BIOGEOGRAFIA E IMPACTOS AMBIENTAIS

JOÃO VICTOR PACHECO GOMES

IESDE
Ad Maiora Semper.

Biogeografia e impactos ambientais

João Victor Pacheco Gomes

IESDE BRASIL
2025

© 2025 – IESDE BRASIL S/A.

É proibida a reprodução, mesmo parcial, por qualquer processo, sem autorização por escrito do autor e do detentor dos direitos autorais.

Projeto de capa: IESDE BRASIL S/A. Imagem da capa: N_Sakarin/Shutterstock

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

G614b
2. ed.

Gomes, João Victor Pacheco
Biogeografia e impactos ambientais / João Victor Pacheco Gomes. - 2. ed. - Curitiba [PR] : IESDE, 2025.

Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5821-365-9

1. Biogeografia. 2. Impacto ambiental. I. Título.

25-96284 CDD: 578.09
CDU: 574.9

Todos os direitos reservados.

IESDE BRASIL S/A.
Al. Dr. Carlos de Carvalho, 1.482. CEP: 80730-200
Batel – Curitiba – PR
0800 708 88 88 – www.iesde.com.br

João Victor Pacheco Gomes

Doutor em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestre em Engenharia Cartográfica pelo Instituto Militar de Engenharia (IME). Licenciado em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Bacharel em Geografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atualmente é professor adjunto do departamento de Engenharia Cartográfica da UERJ.

Vídeos em QR code!

Acesse os vídeos do livro por meio de QR codes (códigos de barras) presentes no início de cada seção de capítulo.

Direcione a câmera fotográfica de seu smartphone para o QR code e assista aos vídeos automaticamente.

Em alguns dispositivos é necessário ter instalado um leitor de QR code, que pode ser adquirido gratuitamente em lojas de aplicativos.

SUMÁRIO

1 Definições de Biogeografia e ambiente – histórico e desafios 9

1.1 Definição de Biogeografia e de ambiente 9

1.2 Relação da Biogeografia com outras ciências 12

1.3 Desafios atuais e perspectivas futuras da Biogeografia 17

2 Características ambientais e distribuição das espécies 19

2.1 Os biociclos: vida na Terra em águas salgadas e doces 19

2.2 Meios de expansão e barreiras para a vida na Terra 26

2.3 Padrões de distribuição das espécies: cosmopolitas, disjuntivas e endêmicas 28

3 As formações biológicas do Brasil e do mundo 33

3.1 Gelos polares e tundra; florestas de coníferas, decíduas e tropicais 33

3.2 Savanas e cerrado; vegetação rasteira: campos, estepes e pradarias 37

3.3 Desertos e semidesertos (caatinga); vegetação litorânea: restingas e manguezais 40

4 Os fatores ambientais e seu impacto na Biogeografia 44

4.1 A incidência de luz solar e a variação de temperatura no planeta Terra 44

4.2 A distribuição geográfica da água e a influência da geomorfologia 48

4.3 A influência dos fatores ambientais na estrutura e dinâmica das populações 50

5 Sistemas ambientais e Geografia 53

5.1 Tipo e evolução dos sistemas ambientais 53

5.2 Geografia e geossistemas 56

5.3 A questão ambiental e seus impactos 59

6 Sociedade e natureza 63

6.1 Relação sociedade-natureza 63

6.2 Histórico e desenvolvimento da relação sociedade-natureza 65

6.3 Vertentes ambientalistas 67

7 A questão ambiental e sua contemporaneidade 71

7.1 Desenvolvimento tecnológico e seus impactos 71

7.2 Problemas ambientais 74

7.3 O impacto ambiental nas relações internacionais: desafios atuais 76

8 Estudo de impactos ambientais 80

8.1 Impactos ambientais: definição e breve histórico 80

8.2 Difusão internacional dos Estudos de Impacto Ambiental 82

8.3 Elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental 84

9 Avaliação do impacto ambiental 88

9.1 Formulação de hipóteses, identificação das causas do impacto e análise das consequências 88

9.2 Métodos de previsão de impactos 91

9.3 Importância e dimensionalidade dos impactos 93

10 Plano de gestão ambiental 98

10.1 Prevenção de riscos e medidas compensatórias 98

10.2 Impactos benéficos, monitoramento e gestão ambiental 100

10.3 Componentes de um planejamento 103

Resolução das atividades 107

APRESENTAÇÃO

Vídeo

Com esta obra, temos o objetivo de contribuir cientificamente para a construção do conhecimento sobre o meio ambiente e a distribuição das formas de vida no planeta. Para isso, abordamos temas distintos, mas que têm uma conexão inegável, cada um interferindo na dinâmica do outro.

Na literatura, porém, existe uma lacuna nesse tipo de enfoque, que fica restrito a uma segmentação do conhecimento científico, enfraquecendo as abordagens de temas aparentemente distintos e que, na realidade, estão mesclados com um contexto histórico-político-social. Portanto, apenas uma visão sistêmica do assunto pode possibilitar argumentações e ações que tenham relevância e efetividade na prática dessa área de estudo. Nosso objetivo com este livro não é o solucionar todas essas questões, mas sim estimular e dar início a esse tipo de análise e de estudo.

Buscando introduzir alguns dos principais conceitos relacionados à biogeografia e aos impactos ambientais, organizamos o conteúdo em dois grandes temas. Nos primeiros cinco capítulos abordamos essencialmente a biogeografia; dessa forma, no primeiro capítulo buscamos conectar o conceito de biogeografia ao conceito de ambiente, trazendo aspectos evolutivos e desafios relacionados a esse conceito.

No segundo capítulo tratamos das características ambientais e da distribuição das espécies, compreendendo a dimensão espacial, os biociclos e os padrões de distribuição geográfica dos seres vivos. No terceiro capítulo evidenciamos as formações biológicas do Brasil e do mundo e suas respectivas dinâmicas. No quarto capítulo, por sua vez, apresentamos os fatores ambientais e sua repercussão na Biogeografia, esclarecendo sobre o seu impacto na distribuição dos seres vivos. No quinto capítulo tratamos dos fatores ambientais e da geografia, compreendendo a biogeografia e o ambiente como sistemas, de modo a destacar a atualidade da questão ambiental e dos estudos de impacto da área.

Na segunda parte do livro discorremos sobre os impactos ambientais, fazendo um paralelo com os conhecimentos abordados nos capítulos anteriores. No sexto capítulo apresentamos questões sobre a relação entre sociedade e natureza, a apropriação da natureza pelo ser humano e as vertentes ambientalistas. No sétimo capítulo abordamos a questão ambiental e sua contemporaneidade sob o viés do impasse atual entre o desenvolvimento urbano/tecnológico e os problemas e desafios na área de meio ambiente.

No oitavo capítulo trabalhamos conceitos do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), relacionando-os aos conteúdos dos capítulos anteriores, enquanto no nono capítulo propomos uma visão técnica da avaliação do impacto ambiental, a fim de que se possa identificá-lo e analisar a sua importância. Por fim, no décimo capítulo abordamos o plano de gestão ambiental, buscando compreender como gerir o ambiente de modo a diminuir os impactos e preservar as espécies.

Bons estudos!

1

Definições de Biogeografia e ambiente – histórico e desafios

A relação do ser humano com a natureza, historicamente pautada pela exploração de recursos, passou por uma mudança de paradigma no final do século XX e início do século XXI. Com isso, na atualidade, a sociedade discute políticas para lidar com o crescimento demográfico, urbano e industrial em paralelo com a questão ambiental e biogeográfica. A geografia já atua nessa perspectiva de estudo há muito tempo, pois os estudos sobre a paisagem e a forma como os seres humanos se relacionam com a natureza são temas recorrentes nessa ciência.

Essa perspectiva – de que os impactos no meio ambiente devem ser minimizados e a dinâmica espacial dos seres vivos deve ser respeitada – é um fenômeno recente e uma consequência dos impactos que já experimentamos, como alterações no clima e desaparecimento de espécies. Os estudos de biogeografia e impactos ambientais atuam sob esse ponto de vista, portanto, neste capítulo vamos começar a entender alguns conceitos para nos aprofundarmos nessas questões tão atuais.

Objetivos de aprendizagem

Com o estudo deste capítulo, você será capaz de:

- compreender as definições e o desenvolvimento histórico da biogeografia;
- explicar a relação da biogeografia com as outras ciências;
- entender os desafios atuais e a importância da biogeografia.

1.1 Definição de Biogeografia e de ambiente –

Vídeo

A geografia é uma ciência que não oferece uma definição única, tamanha a complexidade do seu objeto de estudo, no caso, o espaço, que é sempre mutável – ou seja, ao geógrafo não é possível definir sua área de estudos de maneira única, de modo a cobrir todos os pontos concernentes sem deixar espaço para qualquer tipo de questionamento. Os conceitos são vários, assim como são diversas as vertentes da geografia, que, por sua vez, se modificam constantemente com o mundo. Assim, iremos iniciar tratando não das questões epistemológicas – que como vimos, trazem diversas interpretações –, mas sim da etimologia das palavras, para que possamos extrair um entendimento, ainda que geral, dessas ciências.

O termo *geografia* pode ser compreendido como o estudo da Terra; ele por si só denota a questão da espacialidade de algum fenômeno, enquanto o termo *biologia* refere-se à ciência que estuda as formas de vida nas suas mais diversas escalas. Sendo assim, a biologia é a ciência que tangencia diversos outros ramos científicos – como genética, botânica, geologia etc. –, de modo a ampliar o conhecimento acerca da vida, sua evolução e seu funcionamento; é uma ciência que busca compreender a evolução dos organismos vivos e sua relação com o ambiente.

Dessa forma, pode-se concluir que a biogeografia trata da relação entre os organismos vivos e o espaço, ou melhor dizendo, da distribuição espacial dos organismos vivos. Essa definição é também apresentada de maneira mais concreta pelos estudiosos estadunidenses Brown e Lomolino (2006, p. 3): "é o estudo da distribuição dos organismos, tanto no passado quanto no presente, e dos padrões de variação ocorridos na Terra, relacionados à quantidade e aos tipos de seres vivos".

> A biogeografia preocupa-se com as alterações físicas e químicas da Terra que determinam a organização dos seres vivos e da paisagem. É uma ciência baseada em conhecimentos relativos à geologia, climatologia, ecologia, hidrologia, oceanografia, cartografia, entre outras áreas que compõem a geografia. Além disso, abrange conhecimentos de biologia, como a zoologia, a botânica, a paleontologia, entre outras especialidades.

O biogeógrafo preocupa-se com questões como: por que uma espécie é limitada a uma área e não a outra na superfície terrestre? Qual é a influência da topografia nessa distribuição? Por que há mais espécies do que outras em determinada região do planeta?

Essas questões permeiam os estudos dos biogeógrafos e impulsionam as pesquisas que visam responder à **pergunta fundamental da biogeografia**: como os organismos são distribuídos na superfície terrestre e ao longo de sua história na Terra? Para tanto, utiliza-se de uma visão de natureza cuja compreensão se dá de modo integrado, em que os elementos não são vistos como partes fragmentadas, mas como partes de um todo.

A biogeografia é geográfica em sua essência por estudar as alterações sob a perspectiva espacial. Por isso, é necessário na área correlacionar conhecimentos relativos às questões físico-químicas com as questões político-sociais – apesar de não haver um consenso nesse aspecto, visto que alguns autores consideram a biogeografia uma parte fundamental da biologia (BROWN; LOMOLINO, 2006). Assim, buscando compreender como os fatores humanos e físicos modificam a paisagem, alterando os padrões de distribuição dos organismos, a biogeografia configura-se como um ponto de interseção entre a geografia física e a geografia humana.

De acordo com o pesquisador Figueiró (2015), não é possível compreender os padrões de distribuição dos organismos apenas do ponto de vista físico ou humano. Logo, é preciso entender como a biogeografia, a geografia física e a humana atuam em conjunto, contribuindo para a construção e/ou desconstrução de espaços ao longo do tempo. No geral, a biogeografia articula-se também com os conhecimentos produzidos em outras áreas, entendidas nesse contexto como subáreas da geografia física, na tentativa de encontrar uma explicação para o componente complexo da paisagem, criando, assim, laços ainda mais estreitos com a geografia humana, da qual o estudo da paisagem é integrador.

Ao longo do tempo, as alterações naturais – no caso, aquelas que acontecem por força da natureza – causaram modificações na superfície terrestre, como a deriva conti-

nental, que alterou a disposição dos continentes; os períodos climáticos pelos quais a Terra passou, que ajudaram a desenvolver os diferentes tipos de solo; e os padrões climatológicos e processos geomorfológicos, que ajudaram a delinear a morfologia do planeta.

O ambiente natural foi delineado ao longo do tempo geológico a partir de diversos fatores físicos, químicos e biológicos – este último devido ao fato de os organismos também contribuírem para a alteração do ambiente. A ação antrópica – isto é, a causada por nós, seres humanos – aparece mais recentemente nesse contexto, com o desenvolvimento urbano e industrial que promoveu uma série de alterações ambientais que interferiram diretamente no desenvolvimento físico, químico e biológico das diversas espécies de seres vivos do planeta.

Os diferentes processos apresentados determinam o padrão de distribuição dos organismos e configuram o chamado *meio ambiente*, oficialmente definido como "o conjunto de condições, leis, influências, e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas" (BRASIL, 1981). O meio ambiente deve ser visto como um sistema no qual qualquer tipo de alteração impacta seu dinamismo em maior ou menor escala.

Em vista desses conceitos, Sánchez (2013) define ambiente como um elemento subjetivo, um sistema de relações entre nós e o meio, isto é, entre sujeitos e objetos – os quais são entendidos da seguinte maneira:

Sujeitos

Agentes modificadores, como indivíduos, grupos e sociedades.

Objetos

Agentes diretamente afetados pelos sujeitos, como a fauna, a flora, a água etc.

A questão ambiental tem se colocado como assunto de extrema importância no contexto geopolítico (GUERRA; CUNHA, 2003). Já se sabe que o planeta não comporta o ritmo de desenvolvimento urbano e industrial que experimentamos, e é necessário cautela na implementação de políticas desenvolvimentistas que impactem diretamente o meio ambiente. As ações dos sujeitos no ambiente causaram e ainda causam danos que, se prolongados, serão ainda mais irreversíveis, como a extinção de espécies de animais e plantas, as quais, como vemos nos dados da Tabela 1, já estão em níveis alarmantes.

Tabela 1
Lista de espécies ameaçadas

Categorias de ameaça	Flora	Fauna	Total
Extinto na natureza (EW)	0	1	1
Criticamente em perigo (CR)	687	362	1.049
Em perigo (EN)	1.848	425	2.273
Vulnerável (VU)	677	472	1.149
Total	3.212	1.260	4.472

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Brasil, 2025.

Dica

O Ministério do Meio Ambiente fornece uma série de tabelas com indicadores ambientais atualizados de maneira gratuita pela internet. É possível encontrar tabelas com informações de espécies ameaçadas, além de dados sobre a preservação de áreas de proteção e gestão de recursos hídricos.

Disponível em: https://dados.mma.gov.br/dataset/indicadores. Acesso em: 30 jan. 2025.

Esses dados da Tabela 1, vindos do Ministério do Meio Ambiente, sobre as espécies de fauna e flora ameaçadas e/ou extintas no Brasil, são reflexos de ações que por muito tempo não consideraram a sustentabilidade. É preciso combater a extinção de organismos vivos da fauna e da flora, assim como trabalhar para a manutenção do meio ambiente a fim de que possamos, entre outras coisas, manter recursos e biodiversidade para as gerações futuras.

Para isso, é necessário atuar por meio de acordos internacionais efetivos de comprometimento dos países na diminuição dos impactos causados no meio ambiente, com estudos efetivos sobre impacto ambiental, políticas públicas que evitem a degradação dos sistemas e promovam a regeneração de ambientes, a educação ambiental, entre outras ações de educação e preservação ambiental. As modificações no ambiente e seus respectivos impactos interferem diretamente no padrão de distribuição dos organismos; por essa razão, a biogeografia e a questão ambiental encontram-se diretamente relacionadas.

1.2 Relação da Biogeografia com outras ciências

Vídeo

A biogeografia é uma ciência que se apoia em conhecimentos oriundos das ciências biológicas, ecologia e ciências da terra. Dessa maneira, o biogeógrafo deve ter sólidos conhecimentos, principalmente em biologia e em geografia, além de estar familiarizado com os grupos de plantas e animais e o seu desenvolvimento evolutivo – assim como com a dinâmica espacial e os processos físicos e sociais que influenciam na dispersão e no desenvolvimento dos organismos.

Somente com o cruzamento de conhecimentos oriundos dessas duas áreas principais é possível compreender o que leva um grupo de determinada espécie a migrar de um ponto a outro da superfície da Terra, enquanto outros ficam confinados em um único hábitat – algo que pode ocorrer dada a capacidade de sobrevivência em ambientes distintos ou até mesmo as alterações climáticas em determinada região. É com o cruzamento dessas informações que podemos traçar um histórico evolutivo e migratório das diversas espécies e de como a vida acontece em ambientes tão distintos como desertos, florestas tropicais, regiões montanhosas e glaciais.

A formação de ambientes tão diversificados que determinam o padrão de distribuição da vida na Terra resulta de processos topográficos, geológicos, geomorfológicos e climatológicos que atuam de maneira diferenciada no planeta. É importante, assim, compreender algumas teorias relacionadas a esses processos que ajudaram a compor a estrutura dos estudos ambientais e biogeográficos ao longo do tempo; é o que veremos de maneira mais específica a seguir.

1.2.1 O formato da Terra e a interferência nas condições climáticas

A forma do nosso planeta já foi motivo de debates intensos durante vários séculos, mas desde a Antiguidade a curvatura da superfície terrestre é um conhecimento comum entre os estudiosos devido sobretudo a diversos métodos de observação, como os realizados pelo matemático grego Eratóstenes há cerca de 200 a.C.

Vídeo

No vídeo *Eratóstenes e a circunferência da Terra*, o renomado cientista e astrônomo estadunidense Carl Sagan explica como funcionou o experimento do matemático.

Disponível em: https://youtu.be/fu9Z7YuXLVE?si=OnOzrQPZ9hwScm6u. Acesso em: 30 jan. 2025.

O matemático grego chegou a essa conclusão sobre a curvatura ao fazer um experimento: uma estaca posicionada em um poço na cidade de Siena (atual Assuã, Egito) não projetava sombra ao meio-dia. Ele notou que o mesmo não acontecia na cidade de Alexandria (também no Egito), já que as sombras se projetavam normalmente ao realizar o mesmo experimento – isto é, ao posicionar uma estaca em um poço também ao meio-dia.

Eratóstenes, então, mediu o ângulo da sombra projetada em Alexandria e notou que ela equivalia a, aproximadamente, 1/50 de um círculo completo (isto é, 7,2º). Assim ele identificou que a Terra tinha curvatura – naquele tempo definida como esférica, o que seria revisto tempos depois –, e observou que a distância entre Alexandria e Siena era 1/50 da circunferência da Terra. Sabendo que a distância entre as cidades era de 800 quilômetros, o matemático multiplicou esse valor por 50 e calculou que a Terra teria em torno de 40.000 quilômetros de perímetro – valor próximo dos 40.075 quilômetros medidos atualmente com técnicas modernas.

Na Idade Média, por causa da forte influência religiosa, as descobertas sobre a forma curva da Terra foram desconsideradas, e a ideia de que a Terra era, na verdade, plana passou a ser mais difundida entre as pessoas – privilegiando, assim, valores religiosos, de modo a descartar qualquer conhecimento que não tivesse respaldo da Igreja. Essa forma de pensamento permaneceu até a época do Iluminismo, quando os estudos científicos voltaram a considerar a esfericidade da Terra, visando criar mapas precisos para as navegações.

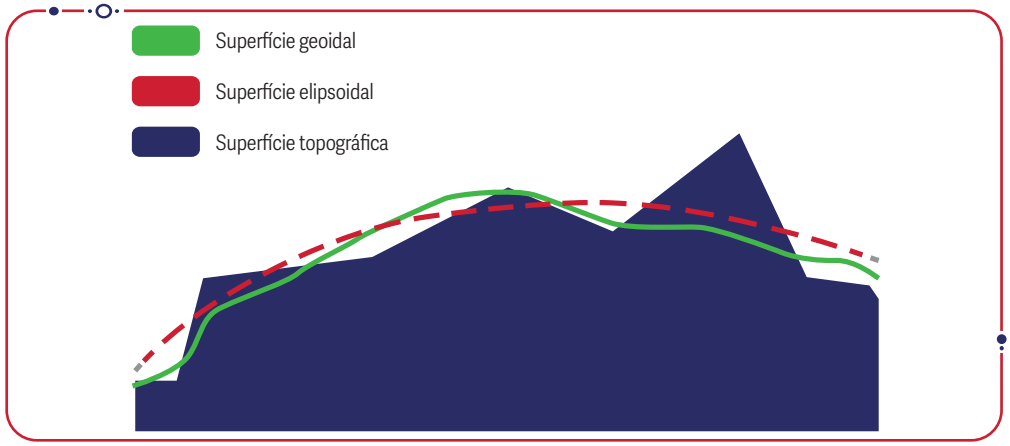
Vídeo

O vídeo *Geoide do planeta Terra* apresenta uma representação da forma mais aproximada da Terra com base nos dados obtidos por satélites.

Disponível em: https://youtu.be/F9FtljxHqzU?si=adHNbuKhMP2dxIUV. Acesso em: 30 jan. 2025.

Na atualidade, sabe-se que a superfície do planeta é bem irregular (Figura 1), de topografia acidentada e em constante alteração. Logo, é praticamente impossível reproduzir fidedignamente a superfície do planeta em um modelo definitivo (MENEZES; FERNANDES, 2016). Apesar dessa dificuldade, muitos estudiosos desdobram esse tema na denominada *geodésia*, ciência que estuda, dentre outras coisas, essas alterações.

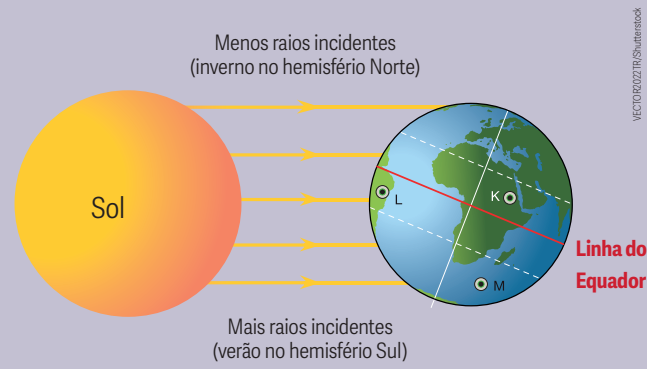
Figura 1
Formas de representação da superfície terrestre



Fonte: Elaborada pelo autor.

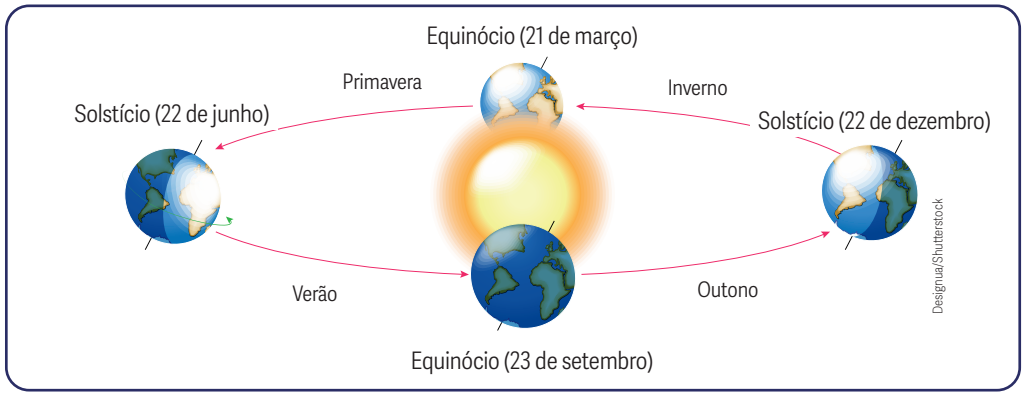
É por causa dos estudos realizados no campo da geodésia que temos o geoide como a figura que mais se assemelha ao formato real da Terra, esta que tem superfície irregular e é levemente achatada nos polos. Para fins de estudos e análises da superfície terrestre, utilizamos como base o elipsoide, superfície matemática semelhante ao geoide que permite que sejam realizados cálculos precisos.

As diferentes características da Terra afetam diversos fenômenos que ocorrem em nosso planeta, como a incidência solar na superfície. Devido à esfericidade, à irregularidade da superfície e à inclinação de aproximadamente 23º graus da Terra em relação ao Sol, os raios solares não chegam de maneira perpendicular em toda a superfície; à medida que nos aproximamos dos polos, aumenta o ângulo de inclinação da luz solar e menos luz incide nesses locais.



A inclinação do planeta e a incidência de raios solares afeta também a temperatura das regiões: a zona tropical temperada – compreendida entre os Trópicos de Câncer e de Capricórnio – é a mais quente do planeta, pois recebe os raios solares mais perpendicularmente; as zonas temperadas do Norte e do Sul recebem a luz solar de modo mais inclinado, logo suas temperaturas são mais baixas e as estações do ano bem delimitadas; já as zonas polares ártica e antártica recebem a energia solar com um ângulo de inclinação elevado, por isso suas temperaturas são ainda mais baixas.

Os padrões de iluminação e o movimento de translação – isto é, o movimento da Terra em torno do Sol – determinam condições climatológicas distintas e as diferentes estações do ano. Os organismos que habitam as diferentes regiões do planeta são adaptados às condições climatológicas específicas, de modo que a migração para ambientes muito diversos pode demandar um processo evolutivo ou a não adaptação, ocasionando a extinção de espécies.



Com o passar do tempo geológico, a distribuição da fauna e da flora na Terra foi influenciada também pela mudança na disposição dos continentes. Ao mudar de posição, um continente pode receber mais ou menos energia solar, isso altera a dinâmica climatológica, geológica e geomorfológica da região, como aborda a denominada *teoria da deriva continental*, que só foi incorporada aos estudos da biogeografia no final da década de 1960 – pois, até então, os biogeógrafos consideravam os continentes como estáticos.

A incorporação dessa teoria foi de extrema importância para o desenvolvimento da ciência, pois a partir dela foi possível chegar a conclusões acerca da dinâmica e da distribuição da fauna e da flora e elaborar teorias para a formulação dos continentes.

A teoria da deriva continental postula o movimento constante dos continentes ao longo das eras geológicas: a Pangeia existiu há cerca de 310 milhões de anos; após a separação da Pangeia, surgiram os dois mega continentes Gondwana e Laurásia a aproximadamente 200 milhões de anos. O formato atual dos continentes surgiu após a separação da América do Sul do continente africano em torno de 145 milhões de anos atrás.

Essa movimentação dos continentes ocorre devido ao fato de a crosta terrestre ser constituída de placas tectônicas, que se deslocam sobre um manto pastoso composto por magma. São os movimentos convectivos do magma que empurram as placas tectônicas umas sobre as outras, causando assim as modificações de posicionamento dos continentes (TEIXEIRA *et al.*, 2007). Devemos levar em conta que devido à sua extensão, os movimentos entre as placas não são perceptíveis para nós, a não ser quando há um choque entre elas que pode ocasionar, dentre outros fenômenos, um terremoto.

Além do formato dos continentes, que parecem se encaixar como peças de um quebra-cabeça, existem outras evidências que provam que eles já foram unidos, como a similaridade entre a fauna da Austrália e da Índia, Brasil e África, além de registros fósseis que provam que uma mesma espécie esteve presente em continentes distintos.

Designua/Shutterstock

1.2.2 Desenvolvimento da biogeografia

A biogeografia é uma ciência que contempla conteúdos de diferentes áreas, fato que lhe confere uma amplitude epistemológica. Pode-se dizer que essa ciência começou a se desenvolver na Antiguidade com as primeiras observações da dinâmica da paisagem e dos fenômenos que ali ocorriam. No entanto, a biogeografia que hoje conhecemos começou a ser delineada no século XX, a partir da década de 1960, quando quatro grandes desenvolvimentos marcaram esse período (BROWN; LOMOLINO, 2006):

- a dinâmica das placas tectônicas e sua aceitação;
- o desenvolvimento de novos métodos filogenéticos;
- novas maneiras de conduzir pesquisas em biogeografia ecológica;
- a investigação de mecanismos que limitam a distribuição.

Vídeo

O vídeo *A teoria da deriva continental e o que é Pangeia* permite entender melhor a teoria da deriva continental e como ela foi descoberta, mostrando como essa teoria surgiu e as evidências encontradas.

Disponível em: https://youtu.be/VmYLIST-xw0?si=tzF4j4c7QGnYvmSZ. Acesso em: 30 jan. 2025.

As evidências geológicas e biológicas provaram ser impossível negar a teoria da deriva continental na década de 1960, sobretudo depois dos dados de fundo oceânico levantados durante a Segunda Guerra Mundial (QUEIROZ, 2018). Posteriormente, as classificações filogenéticas – que traçam um histórico das relações entre os táxons e auxiliam no desenvolvimento do conhecimento acerca da relação entre as biotas – conseguiram um grande avanço. Esses conhecimentos serviram de base para a estruturação de uma ciência mais sólida.

Ainda nesse período surgiram novos modelos matemáticos, que auxiliaram nos estudos ecológicos, e os computadores, que automatizaram os cálculos e permitiram análises mais profundas. O desenvolvimento de satélites imageadores e dos dados provenientes de sistemas computacionais permitiram uma nova perspectiva da superfície. A biogeografia, em constante desenvolvimento, foi se apropriando desses avanços e incrementando o seu arcabouço técnico e analítico.

Foi somente no final do século XX, quando a biogeografia começou a tomar uma forma mais independente, que os profissionais dessa área começaram a se referir como biogeógrafos (BROWN; LOMOLINO, 2006). A importância surgiu em concomitância com a questão ambiental, principalmente na década de 1970, quando se coloca em discussão que os recursos naturais são finitos e os impactos ambientais tornam-se preocupantes. Nesse período, há o desenvolvimento mais intenso dos estudos de ecologia e, a partir de então, a questão dos impactos ambientais torna-se mais relevante.

Na década de 1980, as consequências dos impactos ambientais começaram a se tornar visíveis (TAUK-TORNISIELO *et al*., 1995). O desenvolvimento social e industrial avançava sobre os hábitats da fauna e da flora no planeta, provocando, assim, o extermínio de diversas espécies, o que começava a causar preocupações, principalmente porque as projeções dos impactos para as gerações futuras eram alarmantes.

Leitura

O artigo dos pesquisadores Oziel M. Pontes e Fábio F. Figueiredo, *Conferências internacionais sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável: outro mundo é possível?*, fornece mais informações sobre as conferências internacionais do meio ambiente e sua relevância.

Disponível em: https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/12036. Acesso em: 30 jan. 2025.

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 – popularmente conhecida como *Eco 92* ou *Rio 92*, por ter sido realizada no Brasil – foi um marco por contar com a participação de muitos países, incluindo as principais potências, e por ter sido onde começaram a ser discutidas questões como desenvolvimento sustentável e impactos ambientais de maneira mais ampla e com compromissos firmados entre países (TAUK-TORNISIELO *et al*., 1995).

Com o passar dos anos, a Organização das Nações Unidas (ONU) tem organizado conferências para debater as questões do meio ambiente, onde são realizados debates visando firmar acordos para a diminuição dos impactos antrópicos sobre o ambiente natural (TAUK- TORNISIELO *et al*., 1995). A sustentabilidade e o impacto ambiental viraram temas importantes no processo de desenvolvimento social e econômico dos países, proporcionando avanços nos estudos ambientais e na estruturação da biogeografia como ciência.

1.3 Desafios atuais e perspectivas futuras da Biogeografia

Vídeo

A biogeografia e os estudos ambientais têm atuado de modo a compreender o impacto dos seres humanos na Terra. O crescimento das cidades e o desenvolvimento industrial constante promovem o desafio de crescer sem eliminar espécies e sem impactar os ambientes. Todavia, essa questão ainda é um desafio, uma vez que algumas formas de desenvolvimento promovem grandes impactos e sua alteração ainda não é economicamente viável.

As barragens feitas para a construção de hidrelétricas, por exemplo, alteram drasticamente a dinâmica ambiental e biogeográfica na região: cidades e/ou vilarejos são inundados, patrimônios culturais desaparecem, biomas são destruídos e a fauna perde o seu espaço. As barragens servem ainda como uma barreira para a dispersão da vida marinha e interfere na vida das pessoas que buscam nos peixes a sua subsistência. Mesmo assim, é inegável a sua necessidade, devido à demanda crescente de energia pelos grandes centros urbanos. Mas como administrar a necessidade de gerar mais energia e ao mesmo tempo trabalhar em prol da manutenção desses ambientes sem interferir na distribuição dos organismos? É um desafio complexo e que demanda muitos estudos, um campo fértil para aqueles que atuam nessas áreas.

Vídeo

O vídeo *Segurança de barragens no Brasil* traz mais informações sobre as medidas de segurança para evitar os impactos ambientais dessas estruturas.

Disponível em: https://youtu.be/If57BMOy5Xk?si=pPY42u8aXYuoUBu9. Acesso em: 30 jan. 2025.

De acordo com Tauk-Tornisielo *et al.* (1995), a preocupação com o meio ambiente é um tema importante nas relações internacionais, e assim grandes empreendimentos devem avaliar minuciosamente os impactos possíveis em todas as esferas. A tecnologia tem dado suporte a essa necessidade, fornecendo técnicas avançadas de análise para minimizar os impactos, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), que permitem a realização de análises espaciais, simulações e prevenções de impactos.

Ao trabalharmos com o cruzamento de dados georreferenciados em sistemas computacionais, entre outros recursos – como material humano, financeiro, jurídico etc. –, é possível realizarmos uma gestão eficiente do ambiente. Desse modo, a manutenção da dinâmica ambiental e dos organismos com diminuição dos impactos antrópicos é o principal desafio que os biogeógrafos e ambientalistas devem enfrentar nos próximos anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram apresentados os conceitos iniciais para entendermos a biogeografia e os impactos ambientais, e como foi visto, toda essa conceituação tem uma relação intrínseca, pois a percepção dos impactos ambientais e a criação de políticas para mitigá-los passam por estudos que estão contemplados pela biogeografia desde a sua criação.

Os conhecimentos apresentados aqui são apenas a porta de entrada para o assunto, portanto é necessário aprofundá-los para que tenhamos consciência da mudança no paradigma ambiental. Dessa forma, espera-se que apliquemos ideias e construamos políticas que visem melhorar cada vez mais a relação ser humano-natureza.

ATIVIDADES

Atividade 1

Cite pelo menos um caso em que a ação antrópica interferiu (direta ou indiretamente) na distribuição geográfica de alguma espécie no Brasil e explique como isso ocorreu.

Atividade 2

Elabore uma tabela organizando de modo cronológico os principais eventos que levaram ao desenvolvimento da biogeografia e dos estudos ambientais.

Atividade 3

Explique como a biogeografia tem se beneficiado das novas tecnologias diante dos desafios da contemporaneidade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 30 jan. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Indicadores Ambientais Nacionais. *Portal de Dados Abertos do MMA*, 2025. Disponível em: https://dados.mma.gov.br/dataset/indicadores. Acesso em: 30 jan. 2025.

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. *Biogeografia*. 2. ed. São Paulo: Funpec, 2006.

FIGUEIRÓ, A. S. *Biogeografia*: dinâmicas e transformações da natureza. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

GUERRA, J. T.; CUNHA, S. B. (org.). *A questão ambiental*: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MENEZES, P. M. L; FERNANDES, M. C. *Roteiro de cartografia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

QUEIROZ, R. C. *Geologia e geotecnia básica para Engenharia Civil*. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impactos ambientais*: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

TAUK-TORNISIELO, S. M. *et al*. (org.). *Análise ambiental*: estratégias e ações. São Paulo: Unesp, 1995.

TEIXEIRA, W. *et al*. (org.). *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

2

Características ambientais e distribuição das espécies

A distribuição da vida na Terra não é ocasional: ela respeita regras e padrões determinados pelos diferentes fenômenos que ocorrem em sua superfície. Por isso, ao se estudar a distribuição das espécies, é importante compreender os elementos que interferem de maneira sistemática na organização da vida no contexto atual e histórico.

Compreender a dinâmica entre os fatores condicionantes e os padrões distributivos dos organismos pode contribuir para uma gestão equilibrada do ambiente. Assim, neste capítulo vamos estudar os padrões de distribuição e compreender sua relação com os agentes físicos e químicos que modelam a superfície terrestre, os mares e os oceanos.

Objetivos de aprendizagem

Com o estudo deste capítulo, você será capaz de:

- compreender a dimensão espacial na distribuição dos seres vivos, os grandes biociclos e os padrões de distribuição geográfica das espécies;
- entender a forma de expansão da vida na Terra e as barreiras que os organismos enfrentam;
- identificar os padrões de distribuição das espécies.

