Tais ações trazem consequências para a saúde humana quando o homem entra em contato com essas águas. Pense em como a qualidade da água é alterada devido a essas ações.

Geomorfologia cárstica: definições e áreas de ocorrência

O relevo cártico está associado ao processo de dissolução das rochas calcárias. A água é o principal agente desta dissolução.



As rochas calcárias (também chamadas carbonáticas) são aquelas constituídas por calcita (carbonato de cálcio) e/ ou dolomita, que é o carbonato de cálcio e magnésio.

De acordo com Hasui e Mito (1992), as fraturas ou juntas, descontinuidades presentes nas rochas que não sofreram um deslocamento significativo dos estratos rochosos, estão associadas aos eventos tectônicos. Estas fraturas são fundamentais para o desenvolvimento das feições cársticas. A água vai se inserir nessas fraturas entre as rochas, promovendo seu alargamento e com a sua circulação constante, o processo de dissolução dos minerais da rocha (através de soluções ácidas como a calcita – CaCO_3 – e a dolomita – $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) ocorre. A calcita é, em geral, o mineral mais estudado.

No Brasil, as áreas onde há a ocorrência das rochas carbonáticas e, portanto, do relevo cárstico são o noroeste de Minas Gerais, leste de Goiás, sudeste de Tocantins e oeste e região central da Bahia (TEIXEIRA et al., 2000). No entanto, há ocorrências menores nos estados de São Paulo (Vale do Ribeira e Cajamar), Espírito Santo, Paraíba e Acre. O mapa da Figura 2.17 mostra as principais áreas de ocorrência do relevo cárstico no Brasil e na América do Sul.

Figura 2.17 | Mapa das áreas de ocorrência do relevo cárstico no Brasil e na América do Sul

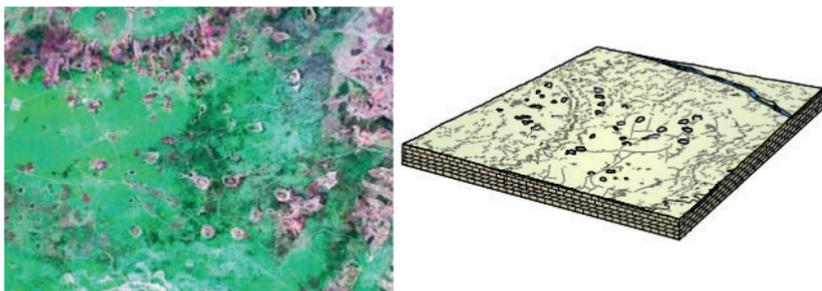


Fonte: Auler apud Travassos et al. (2008, p. 110). Disponível em: <http://cavernas.org.br/ptpc/ptpc_v1_n2_107-120.pdf>. Acesso em: 31 out. 2017.

Geomorfologia cárstica: morfologia

Segundo Bigarella (1996) a *dolina* constitui depressão fechada de formato oval ou circular, que apresenta ainda, contornos sinuosos e não angulosos, como visualizamos na Figura 2.18.

Figura 2.18 | Representação da dolina no relevo



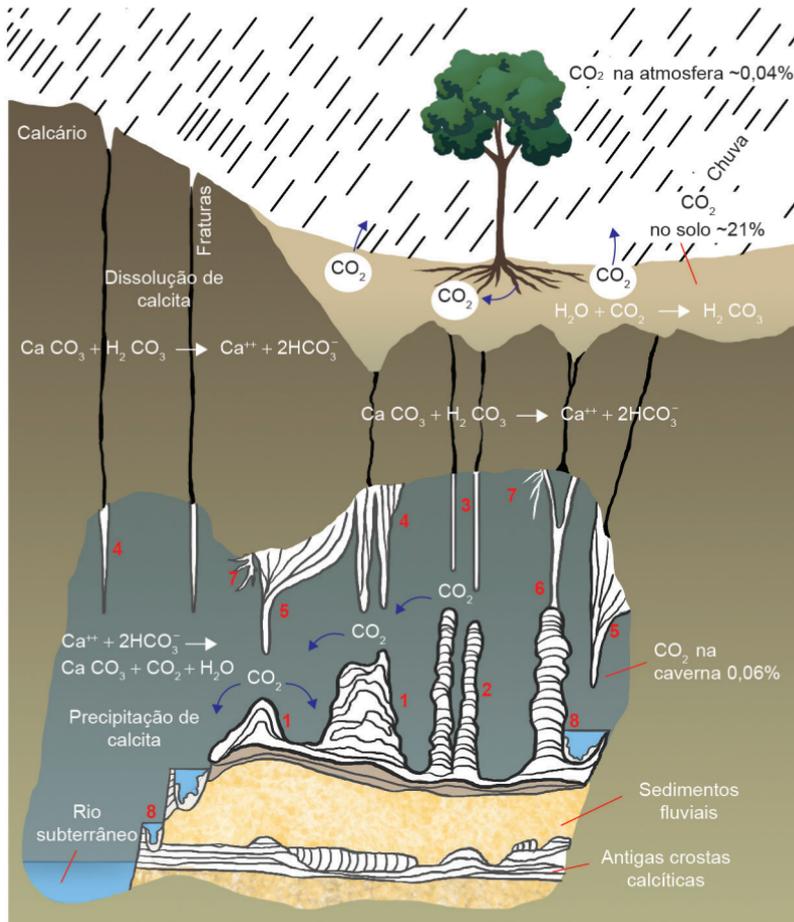
Fonte: IBGE (2009, p. 66).

Já as *uvalas* são formadas pelo conjunto de diversas depressões fechadas e são maiores que as dolinas.

Já as *cavernas*, de acordo com Christofolletti (1980), são definidas como um leito natural subterrâneo e vazio, estendendo-se horizontal e verticalmente, apresentando um ou mais níveis que podem ser ocupadas ou não por rios.

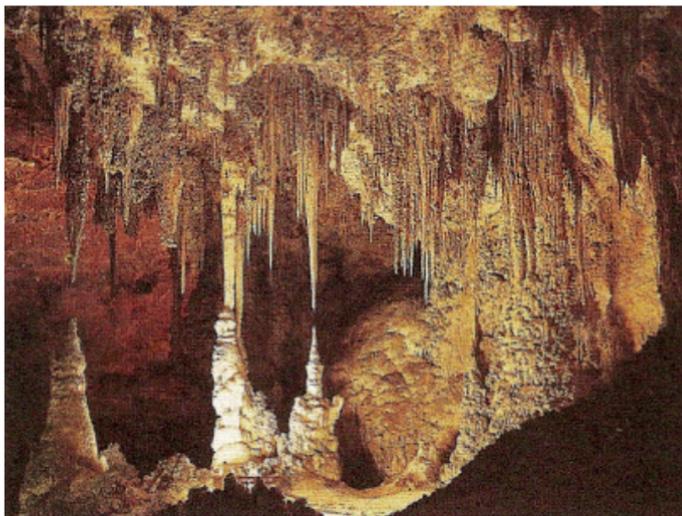
O processo de formação se inicia a partir da água da chuva em contato com o gás carbônico atmosférico (CO_2), que reage formando o ácido carbônico H_2CO_3 . Este ácido produzido, ao percolar pelas fissuras das rochas, entra em contato com a calcita e promove sua dissolução, conforme Figura 2.18. Nessas cavernas, as soluções químicas que gotejam continuamente geram as *estalactites* (suspensa no teto) e as *estalagmites* (assentadas no solo). Essas formas estão representadas na Figura 2.19.

Figura 2.19 | Processo de formação do relevo cárstico



Fonte: Teixeira et al. (2000, p. 131).

Figura 2.20 | Imagem de uma caverna e suas formas



Fonte: Press et al. (2006, p. 330).

A *ressurgência* constitui o ponto em que aflora a água subterrânea. De acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia/IBGE (2009) este tipo de relevo ocorre em rochas carbonáticas (calcários e dolomitos solúveis), que estão ou foram submetidas a sistemas morfoclimáticos atuais ou do passado (Figura 2.21).

Figura 2.21 | Representação da ressurgência



Fonte: Hardt (2004, p. 34). Foto: Rubens Hardt.



Pesquise mais

Para entender um pouco mais sobre o relevo cárstico, leia o artigo desenvolvido por Piló (2000) denominado "Geomorfologia cárstica". Nele há o detalhamento da formação desse tipo de relevo e das formas cársticas e das áreas de estudo que vêm sendo desenvolvidos no Brasil em relação a este tema.

PILÓ, L. B. "Geomorfologia cárstica (Revisão de Literatura)." **Revista brasileira de geomorfologia**, vol. 1, n. 1, 2000, p. 88-102. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/home/artigos/RBG_01/Artigo09_RBG_2000.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2017.

Sem medo de errar

Carolina, futura professora de Geografia, realiza seu estágio em uma turma de 30 estudantes da primeira série do ensino médio. Seu desafio é trabalhar o domínio morfoclimático do Cerrado e as formas de relevo costeiras. Para tanto, ela trouxe uma citação de Ab'Saber e também algumas imagens.

Caroline partiu do conceito de domínio morfoclimático, colocando, por meio da via conceitual, que se tratam de áreas que apresentam uma combinação de características naturais que são mais evidentes no que se conhece como área core (central). Com isso, Carolina coloca para os estudantes que, a partir da análise das paisagens naturais, é possível identificar os elementos do meio que se combinam para a constituição das características morfoclimáticas.

De posse do fragmento de texto (citação) e das imagens, Carolina solicitou aos estudantes a elaboração de um roteiro de perguntas para realizar pesquisas, procurando saber sobre algumas características do relevo e a ocupação humana evidenciada na citação e nas imagens. Observe:

1. Como é a estrutura física do relevo que é apresentada na citação e nas imagens?
2. Que tipo de vegetação compõe os relevos? Como a vegetação é afetada pelas intervenções antrópicas?
3. Qual processo erosivo mais atua na transformação do relevo de ambas as paisagens e da citação?

4. O relevo está sendo transformado por ações antrópicas? Em caso afirmativo, de quais os tipos?

5. O que pode ser feito para diminuir esses problemas?

A partir da pesquisa realizada, Caroline, mediou o debate para que os estudantes notassem que tanto a Figura 2.7(A) quanto a citação se referem ao Cerrado e a Figura 2.7(B) às falésias, uma forma costeira. Com isso, ela desenvolveu, com os alunos, uma atividade de representação dessas formas do relevo: a elaboração de uma maquete, que é um modelo tridimensional de um espaço, relevo ou outras formas, apresentando-se em escala reduzida. Por meio deste recurso, é possível apreender conceitos de proporção, projeção e escala. Na produção da maquete, houve a transposição das curvas de nível que estão representadas em um mapa ou em uma carta topográfica.

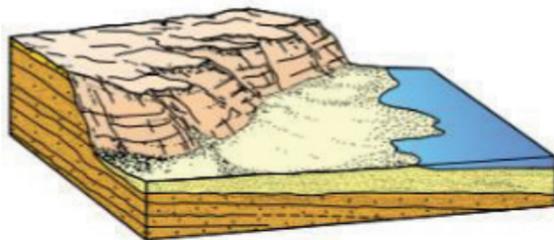
Para tal, os alunos selecionaram alguns papelões, já que sua espessura mais fina facilita o trabalho. A primeira etapa consistiu em definir as escalas, cortaram-se várias folhas de papelão, para a representação das curvas de nível, sendo que cada uma simulou uma cota de altitude. Desta forma, foi possível sobrepor as folhas de papelão para representar o relevo.

Sobre uma mesa, os alunos colocaram uma folha de EVA e a carta topográfica, que foi presa com alfinetes. Na sequência, as curvas de nível presentes na carta topográficas foram marcadas com alfinetes em todo o seu contorno, e por fim, os pontos tracejados foram ligados. Os estudantes fizeram o mesmo procedimento com todas as curvas de nível que correspondem às formas do relevo em questão e em seguida elas foram coladas e sobrepostas umas às outras. Por fim, o grupo pintou as camadas em diferentes colorações. Esse processo foi feito tanto para a representação das formas de relevo do Cerrado quanto das falésias.

Destacamos que a técnica de construção de maquetes pode ser utilizada para quaisquer unidades de relevo brasileiro e com esse material é possível ensinar uma gama variada de conceitos em Geografia, como Caroline o fez. Para uma melhor visualização desses procedimentos, consulte o site disponível em: <<https://cartografiaescolar.wordpress.com/maquete/>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

Faça valer a pena

1. A geomorfologia costeira estuda as paisagens que resultam da morfogênese marinha e que estão em constantes mudanças espaciais e temporais. Dessa forma, diferentes formas de relevo aparecerão nessa paisagem. Observe a morfologia seguinte, que está relacionada à geomorfologia costeira.



Fonte: IBGE (2009, p. 61).

A partir da imagem retratada, assinale a alternativa correta sobre esta forma de relevo.

- a) Constitui a representação de uma dolina.
- b) Trata-se uma falésia.
- c) Trata-se da representação da ressurgência.
- d) Caracteriza-se por ser o início da formação de uma caverna.
- e) Constitui a representação de uma restinga.

2. Com relação à geomorfologia costeira, julgue as assertivas a seguir:

- I. Os deltas estão situados na linha de costa e constituem o resultado do acúmulo de sedimentos na foz dos rios, que vão em direção aos oceanos.
- II. A linha de costa permanece a mesma, no decorrer dos anos, apesar da ocorrência de processos marítimos como as marés.
- III. As falésias se formam a partir do impacto das ondas no terreno, provocando a queda de sua base e desmoronamento do material que está acima de tal base.
- IV. A restinga é uma feição linear que está paralela à linha de praia. Nessa forma, há acúmulo de sedimentos decorrentes de processo de deposição marinha.

Assinale a alternativa que apresenta somente assertivas corretas:

- a) I, II, III.
- b) I, II, IV.
- c) I e II.
- d) I, III, IV.
- e) II, III, IV.

3. Associe corretamente as colunas, relacionando as formas do relevo cárstico com suas respectivas caracterizações.

Formas	Características
1.	() A água subterrânea vai aflorar a partir desta forma.
2.	() Constitui um conjunto de depressões com a forma irregular; pode ser resultado de várias dolinas associadas.
3.	() Depressão arredondada que foi ou é submetida a processos morfoclimáticos.
4.	() É esculpida pelas soluções ácidas e abriga as estalagmites.

A sequência correta dessa classificação é apresentada na alternativa:

- a) 4, 3, 1, 2.
- b) 4, 3, 2, 1.
- c) 2, 1, 3, 4.
- d) 3, 2, 1, 4.
- e) 2, 3, 1, 4.

Referências

- AB'SABER, A. **Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- BORELLI, D. L. Aziz Ab' Sáber: problemas da Amazônia brasileira. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 7-35, jan-abr. 2005. Disponível em: < <https://goo.gl/5gSXEs> >. Acesso em: 1 dez. 2017.
- CAILLEUX, A.; TRICART, J. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. **Ann. de Géogr.**, n. 65, 1958, p. 162 -186.
- CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistema: uma introdução à geografia física**. Trad.: Francisco Eliseu Aquino. et al. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- FILLIPE, T. P. T.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S. O. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- PENTEADO, M.M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.
- TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.): **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 93-148.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.): **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 93-148.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher, 1980. 188 p.
- NOVO, E. M. I. M. Ambientes fluviais: fundamentos de geomorfologia fluvial. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. p. 219-232.
- SCHUMM, S. A. **The fluvial system**. Caldwell: The Blackburn Press, 1977.
- _____. Evolution and response of the fluvial system, sedimentologic implications. **SEPM Spec.** Publ. 31, 1981, pp. 19–29.
- SOUZA, P.A. **Dinâmica hidrossedimentológica e padrões de conectividade no Rio Macaé (RJ)**. 2013. 111f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG), Instituto de Geociências (IGEO/UFRJ), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2013.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais**. Santa Catarina: Ed. UFsc, 1996.
- HARDT, R. **Aspectos da morfologia cárstica da Serra do Calcário – Cocalinho – MT**. Dissertação de mestrado. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2004.

HASUI, Y. & MIOTO, J. A. **Geologia estrutural aplicada**. (coordenadores). 1 ed. São Paulo: ABGE - VOTORANTIM, 1992. 126p.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

IBGE. **Noções básicas de cartografia**. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/elementos_representacao.html>. Acesso em: 14 dez. 2017.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Análise da variação da linha de costa do Espírito Santo**. Resultados preliminares. Vitória, ES, 2012.

PILÓ, L. B. Geomorfologia Cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 1, n. 1, 2000, p. 88-102.

PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ROSSETTI, D. de F. *Ambientes costeiros*. In.: FLOREZANO, T. G. (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 247-283.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Marinha**: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992.

TRAVASSOS, L.E.P., GUIMARÃES, R.L., VARELA, I.D. Áreas cársticas, cavernas e a Estrada Real. **Pesquisas em turismo e paisagens cársticas**. Campinas: SeTur/SBE., 2008, p. 107-120.

VILLWOCK, J.A. et al. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: SOUZA, C.R.G. et al. (eds). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto, Holos, 2005. p. 94-113

Geomorfologia do Brasil

Convite ao estudo

Prezados alunos,

Quando estudamos geografia física, sempre ouvimos termos como áreas planálticas ou de planícies, depressões, altimetria e outras denominações referentes à geomorfologia de uma determinada região. Em alguns estudos, observamos até mesmo citações sobre a classificação de um determinado autor ou de outro. Além disso, as pesquisas também se referem à estrutura geológica brasileira associando tais terminologias à sua toponímia. Por isso, consideramos essas informações essenciais para que você compreenda as referências ao tratarmos do relevo e das estruturas rochosas no nosso país.

Nessa unidade, conheceremos os principais aspectos da geomorfologia e sua aplicação prática, entendendo os conceitos de planície, planaltos, bacias sedimentares e depressões, além de outros previamente estudados. A partir do entendimento desses termos e das classificações de relevo abordadas, você será capaz de entender as principais unidades do relevo brasileiro. Na primeira seção, discutiremos o arcabouço geológico brasileiro e a estrutura geológica no Brasil, classificações geomorfológicas propostas por Aziz Ab' Sáber e Jurandir Ross e suas diferenciações, ampliando, assim, a compreensão e o entendimento do panorama geomorfológico no Brasil.

Na segunda seção vamos discutir o papel dos processos erosivos na constituição do relevo brasileiro, com foco no período Quaternário – época em que mudanças significativas ocorreram no planeta – uma vez que seu entendimento é essencial para a compreensão do nosso modelado. Por isso, nesta seção, trabalharemos dois pontos muito importantes: a morfologia costeira e os cenários cársticos.

Para concluirmos, vamos nos dedicar ao estudo dos domínios morfoclimáticos brasileiros, evidenciando suas áreas de ocorrência, características e intervenções antrópicas, a fim de verificarmos como a ação humana afeta o delicado equilíbrio dinâmico que existe entre seus elementos.

Ao longo desta unidade, acompanharemos uma equipe que trabalha em um parque estadual, localizado em uma área rural da região Nordeste, cujo tipo vegetacional é a Caatinga; o relevo é predominantemente cárstico, contando com diversas cavernas, e que recebe, anualmente, muitos turistas. A gestão e a equipe do parque se preocupam com a sua qualidade ambiental; para que o local não se deteriore, promovem ações ambientais e de conscientização que propiciam a interação dos visitantes, da comunidade e da equipe de colaboradores com os problemas que ocorrem no entorno e que influenciam a/na dinâmica do parque. A ideia principal é que todos estejam envolvidos, para que essas ações sejam significativas e, assim, seus efeitos potencializados.

A fisionomia do parque é fortemente influenciada pela formação geológica; ele está assentado sob terrenos calcários, no entanto, a gestão dessa unidade de conservação constatou que há uma grande degradação ambiental em curso e, por isso, precisa agir. Vamos acompanhá-los nesta unidade.

Bons estudos!

Seção 3.1

Geomorfologia do Brasil I

Diálogo aberto

O parque estadual em questão se localiza na área rural na região Nordeste, região de caatinga e cujo relevo é predominantemente cárstico. Nele, é possível encontrar diversas cavernas, e isso atrai muitos turistas.

