



Fundação

**CECIERJ**

Consórcio **cederj**

Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro

## **Biogeografia**

**Volume Único**

*Achilles d'Avila Chirol  
Nadja Costa*



**GOVERNO DO  
Rio de Janeiro**

**SECRETARIA DE CIÊNCIA,  
TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E  
DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

**UNIVERSIDADE  
ABERTA DO BRASIL**

**MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO**



Apoio:



**FAPERJ**

Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo  
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

# Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

www.cederj.edu.br

## Presidente

Carlos Eduardo Bielschowsky

## Vice-presidente

Marilvia Dansa de Alencar

## Coordenação do Curso de Geografia

UERJ - Gláucio José Marafon

## Material Didático

### Elaboração de Conteúdo

Achilles d'Ávila Chirol  
Nadja Costa

### Direção de Design Instrucional

Cristine Costa Barreto

### Coordenação de Design Instrucional

Bruno José Peixoto  
Flávia Busnardo da Cunha  
Paulo Vasques de Miranda

### Design Instrucional

Cecília Peixoto  
Fernanda Felix  
Gustavo Malheiros  
Ian Neves Queiroz  
Luciana Brito

### Biblioteca

Raquel Cristina da Silva Tiellet  
Simone da Cruz Correa de Souza  
Vera Vani Alves de Pinho

### Diretoria de Material Impresso

Marianna Bernstein

### Assistente de Produção

Bianca Giacomelli

### Revisão Linguística

José Meyohas

### Ilustração

Fernando Romeiro

### Capa

Fernando Romeiro

### Programação Visual

Alexandre d'Oliveira  
Cristina Portella  
Maria Fernanda de Novaes

### Produção Gráfica

Ulisses Schnaider

Copyright © 2018, Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada, por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização, por escrito, da Fundação.

C558b

Chirol, Achilles d'Ávila.

Biogeografia. Volume único. . / Achilles d'Ávila Chirol, Nadja Costa. – Rio de Janeiro : Fundação Cecierj, 2018.

328p.; 19 x 26,5 cm.

ISBN: 978-85-458-0102-3

1. Biogeografia. 2. Geocologia. 3. Ecologia. 4. Biomas. I. Costa, Nadja;. 1. Título.

CDD: 551.4

# Governo do Estado do Rio de Janeiro

## Governador

Luiz Fernando de Souza Pezão

## Secretário de Estado de Ciência, Tecnologia, Inovação e Desenvolvimento Social

Gabriell Carvalho Neves Franco dos Santos

## Instituições Consorciadas

### CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

Diretor-geral: Carlos Henrique Figueiredo Alves

### FAETEC - Fundação de Apoio à Escola Técnica

Presidente: Alexandre Sérgio Alves Vieira

### IFF - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Reitor: Jefferson Manhães de Azevedo

### UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Reitor: Luis César Passoni

### UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Reitor: Ruy Garcia Marques

### UFF - Universidade Federal Fluminense

Reitor: Sidney Luiz de Matos Mello

### UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

Reitor: Roberto Leher

### UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Reitor: Ricardo Luiz Louro Berbara

### UNIRIO - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Reitor: Luiz Pedro San Gil Jutuca





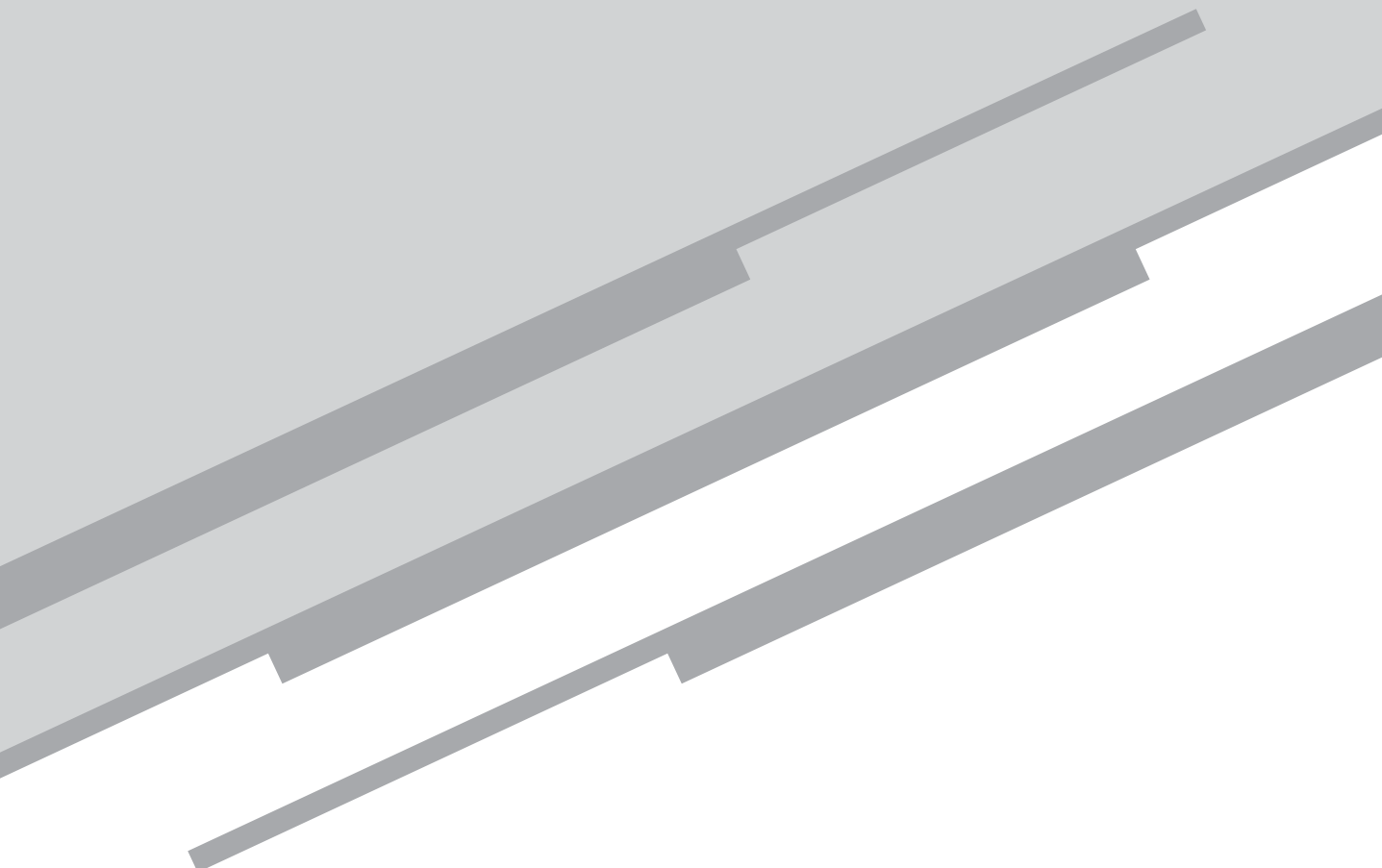
# Sumário

|   |            |
|---|------------|
| <b>Aula 1 • Introdução à Biogeografia .....</b>                                     | <b>7</b>   |
| <i>Achilles d'Avila Chirol</i>  |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>  |            |
| <b>Aula 2 • Geoecologia.....</b>  | <b>37</b>  |
| <i>Achilles d'AvilaChirol</i>   |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>  |            |
| <b>Aula 3 • Princípios básicos de ecologia aplicados à biogeografia .....</b>       | <b>57</b>  |
| <i>Achilles d'AvilaChirol</i>   |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>  |            |
| <b>Aula 4 • Biogeografia e fatores abióticos – clima.....</b>                       | <b>91</b>  |
| <i>Achilles d'AvilaChirol</i>   |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>  |            |
| <b>Aula 5 • Biogeografia e fatores abióticos – geologia, relevo e solos .....</b>   | <b>117</b> |
| <i>Achilles d'AvilaChirol</i>   |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>  |            |
| <b>Aula 6 • O homem e os fatores bióticos na distribuição dos seres vivos .....</b> | <b>135</b> |
| <i>Achilles d'AvilaChirol</i>   |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>  |            |
| <b>Aula 7 • Padrões de distribuição dos seres vivos .....</b>                       | <b>149</b> |
| <i>Achilles d'AvilaChirol</i>   |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>  |            |
| <b>Aula 8 • Regiões biogeográficas do planeta .....</b>                             | <b>167</b> |
| <i>Achilles d'AvilaChirol</i>   |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>  |            |
| <b>Aula 9 • Os principais biomas terrestres .....</b>                               | <b>191</b> |
| <i>Achilles d'AvilaChirol</i>   |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>  |            |
| <b>Aula 10 • Principais Biomas Terrestres - II .....</b>                            | <b>211</b> |
| <i>Achilles d'AvilaChirol</i>   |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>  |            |
| <b>Aula 11 • Biomas do Brasil .....</b>   | <b>231</b> |
| <i>Achilles d'AvilaChirol</i>   |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>  |            |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Aula 12 • Biogeografia de ilhas.....</b>                 | <b>251</b> |
| <i>Achilles d'AvilaChiol</i>                                |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>                        |            |
| <b>Aula 13 • Fragmentação florestal e conservação .....</b> | <b>265</b> |
| <i>Achilles d'AvilaChiol</i>                                |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>                        |            |
| <b>Aula 14 • Biodiversidade.....</b>                        | <b>291</b> |
| <i>Achilles d'AvilaChiol</i>                                |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>                        |            |
| <b>Aula 15 • Métodos e aplicações em Biogeografia .....</b> | <b>307</b> |
| <i>Achilles d'AvilaChiol</i>                                |            |
| <i>Nadja Maria Castilho da Costa</i>                        |            |
| <b>Referências.....</b>                                     | <b>319</b> |

# Aula 1

## Introdução à Biogeografia



*Achilles d'Avila Chiról  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Apresentar a Biogeografia como ciência, contextualizando-a historicamente na geografia atual, e discutir suas possíveis aplicações.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. descrever o histórico da Biogeografia no mundo e no Brasil;
2. identificar a interdisciplinaridade na Biogeografia e o seu contexto na ciência geográfica;
3. identificar as possíveis aplicações da Biogeografia no entendimento dos problemas ambientais atuais.

## Introdução

### A Biogeografia e a distribuição dos organismos

Os seres vivos habitam a Terra há milhões de anos, distribuindo-se de maneira desigual sobre os continentes e mares. A ciência que estuda a distribuição dos seres vivos sobre o planeta Terra, tanto no passado quanto no presente, denomina-se Biogeografia.

Para Dansereau 1954 (*apud* Almeida & Pereira, 1996), “a Biogeografia estuda a origem, distribuição, adaptação e associação de plantas e animais”. Assim, esta ciência busca entender, por exemplo, o motivo de:

- os ursos polares existirem apenas no Polo Norte;
- só encontrarmos palmeiras nas áreas tropicais;
- existirem organismos aparentados com características tão distintas, como os camelídeos, que se distribuem desde a América do Sul até a Ásia, com as lhamas (típicas da cadeia andina), camelos e dromedários.

É importante destacar que a Biogeografia, hoje em dia, não se resume apenas a estudos desta natureza, sendo também uma importante disciplina para entender como o homem transforma o ambiente à sua volta e as consequências destas transformações.



### A distribuição geográfica dos camelídeos

A família dos camelídeos inclui animais como os camelos (Ásia), dromedários (África), lhamas, alpacas e vicunhas (Américas). Seus primeiros antepassados surgiram há cerca de 35 milhões de anos na América do Norte.

Há cerca de 3 milhões de anos, com o fechamento do istmo do Panamá e o caminho criado na última glaciação, no estreito de Bering, este grupo se distribuiu por diversos continentes e acabou dando origem a outras espécies.

## Ciência holística

A *ciência holística* é uma ciência que tenta entender o seu objeto de estudo a partir de todos os elementos que influenciam a sua dinâmica, isto é, tenta entender o sistema como um todo. Na Biogeografia, é necessário entender os fatores biológicos, geográficos e históricos para entender a distribuição dos seres vivos.



### Carlos Lineu

Nasceu na Suécia em 23 de maio de 1707 e morreu em 10 de janeiro de 1778. Foi botânico, zoólogo, médico e um dos fundadores da Academia Real das Ciências da Suécia.