2.1 Os biociclos: vida na Terra em águas salgadas e doces

Vídeo

A vida na Terra está compreendida na parte inferior da atmosfera, no que chamamos de *biosfera*, entendida como a união de todos os espaços do planeta onde pode ocorrer vida, sejam ambientes terrestres ou aquáticos – é uma rede de interdependência complexa que envolve processos interativos e necessários para a vida. Essa descrição também se refere aos ecossistemas, que seguem um princípio básico: o de que a vida só ocorre quando para isso existem condições ecológicas, que compõem os chamados *limites de tolerância*, para os quais essas condições foram programadas (CONTI; FURLAN, 2014).

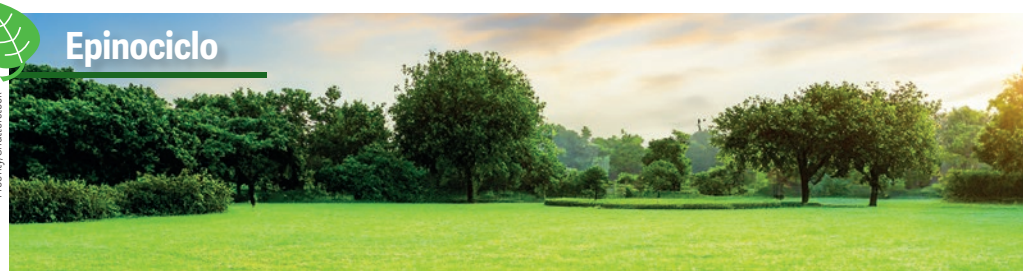
Os **limites de tolerância** são condições ambientais que permitem a uma espécie sobreviver em determinado espaço. A depender da espécie, ela pode se adaptar a diferentes limites de tolerância, mas não é uma regra, já que a maior parte dos organismos vivos conta com limites bem determinados e são pouco adaptáveis, a não ser que se crie artificialmente um ambiente adequado em regiões além do seu limite (ROSS, 1996).

Os ursos-polares são adaptados para o clima frio, tendo a pele escura e espessa para absorver melhor os raios solares; apesar do pelo branco, esses ursos não são adaptados para regiões com o clima mais quente. Já as baratas, por exemplo, têm um limite de tolerância adaptável a diferentes condições ambientais, por isso são facilmente encontradas em regiões frias, quentes ou úmidas.

SBTheGreenMan/iStockphoto

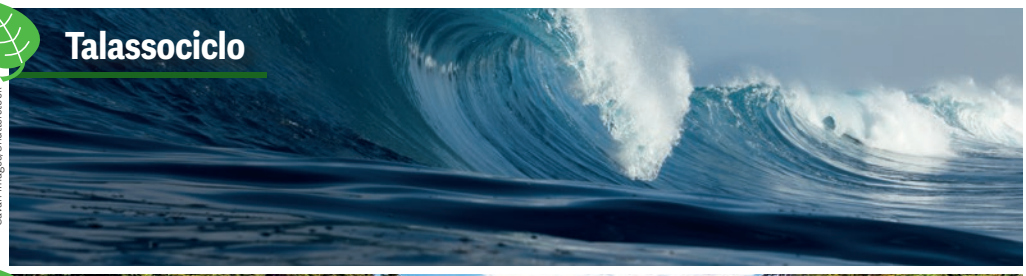
Fazemos parte da biosfera, pois todas as formas de vida estão contidas nela respeitando os seus respectivos limites de tolerância. O estudo da biosfera é importante para que possamos entender a dinâmica de ocupação da vida na Terra e os fatores que a determinam. Para que se compreenda melhor a biosfera, os cientistas a subdividiram em três partes, os chamados *biociclos* (GOCH, 2012):

Epinociclo



Proonty/Shutterstock

Talassociclo



Cavan-Images/Shutterstock

Limnociclo

Nikolay Zaborskikh/Shutterstock

Cada uma dessas partes abriga espécies com limites de tolerância diferenciados, mas é bom frisar que essa subdivisão é didática, pois abrange diferentes características ambientais que impactam a dinâmica espacial, como veremos a seguir.

Epinociclo

Entre todos os biociclos, este é o que tem a maior biodiversidade, pois abrange os ambientes terrestres superficiais e subterrâneos. Por estar presente em vários ambientes, o epinociclo está sujeito às variações climatológicas e geomorfológicas que desenvolvem biomas completamente diferentes entre si no planeta, como a tundra, a taiga, as florestas temperadas e as tropicais, os campos e os desertos.

A grande variedade de biomas ocorre devido a fatores externos que configuram um nível de desenvolvimento específico para cada região do planeta. Esses fatores podem estar relacionados com o clima, os solos e o regime de chuvas da região.

troutnut/Stockphoto

Localizado nas regiões mais setentrionais do Hemisfério Norte do planeta, o bioma de tundra é caracterizado pelo frio extremo e vegetação de pequeno porte, composta majoritariamente por plantas rasteiras. A biodiversidade também é restrita, e apenas animais adaptados a regiões frias conseguem viver neste ambiente.

A incidência de luz atua como fonte de energia primária para os organismos, sendo a luz do Sol – que, como já vimos, chega à Terra de diferentes formas – a principal fonte dessa energia. A superfície curva do planeta contribui para uma incidência desigual, assim como a geomorfologia, que vai delimitar: áreas de sombra; regiões que apresentam um nível de insolação regulado, isto é, luz e sombra com igual intensidade ao longo do dia; e regiões em que, ao longo do dia, os raios solares chegam de maneira intermitente. Nas regiões tropicais, onde os raios solares chegam mais perpendiculares à superfície, é comum a ocorrência de altas temperaturas na maior parte do ano (AYOADE, 1986).

Esse fator contribui para a variação na pluviosidade, pois em regiões mais quentes é comum haver maior incidência de chuvas, enquanto em regiões frias pode ocorrer gelo durante uma parte do ano, por exemplo (AYOADE, 1986; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2017). Altas temperaturas e a incidência de água são condições essenciais para a ocorrência de **intemperismo químico**, que é o principal agente da denominada *pedogênese* (processo de formação do solo), além de ser o responsável pelo grau de desenvolvimento ao longo do tempo geológico.

Os intemperismos físico e biológico também são agentes da pedogênese, mas atuam de maneiras distintas nesse processo: o **intemperismo físico** consiste na degradação de material por meio de processos de quebra mecânica do material parental, os quais causam mudanças volumétricas, desagregando em partes menores os minerais que formam a rocha (LEPSCH, 2016; LEPSCH, 2021). Diversos fatores podem causar o intemperismo físico, desde a variação de temperatura, que pode

acarretar a dilatação ou contração do material, até o congelamento da água que infiltra na rocha (LEPSCH, 2021).

Já o **intemperismo biológico** – que no passado já foi considerado controverso no campo científico – está relacionado à degradação do material rochoso por organismos vivos, seja de grande porte ou por micro-organismos (TEIXEIRA *et al*., 2007). Pode ter origem química, por meio de fezes e urina de animais nas rochas, ou origem física, como pressões provocadas pelo desenvolvimento da flora em subsuperfície. Atualmente já se tem conhecimento do impacto que o intemperismo biológico pode ter e observa-se sua contribuição na pedogênese.

Além do intemperismo, os processos geológicos e geomorfológicos que atuam na região são um fator importante do processo de formação do solo e, por consequência, de um ecossistema (CUNHA; GUERRA, 1996). A degradação da rocha pelo intemperismo não constitui o único fator determinante para os diferentes tipos de solos. A erosão, que transporta as partículas pela ação do vento ou da água, é um agente de extrema importância nesse processo, pois é por ela que ocorre o transporte das partículas de um lugar a outro, permitindo que tenhamos solos variados.

Vídeo

O vídeo *Aprenda mais sobre Solos*, produzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), traz mais algumas informações sobre o conceito de pedogênese e sobre os fatores intempéricos, além de apresentar um pouco mais sobre o trabalho realizado pela empresa.

Disponível em: https://youtu.be/IBRFa_cMfG8?si=pRTN8hTm3dg9DRMS. Acesso em: 30 jan. 2025.

O processo de erosão só é interrompido quando as partículas se deparam com alguma barreira geomorfológica durante o transporte, como uma montanha ou um vale. Nesse último, os sedimentos são depositados devido à formação geomorfológica e lá permanecem até que ocorra a pedogênese.

Os fatores intempéricos, geológicos e geomorfológicos mencionados estão sujeitos às variações climatológica e pluviométrica e à presença de determinados organismos na região. Considera-se, portanto, que o solo é um componente fundamental do ecossistema, variando o tipo, a estrutura química e física e até mesmo o seu desenvolvimento, dependendo da região do planeta (LEPSCH, 2016). Não é em qualquer tipo de solo que pode nascer qualquer tipo de vegetação, já que o surgimento de uma cobertura vegetal em um ambiente depende de diversos fatores, como a presença de matéria orgânica, água, ar, certos tipos de minerais, granulometria, clima, pluviosidade, entre outros.

A presença de água também constitui um fator importante na formação de um ecossistema, pois regiões mais irrigadas costumam ter fauna e flora mais abundantes, enquanto, em regiões mais secas, a vida, apesar de existente, é bem mais escassa. Diferentes organismos devem se adaptar à abundância ou escassez de água – um camelo, por exemplo, pode aguentar oito dias sem água até encontrar uma nova fonte, mas outros animais, como cavalos, precisam de uma fonte próxima e intermitente. Ainda há aqueles que migram de uma região a outra durante uma época de escassez, enquanto algumas espécies não resistem e morrem.

A vida como a conhecemos só é possível pela existência de água, pois ela é parte fundamental de todos os organismos vivos. A água está presente em estado líquido e gasoso na atmosfera, influenciando a dinâmica climática. A umidade regula, entre outras coisas, a temperatura e o regime de

precipitações, que é influenciado pela presença dos corpos d'água e pela vegetação, enviando água para a atmosfera pela evapotranspiração. A água está presente também em subsuperfície, ocupando os espaços entre as partículas de solo – no caso, os lençóes freáticos.

O epinociclo, portanto, corresponde a um biociclo composto que atua em conjunto, ocorrendo de maneira desigual e criando os diferentes ecossistemas que compõem o ambiente terrestre, e, apesar de apresentar maior variedade de espécies entre os biociclos, corresponde a apenas cerca de 28% do planeta.

Talassociclo

Composto pelo ambiente marinho – no caso, os mares e oceanos –, o talassociclo é o maior dos biociclos e cobre cerca de 3/4 da superfície terrestre. Os organismos presentes nesse biociclo dividem-se em plâncton, nécton e bento: plâncton são os organismos microscópicos que ocupam essa região, como o zooplâncton e o fitoplâncton; nécton são os organismos macroscópicos, os peixes de uma forma geral, de qualquer espécie; enquanto bento são organismos que vivem fixos ou se arrastam em superfícies, como as ostras, os siris e as anêmonas (BROWN; LOMOLINO, 2006).

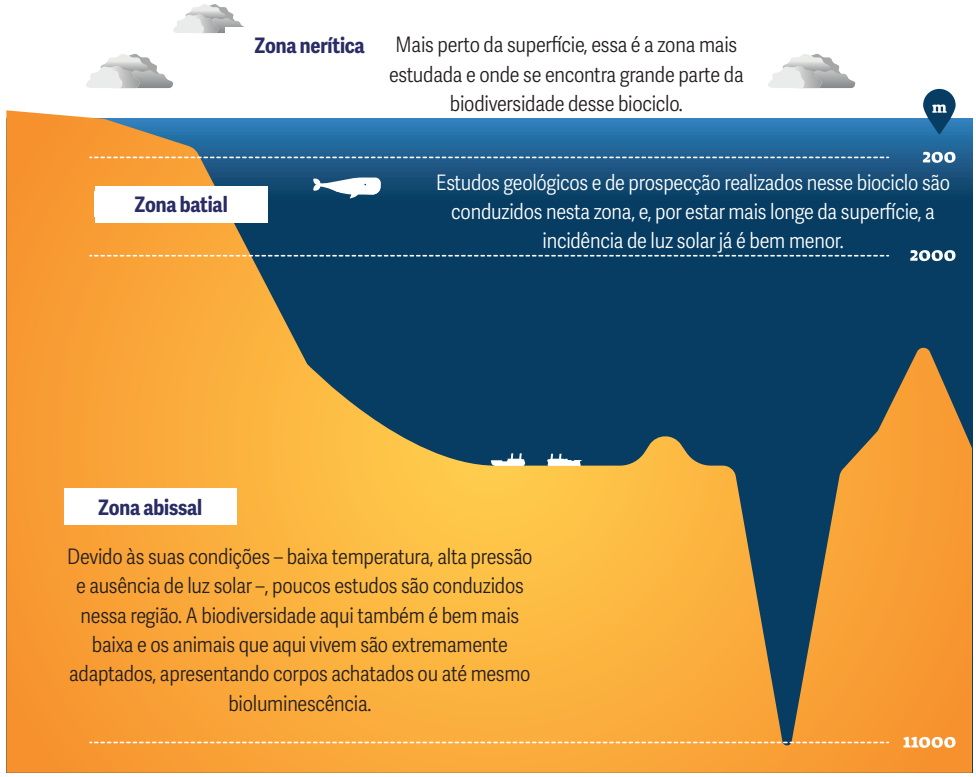
O ecossistema marítimo é diversificado e os níveis de tolerância estão relacionados a fatores como presença ou ausência de luz, salinidade da água, temperatura, entre outros. Os recifes de corais se enquadram nessa categoria, assim como as regiões costeiras e as zonas abissais dos oceanos; no entanto, estas ainda são pouco estudadas devido à dificuldade para acessá-las (BAPTISTA NETO; PONZI; SICHEL, 2004). No fundo oceânico, além de não chegar luz, existem desafios como a pressão que a água exerce, que, mesmo nos tempos atuais, com uma tecnologia avançada, ainda dificulta o acesso a esses locais. Levantamentos batimétricos e de satélite permitem uma representação da variação altimétrica no fundo do oceano, todavia essa é uma região do planeta ainda pouco conhecida e que representa grandes desafios (BAPTISTA NETO; PONZI; SICHEL, 2004).

Assim como áreas emersas no nosso planeta, o ambiente marítimo da Terra também é irregular, portanto, a depender do nível de profundidade dos mares e oceanos há subdivisões do talassociclo (Figura 1).

As regiões com até 200 metros de profundidade são chamadas de *zonas neríticas*, sendo as mais estudadas, pois com elas temos mais contato, enquanto a denominada *zona batial*, que fica entre 200 e 2.000 metros de profundidade, é onde estudos geológicos e de prospecção são realizados. Por fim, a região com profundidade entre 2.000 e 11.000 metros, chamada de *zona abissal*, é pouco estudada, e os organismos que nela vivem estão submetidos à alta pressão, baixas temperaturas e ausência de luz; por esse motivo, muitos deles desenvolvem uma bioluminescência, isto é, emitem a sua própria luz para atraírem presas ou como um estímulo sexual (BROWN; LOMOLINO, 2006).

A iluminação é de grande importância para esse biociclo, e é devido a isso que o talassociclo também se divide em faixas de iluminação: a **zona eufótica** é a camada superficial e, por isso, a mais iluminada; a **zona disfótica** é uma área de transição, com pouca luminosidade; e a **zona afótica** não tem incidência de iluminação solar devido à grande profundidade.

Figura 1
Subdivisões do talassociclo



VectorMine/Shutterstock

Fonte: Elaborada pelo autor.

Além da pressão hidrostática exercida pela força da água, a luminosidade também atua como limite de tolerância para os organismos que residem nesses ambientes. A adaptação a condições mais severas, todavia, não significa que esses organismos possam resistir a condições que poderíamos classificar como toleráveis. Os peixes das zonas abissais têm sensibilidade alta nos olhos para captar focos de luz extremamente baixos; assim, a zona eufótica, para esses organismos, seria um ambiente hostil e seu limite de tolerância (BROWN; LOMOLINO, 2006).

Os manguezais, presentes praticamente em todo o litoral do Brasil, também fazem parte do talassociclo. Esse é um bioma de transição entre o terrestre e o marinho, abrigando vegetação do tipo herbácea, com pouca diversidade de plantas, além de animais como caranguejos, peixes e aves.

kohlhoff/Stockphoto.

O talassociclo é fortemente afetado pela degradação ambiental, sendo que um dos biomas que sofre com essas ações são os manguezais, que atuam como berçário de espécies, servindo também como recurso para a comunidade de pescadores. A degradação desse bioma é recorrente, principalmente no Brasil, e isso pode causar alterações na dinâmica de reprodução dos animais e na vida dos pescadores que vivem dos recursos ali extraídos.

Limnociclo

Este biociclo abrange os ecossistemas de água doce, logo é o menor dos três, pois apenas 3% da água na Terra é doce, o que é preocupante, visto que os seres humanos, assim como diversas outras formas de vida, necessitam desse recurso para existir (TEIXEIRA *et al*., 2007).

Esse biociclo é caracterizado por apresentar pequenas profundidades, que não chegam a 500 metros, e grande variação de temperatura. Diferentemente dos mares e oceanos, cuja temperatura não varia com facilidade devido ao volume de água, no limnociclo a temperatura varia bastante e, por isso, é considerado menos estável.

Dois tipos de ecossistemas podem ser encontrados nesse biociclo: o lêntico e o lótico. O ecossistema **lêntico** são as águas paradas, como lagos e lagoas, e, de acordo com alguns cientistas, até mesmo o acúmulo de água da chuva – como as poças d'água – por conter formas de vida, como bactérias. As formas de vidas microscópicas são os fitoplânctons (diatomáceas, cianofíceas etc.); os vegetais superiores são as angiospermas, que ocupam o fundo dos lagos ou são flutuantes; o zooplâncton é a categoria em que se enquadram os crustáceos e protozoários. Dentre os animais, podemos destacar moluscos, peixes, aves e mamíferos; bactérias e fungos também ocupam esse ecossistema com tolerância (BROWN; LOMOLINO, 2006).

O ecossistema **lótico**, por sua vez, é caracterizado pelas águas correntes, como os riachos, rios e córregos, ou seja, os cursos perenes ou sazonais que compõem as bacias hidrográficas e das quais a população mais consome recursos. Ainda sobre esse ecossistema, ele se divide em três regiões distintas: as nascentes, o curso médio e a foz. A nascente pode ter origem mineral ou de um lençol freático, e geralmente as águas nesses locais surgem com violência por estarem submetidas a pressões diversas. Por esse motivo, a nascente apresenta poucas formas de vida, como algas ou larvas de insetos (TEIXEIRA *et al*., 2007).

O curso médio dos rios é o mais lento e, por esse motivo, apresenta mais diversidade, sendo o mais importante para exploração. O fitoplâncton aparece na forma de algas e herbáceas, sendo estas plantas flutuantes que surgem nas margens dos rios. Nessa região existe também uma variedade de insetos e pequenos animais, como os crustáceos, além da grande variedade de peixes, o que faz com que o curso médio seja também uma área de interesse econômico.

A foz é a região de transição entre o rio e o mar, além de ser a região mais baixa e com maior salinidade. Existem poucas formas de vida nessa região devido justamente a essa variação de salinidade: baixa para os organismos de água salgada e alta para os organismos de água doce.

O limnociclo é caracterizado por despertar grande interesse econômico, e no Brasil a construção de hidrelétricas ocorre nesse ambiente, causando uma série de impactos no ecossistema e nas áreas circundantes. Além disso, as áreas urbanas poluem os cursos d'água, despejando esgoto e resíduos industriais, o que inviabiliza, muitas vezes, a existência de vida e o consumo humano, encarecendo o processo de tratamento das águas (CONTI; FURLAN, 2014). Por se tratar de um sistema de bacia hidrográfica, os cursos d'água se conectam e carregam os poluentes para o mar, contaminando, assim, outros ecossistemas.

2.2 Meios de expansão e barreiras para a vida na Terra

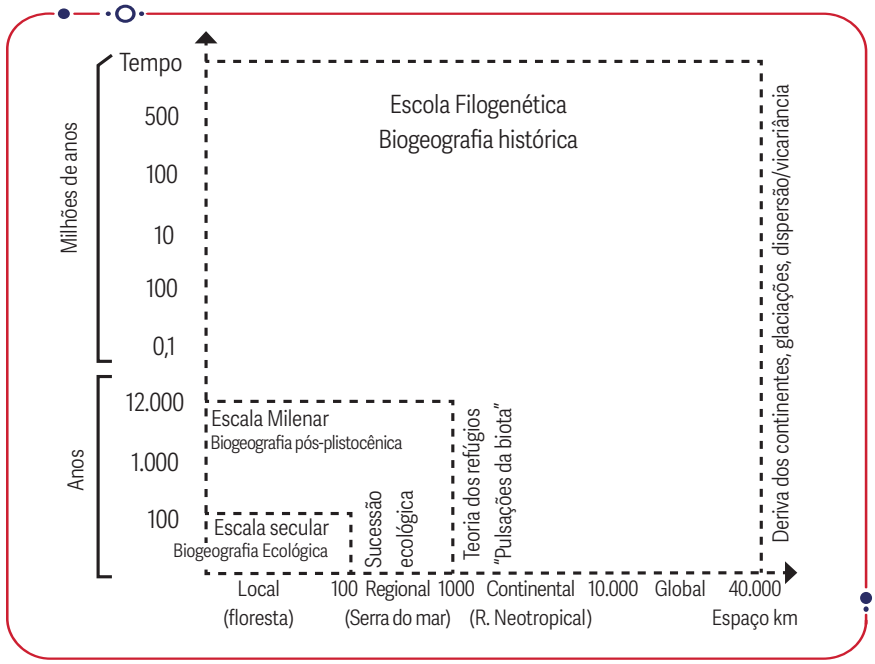
Vídeo

Os organismos se distribuem na Terra respeitando os limites de tolerância, substituindo espécies extintas ou se extinguindo e havendo outras espécies para tomar o seu lugar. Portanto, de acordo com os pesquisadores José Bueno Conti e Sueli Angelo Furlan (2014), a distribuição das espécies no planeta organiza-se ao redor de duas regras principais: ou os organismos se estabelecem e se expandem para uma nova área, seguindo seus limites de tolerância; ou são extintos (total ou parcialmente) de uma área à medida que a vida e o ambiente ao seu redor se transformam.

Ao longo da história, foram estabelecidos diversos fatores ecológicos que determinam o padrão de distribuição e a capacidade de uma espécie em se adaptar a determinado clima ou característica. Essa capacidade de adaptação a um ambiente está relacionada a um desenvolvimento biológico, em uma perspectiva espaço-temporal – isto é, devido às mudanças ocorridas no espaço ao longo do tempo, os organismos tiveram que se adaptar para poderem sobreviver ou foram extintos ao se depararem com uma variação em que seriam incapazes de se adaptar. Influenciam esse processo os fatores bióticos e abióticos, ou seja, aqueles relacionados a variáveis do meio físico e às características biológicas de cada organismo.

O Gráfico 1 relaciona a hierarquia espaço-tempo de conhecimento e os processos naturais que ajudam a compreender o desenvolvimento das espécies em uma escala de tempo geológica.

Gráfico 1
Hierarquia espaço-tempo do conhecimento biogeográfico



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Udwardy, 1981 *apud* Conti; Furlan, 2014.

O Gráfico 1 busca relacionar o tempo passado e o atual estabelecendo uma relação entre o desenvolvimento histórico dos organismos e seu ambiente, atividade esta chamada de *biogeografia histórica*, que busca compreender o impacto das mudanças ambientais no comportamento das espécies.

Vídeo

O vídeo *Habitat e nicho ecológico* auxilia a compreender melhor o que são os nichos ecológicos e como diferenciá-los dos hábitats.

Disponível em: https://youtu.be/vHoD0rnIZc0?si=ncUUU95Mm39yB8sS. Acesso em: 31 jan. 2025.

Um conceito importante sobre o comportamento das espécies é o de **nicho ecológico**, que se trata do relacionamento de determinada espécie com o ambiente e com as características do seu hábitat. Em biogeografia, o nicho ecológico permite compreender a distribuição das espécies, pois um animal pode estar condicionado a uma região por conta da vegetação existente, da temperatura ou da presença de outros animais dos quais ele é o predador (BROWN; LOMOLINO, 2006; CONTI; FURLAN, 2014). Esse tipo de relação é o que caracteriza o nicho ecológico; enquanto houver condições de adaptação, haverá distribuição dos organismos.

Alguns autores acrescentam a ideia de **nicho fundamental**, que seria um espaço n-dimensional, ou seja, aquele no qual as características biológicas de determinada espécie estariam em concordância com os fatores físicos e químicos de uma região. Dessa forma, o nicho fundamental representaria o ambiente com condições adequadas para a sobrevivência de uma espécie.

O ambiente, no entanto, não é fixo e imutável, já que, com o passar do tempo geológico, ocorrem mudanças no espaço físico terrestre (FIGUEIRÓ, 2012; FIGUEIRÓ, 2015). O nicho fundamental de uma espécie sempre estará sujeito a alterações de ordem natural ou artificial, ocasionadas pelo processo evolutivo terrestre ou social, respectivamente. A defesa dos organismos nesse aspecto está na capacidade de resistir a certas alterações ambientais no que se chama de *intervalo de tolerância variável*. Esse intervalo está relacionado a diversos fatores biológicos, como a capacidade de resistir a certas temperaturas e à escassez de água por um período.

O intervalo de tolerância varia de acordo com as espécies, e algumas apresentam um intervalo maior do que outras. É possível observar isso quando verificamos espécies que se adaptaram ao ambiente urbanizado, enquanto outras cujo hábitat foi destruído não conseguem sobreviver muito tempo fora de suas condições naturais. Outras, ainda, conseguem se adaptar temporariamente e podem reagir às mudanças em seu ambiente natural (CONTI; FURLAN, 2014; FIGUEIRÓ, 2015).

Vídeo

No vídeo *Ecologia - condições, recursos e nicho ecológico* são apresentados diferentes exemplos de limites de tolerância e nichos fundamentais, com base em imagens de diferentes espécies.

Disponível em: https://youtu.be/trr9dERlEEA?si=Oh8hyhrkzlo057cT. Acesso em: 31 jan. 2025.

A espacialização das espécies, como vimos, depende de diversos fatores adaptativos que podem variar de uma espécie para outra. A biogeografia histórica estuda com base em evidências históricas – por exemplo, os fósseis – como era a distribuição dos organismos no passado e tenta compreender com os dados atuais as perspectivas futuras de distribuição.

Não podemos deixar de ressaltar o papel do ser humano e da sociedade no processo de expansão e construção de barrei-

ras para a distribuição das espécies, até porque os limites de tolerância são constantemente testados ao longo do tempo por situações adversas que podem ou não comprometer a disposição atual dos organismos.

2.3 Padrões de distribuição das espécies: cosmopolitas, disjuntivas e endêmicas

Vídeo

Vimos que diversas são as maneiras de classificar os ambientes do nosso planeta, cada qual com sua respectiva característica e ocorrendo em espaços específicos. Mas e quanto aos organismos, de que maneira eles se distribuem na Terra? De modo geral, a distribuição das espécies de organismos na Terra segue alguns padrões que os cientistas classificam em três tipos básicos, cada qual com sua característica e sendo afetado pelo ambiente que o cerca de maneira específica:

Cosmopolitas **Disjuntivas** **Endêmicas**

Vejamos, a seguir, cada uma delas, juntamente com alguns exemplos de seres que fazem parte desses tipos.

Cosmopolitas

Podemos chamar de *espécies cosmopolitas* aquelas que estão presentes em quase todas as regiões do planeta, exceto onde o clima é severo, como as regiões geladas dos polos. A presença delas nos cinco continentes pode estar relacionada com o processo de expansão e ocupação dos seres humanos, que transportaram espécies de um ponto a outro do planeta, ou com o hábitat natural, como é o caso das espécies que vivem nos oceanos, pois, como são todos interligados, é comum haver espécies que vivem apenas se deslocando de um ponto a outro em uma ocorrência global (BROWN; LOMOLINO, 2006).

Uma característica do cosmopolitismo é o fato de as espécies apresentarem um limite de tolerância alto, podendo suportar variações físicas e químicas com facilidade. No ambiente terrestre, os ratos são exemplos de organismos cosmopolitas e com elevado limite de tolerância (BROWN; LOMOLINO, 2006). A ocorrência de ratos em todos os cinco continentes é uma realidade, e sua distribuição se deu, principalmente, por conta das navegações.

Na época das Grandes Navegações (entre os séculos XV e XVI), os colonizadores carregavam insetos, vírus e bactérias, além de ratos, nos navios. Quando os europeus entraram em contato com as comunidades indígenas em um novo continente, passaram várias doenças aos nativos – como a gripe, que era extremamente mortal para uma pessoa que não tivesse as defesas do organismo preparadas. O colonizador, com sua capacidade adaptativa, conseguiu criar uma resistência maior aos vírus, que foram espalhados pelos continentes. Para os ratos vale a mesma lógica: eles saíam dos navios quando estes atracavam em diferentes localidades e se adaptavam às novas condições ambientais.

O cosmopolitismo causado pelos humanos, intencionalmente ou não, é responsável pela distribuição de uma série de organismos de fauna e flora, fator de distribuição que é responsável por causar impactos ambientais devido ao desequilíbrio que ele acarreta. Em um hábitat, as espécies encontram, entre os elementos necessários à vida, também seus predadores, e, na falta destes, pode ocorrer um aumento descontrolado de uma espécie com alta capacidade adaptativa. O caramujo, por exemplo, apresenta alto limite de tolerância, mas, ao se espalhar essa espécie em regiões em que seu predador natural não se faz presente, ocorrem problemas diversos, como superpopulação e até mesmo doenças que afetam as pessoas que vivem na região.

Leitura

Considerado uma praga em muitas regiões do planeta, o caramujo-africano causa transtornos em muitas cidades do Brasil, como mostra esta notícia publicada pelo portal G1 sobre uma proliferação dessa espécie em Maceió.

Disponível em: https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2024/06/08/periodo-chuvoso-favorece-o-aparecimento-de-caramujos-africanos-em-al-especie-nao-tem-predador-natural-e-e-transmissora-de-doencas.ghtml. Acesso em: 31 jan. 2025.

Não se deve desprezar, também, o caráter de dependência de algumas espécies em relação a outras, o que pode influenciar diretamente o padrão de distribuição dos organismos na superfície. O cachorro, por exemplo, depois de domesticado, precisa do ser humano para ser alimentado e abrigado, e é natural que seja levado a regiões que naturalmente não ocuparia. A relação de dependência faz com que o ser humano o auxilie no processo adaptativo, criando condições para a presença do animal em situações adversas, o que implementa um caráter cosmopolita a uma espécie que naturalmente não o seria (BROWN; LOMOLINO, 2006).

As espécies cosmopolitas, então, são aquelas que, por diferentes motivos, ocupam os cinco continentes, adquirindo um caráter global. Por vezes, o descontrole causado pela inserção de uma espécie em ambiente inadequado ocasiona um processo de cosmopolitismo que não é natural. Esse problema se agrava à medida que avançamos para um "sistema-mundo" cada vez mais globalizado e com facilidades de deslocamento. A falta de controle no transporte de fauna e flora desenvolve padrões de distribuição não naturais das espécies.

Disjuntivas

O padrão disjuntivo é aquele em que as espécies estão distribuídas na superfície da Terra de maneira desigual e em diversas regiões, mas sem continuidade. Um exemplo disso são os javalis e algumas espécies de cervos que aves que ocupam áreas do leste do Brasil, mas que tem características muito similares a animais de espécies semelhantes que ocupam o oeste do continente africano.

Esse padrão de distribuição é também considerado uma evidência externa da deriva continental, pois acredita-se que, se as espécies ocorrem em dois pontos distintos com um imenso vazio populacional, isso é um indício de que em algum momento do tempo geológico essas espécies estiveram juntas (BROWN; LOMOLINO, 2006).

A distribuição disjuntiva pode explicar, por exemplo, como alguns tipos de insetos semelhantes ocorrem em continentes tão distintos e distantes uns dos outros. Nesse ponto, destacamos a importância do estudo da biogeografia histórica, pois, ainda que tenham pertencido ao mesmo hábitat em algum momento do tempo geológico, as espécies evoluíram diferentemente umas das outras. Isso acontece porque, apesar de terem grandes semelhanças, ao serem

separadas, elas ficam expostas a diferentes condições de luz, temperatura, chuva etc.

A disjunção ocasiona o que cientificamente se chama de *anomalias biogeográficas*, que é quando os organismos evoluem de maneira diferente do esperado para sua espécie (BROWN; LOMOLINO, 2006). Diversos motivos podem ser apontados como causadores desse processo, seja por questões naturais ou também pelo ser humano ao carregar e distribuir de modo desigual um organismo, por exemplo. As condições adversas encontradas em um dado ambiente podem acarretar um processo evolutivo que difere do padrão esperado caso o organismo estivesse em seu hábitat natural. Isso configura uma anomalia biogeográfica, ou seja, o processo de evolução teve interferência direta da distribuição espacial.

Vídeo

Os fósseis são ferramentas importantes para se entender o passado e a evolução, pois preservam informações de fauna e flora já extintas ou modificadas. O vídeo *Fósseis - Resumo* permite entender um pouco melhor sobre essas evidências e sua importância no estudo do desenvolvimento dos organismos.

Disponível em: https://youtu.be/KU3VyJQfzmo?si=uJKD8XY35yaZ4OWl. Acesso em: 31 jan. 2025.

O reconhecimento dessas anomalias como características do processo de distribuição disjuntiva está diretamente relacionado ao estudo dos fósseis. A paleontologia, que estuda os organismos fossilizados e sua história, teoriza sobre a origem e evolução das espécies. É importante ressaltar que, por tratarmos de evidências de cunho histórico – como os fósseis e a análise da paisagem em que estavam dispostos –, não é possível afirmar com certeza que a disjunção e as anomalias ocorreram de fato para uma determinada espécie. No entanto, as teorias são desenvolvidas com base em evidências que, por enquanto, ainda não foram refutadas.

Endêmicas

Espécies classificadas neste tipo surgem quando há a ocorrência isolada de um organismo em uma porção do espaço – ou seja, quando não existe ocorrência em outro lugar (GOCH, 2012). Os organismos que respeitam esse padrão de distribuição estão restritos a pequenos nichos, regiões ou ilhas isoladas, e não existe um padrão aleatório em sua distribuição, pois a aleatoriedade está relacionada a um padrão disjuntivo. De maneira geral, as espécies endêmicas estão concentradas em regiões específicas do planeta, chamadas *hot spots*, como ocorre com os ursos polares (encontrados somente no Polo Norte), o boto cor-de-rosa (encontrado na Floresta Amazônica) e o urso panda (encontrado somente no sudoeste da China).

Os organismos, ou táxons, ficam restritos a uma região devido a características do processo evolutivo biológico e ambiental, os chamados *processos ecológicos de desenvolvimento*. Existem também os processos históricos, que podem revelar os motivos que levaram uma espécie a restringir o seu padrão de distribuição a uma pequena área. Tanto os processos ecológicos quanto os históricos causam alterações no mecanismo evolutivo das espécies, de modo que é difícil estas se adaptarem a outros biomas que não aqueles para os quais elas evoluíram, dando um caráter de confinamento aos organismos (BROWN; LOMOLINO, 2006).

As espécies endêmicas podem se diferenciar, ainda, pelo caráter autóctone ou alóctone: os processos históricos que fazem com que a espécie tenha o seu aspecto evolutivo ao longo do tempo e das eras em uma mesma região na qual ela ainda é encontrada hoje é o **endemismo autóctone**; já quando as espécies migram ao longo do tempo e se desenvolvem em um ambiente

diferente do original ocorre o **endemismo alóctone** (BROWN; LOMOLINO, 2006).

Um exemplo de endemismo é a arara-azul: essa espécie é específica das regiões de florestas tropicais e não pode ser encontrada em nenhum outro lugar do mundo. O urso-polar é outro exemplo, restrito a um ambiente específico por características biológicas adaptadas a esse dado ambiente.

Vídeo

A arara-azul é uma espécie endêmica e ameaçada de extinção, além de também ser considerada um símbolo do Brasil. O vídeo *Arara-Azul - ave símbolo do Brasil* permite conhecer melhor suas características, seu hábitat e entender o porquê de essa espécie estar sendo ameaçada.

Disponível em: https://youtu.be/g_uKuYTauiE?si=5Aol9Ty2WR4uzFAN. Acesso em: 31 jan. 2025.

As características de distribuição citadas ajudam a entender que o padrão evolutivo das espécies está relacionado com sua geografia, mas é importante ressaltar que o mesmo padrão se aplica aos humanos: diferentes características físicas, como cor dos olhos, cor da pele, altura, entre outras, podem e devem ser relacionadas aos padrões de distribuição. Apesar de hoje haver a miscigenação – quando pessoas de características diferentes se relacionam e têm filhos –, devemos lembrar que isso só ocorre graças à evolução tecnológica, um fenômeno recente que encurta distâncias e interfere na distribuição humana pela superfície. Assim, os estudos históricos nos permitem relacionar os conceitos da biogeografia com o próprio desenvolvimento da raça humana em diversos pontos do planeta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição das espécies é reflexo de diferentes fatores de ordem natural ou antrópica. À medida que ocupamos o espaço geográfico modificando e reconfigurando suas características, as espécies são deslocadas, extintas ou devem se adaptar à nova realidade – processo este que é complexo e nem sempre amigável, algo facilmente verificado nos diversos atropelamentos de animais silvestres que ocorrem nas estradas.