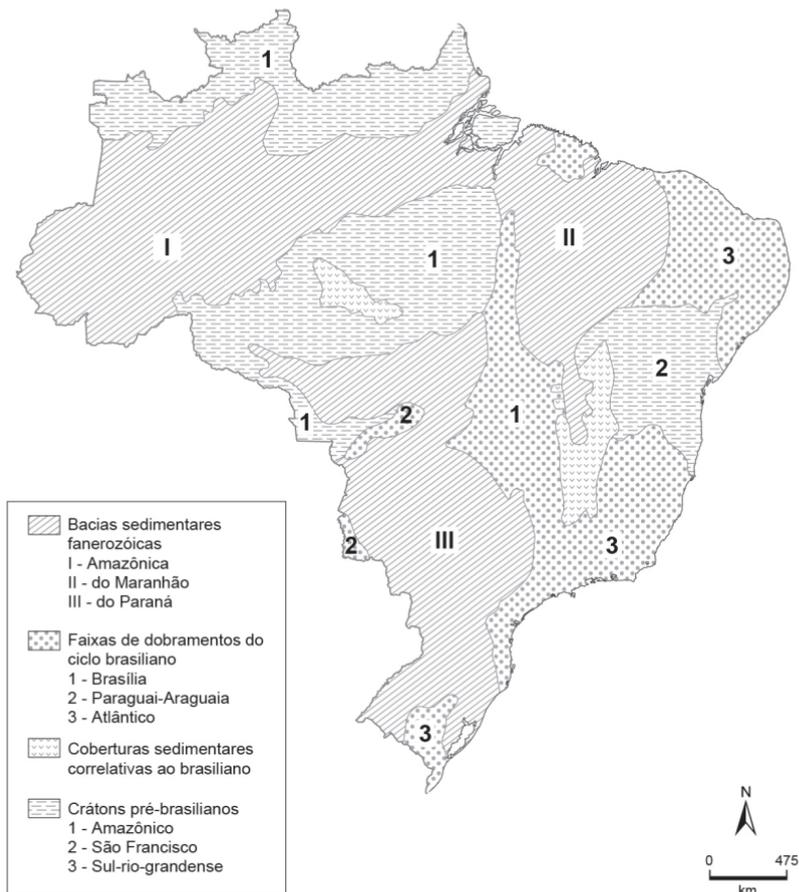
A fisionomia do parque é fortemente influenciada pela formação geológica e ele está assentado sob terrenos calcários. No entanto, a gestão da unidade de conservação e seus colaboradores (funcionários e guias) constataram uma grande degradação ambiental e por isso se preocupam com o delicado equilíbrio entre os elementos físicos, fauna e flora do parque. Por isso decidiram que era necessária uma ação significativa para diminuir esses impactos cujo sucesso e a efetivação estavam diretamente relacionadas à participação de todos: gestão, colaboradores, visitantes e comunidade circundante. Em princípio, era evidente que os principais impactos verificados se relacionavam às depredações das cavernas, quebra de espelotemas, pichações e acúmulo de lixo. Tais problemas, em sua maioria, eram associados aos visitantes, mas não somente a eles. A questão aqui é refletir como produzir uma ação significativa, da qual todos os atores sociais envolvidos efetivamente participem, trazendo resultados positivos e definitivos.

Não pode faltar

Arcabouço geológico brasileiro

As estruturas geológicas presentes na Terra são resultado dos processos tectônicos e, no Brasil, podem ser agrupadas em três grandes províncias geológicas (aquelas que possuem a mesma origem e formação geológica). Segundo Ross (2009), são elas: crátons ou plataformas, cinturões orogênicos e bacias sedimentares, conforme Figura 3.1.

Figura 3.1| As grandes unidades estruturais do Brasil.



Fonte: Ross (2009, p. 47).



Assimile

Para o estudo desta unidade, você precisa entender alguns conceitos importantes sobre as principais feições do relevo, a saber:

- Planaltos: áreas altimetricamente mais elevadas, nas quais predominam os processos de erosão, que geram as superfícies erosivas.
- Planícies: representam os terrenos mais planos, nos quais há predomínio da deposição de sedimentos.

- Depressões: porções do relevo que se localizam abaixo do nível do mar ou abaixo do nível altimétrico das regiões que estão ao seu redor.

Já estudamos anteriormente que os terrenos cratônicos são estáveis geologicamente; são compostos predominantemente de rochas graníticas desgastadas e possuem baixa altitude, graças ao intenso processo de denudação atuante.

Ross (2009) subdivide os crátons em três grandes unidades no Brasil: Plataformas das Guianas, Plataforma Sul-amazônica e Plataforma do São Francisco. A área cratônica das Guianas apresenta terrenos com maiores elevações no Extremo Norte do Brasil e nas fronteiras com Venezuela e Guianas; já ao sul desta plataforma ou terreno cratônico, os terrenos mostram-se mais baixos, com rochas metamórficas parcialmente encobertas devido aos sedimentos provindos da bacia sedimentar da Amazônia. Com relação ao cráton Sul-Amazônico, as áreas tendem a ser mais baixas ao norte e mais elevadas ao sul, contendo, como constituição litológica, granitos e depósitos sedimentares residuais capazes de sustentar relevos mais altos. No Extremo Sul, o terreno é encoberto por extensa formação sedimentar. Já o cráton do São Francisco (que se estende desde o norte do estado de Minas Gerais até o centro da Bahia) está parcialmente encoberto pelo processo de sedimentação antigo.

Os cinturões orogênicos presentes no Brasil são muito antigos (Pré-cambriano) e desgastados, em função dos processos de denudação do relevo. Já em grandes extensões, ainda possuem o aspecto serrano. Os cinturões são representados pelas faixas de dobramentos do Atlântico, de Brasília e do Paraguai-Araguaia. Tais faixas eram bacias geossinclinais (que receberam sedimentos em milhares de metros de espessuras) estreitas e alongadas, que se localizavam na borda das plataformas ou terrenos cratônicos no passado. Em função da movimentação da crosta, os sedimentos presentes na bacia foram dobrados por sucessivas vezes, em função da pressão exercida pelas plataformas.

Conforme Penteadó (1983), as bacias sedimentares correspondem às áreas deprimidas, que foram recobertas pelo

mar e que receberam sedimentos, formando camadas que se dispuseram umas sobre as outras; como resultado formou-se um conjunto de sedimentos dispostos em camadas empilhadas. De acordo com Pires (1998), as bacias sedimentares no Brasil estão representadas pela do rio Amazonas, Paraná e Parnaíba, conforme figura 3.2.

As bacias tiveram origem no Farenozoico, ou seja, há 600 milhões de anos ocupam imensas áreas, possuindo pequenas espessuras de sedimentos (inferior a 5.500m). Essas bacias apresentam rochas sedimentares de origem marinha e continental, pois, no início de suas formações, o nível altimétrico dos terrenos era mais baixo. Dessa forma, são encontrados arenitos de diferentes idades e granulometria, que, por sua vez, são intercalados com siltitos, argilitos, conglomerados e calcários (PIRES, 1998; ROSS, 2009).

De acordo com Ross (2009), no Cenozoico (Terciário) o continente da América do Sul sofreu soerguimentos orogenéticos na porção ocidental e epirogênico em todo o restante do continente. Tais soerguimentos tiveram efeitos diferenciados no Brasil, com áreas mais elevadas e outras menos. Esse processo, juntamente com a tectônica de placas, promoveu a elevação das áreas dos crátons, dos cinturões orogênicos e das bacias sedimentares. Com o soerguimento das bacias sedimentares surgiram as serras do Mar e da Mantiqueira, por falhamentos.

Classificação de Ab' Sáber

De acordo com Ab' Saber (1964) o relevo do território brasileiro é composto de planaltos cristalinos, montanhas rejuvenescidas, planaltos sedimentares e basálticos, bem como grandes planícies continentais e extensas áreas de planícies costeiras. O país não abriga relevos acentuados, como os que ocorrem na Cordilheira do Himalaia e Alpes, no entanto, o Planalto Brasileiro mostra relativa complexidade em suas formas topográficas.

A planície pode ser entendida como uma porção do terreno cuja altitude é muito reduzida e se localiza ou à margem de colinas ou planaltos ou entre morros e colinas. Nas planícies predominam os processos de deposição dos sedimentos. As maiores planícies se situam nas proximidades das áreas

costeiras e em áreas de baixas latitudes. Já o planalto pode ser conceituado como área do relevo constituído por terras altas, com ondulações suaves e amplas, em que atuam os processos erosivos. Com relação às montanhas, elas podem ser definidas como áreas de relevo acidentado, que apresentam vales profundos e encostas abruptas (Ab' Saber, 2001).

A classificação elaborada por Ab' Saber (1964) pode ser subdividida em:

1. Planalto Central

- **Planaltos cristalinos:** Planalto Goiano; Planaltos Norte-mato-grossenses e Sul-amazônicos; Pediplano Cuiabano; Pediplano do Alto Araguaia.

- **Planaltos sedimentares e/ou basálticos:** Planaltos do sudoeste de Goiás; Planaltos do centro-leste de Mato Grosso; Planaltos dos Parecis; Planalto do sul de Mato Grosso; Planaltos ocidentais da Bahia e Minas Gerais.

2. Planaltos do Maranhão-Piauí: Planaltos do Ibiapaba; Planaltos do sul do Piauí e sul do Maranhão; Planaltos centrais do Piauí e Maranhão; Planalto do centro-oeste do Maranhão; Tabuleiros e planaltos rebaixados do norte do Piauí e norte do Maranhão.

3. Planaltos do Nordeste do Brasil: Planalto do Borborema; Serras e planaltos do Baturité e norte do Ceará; Planalto do centro-sudoeste do Ceará; Planalto do Araripe - Planalto costeiro do Apodi; Cristas e depressões interplanálticas sertanejas (Paraíba, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte); chapadas e *cuestas* do Maxotó-Apodi

4. Planalto Meridional: Planalto do Alto Paraná (São Paulo-Paraná); Planalto do Alto Uruguai (Santa Catarina-Rio Grande do Sul); Depressões periféricas orientais (São Paulo-Minas Gerais); Depressões periféricas e depressões monoclinais orientais (extremo sul do Mato Grosso); Depressão central do Alto Paraná (São Paulo-Paraná) - Planalto Curitibano; Depressões periféricas do Rio Grande do Sul; Planalto uruguaio-sul-rio-grandense; Serra Geral; Planalto do Caverá.

5. Serras e planaltos do Leste e Sudeste do Brasil: Planalto atlântico do Sudeste (com “mares de morro”); Planalto atlântico da Bahia; Serras do Mar e da Mantiqueira; Planalto do Alto Rio Grande; Serra do Espinhaço e chapada Diamantina; Maciços insulares e ilhas continentais; Tabuleiros e terras baixas costeiras. O mapa da figura 3.2 representa a classificação retratada.

Figura 3.2 | O relevo segundo a classificação de Ab' Saber (1964)



Fonte: <<http://brasillouco.blogspot.com.br/2011/04/introducao-relevo.html>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

Classificação de Ross

Ross (1989) apud Ross (2009) classificou as macrounidades do relevo brasileiro em três tipos: planaltos, depressões e planícies, conforme pode ser verificado na Figura 3.3.

Figura 3.3| O relevo de acordo com a classificação de Ross (1989)



Fonte: Ross (2009, p. 53).

Planaltos

Para Ross (1989) apud Ross (2009) os planaltos podem ser identificados em quatro grandes categorias: planaltos em bacias sedimentares; planaltos em intrusões e coberturas residuais de plataforma; planaltos em núcleos cristalinos arqueados; planaltos em cinturões orogênicos.

Os planaltos em bacias sedimentares são circundados por depressões periféricas, e essas unidades possuem relevos identificados como frentes de *cuestas*. São representados pelos planaltos da bacia amazônica oriental e ocidental, os planaltos e chapadas da bacia do Parnaíba e os planaltos e chapadas da bacia do Paraná.



Exemplificando

Como exemplo de planaltos em bacias sedimentares há o planalto da Amazônia oriental, que possui um modelado com formas convexas ou planas, com morros residuais denominados de **tabuleiros**. Tanto na parte oriental quanto ocidental há mudanças bruscas no modelado do relevo. O limite norte possui frente de *cuestas*, com altitude em torno de 400 m; o sul, um relevo *cuestiforme*, porém, sem apresentar escarpa; sua altitude fica em torno de 300 m.

Em relação aos **planaltos em intrusões e coberturas residuais de plataforma**, estes caracterizam-se por apresentar coberturas sedimentares residuais provindas de vários ciclos erosivos, juntamente com serras e morros isolados, que estão associados a intrusões graníticas, derrames vulcânicos antigos e dobramentos ocorridos no Pré-Cambriano.

Já os **planaltos em núcleos cristalinos arqueados** são representados pelas seguintes unidades: planalto da Borborema, situado na parte leste da região Nordeste, no qual as áreas elevadas atingem até 1000 m e apresentam formas convexas, e o planalto Sul-rio-grandense, localizado no sudeste do Rio Grande do Sul, com litologia diversa, provinda de diferentes fases do Pré-cambriano, modelado com formas moderadamente convexas e com níveis altimétricos que não ultrapassam 450 m.

Os **planaltos em cinturões orogênicos** se situam em faixas de orogenia antiga, com relevos residuais (aqueles remanescentes das ações erosivas) de litologias diferenciadas, presentes em áreas de estruturas dobradas que sofreram processos erosivos, e presença de serras.

Depressões

As depressões que ocorrem no país – com exceção da depressão amazônica – foram geradas por ação erosiva, com grande atuação

nas bordas das bacias sedimentares. Os períodos secos e úmidos registrados durante o Terciário e o Quaternário, juntamente com os processos erosivos, modelaram as depressões, e elas, por sua vez, estão presentes entre as bordas das bacias e os maciços antigos. Além disso, as depressões se estendem em estruturas diferentes, e isso se deve em função da alternância de fases secas (com maior incidência do intemperismo químico) e fases úmidas no planeta.

Conforme a classificação de Ross (1989) *apud* Ross (2009) as depressões podem ser subdivididas em: amazônica ocidental, marginais amazônicas, marginal norte-amazônica, marginal sul-amazônica, do Araguaia, cuiabana, do alto Paraguai e Guaporé, do Miranda, do Tocantins, sertaneja e do São Francisco, da borda leste da bacia do Paraná e periférica central ou sul-rio-grandense.

Planícies

Correspondem às áreas que são geralmente planas, que foram formadas por deposição de sedimentos marinhos, lacustres e fluviais. Essas áreas de planícies estão associadas aos depósitos do Quaternário, com predomínio no Holoceno. A partir dessa classificação, temos:

- Planície do rio Amazonas - possui presença acentuada na extensão do rio Amazonas e nos baixos cursos dos afluentes desse rio.
- Planície do rio Araguaia - localizada no médio curso do rio, na ilha do Bananal. Trata-se de uma unidade plana, com sedimentos recentes, apresentando aproximadamente 200m de altimetria.
- Planície do rio Guaporé - região plana e nivelada em torno de 220 m. Em território brasileiro, está presente no Pantanal mato-grossense.
- Planície e Pantanal do rio Paraguai ou mato-grossense, que corresponde a um terreno de deposição de sedimentos aluviais recentes, cujas altitudes variam entre 100 e 150 m;
- Planícies da laguna dos Patos e Mirim, que foram produzidas pela dinâmica deposicional marinha e lacustre, localizam-se em quase todo o litoral do Rio Grande do Sul, mas também ocorrem nos estados do RJ, SP, ES e na região nordeste do país.



Diante das informações retratadas sobre as duas classificações do relevo brasileiro, você já pensou qual a utilidade delas? Como essas classificações podem ser aplicadas nas situações do cotidiano? Uma dica para responder a esses questionamentos seria o planejamento territorial, ou seja, planejar a ocupação do espaço geográfico. Você teria uma outra resposta para tal questionamento?

Panorama geomorfológico brasileiro

De acordo com Vitte (2011), a história da geomorfologia brasileira é basicamente dividida em quatro momentos históricos. O primeiro diz respeito às pesquisas com forte vinculação à teoria davisiana, uma vez que a interpretação geomorfológica foi influenciada pelo trabalho de Davis (1850-1934), de 1899, intitulado de "O ciclo geográfico da erosão". Davis, por meio dessa teoria, explicava o processo de evolução do relevo, sua geração a partir de sua denudação, até atingir uma superfície senil (envelhecida), que seria caracterizada por uma morfologia composta de peneplanos (superfícies de aplainamento geradas por processos erosivos sob condições de clima úmido) e formas residuais (devido à resistência litológica), chamadas de *monadnocks*.

Já o segundo momento diz respeito à ruptura epistemológica dos anos 1950, devido à incorporação da teoria da pediplanação, proposta por Lester King (1907-1989). A terceira fase se refere à problemática ambiental, marcada e influenciada pela teoria geossistêmica, com forte atuação de Jean Tricart (1920-2003), que influenciou os estudos processuais e de zoneamento ambiental no Brasil. Nesse momento, também Aziz Ab' Saber (1924-2012) começou a desenvolver trabalhos voltados para o tema ambiental e relacionados com a expansão urbana.

O quarto período caracteriza-se pela fase atual em que há o aprofundamento das questões ambientais, desenvolvimento de novos métodos de pesquisa e investigação de novas áreas de estudo, como a morfotectônica (a neotectônica diz respeito ao estudo da crosta terrestre e passa a ser aplicada nos estudos geomorfológicos), a geoquímica e a datação das superfícies de aplainamento.



Para compreender um pouco mais sobre as teorias geomorfológicas propostas por Davis e King, consulte o capítulo "Sistemas de referência em geomorfologia" do livro *Geomorfologia* de Valter Cassetti. O capítulo trata também das propostas da dinâmica de evolução do relevo colocadas pelos dois autores. Cassetti descreve a teoria de Davis a partir dos processos que atuam sobre o relevo e das três fases (juventude, maturidade e senilidade) sofridas por ele, quando os processos erosivos ocorrem. Já a teoria de King versa sobre o recuo paralelo das vertentes, sendo que o material resultante, no final dessa fase erosiva, são os pedimentos. É importante que você entenda essas teorias e os conceitos que as envolvem, pois elas serão trabalhadas em diversos outros momentos. Acesse o website disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap1/index.php#titulo1.4.1>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

Sem medo de errar

Você se lembra dos problemas ambientais apontados pelos gestores e colaboradores do parque em questão? Problemas sérios de degradação das formações geológicas e lançamento de lixo nas cavernas? Ao identificar que toda a comunidade deveria participar da resolução desse problema, os gestores e os colaboradores do parque decidiram que os guias responsáveis pelos circuitos que perpassavam pelas cavernas (não somente as mais afetadas) deveriam ser, obrigatoriamente, da comunidade que residia na cidade e na região circundante ao parque. Essa iniciativa inclui os moradores, que passam, também, a ser aliados da preservação dessas cavernas e do próprio parque, cujo turismo era responsável pelo movimento de importante parte das atividades econômicas locais.

Assim, todos os funcionários, futuros guias e moradores que se sentiram motivados, foram chamados a realizar uma caminhada pelo parque. A primeira parada foi no museu do local, localizado na entrada do mesmo. Lá, os profissionais responsáveis pelo parque apresentaram amostras para evidenciar os processos físicos e químicos que resultam no carste. Com esse material, é possível estudar, de forma significativa, os processos de dissolução, deposição e cristalização dos minerais, que ocorrem ao longo de milhares de anos.

Durante a visitação em uma das cavernas, pôde-se verificar in loco a importância de não se falar alto dentro desse local, uma vez que suas estruturas podem sofrer abatimento, bem como não tocar nas formações, em razão da alteração ou destruição das mesmas, além de seu processo de formação, que leva milhões de anos.

Na última parada, eles trabalharam a percepção ambiental, a fim de mostrar a importância do ambiente e o quanto é necessário preservá-lo. As luzes das lanternas foram apagadas, foi solicitado silêncio por alguns instantes e, assim, só se ouvia o barulho das gotas de água, mostrando quão lenta é a formação daquele relevo presente.

Dessa forma, todos os envolvidos nesse roteiro perceberam como a degradação no parque precisa acabar e, assim, ao trabalharem como guia, deverão fomentar essa ideia por meio de ações de educação que sejam desenvolvidas mediante práticas significativas, que possam envolver os turistas, a comunidade e os gestores do parque, já que todos juntos são capazes de desenvolver um trabalho mais consistente.