É considerado o pai da taxonomia moderna, tendo sido responsável pela identificação e descrição de diversas espécies de mamíferos. Fonte da imagem: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carl\\_von\\_Linn%C3%A9.jpg#mediaviewer/Ficheiro:Carl\\_von\\_Linn%C3%A9.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carl_von_Linn%C3%A9.jpg#mediaviewer/Ficheiro:Carl_von_Linn%C3%A9.jpg)

A história da Biogeografia está intimamente ligada à da própria evolução da Geografia como ciência. Humboldt, naturalista alemão e um dos pais da Geografia como ciência institucionalizada, desenvolveu diversos trabalhos em Biogeografia, sendo o seu nome lembrado até hoje como uma importante referência neste campo.

O que se vê é que a Biogeografia é um campo riquíssimo e, por isso mesmo, muito complexo, onde a distribuição dos organismos depende de muitos fatores, que vão das ciências ambientais até as sociais. A presente unidade pretende fazer uma apresentação da Biogeografia como **ciência holística**, destacando o seu histórico, subdivisões, evolução e principais questões atuais.

## Histórico e inserção da Biogeografia na Geografia

### A evolução da Biogeografia

A Biogeografia, como ciência, tem sua origem no século XVIII, a partir das investigações do naturalista sueco **Lineu**, que, em seu trabalho de identificação dos seres vivos, procurou registrar em qual tipo de ambiente as espécies eram encontradas (Cox & Moore, 2009). Desta maneira, estava começando uma forma sistemática de avaliar a distribuição dos organismos, ainda sem pensar nas causas.

Outro trabalho importante, posterior ao de Lineu, foi o do naturalista francês Georges Buffon, que, ainda no século XVIII, identificou na sua obra *Histoire Naturelle* (História Natural, em francês), que diferentes regiões do mundo continham agrupamentos diferentes de organismos.

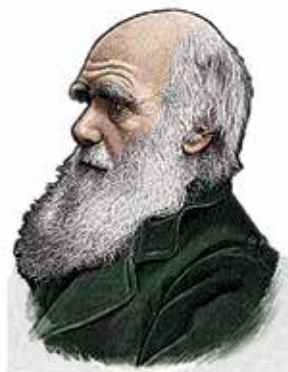
Já no século XIX, destaca-se o trabalho de Alexander Von Humboldt, naturalista alemão que, como já foi dito, foi um dos pais da institucionalização da Geografia nas universidades. Ele até hoje é reconhecido como o fundador da geografia das plantas e influenciou uma série de cientistas que vieram depois. O grande mérito de Humboldt foi o de perceber que os organismos apresentavam uma distribuição que podia ser explicada pelas características climáticas, e que, por isso, associada à descrição biológica, deveria haver uma detalhada descrição das características físicas do ambiente.

Outro grande apoio à fundamentação da Biogeografia, ainda no século XIX, foi o desenvolvimento da teoria da **Seleção Natural**, pela qual **Charles Darwin** teve o mérito de identificar os mecanismos que levavam às diferenciações entre os organismos de diferentes áreas, pois diferentes condições ambientais levavam à diferentes **adaptações**. Desta forma, parte da explicação sobre a diversidade de formas de vida encontrada no planeta estava lançada na comunidade científica, com uma teoria que relacionava as Ciências Biológicas com as da Terra, uma busca constante da base teórica da Biogeografia.



## Charles Darwin

(1809-1882)



**Figura 1.1**

Foi um naturalista britânico, conhecido por ser autor da teoria da Evolução das Espécies, que, segundo ele, ocorreria por meio da Seleção Natural e da sobrevivência do mais apto.

Essa teoria surgiu a partir das suas observações e da coleta realizada ao longo de uma expedição marítima que durou cinco anos, as quais deram origem à publicação do livro *A Origem das Espécies*.

Seu livro sofreu muitas críticas dos chamados criacionistas, pois a teoria darwinista ia justamente contra o criacionismo. Atualmente, sua teoria é considerada uma das bases da Ecologia moderna.

## Seleção natural

É o processo a partir do qual características favoráveis, que são hereditárias, tornam-se mais comuns em gerações sucessivas de uma população de organismos que se reproduzem, tornando estas mais eficientes na obtenção de recursos e, consequentemente, com maior possibilidade de sucesso reprodutivo.

## Adaptação

Uma *adaptação* é qualquer característica que favoreça um organismo a sobreviver e a se reproduzir em seu respectivo *habitat*.

Durante a viagem, Darwin coletou plantas, rochas e animais, inclusive do Brasil. Muitos desses exemplares coletados encontram-se atualmente no Museu de História Natural de Londres.

Viveu até os 73 anos, e seus restos mortais encontram-se na Abadia de Westminster, na Inglaterra.



**Figura 1.2:** O dodô, um animal extinto, originário das ilhas da costa africana, que foi descrito por Charles Darwin durante sua expedição marítima.

Fonte da imagem: [http://commons.Wikimedia.Org/wiki/file:oxford\\_dodo\\_display.Jpg#mediaviewer/file:oxford\\_dodo\\_display.Jpg](http://commons.Wikimedia.Org/wiki/file:oxford_dodo_display.Jpg#mediaviewer/file:oxford_dodo_display.Jpg)

## Frederic Edward Clements

(1894-1945)

Nasceu em Lincoln, no estado de Nebraska, nos Estados Unidos. Atuou como botânico e ecologista; sua maior contribuição para a Ecologia foram os estudos que desenvolveu sobre a sucessão e o desenvolvimento das vegetações. Suas principais obras são: *Research Methods in Ecology* (1905); *Plant Succession and Indicators* (1928); *Flower Families and Ancestors* (1928); *Plant Ecology* (1929); *The Genera of Fungi* (1931).

Outra contribuição marcante foi a de **Clements**, já no início do século XX, com o seu trabalho sobre ecologia vegetal, que buscava entender a formação de domínios vegetais a partir da relação dos organismos entre si e do meio físico.

Em todos os trabalhos citados, pode-se perceber a preocupação da relação entre o meio físico (clima, solos, rochas, relevo, entre outros) e o meio biológico (relações entre os organismos, como predação, competição, entre outros) - um desafio na Biogeografia, que busca, cada vez mais, a interdisciplinaridade para o seu desenvolvimento, como será discutido a seguir. Desta forma, a Biogeografia necessita de diversos conhecimentos para construir a sua base teórica, reforçando o seu caráter holístico.





Os trabalhos citados não foram os únicos. Poderíamos destacar diversos outros pesquisadores, tais como Wildenow, Engler, Wallace, dentre outros, mas Lineu, Humboldt, Darwin e Clements foram os mais importantes dentro da evolução do pensamento biogeográfico.

De acordo com Cox & Moore (2009), a ascensão da Ecologia como disciplina científica durante os primórdios do século XX propiciou novas abordagens aos estudos biogeográficos. Associado a isso, podemos destacar também o papel da evolução da Geografia e das Ciências da Terra no mesmo século, que foram fundamentais para a criação da sua fundamentação teórica.

Hoje em dia, com as novas tecnologias e o desenvolvimento científico, tais como os **Sistemas de informações Geográficas - SIGs**, a Biogeografia vem se desenvolvendo e se tornando um importante elemento na gestão do território. É importante entender questões ambientais atuais, como a **Fragmentação Florestal** e o **manejo de unidades de conservação**, na avaliação de impactos ambientais e dos problemas causados pela expansão do homem no planeta, sendo uma importante ferramenta de análise ambiental.



O *Manejo de unidades de conservação* representa o conjunto de medidas adotadas para a gestão e conservação de unidades de conservação, como, por exemplo, zoneamento da Unidade de conservação, controle de uma determinada espécie, cuidados com a população adjacente, etc.)

### Sistema de informações Geográficas – SIG

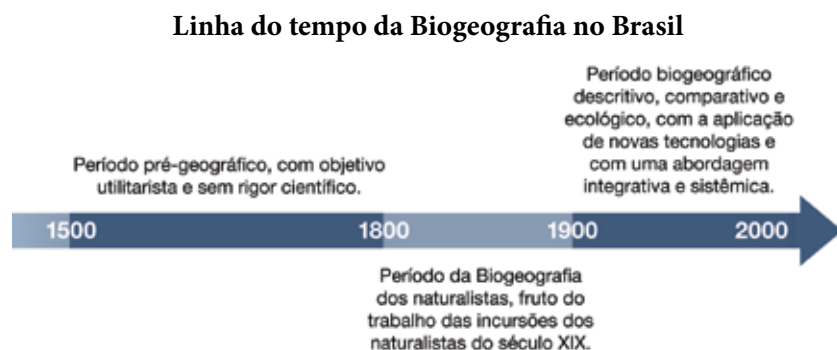
É um sistema de hardware, software, informação espacial e procedimentos computacionais que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem. Apresenta um banco de dados georreferenciados que facilita a análise espacial.



*Fragmentação florestal* é o processo onde um *habitat* contínuo é dividido em manchas ou fragmentos, mais ou menos isolados. Desta forma, o que era apenas uma única área verde se torna diversa e com diversos impactos negativos. Este processo será tratado com detalhes em aulas posteriores.

## A Biogeografia no Brasil

Para entender a evolução da Biogeografia no Brasil, em primeiro lugar, precisamos ter em mente que ela passou por algumas fases. Siqueira (2008) destaca que podemos dividir a Biogeografia no Brasil em três períodos distintos, de acordo com as metodologias e finalidades adotadas:



**Figura 1.3:** Linha do tempo que mostra a evolução dos estudos biogeográficos no Brasil a partir de três vertentes de análise.

A seguir, você verá cada um deles detalhadamente.

### a) Período pré-geográfico (1500 – 1800), com objetivo utilitarista e sem rigor científico.

Este período correspondeu a relatos descritivos da fauna e flora de regiões geográficas específicas, como fonte de informação para o governo de Portugal, e também cartas informativas aos superiores religiosos em Portugal e Roma, relatando a relação entre a natureza no Brasil e as populações tradicionais (indígenas).

É importante destacar que estes relatos não tinham caráter científico, e sim utilitarista, para a metrópole, em busca de riquezas vindas da colônia. Muitas vezes, as descrições eram um tanto fantasiosas, e serviam muito mais para responder aos anseios de informação do “Novo Mundo” do que necessariamente uma fonte de informações confiável. Existem alguns exemplos de autores desse período:

- Pero Vaz de Caminha: dados gerais sobre a natureza no Brasil.
- Pe. José de Anchieta S.J.: jesuíta espanhol (1534-1597), destacou detalhes sobre as coisas naturais na província de S. Vicente, hoje São Paulo, tais como chuvas, clima, ventos, uso de plantas e animais, etologia, costumes indígenas, etc.
- Jean de Léry (francês calvinista): passou 10 meses no Brasil, sobretudo no RJ. Quando voltou à Europa, publicou o livro denominado “A Viagem” (1578), que fala da fauna, flora, vida dos índios e a relação destes com os animais.
- Alexandre Rodrigues Ferreira: português (1783), esteve por mais de 10 anos no Brasil. Obras principais: Viagem Filosófica. Contribuiu com suas coletas e descrições da natureza do Brasil, principalmente da flora. Percorreu 39 mil km na Amazônia.



**Figura 1.3:** Imagem do livro Viagem Filosófica, de Alexandre Rodrigues, que retrata o Brasil do século XVIII.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ViagemPhilosophica01.png?uselang=pt-br>

## Naturalista

Um *naturalista* é um cientista ou pesquisador amador que praticava ciências naturais, especialmente as biológicas, e geociências. Suas contribuições à ciência foram muito importantes, principalmente no século XVIII.

### b) Período da Biogeografia dos naturalistas (1800 a 1900), fruto do trabalho das incursões dos naturalistas do século XIX.

Este segundo período foi marcado por rigor científico e teve o objetivo de coletar e identificar espécies brasileiras. Os **naturalistas** da época eram europeus e, normalmente, percorriam diversas regiões do Brasil em busca de novas espécies.

Muitas vezes, as viagens eram financiadas, com o envio de animais e plantas coletados para a Europa, e estes pesquisadores tiveram um papel importantíssimo no conhecimento da fauna e flora brasileira. Um exemplo clássico é a espécie *Almeidaa longifolia*, típica dos vales fluviais do médio vale do rio Paraíba do Sul, identificada por Saint Hilaire que, apesar de extinta, é conhecida graças ao trabalho deste naturalista. Como autores e trabalhos deste período, podemos destacar:

- Alexandre Von Humboldt: publicou o “Ensaio sobre a geografia das plantas” (1810).
- Auguste Saint-Hilaire (1816): publicou inúmeras obras sobre as viagens em várias províncias do Brasil (flora, costumes locais, dados climáticos).
- K.F. von Martius e J. von Spix (1817): Martius publicou inúmeras obras botânicas e antropológicas, entre elas a “*Flora Brasiliensis*” (40 volumes). Fez a primeira divisão da fitogeografia do Brasil: Náide, Hamadriade, Oréades, Driades e Napéia.
- Outros autores desse período: Ule, Ducke (na Amazônia, descreveu 900 espécies novas); Spruce (14 anos na Amazônia), Lund e Wanning (MG).