Entende-se, portanto, que a existência de uma espécie cosmopolita, disjuntiva ou endêmica está relacionada aos limites de tolerância, assim como à ação antrópica, tendo em vista que os fatores geológicos e geomorfológicos ocorrem em uma escala de tempo geológica. Os conceitos apresentados neste capítulo nos permitem compreender melhor a dinâmica da distribuição das espécies e, sobretudo, o nosso papel nesse contexto.

ATIVIDADES

Atividade 1

Quais processos geológicos/geomorfológicos influenciam a formação e diferenciação dos biociclos? Explique.

Atividade 2

O nicho fundamental e o limite de tolerância das espécies atuam diretamente no processo de expansão e de barreiras para a distribuição das espécies. Explique como ocorre esse processo e dê um exemplo.

Atividade 3

Cite ao menos três seres vivos para cada tipo de distribuição (cosmopolita, disjuntiva e endêmica) e explique as características desses seres que os fazem se enquadrar nesse tipo de distribuição.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. São Paulo: Difel, 1986.

BAPTISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, S. E. (org.). *Introdução à geologia marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. *Biogeografia*. 2. ed. São Paulo: Funpec, 2006.

CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. Geoecologia: o clima, os solos e a biota. *In*: ROSS, J. L. S. (org.). *Geografia do Brasil*. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2014.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

FIGUEIRÓ, A. S. Diversidade geo-bio-sociocultural: a biogeografia em busca de seus conceitos. *Revista Geonorte*, ed. especial, v. 4, n. 4, p. 57-77, 2012.

FIGUEIRÓ, A. S. *Biogeografia*: dinâmicas e transformações da natureza. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

GOCH, Y. G. F. O bioma amazônico. *In*: PELEJA, J. R. P.; MOURA, J. M. S. (org.). *Estudos Integrativos da Amazônia – EIA*. Pará: UFOPA, 2012.

LEPSCH, I. F. *Formação e conservação dos solos*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

LEPSCH, I. F. *19 lições de pedologia*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.

MENDONÇA, F. ; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia*: noções básicas e climas do Brasil. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

ROSS, J. L. S. *Geografia do Brasil*. São Paulo: Edusp, 1996.

TEIXEIRA, W. *et al*. (org.). *Decifrando a terra*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

3

As formações biológicas do Brasil e do mundo

Os biomas são regiões geográficas com diferentes níveis de tolerância e constituídos por vegetação de característica semelhante que passou por processos de desenvolvimento geológico, geomorfológico e climatológico homogêneos, criando condições específicas e diversificadas para o desenvolvimento das espécies. Essa diversidade determina o tipo de organismo capaz de sobreviver a determinadas condições de vida, além de influenciar o comportamento das espécies.

Assim, neste capítulo estudaremos os principais biomas do mundo, buscando sempre relacioná-los a outros tópicos da biogeografia, de modo a proporcionar um entendimento geográfico acerca de sua existência.

Objetivos de aprendizagem

Com o estudo deste capítulo, você será capaz de:

- entender a formação de biomas de climas frios e das florestas coníferas, decíduas e tropicais;
- compreender a dinâmica do cerrado, dos campos estepes e das pradarias;
- identificar características de desertos, semidesertos e da vegetação litorânea.

3.1 Gelos polares e tundra; florestas de coníferas, decíduas e tropicais

Vídeo

A Terra e suas características únicas – formato geoidal, ângulo de 45° de inclinação em relação ao Sol e movimento de translação – proporcionam uma distribuição desigual da radiação solar no planeta. Dessa forma, algumas regiões tendem a ser mais frias em um período do ano enquanto outras são mais quentes, diferença essa que influencia os diferentes biomas encontrados em nosso planeta, os quais serão abordados a seguir.

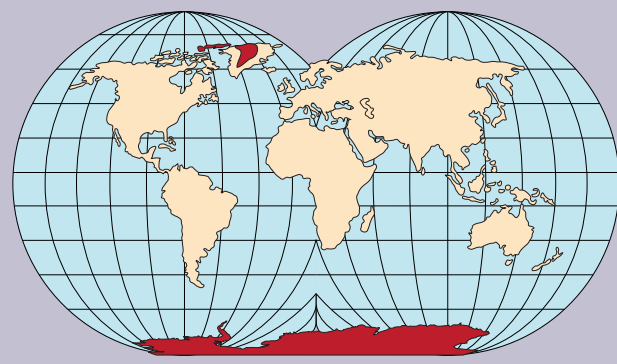
Regiões polares e tundra

O desenvolvimento dos organismos pressupõe condições climáticas equilibradas com temperaturas e pluviosidade variadas ao longo do tempo, algo pouco presente nas **regiões**

polares do nosso planeta, biomas que se diferenciam pela elevada amplitude térmica e pelas temperaturas extremamente baixas. Uma característica que podemos facilmente identificar nesses ambientes é a camada de gelo presente no solo, formada pelo acúmulo de neve ao longo do tempo: a neve que cai em um espaço se acumula e, com seu peso, compacta a outra camada de neve presente logo abaixo. Essa compactação de camadas, aliada às baixas temperaturas, forma essa camada de gelo no solo (TEIXEIRA *et al*., 2007).

Um dos mais únicos de nosso planeta, o bioma polar está presente na Antártica e no Polo Norte, duas das regiões que mais sofrem com as mudanças climáticas, devido ao aumento das temperaturas, que causa o derretimento das geleiras e da camada de gelo e neve que cobre essas regiões.

Apesar de ser uma região com clima desafiador, seres vivos extremamente adaptados habitam essas regiões.

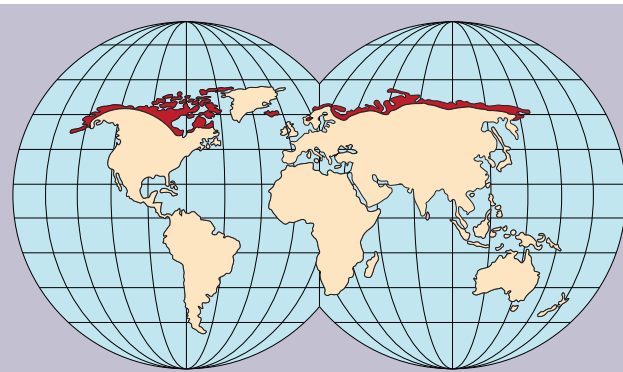


Eray Bozkurt/Shutterstock

Devido a esse acúmulo de gelo, as regiões polares são habitadas por vegetação simples e pouco desenvolvida, como as algas vermelhas da neve, que se desenvolvem absorvendo os nutrientes que ficam concentrados na neve. No gelo e nas águas – presentes abaixo da camada superficial congelada –, ecossistemas marinhos adaptados à baixa temperatura se desenvolvem, como as algas e os animais, que se alimentam dos nutrientes e de pequenos animais, respectivamente. Esses seres também podem se alimentar da matéria orgânica vinda de outras regiões do planeta e trazida àquele ambiente pelas correntes marítimas dos oceanos.

A **tundra**, por sua vez, é um bioma de clima predominantemente frio, com inverno que dura, em média, dez meses e precipitação – isto é, as chuvas – menor do que em desertos quentes. Ainda sobre a precipitação, nesse bioma ela ocorre, geralmente, em forma de neve, o que torna esse ambiente ainda mais desafiador para os seres que ali habitam (BROWN; LOMOLINO, 2006).

Apesar de suas similaridades com as regiões polares, a tundra é encontrada somente nos países mais próximos do Polo Norte – Noruega, Suécia, Finlândia, Dinamarca, Rússia e Canadá, por exemplo. Mesmo sendo única, a tundra também é altamente afetada pelas mudanças climáticas, que vêm fazendo com que mais áreas verdes surjam nesse bioma predominantemente frio.



Eray Bozkurt/Shutterstock

Não há árvores nas tundras e a vegetação é composta, basicamente, por plantas baixas de poucos centímetros de altura, como líquens, gramíneas, arbustos anões e "tapetes" de

musgo. Devido à baixa temperatura e pouca pluviosidade[1], o solo da região não é muito desenvolvido, entretanto é bastante saturado de água por causa da baixa taxa de evaporação ocasionada pelo clima frio e pelo isolamento térmico de uma camada congelada e impermeável denominada *permafrost*.

1

Pluviosidade refere-se à quantidade de chuva que cai em uma região específica; assim, se há uma grande quantidade de chuvas em uma região, é dita que essa é uma região pluviosa.

A camada superficial do solo armazena nutrientes necessários para o crescimento da vegetação típica, favorecendo também os animais que habitam a região, como os ratos silvestres e os lemingues, por exemplo.

destillat/iStockphoto

Tinieder/iStockphoto

Tundra na Noruega (Figura A), um dos países com a maior concentração desse bioma no globo; lemingue (Figura B), pequeno roedor típico desse bioma e que tem aparência similar à dos hamsters.

Devido ao ângulo de inclinação da Terra em relação ao Sol, há períodos do ano em que a luz solar aparece por 24 horas nas regiões de tundra. Durante esse período, as plantas compensam a maior parte do ano com pouca luz solar fazendo fotossíntese intermitentemente; os produtos da fotossíntese, criados em maior quantidade e consequentemente armazenados, sustentam os animais que as consomem durante o ano.

Os musgos e os líquens têm um ciclo de vida bastante curto, decompondo-se e sendo reintroduzidos ao ecossistema pela camada superficial do solo, que armazena essa matéria orgânica que serve de nutrientes para outros organismos.

Florestas

A **floresta de coníferas**, também chamada de *taiga* ou *floresta boreal*, é formada, basicamente, por pinheiros que têm um aspecto de cone (BROWN; LOMOLINO, 2006). É um bioma localizado exclusivamente no Hemisfério Norte, em regiões de clima frio e com pouca umidade.

zhaubasar/iStockphoto

Taiga nos Montes Sayan, Rússia.

Assim como o bioma tundra, os solos da taiga não são desenvolvidos devido à baixa temperatura e baixa pluviosidade, que interferem no processo de intemperismo, resultando em solos pouco desenvolvidos e com menor número de horizontes, que são

as camadas de desenvolvimento do solo – ou seja, quanto mais desenvolvido, mais horizontes o solo tem e mais profundo ele pode ser; por esse motivo, os pinheiros nesse bioma apresentam raízes pouco profundas. É devido ao solo com menos horizontes que a taiga é conhecida por ser um ecossistema frágil e com baixa capacidade de recuperação.

Já a **floresta decídua**, também chamada de *temperada*, cresce em latitudes de clima temperado – locais em que todas as estações do ano são bem definidas, nas regiões entre o Círculo Polar Ártico e o Trópico de Câncer, no Hemisfério Norte, e entre o Trópico de Capricórnio e o Círculo Polar Antártico, no Hemisfério Sul (BROWN; LOMOLINO, 2006). Esse bioma é constituído de árvores de folhas decíduas ou caducifólias, que caem totalmente das árvores até o fim do outono. Esse mecanismo é um processo de hibernação para o inverno rigoroso, que diminui a atividade do organismo.

fotografiche/Stockphoto

Floresta decídua no Valle d'Aosta, Itália.

O solo dessas florestas temperadas é rico em matéria orgânica e profundo devido a um processo de intemperismo químico intenso, ocasionado pelas folhas que caem das árvores e pela pluviosidade moderada. A floresta é praticamente homogênea, formada por vegetação de até 25 centímetros de altura nas chamadas *regiões de clima temperado*, sendo facilmente encontradas na Europa e na América do Norte. No inverno, os invertebrados que compõem a fauna da região refugiam-se no solo ou migram, no verão, para aproveitar os estratos herbáceos e arbustivos.

Quanto às **florestas tropicais**, bioma localizado entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio, seu maior referencial é a Floresta Amazônica devido à sua extensão territorial e à diversidade de fauna e flora existente nesse ambiente – apesar de existirem diversas outras florestas tropicais na Ásia, África e Oceania.

Esse bioma tem um elevado índice pluviométrico, assim como temperaturas médias elevadas (21 a 32 °C), o que se deve ao fato de a vegetação ser bastante densa, promovendo assim um intenso processo de evapotranspiração para a atmosfera, o que deixa o ar nesses ambientes bem úmidos. As árvores têm folhas grandes e lisas que, quando caem, são imediatamente substituídas; quanto às demais plantas, é comum a presença de trepadeiras, cipós e epífitas, como samambaias, orquídeas e líquens.

vitormarigo/Shutterstock

Parque Nacional de Anavilhanas e Rio Negro, presentes na Floresta Amazônica brasileira.

Vídeo

A Amazônia é o maior bioma do Brasil e conta com características de fauna e vegetação importantes para todo o planeta. A evapotranspiração da vegetação Amazônica é tão importante que muitos a consideram o "pulmão do mundo". Por isso, vale a pena conhecer um pouco mais sobre esse bioma, como mostra o vídeo *Resumo sobre Amazônia*, que aborda temas diversos sobre a vida vegetal e animal, além de questões sobre a preservação desse bioma.

Disponível em: https://youtu.be/z1l0L0LX_7k?si=4_C5_oSa_wpvtN2v. Acesso em: 30 jan. 2025.

O solo é pobre, como a maioria dos solos tropicais, no entanto a vegetação é adaptada a esse ambiente, conseguindo obter os nutrientes necessários para sua manutenção a poucos centímetros da camada superficial do solo (BROWN; LOMOLINO, 2006). Devido ao alto índice pluviométrico e às elevadas temperaturas da região, a camada superficial do solo é permanentemente coberta por matéria orgânica em decomposição, também chamada de *húmus*, que contribui como fonte de nutrientes necessária para a exuberante mata da região.

A cobertura vegetal impede que a luz solar chegue com intensidade ao solo, interferindo diretamente no processo de intemperismo químico e contribuindo para o baixo desenvolvimento do solo. A fotossíntese de vegetações rasteiras também é prejudicada devido a essa baixa incidência de luz solar. Os animais que vivem nessa região são bem diversificados, como onças, macacos, capivaras, além de uma grande variedade de aves.

3.2 Savanas e cerrado; vegetação rasteira: campos, estepes e pradarias

Vídeo

O clima, conforme visto anteriormente, é um elemento determinante para a caracterização de um bioma, como a precipitação, que pode definir o quanto um solo pode se desenvolver e quantos nutrientes ele carrega. Outro exemplo disso ocorre com as vegetações de pequeno porte, características dos biomas que abordaremos aqui, que são influenciadas pela sazonalidade de precipitação, pela temperatura ou por períodos de estações bem definidas, como é o caso dos climas temperados.

A fim de desvendar como essa dinâmica funciona, a seguir focaremos nossa abordagem nos biomas encontrados nas regiões de climas mais quentes.

Savanas e cerrado

As **savanas** se caracterizam por apresentar uma vegetação rasteira, como gramíneas, arbustos e árvores de pequeno porte. Esse bioma ocorre em latitudes intertropicais e pode ser encontrado na América do Sul, América do Norte, África e Austrália. As precipitações são sazonais, ocorrendo em média duas vezes ao ano, seguidas por longos períodos de seca (BROWN; LOMOLINO, 2006).

As espécies que habitam esse bioma são formadas, em grande parte, por mamíferos pastadores de atividade migratória – que ocorre principalmente no período de seca, quando também há uma maior ocorrência de incêndios nessas regiões. De acordo com James H. Brown e Mark V. Lomolino (2006) e Adriano Severo Figueiró (2015), a maior diversidade de espécies é encontrada

na savana da África Intertropical, e a quantidade de animais de porte pequeno, sejam eles herbívoros ou carnívoros, é maior do que a de animais de grande porte. Algumas espécies que habitam esse bioma são búfalos, zebras, girafas, gaviões, leões, elefantes etc.

Christiane Schwerin/Shutterstock

Antílopes no Parque Nacional de Tsavo, no Quênia.

A precipitação pode variar entre 300 e 1.600 milímetros ao ano, o que obriga os animais e comunidades da região a percorrerem grandes áreas buscando condições mais adequadas para sobrevivência, como acesso à água e vegetação abundante. Brown e Lomolino (2006) sugerem que os habitantes nativos da savana foram os primeiros a domesticarem vacas, cavalos e camelos e a explorarem grandes áreas, em um fluxo migratório que experimentou as mudanças sazonais do ambiente físico e suas adversidades.

O **cerrado**, por sua vez, é a savana que ocorre em território brasileiro, mais especificamente na região central do país e, de acordo com o geógrafo e pesquisador brasileiro Aziz Ab'Sáber (2012), é um dos quadros de vegetação mais antigos do Brasil. A composição florística é diferente das savanas africanas, e isso se deve principalmente ao fato de existirem florestas de composições diversificadas nas proximidades do cerrado, as quais interferem na dinâmica do bioma.

Vídeo

Considerado um dos biomas mais antigos do Brasil, o cerrado é a savana brasileira e conta com uma das maiores diversidades em savanas do mundo devido à especificidade da sua localização. O vídeo *Você conhece o cerrado?* traz mais informações sobre esse bioma tão único.

Disponível em: https://youtu.be/orGhCBbK4Iw?si=e7REZDkUxGMGzoE2. Acesso em: 30 jan. 2025.

Laurenir Rochetto/iStockphoto

Cerrado na Chapada dos Guimarães, no estado do Mato Grosso.

Esse bioma brasileiro apresenta períodos de seca quando, devido à sazonalidade, muitos rios desaparecem. É nesse período que também se intensificam as queimadas na região, muitas delas causadas por atividade humana (AB'SÁBER, 2012). As cinzas provenientes das queimadas compõem uma quantidade de nutrientes capaz de recompor os solos e as raízes da vegetação típica dessa região. Os seres humanos promovem essas queimadas como forma de recompor o solo; no entanto, já se sabe que em excesso elas podem causar a saturação da capacidade de recuperação do solo, além de criar uma coluna de fumaça que, ao atingir grandes áreas, lança gases danosos, como o dióxido de carbono (CO_2), na atmosfera.

Vegetação rasteira: campos, estepes e pradarias

O **campo** é um bioma que ocorre em zonas temperadas, caracterizado por áreas abertas, sem cobertura arbórea, e por apresentar uma dinâmica climatológica anual bem delimitada, com pluviosidade anual podendo variar entre 250 e 750 milímetros (CONTI; FURLAN, 2014).

As **estepes**, também constituídas de gramíneas e cobertura vegetal baixa, ocorrem em latitudes mais frias, fora da zona temperada e com características semelhantes à pradaria, diferenciando-se apenas no fator climatológico (BROWN; LOMOLINO, 2006). As **pradarias**, por sua vez, constituem um bioma localizado entre as latitudes de 30° e 60°, em regiões temperadas e com uma variação sazonal de temperatura e de chuvas. A vegetação é dominada por gramíneas e herbáceas, com altura variando a depender da precipitação – isto é, quanto mais chuva, mais alta essa vegetação é (BROWN; LOMOLINO, 2006).

PositiveTravelArt/Shutterstock

Stefan Rotter/Shutterstock

Laima Swanson/Shutterstock

Bioma de campo encontrado no Rio Grande do Sul (Figura A), conhecido na região como *pampa gaúcho*; bioma de estepe (Figura B) encontrado no Parque Nacional de Neusiedler See-Seewinkel, na Áustria; bioma de pradaria (Figura C) encontrado no Parque Nacional Theodore Roosevelt, Estados Unidos da América (EUA).

Por terem características muito similares, é compreensível que muitos não tenham certeza se um determinado ambiente com vegetação baixa e poucas árvores é um campo, uma pradaria ou uma estepe. De maneira geral, esses biomas diferenciam-se da seguinte maneira:

Campos

Vegetação baixa ocorrendo principalmente em zonas subtropicais e/ou temperadas.

Estepes

Também apresenta vegetação baixa, porém associada a grandes variações de temperatura, mas predominante em climas frios.

Pradarias

Vegetação predominantemente de gramíneas ocorrendo em regiões de clima temperado.

A origem desses biomas é diversificada; alguns podem ter se originado nas queimadas intensas que ocorriam em bosques, enquanto outros podem ter vindo da baixa

precipitação, que acarretaria a baixa altitude da vegetação. Os animais que vivem nesses biomas são mamíferos grandes, com pouca diversidade entre eles, que foram atraídos pelas pastagens naturais; assim, movimentam-se em manadas migratórias sempre em busca da melhor pastagem. Búfalos, antílopes e cavalos selvagens são alguns dos animais que habitam esses biomas.

3.3 Desertos e semidesertos (caatinga); vegetação litorânea: restingas e manguezais

Vídeo

As regiões com temperaturas extremas podem passar por longos períodos de seca, im os desertos e semidesertos. Por outro lado, a presença de água em grande a proximidade ou em contato com a superfície também influencia significati- mação dos organismos que habitam essas regiões. Tanto os biomas mais se- s mais úmidos coexistem no nosso planeta e abrigam organismos adaptados ições, mostrando assim que a vida pode ocorrer mesmo nos ambientes com condições mais extremas. Nesta seção conheceremos alguns biomas com essas características citadas.

Desertos e semidesertos (caatinga)

Os **desertos** são biomas caracterizados pela ausência de água em estado líquido, podendo ser quentes ou frios: nos desertos quentes a água é escassa devido às baixas precipitações (menos de 250 milímetros por ano), enquanto nos frios, devido às baixas temperaturas, grande parte da água está presente em estado sólido – impedindo assim seu consumo por organismos vivos.

Essa escassez de água em estado líquido tem como principal fenômeno resultante a ausência de vegetação, embora existam plantas adaptadas a esse tipo de clima – de pequeno porte e com folhagens reduzidas –, capazes de absorver e armazenar água por períodos prolongados, além de terem metabolismo diminuído justamente para transpirarem pouco (CONTI; FURLAN, 2014).

Os desertos apresentam elevada amplitude térmica, variando de maneira acentuada entre o dia e a noite, o que influencia muito a dinâmica da fauna que habita essas regiões. Em desertos quentes, a fauna tem hábitos noturnos para evitar a exposição ao calor excessivo do dia. Lagartos e pequenos roedores são comuns nesse bioma, assim como aves, serpentes e insetos que, por estarem adaptados a esse tipo de clima, conseguem obter água das sementes ou dos frutos e permanecem inativos para não perder água durante vários períodos (BROWN; LOMOLINO, 2006).

A caatinga é um **semideserto** brasileiro que ocorre predominantemente nos sertões semiáridos do Nordeste, que correspondem a 11% do território brasileiro (CONTI; FURLAN, 2014). A vegetação é seca, mas bem variada, crescendo em um solo fértil, mas de granulometria grosseira, que alterna entre o arenoso e o pedregoso. O clima é predominantemente seco, com

as chuvas bem marcadas ao longo do ano e volume abaixo de 700 milímetros.

Caio Murilo/Shutterstock

Caatinga e sua vegetação típica, no estado da Paraíba.

De acordo com Ab'Sáber (2012), o processo de desertificação desse bioma foi intensificado pela ação antrópica, com intensa degradação da vegetação e do solo – esta causada pela exploração agrícola que, paradoxalmente, diminuiu o potencial agrícola desse bioma –, processo também chamado de *desertificação antrópica*. A caatinga é a região de semiárido mais populosa do mundo e constitui uma das regiões de situação mais crítica no que se refere à população brasileira.

Nem toda a caatinga está sujeita a essa baixa incidência de chuvas, pois há áreas que chegam a 1.100 milímetros de precipitação, fenômeno que acontece de maneira concentrada ao longo do ano – mais especificamente entre os meses de fevereiro a maio. Por outro lado, na região conhecida como *polígono das secas*[2], a precipitação anual pode não passar de 400 milímetros.

2

O polígono das secas da caatinga localiza-se entre os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia.

As secas são fenômenos causados pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), isto é, quando as massas de ar dos dois hemisférios se contrapõem na região equatorial, que é justamente onde esse bioma se localiza. A posição da ZCIT vai determinar em que local do planeta ocorrerá a chuva, e, no caso do continente americano, o Hemisfério Sul tem massa mais reduzida e um volume maior de ar frio, assim a ZCIT se concentra acima do Equador, impedindo a precipitação nessas áreas.

Apenas eventualmente, em épocas específicas do ano, a ZCIT se desloca mais ao sul, fazendo com que chova na região da caatinga. O período de chuvas nesse bioma é breve e todo esse processo pode ser visto e analisado de modo a prever as secas (CONTI; FURLAN, 2014).

Segundo Ab'Sáber (2012), a caatinga é um bioma em constante transformação em que o solo fica mais pedregoso ao longo do tempo e aparecem mais áreas estéreis, ou seja, aquelas em que não é possível produzir. Esse processo constante de degradação interfere diretamente na fauna e nas condições antrópicas de subsistência. As populações dessa região dependem de ações específicas do Estado para se manter, e, por ser uma área que equivale a 11% do território brasileiro, é importante que haja mais atenção para que esse processo de degradação não se intensifique e as condições de vida sejam aceitáveis.

Vegetação litorânea: restingas e manguezais

De maneira geral, a vegetação de **restinga** se estende paralelamente à faixa de areia da praia, portanto está sujeita ao dinamismo do ambiente, que pode ser construtivo ou destrutivo em razão da força do mar (GUERRA, 1966). Os sedimentos que compõem o cordão arenoso são de granulometria grosseira e sem agregação, de modo que estão sujeitos aos

processos erosivos que constantemente vão delineando os litorais. É um bioma sensível e pouco estável, com alterações constantes ocasionadas pelos agentes erosivos.

O **manguezal**, por sua vez, de acordo com o geógrafo Antônio Teixeira Guerra (1966), é um bioma que ocorre em terrenos baixos das regiões costeiras, e, por estar em contato com o mar, está sujeito às inundações devido à variação da maré. É um ambiente constituído predominantemente por lama, com a presença de animais de pequeno porte, como os caranguejos. O mangue é um ambiente sensível, necessário para o balanceamento do ecossistema e o contato com o mar o torna um depósito de sedimentos e de diversos outros tipos de materiais, que atuam como um filtro das águas.

Vídeo

O manguezal é um bioma importante e conhecido como *berçário da vida marinha*, além de ser um dos primeiros a ter sua proteção determinada na forma de lei, ainda na época do Brasil Império. O vídeo *Mangue, a primeira vegetação protegida do Brasil* traz mais informações sobre esse bioma.

Disponível em: https://youtu.be/1zv6Mr207sg?si=BySWKZS9G8PU4rdY. Acesso em: 31 jan. 2025.

A maioria das pessoas não consegue identificar a importância do mangue para a manutenção do equilíbrio do ecossistema e, por esse motivo, transforma-o em depósito de lixo ou efetua construções nessas áreas, ainda que seja um ambiente inadequado para isso, principalmente por ser extremamente úmido.

Pedro Moraes/Shutterstock

Caio Pederneiras/Shutterstock

Praia de Caiobá (Figura A), no estado do Paraná, com destaque para a restinga que acompanha a faixa de areia da praia; manguezal na Ilha de Boipeba (Figura B), na Bahia.

A restinga e o mangue são biomas sensíveis e, geralmente, encontram-se em regiões de interesse urbano/industrial. O desconhecimento da população de que esses ambientes são necessários para o sistema ambiental faz com que frequentemente sejam degradados; sendo assim, é preciso a implementação de políticas de educação ambiental que visem à preservação desses biomas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características dos biomas apresentados neste capítulo têm sofrido transformações nos últimos anos, principalmente devido ao aumento da temperatura do planeta, que altera toda a dinâmica climatológica. Como consequência, os biomas das regiões frias, que antes permaneciam com uma camada de gelo durante a maior parte do ano, agora experimentam tem-

peraturas mais elevadas e o gelo que derrete não volta a se formar, alterando drasticamente a paisagem. Nas regiões tropicais, a dinâmica das chuvas é alterada, aumentando assim o período de seca em muitas regiões, o que é propício para o aumento de queimadas.

Todos os biomas que vimos aqui, assim como diversos outros existentes, estão sofrendo com as mudanças climáticas, e, como consequência, temos a mudança de comportamento e adaptação de algumas espécies e a extinção de outras. O ser humano tem grande responsabilidade no aumento da temperatura global devido ao processo de industrialização intensa e degradação do meio ambiente, pauta essa que diversas das convenções promovidas pelas Nações Unidas têm abordado e que também é o principal ponto de divergência entre líderes mundiais. Independentemente disso, é fato que os biomas estão se transformando e, nesse processo, muitos estão sendo destruídos.

ATIVIDADES

Atividade 1

Liste as principais características dos biomas aqui apresentados.

Atividade 2

Quais as características do bioma de florestas tropicais? Descreva-as e cite um exemplo de floresta tropical encontrada no planeta e sua importância.

Atividade 3

O que causa as queimadas, intensificadas no cerrado durante o período de seca?

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. *Os domínios de natureza no Brasil*: potencialidades paisagísticas. 7. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012.

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. *Biogeografia*. 2. ed. São Paulo: FUNPEC, 2006.

CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. Geoecologia: o clima, os solos e a biota. *In*: ROSS, J. L. S. (org.). *Geografia do Brasil*. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2014.

FIGUEIRÓ, A. S. *Biogeografia*: dinâmicas e transformações da natureza. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

GUERRA, A. T. *Dicionário geológico-geomorfológico*. Rio de Janeiro: IBGE, 1966.

TEIXEIRA, W. *et al*. (org.). *Decifrando a terra*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

4

Os fatores ambientais e seu impacto na Biogeografia

Os fatores ambientais têm um importante papel na biogeografia, determinando a espacialidade dos diferentes tipos de populações de qualquer espécie. Distribuídos entre aspectos físicos e biológicos, esses fatores determinam a capacidade de uma espécie de adaptar-se a certas condições e padrões climáticos e geomorfológicos do planeta. Neste capítulo, apresentaremos os conceitos que determinam alguns desses principais fatores ambientais.

Objetivos de aprendizagem

Com o estudo deste capítulo, você será capaz de:

- entender como a incidência da energia solar interfere na distribuição de temperatura do planeta;
- compreender a dinâmica da distribuição da água no planeta;
- analisar a influência dos fatores ambientais na distribuição das formas de vida.

4.1 A incidência de luz solar e a variação de temperatura no planeta Terra

Vídeo

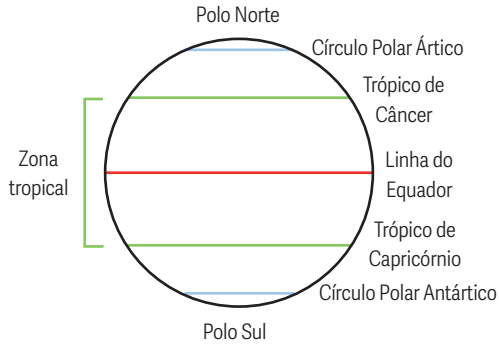
Os elementos climáticos definem, em parte, as características dos biomas terrestres e aquáticos, elementos esses que podem ser entendidos como "os atributos físicos que representam as propriedades da atmosfera geográfica de um dado local" (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2017, p. 41). Entre esses atributos, os mais importantes e que interferem de maneira mais significativa na dinâmica da biogeografia do planeta são a temperatura, a pressão e a umidade, que, juntas, podem ser facilmente identificáveis pelos fenômenos de precipitação, pelo vento, pelas ondas de frio e calor etc.

A variação no espaço da ocorrência desses elementos é chamada de *fatores do clima*. Aspectos físicos, como correntes oceânicas e massas de ar, atuam como controladores para que um ou outro elemento climático ocorra em uma porção do espaço. Um dos fatores que mais influencia na dinâmica climática é a latitude, pois está relacionada à quantidade de energia solar que chega ao planeta. A energia solar aquece a superfície da Terra, tornando-a habitável, além

de também ser absorvida por plantas verdes na fotossíntese e convertida em energia necessária para o crescimento, a manutenção e a reprodução da maior parte dos seres vivos.

A incidência de energia solar na superfície terrestre, todavia, não ocorre de maneira homogênea. Em razão disso, existem áreas com maior incidência, como a denominada *zona tropical* – onde está localizado o Brasil – e boa parte dos países do continente africano e da Oceania etc., e áreas com menor incidência, como os círculos polares e a região norte da Europa, onde a radiação solar chega mais inclinada (Figura 1).

Figura 1
Regiões do planeta quanto à incidência solar



A região entre o Trópico de Câncer e o Trópico de Capricórnio compreende a zona tropical, região mais quente, pois nela há maior incidência solar.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A superfície terrestre é irregular e curva e encontra-se em constante transformação, e a geodesia – ciência que estuda a forma e as dimensões da Terra – adota o geoide como o modelo mais próximo de definição da superfície terrestre. De acordo com o cientista Camil Gemael (1999), o geoide é uma superfície equipotencial do campo da gravidade, modelada considerando o nível médio dos mares e que se encontra no interior da crosta terrestre.

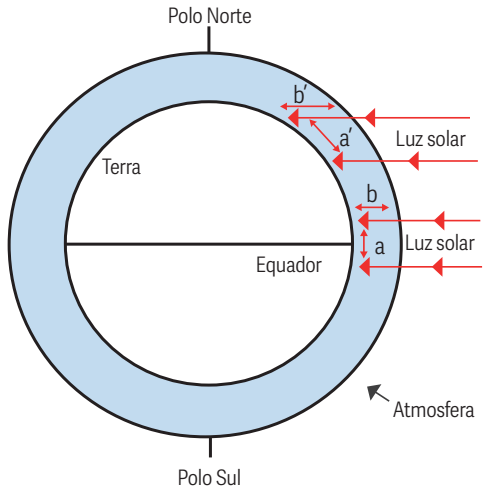
Mesmo assim, é comum adotar-se o denominado *elipsoide de revolução* como figura matemática representativa da Terra, pois o geoide é uma figura extremamente irregular e em constante alteração, já que é determinada considerando as medidas do potencial do campo gravitacional da Terra, não sendo possível efetuar cálculos precisos nessa superfície. Já o elipsoide de revolução é esférico, levemente achatado nos polos, sendo a figura matemática que mais se aproxima do geoide, e por isso é adotado como figura representativa para a realização de cálculos matemáticos sobre a superfície.

É importante considerarmos essa irregularidade na forma da Terra e até mesmo o fato de ela não ser uma esfera perfeita, pois isso influencia diversos aspectos físicos, como a estatura. Assim, as diferenças na aceleração da gravidade ao longo da superfície intervêm no desenvolvimento biológico de alguns organismos, que sofrem mais ou menos a ação da gravidade a depender da posição geográfica em que se encontram, ou seja, mais próximos do centro de massa da Terra (regiões polares, devido ao achatamento) ou mais distantes.

Além disso, um dos principais fatores e o que mais interessa à biogeografia é a incidência solar irregular na superfície. Desse modo, considerando a Terra como um elipsoide, não é possível que a incidência de raios solares ocorra de maneira homogênea, pois o ângulo de incidência é diverso e afeta a quantidade de calor absorvido. Quanto mais perpendicular for a energia dirigida em relação à superfície, mais quente será essa região.

Na Figura 2 podemos observar que na região da Linha do Equador os raios solares chegam de modo perpendicular à superfície. É possível notarmos também que o ângulo de inclinação é menor em a e b em comparação com a′ e b′, que ficam mais ao norte. Isso faz com que a região compreendida entre a e b seja mais quente que a′ e b′.

Figura 2
Inclinação e ortogonalidade dos raios solares na superfície da Terra.



Fonte: Elaborada pelo autor com base em Brown e Lomolino, 2006.

A atmosfera, contínua na superfície, absorve e mantém parte do calor proveniente da energia emitida pelo Sol. Sendo assim, o aquecimento mais intenso ocorre quando a superfície está perpendicular à radiação solar incidente, pois essa radiação vai percorrer um caminho mais curto para chegar à superfície, perdendo menos calor para a atmosfera. Em contrapartida, quando há uma inclinação maior no ângulo de incidência, a energia percorre um caminho maior até chegar à superfície, perdendo calor para a atmosfera e, com isso, esquentando menos essas regiões.

Essa diferença na entrada de energia explica o aquecimento mais intenso na região tropical e o menor aquecimento nos polos. Não se pode descartar que o aquecimento não ocorre apenas pela forma de incidência de energia, existindo outros fatores de influência, como a umidade relativa (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2017). Esse elemento está relacionado à presença de água na atmosfera, em uma posição geográfica específica, e tem a capacidade de absorver e armazenar por mais tempo o calor da energia solar incidente. A umidade relativa está condicionada à presença de cursos de água e de intensa vegetação, atuando no processo de evapotranspiração, além da incidência de raios solares ortogonais, como é característico das regiões tropicais que contam com alto nível de umidade relativa. Todavia, ainda é um processo relacionado à forma de incidência da energia solar na superfície.