Faça valer a pena

1. O relevo das diversas partes do globo terrestre se diferencia em decorrência das várias estruturas geológicas a partir das quais foi originado. Sua composição e evolução relacionam-se aos agentes de formação e transformação geomorfológicos.

Sobre as formas de relevo encontradas, assinale a alternativa verdadeira:

- a) Os planaltos exibem superfícies de deposição de sedimentos.
- b) As planícies são áreas que estão abaixo do nível do mar.
- c) As depressões constituem áreas com o predomínio de superfícies erosivas.
- d) Nas planícies, predomina o processo de deposição de sedimentos.
- e) Os planaltos exibem superfícies de erosão, mas também de deposição de sedimentos.

2. Com relação à classificação de relevo de Ross (1989), julgue as assertivas a seguir:

I. Os planaltos em bacias sedimentares não são circundados por depressões periféricas.

II. Os planaltos em núcleos cristalinos arqueados possuem unidades que podem ser representadas pela Serra do Mar e da Mantiqueira.

III. Os planaltos em cinturões orogênicos estão localizados em faixas de orogenia antiga e possuem relevos residuais.

Sobre a definição de planalto, trabalhada por Ross (1989), é correto o que se afirma em:

- a) Somente na alternativa III.
- b) Somente na alternativa II.
- c) Somente nas alternativas I e III.
- d) Somente na alternativa I.
- e) Nas alternativas I, II e III.

3. Associe corretamente as colunas com relação aos conceitos de Ross (1989):

- 1. Depressões () possuem relevos identificados como frentes de *cuestas*.
- 2. Planícies () formadas por deposição de sedimentos marinhos, lacustres e fluviais.
- 3. Planaltos () com exceção da amazônica, foram geradas por ação erosiva.

A sequência correta dessas classificações é apresentada na alternativa:

- a) 2, 3, 1.
- b) 3, 2, 1.
- c) 1, 2, 3.
- d) 2, 1, 3.
- e) 3, 1, 2.

Seção 3.2

Geomorfologia do Brasil II

Diálogo aberto

Um parque estadual de preservação, localizado em uma área cárstica e rural, recebe muitos turistas anualmente. As águas subterrâneas, oriundas das cavernas do parque em questão, abastecem toda a comunidade próxima. No entanto, ao longo do ano, os gestores do parque receberam constantes reclamações de que a água apresentava um certo “sabor”, logo, decidiram fazer coletas de amostras e enviá-las para análise. Os resultados preliminares apontaram para elevadas concentrações de elementos químicos e, até mesmo, de metal pesado.

A partir disso, toda a equipe gestora do parque, em reunião com os funcionários, concluiu que era urgente buscar o entendimento da origem dessa contaminação e, a partir disso, promover ações para a descontaminação das águas, bem como desenvolver políticas e rotinas para a conservação desses recursos. Como moradora da comunidade e agora guia turística do local, Simone assumiu o desafio de liderar a equipe de funcionários, promovendo uma reflexão sobre o que acontecia externamente e que afetava a qualidade da água do parque. Será que os moradores estavam, indiretamente, envolvidos com essas ações? Se sim, que tipo de programa de treinamento seria possível realizar a fim de que todos pudessem se envolver e participar da descontaminação e preservação desses recursos? Vamos acompanhar Simone nesse desafio.

Não pode faltar

Processos erosivos no Brasil

Focaremos nosso trabalho em dois cenários de processos erosivos que ocorrem no Brasil atualmente: a arenização e a formação de voçorocas. Vieira e Verdum (2011) retratam que na porção sudoeste do estado do Rio Grande do Sul ocorre a arenização, um processo natural cujo material é decorrente do intemperismo das formações

areníticas. No entanto, devido ao período atual mais úmido, há um acelerado processo de degradação. O problema consiste na ação de agentes erosivos hídricos e eólicos sobre os sedimentos de textura arenosa, que promove a formação de ravinas e voçorocas de altas magnitudes. Além disto, a atuação das atividades econômicas ligadas à pecuária extensiva e a monocultura têm acelerado os processos erosivos.

A Figura 3.4 mostra a imagem de uma ravina que vem se desenvolvendo nessas formações areníticas.

Figura 3.4 | Imagem de uma ravina desenvolvida nos areais em São Francisco de Assis (RS)



Fonte: <http://www.abequa.org.br/trabalhos/estabilizacao_resumo.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2017.

Segundo Dantas et al. (2012), os estudos realizados nas bacias dos rios Bananal e Barreiro de Baixo – Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, localizadas na fronteira entre os estados de Rio de Janeiro e São Paulo – apontaram para a atuação da erosão na modelagem do relevo a partir de estudos aplicados em voçorocas. A atuação dos processos geomorfológicos é resultante de um período marcado pelas oscilações climáticas na transição entre o Pleistoceno e o Holoceno, épocas relativas ao Quaternário (COELHO NETTO, 1999).

Com a inserção do café na região, ocorre o aumento significativo da erosão das encostas e da carga sedimentar, assim como na elevação do escoamento superficial nas encostas descobertas. Dessa forma, esse fluxo hídrico e a carga sedimentar, sendo transportada para os rios coletores, favoreceram a degradação dos fundos dos canais fluviais, assim como o aparecimento de aberturas

que exfiltravam água, iniciando, dessa forma, o surgimento de voçorocas (COELHO NETTO, 1999). A Figura 3.5 demonstra a imagem de uma voçoroca.



Vocabulário

Exfiltração diz respeito ao processo no qual a água aflora em superfície.

Figura 3.5| Imagem da voçoroca



Fonte: <http://54.94.199.16:8080/publicacoesArquivos/arq_pubMidia_Processo_CT003-2012_VolumeIX_RF-FL1606.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2017.

Geomorfologia do Quaternário no Brasil

De acordo com Moura (2015), as oscilações climáticas que ocorreram no Quaternário produziram várias consequências, dentre elas, efeitos nas taxas de intemperismo e pedogênese nos regimes fluviais e no nível dos oceanos. Os estudos conduzidos se preocupam com a reconstituição dos processos e ambientes de deposição ocorridos no Quaternário, assim como com pesquisas que focam em datações. Outra abordagem empregada é a cronologia de eventos, que se baseia em variações climáticas e no nível do mar.



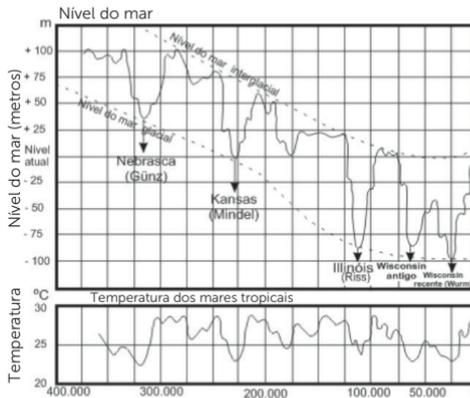
Assimile

O Período Quaternário tem início, aproximadamente, há 2 milhões de anos e se estende até a atualidade. Ele é subdividido em duas épocas, denominadas de Pleistoceno e Holoceno. No início do Quaternário, a

superfície da Terra foi desenvolvida, houve o surgimento do homem e mudanças climáticas significativas, como a oscilação de fases mais úmidas e secas.

Casseti (2005) coloca que tais oscilações climáticas implicaram no aumento do nível do mar (Figura 3.6) no Pleistoceno.

Figura 3.6| Representação das variações climáticas e do nível do mar no Pleistoceno



Fonte: Fairbridge (1961) apud Casseti (2005, [s.p.]).

No Brasil, para a reconstrução da sequência de eventos ocorridos no Quaternário, utilizou-se, como base, o fator climático, já que ele influencia na evolução morfogenética.

Ab' Saber (1977) apud Casseti (2005) retratou sobre os domínios naturais de paisagens da América do Sul, entre o período de 13.000 a 18.000 AP (o termo AP se refere a antes do presente), que está relacionado à última fase glacial do Pleistoceno, com base em remanescentes da estrutura superficial. Nessa fase, as temperaturas eram inferiores às atuais e, por isso, constatou-se o deslocamento de algumas espécies vegetais. Nesse sentido, é possível verificar a relação entre os diferentes domínios fitogeográficos e as alternâncias climáticas ocorridas no período. Dessa forma, foi possível o direcionamento das pesquisas, comparando os domínios morfoclimáticos com as áreas testemunhas, oriundas do Quaternário.

Essas mudanças não atuaram somente nas alterações fitogeográficas, as oscilações climáticas agiram sobre processos morfogenéticos, com a ocorrência de depósitos sedimentares

denominados “correlativos”, que são encontrados em cortes de taludes. Tais depósitos preservam paleopavimentos que se associam às condições climáticas do Pleistoceno, favorecendo a compreensão da evolução das vertentes (CASSETI, 2005).

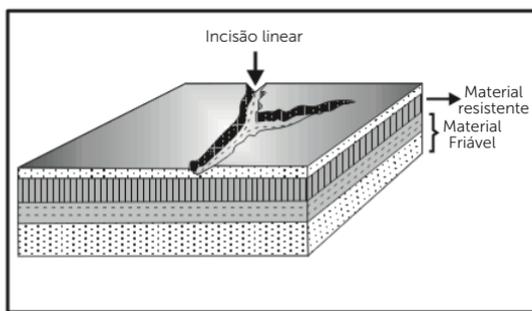
Evolução das encostas no modelado brasileiro

Nesse momento, passaremos à discussão da evolução do relevo do tipo tabulífome.

De acordo com Bigarella (1968) e Casseti (2005), o processo de evolução das encostas no Brasil se deu a partir das sequências descritas a seguir. O relevo tabuliforme está estruturado em camadas horizontais ou sub-horizontais, ocorrendo em bacias sedimentares, dada à disposição horizontal dos estratos. Eles se apresentam em forma de chapadões, chapadas e mesas. No Brasil, o início da evolução desse tipo de relevo ocorre na fase climática úmida, com a organização dos sistemas hidrográficos em um pediplano (em ascensão devido à tectônica).

As bacias sedimentares no país são datadas do Cretáceo, assim, a organização da drenagem e evolução vertical do relevo (a partir da incisão linear da drenagem) ocorreram em tal período (Figura 3.7).

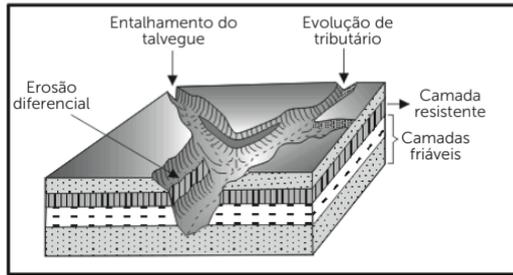
Figura 3.7| Incisão linear ocorrendo no pediplano



Fonte: Casseti (2005, [s.p.]).

Os esforços tectônicos influenciam a drenagem no entalhamento do talvegue, implicando na formação de vales, que exibem alternâncias litológicas (verificar Figura 3.8).

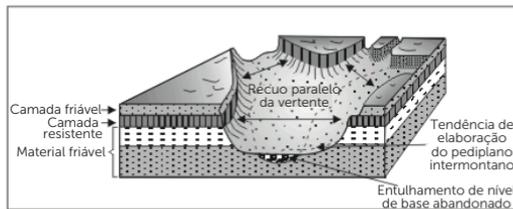
Figura 3.8| Entalhamento dos talvegues



Fonte: Casseti (2005, [s.p.]).

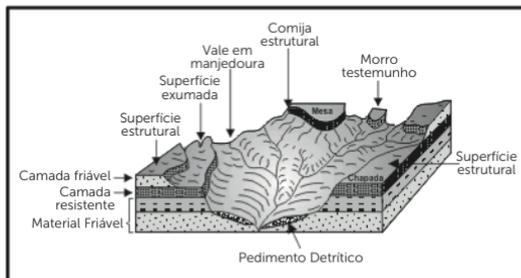
Com as oscilações climáticas, entre clima seco e úmido, houve modificações na evolução do modelado. No clima úmido, devido ao entalhamento dos talvegues, ocorreu evolução vertical da morfologia. No clima seco, a atuação da erosão (recoo paralelo das vertentes) reduziu as diferenças entre as camadas, proporcionando a evolução horizontal da morfologia (Figura 3.9). Uma nova fase climática úmida se inicia, com a atuação dos mesmos processos descritos anteriormente, gerando a forma atual (Figura 3.10).

Figura 3.9| Evolução horizontal da morfologia



Fonte: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/index.php>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

Figura 3.10| Forma atual do relevo tabuliforme



Fonte: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/index.php>>. Acesso em: 20 nov. 2017.



Pesquise mais

Ao se tratar dos processos de evolução do relevo, o autor Casseti (2005) também discute sobre a evolução das encostas no modelado brasileiro, detalhando sobre os processos de evolução do relevo de *cuestas*. O processo é submetido a fases climáticas úmidas e secas, com entalhamento e interrupção do entalhamento dos talvegues, fases de erosão mecânica e evolução da drenagem. Todas essas etapas constituem a modelagem desse tipo de morfologia. Acesse o conteúdo para entender como essa forma de evolução se difere do relevo tabuliforme.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.], 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

Cenários cársticos no Brasil

O carste de Lagoa Santa localiza-se em Minas Gerais, no interflúvio (divisor de águas de uma determinada bacia hidrográfica) do rio das Velhas e Ribeirão da Mata. Os municípios que fazem parte do carste são Vespasiano, Pedro Leopoldo, Confins, Lagoa Santa, Matozinhos, Funilândia e Prudente de Morais, conforme Figura 3.11 (BORN, 2005).

As feições são desenvolvidas em rochas carbonáticas, sendo que o relevo externo, ou exocarste, desenvolveu-se a partir da configuração das redes hídricas subterrâneas. Nas dolinas e uvalas é possível encontrar pontos de afloramentos de água. Além disso, há ocorrência dos paredões lineares, cânions, vales cegos e dolinas de abatimento.



Exemplificando

As formas endocársticas podem ser definidas como condutos subterrâneos, às quais o homem pode ter acesso. As cavernas são exemplos de formas endocársticas.

Outro carste importante na literatura é o de Peruaçu, localizado também no estado de Minas Gerais. De acordo com Piló e Rubbioli (2002), as cavernas estão inseridas no Planalto Cárstico do São Francisco e as unidades do relevo são compostas de dolomitos e calcários. Dentre as formas cársticas presentes no local, encontram-se o cânion, os arcos calcários, as lapiás, além de grandes dolinas e uvalas de abatimento,



Refleta

As formas cársticas demoram de centenas a milhares de anos para se formarem e podem estar em risco pela atuação antrópica, devido às atividades para fins econômicos e turísticos. Quando o turista entra na caverna ele pode gerar alterações térmicas, pelo calor emitido, e alterar quimicamente o local por meio da emissão do dióxido de carbono ao respirar, por exemplo. Reflita sobre outras formas de modificação desses locais e quais as medidas que podem minimizar tal impacto em ambiente cárstico.

Sem medo de errar

Simone é moradora da região e guia de um parque localizado na região Nordeste do Brasil, cujas atrações principais são as formações cársticas e a caatinga. As águas que abastecem a comunidade e também o parque foram submetidas a análises, já que os moradores e muitos turistas perceberam que elas apresentavam um certo “sabor”. Diante das queixas da alteração da qualidade de água, buscou-se identificar a origem de contaminação e, depois de várias investigações e constatações, os funcionários do parque descobriram que os contaminantes possuíam a mesma composição (elevadas concentrações de elementos químicos e, até mesmo, metais pesados) que os fertilizantes utilizados nas atividades agrícolas desenvolvidas no entorno do parque. Diante da problemática da contaminação das águas subterrâneas, Simone liderou a equipe de guias e demais funcionários do parque no desenvolvimento de ações para resolver a situação. Para tanto, ela convidou alguns agricultores que, incrivelmente, não conheciam o parque, apenas sabiam de sua existência e, assim, jamais imaginavam que suas atividades (agropecuária) pudessem gerar consequências negativas para os elementos físicos do parque e para todos ali.

Assim, Simone organizou um estudo do meio, no qual, pela via conceitual, explica o que é o carste, como se dá sua formação e as estruturas das cavernas. Enfatizou que as águas que estão presentes ali são águas subterrâneas e, por não estarem em contato com a superfície, tendem a ser mais limpas, logo, estão aptas ao abastecimento e consumo humano. No entanto, com o uso intenso de fertilizantes e o desmatamento para fins de plantio, as águas pluviais, ao escoarem sobre

o terreno ou até mesmo infiltrarem, tendem a carrear esses elementos químicos para os lençóis subterrâneos, degradando-os.

Com isso, agricultores e funcionários do parque pensaram em ações que pudessem reverter o processo de contaminação das águas subterrâneas. A primeira delas foi uma parceria com uma universidade estadual próxima, cujo trabalho baseou-se em uma técnica chamada de biorremediação, que utiliza microrganismos, como fungos, para remover o poluente dos efluentes (esses efluentes são liberados para a água do carste, que é contaminado periodicamente). Esses microorganismos auxiliam na remoção dos íons dos metais pesados.

A segunda medida foi uma iniciativa entre os próprios agricultores, que acordaram em reduzir o uso de fertilizantes. Para tanto, Simone e os demais guias do parque inseriram o monitoramento da qualidade da água mensal nas propriedades. Se os limites dos contaminantes se mostrarem ainda elevados, os agricultores seriam alertados com um sinal sonoro e o parque receberia uma notificação, a fim de enviar uma equipe de suporte ao local. Assim, todos se ajudam e se beneficiam.

Faça valer a pena

1. O Quaternário tem início há, aproximadamente, 2 milhões de anos e é um período muito importante, uma vez que nele se deu o surgimento do homem, bem como ocorreram mudanças no clima que refletiram nas taxas de intemperismo, na pedogênese e nas formas do relevo.

Com relação ao período relatado no texto, assinale a alternativa correta que corresponde ao Quaternário.

- a) O Quaternário foi um período que ainda não se encerrou.
- b) Os estudos do Quaternário se baseiam na cronologia, mas não em datações.
- c) É um período compreendido por três fases.
- d) É no Holoceno que ocorreram oscilações climáticas.
- e) As mudanças climáticas não favoreceram a modelagem do relevo.

2. A evolução das encostas no modelado brasileiro diz respeito às alterações que ocorreram nos relevos e que transformaram as suas morfologias. Essa evolução também incidiu no relevo tabuliforme, que é aquele estruturado em camadas horizontais ou sub-horizontais, presentes nas bacias sedimentares.

Sobre a evolução do relevo tabuliforme, assinale a alternativa correta.

- a) A evolução desse tipo de relevo se inicia pela incisão dos talwegues em uma fase seca.
- b) Na fase mais úmida dessa evolução, ocorre a incisão linear da drenagem.
- c) O clima mais seco proporcionou a evolução vertical do relevo tabuliforme.
- d) O clima úmido favoreceu a evolução horizontal do relevo tabuliforme por meio da erosão.
- e) A partir do fim de uma fase climática úmida e uma seca, o processo de evolução é encerrado.

3. Analise as assertivas a seguir:

I. As formas cársticas devem ser preservadas, uma vez que são bastantes suscetíveis à ação humana.

II. As uvalas podem ser consideradas formas exocársticas e as cavernas, endocársticas.

III. A Lagoa Santa, que possui rochas carbonáticas, pode ser considerada uma importante área cárstica.

IV. O carste de Lagoa Santa abrange somente dois municípios do estado de Minas Gerais.

Com relação às assertivas anteriores, assinale a alternativa que apresenta somente aquelas que estão corretas.

- a) I, III e IV.
- b) II, III e IV.
- c) I, II e III.
- d) I, II e IV.
- e) I, II e III.