**Figura 1.5:** Almeidaa longifolia, descrita por Saint Hilaire.

**c) Período biogeográfico descritivo, comparativo e ecológico (1900 até o presente), com a aplicação de novas tecnologias e com uma abordagem integrativa sistêmica.**

O terceiro e último período é o período biogeográfico descritivo, comparativo e ecológico, que vem desde o início do século XX até os dias atuais. Apresenta uma grande preocupação em descrever e redescrever a Biogeografia brasileira, agora com mais dados, novas metodologias e mais recursos técnicos (a era do GPS e do SIG), sendo beneficiada pela ampliação de novas abordagens, novos sistemas de classificação e novas ferramentas teóricas.

Como exemplo desta aplicação, temos a delimitação de áreas de desmatamento, uma nova delimitação dos grandes biomas brasileiros e entendimento das relações entre áreas urbanas e rurais e áreas naturais.

Uma das principais características deste período é a participação mais forte de instituições de ensino e pesquisa (universidades, fundações, órgãos públicos, parcerias com empresas privadas, dentre outros) na geração do conhecimento. Buscam-se aplicações e utilizações do conhecimento biogeográfico, para que as transformações impostas pelo homem ao meio ambiente sejam menos impactantes.


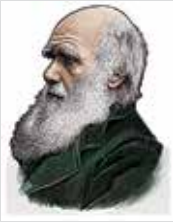

O que pode ser observado é que a Biogeografia ainda busca respostas às suas questões, utilizando-se de novas tecnologias e arcabouços teóricos, buscando, cada vez mais, alternativas para os problemas ambientais do planeta.

Segundo Troppmair (2012), os estudos atuais em Biogeografia desenvolvem uma abordagem integrada e sistêmica dos seres vivos com o meio ambiente, representando o elo entre a Geografia Física, a Geografia Humana e outras ciências, conforme será mostrado a seguir.

## ATIVIDADE 1

### Atende ao Objetivo 1

Agora, que você já conheceu os estudos que contribuíram para o desenvolvimento da Biogeografia no Brasil e no mundo, descreva, nas linhas a seguir, as principais características destes estudos, de acordo com o período histórico indicado e a respectiva imagem ilustrativa.

| Período Histórico     | Estudos biogeográficos  | Principais características (escreva abaixo) |
|-----------------------|---|---|
| Século XVIII          | <br>A. V. Humboldt                    | a)<br><hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>         |
| Século XIX            | <br>Charles Darwin                   | b)<br><hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>         |
| A partir do Século XX | <br>Estudos biogeográficos no Brasil | c)<br><hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>         |

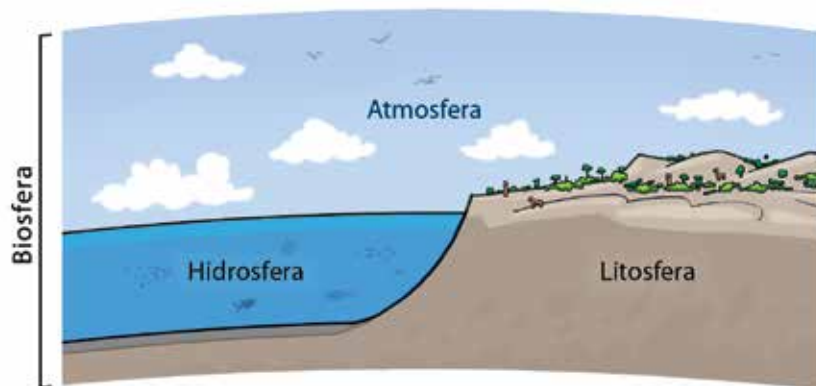
### Resposta comentada

Vários estudos contribuíram para a formação do pensamento biogeográfico. No painel, destacamos três abordagens: as teorias de Humboldt, Darwin e o pensamento atual, visando traçar um breve panorama do histórico da Biogeografia. É provável que você tenha chegado a respostas parecidas com as que serão apresentadas a seguir. O importante é que você consiga perceber como essas teorias contribuíram para a construção da visão de Biogeografia que temos hoje. Veja as respostas da atividade no painel a seguir e confira com as suas.

| Período Histórico     | Estudos biogeográficos  | Principais características (escreva abaixo)  |
|-----------------------|---|--|
| Século XVIII          | <br>A. V. Humboldt                     | a) Sua principal contribuição foi a de perceber que os organismos se distribuem nas regiões de acordo com as condições climáticas e, portanto, se combinarmos isso às características biológicas destes organismos, seria possível chegar às características físicas dos ambientes em que vivem. |
| Século XIX            | <br>Charles Darwin                   | b) Sua principal contribuição foi o desenvolvimento da teoria da Seleção Natural, na qual identificou os mecanismos que fizeram com que os organismos de áreas diferentes se diferenciassem entre si.  |
| A partir do Século XX | <br>Estudos biogeográficos no Brasil | c) Sua principal preocupação está em descrever a Biogeografia brasileira, utilizando, para tanto, dados coletados por meio de novas metodologias e tecnologias.  |

## A Biogeografia e a interface com outras ciências

A área de estudo da Biogeografia é a biosfera, que é toda a área do planeta na qual existe a vida nas suas mais diferentes formas, e está diretamente relacionada às outras “esferas” do planeta (litosfera, hidrosfera e atmosfera).



**Figura 1.6:** O objeto de estudo da Biogeografia envolve todas as esferas do planeta: hidrosfera, atmosfera e litosfera, na relação com a biosfera.

O exemplo disto é que as plantas absorvem nutrientes do solo (litosfera), retiram  $\text{CO}_2$  da atmosfera para a fotossíntese e necessitam de água para sobreviver. Assim, a biosfera pode ser considerada uma esfera que integra, em parte, as outras três.



Você sabia que já foram encontrados:

organismos em rochas perfuradas a 365 metros de profundidade;  
em oceanos, a profundidades superiores a 10 km?

esporos de fungos foram encontrados a 11 km de altitude?

pela NASA, a presença de bactérias a 22 km de altitude?

Esses fatos foram citados por Robinson (Robinson, 1972 *apud* Pereira & Almeida, 1996) e fazem com que seja muito difícil ainda termos a dimensão exata da abrangência da biosfera.



Portanto, a Biogeografia lida com sistemas ambientais muito complexos, onde existem inúmeras variáveis. Para o entendimento dos mecanismos que atuam nestes sistemas, é necessário o conhecimento de diferentes áreas do saber.

Vamos ver um exemplo?

Um bom exemplo a ser observado é o da floresta amazônica. Nela, existe uma teia de complexas relações para o entendimento da sua dinâmica.

A floresta amazônica é uma área continental, mas, ao contrário do que seria esperado, ela é muito úmida, em função da **evapotranspiração** e dos rios da região. Os solos são muito lavados, pobres em nutrientes, mas, em função de uma dinâmica de decomposição rápida, os nutrientes retidos na vegetação são rapidamente retornados ao solo e podem servir novamente para as plantas.

A diversidade de *habitats* da região é tão grande que permite que uma série de seres de diferentes espécies conviva em uma mesma área. E ainda existem riscos ao ecossistema, em função da exploração do homem. Esses são apenas alguns dos aspectos deste ecossistema.

Com isso, podemos perceber as interações entre a fauna e flora (meio biótico) com outros aspectos do meio abiótico (ou físico, como o clima, o solo, a hidrografia, o relevo, dentre outros.) como um sistema, com múltiplas variáveis, que são alvo de avaliação de outras ciências, a exemplo da Biologia, da Climatologia e de especialidades dentro da Geografia Física (como a Pedologia e a Hidrografia) e de outras geociências, como a Geologia.

Outro problema é o caráter histórico da Biogeografia (**Paleobiogeografia**).

Muitas vezes, para entendermos o que encontramos nos dias atuais, é preciso voltar ao passado para entender a evolução de determinado grupo de organismos.

Um bom exemplo é o das aves ratitas, grupo do qual fazem parte a ema (que vive na América do Sul), o avestruz (África), o casuar (Ásia) e o quiuí (Nova Zelândia).

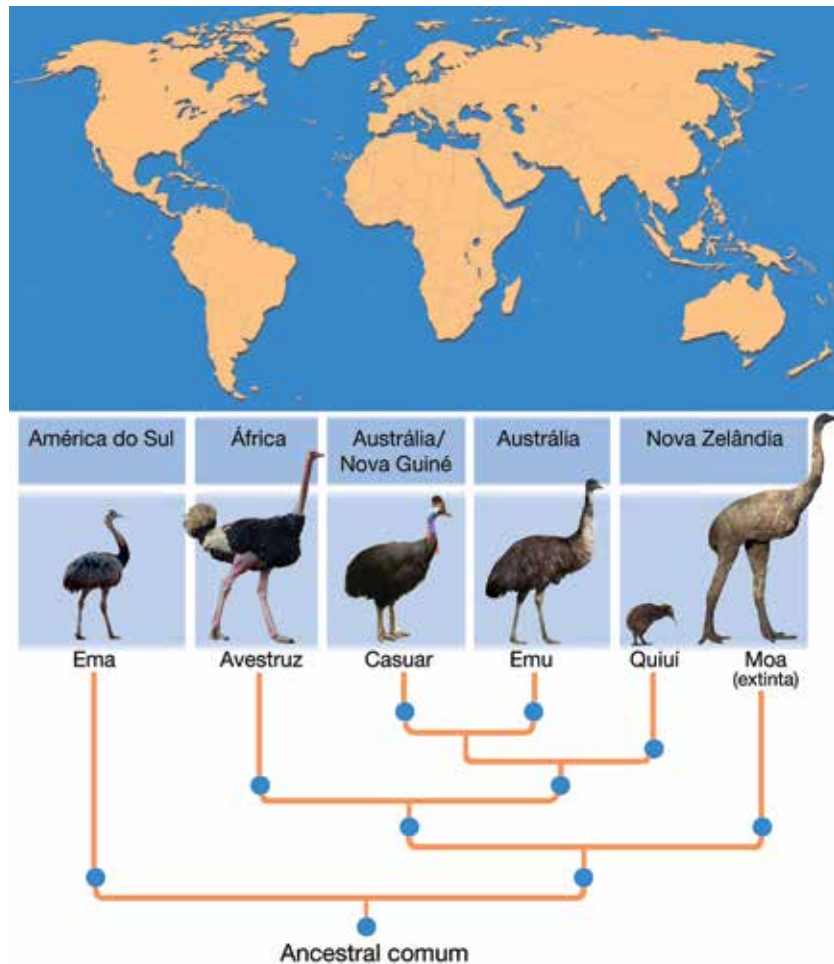
### Evapotranspiração

É o conjunto da umidade liberada pela evaporação com a transpiração das plantas.

### A Paleobiogeografia

É um dos ramos da Paleontologia que estuda a distribuição de grupos de organismos (fósseis) visando à reconstituição da geografia terrestre.

Fonte: <http://www.dicionarioinformal.com.br/paleobiogeografia/>



## Monofilético

Um grupo *monofilético* é aquele composto de seres de todas as espécies derivadas de uma única espécie ancestral, incluindo esse mesmo ancestral. Isto é, consiste de uma única espécie que, a partir da sua evolução, deu origem a diversas outras espécies.

## Especiação

É um processo a partir do qual surgem novas espécies, a partir de uma espécie ancestral. Isso será mais bem explicado na unidade que trata dos fundamentos de Ecologia aplicado à Biogeografia.

**Figura 1.7:** O grupo das aves ratitas se originou de uma única espécie, quando os continentes ainda eram um só (Pangeia). A tectônica de placas separou a Pangeia em diversas massas continentais, e cada população evoluiu de forma diferenciada, dando origem a espécies diferentes.

Este é um grupo **monofilético**, que sofreu **especiação** a partir da separação da **Pangeia**, ou seja, eram uma única espécie que, após a separação continental, passaram a evoluir em diferentes áreas, dando origem a espécies com características bem distintas.