A posição da Terra em relação ao Sol também é um fator que deve ser considerado, pois a Terra apresenta uma inclinação que forma um ângulo de, aproximadamente, 23,7° em relação à vertical do plano da órbita do planeta. Isso, associado ao movimento de translação – movimento terrestre em torno do Sol –, influencia a duração dos dias e as estações do ano, alterando a temperatura média de um hemisfério em relação ao outro. Ao longo de um ano, que é o tempo que a Terra leva para percorrer uma volta completa em torno do Sol, a inclinação do planeta, associada ao movimento de translação, determina onde haverá mais ou menos calor em relação à Linha do Equador.

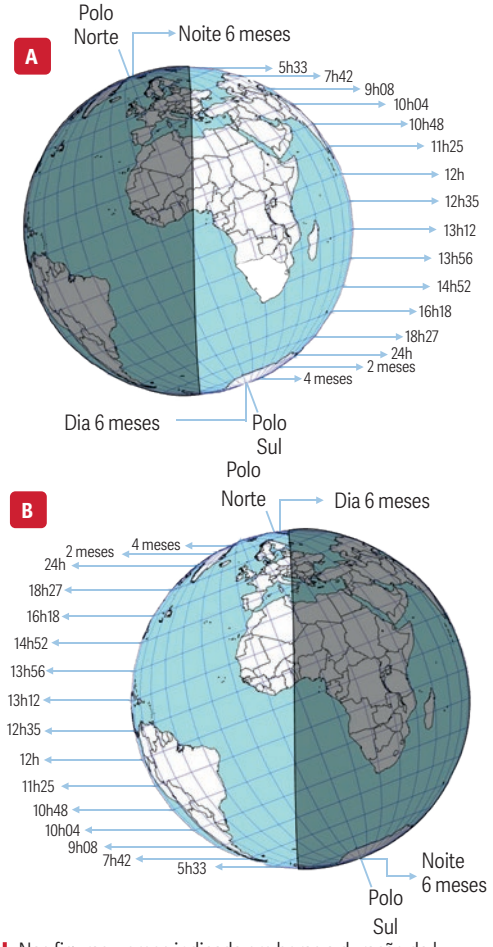
De acordo com Francisco Mendonça e Inês M. Danni-Oliveira (2017), a inclinação do eixo da Terra é fixa durante o movimento de translação, o que resulta na variação de estações climáticas no planeta, que surgem devido ao solstício de verão e de inverno e aos equinócios. A Terra leva cerca de três meses para mudar de posição e, assim, mudar também a estação; portanto, nos dois hemisférios do planeta, um ciclo ocorre anualmente: o solstício de verão, seguido do equinócio de outono, o solstício de inverno e o equinócio de primavera.

O **solstício de verão** ocorre quando a face do Hemisfério Sul está mais voltada para o Sol; assim, há uma maior incidência solar na região delimitada entre a Linha do Equador e o Trópico de Capricórnio, marcando o início do verão nesse hemisfério. Paralelamente, quando ocorre o solstício de verão no Hemis-

fério Sul, no Hemisfério Norte ocorre o solstício de inverno.

No **solstício de inverno**, que marca o início dessa estação, a Terra está com a face do Hemisfério Norte mais voltada para o Sol, portanto a região delimitada pelo Equador e pelo Trópico de Câncer receberá maior incidência de energia solar. Aqui os efeitos no outro hemisfério também são contrários: quando é solstício de verão no Hemisfério Norte, é solstício de inverno no Hemisfério Sul.

Figura 3
Solstícios de verão e de inverno nos hemisférios Sul e Norte



Nas figuras, vemos indicada em horas a duração da luz solar nas regiões do globo nos dois solstícios.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como vemos na Figura 3, os solstícios também alteram a duração dos dias nos hemisférios: o solstício de verão no Hemisfério Sul (Figura 3A) faz com que os dias sejam mais longos e as noites mais curtas na porção Sul, já que é verão, e os dias mais curtos e as noites mais longas no Hemisfério Norte, já que é inverno nessa parte do globo. O solstício de inverno no Hemisfério Sul (Figura 3B) faz com que ocorra exatamente o contrário: dias curtos e noites longas no Sul e dias longos e noites curtas no Norte.

Vídeo

Os movimentos da Terra são determinantes para a variação da radiação solar na superfície. Além da rotação e da translação, o planeta tem vários movimentos e alterações, os quais são tema do vídeo *Os movimentos da Terra: rotação e translação; solstício e equinócio; periélio e afélio*, que auxilia a entender como eles influenciam a chegada da radiação solar no planeta.

Disponível em: https://youtu.be/B3fBDGR1G1Y?si=PazD2Qi_NDQ2HSl3. Acesso em: 31 jan. 2025.

Com relação aos **equinócios**, a ortogonalidade da radiação solar vai acontecer diretamente sobre a Linha do Equador e haverá a mesma disponibilidade de energia para os dois hemisférios, assim como a duração do dia e da noite, que será igual para ambos. Tal como os solstícios, os equinócios ocorrem de maneira contrária: o equinócio que inicia o outono no Hemisfério Sul inicia a primavera no Hemisfério Norte e vice-versa.

Além da sazonalidade da temperatura decorrente do movimento da Terra e da latitude, tem-se também a influência dos fatores físicos do ar, que atuam diretamente na concentração do calor considerando a altitude. Pontos mais altos, como os picos das montanhas, apresentam temperatura menor que as regiões mais baixas, o que ocorre por conta da pressão e da densidade do ar. Esses fatores atuam de modo regional, pois variam con-

forme o relevo específico de cada localidade (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2017).

A densidade do ar e a pressão exercida na superfície estão relacionadas à quantidade de moléculas de ar. O ar esquenta com a incidência da radiação solar e retém o calor na superfície, e a umidade relativa, isto é, a presença de partículas de água na atmosfera, intensifica esse processo de retenção de calor. Como uma propriedade física, o aumento da pressão promove o acúmulo de partículas e aumenta a temperatura, influenciando diretamente a variação térmica da região. Em lugares de altitude elevada, o ar é mais rarefeito e a pressão e a umidade diminuem, de modo que o acúmulo de calor nessas regiões é menor, o que promove fenômenos como picos montanhosos cobertos de neve, enquanto as regiões mais baixas têm temperaturas mais elevadas.

4.2 A distribuição geográfica da água e a influência da geomorfologia

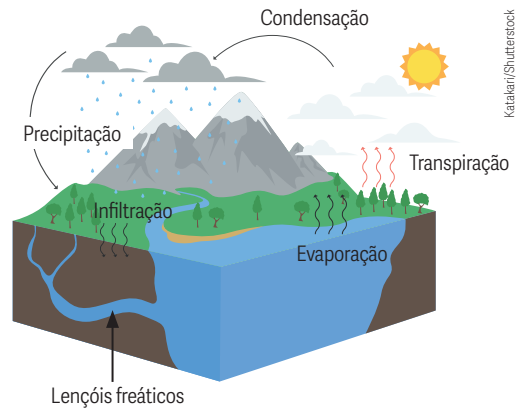
Vídeo

A maior parte da superfície terrestre é coberta de água, que se distribui na parte superficial da crosta dos oceanos, rios, lagos etc., constituindo assim a chamada *hidrosfera* – a camada de água, em todos os seus estados físicos, que envolve o planeta. A água em estado líquido na hidrosfera ocupa 71% da superfície do globo; no entanto, desse volume, 97,4% correspondem aos oceanos. A água doce corresponde apenas a 2,6% do volume total e aparece na forma sólida (1,6%) – como nas geleiras –, em subsuperfície (0,96%), e o restante na forma de rios e lagos nas áreas emersas dos continentes (TEIXEIRA *et al.*, 2007).

A água chega à superfície da Terra e à sua parte subsuperficial por meio de um fenômeno chamado de *ciclo hidrológico* (Figura 4), que se inicia a partir da precipitação, quando a água em estado gasoso é transformada em cristais de gelo que, por aglutinação, adquirem tamanho e peso específico até precipitarem na forma de neve ou granizo. A água em estado gasoso condensa na atmosfera em formato líquido, o que dá origem à chuva, e, mesmo durante a precipitação, parte da água evapora no trajeto, retornando assim para a atmosfera e reiniciando o ciclo.

Na superfície, a água pode ser absorvida pelo solo no processo de infiltração, cuja intensidade será determinada pelas características do solo e pela capacidade de infiltração e sua taxa de saturação (LEPSCH, 2016). A água infiltrada preenche os poros entre as partículas formadoras do solo e percorre em direção subsuperficial, atraída pela gravidade, até encontrar e abastecer o corpo de água subterrâneo. Parte dessa água retorna à superfície em forma de nascentes.

Figura 4
Ciclo hidrológico



Katakari/Shutterstock

Quando o solo atinge o seu ponto de saturação, o processo de infiltração é interrompido, dando início ao escoamento superficial. Nesse processo, a água percorre a superfície, também pela ação da gravidade, seguindo de áreas mais altas em direção a áreas mais baixas, como vales, dando origem aos rios de água doce.

A água na superfície sofre o processo de evaporação, retornando à atmosfera, formando nuvens e reiniciando o ciclo hidrológico. A vegetação tem um papel importante nesse processo, pois absorve a água que chega à superfície e libera-a para a atmosfera pela evapotranspiração. Esse processo ocorre com a transpiração da vegetação e a evaporação da água por meio da ação do vento e da energia solar (TEIXEIRA *et al*., 2007). Em áreas com florestas abundantes e clima quente e úmido, a maior parte da precipitação provém do processo de evapotranspiração.

A geomorfologia e a geologia da região contribuem durante o ciclo hidrológico para a formação de uma rede de drenagem na superfície. Do ponto de vista geológico, a água precipitada pode ser absorvida pelo solo e formar aquíferos ou percolar subsuperficialmente até encontrar um curso de água. As rochas também têm porosidade variada e podem absorver parte da água precipitada. A geomorfologia delimita a rede de drenagem a partir do momento em que o solo atinge o seu ponto de saturação e escoa superficialmente. A morfologia do terreno delimita os caminhos preferenciais que a água vai percolar (TEIXEIRA *et al*., 2007).

O escoamento superficial da água ocasiona processos erosivos como o transporte de sedimentos, alterando a morfologia da região, além de ocasionar o surgimento de fenômenos geomorfológicos como ravinas. O escoamento subsuperficial da água pode causar movimentos de massa, como desmoronamentos em áreas inclinadas e até o aparecimento de voçorocas.

Todos esses processos culminam no acúmulo de água em regiões mais baixas, criando a rede de drenagem conectada que formará a bacia hidrográfica. A bacia hidrográfica é constituída de uma rede de drenagem composta por canais – corpos de água em áreas emersas e subterrâneas – interligados entre si, que drenam água, sedimentos e diversos outros elementos para uma saída em comum em determinado ponto do canal fluvial (COELHO NETTO, 2007). A bacia é delimitada pelos divisores de água – os pontos mais altos do terreno –, e uma área pode conter uma ou várias bacias, dependendo da abrangência do nível de observação.

A bacia hidrográfica é uma formação importante do relevo, pois apresenta características de drenagem e condições climáticas específicas que podem abrigar todo um bioma. Por se tratar de um sistema interligado, ações implementadas nesse ambiente devem ser cautelosas, pois um impacto em um manancial pode se propagar para toda a rede de drenagem, comprometendo o ambiente da bacia hidrográfica. O ciclo hidrológico abastece a rede de drenagem e renova parte da água, mas, se o ambiente for muito impactado, ele perde sua capacidade de regeneração.

Leitura

A água é de grande importância para a vida, mas, como visto, sua distribuição é desigual, e, com o aumento significativo da população, as nações já se preparam para uma escassez de água no mundo, como mostra a notícia publicada pelo portal G1.

Disponível em: https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2023/03/21/relatorio-da-onu-aponta-risco-de-crise-global-por-escassez-de-agua.ghtml. Acesso em: 31 jan. 2025.

O ciclo hidrológico tem a capacidade de renovar a água, pois no processo de

evaporação os sais dissolvidos ficam em superfície, e, ao precipitar, a água está limpa e livre desses sais. No entanto, grande parte dessa água é perdida, pois pode absorver poluentes da atmosfera ou precipitar sobre um oceano, adquirindo instantaneamente a característica de água salgada, não sendo própria para o consumo.

Além disso, ao precipitar em uma região tóxica ou em um rio poluído, por exemplo, essa água também adquire, instantaneamente, essas características, tornando-se outra vez imprópria para o consumo. Esse é um fato importante de ser ressaltado, principalmente em um período que tanto se discute o acesso à água e sua escassez. Não é que a água no planeta vai acabar, isso não tende a acontecer; o que se discute é a escassez de água potável, ou seja, água doce, própria para o consumo humano e para a agricultura. Apesar de o ciclo hidrológico renovar a água que chega à superfície, os solos e a rede de drenagem continuam sofrendo um processo de degradação que pode impossibilitar o acesso à água potável em um futuro próximo.

4.3 A influência dos fatores ambientais na estrutura e dinâmica das populações

Vídeo

Os fatores ambientais influenciam a dinâmica das espécies, definindo limites para o padrão de distribuição, e, de acordo com Brown e Lomolino (2006), a biogeografia histórica estuda como esses fatores ambientais atuaram na distribuição da vida ao longo das eras. Evidências encontradas na forma de fósseis mostram como ocorreu o processo de distribuição das espécies.

Os fatores ambientais da região equatorial propiciaram o aparecimento dos primeiros anfíbios. O desenvolvimento de plantas e invertebrados também se deu nessa região, aproveitando a incidência solar e a umidade (COX; MOORE, 2009). Faunas ricas surgiram na América do Sul e na África devido ao clima mais propício e à presença de água.

O estudo da evolução das espécies permite identificar as alterações específicas que sofreu determinado organismo para que pudesse se adaptar às condições adversas, como ocorre com os organismos do fundo oceânico. Essa é uma região de difícil acesso devido à pressão e suas demais características, como a composição do assoalho oceânico. O solo nessa região é formado a partir de lama, iodo e restos de animais das camadas superiores, o que dificulta e muito a fixação de aparatos de pesquisa.

A fauna dessa região é adaptada à baixa temperatura e à ausência de luz, assim é comum animais nessa região apresentarem bioluminescência, ou seja, emitirem a sua própria luz, utilizando como fonte de energia os detritos que chegam das camadas superficiais (COX; MOORE, 2009). Acredita-se que os animais dessa zona, chamada de *zona abissal*, guardam muitas características de eras passadas, mas estudá-los ainda é um desafio.

Leitura

As formas de vida que habitam as zonas abissais contam com características distintas e são pouco estudadas devido à dificuldade em acessar essas regiões. A matéria publicada pela Veja aborda a questão da vida nessas regiões mais próximas do fundo oceânico.

Disponível em: https://veja.abril.com.br/ciencia/especies-de-aparencia-alienigena-sao-vistas-pela-primeira-vez-no-oceano. Acesso em: 31 jan. 2025

Os fatores geobioclimáticos em uma região são também responsáveis pela diferenciação observada na espécie humana. Seres humanos que evoluíram em regiões de clima temperado tendem a ter olhos claros e pele mais branca – resultado do nível de inclinação da radiação solar, tendo assim pele e olhos mais sensibilizados para captar mais energia. Por outro lado, humanos que evoluíram com maior intensidade da energia solar tendem a ter pele e olhos mais escuros, e, nesse caso, não captam energia solar de maneira tão sensível.

A cada dia os cientistas têm avançado nos estudos sobre o comportamento das espécies, e entender como elas surgiram e se distribuíram no passado pode nos dar uma ideia de como isso pode acontecer no futuro, inclusive com a espécie humana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As condições de vida no planeta e sua diversidade são o resultado de adaptações dos organismos à intensidade de energia solar, ao acesso à água, entre outros. Entender a dinâmica da incidência da energia solar e como a geomorfologia impacta a distribuição da água nos possibilita estimar os fatores ambientais que determinam que certos organismos criem seu hábitat em cada parte do planeta. A biogeografia é uma ciência de investigação e cabe ao profissional dominar esses conceitos para identificar padrões de comportamento e/ou de desenvolvimento das espécies.

ATIVIDADES

Atividade 1

Explique a relação entre o papel da radiação solar e o desenvolvimento desigual dos biomas na superfície da Terra.

Atividade 2

Caracterize a geomorfologia fluvial e sua importância na questão da água na contemporaneidade.

Atividade 3

Como os fatores ambientais determinam a dinâmica das populações?

REFERÊNCIAS

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. *Biogeografia*. 2. ed. São Paulo: FUNPEC, 2006.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). *Geomorfologia*: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

COX, C. B.; MOORE, P. D. *Biogeografia*: uma abordagem ecológica e evolucionária. 7. ed. São Paulo: LTC, 2009.

GEMAEL, C. *Introdução à geodésia física*. Curitiba: Editora UFPR, 1999.

LEPSCH, I. F. *Formação e conservação dos solos*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia*: noções básicas e climas do Brasil. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

TEIXEIRA, W. *et al*. (org.). *Decifrando a terra*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

5

Sistemas ambientais e Geografia

Devemos compreender a biogeografia e os fatores ambientais como parte de um sistema que trata de temas com ligação direta ou indireta entre si e que auxiliam na promoção do funcionamento sistêmico do ambiente. A abordagem sistêmica desses temas é de grande relevância para os estudos nas áreas da biogeografia, pois diversas outras áreas têm essa abordagem como base.

Dessa forma, este capítulo traz conceitos e discussões referentes a sistemas, geossistemas e questões ambientais que complementam os assuntos já vistos e introduzem novos que ainda serão abordados.

Objetivos de aprendizagem

Com o estudo deste capítulo, você será capaz de:

- tipificar os sistemas ambientais e seu processo de evolução;
- compreender o que são os geossistemas e seu contexto na biogeografia;
- entender a atualidade da questão ambiental e dos estudos de impacto.

5.1 Tipo e evolução dos sistemas ambientais –

Vídeo

O geógrafo Antonio Christofoletti (2007) define um sistema como um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos que operam conjuntamente de acordo com determinado padrão. Esses objetos funcionam como pequenas engrenagens de um imenso mecanismo: sozinhas, as partes têm um objetivo único e singular, mas juntas compõem uma única estrutura. Esse conceito não é único da área que estudamos aqui, pois é utilizado por diversas outras ciências, como na computação (sistema operacional), na mecânica (sistema mecânico), nas relações internacionais (sistema-mundo moderno) etc. O conceito, no entanto, é o mesmo, o que muda é sua especificidade de atuação.

Ainda segundo Christofoletti (2007), no âmbito das geociências, esse conceito foi introduzido em 1969, em um primeiro momento para a geomorfologia e, em seguida, adaptado e migrado para outros campos, como a hidrologia e a ecologia. Na biogeografia e nas ciências ambientais, o conceito também é aplicado, pois se entende o meio ambiente como um sistema que varia com o tempo e com a ação humana (ação antrópica). A partir disso, definimos, então, dois tipos de sistemas ambientais, um que varia sob a ação do tempo e outro que varia sob a ação antrópica.

Com relação ao sistema ambiental que varia **sob a ação do tempo**, como todos os componentes que compõem o sistema ambiental estão interligados, a dinâmica espacial e individual de cada componente em um dado período fará com que a paisagem se modifique ao longo do tempo. Dessa forma, seja em um período geológico, seja no tempo da vida humana, a paisagem está em constante alteração.

O tempo é um fator fundamental de análise dos sistemas ambientais e pode ser dividido em quatro escalas (CASTRO, 2006):

- **Tempo geológico**: também chamada de *tempo da natureza*, essa escala define que os elementos naturais estão inter-relacionados; assim, seus processos e formas existentes na organização do espaço natural se manifestam em uma escala de tempo própria, específica, que difere da escala dos fenômenos relacionados ao ser humano.
- **Tempo histórico**: relacionada com o tempo da história da humanidade, essa escala inicia-se com a presença humana no planeta – mas não no sentido do ser humano pré-histórico, pois é mais antigo que a ciência histórica. Esse tempo se inicia com as civilizações, quando o ser humano utiliza o desenvolvimento técnico para alterar os elementos que compõem a paisagem natural, na tentativa de deter o controle do ambiente.
- **Tempo presente**: caracterizada pelos acontecimentos do sistema antrópico nas últimas décadas, essa etapa refere-se ao desenvolvimento tecnológico, que influencia na relação com o ambiente.
- **Tempo futuro**: ao ter uma relação mais próxima com os elementos que acontecerão no futuro, essa etapa foca nas predições de situações específicas por meio de modelos ambientais, baseando-se em estudos científicos e organizações espaciais. Essa prática é muito comum nos estudos da previsão de impactos ambientais.

O sistema ambiental que varia **sob ação antrópica** também compõe um sistema ambiental, pois o ser humano faz parte do ambiente como agente modificador. A relação da humanidade com o ambiente é uma relação de posse: o ser humano se apropria dele e o altera conforme a sua necessidade, interferindo na dinâmica da natureza, extraindo recursos, modificando sua estrutura e sua morfologia, desviando rios, desfazendo e refazendo hábitats.

É importante destacar que os sistemas ambientais mencionados estão divididos por sua escala de análise apenas para uma interpretação didática; na prática, é possível que esses sistemas atuem em conjunto.

O sistema ambiental voltado à atividade antrópica não deve ser entendido como uma parte destacada do ambiente natural em si, pois o ser humano compõe a natureza e age nela como um agente modificador. Esse conceito, todavia, não pode ser confundido com os sistemas antrópicos, que tratam de questões relacionadas à economia e política e não são os objetos de estudo nesse caso.

Devido à natureza do conceito de sistema, em que os elementos estão integrados e cada ação em um ponto tende a se refletir em outro, o sistema ambiental antrópico deve ser estudado com cautela. A atividade antrópica, muitas vezes, é a responsável por desequilíbrios ambientais de grandes magnitudes (AMORIM; OLIVEIRA, 2007). Vejamos alguns exemplos a seguir.

Clima

A dinâmica climatológica é uma das mais importantes para o meio ambiente e uma das que mais sofrem com a ação antrópica. Os gases estufa lançados na atmosfera pelas indústrias têm aumentado consideravelmente a temperatura do planeta, enquanto os desmatamentos interferem na dinâmica de chuvas, por exemplo. O aumento gradual na temperatura faz com que hábitats fiquem comprometidos, espécies morram, o volume dos mares se eleve, entre outros efeitos negativos.

A questão climática tem recebido muita atenção nas relações internacionais, sendo que os países mais ricos são os maiores responsáveis pelo aumento da temperatura, pois contam com uma industrialização mais intensa, mas não querem assumir as consequências da catástrofe climática. O resultado disso é que os países mais pobres estão sofrendo com falta d'água, mudanças no clima que alteram sua agricultura e, consequentemente, o aumento da pobreza e da fome. O risco, do ponto de vista da biogeografia, tem sido elevado, e as consequências já começam a surgir.

Leitura

São diversos os exemplos de como a catástrofe climática já tem afetado a realidade de muitos, como ocorreu no Igarapé Judia e no Rio Acre em 2024, onde analistas descobriram que diversos peixes morreram pela falta de oxigênio na água, efeito direto das mudanças climáticas dos últimos anos.

Disponível em: https://g1.globo.com/ac/acre/noticia/2024/11/22/peixes-morreram-em-igarapes-e-no-rio-acre-devido-a-baixa-concentracao-de-oxigenio-aponta-nota-tecnica.ghtml. Acesso em: 17 fev. 2025.

No Brasil, por exemplo, a mudança no regime de chuvas causada pelo aquecimento global tem diminuído o nível dos rios, o que, consequentemente, causa impactos na vida dos seres que dependem desse recurso. Tudo isso leva à morte de muitas espécies e causa grandes impactos na vida da população que depende desse recurso. Nos últimos anos o aumento das temperaturas, aliado a diversas outras mudanças, têm feito com que os períodos de seca sejam cada vez mais frequentes.

flowerino/Shutterstock

Morfologia do terreno

A demolição de aclives para a construção de estradas e o soerguimento de edifícios e construções diversas em ambientes que antes eram predominantemente planos fazem com que a dinâmica dos ventos seja alterada e sombras sejam extintas, interferindo nos processos intempéricos e erosivos das paisagens.

O impacto na mudança da paisagem interfere na dinâmica dos organismos que precisam e buscam esse hábitat para sua sobrevivência. A necessidade de suprir o desen-

volvimento humano não pode justificar impactos dessa magnitude que influenciam, inclusive, a vida das pessoas que dependem dessa paisagem. Um exemplo desse tipo de interferência aconteceu na cidade do Rio de Janeiro em 1920, quando o Morro do Castelo, que ficava na região central da cidade, foi destruído (Figura 1). Centenas de pessoas que viviam lá foram removidas e o morro foi colocado abaixo, literalmente, tornando plana a região onde ficava. O que sobrou da demolição, terras e pedras, foi usado para aterrar regiões que eram ocupadas pelo mar.

Figura 1
Processo de demolição do Morro do Castelo

Fotografia de 1925 mostrando como foi a demolição do Morro do Castelo, com vista para o Pão de Açúcar ao fundo. Atualmente, a Avenida Almirante Barroso passa por esse local.

Fonte: Demolição do Morro do Castelo; tomada da atual Avenida Almirante Barroso. 1925. Fotografia, 130 mm x 180 mm. Instituto Moreira Sales, São Paulo.

Atualmente, o Morro do Castelo ainda permanece no imaginário popular dando nome à região central, que hoje é ocupada por centros empresariais. As áreas aterradas viraram bairros ou parte de bairros – como o Aterro do Flamengo, no bairro Flamengo. A população foi deslocada e a vida marinha foi impactada em prol de mudanças na geomorfologia, para atender à demanda antrópica (que hoje é considerada controversa).

Leitura

O site da Biblioteca Nacional traz um artigo com mais informações sobre como e por que ocorreu a demolição do Morro do Castelo, o que acabou alterando permanente a dinâmica da região.

Disponível em: https://www.gov.br/bn/pt-br/central-de-conteudos/noticias/o-desmonte-do-morro-do-castelo. Acesso em: 6 fev. 2025.

As ações do ser humano como agente modificador da paisagem podem ter consequências benéficas ou não para o sistema ambiental. Por isso, a percepção, a cultura e os impactos causados na paisagem têm sido temas que preocupam os gestores públicos, demonstrando uma mudança de paradigma nesse contexto. Assim, a visão do ambiente como um sistema deve permear todos os estudos biogeográficos e ambientais, investidos de equipes multidisciplinares, o que propicia a análise sob um viés abrangente, ou seja, sistêmico.

5.2 Geografia e geossistemas

Vídeo

Ao compreender a lógica sistêmica do meio ambiente e sua diversificação, é importante observar também que a variação na configuração das paisagens se relaciona à diferente organização dos elementos em diversas partes do planeta. Essas formas de organização criam sistemas diferentes e complexos mas conectados, hierarquia essa que faz surgir um encadeamento de sistemas ambientais que reforça essa conectividade.

A cada sistema que compõe esse imenso encadeamento dá-se o nome de *geossistema*, um conceito-chave na geografia que significa parte de um sistema hierarquizado e subordinado entre si. O termo *geo*, nesse caso, refere-se à espacialidade, pois a especificidade de cada sistema está relacionada a fatores ambientais que não acontecem em todos os lugares, mas que ainda assim são condicionados por uma série de elementos que devem acontecer ao mesmo tempo e em determinado espaço. Dessa maneira, podemos entender que as regiões de clima frio, como a tundra e a taiga, estão relacionadas entre si, uma é condicionante da outra.

Leitura

O artigo dos pesquisadores Lucas Costa S. Cavalcanti e Antônio Carlos B. Corrêa, *Geossistemas e geografia no Brasil,* traz mais informações e explicações que permitem um aprofundamento maior no tema dos geossistemas e em como eles afetam a ciência da geografia.

Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7317520. Acesso em: 24 jun. 2025.

Da mesma forma, esse ambiente vai determinar alguns fatores como a baixa temperatura das massas de ar que se movimentam até alcançarem uma região e que, ao encontrarem outro tipo de vegetação e fauna, acarretam outros tipos de fenômenos. São fatores conectados e hierarquizados, um dependendo do outro.

> Um geossistema pode ser identificado pelo arranjo do seu entorno, em que os elementos dos âmbitos de pedologia, geomorfologia e hidrologia encontram-se dispostos formando um ambiente homogêneo bem definido, com vegetação específica e sem intervenções (CHRISTOFOLETTI, 1980). A partir do momento que acontece uma alteração abrupta da paisagem, pode-se traçar o limite do geossistema.

O termo *geossistema* foi proposto no ano de 1962 pelo pesquisador russo Viktor Borisovich Sochava, que atuava na extinta União Soviética e que nomeou de *geossistema* a unidade natural de todas as categorias possíveis do sistema planetário. Esse conceito foi depois aprimorado e modificado para o sistema ambiental natural que apresenta conexão de qualquer tipo com a sociedade (SOCHAVA, 1963). Hoje em dia, geógrafos e profissionais da área de geociências usam o termo para se referir aos fenômenos que acontecem no ambiente natural, mas considerando os fatores sociais como seus agentes influenciadores.

Dessa forma, todo elemento do ambiente físico que tenha correlação com a sociedade é parte do conjunto de elementos ao qual nos referimos como geossistema. Tomemos como exemplo a hidrologia de uma região: os rios que passam na área podem ser considerados parte do geossistema, se houver alguma conexão com a sociedade. Seja em uma atividade de pesca, seja na coleta de água para consumo, ou até mesmo servindo como divisor territorial, esse tipo de relação conecta o rio com a sociedade e faz com que ele seja parte do geossistema.

Essa conexão pode se dar de maneira direta ou indireta. Sendo o rio componente de um sistema maior, que é a bacia hidrográfica, as atividades humanas que ali refletirem, ainda que não estejam ocorrendo naquele ponto, farão com que o rio em questão faça parte do geossistema, sendo este ainda maior e mais complexo que o sistema da bacia hidrográfica.

Pelas características apresentadas, os geossistemas podem ser associados aos estudos ecológicos, pois a ecologia também está relacionada às atividades sob influência dos seres humanos. Na paisagem intacta e sem a presença da sociedade humana, não faz sentido falar de ecologia, pois ela trata de distúrbios ou alterações anormais do ambiente pela ação da sociedade. O impacto dessas ações,

por motivos econômicos ou não, influencia na dinâmica da fauna e da flora do ambiente. A ecologia, portanto, trabalha a ideia da preservação do ambiente intacto como ele deveria ficar, diferentemente do impacto ambiental, que é inevitável e necessita de um plano de gestão para evitar que o quadro se intensifique.

A ecologia está diretamente relacionada ao conceito de geossistema, pois uma pequena ação desferida a um elemento da paisagem poderá comprometer todo o sistema, devido à sua conectividade (SOCHAVA, 1978). A ecologia estuda essas pequenas ações de modo a evitar que a sociedade cause um impacto no ambiente, enquanto o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) busca estudar o impacto em si e evitar que ele se propague.

A abrangência do geossistema é variável. Como dito anteriormente, o sistema depende de conexões entre os elementos e de um determinado nível de similaridade, sendo que, quando alterado, encontra-se seu limite. A partir dessa compreensão, entende-se que, no que se refere a tamanho, o geossistema é extremamente variável, ou seja, pode ser limitado a uma pequena parcela do terreno, como uma encosta, até a sua maior unidade, que é o geossistema planetário (SOCHAVA, 1977).

Cada um desses sistemas é autônomo, independe do outro, e juntos integram um sistema hierarquizado que forma nosso planeta. Desse modo, a maior unidade, o geossistema planetário, é composto de várias "partes", ou seja, diversos outros geossistemas. Cada um deles é composto de diversas outras partes, e assim por diante. A hierarquia é dada sempre da maior unidade para a menor.

Dentre as diversas partes que compõem o geossistema planetário, a maior delas (o planetário em si) é classificada como **epigeosfera**, enquanto a menor parcela existente é classificada como **fácies**. Entre esses dois tipos, identificam-se as centenas de milhares de geossistemas que constituem a superfície da Terra (SOCHAVA, 1977).

A epigeosfera pode ser classificada de diversas outras formas quanto à natureza do estudo; por exemplo, as zonas climáticas, que dividem a epigeosfera em faixas de variação latitudinal, compondo as zonas climáticas da Terra, sendo que cada uma delas é um geossistema específico. Outra forma de categorizar é a divisão em diferentes continentes, compostos por países com características similares de elementos naturais, sociais e políticos. À medida que aproximamos o nosso olhar, vamos encontrando formas diversas de subdividir e classificar a superfície terrestre, por exemplo:

Pyty/Shutterstock

O continente americano pode ser analisado como um único continente, ou, como mostra a imagem, subdividido em América do Norte e América do Sul. No entanto, essa não é a única subdivisão possível, pois pode-se classificar o continente quanto ao idioma, ao clima, às condições socioeducacionais etc. E isso não se dá apenas ao nível continental, já que por enquanto estamos observando isso em um nível macro; em nível micro há subdivisões dentro dos países, estados, cidades, bairros etc. nas mais diversas categorias.

Assim, podemos notar diversas outras diferenças que acabam por caracterizar outras subvidisões.

Outra forma de divisão dos geossistemas é quanto à incidência da energia solar na superfície. Os diferentes padrões de incidência determinam os **cinturões climáticos naturais**: Ártico, Antártico, Subártico e Subantártico; Temperado; Subtropical; Tropical; Subequatorial; e Equatorial. No âmbito da geografia física, essa é uma forma clássica de divisão dos geossistemas. O entendimento desse tipo de subdivisão é necessário para que sejam sistematizados os estudos referentes à questão ambiental e aos impactos subsequentes.

5.3 A questão ambiental e seus impactos

Vídeo

A questão ambiental começou a ser discutida pelos países na década de 1960, quando se entendeu mais claramente que os recursos naturais eram finitos e que não seria possível manter um sistema de exploração dos recursos característico do capitalismo. Com isso, o próprio sistema capitalista ficou ameaçado e os governantes passaram a olhar para esse tema com maior atenção (CAVALCANTI, 1997).

A economia capitalista sempre se baseou na exploração de algum recurso natural para produzir, ter mercado e ditar relações internacionais. O petróleo é o mais proeminente desses recursos e a sua escassez futura é capaz de produzir guerras e sanções econômicas entre países. Não existe dialética na visão de meio ambiente pela sociedade; o meio biogeofísico e o socioeconômico são encarados como perfis opostos e de tensão permanente (CAVALCANTI; RODRIGUEZ, 1997).

Essa discussão não escapa das diferenças geradas pela cadeia de produção vigente que ocasionaram alguns problemas, visto que desenvolvimento é entendido como implantação da ordem capitalista no seu nível material e ideológico. Foi necessária uma mudança de mentalidade, o que guiou os chamados *movimentos ambientalistas*, apoiados nos reflexos dos processos produtivos que exauriam com rapidez os recursos naturais e aumentavam, inclusive, as taxas de poluição, impossibilitando o uso de alguns recursos por sua má administração. O risco era de escassez em escala planetária, o que ameaçou o modelo capitalista de produção e o consumo. Por isso, o modelo de desenvolvimento econômico precisa ser revisto.

Nesse contexto, ideias de desenvolvimento com base no uso consciente dos recursos, buscando racionalizar a forma de exploração, colocou foco sobre o discurso dos países ditos modernos que propagavam a ideia de apropriação da natureza como parte do desenvolvimento tecnológico (CAVALCANTI, 1997). As discussões colocaram como ordem do dia a necessidade de regulamentar essas formas de exploração, estabelecendo uma maneira de apropriação da natureza menos agressiva e que não exaurisse seus recursos.

Esses debates têm como reflexo o quadro que observamos hoje no contexto político, em que regras, acordos e leis buscam compatibilizar o interesse do capital e o viés sustentável. A atual regulamentação praticada pelas grandes potências, com algumas eventuais ex-

ceções, visa suprir uma demanda econômica imediata, ao mesmo tempo que regula a exploração, buscando manter recursos para as gerações futuras.

Nesse sentido, as pesquisas científicas têm avançado na modificação do processo produtivo, buscando maior eficácia, ao mesmo tempo que trabalha racionando o uso dos recursos naturais e a economia de energia. A demanda por energia, observa-se, é impactante ao meio ambiente, pois o aumento no consumo exige a construção de novas formas de produção de energia, como a construção de usinas a carvão e hidrelétricas.

Alguns segmentos industriais têm desenvolvido técnicas de reciclagem de materiais em sua cadeia produtiva e de reaproveitamento de resíduos, adaptando a questão ambiental em sua discussão. Essas iniciativas têm como resultado a diminuição do desperdício de materiais e dos índices de poluição no meio ambiente (CAVALCANTI, 1997). O reaproveitamento tem também como benefício a redução nos gastos da cadeia produtiva, pois a reciclagem reaproveita um material que seria descartado, evitando os gastos com novos materiais. Podemos afirmar, portanto, que a sustentabilidade se torna um bom negócio para os empresários.

Além da questão econômica, o processo de produção é otimizado ao se incorporar o discurso sustentável, já que ao poupar matéria-prima e energia no processo de produção, menos recursos naturais e energia são explorados, aumentando, assim, a capacidade de produção da empresa. O discurso de explorar ao máximo para obter uma produção elevada, muito propagado nos tempos de uso desenfreado dos recursos, não é mais válido. Sabe-se que, ao poupar, busca-se menos material para produção e aperfeiçoa-se o processo produtivo. A otimização do processo de produção aumenta a competitividade do produto, base fundamental para o processo de produção capitalista.