Seção 3.3

Domínios morfoclimáticos brasileiros

Diálogo aberto

Você se lembra do parque estadual de preservação, localizado em uma área cárstica e rural, na região Nordeste do Brasil, e que recebe muitos turistas anualmente? Os gestores do parque decidiram propor uma capacitação para os novos guias (que foram contratados recentemente e residem no entorno do parque) que começarão seus trabalhos nessa unidade de conservação. Mas antes do início, os futuros guias precisam entender um pouco mais sobre os ambientes de cavernas, normas de segurança e, principalmente, sobre o domínio morfoclimático da região, que se trata da Caatinga. Para tal, é preciso organizar um curso que viabilize, aos futuros guias, o entendimento das características físicas do domínio da Caatinga. Assim, Simone, agora líder da equipe de guias, precisa pensar quais aspectos abordar no curso e como poderá se fazer valer de todos os conhecimentos prévios que os demais guias, todos moradores locais, trarão para essa capacitação. Quais seriam as melhores estratégias para a valorização e o compartilhamento desses valiosos conhecimentos? Como, a partir deles, construir os conceitos científicos? Vamos acompanhar a Simone nesse novo desafio?

Não pode faltar

Amazônia e Cerrado

Os Domínios Morfoclimáticos são definidos por Ab' Sáber (2003) como um conjunto espacial, com grandeza territorial específica, cujas feições de relevo, bem como os tipos de solo, as formações vegetacionais e as condições climáticas-hidrológicas estão em equilíbrio.

No desenvolvimento desse tema, observamos que os domínios possuem feições ecológicas na paisagem que se integram – o que reflete nas características que os solos e as formações vegetais apresentam. As características dos domínios resultam de processos

antigos e mais recentes, como os ocorridos no Quaternário. O geógrafo Aziz Ab'Saber (1924-2002) estabeleceu uma classificação (da qual trataremos nesta unidade) para todos os domínios no Brasil,

O domínio morfoclimático da Amazônia abrange a maior parte da região Norte brasileira e algumas áreas adjacentes. A Amazônia se sobressai pelo grande número de florestas biodiversas, contendo também uma rede hidrográfica grandiosa, rios caudalosos e poucas variações no domínio morfoclimático.

O relevo é composto, essencialmente, por planícies e terras baixas amazônicas. Conforme pode ser observado na Figura 3.13, que se refere às altitudes do relevo na região, constata-se que a altimetria se limita, aproximadamente, da cota 0 a 1000 m.

Figura 3.13| Mapa altimétrico da Amazônia



Fonte: <<https://goo.gl/9MU7Sh>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

As características do clima se configuram em função da incidência quase perpendicular dos raios solares, própria da localização, em áreas de baixas latitudes. Em razão também de ser uma área de convergência dos ventos alísios, o domínio apresenta alta umidade do ar, baixa amplitude térmica e precipitações elevadas e bem

Figura 3.15| Encontro das águas dos rios Negro e Solimões



Fonte: <<https://goo.gl/s5XnEy>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

Com relação à vegetação, a floresta de Igapó (que pode chegar até 20 m de altura) está localizada nos Igarapés e se mostra inundada durante todo o ano. As várzeas, por sua vez, apresentam-se parcialmente inundados, podendo atingir uma altura de 40 metros. A Terra Firme compreende áreas mais elevadas, mais afastadas dos rios, e abrigam espécies vegetais que geram madeiras de alto valor econômico, que já sofreram e continuam sofrendo intenso desmatamento e queimadas.

Os solos são pobres em nutrientes, contudo, em função da proteção feita pela copa das árvores, eles sofrem uma menor taxa de erosão e o enriquecimento de nutrientes provém da decomposição da vegetação.

O domínio do Cerrado, representado pelo mapa da Figura 3.15, apresenta maciços planaltos, com estrutura geológica complexa e com superfícies aplainadas; como exemplo, temos a Chapada dos Guimarães. Os planaltos sedimentares apresentam altitudes que variam de 300 a 1700 metros. Conforme Ab' Sáber (2003), a área core, ou seja, a que apresenta a característica principal desse domínio é o Planalto Central. Na borda dos chapadões existem os campos limpos, e as florestas galerias

estão presentes nas planícies de inundação, situadas no fundo dos vales. Nessa área também estão as veredas, mas nas áreas inundáveis, chamadas de brejos.

Figura 3.15| Limite do domínio morfoclimático do Cerrado



Fonte: <<https://goo.gl/xM7TYb>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

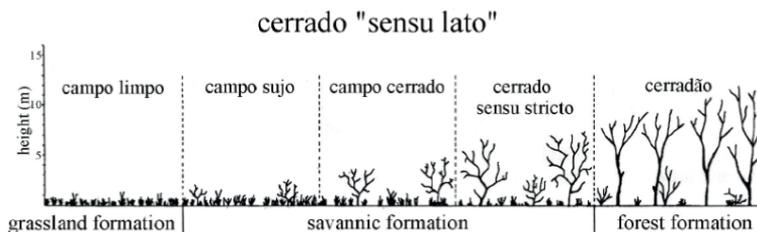
A vegetação pode ser subdividida em: cerradão, cerrado, campo sujo e campo limpo. A primeira é constituída pela transição da vegetação de alto porte e subcaducifólios (que perdem suas folhas na estação mais seca). O cerrado apresenta espécies que possuem galhos retorcidos e são caducifólios. No campo sujo, há a presença de herbáceas junto aos arbustos. O campo limpo, por fim, diz respeito à ocupação de espécies herbáceas junto às gramíneas.



Exemplificando

A Figura 3.16 representa um esquema que mostra os tipos de vegetação presentes no domínio morfoclimático do cerrado. Os tipos apresentados são: cerradão, cerrado, campo sujo e campo limpo.

Figura 3.16| Vegetação presente no Cerrado



Fonte: Ruggiero et al. (2002, p.2).

No que se refere aos solos do cerrado, o tipo predominante é o Latossolo; são profundos e bem drenados, no entanto, apresentam acidez alta em função da elevada quantidade de alumínio; são pobres em nutrientes.



Refleta

Devido à intensa atividade antrópica realizada no Cerrado, principalmente no que se refere à pecuária e ao cultivo de soja (muito atuantes na região), pense: como tais atividades podem alterar o equilíbrio desse domínio morfoclimático no futuro?

Para entender um pouco mais sobre o assunto, assista ao vídeo do Canal Futura, que trata sobre a principal causa do desmatamento no Cerrado: a expansão agrícola e pecuária. Inicialmente, o vídeo explica como funciona a inserção dessas atividades no local, destacando os principais estados e comentando sobre algumas políticas públicas relacionadas ao desenvolvimento da pecuária e agricultura no Cerrado.

Assista ao vídeo em: Jornal Futura. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=iqEkN6UQofM>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

Araucárias, Pradarias e Pampas

As araucárias (Figura 3.17) configuram um domínio localizado no sul do Brasil e, em função de sua posição, apresentam clima subtropical úmido, com as seguintes características: alta amplitude térmica e temperaturas amenas no verão. No inverno tais temperaturas podem ser reduzidas e as precipitações se mostram bem distribuídas ao longo do ano.

Figura 3.17| Campos de Araucária



Fonte: <<https://goo.gl/24QoSY>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

As características geomorfológicas estão associadas ao domínio do Planalto Meridional, que exhibe altitudes que variam de 800 a 1.300 metros. Nas bordas dos planaltos há a presença de vales, além de cânions e vertentes que sofrem processos erosivos.

No que se refere à vegetação, as áreas que abrigam as araucárias possuem densidades diversas. A devastação dessa vegetação deveu-se, em um primeiro momento, à utilização da madeira para produção de celulose e, atualmente, o manejo da terra é destinado ao cultivo agrícola da soja, milho e trigo.

Já as pradarias mistas estão localizadas na Campanha Gaúcha, que também possui um clima subtropical úmido. A rede de drenagem é perene, apresentando rios com padrão meândrico e uma vegetação ciliar que sofreu desmatamento.

O relevo é representado pelas coxilhas, que correspondem às formas mamelonares, e colinas suaves. A vegetação das pradarias dá lugar à pecuária e a vegetação das planícies aluviais é substituída pelo cultivo de arroz.

Com relação ao domínio dos pampas, ele está situado no estado do Rio Grande do Sul, apresentando bastante variedade topográfica e geológica do Planalto Meridional. No litoral, há feições geomorfológicas que sofreram desgaste e são herdadas

do período em que o nível do mar esteve, aproximadamente, três metros mais elevado do que o atual. A topografia também é dominada por coxilhas, no setor da Campanha Gaúcha, sendo que essa parte abriga florestas-galerias e pradarias mistas.

Em relação aos processos erosivos no Brasil, na região do Rio Grande do Sul, ocorrem os areais. A arenização é um processo natural, mas com o manejo do solo atrelado às atividades agrícolas e da pecuária, tal fenômeno tem sido acelerado.

Mares de morros, Caatinga

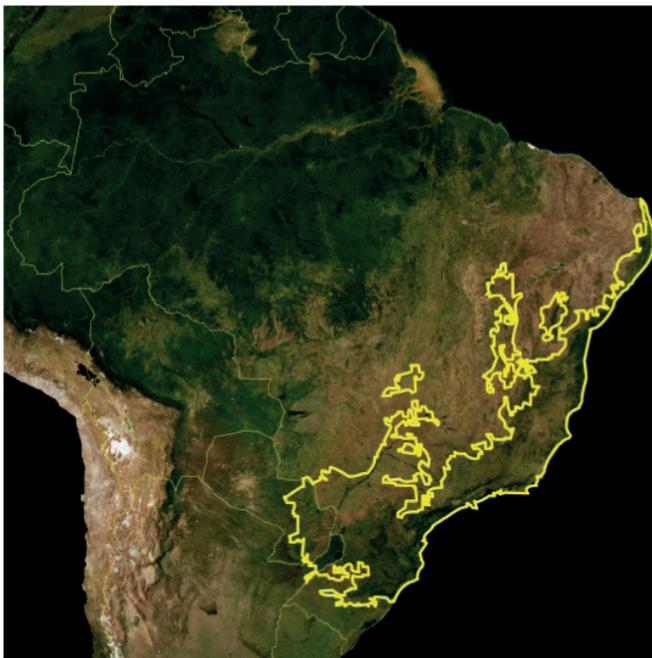
Os mares de morros florestados possuem, como vegetação, a Mata Atlântica ou também denominada Floresta Atlântica (Figura 3.18), que é a mais degradada desde o processo de colonização do país, em função de se localizar, principalmente, no litoral do Brasil.

Em função de estar situada em quase toda a região litorânea do país, abrange diversos climas como o tropical úmido, tropical de altitude e subtropical. Também por apresentar-se em diferentes regiões, a Mata Atlântica possui diferentes altitudes e abarca diversas feições geomorfológicas, como morros, serras e planícies litorâneas.

As características do solo estão bastante relacionadas ao relevo. Em áreas montanhosas, o solo não consegue se desenvolver e, por isso, são mais rasos. No entanto, em áreas de encostas, eles apresentam maior desenvolvimento em função dos processos intempéricos que atuam mais fortemente (infiltração das águas das chuvas), gerando solos que variam de intermediários a profundos. Em relação aos solos situados em vales, eles se apresentam com maior umidade (hidromórficos) ou constituem os areais.

Por também estar localizada entre os principais centros econômicos e financeiros do país, que concentram a maior parte da população e ainda contam com um intenso processo de urbanização, existem grandes impactos sobre domínio morfoclimático da Mata Atlântica, tanto em áreas rurais, quanto em áreas urbanas.

Figura 3.18| Mata Atlântica



Fonte: <<https://goo.gl/WM2sNN>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

O domínio da Caatinga (Figura 3.19) está situado na região semiárida nordestina. A vegetação se caracteriza por ser xerófilas ou hiperxerófilas, ou seja, não possuir folhas e sim espinhos, como artifício para evitar a perda de água pela evapotranspiração. As raízes são pivotantes, aquelas que chegam ao dobro do comprimento do corpo (do vegetal) dentro do solo, objetivando a captação de água subterrânea e o armazenamento desse recurso. Como exemplo desse tipo de vegetação, temos o cacto.

O clima semiárido possui, como características, as temperaturas anuais de 25 a 29° C e pluviosidade média anual que varia de 250 a 800 mm. O relevo é constituído de planaltos e depressões interplanálticas, e a erosão eólica é a que prevalece devido à baixa umidade. Nesse sentido, existem rochas resistentes aos processos erosivos, como os inselbergs.

Os solos possuem baixo desenvolvimento, por isso são rasos e ainda são pobres e ácidos. Em relação a rede hidrográfica, o rio São Francisco é o único rio perene que atravessa todo o sertão nordestino.

Figura 3.19| Vegetação da caatinga



Fonte: <<https://goo.gl/KyznSA>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

Faixas de Transição: Cocais, Agreste, Zona Costeira e Dunas

As faixas de transição representam os limites de mudanças existentes entre as bordas dos domínios morfoclimáticos, com características de relevo, de clima, de vegetação, hidrográficas e pedológicas heterogêneas e estão distribuídas por todo o território brasileiro. Esses limites não possuem uma região geográfica específica e, por serem ambientes de transição, não é possível enquadrá-los como domínios.



Pesquise mais

O semiárido nordestino sofre, por longos anos, o problema das secas. A área em que esse problema é mais evidente é denominada de Polígono das Secas. Nesse sentido, o subdesenvolvimento socioeconômico que assola a região é intensificado. Uma das alternativas para a solução de tal problemática é a transposição do rio São Francisco, que viabilizaria a chegada da água até o local, promovendo maior equidade social e econômica com o resto do país. No entanto, este projeto gera muitas controvérsias, pois alguns acreditam que o problema será realmente resolvido, outros acreditam que não, ampliando a escassez hídrica para o resto do país. Para entender um pouco mais sobre o assunto, leia o artigo, que versa sobre tais polêmicas.

SOARES, E. Seca no Nordeste e a transposição do rio São Francisco. **Geografias**. Belo Horizonte, v. 9, n. 2, 2013, p. 75 – 86.

Para organizar a capacitação dos futuros guias do parque estadual de conservação, Simone, a líder, resolveu promover uma interação entre eles e os domínios morfoclimáticos, com ênfase no domínio da Caatinga. Para tanto, ela os organizou em grupos, posicionando-os estrategicamente em algumas áreas do parque, nas quais era possível observar feições típicas da Caatinga, assim como os demais elementos que compunham a paisagem. Em seguida, ela solicitou que os guias produzissem algumas fotos a partir de seus aparelhos de celular, retratando, inicialmente, alguns aspectos da vegetação que consideraram, como guias, importantes para os turistas, sobretudo do ponto de vista da preservação e conservação do parque.

Com essas imagens em mãos, Simone promoveu um debate e questionou sobre os nomes populares das plantas da Caatinga, algo que os guias, sendo moradores da região, conheciam bem. Eles destacaram o faveleiro (mandioca-brava), o xique-xique e o caruaru. Por meio da mediação de Simone, os futuros guias compreenderam os motivos pelos quais a Caatinga abrigava essas espécies. Com isso, ela lembrou que o significado da palavra, em tupi, é mata branca e, assim, mediou a conceitualização sobre tal domínio morfológico, destacando, a partir da vegetação, as demais características do mesmo. Simone destacou que a integração entre elementos bióticos e abióticos é que confere, à região, as configurações morfoclimáticas específicas, sendo a Caatinga o único domínio totalmente concentrado em território brasileiro.

Com isso, ela continuou a formação apresentando uma imagem da localização do domínio da caatinga (disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Caatinga#/media/File:Caatinga_IBAMA.jpg>. Acesso em: 16 jan. 2018.) e questionou os guias acerca das demais áreas do território brasileiro. Com isso, pela via conceitual, ela trabalhou a integração entre todos os domínios, apresentando os demais e suas respectivas características.

Como culminância, Simone e os demais guias construíram maquetes do parque, para entenderem e mostrarem aos visitantes o quanto os ambientes da Caatinga são frágeis, demoram anos para serem compostos e o quanto é importante garantir sua preservação. Com isso, a fim de aproveitar os conhecimentos prévios da turma,

Simone propôs que construíssem maquetes representativas dos demais domínios morfoclimáticos para que fossem expostas, em conjunto com a maquete do próprio parque (representando a Caatinga), no centro de visitantes, e, assim, o equilíbrio dinâmico pudesse ser visualizado.

Com isso, Simone e os guias tinham um valioso material de formação em mãos, por meio do qual era possível trabalhar tanto com as feições da Caatinga como dos demais domínios morfoclimáticos brasileiros, fomentando práticas de preservação e conservação, incitando o uso sustentável dos recursos.

Faça valer a pena

1. O domínio Amazônico abriga uma área com florestas exuberantes e compostas por grande biodiversidade. Possui uma rede hidrográfica de grande extensão e de rios caudalosos, que viabilizam a navegação; além disso, as condições climáticas e vegetacionais proporcionam o equilíbrio das condições climáticas em todo o país.

Sobre o domínio morfoclimático amazônico, assinale a alternativa correta:

- a) O relevo é composto essencialmente por áreas planálticas.
- b) As chuvas são muito escassas, anualmente, em função da posição geográfica.
- c) A vegetação possui espinhos, a fim de armazenar água.
- d) Na rede hidrográfica predomina os rios de planícies, que favorecem a navegação.
- e) Há alta amplitude térmica na região, configurada pela atuação da massa polar.

2. Leia a citação:



"Durante as três últimas décadas, algumas regiões do Centro-Sul do Brasil mudaram do ponto de vista da organização humana, dos espaços herdados da natureza, incorporando padrões modernos que abafaram, por substituição parcial, velhas e arcaicas estruturas sociais e econômicas. Essas mudanças ocorreram, principalmente, devido à implantação de novas infraestruturas viárias e energéticas, além da descoberta de impensadas vocações dos solos regionais para atividades agrárias rentáveis."

Fonte: Ab'Saber (2003 p. 35).

A partir da leitura do texto, julgue as alternativas seguintes como verdadeira (V) ou falsa (F):

- () O relevo é composto de maciços planaltos cujas superfícies são aplainadas.
- () A área core desse domínio morfoclimático é denominada de Planalto Meridional.
- () O cerrado é constituído pela vegetação xerófila, ou seja, aquela que armazena água.
- () O cerrado apresenta espécies que possuem galhos retorcidos e são subcaducifólios.
- () O campo limpo diz respeito à ocupação de espécies herbáceas e arbustos.

Com relação às alternativas referentes ao domínio morfoclimático do Cerrado, a sequência correta está em:

- a) V, F, F, V, F.
- b) F, F, F, V, V.
- c) F, F, V, V, V.
- d) V, F, F, V, V.
- e) V, F, V, V, V.

3. Associe corretamente as colunas em relação aos domínios morfoclimáticos.

- | | |
|--------------------|---|
| 1. Cerrado | () O relevo é representado pelas coxilhas. |
| 2. Araucária | () A vegetação é a Floresta Atlântica. |
| 3. Caatinga | () Os solos são profundos, bem drenados, ácidos. Neles, há a presença de alumínio. |
| 4. Mares-de-morros | () A erosão eólica é a que aqui prevalece devido à baixa umidade |

Após a análise das informações, assinale a alternativa que indica, correta e respectivamente, a associação entre as colunas:

- a) 4, 2,1, 3.
- b) 2, 4,1, 3.
- c) 1, 3, 2, 4.
- d) 3, 4, 1, 2.
- e) 2, 1, 4, 3.