Assim, podemos concluir que a vida que existe nos dias de hoje é reflexo e herança dos organismos e meio que existiram no passado - o que torna o objeto de estudo ainda mais complexo.



**Figura 1.8:** Pangeia é uma palavra formada por radicais gregos (pan= todo; e geia=terra) e significa “toda a terra”.

O conceito de Pangeia teve origem em uma teoria levantada por Alfred Wegener. O meteorologista, no início do século XX, afirmou que, há cerca de 200 milhões de anos, havia apenas um grande continente, uma única massa de terra no planeta e um único grande oceano ao seu redor.

A massa de terra, formada por todos os continentes que conhecemos atualmente, recebeu o nome de Pangeia, e o oceano ao seu redor foi chamado de Pantalassa.

Com o passar do tempo, segundo a teoria de Wegener, após milhões de anos, a Pangeia teria se dividido em dois grandes continentes, que foram denominados de Laurásia e Gondwana. Estes, seguindo o mesmo processo, teriam dado origem aos continentes como os conhecemos hoje.



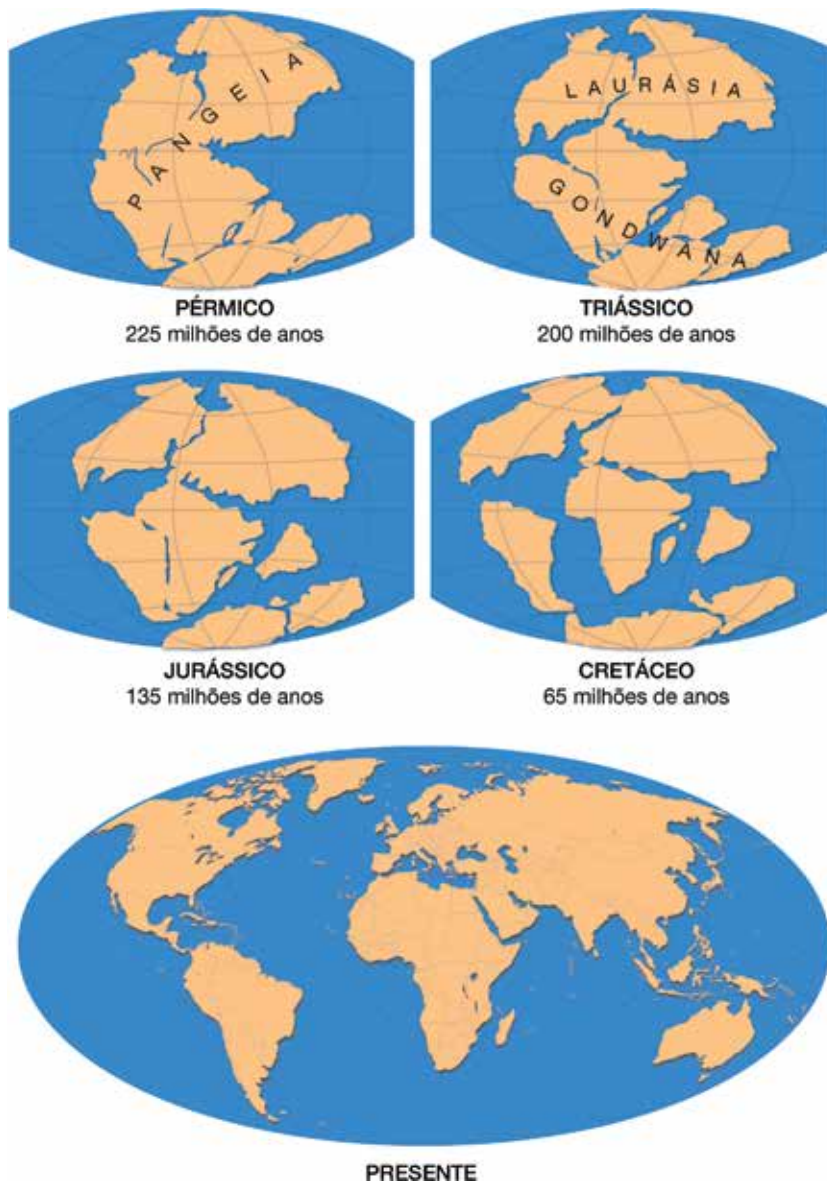
## **Teoria da deriva continental a Biogeografia**

Um exemplo clássico da importância dos conhecimentos biogeográficos é a teoria da deriva continental. Desde o século XVI, a partir de mapeamentos feitos com as grandes navegações do final do século XV, havia a suspeita de que, em algum momento do passado geológico, a América do Sul e a África estavam conectadas.

Apenas no início do século XX, é que Wegener, um geólogo alemão, formulou uma teoria formal para a deriva continental (movimentação dos continentes), e um dos indícios que o cientista usou foi a descoberta de plantas do mesmo gênero taxonômico na costa da África e na da América do Sul.

A presença destas plantas só poderia ser resultado da união entre as duas massas continentais em períodos passados, já que este gênero não seria capaz de se dispersar ao longo do oceano Atlântico.

Desta forma, a distribuição deste gênero está associada a eventos geológicos de milhões de anos atrás, o que destaca a importância da integração dos conhecimentos para o desenvolvimento da Biogeografia.



**Figura 1.9:** Representação da teoria da deriva continental, mostrando como levou milhões de anos para que a Pangeia se dividisse e formasse os continentes que temos hoje.

Cabe destacar que o homem é um importante agente transformador do ambiente e, por isso, vem afetando, em muito, a distribuição das espécies.



Um exemplo é o café, típico produto de exportação brasileiro, mas cuja origem é africana. Ao ser trazido para o Brasil, ele se adaptou muito bem ao nosso clima.



**Figura 1.10:** A jaqueira, com o passar do tempo, se tornou uma ameaça à biodiversidade em algumas regiões brasileiras.



Outro exemplo que podemos destacar, ainda no Brasil, e mais especificamente em áreas de Mata Atlântica, é o das jaqueiras. Esta é uma espécie exótica (originária do sudeste asiático), mas que, ao ser trazida ao Brasil, adaptou-se muito bem às nossas condições ambientais e conseguiu se desenvolver tão bem a ponto de se tornar uma ameaça à **Biodiversidade** em algumas áreas, obrigando ao manejo para controle destas.

### Biodiversidade

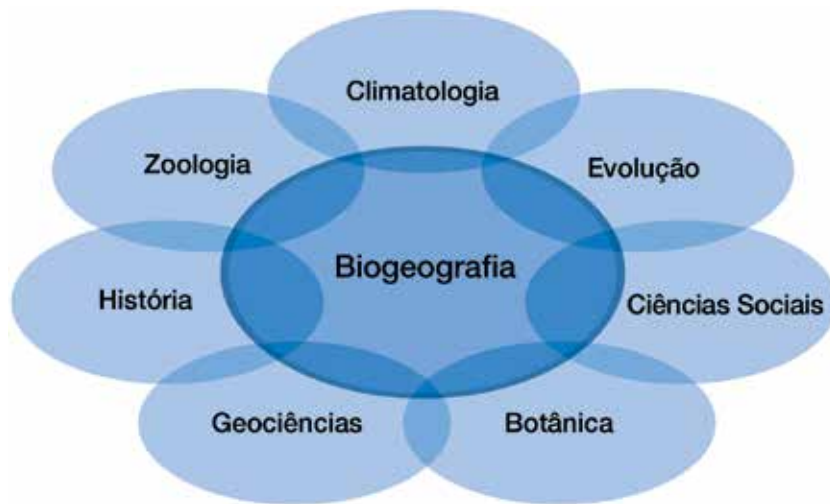
Refere-se à diversidade de vida no planeta, isto é, tanto a riqueza de espécies quanto a abundância destas. É uma característica fundamental dos ecossistemas, e importante para a conservação dos recursos naturais.



Como vimos, a Biogeografia depende do conhecimento das condições ambientais presentes e do passado para a sua compreensão. Geologia, Climatologia, Geomorfologia, Pedologia, Botânica, Zoologia, Ecologia, História e Geografia são apenas alguns dos ramos do saber, aos quais a Biogeografia “pedirá emprestado” conhecimentos.

A Biogeografia então apresenta interface com as Ciências Biológicas, como a Ecologia, a Zoologia e a Botânica, com as Ciências da Terra, como a Geografia, a Geologia e a Climatologia, e com as ciências humanas, como a História e a Sociologia, na busca de uma base teórica que lhe permita entender questões ambientais que se colocam nos dias atuais.

Segue a imagem.



**Figura 1.11:** A Biogeografia busca referências em diversas áreas do conhecimento para melhor entender seu objeto de estudo: a biosfera.

---

---

## Atividade 2

---

---

### *Atende ao objetivo 2*

Você deve ter visto, nos meios de comunicação, que foi descoberta no território brasileiro uma grande reserva de petróleo na chamada camada pré-sal.

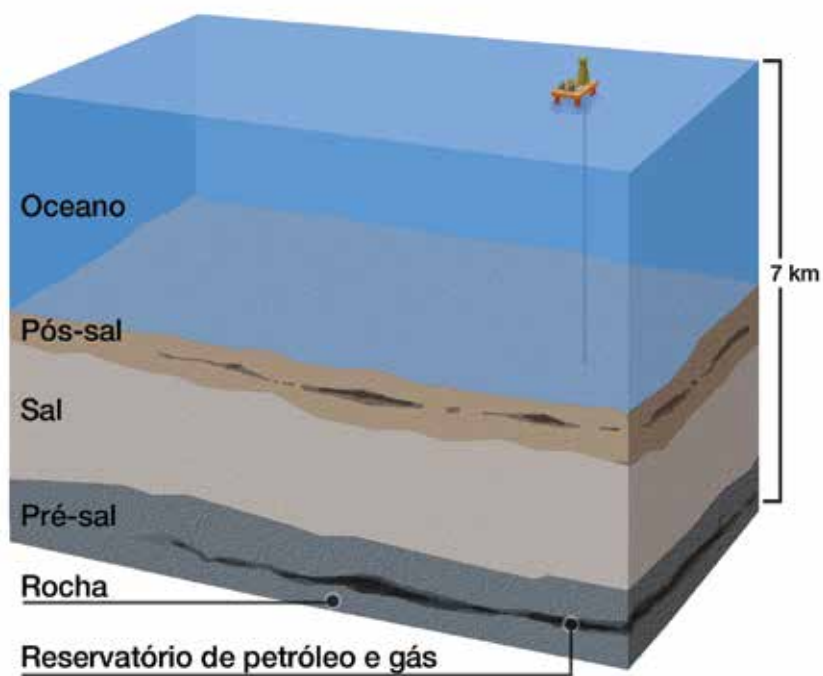
O pré-sal é composto por rochas sedimentares que dão origem ao petróleo. Elas se formaram em virtude dos sedimentos e da matéria orgânica que se depositaram nos grandes lagos formados há milhões de anos em decorrência da separação do grande continente, denominado Gondwana, na divisão entre os continentes americano e africano.





**Figura 1.12**

Considerando-se as características do território brasileiro sob a ótica de seu potencial em termos de reservas de petróleo, a possibilidade de encontrarmos esse recurso seria na província pré-sal.



**Figura 1.13**

A província pré-sal localiza-se no litoral, entre os estados de Santa Catarina e Espírito Santo, e ocupa uma área com cerca de 800 km de extensão por 200 km de largura.



**Figura 1.14**

A exploração desta reserva necessitará dos estudos da Biogeografia brasileira.

Agora, é com você: descreva de que modo a Biogeografia pode contribuir para essa exploração e que interfaces com outras áreas de conhecimento serão necessárias para esse fim?

---

---

---

---

---

### ***Resposta comentada***

Para a exploração do pré-sal, a Biogeografia pode contribuir identificando as áreas em que há probabilidade de existência de reservas de petróleo e o melhor local para se fazer isso por meio da análise dos organismos e rochas existentes no solo marítimo. Para tanto, a Biogeografia necessita da interface com outras áreas de conhecimento, tais como a Climatologia, a Evolução, as Geociências, que lhe darão o referencial teórico.

---

---

---

---

## Ramos e subdivisões da Biogeografia

O escopo de atuação da Biogeografia é amplo, trabalhando suas questões em diferentes escalas espaciais e temporais, apresentando trabalhos com características muito distintas. Veja, a seguir, dois exemplos:

- Existem pesquisas na escala de tempo geológico, como o estudo de como as variações climáticas no quaternário afetaram a distribuição dos biomas no território brasileiro, com as suas variações entre períodos glaciais e interglaciais;
- Há trabalhos em uma escala de tempo menor, que visam observar a maneira pela qual as interações entre as espécies afetam a diversidade em uma determinada área.