A questão ambiental do presente momento começa a tomar mais espaço nas questões políticas, assim não tem sido mais vista como um problema a ser enfrentado, mas como uma aliada dos interesses econômicos atuais e futuros. Porém, ainda há um caminho longo a ser percorrido, e é necessária a sensibilização da classe política e do agronegócio, que, no Brasil, por exemplo, ainda se sobrepõe a esse tema. A proteção ao meio ambiente é combinada com a legislação vigente que regula e administra os mecanismos da economia. Muitos países têm investido em tecnologias para identificar atividades exploratórias que contrariam o discurso vigente, como monitoramento para identificar desmatamentos e queimadas em tempo real.

Leitura

O artigo disponível no link a seguir, de Paulo Henrique Martinez para o Jornal da Unesp, permite entender um pouco mais sobre os problemas ambientais no Brasil e o motivo pelo qual esse assunto é tão complexo.

Disponível em: https://jornal.unesp.br/2022/05/05/o-brasil-e-o-meio-ambiente-nossa-trajetoria-nossos-desafios/. Acesso em: 6 fev. 2025.

Outros mecanismos, a exemplo da regulamentação de atividades e leis que punem com multas ações poluidoras, são estratégias que buscam enquadrar no discurso sustentável as atividades que ainda não se adaptaram a ele. O Brasil teve algumas iniciativas como leis que buscam enquadrar as empresas na ló-

gica da questão ambiental (CAVALCANTI, 1997), mas é importante refletir acerca da aplicação dessa legislação e de como o tema tem sido tratado no país, pois ainda há necessidade de se trabalhar a educação da população e sua sensibilização quanto a esses problemas.

Uma das atividades mais proeminentes nesse sentido é a Avaliação do Impacto Ambiental (AIA), feita por meio de um EIA realizado antes e durante a implantação de um empreendimento. Esse sistema é utilizado para incluir o discurso ambiental antes mesmo da execução de cada projeto, avaliando-se os possíveis impactos e traçando um plano de gestão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O meio ambiente é sistêmico, e nós fazemos parte dessa estrutura complexa tanto como agentes ativos e modificadores quanto como agentes passivos, sofrendo as consequências das ações. Durante muito tempo a postura que predominou foi ativa, com o ser humano modelando e remodelando a paisagem sem se preocupar com as consequências sistêmicas de suas ações.

O mundo mudou, e o século XXI traz os resultados de séculos de exploração e de uma relação predatória entre nós e a natureza. Nesse contexto, mesmo que alguns gestores tentem se manter na postura de agentes modificadores, a sociedade encara de maneira passiva as mudanças e ainda busca se adequar a essa nova realidade por meio do entendimento da questão ambiental e na criação de políticas que visam estabilizar o quadro.

ATIVIDADES

Atividade 1

Descreva as escalas temporais dos sistemas ambientais e suas características.

Atividade 2

Quais são os cinturões climáticos naturais e seu papel na dinâmica geossistêmica?

Atividade 3

Qual é a importância da questão ambiental na contemporaneidade?

REFERÊNCIAS

AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. Análise geoambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente-SP. *Sociedade & Natureza*, v. 19, n. 2, p. 123-138, 2007.

CASTRO, I. E. O problema da escala. *In*: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (org.). *Geografia*: conceitos e temas. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

CAVALCANTI, A. P. B. (org.). *Desenvolvimento sustentável e planejamento*: bases teóricas e conceituais. Fortaleza: UFC, 1997.

CAVALCANTI, A. P. B; RODRIGUEZ, J. M. M. O meio ambiente: histórico e contextualização. *In*: CAVALCANTI, A. P. B. (org.). *Desenvolvimento sustentável e planejamento*: bases teóricas e conceituais. Fortaleza: UFC, 1997.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Edgar Blücher, 2007.

SOCHAVA, V. B. Algumas noções e termos da geografia física. *Relatórios do Instituto de Geografia da Sibéria e do Extremo Oriente*, n. 3, p. 50-59, 1963.

SOCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. *Métodos em Questão*, n. 16, p. 2-52, 1977.

SOCHAVA, V. B. *Introdução à teoria do geossistema*. Nova Sibéria: Nauka, 1978.

6

Sociedade e natureza

A sociedade e a natureza vivem uma relação conflituosa há séculos com os seres humanos, que veem a natureza como um recurso infinito, algo a ser explorado a bel-prazer. É justamente essa exploração desenfreada que levou a humanidade a ter que enfrentar um grande desafio na atualidade: desenvolver-se sem degradar o ambiente natural.

Essa máxima, no entanto, é uma forma recente de pensamento, pois só nas últimas décadas as relações políticas começaram a considerar a finitude dos bens naturais e a escala de tempo geológico, esta, necessária para a recuperação de alguns recursos. Levando esses aspectos em consideração, neste capítulo trataremos da relação entre sociedade e natureza ao longo do tempo e de possíveis soluções a esse conflito.

Objetivos de aprendizagem

Com o estudo deste capítulo, você será capaz de:

- compreender a relação sociedade-natureza, a apropriação da natureza pelo ser humano, o desenvolvimento e os movimentos ambientalistas;
- canalizar os contextos históricos da relação sociedade-natureza e entender como chegamos onde estamos;
- identificar as principais vertentes ambientalistas e entender como elas se inserem neste contexto.

6.1 Relação sociedade-natureza

Vídeo

Pode-se dizer que o cerne da questão ambiental é a relação entre sociedade e natureza, pois ela é a causa e a consequência de tudo que se discute acerca de meio ambiente. Nas geociências, não se estuda ou se discute algo que não tenha interesse prático para a sociedade, pois o que interessa é justamente esse espaço dinâmico que modifica o modo de ver e ser no cotidiano. A natureza deve ser entendida dessa forma, polarizando uma relação com a sociedade que ocorre desde a Antiguidade (GUERRA; CUNHA, 2003).

A humanidade é integrante do ambiente físico-natural e, no decorrer do processo histórico, aprendeu a ver a natureza como fonte de recursos para seu desenvolvimento. Antigamente a relação se dava por polos excludentes, ou seja, um subjugando o outro, sendo a natureza vista como secundária, atuando como fornecedora ilimitada de recursos aos seres humanos (BERNARDES; FERREIRA, 2012).

Vídeo

O curta de animação *MAN* mostra de maneira didática como as ações do ser humano impactam o ambiente, ressaltando uma relação sociedade-natureza baseada no domínio e na exploração que acabam degradando ambos.

Disponível em: https://youtu.be/WfGMYdalClU?si=uOcLQ-MXnUL3V4Zf. Acesso em: 13 jan. 2025.

O desenvolvimento econômico passou a ocorrer com rapidez, acompanhando o surgimento de novas técnicas e descobertas científicas. Acreditou-se que esse crescimento não tinha limites, que os recursos naturais não tinham fim, e muito foi consumido da natureza por conta dessa forma de pensar. Desenvolver era dominar o ambiente, ser capaz de ter técnicas que extraíssem recursos e moldassem a natureza conforme a necessidade. Não se pensava nos impactos causados, pois se acreditava que a natureza tivesse capacidade regenerativa em curto espaço de tempo.

Quando se percebeu que os recursos eram finitos e que a natureza não teria condições de se regenerar dos sucessivos impactos causados pelo desenvolvimento, a sociedade já se encontrava no século XX, mais precisamente nas décadas de 1960 e 1970. Muito tempo já havia passado com a exploração intensa da natureza, mas a mudança de comportamento veio da compreensão de que essa técnica poderia levar à devastação do planeta e que os seres humanos deveriam começar a pensar o espaço sob a perspectiva da técnica (BERNARDES; FERREIRA, 2012).

De acordo com o pensamento de Karl Marx e Friedrich Engels, o processo de produção pode ser considerado como um modo de alteração na forma da natureza; o ser humano, com o trabalho, modifica o ambiente natural para satisfazer as suas necessidades (MARX; ENGELS, 1988). Assim, a humanidade molda a natureza, mas também é moldada por ela, pois a natureza é fornecedora de material e mantenedora – ou seja, ambiente e palco no qual o ser humano realiza as suas atividades. Logo, ao alterar o ambiente para satisfazer uma necessidade, a natureza altera também a nossa realidade, desse modo, considera-se que a relação do ser humano com a natureza é dialética.

Entende-se, aqui, o ser humano como representante da sociedade de uma forma geral, o qual transforma a natureza para si, buscando humanizá-la. Marx, porém, ressalta que a dialética da relação faz com que o efeito contrário também seja verdadeiro: ao humanizar a natureza, a humanidade é naturalizada por ela. Ambos estão conectados; assim, preservar a natureza seria também preservar a vida humana.

Essa compreensão quanto à relação do ser humano com o meio ambiente é recente, produto de uma construção de conhecimentos. Houve diversas maneiras de ver e pensar a natureza ao longo da história, que variaram sempre de acordo com o quadro social de cada época. O desenvolvimento de diversos valores das sociedades foi sempre incorporado à visão sobre a natureza, adquirindo qualidades diversas quanto aos valores de uso. O valor é uma consequência das relações sociais, a atribuição de valores sentimentais, econômicos ou culturais a qualquer que seja o elemento, natural ou não, parte de uma relação entre duas ou mais pessoas.

O interesse por determinado elemento e a vontade de possuí-lo – inerente ao modelo capitalista vigente – acaba por atribuir um valor aos produtos, esse, caracterizado pelo valor de troca. Quando nesse contexto tratamos de recursos naturais, estamos atribuindo uma lógica econômica ao meio ambiente e determinando o tipo de relação que vai ocorrer.

A relação com o ambiente se intensifica, assim como sua exploração, à medida que surgem mais demandas por produtos e a tecnologia avança. Na era moderna, a exploração de recursos também aumenta consideravelmente devido ao desperdício. O crescimento do consumo faz com que os

produtos sejam adquiridos e descartados rapidamente, criando uma cultura de consumo desenfreada. Tal cultura vai culminar em uma escala extremamente elevada de processos de produção, criada para dar conta das necessidades da sociedade, intensificando assim a exploração do ambiente (BERNARDES; FERREIRA, 2012).

Os valores intrínsecos à relação do ser humano com os produtos interferem na sua relação com o meio. É possível dizer, portanto, que a interação humana com o espaço está relacionada com sua forma de consumo e de lidar com os bens adquiridos. Desse modo, o consumo elevado e a cultura do desperdício determinam a forma de produção do espaço pela sociedade, que, em um sistema capitalista, tem o espaço como condição e meio de produção.

A relação sociedade-natureza, portanto, está relacionada às questões econômicas, a um sistema de exploração e produção do espaço que começa a ser repensado quando se toma ciência das consequências dos atos praticados e da cultura de desperdício (BERNARDES; FERREIRA, 2012).

A mudança de pensamento que decorre dessas questões faz com que a sociedade busque mecanismos de preservação, como legislação específica e estudos de impacto que tentam mudar a forma de nos relacionarmos com o ambiente. Mas essa mudança é lenta e difícil, pois também está relacionada a fatores culturais. O entendimento da população de que o ambiente natural é sensível e que tem dificuldade regenerativa devido aos intensos impactos deve acontecer por meio de campanhas e divulgação de estudos de modo massivo. Assim a sociedade compreenderá a dialética da relação com a natureza, não a considerando apenas como provedora.

6.2 Histórico e desenvolvimento da relação sociedade-natureza

Vídeo

Quando começou a se discutir acerca da questão ambiental, o tema não era, ainda, um assunto de cunho político e da ordem de relações internacionais como é hoje. O tema surgiu restrito a cientistas e permaneceu segmentado nesses pequenos grupos por bastante tempo. Na Europa, grupos de ativistas começaram a difundir o discurso entre a população; a criação de movimentos organizados deu origem a partidos verdes que tentavam atingir a esfera política (GUERRA; CUNHA, 2003).

O Greenpeace, por exemplo, surgiu nesse período (em 1971), realizando uma proeminente viagem de navio de Vancouver, no Canadá, ao Alasca para protestar contra testes militares que aconteceriam na região. O movimento, em seu simbólico barco, ainda hoje faz expedições em todo o mundo em prol da causa ambiental.

studioportosabbia/iStockphoto

A questão ambiental logo se difundiu para a sociedade, ganhando peso e importância. A representatividade do tema aconteceu por meio de uma discussão que gerou alarme e interesse, sobretudo, na Organização das Nações Unidas (ONU), a qual criou comitês de discussão e patrocinou eventos para reunir chefes de estado e rever a forma de apropriação dos recursos naturais. Assim, os países começaram então a criar legislações específicas para regular o desenvolvimento da questão ambiental (TAUK-TORNISIELO; GOBBI; FORESTI, 1995).

Dos eventos que ocorreram na época, um dos mais proeminentes foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente – que aconteceu em 1972, em Estocolmo, na Suécia –, evento que reuniu 113 países e mais de duzentas organizações não governamentais (ONGs). Nesse evento, diversos debates foram traçados e muitas ideias discutidas, destacando-se aquelas relacionadas à **ecodiplomacia**, ou seja, que tratam diretamente do viés ecológico nas relações internacionais. O evento ainda produziu um documento, a denominada *Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano*, no qual se tentou definir os conceitos relativos às questões ambientais e que deveriam integrar e auxiliar a formar os discursos e as ações a partir de então (TAUK-TORNISIELO; GOBBI; FORESTI, 1995). O documento refletia, na época, a ideia dos países desenvolvidos de que a culpa para o aumento do consumo e exploração do ambiente estava na população dos países subdesenvolvidos. Sugeria-se, portanto, um rígido controle de natalidade, para que o crescimento demográfico nesses países não comprometesse as questões ambientais.

Mudanças nessa forma de pensar e traçar políticas ambientais aconteceriam anos depois, em uma conferência do meio ambiente realizada no Rio de Janeiro, no ano de 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – mais conhecida como *Eco-92*. Nesse evento, a questão ambiental já era tratada como crise ecológica em todo o mundo e foi associada às questões políticas, com metas e planos de ação. A Eco-92 produziu estudos e estabeleceu maior relação entre meio ambiente e desenvolvimento, além de colocar a pobreza como tema associado à exploração/impacto ambiental. A questão ambiental e a ecologia de fato estavam no cerne político global, sendo pauta de discussões internacionais com a participação e o alinhamento dos Estados Unidos da América (EUA) com o tema, algo que não havia ocorrido até então (TAUK-TORNISIELO; GOBBI; FORESTI, 1995).

No ano de 2012 ocorreu também a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio +20). A ideia exposta no título do evento já demonstra a mudança de pensamento da sociedade, buscando formas de desenvolvimento, mas preservando os recursos naturais. Novamente na cidade do Rio de Janeiro, líderes mundiais se encontraram com o objetivo de debater e criar projetos que tivessem como objetivo evitar ou eliminar o impacto ambiental de grandes empreendimentos. Outras questões relacionadas ao tema também foram abordadas, como a pobreza e a fome, como já havia sido feito anteriormente.

Vídeo

O Greenpeace produz muitos materiais interessantes e explicativos para abordar as pautas que defendem. Nos vídeos *O que é a Eco 92 ou Rio 92?* e *O que é a Rio+20?*, o grupo explica o que ocorreu nesses dois eventos a partir do ponto de vista do grupo. Disponíveis em:

- Eco-92: https://youtu.be/nb9a90KK-Us?si=L6RU8334hCFwdrHQ.
- Rio+20:https://youtu.be/J-FMwTFtcM4?si=BKfUhPAMMwjq-NhF.

Acessos em: 13 jan. 2025.

No entanto, um dos grandes ganhos com a Rio +20 foi a contestação à tese, apresentada por alguns países, de crescimento nulo ou cres-

cimento zero. Segundo essa tese, o crescimento zero estava relacionado às políticas ambientais. Esses líderes a apresentaram tendo como objetivo subsidiar o retorno às atividades exploratórias anteriores às ideias e políticas ambientais. Todavia, a contestação a essa tese terminou por derrubá-la, deixando claro que não existia relação entre preservação do ambiente e crescimento zero. Contestaram-se, ainda, as chamadas *teses antinatalistas*, que atrelavam o crescimento demográfico em países subdesenvolvidos à exploração ambiental.

As ideias contestadas naquela época, no entanto, ainda hoje são defendidas por grupos que negam a crise ambiental. Essas pessoas ainda atribuem os impactos ambientais aos países mais pobres e são a favor da exploração intensa dos recursos, vendo o ambiente natural como simples provedor. Esses grupos ignoram a dialética da relação sociedade-natureza, pregando uma política intensa de exploração do ambiente.

Esses grupos contrários à questão ambiental vigente são em menor número, porém têm força. Dessa forma, os debates a respeito chegaram ao topo das discussões políticas, onde irão permanecer até que todo o mundo chegue a um consenso sobre a questão ambiental.

6.3 Vertentes ambientalistas

Vídeo

As vertentes ambientalistas estão relacionadas às mudanças de ideia e de políticas ambientais ao longo do tempo, assim, não serão abordados aqui os pequenos grupos com definições específicas, mas sim as grandes ações que modificaram – de uma maneira ou de outra – as relações internacionais em um contexto ambientalista. Dessas ações, destacaremos a seguir as correntes conservacionistas, preservacionistas, a Agenda 21 e o embate socioeconômico (TAUK-TORNISIELO; GOBBI; FORESTI, 1995).

Correntes conservacionistas e preservacionistas

O movimento ambientalista é moldado e estruturado sob ideias e percepções diferenciadas dos especialistas, logo, é natural que um movimento com essa característica apresente diferentes vertentes. Destas, aquelas que mais se destacam são as conservacionistas e preservacionistas, vertentes que se diferenciam quanto à percepção do ambiente e aos impactos causados pela ação antrópica.

Basicamente, na **vertente conservacionista** existe a ideia de que é possível proteger o meio ambiente ao mesmo tempo em que se desenvolvem atividades econômicas e/ou de exploração (GARCIA; NOVA, 2004). As atividades desenvolvidas no meio ambiente deveriam ser de baixo impacto, permitindo a conservação junto com a exploração. Portanto, nessa vertente o ambiente é um recurso que deve ser utilizado com cautela.

Ao contrário disso, a **vertente preservacionista** entende que a ação antrópica é prejudicial à dinâmica natural do meio ambiente. Assim, nessa vertente existe a ideia de que o ambiente só não seria impactado caso a ação humana fosse nula (GARCIA; NOVA, 2004). Os grupos preservacionistas defendem a retirada de grupos e comunidades instalados em áreas de proteção ambiental, pois entendem que a presença antrópica nesses ambientes causa e/ou acelera o impacto e a destruição da região.

Agenda 21

Amplamente discutidas na Eco-92, as alterações climáticas ganharam maior destaque a partir da Convenção sobre Mudanças Climáticas, evento que ocorreu durante a Eco-92. As mudanças climáticas já eram encaradas como um dos resultados dos impactos ao meio ambiente causados pela humanidade. Era necessário, assim, frear esse impacto e tentar frear também as alterações climáticas que diminuíam o volume das geleiras e alteravam as condições médias de temperatura em diversos pontos do planeta.

Chegou-se à conclusão de que não apenas a quantidade de recursos disponíveis atingia níveis críticos, mas o clima estava sendo afetado, o que iria causar grande impacto nas atividades econômicas, principalmente aos países com economia voltada para o setor agrícola. A sustentabilidade surgia como a única alternativa para o padrão de desenvolvimento que não poderia parar ou ser alterado. Era necessário adaptar novas práticas às atividades industriais.

Foi elaborada então a denominada *Agenda 21*, um programa de ação construído com a participação de diversos países e que estabeleceu uma série de ações como diretrizes para o desenvolvimento sustentável. Como consequência desse desenvolvimento, teríamos a erradicação da pobreza e a proteção ambiental.

A Agenda 21 apresenta cerca de 40 propostas de ação nas esferas sociais, econômicas e de conservação e manejo de recursos. Os países deveriam seguir as diretrizes ali estabelecidas para que conseguissem se alinhar ao pensamento político que dominava a esfera global. Muitos, no entanto, não as seguiram, enquanto outros as ampliaram. São propostas que tratam do planejamento e da gestão do meio ambiente, trazendo benefícios em diversas escalas (TAUK-TORNISIELO; GOBBI; FORESTI, 1995).

Embate socioeconômico

O embate socioeconômico atrela a crise ambiental às relações sociais, travando uma disputa entre países ricos e pobres, a qual permeia o discurso ambiental já há bastante tempo. A culpa sempre recai nos países com menos condições e população mais pobre, devido às altas taxas de natalidade e menores condições econômicas para sofisticar o seu processo de produção. A justificativa dada para culpar os mais pobres no contexto de crise ambiental recai, ainda, nos governos corruptos que criaram empecilhos para a implementação de políticas ambientais.

Leitura

Conflitos políticos são um resultado característico de qualquer vertente ambientalista, como ocorreu na 29º Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP29) em 2024, conforme mostrado pelo portal Brasil de Fato. O objetivo da convenção era fazer um acordo de destinação de valores que tinham o objetivo de mitigar os impactos ambientais, sentidos em maior intensidade pelos países mais pobres e menos industrializados. No entanto, o resultado das discussões não foi o esperado e os países mais atingidos pelos impactos ambientais conseguiram apenas 300 bilhões dos 1,3 trilhões de dólares que seriam destinados, por ano até 2035, para mitigar as consequências da exploração ambiental.

Disponível em: https://www.brasildefato.com.br/2024/11/24/cop29-frusta-paises-em-desenvolvimento-ao-fechar-acordo-de-us-300-bi-para-clima/. Acesso em: 24 jun. 2025.

Todavia, os países mais pobres argumentam que essas questões seriam pretextos para não agir contra a política econômica desenvolvimentista dos países desenvolvidos: ao colocar a culpa nos mais pobres, as nações mais desenvolvidas se preservam quanto à necessidade de frear

suas atividades impactantes. É uma discussão complexa que envolve fatores políticos e hegemônicos; os países ricos não querem deixar os países pobres – que dependem deles e consomem seus produtos – alcançá-los na corrida econômica, o que poderia acontecer caso freassem suas atividades. Dessa forma, o embate entre ricos e pobres entra no eixo da discussão, com cada lado apresentando seus respectivos argumentos. De fato, os países mais pobres têm conseguido frear a legitimidade desses discursos nos congressos ambientais (GUERRA; CUNHA, 2003).

É fácil observarmos essa lógica de pensamento de ambas as partes, basta analisarmos a situação de um país com grandes desigualdades como o Brasil, em que pobres e ricos dividem o mesmo espaço em alguns casos, como no caso de comunidades pobres que se estabelecem em bairros nobres.

O rico culpa o pobre pelo mau uso do canal fluvial, por jogar lixo na rua ou por desmatar uma área, enquanto o pobre culpa o rico pela falta de acesso a recursos, segregação e concentração de bens; os dois lados têm pontos de vista específicos e querem defender suas posições. Isso também acontece em maior escala, como no que diz respeito às questões ambientais que envolvem diversos países.

Caio Pederneiras/Shutterstock

A responsabilidade, no entanto, é de todos nós. A questão ambiental e seus respectivos conceitos devem ser transmitidos para a nossa sociedade por meio de uma educação apropriada nas escolas e a criação de uma consciência nova para as gerações futuras. O fato é que o problema ambiental do qual tanto se fala hoje é uma realidade, que vai se intensificando a cada dia. Assim, devemos trabalhar para que as próximas gerações absorvam a ideia de sustentabilidade e não tenhamos uma crise ambiental de proporções ainda maiores, que até o momento é apenas desenhada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Historicamente, a relação sociedade-natureza expõe um lado cruel do capitalismo e sua incapacidade de manutenção por grandes períodos sem causar guerras ou destruições, fazendo com que a criação de políticas que controlem ou cessem os impactos ambientais – e, ao mesmo tempo, tragam uma compensação aos países mais pobres – pareça ser uma utopia inalcançável. O que se tem hoje são relações entre nações se deteriorando e os países ricos, que já não contam com tantos espaços de preservação, vendo como "atraso" toda essa preocupação. O fato é que o assunto está em pauta e é de grande importância, com o potencial de ditar os rumos da geopolítica internacional.

ATIVIDADES

Atividade 1

Cite duas atividades contemporâneas que ressaltam o conflito entre sociedade e natureza, e as relacione com essa relação exploratória entre o ser humano e a natureza.

Atividade 2

Quais são as vertentes ambientalistas? Explique.

Atividade 3

O que é discutido no embate socioeconômico relacionado à crise ambiental entre países ricos e pobres?

REFERÊNCIAS

BERNARDES, J. A.; FERREIRA, F. P. M. Sociedade e natureza. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs). *A questão ambiental*: diferentes abordagens. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

GARCIA, M. A.; NOVA, C. G. Desenvolvimento sustentável, ambientalismo e cidadania ambiental: conceitos e paradigmas do século XXI. *Economia e Pesquisa*, v. 6, n. 6, p. 7-18, 2004.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). *A questão ambiental*: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MARX, K.; ENGELS, F. *O capital*: crítica da economia política. São Paulo: Abril Cultural, 1988.

TAUK-TORNISIELO, S. M. *et al*. (orgs.). *Análise ambiental*: estratégias e ações. São Paulo: Unesp, 1995.

7

A questão ambiental e sua contemporaneidade

Atualmente, a questão ambiental é tema de várias discussões políticas, mas quando esses debates iniciaram, o meio ambiente já estava bastante impactado. Medidas importantes foram tomadas para tentar minimizar os impactos para as gerações futuras, mas diferenças conceituais e o impacto dessas diligências no desenvolvimento industrial têm causado polêmica na geopolítica internacional.

Levando isso em consideração, neste capítulo vamos estudar a contemporaneidade da questão ambiental e como ocorreu o seu desenvolvimento ao longo dos tempos, de modo a compreender mais claramente como um assunto que historicamente nunca recebeu a devida atenção se transformou em um debate de cunho político que promove discussões sobre atitudes enérgicas e conflitantes entre países.

Objetivos de aprendizagem

Com o estudo deste capítulo, você será capaz de:

- entender o impasse entre desenvolvimento tecnológico e a questão ambiental;
- discutir os problemas ambientais que surgem dessa relação conflituosa;
- compreender os desafios das relações internacionais no contexto ambiental.

7.1 Desenvolvimento tecnológico e seus impactos

Vídeo

De acordo com geógrafo Jurandyr L. S. Ross (2014), o desenvolvimento econômico sempre se deu atrelado à tecnologia, o que permitiu que a humanidade dominasse e moldasse o meio ambiente, algo que podemos observar até mesmo nos estágios mais prematuros da sociedade humana. Foi na Pré-História em que ocorreram as primeiras manifestações técnicas do ser humano, como a descoberta de esculpir e utilizar ferramentas e como produzir e manusear o fogo. Portanto, entende-se que o desenvolvimento tecnológico é inerente ao ser humano.

O domínio das técnicas e a evolução da sociedade nos trouxe a indústria, a eletricidade e o motor, alterando para sempre a forma de nos relacionarmos e interagirmos com o espaço. A evolu-

ção tecnológica permitiu que a sociedade se transformasse e subordinasse a natureza, avançando sobre ela e explorando seus recursos. A Revolução Industrial trouxe um novo modo de produção, alterando o ambiente em proporções gigantescas, desmatando, poluindo o ar e a água com seus resíduos, utilizando e reutilizando os solos até chegar ao nível de saturação (ROSS, 2014).

Para o geógrafo e intelectual brasileiro Milton Santos (1996), o meio técnico e científico que se estabeleceu a partir do surgimento das fábricas na Revolução Industrial marcou o período de maior exploração do ambiente natural. Foi uma época caracterizada pelo produtivismo, em que o desenvolvimento econômico era o motor principal e ditava a expansão da produção, desconsiderando os impactos causados ao meio ambiente.

Figura 1
Gravura do século XIX representando a Primeira Revolução Industrial

Fonte: GASTINEAU, H.; LACEY, S. Nant y Glo, Monmouthshire. 1830. Gravura, 90 mm x 142 mm. Biblioteca Nacional do País de Gales, Aberystwyth.

A fábrica e seus gases poluentes tornaram-se símbolos do produtivismo que consumiu e deteriorou expressivamente o meio ambiente no período áureo da Revolução Industrial. Essa época instaurou a técnica como meio contemporâneo, como produtora do espaço geográfico, e a ciência como estruturadora e base desse modelo.

O produtivismo, então, tornou-se o principal elemento das economias socialistas, enquanto nas economias capitalistas o lucro do empresário era o fator primordial. Em ambos os casos, o meio ambiente foi deixado de lado, sendo consumido e deteriorado com atividades impactantes (BERNARDES; FERREIRA, 2003). As análises econômicas e seus indicadores não levaram em consideração o meio ambiente, pois ele não era visto como uma das riquezas dos países. O Produto Interno Bruto (PIB), por exemplo, é um indicador que não considera o ambiente natural em suas análises.

Esse quadro, no entanto, começa a mudar no século XX, com os movimentos ambientalistas demonstrando preocupação com o meio ambiente e alertando para uma crise ecológica. Foi somente a partir da década de

1960 que se começou a tratar desses assuntos no contexto geopolítico; porém, foi apenas na década de 1980 que se instalou o que foi chamado de *crise ecológica mundial* – ou *crise ecológica global*. Essa foi uma tomada de consciência acerca do modelo desenvolvimentista adotado e a decisão por revê-lo.

> Esse foi um período importante que marca uma quebra de paradigma no contexto econômico, fazendo com que as sociedades revissem suas formas de geração de energia e os modelos de produção, consumo e a cultura do desperdício. O meio ambiente não comportava mais os métodos que eram usados e o impacto não podia mais ser descartado, pois influenciava na economia, em diversos aspectos (BERNARDES; FERREIRA, 2003).

Os solos impactados criavam um problema crítico para o agricultor, já que a cultura de usar a terra até exaurir seus recursos – ou seja, até atingir o seu limite de recuperação – incapacitava o ambiente para outras práticas agrícolas; o impacto causado no solo era permanente, se pensarmos em uma escala de tempo humana. O solo pode se recuperar em uma escala de tempo geológica, mas para isso é necessário que uma série de fatores ambientais seja preservada no seu entorno. Esse quadro, no entanto, não era possível, pois os problemas ocasionados eram de grandes proporções, o que prejudicava, inclusive, os fatores necessários para a recuperação do ambiente.

O solo é a base de toda atividade humana, por isso a sua degradação se tornou um fator crítico a ser observado pelos ambientalistas (LEPSCH, 2016). Quando se chegou à conclusão de que grande parte dos solos do mundo tinha sido prejudicada, com elevados índices de degradação, tornou-se necessário estudar como modificar as formas de uso da terra nas atividades industriais. Solos degradados não produzem recursos, não podem ser reestruturados, não são bons para atividades industriais e, consequentemente, não são adequados para ocupação humana.

Vídeo

A distribuição de água potável no mundo é um problema antigo, mas a contaminação dos rios tem intensificado esse problema, causando muita desigualdade no acesso a um item fundamental para a nossa sobrevivência. O vídeo *Os desafios para o acesso à água potável no mundo* faz um panorama da situação.

Disponível em: https://youtu.be/pYjg-sZDopg?si=DggGLk-I7dfnBLF-. Acesso em: 13 jan. 2025.

A questão da água também surgiu nesse período: antes, acreditava-se que os rios e mares tinham a capacidade de diluir com facilidade os rejeitos despejados e recuperar a sua característica inicial. Isso, em partes, é verdade, porém os despejos em quantidades elevadas superam a capacidade dos rios e mares de dissolver e transformar o material. Os rejeitos passam então a se acumular nos rios, contaminando os peixes, a vida aquática de modo geral e as águas em si.

A contaminação dos rios, principalmente nas cidades, era algo natural na época em que o problema de acesso à água não era um assunto a ser considerado. No entanto, verificou-se que a água doce, necessária principalmente para o consumo humano, estava ficando comprometida com o elevado índice de poluição e, assim, o custo para tratamento da água se elevava cada vez mais (ROSS, 2014). Com isso, começou a se formar a ideia de que, se o rejeito for tratado antes de despejá-lo nos rios, ou se outro destino for criado para esse material, não será necessário tratar a água, que é um processo mais caro.

Além disso, se o modelo de desenvolvimento atual não mudar, a água, os solos e

todos os outros elementos do meio natural estarão comprometidos. Os recursos naturais são finitos e a capacidade de recuperação do meio ambiente é limitada diante da velocidade do desenvolvimento industrial. A crise ambiental que se instalou e a tomada de consciência vieram em um momento crítico para o meio ambiente. Os níveis de degradação são altos e o futuro de muitas espécies de fauna e flora é incerto, ainda que políticas ambientais estejam sendo implementadas.

7.2 Problemas ambientais

Vídeo

A crise ambiental foi constatada assim que a degradação ambiental – causada, sobretudo, pela exploração contínua e sem planejamento dos recursos naturais – passou a gerar impactos observáveis e influenciar a economia mundial. Esses efeitos negativos no ambiente podem levar ao que chamamos de *problemas ambientais*, os quais são alterações estruturais no ambiente que têm o seu impacto sentido em longo prazo. Os problemas ambientais mais evidentes e que destacaremos a seguir são o aquecimento global e os desmatamentos.

Aquecimento global

Apesar deste ser um tema muito debatido e questionado, há um consenso em grande parte da sociedade, e inclusive da mídia, de que existe sim um processo de aquecimento das temperaturas ao redor do globo. Mesmo assim, existem grupos que questionam esse fato, alegando que a Terra estaria passando por uma redução em sua temperatura e não um aumento, além de grupos que dizem que a humanidade não tem influência nesse fenômeno. Neste tópico vamos abordar como ele é aceito e visto pela ciência, procurando entender qual o seu papel na questão ambiental da contemporaneidade.

Vídeo

No vídeo *Esse é o maior desafio da humanidade*, o pesquisador Atila Iamarino explica a dimensão das mudanças climáticas em nosso planeta e os desafios que a humanidade enfrenta e terá que enfrentar devido a essas mudanças.

Disponível em: https://youtu.be/sgBF3XrJhvY?si=YoIDboInKaacWZBV. Acesso em: 29 jan. 2025.

Fenômenos observados no fim da década de 1980 indicavam a possibilidade de um aquecimento a nível global. Regiões em que a precipitação era recorrente enfrentaram secas e viram seus rios secarem, como foi o caso das planícies centrais dos Estados Unidos da América (EUA). Começou-se então a pensar que um aquecimento anormal da atmosfera estivesse acontecendo, uma suspeita confirmada na década de 1990, quando registros globais da temperatura indicaram que aqueles eram os anos mais quentes da história, isso desde quando as medições começaram a ser feitas (SÁNCHEZ, 2015).

A teoria do aquecimento global tem a sua origem no século XIX, com base na teoria do efeito estufa, que diz que alguns gases – como dióxido de carbono e metano – encontram-se na atmosfera e têm a capacidade de reter parte da radiação solar, impedindo que ela seja refletida para o espaço. O efeito estufa é fundamental à existência de vida na Terra, pois sem ele o calor necessário para a presença de água em estado líquido

em temperaturas adequadas para existência de vida não seria possível. Portanto, o efeito estufa é um fenômeno natural e fundamental e o problema relacionado a ele é, na verdade, a concentração dos chamados *gases estufa*, que intensificam a retenção do calor na atmosfera, causando desequilíbrio.

Os gases estufa têm origem, geralmente, de atividades cuja consequência é a retenção de calor, como a combustão de carvão e petróleo, e seu acúmulo em excesso aumenta a temperatura em diversas partes do planeta. Esse aquecimento exagerado resulta na mudança da dinâmica do clima, esquentando áreas frias, causando assim o derretimento das calotas polares, e desregulando o regime de chuvas. O aumento da temperatura do planeta também é responsável pela expansão térmica da água dos oceanos, que ocupa cada vez mais espaço e altera o nível médio dos mares, inundando áreas de cidades costeiras.

A maior parte dos gases estufa na atmosfera foi emitida nas últimas décadas do século XX, entretanto, a partir da década de 1960, o nível de concentração desses gases se acentuou. Esse aumento foi associado à queima de combustíveis fósseis, até então um dos principais recursos explorados do planeta e utilizados para diversos fins – tanto no meio industrial quanto em tarefas domésticas.

Igor Iakovlev/Shutterstock

Como grande parte da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera é feita pelas indústrias, a ideia de que países desenvolvidos, que contam com maior estrutura industrial e mais carros nas ruas, são os maiores responsáveis pela emissão desses gases difundiu-se cada vez mais. Entretanto, estudos recentes revelam uma concentração de dióxido de carbono no Hemisfério Sul em montante similar ao encontrado nos países desenvolvidos, principalmente em função do desmatamento e das queimadas, que contribuem também para a emissão dos gases estufa (FEARNSIDE, 2022).

Desmatamento

O desmatamento foi uma atividade intensa durante o desenvolvimento tecnológico e industrial, principalmente em regiões como a América do Sul, América Central, Ásia Meridional, entre outras, que abrigavam vastas florestas tropicais. A exploração de madeira, a geração de energia, ou até mesmo o uso das terras para pasto, foram motivos para o desmatamento dessas regiões. O desflorestamento das regiões ainda acontece e na Amazônia, por exemplo, – constantemente monitorada pelo Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais (INPE) – registrou um aumento significativo no desflorestamento a partir de 2015, decrescendo apenas a partir de 2022, alcançando a marca de 6.288 quilômetros quadrados de área desflorestada (INPE, 2023).