Referências

- AB'SÁBER, A. N. O relevo brasileiro e seus problemas. In: AZEVEDO, A. de. et al. (Dir.) **Brasil, a terra e o homem**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1964. v. 1, p. 135-250.
- _____. **Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários**. USP. Inst. Geografia., Paleoclimas, 3:1-19, 1977.
- _____. **Formas de relevo** – Texto básico. São Paulo: FUNBEC/Edart., 2001.
- _____. **Os Domínios de Natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais**. Santa Catarina: Ed. UFsc, 1968.
- BORN, M. B. Carste de Lagoa Santa, MG. In: SCHOBENHAUS, C. et al. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. DNPM/CPRM: Brasília, 2005, 554 p.
- CAPTAIN BLOOD AT ENGLISH WIKIPEDIA. Disponível em: <<https://goo.gl/9MU7Sh>>. Acesso em: 27 nov. 2017.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 21 nov. 2017.
- CEIVAP. **Recuperação Ambiental da Sub-bacia do Rio Sesmaria Diagnóstico Físico e Socioambiental e Implantação de Unidades Demonstrativas – Relatório Final**. Crescente Fértil: Resende, 2013. Disponível em: http://54.94.199.16:8080/publicacoesArquivos/arq_pubMidia_Processo_CT003-2012_VolumeIX_RF-FL1606.pdf. Acesso em: 20 novembro 2017.
- COELHO NETTO, A. L. Catastrophic landscape evolution in a humid region (SE Brasil): inheritances from tectonic, climatic and land use induced changes. In: **Fourth International Conference on Geomorphology**. Italy, 1999.
- DANTAS, M. E. et al. Caracterização geomorfológica da bacia do Rio Sesmarias (SP/RJ) – médio vale do rio Paraíba do Sul. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA**, Rio de Janeiro: UFRJ, 2012, p. 21-24.
- FAIRBRIDGE, R.W. **Eustatic changes in sea level**. In: **Physics and chemistry of the earth**. Vol. 4, p. 99-185, 1961.
- IMMELMAN. **Meeting of Waters from the air Manaus, Brazil**. Disponível em: <https://goo.gl/sSXnEy> - Acesso em: 27 novembro 2017.
- JORNAL FUTURA. **Expansão agrícola é o principal responsável por desmatamento no Cerrado**. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=iqEkN6UQofM>. Acesso em 13 jan 2018.
- MOURA, J. R. S. Quaternário: período de transformações ambientais recentes. Org. Antônio Jose Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2015, 335-364p.

NASA. Disponível em: <https://goo.gl/WM2sNN> - Acesso: 27 novembro 2017.

PENTEADO, M.M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

PILÓ, L. B., RUBBIOLI, E. Cavernas do Vale do Rio Peruaçu (Januária e Itacarambi), MG. In: SCHOBENHAUS, C. et al. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. DNP/CPRM: Brasília, 2002, 554 p.

PIRES, F. R. M. Arcabouço Geológico. In CUNHA, S.B; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2009.

RUGGIERO, P.G. et al. **Plant Ecology**. 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/A:1015819219386>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

SECRETARIA EXECUTIVA DO MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Bacia Amazônica**. Disponível em: <<https://goo.gl/AcxZyr>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

SETTI, D., SETTI, E. O. **Pinheiro do Paraná**. Disponível em: <<https://goo.gl/24QoSY>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

SOARES, E. Seca no Nordeste e a transposição do rio São Francisco. **Geografias**. Belo Horizonte, vol 9, n.02, 2013, p. 75 – 86.

VIEIRA, C. L., VERDUM, R. Estabilização de ravina em areal no município de São Francisco de Assis-RS, Brasil, tendo como base técnica a bioengenharia de solos. In: XIII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO ABEQUA. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <http://www.abequa.org.br/trabalhos/estabilizacao_resumo.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

VITTE, A. C. A construção da geomorfologia no Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia** - RBG (Rev. Bras. Geomorf. - Online - ISSN: 2236-5664), v.12, n. 3, 2011, p. 91-108. Disponível em: <<http://lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/262>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

WIKIPEDIA. **Sertão Nordestino**. Disponível em: <<https://goo.gl/KyznSA>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

Geomorfologia aplicada I

Convite ao estudo

Prezados alunos,

Em algum momento do curso de Geografia, você com certeza já ouviu falar em imagens de satélites, principalmente quando elas são utilizadas para demonstrar alguma forma ou processo. Aqui mesmo, no curso de Geomorfologia, em diversos momentos, várias morfologias foram demonstradas através das imagens. Assim, discutiremos, nesta unidade, as aplicações das imagens em nossos estudos geomorfológicos. Além disso, abordaremos temas relacionados à paisagem e às pesquisas geomorfológicas aplicadas ao planejamento e à análise ambiental.

Na primeira seção, trataremos dos diversos sensores remotos que geram imagens de satélites diferenciadas em relação as suas resoluções; na segunda seção, abordaremos a paisagem e suas unidades e veremos que os estudos são conduzidos dentro da perspectiva geossistêmica. Bertrand (1972) foi um dos principais autores que conduziu esse tipo de estudo, e, por isso, vamos abordar a taxonomia das paisagens proposta por ele.

Com relação à terceira seção, veremos que a Geomorfologia é essencial para a condução de estudos que visam ao planejamento, pois os conhecimentos geomorfológicos, focados nas formas e nos processos, auxiliam no fornecimento de técnicas de pesquisas, subsidiando, assim, o planejamento regional, ambiental e territorial.

Na última parte, trataremos sobre a Geomorfologia aplicada à análise ambiental, os tipos de estudos que são conduzidos nessa abordagem e a unidade básica de análise e a metodologia de pesquisa que é adotada na maioria dos estudos.

Nesta unidade, tomaremos como exemplo a implantação de uma usina hidrelétrica no estado do Amazonas. Para obras desse porte, se faz necessário primeiramente a realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), para definir as ações de planejamento das ações futuras, e o Relatório de Impacto Ambiental (Rima), que se trata de um relatório que destaca os impactos que o empreendimento gera e as medidas que podem ser feitas para minimizar tais impactos, já que se trata de uma atividade que possui grande potencial de degradação ambiental do domínio morfoclimático amazônico. Nesse sentido, através do EIA/Rima se identificam os impactos, medidas para a prevenção, controle e formas de compensação. A Geomorfologia Ambiental possui um papel fundamental para a elaboração dos dois instrumentos legais, já que seu objetivo é analisar as características morfológicas, os processos geomorfológicos que ocorrem e quais os efeitos a serem produzidos pela usina hidrelétrica no relevo. A implementação do empreendimento se conduz sob os moldes legais, mas já envolve muita repercussão em todo o país sobre sua viabilidade. Vamos acompanhar como o desenvolvimento desse empreendimento vai se adequando com as necessidades da sociedade.

Bons estudos!

Seção 4.1

Geomorfologia aplicada I

Diálogo aberto

Tomaremos como exemplo a construção de uma usina hidrelétrica, a ser implantada no estado do Amazonas. A população que reside nas cercanias da área escolhida para a instalação de tal empreendimento está deveras preocupada, principalmente com os impactos ambientais que ocorrerão, haja vista que se trata de um empreendimento de grande porte. Dessa forma, uma comunidade indígena, que vive em uma região próxima à área na qual a represa da hidrelétrica irá se localizar, foi informada que suas terras serão invadidas pelas águas e eles terão que ser assentados em outra localidade. No entanto, mesmo na área em que serão alocados, eles terão problemas, pois muitas das vias de acesso às comunidades serão extintas, passando a demorar mais tempo para o deslocamento na região. A área da nova moradia também está distante dos rios, alterando todo o modo de vida da comunidade, ao inviabilizar a pesca, que faz parte da cultura e do modo de sobrevivência indígena. Quando grandes obras desse porte acontecem, existem instrumentos como o EIA e o Rima que preveem alternativas e atenuação dos impactos sociais. Porém, é questionável a ação de tais instrumentos sobre as condições de vida da população, sobre os problemas, os impasses e a mitigação dos efeitos na vida dessas pessoas, uma vez que na prática, observa-se uma outra realidade. Reflita como essa comunidade pode utilizar-se do EIA/Rima a fim de defender seus interesses. Como é possível uma intervenção de uma população interessada que sua sobrevivência seja garantida, assim como a preservação ambiental e dos recursos em questão?

Não pode faltar

Uso de imagens de satélite em Geomorfologia

O conjunto de atividades que faz a aquisição de dados dos objetos espaciais da superfície terrestre, através de imagens de satélites e

em diferentes escalas, é denominada de Sensoriamento Remoto. O uso dessas imagens vem contribuindo para o desenvolvimento de mapeamentos geomorfológicos, uma vez que os dados provenientes dos sensores identificam e podem interpretar diversas feições geomorfológicas.

Segundo Xavier da Silva (2000), as entidades geomorfológicas (partes que compõem o sistema), através dos mapeamentos geomorfológicos associados às técnicas e à geotecnologia, podem ser identificadas através da sua geometria, localização, forma e correlações espaciais.

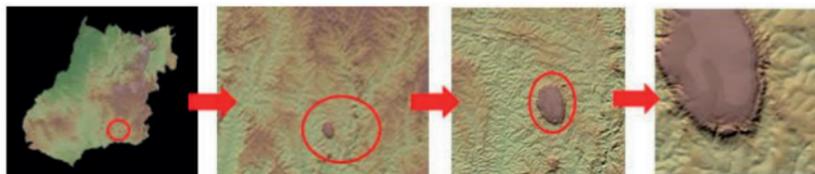


Assimile

A geotecnologia diz respeito a um conjunto de tecnologias que permitem a coleta, o processamento, a análise e o fornecimento de informações que possuem referência geográfica. Dentre as geotecnologias existentes, destacam-se: os sistemas de informação geográfica (SIG's), a cartografia digital, o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global (GPS) e a topografia.

O projeto Missão Topográfica Radar *Shuttle* (SRTM, acrônimo, em inglês, de *Shuttle Radar Topography Mission*) foi liderado pela Nasa em parceria com outras agências espaciais da Alemanha (DLR) e Itália (ASI), no ano de 2000. Com exceção dos EUA, os dados foram disponibilizados com 90 metros de resolução espacial, indicados para pesquisas que se utilizam de escalas pequenas a médias, já para escalas maiores, com maior necessidade de detalhes, não são recomendados. Tais imagens, no entanto, precisam de processamento, e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no ano de 2005, realizou tais correções e padronizações, eliminando falhas, sombras e distorções. Os mapas que foram gerados possuem pontos (pixels) cujos valores altimétricos reais significam diversas altitudes (Figura 4.1), indicando diferentes tratamentos das imagens que são disponibilizadas pelo SRTM. Cada uma demonstra diversos níveis de detalhamento da morfologia.

Figura 4.1 | Detalhamento das imagens do projeto SRTM



Fonte: Costa e Silva (2009, p. 4).

A obtenção de imagens de satélites oriundas do *Land Remote Sensing* (Landsat) iniciou-se na década de 1960, pela Agência Espacial Americana. Desde 1972, já foram lançados sete satélites, e atualmente somente o Landsat 5 continua ativo. A resolução espacial já atingiu até 15 metros (Landsat 7 – pancromática) e as imagens podem ser obtidas gratuitamente no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) ou Nasa.

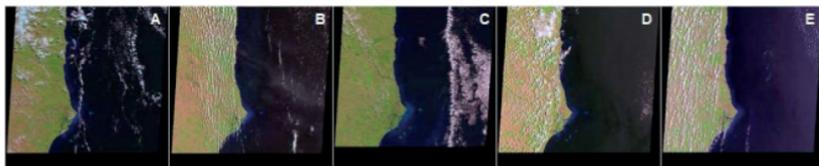
O estudo de Azevedo et al. (2016) mapeou a posição da linha de costa da planície de Caravelas (Nordeste do Brasil) e para tanto utilizou imagens Landsat dos anos de 1987 (Figura 4.2 A), 1989 (Figura 4.2 B), 1997 (Figura 4.2 C), 1999 (Figura 4.2 D) e 2001 (Figura 4.2 E), conforme Tabela 4.1 e Figura 4.2.

Tabela 4.1 | Informações referentes as imagens Landsat

Data de aquisição	Satélite	Resolução espacial
12/07/1987	Landsat 5	30 m
07/02/1989	Landsat 5	30 m
05/06/1997	Landsat 5	30 m
03/02/1999	Landsat 5	30 m
31/01/2001	Landsat 7	30 metros (15 metros pancromática)

Fonte: adaptada de Azevedo et al. (2016, p. 699).

Figura 4.2 | Detalhamento das imagens do SRTM

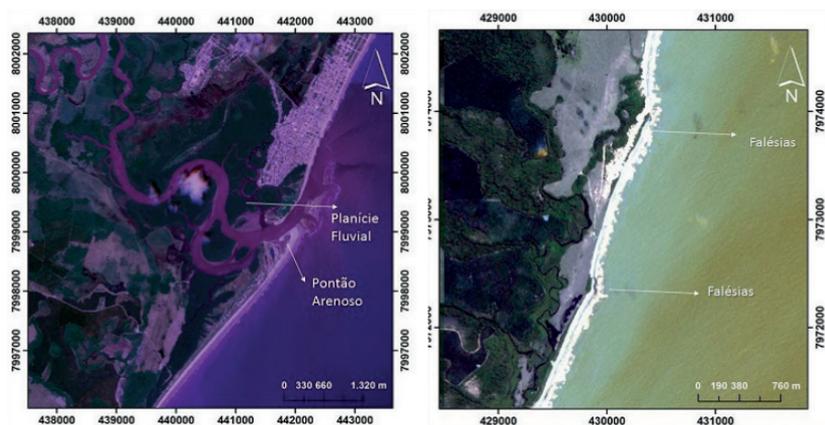


Fonte: adaptado de Azevedo et al. (2016, p. 699).

O *RapidEye* compõe uma constelação de 5 microsatélites, lançados no ano de 2008, cujo controle é exercido pela empresa privada *RapidEye AG*, da Alemanha. Os satélites têm uma resolução espacial de 5 metros multiespectral.

Souza (2016) procura discutir em seu trabalho as feições costeiras, a partir das imagens da constelação de satélites *RapidEye*, disponibilizadas de forma gratuita pelo Ministério do Meio Ambiente. Os resultados do estudo desse autor demonstraram a eficácia dessas imagens de satélites para a captação das formas presentes no ambiente. Algumas morfologias, conforme sua escala espacial, não podem ser identificadas na paisagem, apenas por trabalho de campo, e, no caso dessas imagens especificamente, por possuírem uma excelente resolução, as formas são mostradas com bastantes detalhes. Esse fato pode ser verificado na Figura 4.3, em (A); é possível visualizar a planície fluvial próxima ao canal fluvial e o pontão arenoso (depósitos de areia), e em (B), a falésia, que, por causa da sua escala de extensão, pode ser melhor visualizada através da imagem.

Figura 4.3 | Feições geomorfológicas geradas pelo *RapidEye*



Fonte: Adaptada <<http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/7/7-400-546.html>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

Paisagem e unidade de paisagem

De acordo com Bertrand (2004), a paisagem é definida como uma porção do espaço, que resulta da interação dinâmica, cujos atributos físicos, biológicos e antrópicos são instáveis e reagem dialeticamente uns sobre os outros, gerando, assim, um conjunto único e indissociável. E conforme Ross (1992), as unidades de paisagem são individualizadas pelo relevo, clima, cobertura vegetal, solos, litologia, ou por um desses elementos.



Exemplificando

A paisagem possui diferentes enfoques, que variam com as diversas correntes teóricas. Por exemplo, de acordo com Calvacanti (1998), a Geografia Tradicional adotava a paisagem como objeto de estudo da própria Geografia, pois esse conceito permitia a observação visível dos fatos, fenômenos e acontecimentos geográficos e, ainda, era considerada a melhor forma de relacionamento entre o homem e o meio.

Já para a Nova Geografia, torna-se necessário avançar em relação a uma abordagem descritiva, optando-se pela compreensão da estrutura e dos processos que ocorrem em um sistema espacial.

Na Geografia Crítica, Santos (1994) coloca que a paisagem possui um cunho dialético e apresenta, ao mesmo tempo, uma dimensão objetiva e outra subjetiva. A paisagem pode ser definida como tudo aquilo que pode ser visto, mas também como aquilo que a nossa visão não alcança, como os sons, odores e movimentos.

A análise da paisagem, em geral, pode ser feita sob a perspectiva geossistêmica, em que são analisados os aspectos naturais, tais como os geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e fitogeográficos, e em conjunto com os antrópicos. Além disso, a paisagem resulta do arranjo espacial dos elementos, das relações existentes entre os subsistemas e das entradas e saídas do sistema.

Bertrand (2004) ao analisar a paisagem propõe uma taxonomia das paisagens, em que estas passam a ser divididas em unidades. Nesse sentido, o autor coloca que o sistema taxonômico deve classificar as paisagens em função da escala, ou seja, situá-las no espaço e no tempo, uma vez que segundo Bertrand (2004, p.

144) os fenômenos possuem “início das manifestações” e “extinção”. Dessa forma, o sistema foi dividido em seis níveis têmporo-espaciais, classificados de unidades superiores (zona, domínio e região) e unidades inferiores (geossistema, geofácia e geótopo). Essa classificação pode ser visualizada nos Quadros 4.1 e 4.2.

Quadro 4.1 | Classificação dos níveis taxonômicos de acordo com Bertrand (2004)

Unidades Superiores	Zona	Deve ser ligado ao conceito de zonalidade planetária. A zona se define basicamente pelo clima e seus biomas e acessoriamente por certas megaestruturas.
	Domínio	Corresponde a conjuntos de paisagens fortemente individualizados. A definição dos domínios deve ser maleável, de forma a permitir agrupamentos a partir de fatores diferentes.
	Região	Relacionada à individualização de aspectos físicos dentro do domínio. Deve ser maleável a fim de permitir sua inserção dentro de um sistema taxonômico coerente.
Unidades Inferiores	Geossistema	Resulta da combinação local e única de elementos dos vários subsistemas que interagem (declive, clima, rocha, manto de decomposição, hidrologia das vertentes) e de uma dinâmica comum (mesma geomorfogênese, pedogênese e utilização antrópica). Mede de alguns quilômetros quadrados até algumas centenas de quilômetros quadrados.
	Geofácia	Corresponde a um setor fisionomicamente homogêneo dentro do geossistema, onde se desenvolve uma mesma fase de evolução. Sua superfície abrange, geralmente, algumas centenas de metros quadrados.
	Geótopo	Correponde à menor unidade geográfica homogênea diretamente discernível no terreno. Constituem refúgios de biocenoses originais, relictuais ou endêmicas. Suas condições ecológicas são muitas vezes diferentes das do geossistema e da geofácies. Geralmente encontra-se na escala do metro quadrado.

Fonte: Lopes et al. (2014, p. 157).

Quadro 4.2 | Classificação da paisagem conforme Bertrand (2004)

Unidade de Paisagem	Escala Têmporo-Espacial (CAILLEUX; TRICART)	Exemplo tomado numa mesma série de paisagem	Relevo	Elementos Fundamentais
Zona	G=Grandeza G.I. + 1.000.000 km ²	Intertropical	-	Climáticos e estruturais
Domínio	G.II 100.000 a 1.000.000 km ²	Das Caatingas semiáridas ou dos Sertões	Domínio Estrutural	
Região	G.III-IV 1.000 a 100.000 km ²	Planalto da Borborema	Região estrutural	
Geossistema	G.VI-V ± 10 a 1 km ²	Atlântico Montanhês	Unidade estrutural	Biogeográficos e antrópicos
Geofácies	G.VI	Prado de ceifa com Molíno	-	
Geótopo	G.VII	"cadiês" de dissolução com "Aspidium Londhitis"	-	

Fonte: Lima (2013, p. 36).

Geomorfologia e planejamento

Como já sabido, a Geomorfologia é uma ciência que se propõe a desenvolver estudos voltados para o aspecto morfológico da topografia e da dinâmica responsável pela modelagem das paisagens topográficas. Dessa forma, o estudo do relevo permite a compreensão das formas terrestres e dos processos que operam a fim de esculpi-las. Já o planejamento diz respeito a um conjunto de ações que objetivam o desenvolvimento de empreendimentos, atrelados às áreas socioeconômicas e ambientais. Conforme Christofolletti (1994) existem dois tipos de planejamento: a) estratégico, que trata das tomadas de decisão que variam de médio a longo prazo e que envolvem um conjunto de pesquisas; b) operacional, que abrange tomadas de decisão de curto prazo.

Conforme Ross (2005), quando se analisam as formas e processos relacionados ao relevo, deve-se preocupar com as atividades humanas que alteram a forma do terreno, que induzam a movimentação de materiais ou que possam alterar a quantidade e qualidade das águas. Nesse sentido, os conhecimentos geomorfológicos auxiliam no fornecimento de técnicas de pesquisas, de maneira que essas informações sejam essenciais para o planejamento, prevenindo a ocorrência de riscos e danos ambientais.