Desta forma, a Biogeografia está dividida em diversos ramos, de acordo com a abordagem adotada. Os principais troncos são a Biogeografia Histórica e a Ecológica, mas existe ainda a Biogeografia Insular e a Marinha.

## A Biogeografia Ecológica

A Biogeografia Ecológica trabalha com questões atuais, na escala de tempo humana, onde são observadas as relações funcionais entre meio físico e organismos, e destes organismos entre si.

De acordo com Cox & Moore (2009), esta abordagem se preocupa com questões como: quais os fatores que controlam a biodiversidade em uma determinada área; como se dá a relação entre o relevo e a distribuição dos organismos em uma determinada área; porque ocorre a substituição de uma espécie por outra em algumas áreas.

Como exemplo de trabalho desta abordagem, podemos citar Oliveira (1987), que, ao fazer um levantamento **fitossociológico** no Maciço da Tijuca, observou que as vertentes norte e sul têm apenas 22% de espécies em comum, sendo que 34% das espécies vegetais são exclusivas da vertente norte e 44% exclusivas da sul.

Este padrão é resultado direto das diferenças entre os ambientes físicos das duas áreas, pois a vertente norte é mais seca e com maior insolação, enquanto a sul é mais úmida. Esta abordagem, ao mesmo tempo em que trabalha mais com análise da vegetação, por ser mais fácil de mapear, coletar e identificar, tem uma grande aplicabilidade para questões ambientais dos dias de hoje, como os impactos causados pelas alterações do homem.

## Fitossociologia

A *Fitossociologia*, também conhecida como *Florística*, é o estudo de características, classificação, relações e distribuição de comunidades vegetais. (SILVEIRA, 2010). É importante para entendermos que espécies de vegetais são encontradas em uma determinada área, analisando a interação entre os indivíduos das comunidades. Estudos florísticos foram fundamentais para entendermos os principais ecossistemas encontrados no planeta, mostrando-nos a composição entre as espécies de plantas e as interações entre estas. Um exemplo que temos são os vários estudos fitossociológicos que ocorreram (e acontecem até hoje) em áreas de mata atlântica, que nos permitem mapear toda a sua diversidade.

## A Biogeografia Histórica

### Palinologia

A *Palinologia* pode ser também definida como a ciência que estuda grãos de pólen e esporos. (Punt et al., 1994). É empregada em estudos para compreender as modificações provocadas nas vegetações pela ação humana e investigação de rotas migratórias de espécies, por exemplo.

### Região Zoogeográfica

É uma divisão feita com base na distribuição geográfica dos animais. O pai deste conceito foi Alfred Russel Wallace (1823-1913), e este leva em consideração tanto a distribuição atual dos organismos como a história evolutiva da região. Um exemplo que temos de região zoogeográfica é a australiana, onde encontramos uma fauna muito particular, com cangurus, coalas e ornitorrincos. Este conceito será mais trabalhado na Aula 8.

### Marsupiais

(Latim científico: *marsupialia*) constituem uma infraclasse de mamíferos, cuja principal característica é a presença, na fêmea, de uma bolsa abdominal, conhecida como marsúpio (do latim *marsupium*, do qual o nome da infraclasse deriva), onde se processa grande parte do desenvolvimento dos filhotes.

A Biogeografia Histórica trata de questões em escala de tempo geológico, da evolução de determinadas espécies ou de determinados biomas do planeta. Trabalha muito a partir de registros fósseis e **palinológicos**, realizando um verdadeiro trabalho de reconstituição ambiental a partir destes indícios para se entender o ambiente que encontramos hoje. São exemplos de trabalhos dentro desta abordagem:

- Como um determinado grupo de organismos se manteve confinado até o presente em uma determinada região específica;
- Quando determinado padrão de distribuição começou a ter os seus limites atuais;
- Quais são as espécies com parentesco próximo e onde são encontradas;
- Por que animais e plantas da Austrália e Madagascar são tão característicos.

Apesar de trabalhar com estas grandes escalas de tempo, ainda assim esta abordagem apresenta uma aplicabilidade no entendimento de alguns problemas ambientais. Por exemplo, a **região zoogeográfica** australianase desenvolveu de forma bem diferente das demais, dando origem a espécies bem distintas, em função do seu isolamento em relação a outras partes do planeta desde o processo de separação da Pangeia.

Com a chegada dos colonizadores europeus, foram introduzidos cães, gatos e coelhos, que são predadores e competidores, aos quais a fauna local não estava adaptada, e representaram um grande decréscimo nas populações de animais desta região. Fazem parte desta fauna os coelhos, dingos, ornitorrincos, equidnas (estes dois últimos, os únicos mamíferos que botam ovos, da família dos monotremados), cangurus, diversos outros **marsupiais**, entre outras espécies.



Coala, dingo, ornitorrinco e equidna. Você já ouviu falar desses animais?

Eles possuem características muito peculiares. Vamos conhecer um pouco mais sobre eles? Então, veja o painel a seguir.

| Coala   | Dingo   | Ornitorrinco  | Equidna   |
|---|---|---|---|
|    |                                  |                            |             |
| Marsupial que se alimenta de eucalipto e ocorre exclusivamente na Austrália. Está ameaçado de extinção atualmente pelo desmatamento | Pertence à família dos canídeos, da qual fazem parte o cão e o lobo, vivem solitários e se encontram na Austrália | É um mamífero que bota ovo (monotremado), vive próximo a rios, e apresenta um bico semelhante ao de um pato | faz parte do mesmo grupo que o ornitorrinco (mamífero que bota ovo), assemelha-se a um ouriço |

**Figura 1.15:** Painel que retrata alguns animais da região zoogeográfica australiana e suas respectivas características, cuja população sofreu decréscimo com a chegada de animais trazidos pelos colonizadores europeus.

Fontes: [http://commons.Wikimedia.Org/wiki/file:koala\\_climbing\\_tree.Jpg#mediaviewer/ficheiro:koala\\_climbing\\_tree.Jpg](http://commons.Wikimedia.Org/wiki/file:koala_climbing_tree.Jpg#mediaviewer/ficheiro:koala_climbing_tree.Jpg); [http://commons.Wikimedia.Org/wiki/file:canis\\_lupus\\_dingo\\_-\\_cleland\\_wildlife\\_park.Jpg#mediaviewer/ficheiro:canis\\_lupus\\_dingo\\_-\\_cleland\\_wildlife\\_park.Jpg](http://commons.Wikimedia.Org/wiki/file:canis_lupus_dingo_-_cleland_wildlife_park.Jpg#mediaviewer/ficheiro:canis_lupus_dingo_-_cleland_wildlife_park.Jpg); <http://commons.Wikimedia.Org/wiki/file:ornithorhynchus.Jpg#mediaviewer/ficheiro:ornithorhynchus.Jpg>; [http://commons.Wikimedia.Org/wiki/file:echidna\\_st\\_03.Jpg#mediaviewer/ficheiro:echidna\\_st\\_03.Jpg](http://commons.Wikimedia.Org/wiki/file:echidna_st_03.Jpg#mediaviewer/ficheiro:echidna_st_03.Jpg).

## A Biogeografia Marinha

A Biogeografia Marinha, como o próprio nome indica, representa o estudo da distribuição dos organismos marinhos. Apesar de ser semelhante, em alguns pontos, à Biogeografia Continental, os ambientes marinhos apresentam diferenças marcantes de funcionamento e dinâmica. De acordo com Cox & Moore (2009), pelos desafios e dificuldades que os ecossistemas oceânicos representam, a Biogeografia Marinha tem tido um desenvolvimento relativamente lento e ainda há muito a ser aprendido sobre ela.

## A Biogeografia Insular

A Biogeografia Insular representa um importante tema dentro da Biogeografia, por trabalhar com ilhas. Estas representam um grande de-

## Alfred Russel Wallace

(1823-1910)

Foi um naturalista, geógrafo, antropólogo e biólogo britânico. Contemporâneo de Darwin, também foi um dos importantes pensadores da teoria da evolução e seleção natural.

## Endêmicas

São *espécies endêmicas* aquelas cuja distribuição está restrita a alguma região em particular. O mico-leão-dourado, por exemplo, é uma espécie endêmica da Mata Atlântica fluminense.

## Datação com radiocarbono

A *datação com radiocarbono* é um método de datação que usa carbono 14 e tem eficácia de até 60.000 anos.

safio ao pesquisador, pois são experimentos únicos na evolução da fauna e flora, com padrões diferentes do encontrados em áreas continentais. As ilhas sempre foram laboratórios importantes, visto que foram as áreas de estudo dos dois maiores pensadores da teoria da evolução: Charles Darwin, em Galápagos, e **Alfred Wallace** no sudeste asiático. São perguntas desta abordagem: como os organismos chegam e povoam as ilhas; quais os processos que norteiam a biodiversidade em Ilhas; porque em áreas insulares existem tantas espécies **endêmicas**. Os principais aspectos sobre o padrões encontrados em ilhas serão discutidos na Aula 10.

O que pode ser percebido é que a Biogeografia se apresenta muito diversa em suas múltiplas abordagens, porém cabe destacar que em todas estarão presentes dois aspectos: a distribuição dos organismos e as relações entre o meio físico e biótico nos ecossistemas.

## ATIVIDADE 3

### Atende aos objetivos 2 e 3

Para começar, leia o trecho do texto de Marcia Oliveira de Paula, disponível no Centro de Pesquisa da História Terrestre, intitulado “Podem os criacionistas aceitar a origem de novas espécies?”

*“(...) O lago Nabugabo é um pequeno corpo de água doce localizada em Uganda, e fica situado às margens do lago Vitória. Evidências geológicas indicam que o lago Nabugabo foi formado a partir do lago Vitória, pelo crescimento de um banco de areia através de uma pequena enseada na margem deste lago. A **datação com radiocarbono** indica que a separação ocorreu há aproximadamente quatro mil anos atrás. Um fato extraordinário ocorre no lago Nabugabo: ele abriga quatro espécies de peixes da família dos ciclídeos que não são conhecidas em nenhum outro lugar, inclusive no lago Vitória, mas cada uma destas espécies se assemelha a uma espécie do lago ancestral. As espécies do lago Nabugabo diferem das espécies parentais óbvias do lago maior na coloração dos machos e em outras características menores. O padrão de coloração do macho é uma importante característica na identificação das espécies, servindo como um sinal de reconhecimento para o acasalamento. As pequenas populações das espécies parentais do lago Vitória foram aparentemente isoladas quando o banco de areia*

*transformou o Nabugabo em um lago separado, e desde então elas vieram a se tornar novas espécies”.*(DE PAULA, 2007)



Para ler o texto na íntegra, você poderá acessá-lo no seguinte endereço: <http://origins.swau.edu/papers/evol/marcia1/defaultp.html>

Com base na leitura do trecho do texto indicado, responda:

Onde este estudo se insere na Biogeografia?

Qual a importância da história evolutiva para o surgimento destes organismos?

---

---

---

---

---

---

### **Resposta comentada**

O estudo está inserido no campo da Biogeografia Histórica, pois faz uma análise ao longo do tempo geológico, vendo como a espécie original se dividiu em várias, que acabaram se transformando em diferentes espécies. E a história evolutiva foi fundamental, pois, ao evoluírem de formas diferentes, em função do longo tempo em que estiveram separados em lagos menores, as diferentes espécies de peixes acabaram aumentando a diversidade e riqueza de espécies no lago.

---

---

---

## Conclusão

Esta aula buscou conceituar e contextualizar a Biogeografia dentro da Geografia, tanto do ponto de vista histórico como conceitual, com importantes contribuições para o próprio desenvolvimento da institucionalização da Geografia como ciência, sendo uma das mais antigas divisões da Geografia. Entender o histórico, as abordagens atuais e as aplicações da Biogeografia são fundamentais não apenas para contextualizar a Biogeografia no saber geográfico, mas para entendermos a própria evolução da Geografia. Nas próximas aulas, veremos os principais pontos da sua base teórica.