Na Floresta Amazônica, o maior patrimônio ambiental brasileiro, a ocupação avança e o desmatamento acontece, ainda

que fiscalizações tentem combatê-lo. Ao desmatar a Amazônia, cria-se um impacto ambiental difícil de ser recuperado, já que o solo pobre da região tende à desertificação se for retirada sua cobertura vegetal, o que consequentemente afeta o clima, pois os regimes de chuvas – influenciados pela evapotranspiração – são interrompidos. Além dessas questões, com o desmatamento ocorre a emissão de gases estufa.

Vídeo

O vídeo *Causas e Consequências do Desmatamento na Amazônia* traz uma descrição do que causa o desmatamento no bioma da Amazônia; este – considerado um dos mais importantes do mundo – que sofre com inúmeros desmatamentos e queimadas todos os anos, apesar de termos uma legislação moderna que pune essa atividade.

Disponível em: https://youtu.be/5JV_tELz2tI?si=C6oclSRDCpopp7ZB. Acesso em: 13 jan. 2025.

O Governo Federal investe em tecnologias de monitoramento da regressão da cobertura vegetal na floresta, além do uso de satélites para identificar clareiras e queimadas, no entanto, ainda não foi possível acabar com a exploração indevida no local, pois a extração de madeira continua sendo uma atividade que envolve muito dinheiro.

daniel_wiedemann/iStockphoto

Uma forma de combater o desmatamento é a criação de áreas de preservação (SÁNCHEZ, 2015), atividade já realizada em muitos países, inclusive no Brasil. Mas acabar com o desmatamento depende de outras ações além da regulamentação de áreas, como a contratação de efetivo suficiente para fiscalização e a mudança de pensamento da população acerca do meio ambiente. Este último fator é essencial, pois em muitos lugares a natureza é encarada ainda como mero recurso. Quando uma empresa extrai madeira em uma região que deveria ser preservada, muitas vezes investe em campanhas de desinformação, apelando para questões de geração de empregos e renda e acabam atraindo muitos trabalhadores que vivem de práticas agrícolas. O desmatamento causa impactos no solo que impedirão a agricultura, prejudicando permanentemente as atividades exercidas naquela região. Após a saída da empresa do território explorado, a tendência é a intensificação do quadro de pobreza da população local.

7.3 O impacto ambiental nas relações internacionais: desafios atuais

Vídeo

A tomada de consciência e os acordos entre os países acerca dos problemas ambientais incentivou para que atuassem em conjunto, a fim de diminuir os impactos em nível mundial. Foi devido a essa mudança de consciência que surgiram as várias convenções do clima que ouvimos falar na atualidade, sendo uma das primeiras a **Convenção da Mudança Climática (CMC)** – tam-

bém denominada de *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima* – que aconteceu durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 (Eco-92).

A CMC foi discreta, propondo apenas algumas metas para que os níveis de emissão de dióxido de carbono registrados em 1990 se mantivessem os mesmos até o ano 2000 (TAUK-TORNISIELO *et al*., 1995). Todavia, essa meta foi negligenciada por quase todos os países participantes, em especial as grandes potências mundiais, fazendo com que a CMC fosse considerada um fracasso.

Já no ano de 1997, aconteceu a **Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas**, em Kyoto, no Japão, onde um protocolo foi elaborado e incorporado à CMC, estabelecendo uma meta de redução de 5% da emissão dos gases estufa em relação às medições realizadas no ano de 1990. O chamado *Protocolo de Kyoto* determinava, ainda, que os países desenvolvidos deveriam atingir essa meta até o ano de 2012, enquanto os países em desenvolvimento teriam de cumpri-la até 2010 – a diferença era que os países em desenvolvimento não tinham metas vinculativas, apenas compromissos voluntários. A distinção nos prazos é reflexo do princípio de responsabilidades diferentes, que considera a diferença econômica e tecnológica entre os países (BERNARDES; FERREIRA, 2003).

O Protocolo de Kyoto refletiu em mudanças na dinâmica internacional, visto que países desenvolvidos poderiam comprar créditos de carbono de países que emitissem gases estufa abaixo da meta estabelecida, créditos esses que dariam aos países a possibilidade de lançar determinados níveis de poluição na atmosfera. Esse processo impactou as relações internacionais, pois, ao comprar créditos de países subdesenvolvidos, os países ricos estariam transferindo recursos, o que acabou se tornando uma medida a ser trabalhada com cuidado.

O Protocolo de Kyoto não foi uma unanimidade entre as nações por muito tempo, e, como resultado, em 2001 os EUA se retiraram dos acordos ambientais estabelecidos até então, e isso refletiu em um crescimento considerável da emissão de gases estufa nesse país na década de 2000 (SÁNCHEZ, 2015).

Outro marco nas relações internacionais para tratar de questões ambientais ocorreu no ano de 2010, com a **16ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima**, conhecida como *COP-16*, evento que costurou uma série de acordos e trouxe os EUA novamente para o rol de países que compactuam com os acordos ambientais.

Um dos maiores legados da COP-16 foi a criação do Fundo Verde, constituído de contribuições dos países desenvolvidos para investimento em pesquisa científica que buscassem formas de deter as mudanças climáticas. Inicialmente a pretensão era de que o Fundo Verde alcançasse o valor de U$$ 100 bilhões anuais até 2020 que, além de pesquisas científicas, também deveria ser destinado à manutenção de áreas de conservação florestal espalhadas em todo o planeta (SÁNCHEZ, 2015). Em relação à temperatura média do planeta, foi estabelecido um teto de aumento de 2°C. No entanto, o Fundo Verde enfrentou uma série de mudanças com o passar dos anos, assim, não atingiu as metas e continua em atividade, mas com uma implementação lenta.

A **Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas de 2024** – a denominada *COP-29*, realizada no Azerbaijão – foi considerada um fracasso diplomático por não conseguir estabelecer um acordo de compensação pelos impactos ambientais que suprisse as expectativas dos países mais

vulneráveis. Entretanto, alguns acordos foram firmados, como o que determinou regras para o mercado de carbono com a criação de uma instância da Organização das Nações Unidas (ONU) para supervisionar esse mercado, visando manter o respeito aos acordos climáticos internacionais (GUTERRES, 2024; McGRATH, 2024).

Vídeo

O vídeo *COP 29 deixa ambientalistas desapontados com valor aprovado para países em desenvolvimento* traz uma reportagem da TV Cultura mostrando um resumo da COP-29 e o legado deixado por essa conferência.

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=WM-xVrKjNl8. Acesso em: 13 jan. 2025.

Esses são apenas alguns exemplos de acordos ambientais que traçam a forma com que as relações internacionais vêm se desenvolvendo. Os desafios atuais envolvem o cumprimento dos acordos estabelecidos e a busca por soluções ao quadro presente que ajudem a manter as condições ambientais necessárias para as gerações futuras.

É importante observar as mudanças no contexto geopolítico internacional, que sempre vão determinar se os acordos traçados serão cumpridos. Alterações no quadro político dos EUA, por exemplo, podem deixar a comunidade científica em alerta, por se tratar da maior potência global e a que mais contribui para os impactos ao ambiente com suas atividades industriais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como podemos observar, a percepção da questão ambiental é um fenômeno recente na humanidade, por isso ainda há muitas discussões e poucos consensos nas políticas que devem ser adotadas. Entretanto para a degradação do ambiente natural – e, consequentemente, da qualidade de vida humana, animal e vegetal – essa falta de consenso é irrelevante, pois os recursos naturais têm se tornado mais escassos em uma velocidade cada vez mais rápida e os efeitos negativos causados por essa degradação à humanidade estão cada vez mais intensos.

O impasse agora é político, e para preservar o que ainda nos resta, temos que desacelerar o desenvolvimento, e consequentemente lidar com a desaceleração econômica resultante disso. Em um mundo que está acostumado a travar guerras em prol do desenvolvimento econômico, uma mudança de pensamento nesse sentido vai enfrentar muita resistência.

ATIVIDADES

Atividade 1

Existe uma estreita relação entre política e problemas ambientais. Levando isso em consideração, cite ao menos dois exemplos do contexto geopolítico atual que comprovem essa afirmativa e explique sua relação.

Atividade 2

Explique o que é o aquecimento global e como surgiu esse conceito.

Atividade 3

Os Jogos Olímpicos de 2016, realizados no Rio de Janeiro, foram marcados por promessas não realizadas pelo poder público e que impactaram diretamente o evento, como a despoluição da Baía de Guanabara, onde aconteceram diversas provas aquáticas. Sabendo desse fato, trace e explique a relação entre esse exemplo da Baía de Guanabara e os impactos e problemas ambientais, atentando-se para a questão ambiental e não para o legado de infraestrutura.

REFERÊNCIAS

BERNARDES, J. A.; FERREIRA, F. P. M. Sociedade e natureza. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). *A questão ambiental*: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

FEARNSIDE, P. M. Uso da Terra na Amazônia e as Mudanças Climáticas Globais. *Brazilian Journal of Ecology*, v. 10, n. 2, p. 83-100, 2022.

GUTERRES, A. *COP29*: "O fracasso não é uma opção". Discurso. Baku, 2024. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/284149-cop29-o-fracasso-n%C3%A3o-%C3%A9-uma-op%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 29 jan. 2025

INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. Nota: Divulgação dos Dados do DETER. *Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação*, 3 ago. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/nota-sobre-divulgacao-dos-dados-do-deter. Acesso em: 29 jan. 2025.

LEPSCH, I. F. *Formação e conservação dos solos*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

McGRATH, M. Acordo histórico, mas será suficiente? 5 conclusões de uma COP29 dramática. *G1*, 24 nov. 2024. Disponível em: https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2024/11/24/acordo-historico-mas-sera-suficiente-5-conclusoes-de-uma-cop29-dramatica.ghtml. Acesso em: 29 jan. 2025.

ROSS, J. L. S. (org.). *Geografia do Brasil*. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2014.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SANTOS, M. *A natureza do espaço*: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitel, 1996.

TAUK-TORNISIELO, S. M. *et al*. (orgs.). *Análise ambiental*: estratégias e ações. São Paulo: Unesp, 1995.

8

Estudo de impactos ambientais

Neste capítulo apresentaremos conceitos relativos à concepção de um Estudo de Impacto Ambiental e ao Relatório de Impacto Ambiental (EIA/Rima), com o objetivo de aguçar o senso crítico, avaliando os possíveis impactos por meio de alguns exemplos. Os conceitos e a forma de elaboração de um EIA/Rima aqui abordados permitem uma predição dos acontecimentos impactantes ao ambiente, com base em observações científicas, seguindo a metodologia do estudo.

Objetivos de aprendizagem

Com o estudo deste capítulo, você será capaz de:

- entender os principais conceitos relacionados ao EIA/Rima;
- analisar a difusão internacional desses estudos e sua importância;
- compreender as etapas do processo de elaboração de um EIA/Rima.

8.1 Impactos ambientais: definição e breve histórico

Vídeo

O conceito de *impacto ambiental* pode ser entendido, segundo o pesquisador Luis Enrique Sánchez (2020), como qualquer alteração no meio ambiente, ou em algum de seus componentes, provocada por uma atividade humana. Assim, entende-se que o impacto ambiental não se refere apenas ao ambiente natural – no caso, ao ecossistema –, mas sim ao ambiente natural e antrópico, incluindo as áreas urbanas.

Relacionado a isso, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), na Resolução n. 1, de 23 de janeiro de 1986, define o impacto ambiental como uma atividade que afeta direta ou indiretamente (BRASIL, 1986):

- a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- as atividades sociais e econômicas;
- a biota;
- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- a qualidade dos recursos ambientais.

Resumidamente, podemos entender o impacto ambiental como o resultado de uma ação, e seguindo a regra de que toda ação provoca uma reação, tem-se então uma relação de causa e efeito. Assim, qualquer ação em um ambiente vai acarretar uma mudança, ou seja, o ambiente inicial não será mais o mesmo e, com isso, será impactado. O impacto ambiental, portanto, é a diferença entre o estado inicial e o final após ocorrer uma ação.

Alguns exemplos clássicos de impacto ambiental estão no campo da agricultura: o bombeamento de água dos mananciais para irrigar plantações causa um descontrole ecológico que diminui a vazão do manancial e aumenta o fluxo d'água no campo. Ao mesmo tempo, os agricultores costumam usar agrotóxicos para controle de pragas, que consequentemente se misturam à água irrigada na plantação, infiltrando-se no solo e chegando aos mananciais, os quais, por sua vez, fornecem água para o consumo da população local. É um processo que contamina aos poucos o solo, o manancial e a própria população, podendo causar problemas à saúde.

Esse tipo de situação é bastante comum na agricultura e reflete o impacto ambiental como um evento de proporcionalidade sistêmica. Essa noção, porém, é um fenômeno recente, pois a sensibilização política para o estudo de impactos ambientais começou a se formar somente a partir da década de 1960, quando os reflexos da revolução industrial e da evolução tecnológica foram percebidos (SÁNCHEZ, 2020).

O Clube de Roma, em 1968, a Conferência de Estocolmo, em 1972, e a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Eco-92), em 1992, foram eventos que não apenas evidenciaram as discussões acerca dos impactos globais ao meio ambiente, mas também marcaram uma busca por uma melhor qualidade de vida.

O Brasil adotou instrumentos para a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) no ano de 1981 por meio da Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Essa lei estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, determinando como seus instrumentos fazem a avaliação de impactos e o licenciamento de atividades que sejam efetivamente ou potencialmente poluidoras (BRASIL, 1981).

No ano de 1986, a Resolução Conama n. 1/1986, determinou que o licenciamento de atividades, que de alguma forma modificam o meio ambiente, só pode ser fornecido depois da confecção de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e um Relatório de Impacto Ambiental (Rima). Esses documentos, que devem ser elaborados por profissionais habilitados ligados à área de meio ambiente, passam por uma avaliação do órgão competente para que possam ser aprovados.

O **Estudo de Impacto Ambiental** é um documento produzido por uma equipe multidisciplinar, que analisa as possíveis consequências no meio ambiente da implantação de um empreendimento, obra ou projeto, de diferentes segmentos, por meio de técnicas de previsão de impactos (MÜLLER-PLANTENBERG; AB'SÁBER, 2006). Na equipe multidisciplinar, cada profissional deve avaliar minuciosamente o conjunto de fatores de sua própria área, de modo a prever as possíveis consequências da ação a ser empreendida. Portanto, de maneira geral, o EIA:

- **Considera o quadro atual da região a ser impactada.**
- **Confronta o tipo de empreendimento com a realidade local (proximidade de escolas, hospitais, residências para o tipo de atividade).**
- **Confere o impacto da execução (a construção de um edifício ao lado de uma escola, em horário comercial, pode inviabilizar o andamento das aulas, por exemplo).**

Questões de ordem física e natural também devem ser consideradas, como o impacto no solo e nas águas, o tipo de vegetação e fauna local e até mesmo impactos na dinâmica de uso do ambiente. Este último caso tem como um de seus exemplos a praia do Balneário Camboriú, em Santa Catarina, em que os prédios extremamente altos para a região projetam sombras no cordão arenoso, impactando o lazer das pessoas que usam a praia e o bioma da região, que necessita da incidência solar (BACHTOLD, 2015).

Leitura

As obras de alargamento da faixa de areia de Balneário Camboriú geraram várias discussões entre especialistas, moradores e autoridades. Entretanto, como mostra a reportagem realizada pelo portal G1, essas discussões não focaram tanto nos impactos ambientais da obra, que causaram inúmeros danos na biota local e no hábitat de várias espécies.

Disponível em: https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2021/09/12/especialistas-debatem-impactos-ambientais-de-alargamento-de-praia-em-balneario-camboriu.ghtml. Acesso em: 14 jan. 2025.

Para contornar o problema, a prefeitura da cidade efetuou uma obra de alargamento do cordão arenoso da praia, buscando criar áreas que não fossem cobertas pelas sombras dos prédios. Todo o ambiente foi impactado mais uma vez em uma tentativa de mitigar os efeitos da falta de um EIA no plano diretor da cidade, que determina o número máximo de pavimentos que um prédio pode ter em cada área da cidade. Esse exemplo é apenas um entre muitos empreendimentos que podem impactar negativamente uma região se não for feito um estudo adequado.

Após a avaliação de impacto, a equipe monta o seu relatório empregando terminologia técnica e científica, deixando claro quais as metodologias utilizadas e como chegaram ao resultado apresentado. Esse é um documento de caráter essencialmente técnico, voltado para especialistas, no entanto, é papel também dos especialistas elaborar um relatório simplificado e com linguagem não técnica, mais informal, no caso, o **Relatório de Impacto Ambiental**, para permitir o acesso e a compreensão do texto por qualquer cidadão.

O EIA/Rima, portanto, é uma avaliação dos especialistas para a população em geral sobre os impactos que um ambiente pode sofrer. É um importante instrumento para evitar a degradação/perturbação ambiental e deve estar à disposição dos técnicos e de leigos antes que a ação seja implementada no ambiente.

Leitura

O EIA/Rima são documentos essenciais para qualquer obra de grandes dimensões e sua falta pode embargar todo um empreendimento, como mostra a reportagem do portal G1, em que obras realizadas por uma mineradora em Barões dos Cocais (em Minas Gerais) foram interrompidas devido à falta desses documentos, pois sem eles não havia garantia de que os impactos e as medidas mitigadoras foram mensuradas.

Disponível em: https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2024/03/12/justica-suspende-obras-de-instalacao-e-operacao-de-terminal-de-minerio-em-barao-de-cocais.ghtml. Acesso em: 14 jan. 2025.

8.2 Difusão internacional dos Estudos de Impacto Ambiental

Vídeo

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) começou a se difundir pelo mundo quando os Estados Unidos da América (EUA) aprovaram, em 1969, a AIA como o mecanismo de prevenção de dano ambiental. A partir daí, outros países aprovaram leis semelhantes e esse fenômeno foi se propagando

pelo mundo (SÁNCHEZ, 2020). Atualmente, entende-se o meio ambiente como algo a ser respeitado e preservado em consonância com o desenvolvimento. O discurso de preservação e diminuição dos impactos e de como fazê-los sem que a economia pare de crescer, em um mundo cada vez mais capitalista, é o desafio atual.

As conferências internacionais que discutem a preservação do ambiente para as gerações futuras proporcionaram grandes avanços na disseminação desse tema no contexto geopolítico. Durante muitos anos, a sustentabilidade foi tema central nos debates acerca do desenvolvimento e nas pesquisas científicas; mesmo assim, o assunto tem recebido duras críticas da comunidade internacional recentemente, com países como os EUA voltando atrás e descartando suas políticas ambientais, tentando promover um crescimento econômico em um contexto de crise econômica mundial.

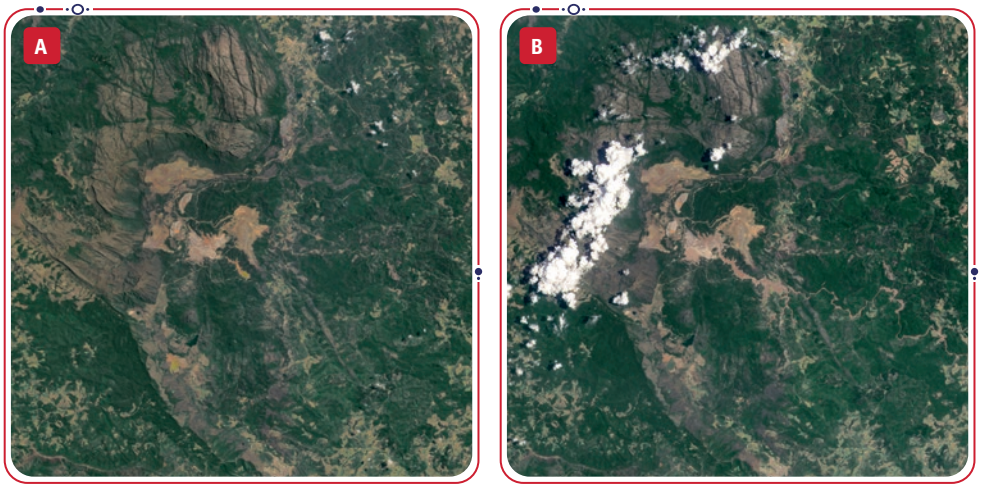
O Brasil, por preservar biomas tão peculiares como a Amazônia, que tanto despertam o interesse da comunidade internacional, tem uma legislação que é respeitada e considerada moderna, mas não está isento de problemas de proporções internacionais. Em novembro de 2015, como vê-se na Figura 1, uma tragédia ambiental atingiu a cidade de Mariana, em Minas Gerais, quando barragens de rejeitos de minérios da mineradora Samarco romperam e despejaram lama e água sobre a cidade, soterrando casas e inclusive matando pessoas. Os rejeitos encontraram o leito do rio e contaminaram uma área considerável da região, incluindo outros municípios.

Leitura

Um dos maiores desastres ambientais ocorridos no Brasil foi o rompimento de uma barragem na cidade de Mariana (MG) e, como mostra a reportagem do portal G1, mesmo quase 10 anos depois da tragédia muito pouco havia sido resolvido quanto a possíveis responsabilizações ou punições para os responsáveis.

Disponível em: https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2024/11/05/mariana-9-anos-apos-desastre-familias-sem-casa-pesca-proibida-ninguem-punido-9-pontos-para-entender-a-tragedia.ghtml. Acesso em: 14 jan. 2025.

Figura 1
Imagens de satélite da região de Mariana (MG), 2015



Landsat 8/NASA

Na Figura 1 vemos as imagens do dia 11 de outubro de 2015 (Figura 1A) e do dia 12 de novembro de 2015 (Figura 1B), uma semana após o rompimento da barragem.

Mesmo com a dimensão que essa tragédia de Mariana teve, ainda hoje não houve uma resolução conclusiva sobre o caso, o que ficou ainda mais difícil em 2019, quando uma outra barragem de rejeitos se rompeu – dessa vez em Brumadinho, também em Minas Gerais. Ocorrida nos mesmos moldes que o rompimento de Mariana, o de Brumadinho foi ainda mais letal, causando a morte de 270 pessoas e um enorme prejuízo ambiental no Rio Paraopeba; mesmo assim, há ainda casos de barragens de rejeitos em níveis de alerta e próximas de romper (MANSUR, 2025).

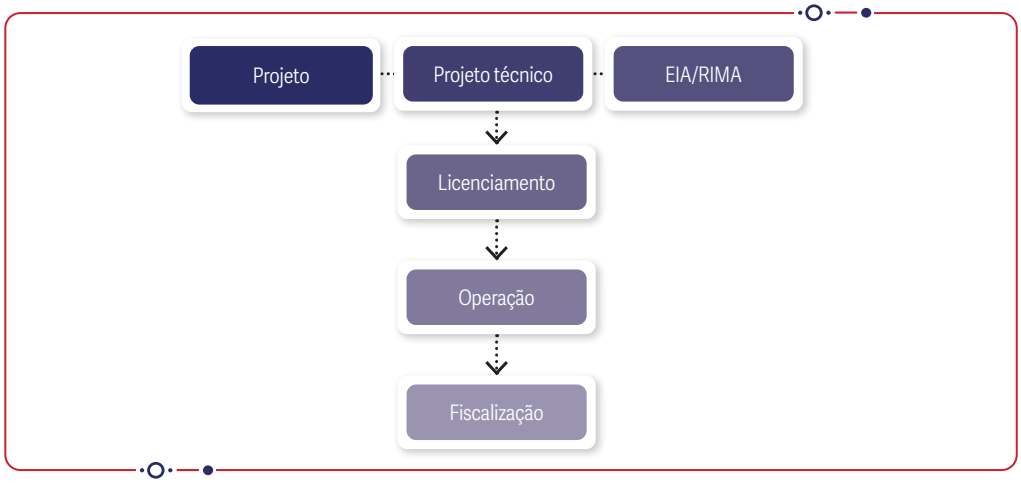
Esses eventos demonstram a importância do EIA/Rima na dinâmica ambiental e na vida das pessoas, já que se estudos tivessem sido feitos e seguidos, esses acidentes poderiam ser evitados.

8.3 Elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental

Vídeo

Como vimos, o EIA/Rima são documentos importantes e essenciais para projetos e construções de grandes dimensões, sobretudo para que seja avaliado o que a obra causará nas imediações a ela. Entretanto, de acordo com Clarita Müller-Plantenberg e Aziz Nacib Ab'Sáber (2006), esses documentos são elaborados na fase inicial de viabilização de um empreendimento, fase essa que está inclusa dentro de uma estrutura com muito mais passos, como vemos na Figura 2.

Figura 2
Estrutura de um licenciamento para promover uma ação/empreendimento



Fonte: Elaborada pelo autor.

A legislação brasileira determina que os documentos sejam produzidos logo após a etapa do projeto, ainda como parte dos primeiros estudos, que são levados à audiência pública.

As etapas seguintes equivalem ao licenciamento, operação e fiscalização do empreendimento pelo Poder Executivo e o Ministério Público. Dessa forma, é necessário que o projeto esteja adequado às questões ambientais para que se possa dar prosseguimento a ele. O Rima tem grande importância nesse momento, pois em audiências públicas é ele que traz a infor-

mação sobre as alterações ambientais a que a população está sujeita, caso o projeto seja aprovado. A audiência com a população é a oportunidade de conversar diretamente com os responsáveis e propor melhorias que possam beneficiar ambos os lados.

A elaboração de um EIA, segundo Sánchez (2020), deve ocorrer em duas etapas, o planejamento e a execução, as quais serão abordadas de maneira mais específica a seguir.

Planejamento e execução

A etapa de **planejamento** começa com um reconhecimento ambiental da região, para que a equipe conheça todas as fragilidades e os potenciais do ambiente a ser impactado[1] e, em seguida, a equipe deve avaliar as alternativas ao projeto. Essa é uma etapa importante para que se criem alternativas em um possível confronto durante a audiência pública.

1

Nesse contexto, utiliza-se o termo *impactado* sem considerar se as consequências serão de pequeno, médio ou grande porte.

O tópico seguinte, ainda na etapa de planejamento, deve identificar preliminarmente os impactos potenciais do empreendimento na região. Essa fase deve considerar inclusive os impactos sazonais – isto é, aqueles que serão sentidos durante a instalação do projeto. Por fim, a determinação do escopo do projeto, aquilo que se pretende atingir, e um plano de trabalho devem ser elaborados, plano esse que deve conter, essencialmente, os itens a seguir (SÁNCHEZ, 2020; MÜLLER-PLANTENBERG; AB'SÁBER, 2006):

- descrição do empreendimento;
- alternativas para o empreendimento;
- localização;
- área de estudo;
- características ambientais da área;
- possíveis impactos;
- questões relevantes acerca do empreendimento;
- estrutura do estudo (descrição dos capítulos que compõem o plano de trabalho);
- metodologia de levantamento e análise dos dados;
- metodologia de análise dos impactos;
- formas de apresentação dos resultados (geralmente em mapas);
- consulta pública.

Já a etapa de **execução** do EIA começa com o plano de trabalho elaborado no planejamento. A partir daí deve-se fazer os estudos de base necessários para a realização da análise ambiental, os quais envolvem a identificação dos impactos, de sua magnitude e importância.

Os dados coletados são cruzados para a simulação de quadros impactantes, um procedimento que deve ser feito utilizando-se dados georreferenciados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) – no qual as informações são modeladas de acordo com as características do projeto –, o que possibilita estimar a magnitude do impacto oferecido. Atualmente, dados desse tipo podem ser adquiridos gratuitamente com os órgãos gestores; no entanto, pode haver custos para fazer um aerolevantamento[2] ou adquirir imagem de satélite de boa resolução, variando o valor de acordo com o tamanho da área, sua magnitude e o nível de detalhamento necessário para identificar todos os quadros possíveis.

2

O aerolevantamento nada mais é do que a operação aérea de medição, computação e registro de dados do terreno, com o emprego de sensores e/ou equipamentos adequados, bem como a interpretação dos dados levantados.

Leitura

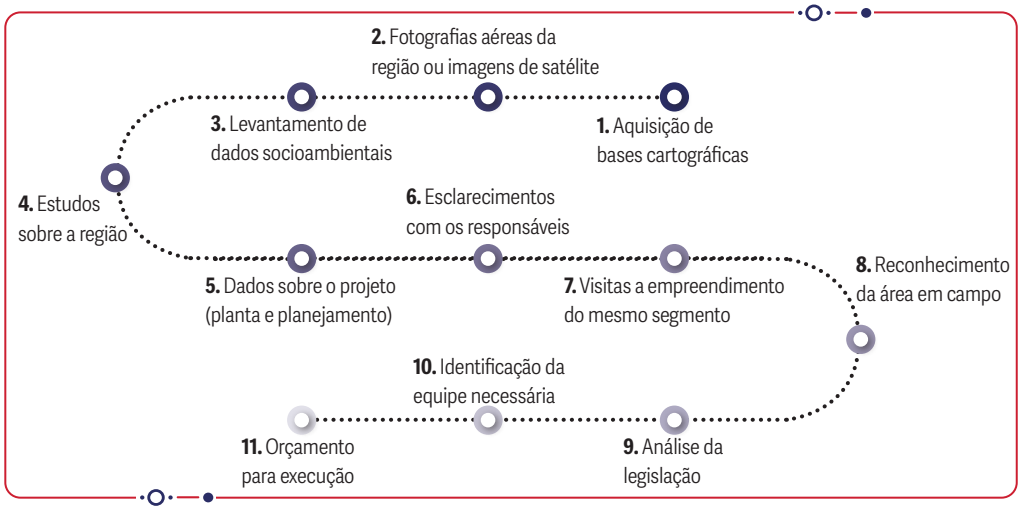
Para entender como funciona o EIA/Rima na prática, o caso das obras do Arco Metropolitano de Recife, em 2014, pode ser usado como exemplo. Conforme mostra a reportagem do portal G1, o EIA/Rima realizado para obra indicou vários pontos negativos para a obra, além de estimar que alguns imóveis precisariam ser desapropriados, o que causou grande preocupação nos moradores da região na época.

Disponível em: https://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2014/12/desapropriacoes-para-obras-do-arco-metropolitano-preocupam-populacao.html. Acesso em: 14 jan. 2025.

Após esses estudos a equipe deve elaborar um plano de gestão que deve gerir de maneira sustentável o ambiente, sempre que possível, com um mínimo de impactos possível. Isso vai depender, todavia, do tipo de empreendimento que será proposto. Por fim, é elaborado o documento do EIA/Rima.

Na Figura 3, temos representados os passos principais para a construção do estudo.

Figura 3
Etapas para a construção de um EIA



Fonte: Elaborada pela autora com base em Sánchez (2020) e Müller-Plantenberg e Ab'sáber (2006).

Essas etapas foram abordadas aqui de maneira genérica, pois, na realidade, elas variam de acordo com o empreendimento em questão e com as características do terreno. É importante que a equipe seja composta por profissionais das áreas de geografia, biologia, direito, arquitetura, engenharia, sociologia etc., de modo a permitir que todas as variáveis sejam observadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é um país de grande extensão territorial, com muitas áreas naturais ainda preservadas, e conta com uma legislação rigorosa para controlar os impactos ambientais. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (Rima) são documentos essenciais para a autorização de empreendimentos ou atividades que possam causar riscos ao meio ambiente. Entretanto, essa legislação enfrenta a falta de profissionais para fiscalizar áreas mais remotas, que se tornam mais vulneráveis aos impactos. Já nas áreas urbanas, o controle ambiental é mais rigoroso, sendo fundamental para a manutenção do equilíbrio ecológico.

ATIVIDADES

Em uma cidade, um shopping center está sendo construído em um bairro residencial que fica próximo a um manguezal. O objetivo do grupo responsável pelo empreendimento é revitalizar o bairro com um grande shopping, com o argumento de que isso aumentaria o fluxo e até a segurança local; no entanto, a população está receosa devido a uma possível mudança na rotina do bairro que esse empreendimento causaria.

Você faz parte da equipe que vai elaborar o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA/Rima) do shopping center, portanto, responda às seguintes questões:

Atividade 1

Quais são os principais pontos a serem observados nesse estudo?

Atividade 2

Após a inauguração, o shopping não teve o fluxo de pessoas esperado e acabou virando um "elefante branco" no bairro. Esse seria um quadro previsível, segundo a natureza do estudo? Quais as alternativas para essa situação, que deveriam aparecer em um EIA/Rima?

Atividade 3

Depois de algum tempo, aparecem rachaduras na estrutura do shopping, que passa por constantes reformas. A população local diz que a construção tende a cair em algum momento, enquanto os empreendedores dizem que tudo está sob controle. Essas rachaduras configuram uma falha no Estudo de Impacto Ambiental? Explique.

REFERÊNCIAS

BACHTOLD, F. Prédios mais altos do país cobrem o sol em Balneário Camboriú (SC). *Folha de S. Paulo*, 27 dez. 2015. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/paywall/login.shtml?https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/12/1723364-predios-mais-altos-do-pais-cobrem-o-sol-em-balneario-camboriu-sc.shtml. Acesso em: 14 jan. 2025.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 14 jan. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama n. 1, de 23 de janeiro de 1986. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em: 14 jan. 2025.

MANSUR, R. Seis anos após tragédia da Vale em Brumadinho, Minas Gerais tem mais de 40 barragens em nível de alerta ou emergência. *G1*, 25 jan. 2025. Disponível em: https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2025/01/25/seis-anos-apos-tragedia-da-vale-em-brumadinho-minas-gerais-tem-mais-de-40-barragens-em-nivel-de-alerta-ou-emergencia.ghtml. Acesso em: 29 jan. 2025.

MÜLLER-PLANTENBERG, C.; AB'SABER, A. N. (org.). *Previsão de impactos*. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2006.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

9

Avaliação do impacto ambiental

A elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (EIA/Rima) depende de uma série de fatores internos e externos ao projeto. Sabendo disso, neste capítulo veremos como construir um estudo, desde a formulação de hipóteses até a sua dimensionalidade. Os tópicos que apresentamos aqui não devem ser tratados como um manual, mas sim como um guia de construção que ressalta os pontos principais que um EIA/Rima precisa conter, devendo ser lidos de maneira flexível quanto à importância dada a cada um deles, de acordo com a especificidade de cada empreendimento.

Objetivos de aprendizagem

Com o estudo deste capítulo, você será capaz de:

- formular hipóteses e identificar causas de um impacto;
- selecionar um método de previsão de impactos;
- entender a importância e a dimensionalidade do impacto estudado.

9.1 Formulação de hipóteses, identificação das causas do impacto e análise das consequências

Vídeo

A primeira coisa a ser feita na elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (EIA/Rima) é a **formulação de hipóteses** sobre quais seriam os impactos sofridos em um dado ambiente. A equipe pode usar análises comparativas de outros trabalhos da mesma linha ou a sua própria experiência para fazer as previsões, além de empregar trabalho de campo (SÁNCHEZ, 2020).

O trabalho de campo é uma atividade fundamental para formulação de hipóteses, pois é por meio dele que se tem contato com a área a ser estudada, o que possibilita a identificação da dinâmica local. É importante que esse trabalho seja preparado para que a maior parte da equipe multidisciplinar compareça, pois a região deve ser observada sob olhares técnicos distintos, com cada profissional responsável por apreender o aspecto fundamental da sua área na localidade (MÜLLER-PLANTENBERG; AB'SÁBER, 2006).

De volta ao gabinete, os profissionais devem fazer um cruzamento de informações entre o que foi observado em campo e os estudos técnicos e oficiais da área. Nesse ponto, o uso

de mapas topográficos se faz necessário para uma visão mais abrangente do local, além da observação de aspectos físicos, como a geomorfologia da região, a hidrografia, as construções, entre outros. No Brasil, esse tipo de mapa pode ser obtido no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ou com o Exército Brasileiro; mapas temáticos também devem ser utilizados para verificar o tipo de solo, seu uso e cobertura etc. É importante verificar a disponibilidade desses dados com a prefeitura local, mas, caso não estejam disponíveis, pode ser necessário gerá-los.

Leitura

O artigo da pesquisadora Valéria de Marcos, *Trabalho de campo em geografia: reflexões sobre uma experiência de pesquisa participante*, dá ao leitor a chance de saber um pouco mais sobre o trabalho de campo e como preparar e se portar em uma atividade como essa, que deve ser planejada com bastante antecedência para evitar problemas e garantir que o objetivo principal, o estudo, seja realizado.

Disponível em: https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/731. Acesso em: 12 fev. 2025.

Após a caracterização da área, com base no empreendimento a ser construído, os técnicos devem comparar os resultados obtidos com outros estudos feitos na mesma linha. É uma etapa importante, pois a busca de estudos similares pode auxiliar não apenas na predição de impactos como também para verificar como o órgão público tende a apreciar o estudo, assim como a sua repercussão. Um cuidado importante nessa etapa é a busca por fontes de pesquisa, e o ideal é que essa busca seja feita em sites de órgãos oficiais que atuam diretamente com o assunto em questão. Estudos adquiridos em outros canais podem estar errados ou até mesmo ser tendenciosos, como documentos presentes em sites de empresas (SÁNCHEZ, 2020), visto que elas podem ter adulterado os estudos em benefício próprio.