O relevo pode, em alguns aspectos, ser favorável à ocupação pelos grupos humanos, mas, em outros, apresentar formas e processos que a desencorajam, sendo possível encontrar até mesmo restrições. Contudo a Geomorfologia pode elaborar diagnósticos e prognósticos frente às intervenções antrópicas, como a ocupação de encostas, das planícies fluviais e das áreas costeiras, evitando, assim, a ocorrência de enchentes, dos desastres e de perdas de vidas humanas.

Estudos atrelados à Geomorfologia costeira, por exemplo, auxiliam no entendimento dos processos que modelam a paisagem costeira e que atuam na modificação das linhas de costas (ação das ondas, correntes costeiras e marés) e essa ciência pode propor alternativas para mitigar os efeitos da erosão. A Figura 4.4 representa a queda do calçadão da praia da Macumbá, na cidade do Rio de Janeiro, fato recorrente no local. As pesquisas geomorfológicas, portanto, fornecem diversas informações sobre o comportamento costeiro, o que possibilita alertar a população sobre a ocupação do local.

Figura 4.4 | Imagem da calçada e de casas destruídas pela ação das águas



Fonte: acervo da autora.

Saadi (1997) demonstrou como a Geomorfologia atua nos estudos de planejamento, trazendo estudos de casos, como o projeto de reestruturação do espaço urbano no município de Ipatinga, em Minas Gerais. A ciência geomorfológica foi útil para definir a capacidade de suporte das unidades geomorfológicas, a fim de realizar o zoneamento do uso do solo, assim como os projetos de remodelação do ambiente urbano. Com relação ao Plano Diretor do município de Caratinga (MG), o conhecimento do relevo foi fundamental para orientar o zoneamento urbano da cidade e definir áreas propícias à expansão urbana, à preservação do meio ambiente e para a produção de materiais de construção. Além disso, estudos conduzidos na Lagoa da Pampulha, em Belo Horizonte, envolveram a identificação das causas naturais e/ou antrópicas dos processos de erosão e as transferências dos sedimentos para as calhas naturais e canalizações. Dessa maneira, percebe-se que a Geomorfologia se aplica em diversos estudos que auxiliam no planejamento.



Reflita

Fernandes et al. (2001) colocam que muitos estudos se apoiam na descrição de eventos e em ensaios/monitoramentos de campo, mas pouco se sabe sobre a previsão da ocorrência de fenômenos

catastróficos. Nesse sentido, os autores acreditam que a combinação de mapeamentos, monitoramentos de campo e modelos matemáticos baseados em processos podem contribuir demasiadamente para a previsão da ocorrência de fenômenos ambientais. Dentro dessa perspectiva, como tais estudos contribuiriam para reduzir a magnitude dos desastres ambientais?

FERNANDES, N. F. et al. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 2, n. 1, p. 51-71, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000105&pid=S0100-6762201400060000200015&lng=pt>. Acesso em: 26 mar. 2018.

Geomorfologia e análise ambiental

Conforme Coelho Netto (1992), as análises diagnósticas e prognósticas de transformação do meio ambiente deveriam preceder às mudanças no meio ambiente. Tais análises norteariam uma política de cunho preservacionista, contribuindo para definir formas mais racionais de uso dos recursos, minimizando possíveis impactos. Nesse sentido, a análise ambiental, que é uma área interdisciplinar, fornece subsídios para estudos diagnósticos e prognósticos, e a Geomorfologia contribui a partir do seu objeto específico.

Mantovani (2015) afirma que o geomorfólogo atua em diversas escalas espaciais. Em relação à escala regional, as análises possuem um propósito específico, como a avaliação de algumas áreas para a implantação de um determinado empreendimento ou para reconhecer a configuração de um relevo. Já na escala local, a geomorfologia foca na avaliação de risco e no levantamento dos recursos naturais disponíveis em propriedades de menor de dimensão, no entanto, atua também em estudos que avaliam problemas mais específicos, como a dinâmica de vertentes, processos erosivos e movimentos de massa, riscos e vulnerabilidades e a relação entre acúmulo de sedimentos e tempo de vida útil dos reservatórios. Para desenvolver tais pesquisas, as metodologias englobam levantamento de dados secundários e primários e análise desse conjunto de informações.

A Geomorfologia com a cartografia geomorfológica preocupa-se com a descrição, classificação e representação do relevo, ou seja, com o mapeamento geomorfológico. Este é de suma importância para a análise ambiental, já que abrange a distribuição espacial de formas, materiais e processos, essenciais para o monitoramento ambiental. Xavier da Silva (2000) aponta a importância dos mapeamentos geomorfológicos, já que eles se apoiam em geotecnologias e técnicas de sensoriamento remoto, através das quais as entidades geomorfológicas podem ser identificadas pela sua geometria, localização e forma, e, ainda, é possível a realização de correlações espaciais.

Nos estudos que são realizados os mapeamentos, a unidade em foco é a bacia hidrográfica, que é a unidade geomorfológica capaz de fornecer informações sobre a morfologia e os processos que ocorrem no relevo, além disso, fornece outros dados, como hidrologia, vegetação, solo e clima em escala local. Esses dados são coletados numericamente e podem ser transformados em modelos matemáticos, permitindo a realização de previsões.

A metodologia utilizada, em geral, é a análise geossistêmica, uma vez que a bacia hidrográfica é um sistema aberto, com troca de matéria e energia entre os subsistemas e há uma interdependência entre as partes dele.



Pesquise mais

O artigo de Jorge Xavier da Silva (2000) denominado de “Geomorfologia, análise ambiental e geoprocessamento” trabalha as conexões existentes entre os conhecimentos geomorfológicos e sua prática, a abordagem sistêmica e o geoprocessamento. Nele, o autor tenta chamar a atenção dos pesquisadores para as contribuições conceituais, metodológicas e tecnológicas, oriundas dos temas centrais que são discutidos, apresentando dois modelos ambientais e discutindo sobre as avaliações, cenários e diagnoses ambientais.

SILVA, J. X. da. Geomorfologia, Análise Ambiental e Geoprocessamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 1, n. 1, 2000, p. 48 – 58. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/home/artigos/RBG_01/Artigo04_RBG_2000.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2018.

Observa-se que mesmo de posse das informações contidas EIA e no relatório gerado pelo Rima, no que tange ao aspecto social, na prática, entende-se que não houve um planejamento que abrangeu a participação popular e outras formas de ações mitigadoras. Nesse sentido, diante da minimização do problema por parte do Estado e da empresa responsável pelo empreendimento, a comunidade indígena resolve se mobilizar e reivindicar melhorias em relação às novas formas de subsistência, às condições de assentamento e reavaliação de algumas medidas.

O primeiro impacto sofrido pela população indígena será a sua remoção de área que ocupa há muito tempo. Com isso em mente, eles resolveram entregar um relatório, contendo informações que mostravam as consequências desse processo, tanto ao Ministério Público Federal quanto ao Ibama. Nesse relatório, os indígenas relatam a preocupação e os problemas que vivenciam, como a falta de água, de infraestrutura do local e a acessibilidade, que não é das melhores. Essa comunidade também concedeu entrevistas para os telejornais e rádios locais, cuja abrangência extrapolou essa escala e reverberou em ações por parte de empreendedores da hidrelétrica, que, convocados pelo Poder Público, passaram a entender acerca das novas condições de vida dessa comunidade e, assim, perceber a amplitude da cultura indígena.

Dessa forma, os empresários, ao reconhecerem o descumprimento para com as informações e normativas estabelecidas no EIA e no Rima, se comprometeram a tomar algumas medidas. Nesse sentido, como parte das medidas compensatórias, a empresa decidiu que forneceria melhor infraestrutura, além de pagar as indenizações devido à remoção da população, conforme estabelecido nos documentos emitidos sobre os impactos gerados pelo empreendimento. Além disso, foi acordado que haveria reuniões periódicas junto à comunidade para discutir sobre os impactos ainda remanescentes.

Faça valer a pena

1. O conceito de paisagem em Geografia pode ser abordado sob diversas perspectivas. Nos estudos referentes à geografia física, a análise da paisagem, geralmente, ocorre sob o enfoque geossistêmico, resultando do arranjo dos elementos, das entradas e saídas e relações entre os subsistemas.

Com relação à paisagem e a seu enfoque sistêmico, assinale a alternativa correta.

- a) As unidades da paisagem são individualizadas pelo relevo e litologia somente.
- b) A paisagem não resulta da interação dinâmica. Nela os atributos físicos são estáveis.
- c) A paisagem é um conjunto único e indissociável. Nela os atributos são dinâmicos.
- d) A taxonomia de paisagens de Bertrand (2004) não possui um caráter sistêmico.
- e) A classificação de Bertrand (2004) é composta somente pelas unidades superiores.

2. A Geomorfologia é uma ciência que desenvolve pesquisas que estão atreladas à morfologia da topografia e à dinâmica responsável pela modelagem das paisagens topográficas, por isso, tal ciência está propícia a subsidiar o planejamento.

Com relação à assertiva anterior – sobre a Geomorfologia e o planejamento – assinale a afirmativa correta.

- a) Entende-se por planejamento um conjunto de ações para viabilizar um empreendimento.
- b) O estudo do relevo se preocupa somente com a movimentação dos materiais.
- c) A Geomorfologia fornece informações que não podem ser aproveitadas para fins de planejamento.
- d) A Geomorfologia não se destina à prevenção para a ocorrência de riscos e danos ambientais.
- e) Os estudos de planejamento podem ser feitos pela Geomorfologia, mas não de ocupação do solo.

3. Associe corretamente as colunas com relação ao uso de imagens de satélites em geomorfologia.

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Mapeamento geomorfológico | () As imagens possuíam resolução de 15 metros (pancromática). |
| 2. SRTM | () Composto pela constelação de 5 microssatélites. |
| 3. Landsat 7 | () As imagens são apropriadas para estudos com escalas pequenas e médias. |
| 4. <i>RapidEye</i> | () Auxilia na identificação da geometria, localização e forma do relevo. |

Assinale a alternativa que apresenta respectivamente a correta associação entre as colunas.

- a) 4, 2, 1, 3
- b) 2, 4, 1, 3
- c) 1, 3, 2, 4
- d) 3, 4, 1, 2
- e) 3, 4, 2, 1

Seção 4.2

Geomorfologia aplicada II

Diálogo aberto

Na confecção do Relatório de Impacto Ambiental da hidrelétrica em implantação, o grupo de consultores responsáveis pelo empreendimento discutia como aumentar o tempo de vida útil da barragem e o que seria feito dela depois de desativada. Para tal, iniciaram-se as análises sobre quais os mecanismos que levam o fim da barragem, seria unicamente o envelhecimento das estruturas? Outra questão importante se refere à desativação. Ela deveria ali ser deixada ou haveria uma forma de reuso da área para outra finalidade? A partir dessas questões principais, os consultores chegaram a algumas conclusões importantes, vamos acompanhar?

Não pode faltar

EIA/Rima

De acordo com Sánchez (2006), o impacto ambiental pode ser caracterizado pelo desequilíbrio existente na relação entre homem e meio ambiente, logo, se faz necessária a definição de instrumentos que possam avaliar os impactos gerados na implantação de algum empreendimento. Esses instrumentos podem ser representados pelo Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (Rima).

O EIA pode ser entendido como um instrumento de gestão ambiental, do qual se objetiva planejar ações futuras relacionadas a empreendimentos de elevado grau de degradação ambiental. Para tal, esse documento avalia os impactos dessas atividades, identificando alternativas, medidas de prevenção e controle dos impactos, além de planejar ações de compensação. São instrumentos previstos na Lei Federal n. 6.938/81, instituída pela Política Nacional do Meio Ambiente que, por sua vez, incluiu a avaliação de impacto ambiental como instrumento de tal política. No artigo 9º, os incisos III e IV dão destaque para isso:



Art. 9º - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:

- I. o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- II. o zoneamento ambiental; (Regulamento)
- III. a avaliação de impactos ambientais;
- IV. o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- V. os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;
- VI. a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas; [...] (BRASIL, 1981)

Com relação ao Rima, entende-se que sua apresentação deve ser de forma objetiva, contendo mapas, tabelas e figuras que possam descrever claramente as consequências ambientais da implementação do projeto. Dessa forma, seus objetivos e justificativas devem estar alinhados às políticas governamentais, com a descrição das alternativas tecnológicas e locacionais, especificando as matérias-primas que serão utilizadas, a mão de obra envolvida, as fontes energéticas, técnicas de operação, as emissões e efluentes gerados em todas as fases do projeto. Além disso, se faz necessário também conter os resultados dos estudos de diagnósticos ambientais da área do projeto, a descrição dos impactos ambientais no momento da implantação e operação, além das medidas mitigadoras para tal.

É fundamental que nesse documento sejam descritos os programas de monitoramento dos impactos que serão implantados, tais como aqueles que envolvam a qualidade da água e do ar. Por fim, verifica-se a necessidade das recomendações em relação às alternativas mais favoráveis na conclusão do texto.

Desta forma, o EIA e o Rima são destacados novamente pela Resolução nº 01/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), como os principais instrumentos de licenciamento ambiental. E a Constituição Federal de 1988 consolida tais ferramentas juridicamente.

No que se refere à Geomorfologia, Ross (2000) coloca que a preocupação dos projetos empreendidos incide sobre os possíveis impactos que eles podem gerar no relevo, já que podem induzir a impactos diretos – cortes, aterros e desvio de leitos fluviais – e os impactos indiretos, como os processos erosivos, os movimentos de massa e assoreamento. Nesse sentido, Christofolletti (1999) acrescenta que a Geomorfologia é essencial para a elaboração do EIA/RIMA, visto que o diagnóstico do relevo aponta as condições do ambiente que será impactado, permitindo, assim, uma ocupação ordenada das atividades antrópicas.

É imprescindível que se faça uma correta aplicação das técnicas de pesquisa, interpretação e análise da área e, de acordo com Ross e Fierz (2009), o estudo deve apresentar três etapas, a saber: trabalho de gabinete, trabalho de campo e trabalho de laboratório. Nesse sentido, se faz necessário a revisão bibliográfica das informações referentes à geomorfologia da área em questão, a coleta dos dados secundários e, com o trabalho de campo, obter-se mais dados de caráter primário. O trabalho de laboratório envolverá a elaboração dos mapas, em resolução e escalas apropriadas para o estudo, sendo a cartografia essencial para subsidiar a análise geomorfológica.

Apesar das exigências que os estudos devem seguir, vários apresentam uma descrição muito superficial sobre os aspectos geomorfológicos e neles não constam mapas da geomorfologia da área. Isso empobrece e reduz o trabalho, uma vez que não se explora as informações de forma suficiente.

Geomorfologia das áreas rurais

As atividades desenvolvidas nos espaços rurais, geralmente associadas aos setores primários da economia, como agricultura e pecuária, provocam diversas modificações nas áreas das quais se apropriam. Em geral, essas práticas econômicas alteram a cobertura vegetal e o solo, provocando mudanças no relevo. Entretanto, não são acompanhadas por técnicas de manejo do solo sustentáveis e políticas de conservação do solo e água, gerando, assim, diversos impactos nos sistemas ambientais.

Para a implantação de novas áreas agricultáveis, deve-se levar em consideração a topografia local, sendo mais adequadas as áreas de planícies ou que possuem encostas mais suaves, já que podem ser

mais simples para o manejo, além de apresentar custos mais baixos de manutenção. Os estudos geomorfológicos que são conduzidos nessas áreas devem focar nos mapeamentos, a fim de evitar a ocorrência de processos erosivos e de movimentos de massa.

De acordo com Girão e Corrêa (2004) se faz necessária a confecção de cartas de declividades associadas às redes de drenagem, já que elas informam sobre a restrição à mecanização e auxiliam na escolha das técnicas de manejo do solo.



No tocante à apropriação e ao consequente aproveitamento, as variáveis topográficas constituem-se em fator relevante à adequação de formas de uso da terra, sendo necessário para seu pleno reconhecimento a identificação das rugosidades topográficas através da confecção de cartas de declividade das vertentes, bem como sua conexão à rede de canais fluviais. (GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B., 2004, p. 44)

Cassetti (1995) menciona a importância da Geomorfologia no planejamento de áreas rurais, alertando que essa ciência contribui para a redução da ocorrência do escoamento superficial e da erosão do solo. A erosão gera a perda das propriedades químicas e físicas do solo, o que pode conduzir à queda da produtividade na/da agricultura.

O estudo desenvolvido por Araújo (2013) na bacia do Córrego Sujo, município de Teresópolis - RJ, mostrou que a atividade mais relevante na região é a agrícola, e na sua caracterização geomorfológica há predomínio de escarpas montanhosas (Figura 4.5). A agricultura, por sua vez, se desenvolve nos fundos de vales e em baixas encostas dos relevos menos acidentados nos vales dos rios tributários (Figura 4.6) e o manejo é realizado de forma tradicional. No entanto, devido à localização dessas atividades (próximas aos rios), há poluição hídrica, já que os solos, sedimentos e elementos químicos associados às partículas de argilas, são transportados para a água, refletindo na sua degradação.



Se o planejamento geomorfológico em áreas rurais fosse aplicado previamente ao início das atividades, o mapeamento e as conclusões dos especialistas apontariam as melhores áreas para o plantio, técnicas para a redução da erosão do solo, assim como métodos para preservar a qualidade da água e a conservação do solo. Isso resultaria na qualidade do meio ambiente e redução da ocorrência de perdas de produção por infertilidade do solo.

Figura 4.5 | Desenvolvimento da agricultura no relevo mais suave e encostas montanhosas



Fonte: Araújo (2013, p. 25).



De acordo com Albuquerque et al. (2017), o manejo tradicional, também denominado de convencional, exige, primeiramente, que o local seja desmatado. A partir disso, a terra deve ser arada. Essa prática de aragem permite que o solo seja descompactado ou também nele seja inserido corretivos, fertilizantes, resíduos vegetais e plantas daninhas.

A partir da conclusão da etapa de aração, a segunda consiste na gradagem, que diz respeito ao nivelamento da camada arada de solo.

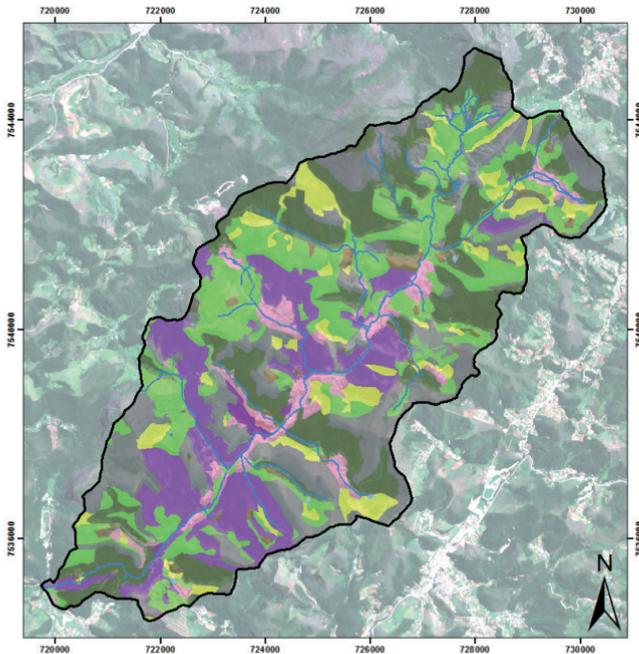
Figura 4.6 | Representação do solo arado e gradeado



Fonte: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_32_59200523355.html>. Acesso em: 26 mar. 2018.

As últimas fases se caracterizam pela semeadura, adubação mineral, inserção de defensivos e realização de capinas.

Figura 4.7 | Mapa de uso e cobertura vegetal





Baseado na imagem de Satélite Geoeve (2012)

Fonte: Araujo (2013, p. 59).

Saneamento básico e áreas urbanas

A partir da expansão das cidades, novas áreas para o avanço urbano são requeridas e maiores são as modificações geradas nesses ambientes. Os canais fluviais são alterados (retificados ou até mesmo canalizados), os terrenos passam a ser impermeabilizados, fazendo com que a água da precipitação escoe superficialmente e com maior velocidade, o que gera inundações; as águas superficiais dos rios e do solo passam a ser contaminadas e apresentar condições inadequadas no que tange ao saneamento básico.