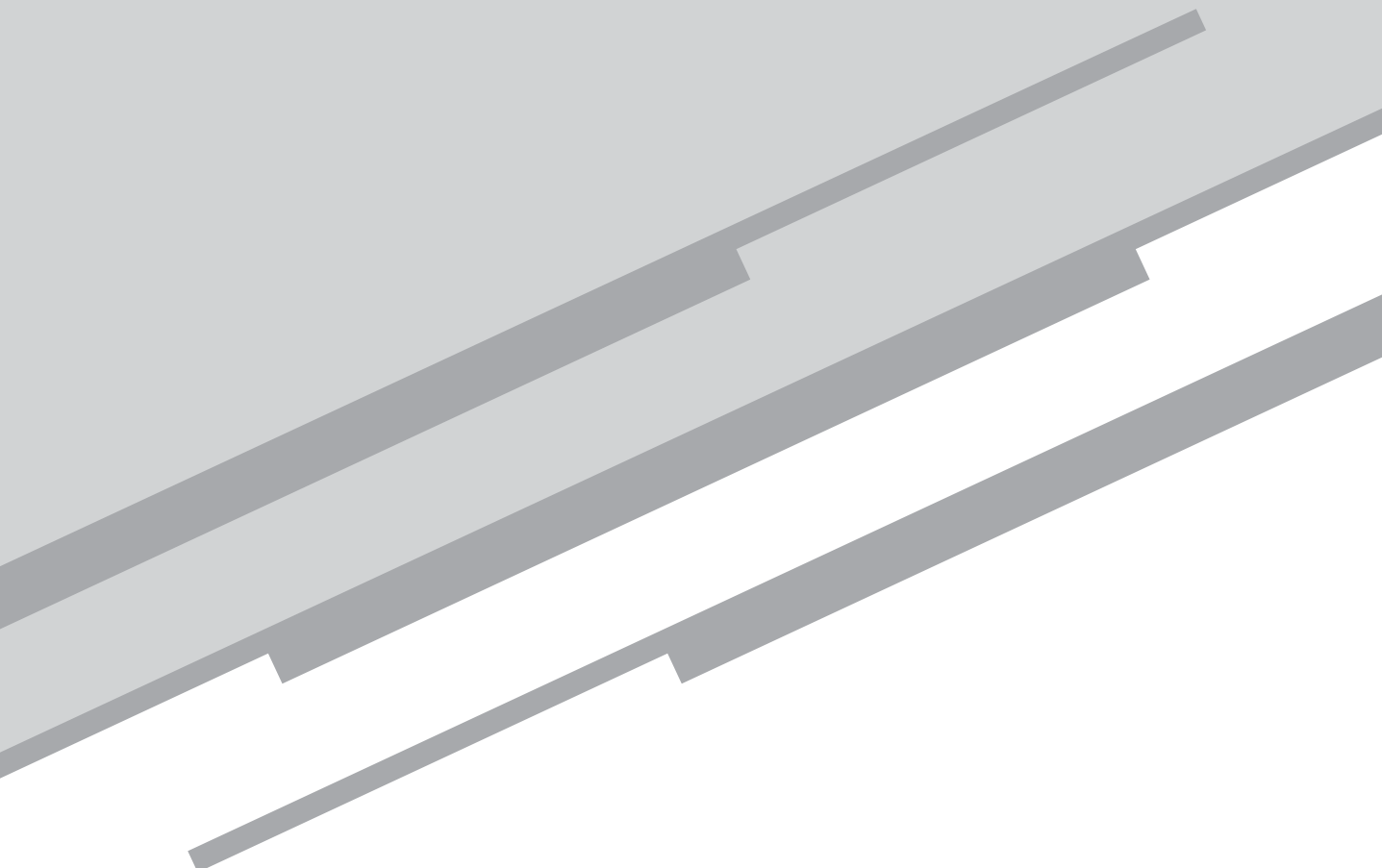
## Resumo

- A Biogeografia é uma ciência interdisciplinar que busca entender os padrões de distribuição dos seres vivos no planeta;
- O desenvolvimento da Biogeografia vem inicialmente da Biologia, através do trabalho de pesquisadores como Lineu, e depois foi fundamental para o processo de institucionalização da Geografia nas universidades, a partir de trabalhos como o de Humboldt;
- No Brasil, podemos dividir a evolução da Biogeografia em 3 fases distintas: 1 – O Período Pré-Geográfico; 2 – A Biogeografia dos naturalistas; 3 – Período analítico, comparativo e ecológico;
- Pelo seu caráter interdisciplinar, a Biogeografia pode ter uma aplicação direta no entendimento dos problemas ambientais atuais, pois consegue integrar as relações entre o meio físico e biótico em associação com a ação humana;
- A Biogeografia pode ser dividida em diversos sub-ramos, de acordo com o seu objeto de estudo, sendo os mais conhecidos e importantes a Biogeografia Ecológica e a Biogeografia Histórica;
- A Biogeografia Ecológica trabalha com questões atuais, como a distribuição de uma determinada espécie ou os padrões de biodiversidade em uma determinada ilha; a Biogeografia Histórica trabalha com a distribuição dos seres vivos ao longo da nossa história geológica.



# Aula 2

Geoecologia



*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Apresentar os princípios básicos da Geoecologia, suas potencialidades e limitações para a análise ambiental.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. definir Geoecologia e diferenciá-la da Ecologia tradicional;
2. identificar a importância da escala na análise geoecológica;
3. descrever como a Geoecologia pode ser aplicada à análise das questões ambientais.

## Introdução: a Geoecologia e suas contribuições para a análise das questões ambientais

A Biogeografia apresenta um imenso potencial para aplicação no planejamento e na gestão ambiental, e, conseqüentemente, na organização territorial, pois se apresenta como uma interface entre a Geografia Física e as Ciências Biológicas. O grande desafio, então, é articular esses conhecimentos com a dinâmica socioeconômica, já que ambos os processos (socioeconômicos e físico-biológicos) apresentam dinâmicas e lógicas diferentes, mas são fundamentais para entendermos as configurações e dinâmicas das paisagens.

Um dos instrumentais que existem para essa articulação é a Geoecologia, ou Ecologia da Paisagem. Trata-se de uma abordagem nascida dentro da Geografia, mas que acabou tendo ampla aceitação e aplicabilidade na Biologia, pois busca entender a heterogeneidade das paisagens.

Nesta unidade, vamos entender um pouco da história dessa abordagem e sua aplicabilidade nas questões ambientais atuais.

## A Ecologia da Paisagem como base para a compreensão dos sistemas naturais

A Geoecologia ou Ecologia da Paisagem é uma abordagem interdisciplinar, que trabalha a partir de uma base sistêmica e de caráter holístico.

Vamos conhecer a sua definição?

### O conceito de Geoecologia ou Ecologia da Paisagem

O conceito surgiu em 1939, a partir do geógrafo alemão **Carl TROLL**, que, influenciado pela observação de fotos aéreas e pelo conceito de ecossistema de Tansley, deu uma nova perspectiva para a análise da paisagem.

Troll definiu a Geoecologia como o “estudo das relações físico-biológicas que regem diferentes unidades espaciais de uma região”, sendo que essas relações podem tanto ser verticais (intrapaisagens) como horizontais (extrapaisagens). Esse aspecto já define essas “unidades” como sistemas abertos. (TROLL, 1939).

Por relações intrapaisagens, entendemos as relações que ocorrem internamente a uma paisagem, como o lançamento de defensivos agri-

### Carl Troll

(1899-1975)

Geógrafo, botânico e ecólogo. Trabalhou no Instituto Geográfico de Munique. Tornou-se professor da Universidade de Berlim, tendo desenvolvido pesquisas em áreas montanhosas, integrando sempre aspectos físicos e socioeconômicos. Para tanto, utilizou uma ferramenta nova na época: as fotos aéreas. Foi presidente da União Geográfica Internacional entre 1960 e 1964.

colas em um ambiente rural, que contamina o solo e corpos hídricos. Por relações extrapaisagens, podemos entender aquelas relações entre paisagens distintas, como a troca de energia e matéria entre uma área rural adjacente a uma urbana.

As fotos aéreas deram uma nova percepção ao conceito de paisagem, já que este sempre esteve fortemente associado ao que seria visível, ao que podia ser observado a olhos nus. A partir das fotos, o “visível” passou a ter um alcance muito maior, pois elas cobrem uma superfície mais ampla do que a que pode ser vista pelos olhos humanos. Veja a figura a seguir.



**Figura 2.1:** Região metropolitana da Grande São Paulo (mancha central mais clara). As fotos aéreas, assim como as imagens de satélite atuais, permitem a visualização de uma extensão territorial muito maior que a da vista humana.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:S%C3%A3o\\_Paulo\\_Landsat\\_\(fotografia\\_de\\_sat%C3%A9lite\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:S%C3%A3o_Paulo_Landsat_(fotografia_de_sat%C3%A9lite).jpg)

Já a Ecologia e o conceito de ecossistema contribuíram para a construção da definição de Geoecologia com uma abordagem sistêmica e funcional, tentando entender as trocas de energia e matéria entre os diferentes elementos da paisagem.

A Geoecologia era apontada por Troll muito mais como um ponto

de vista do que como uma nova ciência. Nele, a capacidade do observador de ver como os diferentes elementos da paisagem interagem seria mais importante que os paradigmas. Por exemplo, como uma área rural e uma urbana se relacionam ou como uma área rural, adjacente a uma Unidade de Conservação, troca com ela matéria e energia. A paisagem é heterogênea, formada a partir de elementos que se relacionam.

Ao longo da sua evolução, a Geoecologia buscou associar a abordagem especial inerente ao geógrafo – com sua capacidade de localizar a informação na superfície terrestre – ao enfoque funcional do ecólogo, que, por sua vez, entende as relações existentes entre os seres vivos e o ambiente que os cerca, com vistas a entender e integrar os diferentes elementos da paisagem de maneira interdisciplinar.

Nas últimas décadas, a Geoecologia tem sido definida de diversas maneiras. No entanto, praticamente todas as definições possuem dois pontos em comum. São eles:

- a) o realce explícito da importância da configuração espacial para os processos dos sistemas ambientais, entendendo-os como as diferentes áreas, com suas diferentes dinâmicas e o modo como se relacionam;
- b) o trabalho com extensões territoriais, normalmente bem superiores às da Ecologia clássica (TURNER; GARDNER; O'NEILL, 2003). Por exemplo, a Geoecologia é capaz de trabalhar com uma superfície territorial grande, como a Ilha Grande (RJ), já a Ecologia clássica a subdividiria em unidades menores, para facilitar sua análise.



**Figura 2.2:** Vista aérea da Ilha Grande. A Geoecologia não precisa subdividir superfícies territoriais extensas, como a da Ilha Grande, para fins de análise.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Foto\\_A%C3%A9rea\\_da\\_Ilha\\_Grande.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Foto_A%C3%A9rea_da_Ilha_Grande.jpg)

Assim, temos que a Geoecologia consegue fazer análises integradas e trabalhar com grandes extensões territoriais, o que não é possível na Ecologia tradicional, que é mais descritiva.

Dentro da Geoecologia, a paisagem é focada a partir de três aspectos (FORMAN, 1995):

1. estrutura: é a relação espacial entre os diferentes elementos que compõem a paisagem;
2. função: é o conjunto das interações e processos entre os elementos que compõe a paisagem;
3. dinâmica: são as transformações que ocorrem na paisagem a partir dos processos inerentes a elas.

Esses aspectos definem a paisagem como dinâmica ao longo do tempo, apresentando estrutura e funções que também podem se transformar com o passar do tempo. A Geoecologia tenta enfatizar a interação entre o padrão espacial e os processos do geoecossistema, isto é, a causa e a consequência da heterogeneidade na paisagem, aliando a abordagem espacial do geógrafo ao enfoque funcional do ecólogo (TURNER; GARDNER; O'NEILL, 2003).

Vamos ver um exemplo prático da aplicação dos três aspectos na paisagem?

Se pensarmos em uma unidade de conservação cercada por uma extensa área urbana, como a Floresta da Tijuca, no Rio de Janeiro, no aspecto da *estrutura*, ela seria composta:

- pela floresta;
- pela área da cidade;
- pela zona de contato entre as duas.

Já no âmbito das *funções*, como interações, podemos destacar:

- as trocas que existem entre a zona florestal e a urbana, como a chuva ácida em solo florestal, causada por resíduos industriais da área urbana;
- o controle climático exercido pela área florestal na cidade;
- as invasões na unidade de conservação;
- o **efeito de borda** da cidade em direção à floresta.