Outra questão importante é que os membros da equipe devem ter familiaridade com o tema e, por isso, ela precisa ser montada com cuidado. A figura de um coordenador é necessária, pois é necessário haver alguém que guie os estudos da equipe, organize todos os conhecimentos e elabore o texto da hipótese (que é um quadro de previsão de riscos), feito com base em tudo o que foi estudado.

> O impacto ambiental é causado por um conjunto de ações que têm por objetivo colocar em prática um empreendimento, e o EIA/Rima é elaborado quando a atividade em questão é de grande porte e envolve alteração no ambiente – seja ela física, cultural, social ou econômica. Portanto, **identificar as causas do impacto** envolve conhecer a técnica utilizada na implementação do projeto, assim como todos os estudos técnicos efetuados (MÜLLER- PLANTENBERG; AB'SÁBER, 2006).

Não é papel da equipe responsável pelo EIA/Rima realizar estudos preliminares de ordem técnica – como verificação de características pedológicas, elaboração de projeto, técnicas implementadas, viabilidade etc. –, já que esses materiais devem ser produzidos na parte inicial do projeto pela empresa responsável e interessada em realizar o empreendimento. Todos os estudos, documentos, mapas e materiais de interesse da equipe multidisciplinar que vai realizar o EIA devem ser fornecidos por quem realiza o projeto. Em situações específicas, alguns estudos não existentes podem ser solicitados, mas é importante que o profissional que irá elaborar o EIA esteja ciente de que o seu trabalho consiste em fazer um estudo avaliativo das consequências futuras, e não a construção de um arcabouço documental

para liberação do projeto – que é responsabilidade do empreendedor em questão.

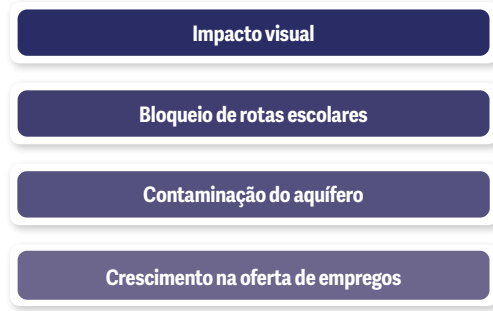
De posse dos documentos necessários para a análise, a equipe responsável pela elaboração do estudo deve avaliar as técnicas implementadas e suas consequências. Isso varia de acordo com o projeto em análise, pois cada empreendimento terá um conjunto de técnicas específicas a serem colocadas em ação. Por isso, a equipe montada para realizar o estudo deve contar com profissionais que estejam capacitados e ambientados na área de atuação do empreendimento (SÁNCHEZ, 2020).

Por exemplo, os profissionais selecionados para estudar os impactos da instalação de uma mina não podem ser os mesmos escolhidos para avaliar os impactos da construção de um shopping center, pois são atividades de natureza completamente diferente, ainda que as formações de alguns profissionais sejam na mesma área. O engenheiro civil responsável pela parte técnica da construção da mina deverá ter conhecimentos específicos desse empreendimento, adquiridos ao se trabalhar com geólogos, e considerar os impactos sociais e econômicos da instalação da mina e de sua derradeira desativação. Esse é um quadro muito diferente daquele enfrentado pelo engenheiro civil que deve avaliar as consequências da instalação do shopping center e sua perturbação, pois há impactos sociais e econômicos de ordens distintas nesses dois empreendimentos.

A identificação das causas do impacto, portanto, deve ser feita por profissionais com certa experiência ou preparação técnica na especificidade da ação a ser implementada. Cada projeto envolverá um conjunto de ações sistematizadas, e para isso a equipe responsável pelo estudo deverá ter todas as ações devidamente elencadas, como um roteiro a ser seguido para a execução do projeto. A partir dessas ações determinadas, a equipe de avaliadores identificará ponto a ponto os impactos envolvidos e, ao final, observará os impactos de caráter sistêmico – isto é, aqueles que envolvem um conjunto de ações.

Efetuados os estudos preliminares e as aproximações necessárias entre teoria e prática, a equipe deve **analisar as possíveis consequências** e apresentá-las de maneira clara e objetiva no documento. Nessa etapa não poderão ser aceitas dubiedades ou generalizações; a informação da consequência de um impacto deve ser feita sem deixar dúvidas para o leitor, mesmo que ele não tenha a capacitação técnica para entender a fundo o problema.

Descritas em tópicos e de modo conciso, as consequências de um impacto podem ser apresentadas levando em consideração alguns preceitos, como (SÁNCHEZ, 2020):



Como vimos, as consequências exemplificadas são concisas e autoexplicativas, assim, seu estudo deverá oferecer um detalhamento desses impactos e de como eles vão ocorrer. Não existe dubiedade em nenhum dos tópicos relacionados – quando lemos "impacto visual", por exemplo, temos a exata noção do que é apresentado. Portanto, ao se produzir um EIA, não se deve deixar margens a interpretações, pois a qualidade do estudo pode ser afetada (MÜLLER-PLANTENBERG; AB'SÁBER, 2006).

Os impactos cumulativos, ou seja, aqueles que derivam de outros impactos e que só podem ser previstos à medida que o estudo avança e a equipe consegue estimar um quadro futuro de impactos possíveis, também devem constar no estudo. A presença de impactos cumulativos é identificada por meio de uma análise sistêmica das ações.

9.2 Métodos de previsão de impactos

Vídeo

A metodologia de previsão de impactos faz parte do procedimento de análise das ações implementadas e deve permitir à equipe responsável realizar um prognóstico futuro do ambiente, estimar a magnitude do impacto, fornecer informações para estudo das etapas subsequentes, assim como gerar subsídios para medidas mitigadoras. A previsão de impactos segue algumas premissas básicas que devem orientar a criação da metodologia que a equipe vai utilizar, pois cada projeto tem sua especificidade e, portanto, métodos específicos (MÜLLER- PLANTENBERG; AB'SÁBER, 2006).

De maneira geral, a metodologia de previsão de impactos é orientada por cinco etapas:

Sobre a primeira dessas etapas, a **escolha de indicadores**, estes podem ser definidos como variáveis ou parâmetros que fornecem uma interpretação de dados ambientais (SÁNCHEZ, 2020). *Indicadores* é um termo amplo que pode ser utilizado em diversos campos das ciências; nas geociências, os indicadores nos fornecem informações para medir e acompanhar as mudanças no espaço físico causadas pela ação humana, como o assoreamento de rios, desmatamento, entre outras ações que, juntas, podem causar impactos de diferentes magnitudes.

Os indicadores, no contexto aqui aplicado, referem-se aos impactos físicos e econômicos no ambiente, como a mudança na demanda de bens e serviços, o aumento dos processos erosivos, a interferência na topografia local, entre outros. Ao escolherem os indicadores que vão trabalhar, os profissionais devem considerar a capacidade de monitoramento desses indicadores para que possa ser avaliado um quadro de antes e depois, se necessário.

Quanto à etapa de **escolha de como fazer a previsão**, modelos matemáticos são utilizados para criar uma simplificação da realidade e estimar os impactos por meio de métodos estatísticos e cálculos de probabilidade. A modelagem matemática depende de um conhecimento

avançado de matemática aplicada, uma vez que o modelo ideal não existe, pois muda para cada situação. A presença de profissionais familiarizados com essas técnicas na equipe é fundamental para a criação de modelos adequados a cada situação (SÁNCHEZ, 2020).

Na elaboração do EIA/Rima, os modelos matemáticos são amplamente aplicados e podem ser testados em ambientes computacionais para criar uma modelagem ambiental futura acerca dos possíveis impactos. Os cálculos estatísticos entram nesse processo, respaldando a análise e evitando uma margem de erro grosseira. A escolha do modelo ideal para a aplicação é parte fundamental do processo e a sua justificativa também deve constar no relatório.

Sobre a **validação do método**, quando não é possível utilizar um modelo matemático existente e nem desenvolver um novo, há a possibilidade de adaptar um modelo de outra situação similar e aplicá-lo. Nesse ponto, o modelo deve ser validado por meio da calibração do método e da adaptação dos pressupostos do estudo para a realidade modelada (SÁNCHEZ, 2020). Caso não ocorra a validação do método, deve-se descartá-lo, buscar outro e validá-lo. Cálculos estatísticos que buscam uma margem de erro definida podem ser utilizados para definir o uso ou não de um modelo.

Já quanto à **aplicação do método**, em posse de todo o material – já previamente validado e com as informações de entrada preparadas –, nessa etapa deve-se, junto dos dados coletados, rodar o modelo matemático escolhido e verificar os resultados; essa fase geralmente é feita utilizando-se um software (MÜLLER-PLANTENBERG; AB'SÁBER, 2006).

Por fim, com relação à etapa de **análise e interpretação**, após a aplicação do modelo matemático, a equipe terá em mãos dados brutos para analisar. Essas informações devem ser estudadas individualmente e com muita atenção pelos membros da equipe técnica, pois os dados brutos não têm utilidade em um EIA/Rima. A análise e a interpretação estão relacionadas ao refinamento dos dados e ao seu preparo para publicação.

Leitura

Devido ao histórico dos últimos anos no Brasil, quando barragens de rejeitos romperam-se e causaram muitos impactos negativos, a comunidade científica começou a estudar melhores formas de prever esses eventos. O artigo das pesquisadoras Géssica B. Carvalho e Rosyelle C. Corteletti, *Proposta metodológica para previsão de impactos decorrentes de acidentes com barragens de rejeito*, aborda essa vertente e traz uma proposta metodológica.

Disponível em: https://www.scielo.br/j/esa/a/hLkrWwrpKLnFxSqKmTGP9hK/?lang=pt. Acesso em: 13 fev. 2025.

Nesse ponto, uma condição numérica ou uma variável de probabilidade pouco importam para o produto final, pois elas devem ser lidas e vir acompanhadas de uma explicação fundamentada do seu real valor no impacto ambiental. Para isso, busca-se a experiência do profissional especialista.

Outras formas de fazer a previsão de impactos existem e envolvem essencialmente a comparação e a análise laboratorial (SÁNCHEZ, 2020). A primeira se refere à comparação com situações semelhantes e sobre as quais se tem conhecimento de um EIA já realizado – ou seja, comparam-se os casos buscando similaridades e implementa-se um estudo comparativo. O segundo diz respeito a situações que podem ser reproduzidas em laboratório e estimadas, como a capacidade do solo de reter determinado material, o nível de saturação, entre outras. A modelagem matemática, no entanto, consegue envolver todos esses fatores.

9.3 Importância e dimensionalidade dos impactos

Vídeo

Diversos elementos são importantes para a construção de um EIA/Rima, e os seus usos variam quanto ao tipo de empreendimento estudado. Porém, a espacialização das informações analisadas difere de outros aspectos por ela se fazer presente em todos os estudos, independentemente da especificidade (SÁNCHEZ, 2020). O uso da cartografia para estudar/avaliar a dimensionalidade dos impactos ajuda a estabelecer o nível de sua importância nos respectivos contextos sociais e ambientais.

Site

O site do IBGE conta com um grande acervo de cartas e mapas para download, e esses materiais podem servir como ponto de partida em uma análise espacial ou planejamento de campo. Para estudos mais específicos, o IBGE disponibiliza os dados vetoriais para que o usuário faça o tratamento em um software específico da área (os sistemas de informação geográfica).

Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/todos-os-produtos-geociencias.html. Acesso em: 12 fev. 2025.

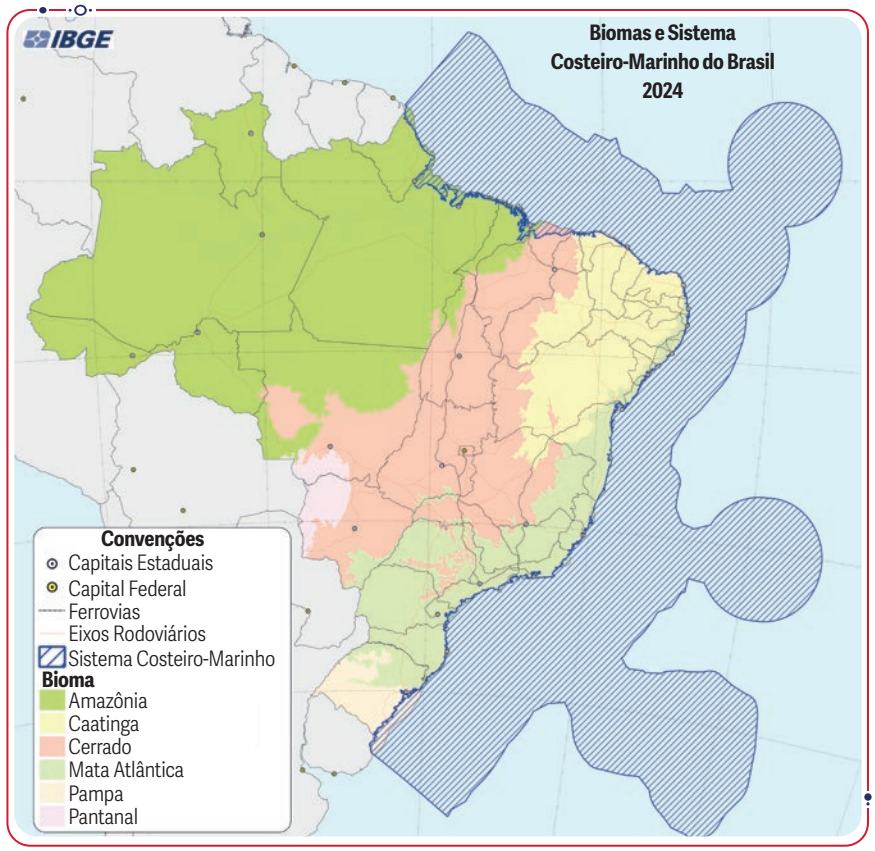
Os mapas são documentos fundamentais para o planejamento de ações e para a interpretação de variáveis espaciais, isso porque carregam um alto nível de informação sobre as áreas representadas por eles. Há diversos tipos de mapas disponíveis aos profissionais que desejam utilizá-los, mas, para esse planejamento e interpretação de variáveis, os tipos mais utilizados são os mapas topográficos e os temáticos (RAISZ, 1969). No geral, os **mapas topográficos** (Mapa 1) apresentam o ambiente e todos os elementos que o compõem por meio de simbologia cartográfica, assim conseguem representar feições específicas ou generalizadas, curvas de nível para variação topográfica e grades de coordenadas para localização precisa.

Os **mapas temáticos** (Mapa 2), por sua vez, não são tão abrangentes, logo são focados em uma região específica ou em um determinado tipo de fenômeno que se deseja representar. Ou seja, mapas temáticos apresentam uma temática (como o clima de um estado, os biomas de um país etc.), não se preocupando em representar tudo que se encontra na superfície do local (SLOCUM *et al.*, 2022).

Mapa 1
Mapa topográfico da América do Sul

Fonte: NASA. América do Sul em relevo sombreado colorido; Missão Topográfica de Radar Embarcado. 2003. Mapa topográfico. Nasa, Washington, DC.

Mapa 2
Mapa temático dos biomas brasileiros



Fonte: IBGE, 2024.

A escala dos mapas é um fator de grande importância no Brasil: mapas com alto nível de detalhes, na escala de 1:25.000 ou 1:10.000, não são facilmente encontrados no país e sequer todo o território brasileiro está mapeado na escala de 1:50.000. Além disso, por se tratar de áreas de enorme interesse, principalmente na região costeira, muitos desses documentos são sigilosos e propriedade do Exército Brasileiro, portanto não é possível consultá-los.

O IBGE libera gratuitamente diversos mapas e malhas digitais (estas, utilizadas para processamento em Sistemas de Informação Geográfica – SIGs), mas carece de cobertura e atualização de sua base cartográfica. É comum encontrar, ainda hoje, documentos produzidos na década de 1960 que não foram atualizados. Isso ocorre devido ao alto custo do processo de mapeamento, além do tempo elevado para a produção desse material (FITZ, 2008). O Brasil é um país de dimensões continentais, e mapear todo esse território não é tarefa fácil.

Considerando que um bom planejamento e análise sempre terão como base uma visão completa da área, com informações precisas acerca do que se tem, a equipe responsável deve buscar as bases cartográficas oficiais em uma escala que atenda à sua necessidade. Se os mapas necessários não forem encontrados, será preciso avaliar a viabilidade de mapear a área. Esse procedimento, no entanto, vai aumentar o custo e o tempo necessário do projeto.

Na impossibilidade do uso de mapas, outras ferramentas podem ser aplicadas, porém deve-se sempre buscar informações precisas e de fontes confiáveis. O uso da fotografia aérea para esse fim é fundamental, pois essa é uma técnica de elevada precisão geométrica. A fotogrametria cartográfica é parte do processo de mapeamento de uma região e trata-se de um dos produtos-base da construção de mapas topográficos (FITZ, 2008). Órgãos dos governos federal e municipais devem ter um catálogo de fotografias para consulta e confecção de mapas, no entanto ele deve ser atualizado de tempos em tempos, pois o espaço se modifica continuamente.

Caso não seja possível obter as fotografias com os órgãos do governo ou mesmo trabalhar com fotografias atualizadas, os profissionais poderão realizar o trabalho contratando uma empresa de aerofotogrametria. Atualmente essas empresas prestam serviços não apenas de cobertura fotográfica da região, como também de mapeamento. Esse, porém, é um serviço caro que envolve aparato técnico, aeronave, piloto, processamento dos dados, além de depender de condições climatológicas específicas para obtenção das imagens.

Outra alternativa é o uso de sensoriamento remoto, técnica que está relacionada aos sistemas de nível orbital, os satélites, que geram imagens da Terra continuamente (LIU, 2007). É um serviço que tem tido maior demanda nos últimos anos, sobretudo por conta da melhoria na qualidade e do custo menor das imagens de satélite se comparadas às fotografias. A precisão não é a mesma, já que as fotografias aéreas ainda são mais precisas geometricamente – inclusive por serem tiradas próximas à superfície. Os satélites estão mais distantes e, com isso, sofrem mais variações quanto à sua órbita (posicionamento), além de terem de lidar com o movimento constante e rápido da superfície terrestre.

A possibilidade de uso das imagens de satélite reside na capacidade do profissional em aplicar as correções necessárias à imagem. Além disso, os produtos de satélite têm ficado mais precisos a cada dia devido ao fato de essa ser uma área que se expande rapidamente com o desenvolvimento tecnológico. Porém, seu uso depende de diversos fatores, como a resolução espacial da imagem, a resolução radiométrica, a resolução espectral e o tempo de revisita do satélite. Ainda, nem todas as áreas da superfície podem ser registradas em imagem a todo momento, pois isso depende de um dia sem nuvens, da condição da atmosfera, da data em que se deseja coletar a imagem etc. (LIU, 2007). Alguns satélites já permitem o desvio de visão do sensor para captar imagens de uma região, ainda que não estejam passando por ela em nadir [1]. Esses satélites são mais caros e o serviço depende da posição em que o equipamento estará no dia.

1 Nadir ou nadiral é a direção da "vista" do satélite, percebida a partir da esfera celeste em direção à Terra formando um ângulo reto (90°). A direção oposta – isto é, o ponto de vista da Terra em direção à esfera celeste, dentro das mesmas condições – é chamada de *zênite*.

O Processamento Digital das Imagens (PDI) de satélite também deve ser feito por profissionais especializados e envolve desde a correção geométrica e atmosférica da imagem até a aquisição de informação e o processamento dos dados na forma de mapa, gráfico ou tabela (LIU, 2007). É um serviço de alto custo, que envolve também o trabalho de campo, pois visitas à área devem ocorrer para se ter maior precisão e fazer a correção geométrica da imagem.

O uso de drones – também chamados de *veículos aéreos não tripulados* (VANTs) – é uma possibilidade; sua aplicação já é regulamentada e as técnicas de correção de imagens têm melhorado a cada ano. A vantagem de um drone é o baixo custo e a proximidade com a superfície terrestre, o que confere mais detalhes à sua imagem. A desvantagem reside justamente no tamanho e peso do equipamento, que os deixam mais suscetíveis às mudanças das condições do tempo, demandando, assim, maior tempo no processo de correção. O equipamento deve ser adequado com o uso de sensores multiespectrais, o que pode encarecer o serviço em alguns modelos, mas ainda assim é menos custoso do que um levantamento aerofotogramétrico.

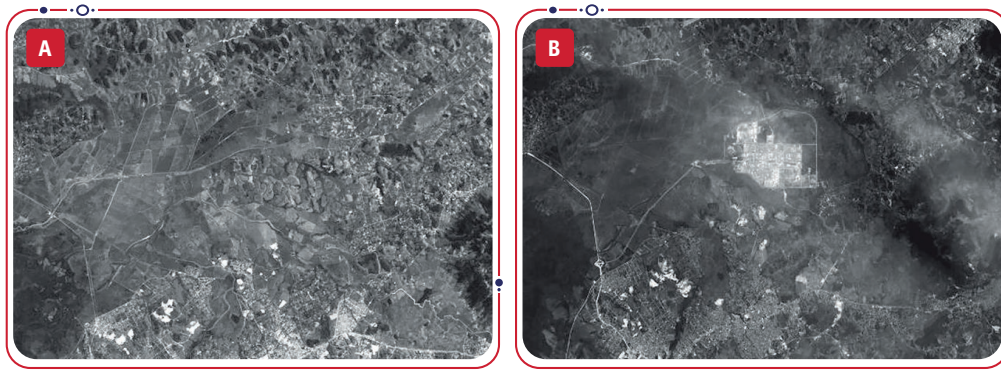
Apesar das dificuldades aqui descritas, a equipe responsável pelo EIA/Rima não deve descartar a utilização de mapas e imagens em seus trabalhos para ilustrar a dimensionalidade do fenômeno e trabalhar a sua importância. Assim, faz-se necessário que a equipe delibere sobre qual é a melhor opção para uso em seu estudo, considerando os custos, a rapidez e a precisão do serviço.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de impacto ambiental é a etapa em que o profissional deve fazer uma análise aprofundada sobre a área estudada. Atualmente, com o contexto da web 4.0 – em que o mundo real e o digital estão cada vez mais integrados –, o acesso a informações georreferenciadas e o compartilhamento facilitado das informações aumentam potencialmente a capacidade do profissional em cruzar os dados e prever impactos. O acesso aos dados cartográficos, que antes eram complexos para se conseguir, hoje está a um clique de distância, permitindo que uma equipe multidisciplinar possa atuar na avaliação de impacto presencial ou remotamente. Dessa forma, é possível criar uma equipe mais robusta e com mais olhares técnicos para compreender a dinâmica dos impactos sofridos.

ATIVIDADES

Observe as imagens a seguir, que mostram a alteração no espaço causada pela construção do complexo petroquímico da Petrobras (Comperj) no município de Itaboraí (RJ).



Itaboraí em 2004 (Figura A) e em 2016 (Figura B).

Analisando criteriosamente as imagens, responda as atividades a seguir.

Atividade 1

Baseando-se na diferença entre as duas imagens, quais impactos as obras da Comperj causaram na região de Itaboraí?

Atividade 2

Considerando apenas essa análise visual da imagem, quais indicadores poderiam ser adotados para previsão e acompanhamento dos impactos na região? Especifique.

Atividade 3

Quais são as cinco etapas que orientam a metodologia de previsão de impactos em projetos ambientais e qual é a importância de cada uma delas?

REFERÊNCIAS

FITZ, P. R. *Cartografia básica*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil 2024*. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=617281. Acesso em: 12 fev. 2025.

LIU, W. T. H. *Aplicações de sensoriamento remoto*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MÜLLER-PLANTENBERG, C.; AB'SABER, A. N. (org.). *Previsão de impactos*. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2006.

RAISZ, E. J. *Cartografia geral*. Rio de janeiro: Científica, 1969.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SLOCUM, T. A. *et al*. *Thematic cartography and geovisualization*. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2022.

10

Plano de gestão ambiental

A elaboração de um plano de gestão ambiental faz parte do processo de construção de um Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (EIA/Rima), e, tão importante quanto prever os impactos causados e fazer a análise de risco do projeto, é definir como gerir o ambiente no período de instalação do empreendimento.

Em seu cerne, a gestão envolve etapas que vão desde os estudos iniciais do projeto até o período de pós-construção, com o acompanhamento do projeto em atividade, portanto este capítulo vai trabalhar os conceitos e as técnicas fundamentais para o desenvolvimento de um bom plano de gestão ambiental.

Objetivos de aprendizagem

Com o estudo deste capítulo, você será capaz de:

- prevenir riscos e adotar medidas compensatórias adequadas às especificidades do projeto;
- detectar os impactos benéficos e fazer o monitoramento e a gestão ambiental;
- dominar os componentes de um bom planejamento.

10.1 Prevenção de riscos e medidas compensatórias

Vídeo

Alguns estudos de impacto ambiental acompanham uma análise detalhada de risco – isto é, um estudo à parte que avalia os impactos previstos e os riscos reais inerentes, além de auxiliar na construção de medidas mitigadoras – que objetiva a **prevenção de riscos**. Atualmente, o EIA e o Rima são também instrumentos necessários para que se faça a gestão dos riscos de um dado empreendimento, atividade considerada fundamental em um mundo cada vez mais habituado e integrado ao discurso sustentável (SÁNCHEZ, 2020).

O estudo dos riscos deve ser entendido diferentemente da previsão dos impactos: quando tratamos de previsão de impactos, isso envolve um conjunto de ações que, ocorrendo sob certas condições, dão origem ao que chamamos de *impacto;* enquanto o estudo dos riscos se refere ao grau de incerteza, isto é, a possibilidade de um determinado impacto ocorrer ou não. Por exemplo, após determinar os possíveis impactos de um empreendimento, alguns são classificados como certos (existe uma certeza de ocorrência) e outros como incertos (dependem

de um conjunto de fatores). Essa certeza ou incerteza está relacionada ao risco, que pode ser maior ou menor, assim como o impacto é certo ou incerto (e, nesse caso, ainda existem aqueles que têm maior ou menor probabilidade de acontecer).

O estudo dos riscos em um projeto irá resultar em propostas para sua redução ou gestão, compondo um plano de gestão ambiental que deve fazer parte do EIA/Rima. Esse plano nada mais é do que um conjunto de medidas mitigadoras que têm por objetivo minimizar o impacto das atividades humanas sobre o ambiente, preservando-o ao máximo (MÜLLER-PLANTENBERG; AB'SÁBER, 2006).

As atividades voltadas para a gestão ambiental estão classificadas de duas formas: o gerenciamento de riscos e as ações de emergência. O denominado *gerenciamento de riscos* deve desenvolver medidas para evitar qualquer acidente ambiental. Geralmente, quem faz esse tipo de planejamento são as grandes empresas, com empreendimentos de grandes proporções, como uma plataforma de petróleo ou uma usina nuclear; enquanto na plataforma deve-se gerenciar os riscos de vazamento de petróleo nas tubulações, na usina é preciso se preocupar com o armazenamento e a proteção dos resíduos tóxicos. As ações de emergência, por sua vez, são atividades planejadas para serem colocadas em prática quando ocorre algo fora do controle; no caso, um acidente como o rompimento de um duto de petróleo ou o vazamento de resíduos tóxicos das usinas.

Um plano de emergência deve envolver a comunidade local, identificando comportamentos, rotas de fuga, dificuldades de deslocamento de algum morador, entre outros. É de responsabilidade da equipe de profissionais elaborar estudos que zelem pelo bem-estar da população (SÁNCHEZ, 2020).

Na elaboração de um EIA, quando os impactos instantâneos e posteriores já estão definidos, o estudo deve apontar **medidas compensatórias** para a região; portanto, entende-se que essas medidas são ações que tentam diminuir o tamanho do impacto ambiental. Não é uma indenização, mas sim ações implementadas diretamente no ambiente para a redução desse impacto.

Uma medida compensatória pode ser, por exemplo, a construção de um túnel para não demolir um aclive; a preservação de uma parcela do terreno para conservar uma vegetação específica; a construção de tanques para a criação de algumas espécies de peixes cujo hábitat inevitavelmente será eliminado etc. Diante de eventos inevitáveis de um empreendimento, medidas devem ser aplicadas na mesma proporção que o impacto previsto.

Das medidas compensatórias, as mais proeminentes são aquelas que têm por objetivo mitigar a perda de um hábitat de uma espécie, um tipo de impacto bastante nocivo, pois algumas espécies de fauna e flora existem em um ambiente em particular e por causa de condições ambientais específicas daquela região. A compensação, nesse caso, deve encontrar ou reproduzir outro hábitat para que essa espécie seja reinserida no ambiente e não desapareça totalmente. A instalação de hidrelétricas, por exemplo, inunda hábitats inteiros, sendo necessária a coleta de alguns espécimes para transporte e preservação em área com condições parecidas. A compensação com a perda de hábitats não é tão fácil, pois enfrenta resistência das espécies e depende de sua adaptação, o que muitas vezes não ocorre.

Ainda no caso das hidrelétricas, o ser humano também tem de se adaptar, em alguns casos, pois para elas serem construídas muitas vezes inundam-se aldeias e comunidades inteiras. A remoção de um grupo de pessoas de

um lugar a outro envolve aspectos culturais e de identidade local, questões abstratas importantes, mas que são indubitavelmente perdidas com a instalação do empreendimento. Esse tipo de impacto é um dos mais difíceis de ser compensado, considerando que, muitas vezes, ainda que pese na perda de uma cultura local e identidade, a instalação da hidrelétrica é colocada como de interesse nacional e se sobrepõe a essas questões, obrigando a população local a se mudar, ainda que a adaptação a outros locais não ocorra.

Leitura

As ilhas de calor são produtos do impacto ambiental da ação humana, sobretudo no que se refere à ação do Poder Público em permitir a construção de mais edificações e a remoção de áreas verdes. É comum, portanto, que as prefeituras usem medidas compensatórias para reduzir esse impacto, como mostra a reportagem do portal G1, em que a prefeitura da cidade do Rio de Janeiro usa *drones* semeadores para restituir áreas desmatadas, em uma tentativa de compensar as ondas de calor que vêm aumentando na cidade. Além dessa, na reportagem ainda são citadas outras medidas compensatórias.

Disponível em: https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2023/11/27/prefeitura-do-rio-anuncia-medidas-para-amenizar-calor.ghtml. Acesso em: 12 fev. 2025.

Todavia, as medidas compensatórias, de um modo geral, referem-se a impactos de natureza ecológica. No âmbito nacional, existe o consenso de que algumas medidas devem servir como guia para a construção de compensação, portanto (SÁNCHEZ, 2020):

- **Deve-se buscar uma equivalência entre o hábitat impactado e a compensação.**
- **A proporcionalidade entre o dano causado e a compensação deve ser equivalente ou superior, sendo preferível a última.**
- **As medidas devem preferencialmente repor ou substituir os componentes afetados.**
- **As medidas devem ser implementadas preferencialmente em áreas conectadas espacialmente com a área afetada ou na mesma bacia hidrográfica.**

No Brasil, para o caso de áreas de preservação permanente (APP), existe a Lei Federal n. 12.651, de 25 de maio de 2012, que regula as atividades nesses ambientes. Quando o impacto ocorre em área de Mata Atlântica, desmatando-a, devem ser observados a Lei Federal n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006, e o Decreto n. 6.660, de 21 de novembro de 2008, que dispõem sobre as atividades implementadas nesse bioma e tratam dos mecanismos e do tipo de compensação adequados a essas áreas. Entre outras questões, a legislação citada aborda o tipo de vegetação a ser utilizada para a reposição de um ambiente impactado quando a eliminação de espécies nativas for inevitável e a reposição pelas mesmas espécies não for possível.

10.2 Impactos benéficos, monitoramento e gestão ambiental

Vídeo

A implantação de um empreendimento pode acarretar alterações consideradas benéficas à comunidade, em geral associadas a questões econômicas e de ordem social. O **impacto benéfico** é incerto, pois depende de diversos aspectos, às vezes externos ao projeto, que melhoram a estrutura física e o acesso a serviços e empregos para a população local. Mesmo assim, é importante frisar que

os benefícios são para a sociedade e não estão relacionados às questões ecológicas, pois o meio ambiente não é beneficiado pelo impacto causado, uma vez que a economia é indiferente ao seu ciclo de vida (MÜLLER-PLANTENBERG; AB'SÁBER, 2006).

O impacto econômico é o maior benefício e, muitas vezes, a maior justificativa utilizada para a implantação de um empreendimento. Alguns exemplos são notáveis em nosso cotidiano, como o do Complexo de Energias Boaventura (antigo Comperj), em Itaboraí, no Rio de Janeiro, que teve como principal justificativa para sua implantação o impacto econômico na cadeia de produção de petróleo, além da geração de empregos para a população local e da melhoria da infraestrutura da região.

O impacto benéfico da instalação de uma hidrelétrica é a geração de energia para os grandes centros urbanos. Com uma demanda cada vez maior por energia elétrica – consequência do desenvolvimento tecnológico e do aumento da população mundial –, a geração de mais energia é indispensável para que as atividades cotidianas que ditam a dinâmica econômica de uma região estejam em pleno funcionamento. Apesar do enorme impacto ambiental, a geração de energia é assumida como impacto benéfico e principal argumento para a realização desse tipo de projeto.

Os benefícios resultantes só serão possíveis se existir intervenção do Poder Público. Portanto, cabe ao governo construir vias de acesso, permitir a integração de transportes e incentivar a instalação de empresas no ambiente. A criação de atrativos na cidade para a manutenção do fluxo econômico também é necessária, a fim de evitar que a população se desloque para outros municípios em busca de distração, promovendo um movimento pendular constante.

> Entende-se que os impactos benéficos estão mais relacionados a agentes externos ao projeto do que diretamente à instalação do empreendimento. Devido a isso, seus resultados são incertos, mas devem ser considerados na elaboração do EIA/Rima.

Após estabelecidos os impactos oriundos do projeto, deve-se traçar um plano de **monitoramento** no caso de o projeto ser efetivamente implantado. A maior parte das regulamentações exige que um plano de monitoramento faça parte do EIA, pois ele permitirá uma análise contínua da proporção dos impactos, sendo um mecanismo de controle dos órgãos governamentais para que o projeto mantenha o nível de controle previsto no estudo (SÁNCHEZ, 2020).

O monitoramento, que está presente em todos os estágios do projeto, pode ser dividido em três etapas (SÁNCHEZ, 2020; MÜLLER-PLANTENBERG; AB'SÁBER, 2006):

Pré-operacional

Engloba os estudos de base, que dão origem ao EIA e acontecem antes da implantação do projeto.

Operacional

Feita durante a implementação do projeto, certificando-se de que todos os mecanismos previstos no EIA sejam seguidos.

Pós-operacional

Trata dos impactos residuais após a implantação do projeto, os quais podem acontecer em um prazo maior e dependem de um monitoramento contínuo das atividades.

O monitoramento deve envolver indicadores econômicos e sociais e aspectos físicos do ambiente; entretanto, não é uma forma de controle geral da atividade, mas sim um controle dos estudos e uma análise comparativa constante entre os impactos causados e os previstos, além da identificação de qualquer impacto que extrapole as medidas inicialmente previstas.

O plano de monitoramento deve ser sempre compatível com o projeto, nem maior, nem menor. Deve-se atentar para que seja seguido um raciocínio lógico, investigando os mesmos aspectos nas diferentes etapas de monitoramento; ou seja, investiga-se na etapa operacional o avanço das características averiguadas na pré-operacional. Dessa forma, é correto dizer que os parâmetros a serem monitorados se mantêm iguais durante todo o projeto, definindo-se com cuidado os períodos de coleta de dados para análise e a metodologia implementada em todas as etapas.

Parte importante e fundamental de um EIA, o plano de **gestão ambiental** deve ser elaborado com todo o rigor técnico-científico necessário, seguindo a estrutura tradicional de objetivos, a metodologia aplicada e, principalmente, um cronograma (MÜLLER-PLANTENBERG; AB'SÁBER, 2006). De maneira geral, a gestão ambiental trata de medidas fundamentais para a aprovação do projeto e não deve permear o campo hipotético; assim, precisa envolver ações que não apenas sejam factíveis, mas que tenham período certo de implementação durante a prática do projeto.

O plano de gestão ambiental deve ser construído com base em dois aspectos importantes. O primeiro é resultante dos impactos até então previstos no EIA (SÁNCHEZ, 2020), isto é, o conjunto de fatores que vai propor determinada ação com consequências identificadas, com reação prevista e devidamente planejada – e isso é o que se espera do plano de gestão. O outro aspecto importante é a experiência do profissional integrante da equipe, que já estudou situações semelhantes. Atualmente é difícil dizer que qualquer empreendimento seja inédito; o ineditismo pode até existir em uma perspectiva geral, mas aspectos específicos podem apresentar semelhanças com outros estudos anteriormente realizados. Essa comparação deve ser feita e fortemente considerada no planejamento.