Conforme Girão e Corrêa (2004), as unidades de fácil urbanização, representadas pelas planícies de inundação, terraços e encostas com menores declividades, são as preferenciais para a ocupação. Todavia, aquela parcela da população que não pode pagar por essas áreas, passa a ocupar áreas de várzeas, encostas íngremes, ou seja, as que representam maior risco ambiental, considerados locais de alta vulnerabilidade.

Como medidas para garantir a saúde ambiental, é preciso tratar o esgoto, promover a reciclagem dos resíduos, o tratamento da água e a construção de aterros sanitários. Nesse sentido, a Geomorfologia se aplica, através dos mapeamentos, para indicar áreas que são viáveis à implantação de empreendimentos, sob o ponto de vista ambiental.

No caso da implantação dos aterros sanitários, é essencial que estudos geomorfológicos analisem a declividade local, pois o lixo, acumulado em encostas, começa a se decompor, tornando as áreas suscetíveis a deslizamentos de terra. Por isso, investigações quanto à topografia das localidades são essenciais para o entendimento da viabilidade dos empreendimentos. Igualmente

se faz necessário pensar sobre a proximidade a corpos hídricos e realizar investigações em relação à contaminação. Dessa forma, deve-se elaborar alternativas de proteção. O mesmo ocorre no caso de empreendimentos que possam contaminar o solo: é preciso que as obras de engenharia sejam implantadas, evitando a ocorrência de danos ambientais.

Pesquise mais

O artigo de Araújo et al. (2011) trata sobre a questão dos lixões (forma tradicional de descarte do lixo é muito impactante ao meio ambiente) e dos aterros sanitários. O estudo ainda versa sobre o monitoramento da qualidade de água que era realizado nos canais fluviais, em uma área em que ocorreu um desastre ambiental de deslizamento do lixo. O monitoramento da água serve como medida para o planejamento hídrico. Confira:

ARAÚJO et al. **Avaliação da qualidade das águas do aterro sanitário Salvaterra como subsídio para o planejamento em recursos hídricos no município de Juiz de Fora – MG**. International Water Resources Association, 2011. Disponível em: <<http://iwra.org/member/congress/resource/PAP00-5719.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

Turismo

O turismo é considerado uma prática social e atividade econômica que abarca diversos setores (tais como: lazer, recreação e negócios), dentro deles está o geoturismo, que, de acordo com Ruchkys (2007, p. 2), é “uma ferramenta de conservação e sustentabilidade do local visitado, por meio da educação e da interpretação ambiental” e busca explorar os aspectos naturais como a Geologia e a Geomorfologia.

De acordo com as afirmações de Vieira e Cunha (2006):

 [...] pelas características que o definem, o patrimônio geomorfológico constitui, dentro do conjunto do patrimônio natural, um grupo bastante vulnerável, porque constitui a base sobre a qual se desenvolvem as atividades

humanas e, também, porque se tem vindo a revelar como bastante atrativo para atividades de lazer, turismo, tendo despertado no seio da comunidade científica, um elevado interesse. (VIEIRA; CUNHA 2006, p. 147)

A Geomorfologia também se aplica ao geoturismo, fornecendo informações com relação às atividades turísticas que podem ser implementadas, gerando melhor aproveitamento das áreas e menor impacto ambiental. Como exemplo, há o estudo de Seabra (2003) que aborda a necessidade de desenvolvimento de estudos em parques ou locais que recebem grande quantidade de turistas, para averiguar a capacidade de suporte ou de carga diária que o local comporta, ou seja, avaliar a quantidade de turistas que pode ser recebida.

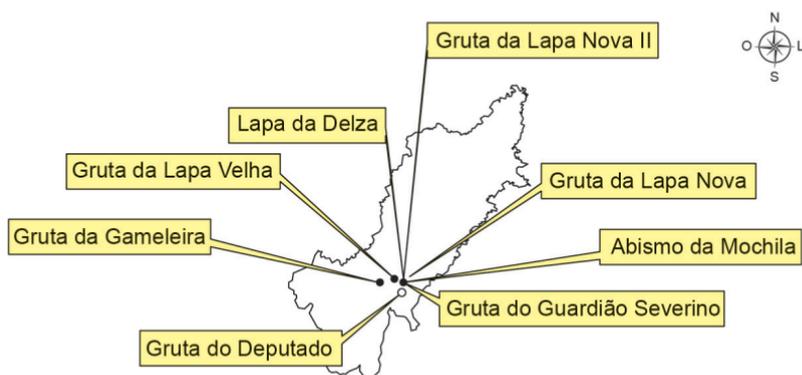


Exemplificando

Como exemplo de metodologias que se utilizam para realizar o cálculo da capacidade de carga de trilhas, os estudos utilizam com frequência um método denominado de "Cifuentes", que calcula as capacidades de carga física, real e efetiva do local. Esses tipos de estudos são importantes, pois informam sobre a sustentabilidade das trilhas.

O estudo conduzido por Oliveira e Rodrigues (2014) aborda os geomorfossítios (Figura 4.8), que são caracterizados pelas formas de relevo em que se pode atribuir valor, como as serras, planaltos e planícies fluviais. Os autores apontam que, muitas vezes, devido à falta da importância dada a esses patrimônios naturais, eles são alterados a fim de implantar outros empreendimentos, como as estradas, barragens e linhas férreas. Dessa forma, a pesquisa buscou identificar e quantificar esses geomorfossítios no município de Vazante/MG, como forma de compreender as potencialidades de uso, divulgá-los e valorizá-los.

Figura 4.8 | Geomorfossítios identificados em Vazante-MG



Fonte: Oliveira e Rodrigues (2014, p. 2018).

Sem medo de errar

Você deve se lembrar do grupo de analistas responsáveis pela elaboração do Rima, que discutiam como aumentar o tempo de vida útil de uma barragem e sobre seu destino final, quando acabasse esse tempo de vida útil. Diante dos estudos realizados, eles notaram que o acúmulo de sedimentos – que gera o assoreamento – pode ser um dos principais fatores para determinar o fim de vida útil de uma barragem, já que ela vai perdendo gradualmente sua capacidade de armazenar água. O envelhecimento das estruturas é um fator que também contribui, mas não é o único. Nesse sentido, a fim de evitar que os sedimentos cheguem até a barragem, se faz necessário realizar um trabalho, cuja abrangência seja a bacia hidrográfica em sua totalidade. Logo, foi incluído no Rima que seria preciso fazer um reflorestamento, para evitar a erosão do solo. Além disso, a vegetação também contribui como barreira natural, impedindo o transporte do sedimento. Essas medidas ampliarão o tempo de uso da barragem e, ao final de sua vida útil, todos os equipamentos deveriam ser totalmente removidos, e, então, no local, deve-se construir um parque destinado ao lazer, a fim de compensar a sociedade pelo tempo de utilização da barragem.

Faça valer a pena

1. O turismo, considerado como uma prática social e também como uma atividade econômica, explora diversos setores, como o do lazer, da recreação e também o setor empresarial, assim, o geoturismo se preocupa com alguns setores ambientais específicos.

Conforme o texto anterior, assinale a alternativa correta sobre o geoturismo.

- a) É uma atividade que explora somente os espaços vegetacionais.
- b) Essa atividade não promove a sustentabilidade do local.
- c) A Geomorfologia não desenvolve estudos sobre o tema.
- d) A capacidade de suporte não é um assunto relevante para a Geomorfologia.
- e) Os geomorfossítios são objetos de estudos conduzidos pelo geoturismo.

2. A ciência Geomorfológica, ao desenvolver estudos sobre as formas do relevo da terra gera informações que podem ser aplicadas em várias áreas do conhecimento, como o turismo, o planejamento ambiental e planejamento territorial.

Com relação à aplicação dessa ciência nas áreas rurais e urbanas, assinale a alternativa correta.

- a) A Geomorfologia, como ciência ambiental, não inclui os estudos em áreas rurais.
- b) O plantio é mais adequado quando realizado em áreas de planícies ou em encostas mais suaves.
- c) Os estudos que são conduzidos nas áreas rurais devem focar em mapeamentos, a fim de evitar somente a ocorrência de processos erosivos.
- d) A Geomorfologia, em áreas urbanas, não está apta a indicar áreas que são viáveis para a implantação de empreendimentos.
- e) As investigações geomorfológicas, quando há implantação de atividades, geram informações sobre o relevo, mas não retratam sobre a proximidade com os corpos hídricos.

3. O impacto ambiental pode ser definido como as alterações provocadas no meio ambiente pelo homem, gerando desequilíbrios. Dessa forma, se faz necessária a definição de instrumentos para avaliar os impactos gerados na implantação de algum empreendimento.

Com relação aos instrumentos de avaliação dos impactos ambientais, marque a alternativa correta sobre o assunto.

- a) O EIA é um instrumento de gestão ambiental, a fim de planejar ações futuras relacionadas a somente empreendimentos de baixo grau de degradação ambiental.
- b) O EIA aborda os impactos dessas atividades, identificando medidas de prevenção dos impactos, sem planejar, contudo, ações compensatórias.
- c) O Rima é o relatório final que deve ser apresentado de forma objetiva, descrevendo as consequências ambientais da implementação do projeto.
- d) Na etapa do relatório do Rima, não há a necessidade de apresentar os resultados dos estudos de diagnósticos ambientais da área do projeto.
- e) Programas de monitoramento dos impactos que serão implantados, como a qualidade da água e do ar, não deverão ser descritos no EIA, mas sim em documentos anexos.

Seção 4.3

Geomorfologia aplicada III

Diálogo aberto

Você está lembrado do caso da hidrelétrica que estava em processo de implantação no estado do Amazonas? As obras terminaram e a hidrelétrica entrou em operação. Dessa forma, os impactos previstos pelo EIA foram identificados e o plano de ações deve ser implantado. Dentre os impactos ambientais da implantação da barragem, estão a redução da disponibilidade de peixes na bacia hidrográfica, a proliferação do número de insetos, alteração da qualidade da água, modificação do uso da terra, desmatamento e erosão do solo. Nesse sentido, equipes de trabalho multidisciplinar foram organizadas para executar as formas de compensar o meio ambiente e a sociedade (já previsto em estudos anteriores) em função dos efeitos provocados no meio. A equipe responsável pelos impactos "modificação do uso da terra, desmatamento e erosão do solo" realiza seu planejamento e tenta responder a seguinte questão a partir das medidas a serem inseridas: como seria a melhor forma de implantação das medidas compensatórias? Vamos acompanhar o desenvolvimento desse trabalho.

Não pode faltar

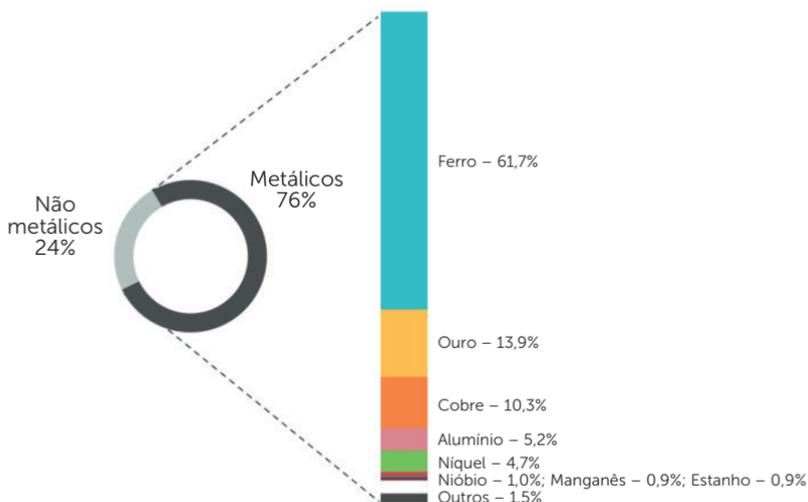
Exploração mineral

No Brasil, o código de mineração é dado pelo Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, retratando a União como responsável pela administração dos recursos minerais, a indústria e a distribuição da produção mineral no país, assim como o comércio e o consumo de produtos minerais. No entanto, compete aos municípios dispor sobre o planejamento e a gestão do uso e ocupação da terra, onde estão localizados tais recursos.

De acordo com o **Departamento Nacional de Produção Mineral** (DNPM, 2016), em 2015, os minerais metálicos responderam por 76% do valor total da produção mineral que foi comercializada no

país. Oito classes se destacam, a saber: alumínio, cobre, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel e ouro, com destaque para o ferro, conforme observamos na Figura 4.9. Já a figura 4.10 mostra a localização das principais reservas minerais de alumínio, cobre, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel e ouro no Brasil.

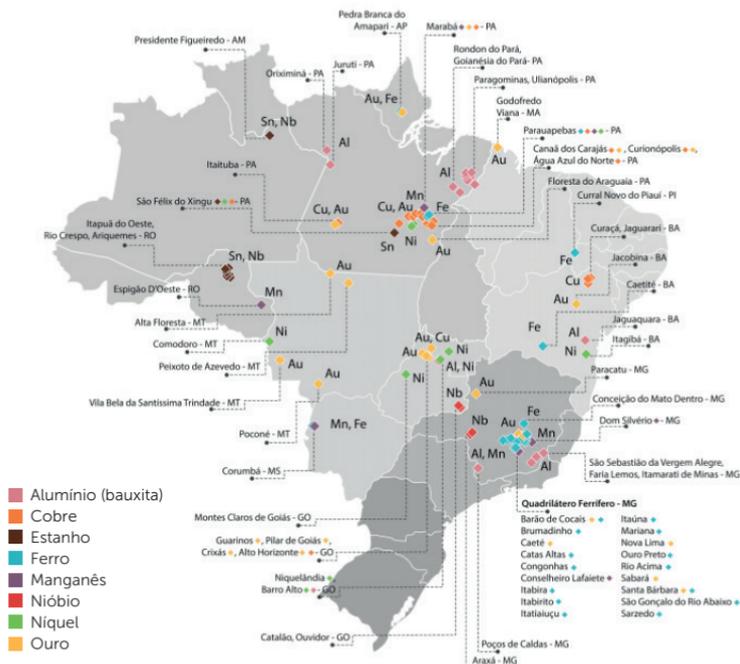
Figura 4.9 | Produção dos minerais no Brasil em 2015



Fonte: DNPM, (2016, p.1).

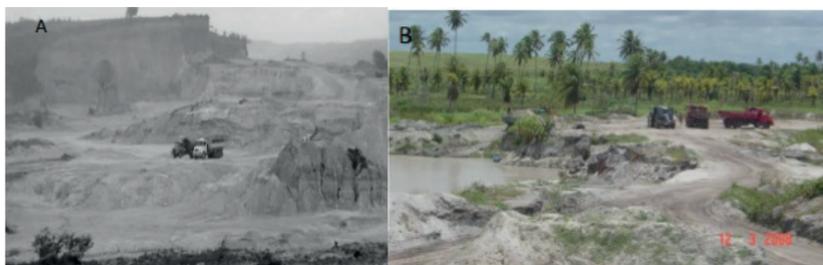
Conforme Medina et al. (2007), a mineração é uma atividade industrial importante, porém, ela gera modificações no meio ambiente e conflitos sociais associados ao uso do solo, além de provocar a degradação das áreas. Desta forma, Barreto et al. (2016) demonstraram em seu estudo que a expansão desordenada da cidade de Recife/PE se direciona para as áreas de extração de minerais ligados à construção civil, gerando, assim, muitos conflitos socioambientais. Essa atividade econômica, por sua vez, provoca passivos ambientais e instabilidade dos sistemas ambientais, como a intensificação dos processos erosivos locais e retrabalho das superfícies morfológicas, gerando riscos para a população. A Figura 4.11 mostra a ocorrência desses processos: em (A) é demonstrada a exploração de argila com modificações nas formas geomorfológicas, e em (B), a ocorrência da erosão nas margens do rio.

Figura 4.10 | Localização das principais reservas minerais brasileiras



Fonte: DNPM (2016, p.2).

Figura 4.11 | Alterações geomorfológicas provocadas pela exploração dos recursos minerais



Fonte: DNPM (2016, p.2).



Refleta

As atividades de mineração causam diversos impactos socioambientais, apesar de sua importância econômica. Nesse sentido, como garantir a

sustentabilidade ambiental, minimizando os conflitos sociais e assegurando o suprimento da matéria-prima? Reflita sobre este questionamento.

É preciso um ajuste na forma pela qual a exploração mineral ocorre, a fim de que se recuperem as áreas degradadas e se reduzam os conflitos locais. Para tal, há necessidade de se repensar em políticas de ordenamento territorial, com o apoio da sociedade e do poder público no planejamento dessas atividades.

Diagnóstico e recuperação de áreas degradadas

Entende-se por área degradada uma determinada localidade cujos subsistemas, como a cobertura vegetal, o solo, a hidrografia e a fauna foram reduzidos, perdidos ou sofreram alterações em suas características originais, provocando dificuldades de adaptação nas novas condições. As Figuras 4.12 e 4.13 representam o impacto causado no sistema, como um todo, em decorrência das atividades geradas pela mineração de minerais. A Figura 4.13 demonstra o afloramento do aquífero, que, por sua vez, também é contaminado pelo desenvolvimento de tal atividade.

Figura 4.12 | Área de exploração mineral em Belo Horizonte, MG



Fonte: Acervo da autora.

Figura 4.13 | Desenvolvimento da mineração e afloramento do aquífero



Fonte: Acervo da autora.

Pons (2006), no Tabela 4.2, apresenta algumas atividades socioeconômicas que podem ser exercidas e os tipos de degradação que podem ser gerados no meio ambiente. De acordo com Almeida (2016), para a recuperação de áreas degradadas se faz necessário primeiramente o diagnóstico, ou seja, o conhecimento do histórico da área e as perturbações que o ambiente sofreu, o que auxiliará no delineamento de estratégias. Além disto, é preciso realizar o levantamento bibliográfico, entrevistas, comparação com os locais vizinhos, consulta a registros históricos e fotográficos que contenham informações sobre a vegetação e sobre a fauna, além de conhecer os impactos causados no solo, na hidrografia, as alterações nos demais cursos d'água e atividades antropogênicas, para que se possam definir as metodologias de recuperação da área degradada.

Tabela 4.2 | Atividades econômicas e as degradações que podem ser geradas

Atividades	Tipos de Degradação
Garimpo de ouro	<ul style="list-style-type: none">• Assoreamento dos cursos d'água e erosão dos solos;• Poluição das águas por mercúrio;• Impactos socioeconômicos

Mineração industrial: ferro, manganês, cassiterita, cobre, bauxita e outros.	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição e assoreamento dos cursos d' água e erosão dos solos; • Esterilização de grandes áreas naturais.
Agricultura e pecuária extensiva (grandes projetos agropecuários)	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndios, destruição da fauna, flora; • Contaminação e assoreamento dos cursos d' água e erosão dos solos.
Grandes usinas hidroelétricas	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto cultural e socioeconômico; • Inundação em áreas florestais.
Polos industriais e/ou grandes indústrias	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição do ar, água e solo; • Geração de resíduos tóxicos; • Conflitos com o meio urbano.
Construção de rodovias	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da cobertura vegetal; • Alteração dos solos; • Impactos socioeconômicos.

Fonte: Pons (2006, p. 18).

No que se refere à geomorfologia, Almeida (2016) também chama à necessidade de se construir uma planta que contenha os pontos de maior declividade e as áreas onde será preciso a implantação de obras de engenharia e reafeiçoamento do terreno, como os projetos de contenção de encostas.



O relevo influencia uma série de fatores, como, por exemplo: a escolha de espécies e espaçamento a ser utilizado (necessidade de adensamento nas áreas de maior declive e maior risco de deslizamento), necessidade de plantio de gramíneas e herbáceas, utilização de telas ou combinação de outros métodos de contenção e revegetação, além da necessidade da implantação de outras obras de engenharia. (ALMEIDA, 2016, p. 81).