Os órgãos governamentais e, principalmente, a população interessada, por meio das consultas públicas que fazem parte do projeto, podem incrementar o plano de gestão com solicitações e questionamentos. Desse modo, o plano de gestão ambiental não é elaborado apenas pelo corpo técnico que prepara o EIA/Rima, pois conta com a participação de atores externos ao projeto, que são afetados direta ou indiretamente por ele e devem ser ouvidos e considerados para que o planejamento não deixe margem a questionamentos futuros.

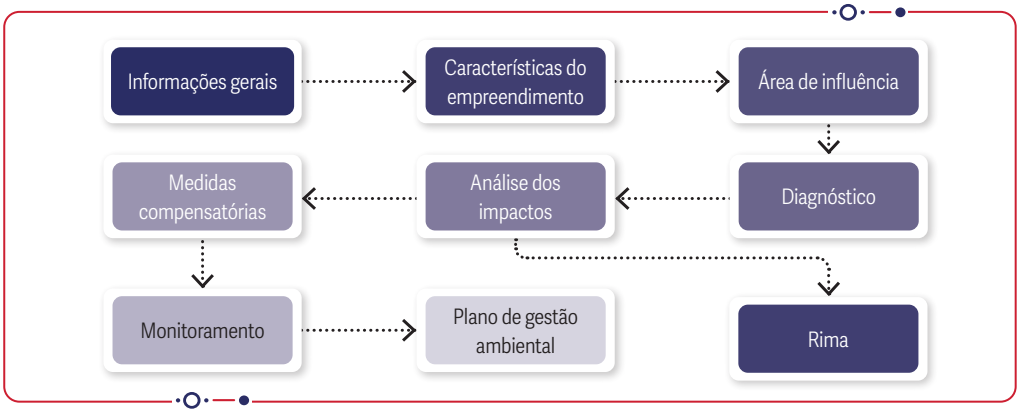
Leitura

O governo federal, por meio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), fiscaliza o licenciamento ambiental e determina as regras para consegui-lo. Atualmente, o Ibama conta com a cartilha *Estrutura do Plano de Gestão Ambiental do Licenciamento Ambiental Federal*, que explica como conseguir o licenciamento. É um documento que deve ser lido por todos os profissionais que pretendem atuar nessa área.

Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/phocadownload/licenciamento/publicacoes/Estrutura_PGA_Ibama-LAF.pdf. Acesso em: 12 fev. 2025.

A Figura 1 sintetiza as etapas de construção de um EIA/Rima, desde as informações gerais do projeto até a elaboração do plano de gestão ambiental.

Figura 1
Etapas de um EIA/Rima



Fonte: Elaborada pelo autor.

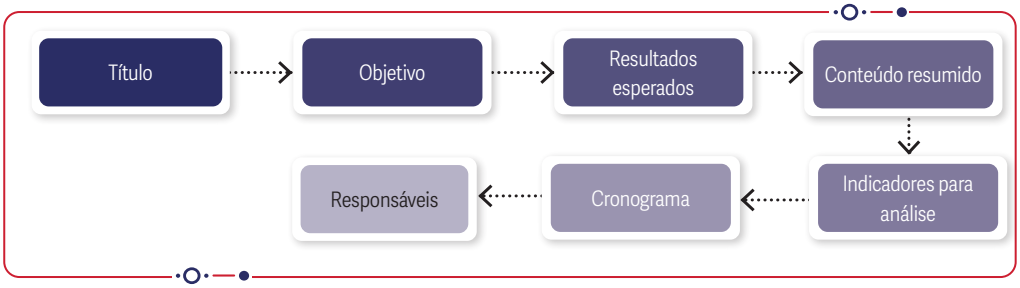
O sucesso da gestão ambiental reside no planejamento bem-feito, considerando todos os fatores envolvidos em todas as fases, além de ser bem fundamentado do ponto de vista técnico. Também é necessário haver uma garantia de recursos financeiros, a qual, geralmente, não segue a mesma proporção empregada para colocar o empreendimento em prática. Esse é o maior obstáculo enfrentado pelos especialistas.

10.3 Componentes de um planejamento

Vídeo

Conforme abordamos anteriormente, a estrutura de um planejamento deve seguir a elaboração de um projeto, tendo como base os objetivos, a metodologia e o cronograma e, de modo geral, a estrutura é sempre a mesma, independentemente das características específicas do projeto em questão. Levando isso em consideração, na Figura 2 temos sintetizados os componentes de um planejamento, na ordem em que devem ser apresentados.

Figura 2
Componentes de um planejamento



Fonte: Elaborada pelo autor com base em Sánchez, 2020.

Como se trata de um documento de ordem técnica, alguns padrões devem ser seguidos em sua construção. A seguir, é apresentado cada um dos componentes detalhadamente, buscando especificar o que é esperado em um documento técnico.

Título

Assim como acontece em todo o documento, espera-se que o título também seja objetivo – isto é, que não dê margem a mais de uma interpretação – e que resuma os principais pontos abordados no texto, como o objetivo, o impacto causado e a região de estudo. Um planejamento que tem por objetivo controlar o desmatamento da Mata Atlântica no Rio de Janeiro, por exemplo, deve conter em seu título exatamente esta informação: "Programa de Controle do Desmatamento da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro".

O título, portanto, deve expor de maneira simplificada o conteúdo do documento a ser lido.

Objetivo

Diferentemente do que ocorre na estrutura de um trabalho científico, esse componente não deve ser dividido em objetivos gerais e específicos; logo, em um planejamento o objetivo deve ser único, além de ser escrito, preferencialmente, em uma única frase, referindo-se a uma ação, e não a estudos ou métodos.

Assim, o objetivo precisa ser muito bem definido e estar de acordo com o título, porém com pouco mais de abrangência; portanto, utilizando o exemplo de título do tópico anterior, o objetivo pode ser: controlar e mitigar os impactos da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro com base em análises multidisciplinares para a elaboração de um plano de ação.

Resultados esperados

Nesse tópico são abordados os resultados esperados com o planejamento e, para sua definição, é feita uma estimativa e uma predição dos resultados que podem ser obtidos a partir das ações implementadas em um contexto específico. Os resultados podem ser diversos, não existindo um limite para sua elaboração; todavia, devem ser factíveis, e não um quadro inatingível diante dos impactos analisados.

A apresentação dos resultados pode ser feita em texto, distribuído em parágrafos, ou em tópicos organizados como uma lista, contendo também uma breve explicação quando necessário. A apresentação em tópicos é a mais indicada quando o número de resultados for elevado.

Conteúdo resumido

Esse tópico equivale ao referencial teórico de trabalhos acadêmicos, mas, diferentemente do que comumente é visto em trabalhos científicos, nesse caso ele deve ser resumido, pois em um documento de ordem técnica não existe a necessidade de discorrer teoricamente sobre os assuntos abordados. A ideia é contextualizar a situação, apresentando informações relevantes para a apreciação do tema, como área de estudo, abrangência, ações impactantes, ações mitigadoras, mecanismos de monitoramento etc.

Portanto, todos os elementos que constroem a situação explicitada no texto devem aparecer nesse tópico.

! Dica

A Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM), empresa que administra o transporte ferroviário na cidade de São Paulo, detalha suas ações ambientais e seu sistema de gestão ambiental. Essas informações podem ser acessadas no site da companhia e são uma boa oportunidade para ver como uma grande empresa atua na prática com relação às questões ambientais.

Disponível em: https://www.cptm.sp.gov.br/esg-consciente/sustentabilidade/Pages/sistema-Gestao-ambiental.aspx. Acesso em: 12 fev. 2025.

Indicadores para análise

Aqui devem ser apresentados os indicadores ambientais que servirão para controlar o impacto e as medidas compensatórias. Como mencionado anteriormente, é importante que os indicadores permitam o monitoramento, pois assim serão identificadas suas características em um dado momento, contrapondo-as às mudanças observáveis em determinado período. Assim, é necessário apresentar os indicadores e a metodologia utilizados na análise.

Cronograma

O cronograma deve ser apresentado como uma tabela, em que as colunas indicam o passar dos dias, meses ou anos do projeto e as linhas apresentam as atividades implementadas. Esse componente é de grande importância, pois informa o período do projeto e, consequentemente, dá uma ideia sobre o investimento a ser feito.

Responsáveis

Por fim, nesse elemento devem ser relacionados os nomes da equipe técnica responsável pela elaboração do projeto e seus números de registro; é importante especificar os participantes e suas atividades específicas ao longo da construção do projeto. Os respectivos contatos também devem aparecer no texto, de modo que essas pessoas possam ser contatadas sempre que necessário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo ambiente que passa por qualquer tipo de intervenção humana é impactado e passará por algum tipo de alteração – essa é a essência do estudo de impacto ambiental –, e cabe ao profissional saber identificar qual é a natureza desse impacto e as medidas compensatórias, trabalhando com sua equipe na busca de soluções técnicas e bem embasadas para diminuir ou mitigar o impacto. Não existe a possibilidade de não causar impacto ambiental, pois, se há um estudo, é porque o interesse social existe naquela região e, com exceção das áreas protegidas, algum tipo de intervenção será realizada.

Portanto, o estudo de impacto ambiental e seus produtos têm como objetivo evitar que o ser humano tenha atualmente com o ambiente que o cerca a mesma relação predatória que manteve por séculos. Sabemos, hoje, que os recursos são finitos e devemos preservá-los, pois dependemos deles para a nossa sobrevivência.

ATIVIDADES

Uma cidade passa por obras para ampliar sua malha metroviária, sendo uma dessas obras a construção de um metrô de superfície. Um dos trechos desse metrô passará por uma pequena parte de um bairro residencial e uma das estações de parada será construída próxima a um parque municipal, lugar onde vivem alguns animais silvestres.

Sobre esse projeto, responda às seguintes questões:

Atividade 1

Quais medidas compensatórias devem ser adotadas na instalação desse empreendimento?

Atividade 2

Quais os impactos benéficos que esse empreendimento pode trazer?

Atividade 3

Quais indicadores ambientais podem ser usados para monitorar o empreendimento?

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. *Diário Oficial da União*, Poder Legislativo, Brasília, DF, 26 dez. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm. Acesso em: 12 fev. 2025.

BRASIL. Decreto n. 6.660, de 21 de novembro de 2008. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 nov. 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm. Acesso em: 12 fev. 2025.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. *Diário Oficial da União*, Poder Legislativo, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 12 fev. 2025.

MÜLLER-PLANTENBERG, C.; AB'SÁBER, A. N. (org.). *Previsão de impactos*. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2006.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

Resolução das atividades

1 Definições de Biogeografia e ambiente – histórico e desafios

1. Cite pelo menos um caso em que a ação antrópica interferiu (direta ou indiretamente) na distribuição geográfica de alguma espécie no Brasil e explique como isso ocorreu.

   Nessa questão você deve apresentar casos registrados no Brasil e abordar diretamente a ação dos seres humanos interferindo na dinâmica de alguma espécie. Um exemplo disso é a construção de uma estrada em um ambiente rural, que acaba interferindo na dinâmica dos animais, os quais, consequentemente, são atropelados.

2. Elabore uma tabela organizando de modo cronológico os principais eventos que levaram ao desenvolvimento da biogeografia e dos estudos ambientais.

   Nessa atividade você deve sistematizar os eventos relativos à segunda seção deste capítulo. Assim, a tabela deve ser elaborada e organizada para que fique de maneira similar ao exemplo a seguir:

Período	Acontecimentos importantes
1960	Evidências biológicas que comprovam a teoria da deriva continental. Modelos matemáticos para auxiliar os estudos ecológicos. Desenvolvimento dos satélites.
1970	A questão ambiental. Consciência da finitude dos recursos naturais.
1980	Consequências dos impactos ambientais e a preocupação com as gerações futuras. Desenvolvimento social e industrial avançando sobre a fauna e a flora.
1990	Eco 92. Desenvolvimento sustentável.

3. Explique como a biogeografia tem se beneficiado das novas tecnologias diante dos desafios da contemporaneidade.

   Sua resposta deve apresentar como exemplo o uso de tecnologias como os satélites e o georreferenciamento de dados para a realização de análises espaciais por meio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), no cruzamento de informações físicas, espaciais, jurídicas etc., como formas de gerir o território do ponto de vista da biogeografia.

2 Características ambientais e distribuição das espécies

1. Quais processos geológicos/geomorfológicos influenciam a formação e diferenciação dos biociclos? Explique.

   Entre os principais processos geológicos/geomorfológicos que influenciam a formação e a diferenciação dos biociclos, você pode citar:

   - intemperismo químico;
   - intemperismo físico;
   - intemperismo biológico;
   - alterações da morfologia do terreno;
   - deriva continental;
   - curvatura da Terra;
   - clima.

   Os intemperismos físico, químico e biológico estão relacionados ao processo de formação e desenvolvimento dos solos, além de ajudarem a compor os diferentes tipos de ecossistemas por conterem substratos específicos que são adequados a uma variedade de organismos. O intemperismo químico é o mais intenso e importante, pois ocorre principalmente com a presença de água e altas temperaturas. O intemperismo físico é o processo que promove a quebra e desagregação do material rochoso pela força e pode estar relacionado a um processo de dilatação ou contração do material, ou até mesmo a uma força local implementada por algum agente externo. O intemperismo biológico, por sua vez, é ocasionado pela ação dos animais, no entanto é extremamente controverso na comunidade científica.
   A morfologia do terreno é alterada por agentes internos e pela erosão natural. Os processos erosivos e o transporte de sedimentos são diretamente influenciados pela forma do terreno, que pode servir de depósito de sedimentos ou até mesmo intensificar o processo de erosão.
   A deriva continental é o processo que altera a configuração dos continentes, emergindo, submergindo, juntando ou separando terras. Esse processo é de fundamental importância para a biogeografia, influenciando em diversos aspectos; a formação de ecossistemas diferenciados e a distribuição dos organismos pode ter na deriva continental o seu início.
   A curvatura da Terra influencia a distribuição desigual da energia solar e, por consequência, também o clima, fator determinante na formação dos biociclos. Algumas regiões do planeta são mais quentes do que outras, e ocorrem mais precipitações em alguns ambientes do que em outros. Esse padrão desigual de temperatura e até mesmo de pluviosidade, por exemplo, promove a formação de ecossistemas diversos em todo o planeta.
   Os biociclos, por sua vez, são segmentos da biosfera, a região que compreende a vida na Terra. A vida como nós a conhecemos só é possível onde existem condições

adequadas de temperatura e água, sendo moldada, portanto, ao longo de milhares de anos pelos agentes anteriormente mencionados.
Os biociclos são: epinociclo, talassociclo e limnociclo. Após fazer a relação, conforme descrito, você deve relacionar as características de cada biociclo, de acordo com as explicações dadas.

2. O nicho fundamental e o limite de tolerância das espécies atuam diretamente no processo de expansão e de barreiras para a distribuição das espécies. Explique como ocorre esse processo e dê um exemplo.

Nesta questão você deve explicar, primeiramente, os conceitos de nicho fundamental e limites de tolerância. Nicho fundamental é o ambiente que reúne as condições adequadas para que uma determinada espécie possa habitá-lo ao longo de sua existência, sem perturbações, portanto apresenta condições adequadas de água, alimento, entre outros para o desenvolvimento dela. Já os limites de tolerância estão relacionados à reação dos organismos ao se depararem com barreiras à sua existência e à sua capacidade de resistir temporária ou intermitentemente a uma alteração direta em seu hábitat.
O nicho fundamental forma barreiras de expansão ao limitar as condições de vida de uma espécie a um espaço com condições adequadas para sua sobrevivência. Como exemplo, o mico-leão-dourado tem o seu nicho fundamental na região de Mata Atlântica, assim não é encontrado fora dela. Os limites de tolerância podem restringir ou ampliar a presença de um organismo no planeta, pois determinam a sua capacidade de adaptação. O golfinho-nariz-de-garrafa é uma espécie que pode ser encontrada em grande parte do planeta, e no Brasil eles se fazem presentes em toda a costa.

3. Cite ao menos três seres vivos para cada tipo de distribuição (cosmopolita, disjuntiva e endêmica) e explique as características desses seres que os fazem se enquadrar nesse tipo de distribuição.

Utilizando os conceitos apresentados no capítulo, você deve citar três seres que se enquadram em cada padrão de distribuição. A seguir, são relacionados alguns exemplos de seres vivos de uma das categorias para que você se guie na resolução. Para as demais categorias, os exemplos podem ser citados de maneira similar.
Cosmopolitas:

- Ratos: ocorrem nos cinco continentes e tiveram seu padrão de distribuição alterado para cosmopolita, principalmente no período das Grandes Navegações, por serem capazes de se adaptar facilmente a ambientes diversos.
- Baratas: apesar da diferença que o grau de desenvolvimento desses insetos pode obter de um local para outro, as baratas ocupam os cinco continentes e apresentam alto nível de tolerância, podendo sobreviver a condições adversas que os seres humanos não suportariam.
- Ser humano: também tem alta capacidade adaptativa, além de ocupar praticamente toda a superfície do planeta.

3 As formações biológicas do Brasil e do mundo

1. Liste as principais características dos biomas aqui apresentados.

   Nesta atividade você deve relacionar cada bioma às suas características de fauna e flora, baseando-se nos preceitos explicados.
   A seguir apresenta-se um exemplo da listagem de características de alguns dos biomas, mas você deve fazer o mesmo para os demais:
   Gelo polar: presente na Antártica e no Polo Norte, é caracterizado por regiões geladas com vegetação simples, como as algas vermelhas da neve, e ecossistemas marinhos adaptados ao frio.
   Tundra: é um bioma frio, sem árvores, com vegetação rasteira composta por líquens, gramíneas e musgos, encontrado em regiões próximas ao Polo Norte, onde o inverno dura cerca de dez meses e a precipitação ocorre principalmente na forma de neve.

2. Quais as características do bioma de florestas tropicais? Descreva-as e cite um exemplo de floresta tropical encontrada no planeta e sua importância.

   A floresta tropical é um bioma com clima quente e úmido, alta pluviosidade e vegetação densa, com árvores de folhas grandes e lisas que são rapidamente substituídas, além de uma grande presença de trepadeiras, cipós e epífitas, como orquídeas e samambaias.
   A Floresta Amazônia é um exemplo de floresta tropical, essencial para o equilíbrio global e conhecida por sua importância na evapotranspiração e por sua biodiversidade.

3. O que causa as queimadas, intensificadas no cerrado durante o período de seca?

   As queimadas intensificadas no cerrado durante o período de seca são em grande parte causadas por atividade humana.

4 Os fatores ambientais e seu impacto na Biogeografia

1. Explique a relação entre o papel da radiação solar e o desenvolvimento desigual dos biomas na superfície da Terra.

   A superfície terrestre tem formato geoidal e, por esse motivo, a incidência dos raios ocorre de maneira desigual. Assim, existem áreas mais quentes e mais frias no planeta, sendo a mais quente aquela compreendida na região tropical. Por causa dessa diferenciação há biomas diversos na superfície, sendo que alguns tipos de vegetação que precisam de mais radiação solar ficam compreendidos nas áreas com maior incidência solar, enquanto outros ocupam regiões mais frias.

2. Caracterize a geomorfologia fluvial e sua importância na questão da água na contemporaneidade.

   A geomorfologia fluvial estuda processos e formas relacionadas ao escoamento dos cursos de água para, com base no conhecimento das características morfológicas e dos componentes responsáveis pela configuração natural dos rios, extrair conclusões sobre seu estado. Sua importância está relacionada ao crescente problema de escassez de água no planeta, que faz com que vertentes científicas que tenham por objetivo a sustentabilidade dos recursos hídricos estejam em evidência.

3. Como os fatores ambientais determinam a dinâmica das populações?

   Os fatores ambientais, sejam eles bióticos ou abióticos, atuam como elementos limitantes à distribuição espacial das espécies. A distribuição espacial desses fatores determina a distribuição espacial dos diferentes tipos de populações, considerando a capacidade de sobrevivência sob condições adversas.

5 Sistemas ambientais e Geografia

1. Descreva as escalas temporais dos sistemas ambientais e suas características.

   As escalas temporais podem ser descritas da seguinte maneira:

   - Tempo geológico: refere-se aos elementos naturais que estão inter-relacionados, de maneira que seus processos e formas existentes na organização do espaço natural se manifestam em uma escala de tempo própria e específica, que difere da escala dos fenômenos do sistema antrópico.
   - Tempo histórico: refere-se ao tempo relativo à história da humanidade e à presença humana (mas não no sentido do ser humano pré-histórico, pois, como o próprio termo indica, ele é anterior à História). Esse tempo se inicia com as civilizações, quando o ser humano utiliza o desenvolvimento técnico para alterar os elementos que compõem a paisagem natural, na tentativa de deter o controle do ambiente.
   - Tempo presente: caracteriza-se pelos acontecimentos do sistema antrópico nas últimas décadas e está relacionado ao desenvolvimento tecnológico que influencia a relação com o ambiente.
   - Tempo futuro: refere-se aos eventos que, provavelmente, ocorrerão no futuro. São predições de situações específicas feitas com base em estudos científicos e organizações espaciais por meio de modelos ambientais. Essa prática é muito comum nos estudos para previsão de impactos ambientais.

2. Quais são os cinturões climáticos naturais e seu papel na dinâmica geossistêmica?

   Os diferentes padrões de incidência solar determinam cinturões climáticos naturais, que são: Ártico, Antártico, Subártico e Subantártico, Temperado, Subtropical, Tropical, Subequatorial e Equatorial. A determinação de cinturões climáticos é uma forma de sistematizar a superfície terrestre para estudos ambientais.

3. Qual é a importância da questão ambiental na contemporaneidade?

   A questão ambiental mobiliza uma grande parcela da sociedade que se preocupa com os rumos que a humanidade tem tomado na busca pelo lucro e o bom desempenho das atividades econômicas e extrativistas. Hoje essa questão procura combater uma realidade catastrófica causada pelo desenvolvimento desenfreado.

6 Sociedade e natureza

1. Cite duas atividades contemporâneas que ressaltam o conflito entre sociedade e natureza, e as relacione com essa relação exploratória entre o ser humano e a natureza.

   Nesta questão você deve citar exemplos de acontecimentos que reflitam o relacionamento conflituoso entre a sociedade e a natureza. É possível citar como exemplo a exploração de petróleo e os seus impactos, a extração de madeira sem o devido controle, a exploração de mananciais etc.
   Um exemplo de como responder essa questão seria: duas atividades contemporâneas que ressaltam o conflito entre sociedade e natureza são o desmatamento e a exploração de recursos minerais. Essas atividades exemplificam a relação exploratória entre o ser humano e a natureza, pois o desmatamento visa a expansão de áreas agrícolas ou urbanas, enquanto a mineração busca extrair recursos naturais para satisfazer as necessidades econômicas e de consumo, sem considerar os impactos ambientais a longo prazo, como a degradação do solo e a perda de biodiversidade, refletindo a visão de que a natureza é uma fonte ilimitada de recursos.

2. Quais são as vertentes ambientalistas? Explique.

   Nessa questão você deve explicar quais são as vertentes ambientalistas (correntes conservacionista e preservacionista, Agenda 21 e Embate socioeconômico), com foco nas características que as diferenciam.

3. O que é discutido no embate socioeconômico relacionado à crise ambiental entre países ricos e pobres?

   No embate socioeconômico relacionado à crise ambiental, discute-se a culpa atribuída aos países mais pobres devido às altas taxas de natalidade e menores condições econômicas, enquanto os países ricos argumentam que as políticas desenvolvimentistas

dos pobres são um obstáculo para a ação ambiental, preservando suas próprias atividades impactantes.

7 A questão ambiental e sua contemporaneidade

1. Existe uma estreita relação entre política e problemas ambientais. Levando isso em consideração, cite ao menos dois exemplos do contexto geopolítico atual que comprovem essa afirmativa e explique sua relação.

   A relação entre política e os problemas ambientais pode ser vista a partir do exemplo dos Estados Unidos da América (EUA) visando passar dutos de petróleo em áreas ambientais preservadas, o que configura um embate político e ambiental. Outro exemplo é o desmatamento da Amazônia, que mesmo diminuindo, ainda persiste, demonstrando a falta de habilidade do Governo Federal em conter essas práticas.

2. Explique o que é o aquecimento global e como surgiu esse conceito.

   Para esta atividade você deve, baseando-se nos preceitos presentes no capítulo, definir o que é o aquecimento global e explicar como esse conceito surgiu, por exemplo: A teoria do aquecimento global tem a sua origem no século XIX, com base na teoria do efeito estufa, que diz que os gases como dióxido de carbono e metano, entre outros, encontram-se na atmosfera e têm a capacidade de reter parte da radiação solar, impedindo que ela seja refletida para o espaço. O efeito estufa é fundamental para a existência de vida na Terra, pois sem ele o calor necessário para a presença de água em estado líquido em temperaturas adequadas para existência de vida não seria possível.

3. Os Jogos Olímpicos de 2016, realizados no Rio de Janeiro, foram marcados por promessas não realizadas pelo poder público e que impactaram diretamente o evento, como a despoluição da Baía de Guanabara, onde aconteceram diversas provas aquáticas. Sabendo desse fato, trace e explique a relação entre esse exemplo da Baía de Guanabara e os impactos e problemas ambientais, atentando-se para a questão ambiental e não para o legado de infraestrutura.

   O caso da Baía de Guanabara durante os Jogos Olímpicos de 2016 exemplifica claramente como os compromissos ambientais podem ser negligenciados em prol de eventos de grande impacto econômico, como as Olimpíadas. Apesar das promessas de despoluição da baía, o governo não cumpriu com os acordos ambientais estabelecidos, priorizando os benefícios imediatos do evento em vez de implementar ações sustentáveis de longo prazo; isso resultou em impactos ambientais negativos.

8 Estudo de impactos ambientais

Em uma cidade, um shopping center está sendo construído em um bairro residencial que fica próximo a um manguezal. O objetivo do grupo responsável pelo empreendimento é revitalizar o bairro com um grande shopping, com o argumento de que isso aumentaria o fluxo e até a segurança local; no entanto, a população está receosa devido a uma possível mudança na rotina do bairro que esse empreendimento causaria. Você faz parte da equipe que vai elaborar o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA/Rima) do shopping center, portanto, responda às seguintes questões:

1. Quais são os principais pontos a serem observados nesse estudo?

   Como se trata de uma área residencial, uma das primeiras preocupações deve ser com a população local e o seu nível de aceitação. Em seguida, deve ser considerada a infraestrutura de energia, telefonia etc.; o transporte público também deve ser avaliado quanto à demanda para os funcionários e os futuros clientes, além da largura das ruas e das condições do asfalto, para suportarem a entrada e saída de caminhões no período de construção.
   O especialista deve verificar também a presença de algum hospital ou escola na região, pois, por ser uma área residencial, o barulho da obra não pode ocorrer o dia todo, e, caso haja hospitais ou escolas, isso fica ainda mais difícil. A iluminação e a segurança também devem ser observadas.
   O ambiente natural é próximo a um manguezal, então, o especialista deve observar se será necessário construir rodovias ou estradas nesse bioma. Deve-se analisar a profundidade e qualidade do solo, além da fauna e das pessoas que vivem do mangue, os quais podem ser impactados com a construção.

2. Após a inauguração, o shopping não teve o fluxo de pessoas esperado e acabou virando um "elefante branco" no bairro. Esse seria um quadro previsível, segundo a natureza do estudo? Quais as alternativas para essa situação, que deveriam aparecer em um EIA/Rima?

   Sim, seria um quadro previsível, por se tratar de um bairro residencial. Pesquisas podem ser feitas diretamente com a população a fim de verificar a demanda existente para esse empreendimento na localidade.
   A alternativa para a falta de público pode ser o investimento em atividades que reflitam o gosto da população local, com preços acessíveis, e atendimento a uma necessidade local, como centro médico, programas de qualidade de vida etc.

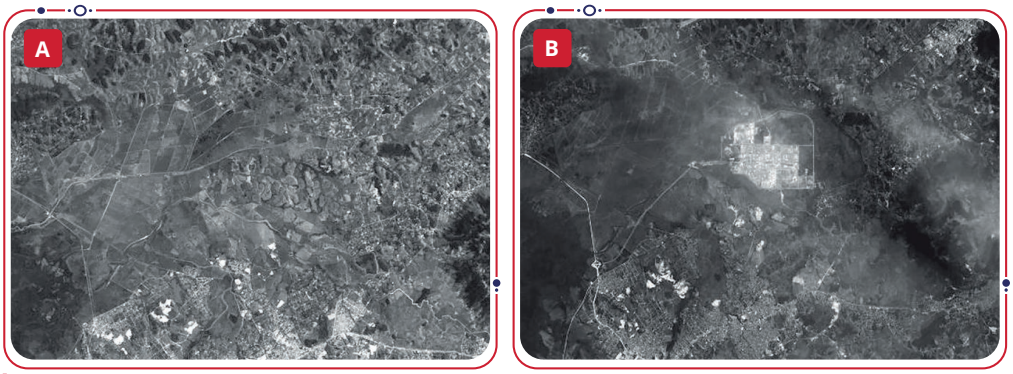
3. Depois de algum tempo, aparecem rachaduras na estrutura do shopping, que passa por constantes reformas. A população local diz que a construção tende a cair em

algum momento, enquanto os empreendedores dizem que tudo está sob controle. Essas rachaduras configuram uma falha no Estudo de Impacto Ambiental? Explique.

Sim, configuram uma falha. Por estar próximo a um manguezal, o solo tende a ser muito úmido e o peso do shopping tende a acomodar os sedimentos. Dessa forma, haverá movimentação da estrutura, ocasionando assim rachaduras. Isso deveria estar previsto no Estudo de Impacto Ambiental, no tópico que estuda os solos da região e sua adequação ao empreendimento.

9 Avaliação do impacto ambiental

Observe as imagens a seguir, que mostram a alteração no espaço causada pela construção do complexo petroquímico da Petrobras (Comperj) no município de Itaboraí (RJ).



Itaboraí em 2004 (Figura A) e em 2016 (Figura B).

Analisando criteriosamente as imagens, responda as atividades a seguir.

1. Baseando-se na diferença entre as duas imagens, quais impactos as obras da Comperj causaram na região de Itaboraí?

Algumas consequências são:

- Construção de rodovias: este é um dos fatores mais evidentes, podendo ser observado nas imagens. Há também a construção de uma malha viária para acesso de funcionários e para carga e descarga de materiais. A malha viária construída tem destaque considerável, mesmo sendo analisada nas imagens de satélite, pois são vias de grande porte para que possam transitar caminhões carregando grandes estruturas.
- Análise do cenário: neste ponto cabe considerar o impacto no ambiente físico, não só na construção de rodovias como também no aumento da perturbação sonora por causa do trânsito, a qualquer hora do dia. Além disso, aumenta-se o risco de acidentes e atropelamentos, tanto para a população que vive na região quanto para a fauna local.

- Aumento da malha urbana: é o impacto mais previsível de todos, que se confirma ao se analisarem imagens de datas distintas. A instalação de um empreendimento como o Comperj na região de Itaboraí, que antes tinha um desenvolvimento discreto se comparado aos municípios da região, causou um aumento considerável da malha urbana. Isso ocorre porque um empreendimento desse tipo atrai comércios para atender os funcionários, além de outras indústrias que se instalam na região para atender à demanda de materiais para construção e manutenção do complexo.
- Incremento demográfico: relacionado com o item anterior, com a instalação de comércios e novas indústrias na região, fica evidente o acréscimo demográfico. O aumento da malha urbana implica, nesse caso, o aumento da população, que consequentemente aumenta a demanda por serviços diversos, como escolas, hospitais, postos de saúde, restaurantes, cinema, entre outros. A cada novo serviço/empreendimento instalado na cidade, aumenta a demanda por funcionários, o que atrai pessoas de diversas partes em busca de emprego, e gradativamente cresce o número de pessoas que se estabelecem na região.
  Outros impactos derivam desse tópico, como a demanda geral por serviços de necessidade básica, elevando os gastos da prefeitura e a infraestrutura para comportar um número maior de pessoas. Nesse caso, deve-se pensar nas condições de transporte público, energia elétrica, saneamento básico etc.
- Impacto visual: o impacto visual também deve ser considerado, pois o Comperj muda a característica da paisagem. O ambiente natural outrora existente ficará marcado para sempre por uma estrutura de complexo químico, que desmatá e alterará o uso do solo da região. A referência de Itaboraí se tornará o complexo, tendo em vista o caráter de cidade pequena e a amplitude do projeto de uma grande empresa como a Petrobras, que acaba por sobrepor a própria visão da cidade como referência espacial. O impacto visual muda também as características da cidade, obrigando-a a modificar sua estrutura física por conta das necessidades a serem atendidas pelos funcionários e pelo próprio complexo.

2. Considerando apenas essa análise visual da imagem, quais indicadores poderiam ser adotados para previsão e acompanhamento dos impactos na região? Especifique.

   Os principais indicadores a serem adotados nesse contexto seriam:

   - Uso e cobertura do solo: pode ser acompanhado constantemente por imagens de satélites atualizadas. É um indicador importante que pode mostrar se o crescimento da região está ocorrendo de maneira ordenada ou desordenada, além de auxiliar no planejamento e na gestão.
   - Dados da economia local: esses dados são importantes para avaliar se o impacto econômico está sendo benéfico ou não para o município. Deve-se avaliar a arrecadação de impostos e o lucro obtido pelo comércio local.
   - Índices de emprego e desemprego: são importantes para avaliar se o empreendimento e os serviços instalados são suficientes para empregar toda a população existente e os indivíduos que chegam em busca de novas oportunidades.

- Ordenamento territorial: está relacionado ao monitoramento da expansão urbana, que pode ser feito por meio de dados de sensoriamento remoto ou de aerofotogrametria. O objetivo é avaliar se a estrutura física da cidade está comportando o aumento demográfico.
  É comum nas cidades que sediam grandes empreendimentos não haver estrutura adequada para absorver novos moradores. Isso faz com que existam ocupações em áreas irregulares, o que pode trazer riscos para as pessoas que as ocupam ou ocasionar a invasão de áreas privadas. O desordenamento da malha urbana é reflexo da falta de preparo para receber pessoas de fora da cidade em número elevado e em curto período.

3. Quais são as cinco etapas que orientam a metodologia de previsão de impactos em projetos ambientais e qual é a importância de cada uma delas?

As cinco etapas que orientam a metodologia de previsão de impactos são:

- Escolha de indicadores: definir variáveis ou parâmetros que permitam a interpretação de dados ambientais, como assoreamento de rios ou desmatamento, para medir e acompanhar mudanças causadas pela ação humana.
- Escolha de como fazer a previsão: utilizar modelos matemáticos e estatísticos para criar uma simplificação da realidade e estimar os impactos futuros, garantindo a utilização de métodos adequados à situação.
- Validação do método: quando um modelo matemático não está disponível ou adequado, é possível adaptar um modelo de outra situação, que deve ser validado por meio de calibração e adaptação para a realidade do estudo.
- Aplicação do método: após validar o modelo, ele é aplicado com dados coletados para rodar a previsão dos impactos, normalmente utilizando-se softwares especializados.
- Análise e interpretação: depois de aplicar o modelo, a equipe deve analisar e interpretar os dados brutos, refinando-os para uma compreensão precisa dos impactos ambientais e sua publicação.

Essas etapas garantem que a previsão de impactos seja realizada de maneira estruturada e fundamentada, possibilitando a tomada de decisões baseadas em dados confiáveis e validados.

10 Plano de gestão ambiental

Uma cidade passa por obras para ampliar sua malha metroviária, sendo uma dessas obras a construção de um metrô de superfície. Um dos trechos desse metrô passará por uma pequena parte de um bairro residencial e uma das estações de parada será construída próxima a um parque municipal, lugar onde vivem alguns animais silvestres. Sobre esse projeto, responda às seguintes questões:

1. Quais medidas compensatórias devem ser adotadas na instalação desse empreendimento?

   Diversos aspectos podem ser destacados nesse contexto. No entanto, entre as principais medidas compensatórias, podemos destacar:

   - realocação das famílias desabrigadas em locais de qualidade igual ou similar;
   - proximidade das famílias realocadas com a região da qual foram desabrigadas;
   - instalação de cercas para impedir que os animais se acidentem na via;
   - realocação dos animais que não suportam o ruído para outro hábitat de igual qualidade.

2. Quais os impactos benéficos que esse empreendimento pode trazer?

   Entre os benefícios que o empreendimento pode trazer, destacam-se:

   - diminuição do tempo médio de deslocamento na cidade;
   - fornecimento de mais uma alternativa de transporte público;
   - criação de novos postos de trabalho, principalmente na estação;
   - incentivo à criação de novos comércios na região.

3. Quais indicadores ambientais podem ser usados para monitorar o empreendimento?

   Os principais indicadores ambientais que podem ser utilizados, ou seja, aqueles que permitem um monitoramento, são:

   - ocupação irregular e/ou desordenada;
   - índices de poluentes na atmosfera;
   - número de espécies residentes no parque;
   - avanço ou supressão da mata.

Vídeo

Acesso aos vídeos do livro por meio dos QR codes.

Código Logístico

I001524

IESDE

Ad Maiora Semper!

ISBN 978-65-5821-365-9

9 786558 213659