Com relação à recuperação, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, (ABNT, 1989) apresenta as seguintes terminologias: a) restauração, que é a reprodução das condições exatas do local, antes de serem alterados; b) recuperação, prevê que no local passem a ser desenvolvidas atividades, deixando a área próxima às condições ambientais anteriores, com o retorno do equilíbrio e estabilidade

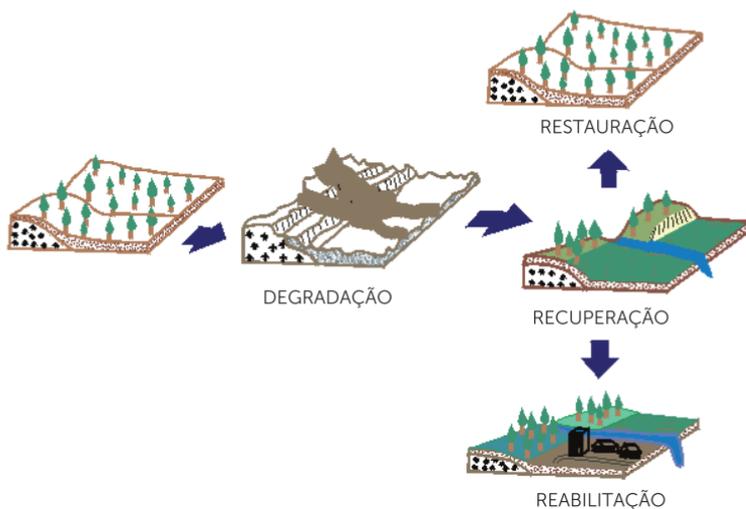
dos processos; c) reabilitação, quando o local é reaproveitado para o desenvolvimento de uma outra finalidade.



Exemplificando

Bitar; Braga (1995) *apud* Unesp (2017) exemplificam, como vemos na figura 4.14, o caso em que o terreno é degradado e, a partir disso, pode passar por uma restauração, recuperação ou reabilitação.

Figura 4.14 | Exemplificação dos termos restauração, recuperação e reabilitação

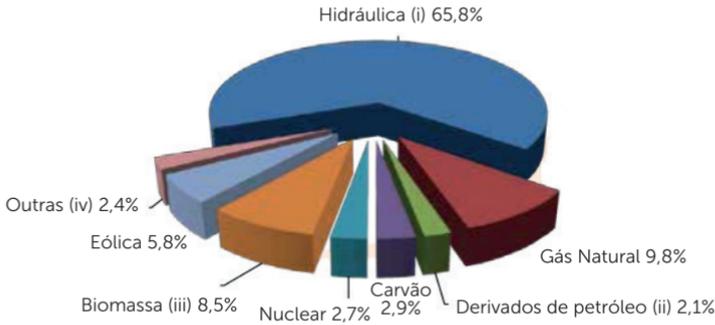


Fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/estudos_ambientais/ea14.html>. Acesso em: 27 mar. 2018.

Recursos hídricos e produção de energia elétrica

A energia da água, ou seja, aquela gerada em hidrelétricas, pode ser classificada como limpa, renovável e é produzida a partir da energia potencial (força da água em movimento) de uma massa d'água. Para a geração de energia elétrica, se faz necessário o represamento da água em uma barragem, que apresente desnível em seu curso. A água produz energia ao passar pelas turbinas com alta velocidade e força. No Brasil, a principal fonte de energia gerada é fornecida pelas hidrelétricas, seguido pelo gás natural e a biomassa, conforme Figura 4.15.

Figura 4.15 | Geração de energia do Brasil em 2016



Fonte: EPE (2017, p. 59).



Assimile

As fontes energéticas podem ser classificadas em dois tipos: as renováveis e as não renováveis. As primeiras são oriundas dos recursos naturais e podem ser reabastecidas, como a hídrica e a eólica. As segundas são aquelas cujo consumo ocorre em maior velocidade que a sua produção, ou seja, sua produção se relaciona à escala geológica e não à histórica (a do homem). Como exemplo de recursos não renováveis, temos: o petróleo, o gás natural e o carvão. Esses tipos de recursos são utilizados mundialmente e, por não serem energeticamente limpos, promovem o aumento dos problemas ambientais, como a intensificação do efeito estufa. Além disso, por causa do seu uso intenso, têm se tornado escassos.

A produção de eletricidade pela água está atrelada à grande quantidade de recursos hídricos disponíveis no país. A Figura 4.16 apresenta as principais bacias hidrográficas no Brasil, que possuem densa rede de drenagem na maior parte do país, com destaque para a bacia Amazônica. Outro fator que também favorece a produção energética é o relevo. Áreas nas quais há o predomínio da forma planáltica potencializam a geração de energia elétrica, já que tais formas favorecem a queda d'água e aumentam sua velocidade. Dentre as principais usinas hidrelétricas no país, estão a de Itaipu, Belo Monte e Tucuruí.

Figura 4.16 | Principais bacias hidrográficas brasileiras

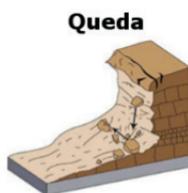


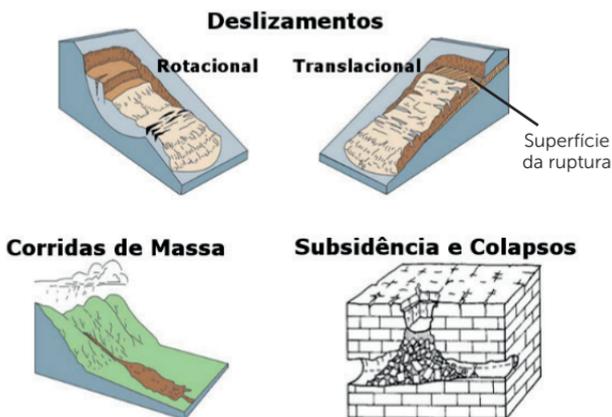
Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Predefini%C3%A7%C3%A3o:Bacias_hidrogr%C3%A1ficas_do_Brasil>. Acesso em: 27 mar. 2018.

Movimento de massas

De acordo com Cemadem (2017), os movimentos de massa se referem àqueles em que há queda de solos e rochas, sob o efeito da gravidade, e que podem ser potencializados pela ação da água. Os principais movimentos são: queda, deslizamentos, corridas de massa e subsidências e colapsos (Figura 4.17).

Figura 4.17 | Principais movimentos de massas





Fonte: <<http://www.cemaden.gov.br/deslizamentos>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

Com relação às quedas, elas atuam no material rochoso que sofreu primeiramente o intemperismo e encontra-se solto. Assim, a queda representa os fragmentos rochosos que se desprendem por queda livre das vertentes íngremes. O deslocamento desse material ocorre nos planos de fraqueza das rochas, ou seja, nos planos em que há falhas ou diáclases. A ocorrência desse tipo de movimento está associada a climas com elevadas amplitudes térmicas ou também onde há atuação da meteorização química, na qual a água percola entre as fissuras das rochas.

No que se refere aos deslizamentos, sua ocorrência está atrelada ao movimento de rocha ou solo sob uma superfície de ruptura, isto é, a superfície em que este material se desloca. Os deslizamentos rotacionais são aqueles que ocorrem ao longo de superfícies de rupturas curvas no sentido superior ou côncavas (em formato de uma colher) e os materiais são homogêneos. Os deslizamentos translacionais, por sua vez, se diferem dos rotacionais, pois as superfícies onde ocorre o movimento não são curvas e sim planas e os solos são mais rasos.

As corridas de massa, também categorizadas como fluxos de detritos e de lama, são fluxos extremamente rápidos e que escoam com velocidade alta e por isso possuem alto potencial de perigo. Eles são desencadeados pela precipitação intensa e o material é heterogêneo, compostos de materiais grosseiros (como areias e

cascalhos), finos (siltes e argilas) e até mesmo blocos rochosos, gerando uma massa viscosa composta de lama e detritos de rochas.

Com relação à subsidência e ao colapso, eles se caracterizam por sofrer afundamento do terreno. No caso da subsidência, há ocorrência de um movimento lento, já o colapso corresponde a uma atividade brusca do terreno; e ambos estão atrelados aos processos naturais, como a dissolução das rochas em terrenos cársticos, e também a processos atrelados a ação antrópica, como as galerias de mineração.



Pesquise mais

O estudo realizado por Vargas (2015) trata sobre movimentos de massa que ocorreram na sub-bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim, em Santa Maria/RS. Nesse estudo, o autor constatou que a declividade da área, ao ser modificada pelo uso e ocupação da terra, potencializa os movimentos de massa. O estudo está presente em:

VARGAS, L. V. *Suscetibilidade a movimentos de massa: um estudo geomorfológico na sub-bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim a montante da barragem do Dnos, em Santa Maria/RS*. Dissertação de Mestrado em Geografia: UFSM, 2015. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppggeo/images/DissertaoLuciani_PDF.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2018.

Sem medo de errar

As obras da hidrelétrica terminaram e já entrou em operação a equipe responsável pelos impactos – modificação do uso da terra, desmatamento e erosão do solo –, visando restabelecer a qualidade ambiental na área, iniciou um trabalho junto à comunidade que reside nas cercanias da hidrelétrica, com a participação da escola municipal. A ideia envolveu uma atividade de saída pedagógica – estudo do meio – organizada pelos membros da equipe citada e também pelo corpo docente da escola.

O grupo realizou uma visita ao sítio da hidrelétrica, analisando o EIA/Rima anteriormente produzido. Com isso, de acordo com os apontamentos contidos no documento, decidiram pela criação de um viveiro de mudas de espécies nativas e reflorestamento das áreas

desmatadas. Além disso, os docentes se propuseram a desenvolver, na escola, atividades interdisciplinares para o monitoramento da evolução dos processos erosivos de encostas, contendo também com a inserção de espécies vegetais que auxiliam na fixação do solo e minimizam a produção de novos processos erosivos. Por fim, prefeitura e hidrelétrica, esta última representada pelos seus investidores, decidiram pela criação de uma unidade de conservação, um parque urbano, que irá preservar diversas espécies nativas e beneficiará a população, trazendo mais qualidade de vida e contato com o meio ambiente.

Tais medidas se adequam como compensatórias, já que muitos impactos ambientais que foram provocados pela implantação da usina não são mitigáveis, ou seja, não puderam ser evitados. O envolvimento da comunidade escolar também é fundamental, haja vista que o estudo do meio, como instrumento de ensino e aprendizagem, pode ter como culminância (produto) a elaboração de um relatório de pesquisa de campo, mostrando a situação das áreas de risco no município, nesse caso.

Faça valer a pena

1. Esse movimento é caracterizado pelo desprendimento da rocha, que cai, em queda livre, em vertentes íngremes. Previamente esses fragmentos de rochas sofreram intemperismo e estavam soltos na vertente montanhosa. Esse tipo de movimento é favorecido por climas que possuem alta variação de temperatura e em locais em que há predomínio do intemperismo químico.

De acordo com o texto, assinale a alternativa correta sobre qual tipo de movimento se trata.

- a) Subsidência.
- b) Deslizamento rotacional.
- c) Fluxo de detritos.
- d) Colapso.
- e) Queda.

2. As fontes de energia são essenciais para o desenvolvimento e crescimento econômico de um país. No Brasil são feitos novos investimentos para garantir o recurso energético, como é o caso da energia eólica e solar, no entanto, a maior parte da produção de energia é gerada pelas hidrelétricas.

De acordo com o texto, assinale a alternativa correta no que se refere às questões energéticas.

- a) Existem dois tipos de energia: as renováveis e as não renováveis. As primeiras não são repostas pela natureza em tempo hábil para a utilização pelo homem.
- b) Os recursos não renováveis, por serem energeticamente limpos, não promovem poluição, como é o caso do petróleo, do gás natural e da energia eólica.
- c) A energia gerada pelas hidrelétricas é limpa, renovável e é produzida a partir da energia potencial da água.
- d) Para a produção de energia provinda de hidrelétricas, é necessário somente que um país disponha de grande quantidade de água.
- e) As fontes não renováveis são amplamente consumidas e possuem como vantagem uma rápida produção.

3. Associe corretamente as colunas com relação às áreas degradadas.

- | | |
|-------------------|---|
| 1. Diagnóstico | () O local passa a ser reaproveitado para que outras atividades possam ser desenvolvidas. |
| 2. Área degradada | () Esta fase viabiliza o retorno das condições ambientais anteriores, equilíbrio e estabilidade dos processos. |
| 3. Recuperação | () É a fase na qual é preciso conhecer o histórico da área e as perturbações sofridas pelo ambiente. |
| 4. Reabilitação | () Os subsistemas foram reduzidos, perdidos ou sofreram alterações em suas características originais. |

Após a análise das informações, assinale a alternativa que indica correta e respectivamente a associação entre as colunas.

- a) 4, 2, 1, 3.
- b) 2, 4, 1, 3.
- c) 1, 3, 2, 4.
- d) 4, 3, 1, 2.
- e) 2, 1, 4, 3.

Referências

- ALBURQUEQUE FILHO, M. R. et al. **Plantio convencional**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_32_59200523355.html> Acesso em: 22 dez. 2017.
- ALMEIDA, D. S. Diagnósticos ambientais. In: **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. rev. Ilhéus: Editus, 2016, p. 78-90.
- ARAÚJO, P. C. et al. **Avaliação da qualidade das águas do Aterro Sanitário Salvaterra como subsídio para o planejamento em recursos hídricos no município de Juiz de Fora – MG**. 2011. Disponível em: <<http://iwra.org/member/congress/resource/PAP00-5719.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10703: **Degradação do solo – terminologia**. ABNT: Rio de Janeiro, 1989.
- AZEVEDO, I. F.; CARVALHO, B. C.; GUERRA, J. V. Utilização de imagens de satélite LANDSAT para análise da variabilidade morfológica de pontais arenosos na planície costeira de Caravelas (NE do Brasil.). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 695-709, out./dez. 2016. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/843>>. Acesso em: 15 jan. 2017.
- BARRETO, E. P. et al. Implicações geomorfológicas da exploração mineral na região metropolitana do Recife - RMR, Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 26, n. 47, p. 862-876, nov. 2016. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2016v26n47p862>>. Acesso em: 3 abr. 2018.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço metodológico. **Raega – O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 8, p. 141-152, dez. 2004. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3389/2718>>. Acesso em: 15 jan. 2018.
- BITAR, O. Y.; BRAGA, T. O. O meio físico na recuperação de áreas degradadas. In: BITAR, O. Y. (Coord.). **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1995. cap. 4.2, p.165-179.
- BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 26 mar. 2018.
- _____. **Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- CALAES, G. D. et al. Bases para o desenvolvimento sustentável e competitivo da indústria de agregados nas regiões metropolitanas do país - Parte 2. **Rem: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 61, n. 1, p. 47-56, 2008.

- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 1995.
- CAVALCANTI, L. S. **Geografia, escola e construção do conhecimento**. Campinas: Papirus, 1998.
- CEMADEN. **Movimento de massa**. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/deslizamentos>>. Acesso: 2 fev. 2018.
- CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 415-441. 1994.
- _____. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.
- COELHO NETO, A. L. O Geoecossistema da Floresta da Tijuca. In: ABREU, M.A. (org.). **Natureza e Sociedade do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro: Coleção Biblioteca Carioca, 1992, p. 104-142.
- COSTA, R. O., SILVA, T. M. Contribuições das técnicas de sensoriamento remoto para mapeamentos geomorfológicos. In: **XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2009, Viçosa - MG. Disponível em: <http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo1/079.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2018.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Anuário mineral brasileiro**. Brasília, Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, Diretoria de Desenvolvimento e Economia Mineral – DIDEM, 2016.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016**: ano base 2015. Disponível em: <<http://antigo.epe.gov.br/AnuarioEstatisticoEnergiaEletrica/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202016.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2018.
- FERNANDES, N. F. et al. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S.l.], v.2, n. 1, p. 51-71, 2001. Disponível em: <<http://lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/8>>. Acesso em: 8 jan. 2018.
- GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. A contribuição da Geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 21, n. 2, p. 36-58, jul./dez. 2004,. Disponível em: <www.cchla.ufrn.br/geoesp/arquivos/artigos/artigoGeomorfologiaUrbana.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- LIMA, M. N. S. **Classificação ecodinâmica das unidades de paisagem na área de preservação ambiental das onças, no município de São João do Tigre-PB**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa. Disponível em: < <http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/5827/1/arquivototal.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2018.
- LOPES, L. G. N., SILVA, A. G., GOULART, A. C. O. Novos caminhos na análise integrada da paisagem: abordagem geossistêmica. **Natureza on line**, [S.l.], v. 12, n. 4, p. 156-159. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/02_LopesLGNetal_156-159.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2018.

MANTOVANI, J. C.; RODRIGUES, C. **Geomorfologia aplicada aos estudos de impacto ambiental de empreendimentos rodoviários**: subsídios aos órgãos ambientais brasileiros. 2015. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-12012016-134103/en.php>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

MEDINA, A. I. M. et al. Geologia ambiental: contribuição para o desenvolvimento sustentável. In: FERNANDES, R. C. et al. (Eds.) **Tendências Tecnológicas Brasil 2015**: Geociências e Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro: CETEM - MCT, p. 35-56, 2007.

PONS, N. A. D. **Levantamento e diagnóstico geológico geotécnico de áreas degradadas na cidade de São Carlos – SP, com o auxílio de geoprocessamento**. 2006. Tese (Doutorado em Geotecnia), Departamento de Geotécnica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2 v. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-26052006-145812/pt-br.php>>. Acesso em: 3 abr. 2018.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2005.

_____. Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia e Meio ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

_____. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 17-29, nov. 2011. Disponível em <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108/50829>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M. Algumas técnicas de pesquisa em geomorfologia. In: VENTURI, L. A. B. (Org.) **Praticando a geografia**: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 69-84.

RUCHKYS, U. A. **Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**: potencial para a criação de um Geoparque da UNESCO. 2007. Tese (Doutorado em Geologia Econômica Aplicada), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Disponível em <<http://www.geoturismobrasil.com/artigos/tese%20ursula%20cap1-6.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

SAADI, A. A intervenção da geomorfologia na viabilização ambiental de unidades hidrelétricas-UHEs: experiências de Minas Gerais. **Geonomos**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 5-8, 1997. Disponível em: < http://www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/5_2_05_08_Saadi.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2018.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**. 3. ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1994.

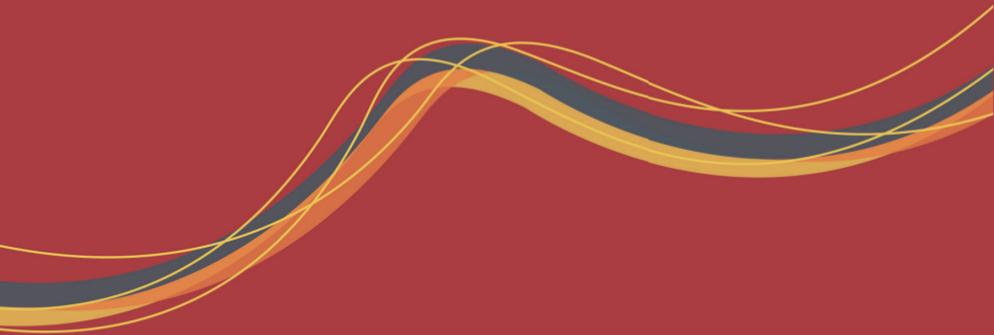
SEABRA, L. Turismo sustentável: planejamento e gestão. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **A questão ambiental – diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 153 – 189.

SILVA, J. X. Geomorfologia, análise ambiental e geoprocessamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 48-58, 2000. Disponível em <<http://lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/69>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

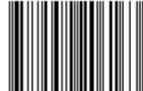
SOUZA, S. O. Uso de imagens de satélite *RapidEye* para a caracterização de unidades geomorfológicas costeiras: o caso da região Costadas Baleias – Bahia. In: **XI SINAGEO**, Maringá, set. 2016. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/7/7-400-546.html>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

VARGAS, L. V. **Suscetibilidade a movimentos de massa**: um estudo geomorfológico na sub-bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim a montante da barragem do DNOS, em Santa Saria/RS. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia), Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppggeo/images/DissertaoLuciani_PDF.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2018.

VIEIRA, A.; CUNHA, L. Património geomorfológico – de conceito a projecto. O Maciço de Sicó. **Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos**, v. 3, APGeom, 2006, p. 147-153. Disponível em: <oficinaexperimental.wikispaces.com/file/view/geomorfologia_sico.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2017.



ISBN 978-85-522-0616-3



9 788552 206163 >