Já a *dinâmica* é a própria evolução dessa paisagem, o que nos leva aos seguintes questionamentos:

### Efeito de borda

Alteração na estrutura, na composição e/ou na abundância relativa de espécies na parte marginal de um fragmento florestal, em função de efeitos degenerativos que vêm da matriz adjacente.

- Houve retração da floresta?
- Houve a extinção de alguma espécie nativa pelo efeito de borda?
- O clima da cidade mudou por conta da diminuição da área verde?
- Houve aumento de enchentes e inundações?

E a evolução da paisagem é resultante da relação entre a área urbana e a florestal, bem como de seus respectivos processos. As transformações que ocorrem são parte da dinâmica entre essas duas áreas.

Assim, a paisagem é o produto das relações entre esses diversos elementos. Também é levada em consideração a ação do homem como agente transformador da paisagem. Ela é capaz de alterações rápidas e de grande magnitude, modificando a estrutura do sistema por intermédio de suas atividades nos circuitos de matéria e energia, e na composição qualitativa dos elementos integrantes das paisagens em diferentes escalas, que podem ir do nível local ao regional (CHRISTOFOLETTI, 1995).

Podemos usar como exemplo o bairro carioca da Lagoa, no entorno da Lagoa Rodrigo de Freitas, que originalmente fica numa área de laguna (lagoa em contato com o mar) sujeita a inundações naturais. Com a rápida ocupação, a lagoa perdeu cerca de um terço da sua área original, além da supressão de diversos canais, que faz com que as cheias aconteçam com um volume menor de chuva. Assim, um quadro natural foi agravado pela ação humana, e, em casos de chuva muito forte, os alagamentos podem gerar engarrafamentos que se espalham por toda a cidade! O que levou muitos anos para se formar foi transformado pelo homem em um período de tempo menor que 40 anos!

Dessa forma, a Geoecologia se transformou em uma importante ferramenta para a análise ambiental, sendo integrativa e trabalhando com extensas áreas territoriais, além de ajudar na gestão do território. Esse caráter integrativo dos diferentes elementos que compõem a paisagem é que é a questão primordial, pois a paisagem é mais que apenas a soma deles, é o resultado da sua interação.

## **A diferença entre Ecologia tradicional e Ecologia da Paisagem**

A Ecologia da Paisagem se destaca da Ecologia tradicional, não apenas por sua maior abrangência espacial, mas também por abordar aspectos “não visíveis” da paisagem, como as interações do sistema solo-paisagem (HUGGET, 1995).

Fica fácil diferenciar a Geoecologia da Ecologia tradicional comparando o foco de cada uma. Por exemplo: o estudo das relações de uma determinada espécie de planta com o seu meio físico e as outras espécies com as quais interage é uma possibilidade de trabalho na Ecologia tradicional, assim como o estudo de uma determinada comunidade biótica. Porém, eles não seriam objetos de trabalho dentro da Geoecologia, pois não estariam no nível de paisagem, entendendo a heterogeneidade desta.

A Geoecologia trabalha com escalas espaciais maiores, como já conversamos no exemplo da unidade de conservação envolvida pela área urbana anteriormente. A questão da escala e a sua importância serão destacadas mais adiante.

No que se refere à Geoecologia contemporânea e holística, de acordo com Zev Naveh (2000), ela só pode ser compreendida no contexto mais amplo da “revolução científica” pós-moderna, em que a ciência determinística foi repensada de maneira holística. Isso se dá porque foi somente a partir dessa revolução científica pós-moderna que novos paradigmas de esquemas conceituais iniciaram o processo de substituição gradual dos paradigmas convencionais e bem estabelecidos da chamada **ciência tradicional**. Assim, a Geoecologia expande o campo de visão da Ecologia tradicional.

Essa mudança na ciência vem ocorrendo nos últimos 20-30 anos, já que relações diretas de causa-efeito não conseguem mais explicar todos os fenômenos e, assim, a análise sistêmica vem ganhando espaço.

### **Ciência tradicional**

Conjunto das ciências que tradicionalmente usam o método científico.

## ===== **Atividade 1** =====

### *Atende ao objetivo 1*

Descreva a contribuição que a Geoecologia pode ter nas análises geográficas e como ela se diferencia da Ecologia tradicional.

---

---

---

---

---

---



### **Resposta comentada**

A contribuição da Geoecologia consiste em sua análise geográfica sistêmica, segundo a qual as complexas relações entre as paisagens podem ser vistas de uma maneira integrada, relacionando os diferentes elementos que a compõem. Em contraponto a isso, a Ecologia tradicional trabalha com escalas espaciais menores e problemas associados apenas à Biologia.

---

### **A questão da escala na análise geoecológica**

A escala pode ser considerada um conceito-chave dentro da Geografia e da Geoecologia. Ela está associada a qualquer investigação, independentemente do recorte escolhido (espaço, paisagem, região etc.), assim como as ciências cognatas, como a Ecologia, a Economia, a Climatologia, entre outras. É, inclusive, difícil imaginar alguma ciência em que não se trabalhe com escalas (MCMASTER; SHEPPARD, 2004).

Um dos grandes problemas que existem na Geografia é a forte associação entre a escala cartográfica e a escala geográfica. Vamos ver a diferença entre elas?

Na primeira, a escala é uma fração matemática, um problema da alçada do cartógrafo, que busca a relação métrica entre o objeto a ser representado no mapa e a sua representação gráfica.

Já a escala geográfica, segundo Iná Elias de Castro (1995), deve ser entendida como

uma estratégia de aproximação do real, que inclui tanto a inseparabilidade entre tamanho e fenômeno, o que a define como um problema dimensional, como a complexidade dos fenômenos e a impossibilidade de apreendê-los diretamente, o que a coloca como um problema também fenomenal. (CASTRO, 1995, p. 49).

A comparação entre a escala cartográfica e a escala de observação do fenômeno também leva ao problema da conceituação do que se considera grande escala e pequena escala (MCMASTER; SHEPPARD, 2004).

Pensando em termos matemáticos, segundo os quais a escala é representada como uma fração, o valor de 1:50.000 é maior do que, por exemplo, 1:500.000. Assim, na cartografia, a maior escala é exatamente aquela que representa uma menor superfície.

De acordo com Castro (1995), referir-se ao local como grande escala e ao mundo como pequena escala é utilizar a fração como base descritiva e analítica, quando ela é apenas um instrumental, pois nesse caso, é apenas uma referência para a transformação do mundo real num mapa.

Já na Geografia, o raciocínio é exatamente o contrário: pequenas escalas fazem referência a pequenas áreas, como é o caso de um bairro, e grandes escalas, a grandes áreas, sendo um exemplo os problemas em escala global (MCMASTER; SHEPPARD, 2004). Logo, o que é matematicamente pequeno representa uma grande área, sendo, assim, uma escala geográfica grande, e o inverso com uma área pequena representada.

Monica Turner, Robert Gardner e Robert O'Neill (2003) sugerem, dentro da Ecologia de Paisagens, que, para evitar esse tipo de problema, utilizem-se os termos *abrangente* (*broad*) para escalas maiores do ponto de vista espacial, e *refinada* (*finer*) para escalas menores, dessa forma, aproximando-se conceitualmente da escala geográfica.



**Figura 2.3:** Sequência de imagens que mostra as variações de escala desde o Brasil, passando pelo estado do RJ até a cidade do Rio de Janeiro. Comparando-as, podemos perceber que a escala afeta diretamente os processos que podem ser observados.

No caso acima, o mapa do Brasil seria a escala pequena do ponto de vista cartográfico, porém, grande do ponto de vista geográfico, e o inverso ocorreria nas imagens seguintes.

É fundamental também perceber que diferentes escalas de análise mostram diferentes processos e padrões. Richard Hugget (1995) coloca que a estrutura, padrões e dinâmica da paisagem dependerão diretamente da escala de observação. Assim, processos e agentes importantes em uma escala podem não ser relevantes em outra.

Vamos ver um exemplo disso?

Podemos citar o processo de decomposição da matéria orgânica, que, em escalas menores (locais), será regulado diretamente pelas características da serapilheira e da comunidade decompositora, mas, em escala global, será regulado principalmente pelas características climáticas. Assim, o fenômeno a ser observado, se associado a uma determinada escala, ganha um sentido particular (CASTRO, 1995).

A discussão sobre o que será observado e a sua abrangência levam à questão da escala operacional, isto é, a escala lógica na qual um processo geográfico ocorre (MCMASTER; SHEPPARD, 2004).

Hugget (1963), de acordo com Turner, Gardner e O'Neill (2003), identificou três problemas relacionados à escala que podem obstruir a investigação geográfica:

1. A cobertura da escala. Essencialmente, este problema já havia sido identificado pelos gregos da Antiguidade, já que a superfície terrestre é tão grande, que impõe sérias dificuldades para a compreensão da sua variabilidade espacial. Assim, qualquer representação cartográfica leva à perda de informações, pois se trata de uma redução, e a realidade não pode ser reduzida na sua totalidade. Por exemplo, em um mapa do estado do Rio de Janeiro, sua casa não aparecerá, pois é uma redução.
2. O ato de relacionar escalas diferentes. Na investigação geográfica, não se deve aplicar conclusões derivadas de estudos em uma escala a questões cujos processos são percebidos em outra escala. Toda mudança de escala trará novos problemas e indagações, e não se pode partir do pressuposto de que os condicionantes que atuam em uma escala atuarão em outra. Isso também mostra a dificuldade de entender e relacionar processos que ocorrem em múltiplas escalas, como o processo de decomposição de matéria orgânica, já discutido anteriormente, que vai do nível molecular até o clima global.

3. A padronização da escala. A habilidade de comparar áreas diferentes, extrapolar informações de um local para outro ou reunir diferentes tipos de dados para uma mesma área é diretamente influenciado pela metodologia segundo a qual esses dados foram coletados e organizados. Por exemplo, se uma questão é estudada no nível do Brasil, não pode ser extrapolada para o Rio de Janeiro.

O que pode ser percebido a partir do que foi discutido é que um dos primeiros passos de qualquer trabalho é a escolha da escala de análise do fenômeno analisado, que delimitará as variáveis a serem estudadas.

Dessa forma, não existe escala certa ou errada, mas, sim, a escala adequada ao problema que vai ser trabalhado. Como dissemos anteriormente, não se pode usar uma escala do Brasil como um todo para analisar fluxos de pessoas na cidade do Rio de Janeiro. Cada problema tem a sua escala de análise e na Geoecologia, que trabalha com questões em superfícies espaciais grandes, não será diferente. A escolha da escala é fundamental para a análise geoecológica.

## ===== **Atividade 2** =====

### *Atende ao objetivo 2*

Compare as abordagens de escala da cartografia com as da ciência geográfica.

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Resposta comentada**

Na cartografia, a escala é uma relação matemática, uma fração para transformar em mapa o que é visto no mundo real. Assim, uma escala de 1:50.000 é maior do que uma escala de 1:500.000. Porém, a área representada na segunda é maior do que a primeira, o que gera um problema analítico. Temos, então, que, na ciência geográfica,

a escala é menor quando representa uma área menor (mesmo que seja matematicamente maior), e maior quando a área representada é maior. Isso se dá porque tal ciência é uma ferramenta de análise, e não matemática.

---

## Aplicações da Geoecologia nos problemas ambientais

A Geoecologia ganha cada vez mais espaço na gestão ambiental, pela sua capacidade de integração entre processos físicos, biológicos e socioeconômicos, ao buscar caminhos para as principais questões ambientais atuais.

Gestão de unidades de conservação, análise de impactos ambientais de grandes empreendimentos e **Zoneamentos Ecológico-Econômicos (ZEEs)** são algumas entre as muitas aplicações da abordagem geoecológica para essas questões.



### Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)

Seu objetivo é delimitar áreas e atribuir usos compatíveis com os potenciais e limitações de cada região, buscando um uso sustentável dos recursos naturais dos pontos de vista ecológico e econômico. Suas principais características são:

1. a necessidade de integração entre elementos do meio físico, biótico, socioeconômico e institucional;
  2. a atuação como instrumento de gestão e de planejamento ambiental;
  3. o fato de consistir em uma fase de diagnóstico e em outra de zoneamento propriamente dito.
-

A emergência da Geoecologia e o crescimento de seu uso, a partir dos anos 1980, para a análise de problemas ambientais, foram o resultado de três fatores principais ocorridos nos estudos geográficos (HUGGET, 1995). São eles:

1. O surgimento de questões ambientais em larga escala e o manejo ambiental de grandes extensões territoriais. Isso se originou pelo avanço da transformação efetuada pelo homem no meio ambiente, que obriga a compreensão de processos como a fragmentação florestal. Tais processos levam ao desenvolvimento de políticas de planejamento para ocupações em áreas onde ocorrem desastres naturais recorrentes, de modo que estes não sejam intensificados. Causam, ainda, o manejo de recursos naturais ainda existentes, entre outros aspectos.
2. O desenvolvimento de novos conceitos relacionados à escala, como a teoria da hierarquia.
3. O desenvolvimento de avanços tecnológicos, como o sensoriamento remoto ou a elaboração de sistemas de informações geográficas, que permitiram um monitoramento e avaliação de extensões territoriais cada vez maiores.



## Teoria da hierarquia

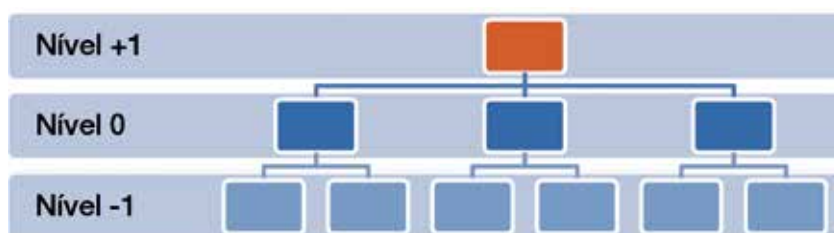
Um dos grandes avanços em relação aos instrumentais para a articulação entre escalas foi a teoria da hierarquia. Desenvolvida a partir da Teoria Geral dos Sistemas, ela tem o objetivo de criar uma estrutura de trabalho para lidar com sistemas multiescalares complexos (O'NEILL, 1988).

Dentro dessa estrutura hierárquica, apresentada na imagem a seguir, o sistema de interesse (nível 0) será um componente de um sistema maior (nível +1). A dinâmica do nível +1 normalmente se apresenta como constante ou como condicionante das variáveis do nível 0, o que significa que o nível +1 controla e dá significado ao nível inferior.

O passo seguinte da hierarquização é dividir o nível 0 em componentes que formam o nível imediatamente inferior

(nível -1), no qual os condicionantes e processos explicam os mecanismos que operam no nível 0 (**Figura 2.4**).

Assim, a teoria da hierarquia busca apreender um fenômeno a partir da sua complexidade espaço-temporal, segundo a qual nossa compreensão dos fenômenos depende diretamente da contextualização das escalas dos níveis +1 e -1. Níveis superiores aos +1 são muito grandes espacialmente e os processos, muito lentos para serem notados no nível 0, enquanto as escalas inferiores ao nível -1 são muito pequenas e os processos, muito rápidos para serem percebidos.



**Figura 2.4:** Esquema de relações entre os níveis hierárquicos

Fonte: Adaptado de O'Neill (1988).

Por exemplo, se pegarmos uma bacia hidrográfica no Maciço da Tijuca, no Rio de Janeiro, a bacia seria o nível 0, aquele onde os processos que queremos estudar estão acontecendo. O maciço todo seria o nível +1, que contém o nível 0, e as sub-bacias da bacia estudada seriam o nível -1, cujos processos ocorrem dentro do nível 0.

---

A partir da década de 1970, a preocupação ambiental se tornou maior no planeta, com grandes reuniões, como a de Estocolmo, em 1972. Elas discutiam a viabilidade e a sustentabilidade do modelo de exploração dos recursos naturais vigentes, face à preservação do meio ambiente. Mudanças climáticas e fragmentação florestal são problemas que ocorrem em escala regional e necessitam de análises integradas para se pensarem soluções, o que alavancou o desenvolvimento e o crescimento da Geoecologia.

O avanço tecnológico foi fundamental também, tanto pelo potencial de imagens de satélite, que permitem análises integradas e extensas dimensões territoriais, como pelo desenvolvimento de sistemas de informações geográficos (SIG), que permitem maior rapidez na análise de dados.

Podemos pensar na análise de uma área como a proposta na primeira seção desta aula, onde existe uma área de conservação inserida em uma área urbana. Diversos questionamentos se abrem, tais como: qual a área mínima para a manutenção da unidade; como poderia funcionar uma zona tampão entre a cidade e o fragmento; quais os impactos da cidade sobre o ambiente florestal etc. A Geoecologia é um arcabouço teórico fundamental para entendermos essa paisagem em toda a sua complexidade, tendo em vista as relações entre a cidade e a floresta, com suas trocas de energia e matéria.

O Parque Estadual da Pedra Branca é um exemplo de unidade de conservação localizada na área urbana da segunda metrópole brasileira (cidade do Rio de Janeiro), cujos recursos naturais sofrem a pressão crescente da ocupação, por várias atividades, em sua zona tampão.



Marcosfaria70

**Figura 2.5:** Foto do Parque Estadual da Pedra Branca (RJ).

Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Parque\\_Estadual\\_da\\_Pedra\\_Branca](https://pt.wikipedia.org/wiki/Parque_Estadual_da_Pedra_Branca)

A falta de controle das principais ações impactantes no entorno próximo à área protegida vem acarretando a fragmentação florestal do remanescente de Mata Atlântica no local, já bastante degradada pelos ciclos econômicos do passado (café, carvão, entre outros).



A complexidade dos problemas ambientais decorrentes dessa degradação e as soluções passíveis para a questão exigem, consequentemente, uma abordagem geocológica, em que existe a percepção de que os componentes da paisagem são indissociáveis. Assim, floresta e cidade não podem ser analisadas separadamente e, sim, a partir do seu conjunto de relações, pois a floresta presta uma série de serviços ambientais à cidade e esta, por sua vez, é um transformador do ambiente florestal, com o desmatamento e a ocupação. Desse modo, temos questões de ordem física e social agindo conjuntamente, e a análise integrada é o caminho para a compreensão dessas questões ambientais.

### **Atividade Final**

*Atende aos objetivos 2 e 3*



Parigot

**Figura 2.7:** Pedra da Gávea, parte integrante do Maciço da Tijuca (RJ).

Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Pedra\\_da\\_G%C3%A1vea#/media/File:Pedra\\_da\\_Gavea\\_proche.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Pedra_da_G%C3%A1vea#/media/File:Pedra_da_Gavea_proche.jpg)

Você já ouviu falar no Maciço da Tijuca? Ele se localiza na cidade do Rio de Janeiro e possui cerca de 131 m<sup>2</sup>. Contendo uma grande variedade de serras e formações rochosas, compreende também o Parque Nacional

da Tijuca, que é formado pelo Morro do Corcovado, Pedra da Gávea, Serra dos Três Rios, Serra dos Pretos Forros e seus respectivos entornos.

Pesquise, então, sobre o Maciço da Tijuca e, tomando-o como referência, descreva como a Geoecologia pode contribuir para a análise ambiental dessa região.

---

---

---

---

---

### ***Resposta comentada***

A Geoecologia contribui para a análise ambiental do Maciço da Tijuca a partir de um estudo integrado e complexo da paisagem, juntando-se aspectos físicos, biológicos e sociais dentro de uma mesma análise, já que sociedade e natureza são indissociáveis na configuração espacial.

---

---

---

---

---

## **Conclusão**

Como vimos, a Geoecologia apresenta um grande potencial de aplicação, integrando os aspectos visíveis e não visíveis da paisagem. Apesar de ter tido pouca representatividade na Geografia entre os anos 1970 e 80, sendo mais trabalhada pela Ecologia, ela vem, cada vez mais, ganhando espaço em cursos e congressos das Geociências, sempre a partir de sua análise espacial e do caráter integrativo de seu entendimento sobre os fenômenos ambientais. Os fundamentos desenvolvidos pela abordagem geocológica são um conhecimento de ponta para a gestão ambiental e os desafios que a sustentabilidade nos apresenta.

## **Resumo**

- A Geoecologia surgiu a partir a partir da necessidade de integração entre aspectos físicos e sociais na formação das paisagens. Foi desenvolvida, inicialmente, por Karl Troll, fortemente influenciado pela análise sistêmica da Biologia e da observação de fotos aéreas, que abriam a possibilidade do visível e do conceito de paisagem.

- Ela pode ser definida como uma abordagem integrada que tenta entender os sistemas ambientais como um todo, na busca de respostas às questões ambientais e sociais.
- A escala é um ponto-chave na análise geográfica e geoecológica. A escolha da escala adequada é decisiva, e um importante instrumental para a qualidade do trabalho desenvolvido. Sua importância reside no fato de que a escala definirá os parâmetros e a resolução do fenômeno a ser observado.
- A integração oferecida pela Ecologia da Paisagem permite que grandes questões ambientais atuais possam ser trabalhadas, integrando os diferentes elementos que compõem a paisagem em um arcabouço teórico viável.
- A Geoecologia pode ser aplicada à análise das questões ambientais. Suas potencialidades são a análise integrada e a capacidade de articular áreas com dinâmicas distintas, e sua principal limitação é a própria complexidade da análise do conjunto como um todo.



# Aula 3

Princípios básicos de ecologia  
aplicados à biogeografia

*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Mostrar a aplicabilidade dos conhecimentos ecológicos para a compreensão dos principais conceitos da Biogeografia.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. conceituar ecologia, ecossistemas, comunidades e populações;
2. diferenciar espécies generalistas e especialistas;
3. definir os conceitos de seleção natural e especiação;
4. reconhecer a importância das dinâmicas de interação entre indivíduos.

## Introdução

### A relação entre a Ecologia e a Biogeografia

A Biogeografia se apresenta como uma disciplina de integração entre a Geografia e a Biologia. Por isso, é necessário que o geógrafo domine alguns conceitos básicos de Ecologia, por esta se caracterizar como uma ciência de interface entre ambas as áreas de conhecimento.

Conceitos como ecossistemas, populações, comunidades, seleção natural, entre outros, são de suma importância para se entender os processos biogeográficos.

Também é preciso entender a diferença que existe entre espécies generalistas, como ratos e baratas, que são capazes de sobreviver em diversos ambientes, e especialistas, como o urso polar, que vivem apenas em um determinado tipo de ambiente (o polar, no caso) com alta eficiência. Assim, enquanto as primeiras terão um *habitat* potencial maior, a distribuição das espécies especialistas será mais restrita.

Nesta aula, serão discutidos como estes elementos darão suporte para entendermos melhor o que se passa com a vida no planeta.

### Introdução à Ecologia

A palavra **Ecologia** surgiu da união entre dois termos gregos, a saber:

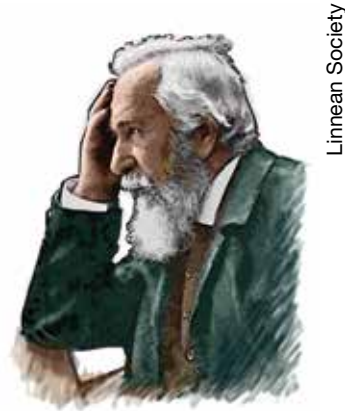
- *oikos*, que significa casa;
- *elogs*, que significa estudo.

Assim, podemos dizer que o termo faz menção às relações entre os organismos e o meio onde estes habitam (Odum&Barret, 2005).

Existem textos que tratam desta temática, datados de 400 a.C., de autoria de Sócrates, Platão e Hipócrates, dentre outros, mas o termo Ecologia só foi cunhado em 1869, pelo naturalista alemão **Ernst Heinrich Philipp August Haeckel**. Somente em 1900, houve o reconhecimento formal dessa área de conhecimento dentro das universidades.

#### Ecologia

Ecologia, grosso modo, pode ser definida como o estudo das relações dos diferentes organismos entre si e com o meio onde vivem.



**Figura 3.1:** Ernst Haeckel

Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ernst\\_Haeckel](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ernst_Haeckel)

## **Ernst Heinrich Philipp August Haeckel (1834 -1919)**

Ele foi biólogo, naturalista, médico, artista e filósofo alemão.

Foi também responsável por nomear diversas novas espécies e cunhou termos como ecologia e filogenia.

Contribuiu muito para a divulgação do trabalho de Darwin. Como artista, seus desenhos relativos à Biologia contribuíram para o estilo artístico art nouveau.

A seguir, podemos ver um de seus desenhos de anêmonas marinhas, elaborado para o seu livro intitulado Formas de arte da natureza.





**Figura 3.2:** Ilustração de anêmonas marinhas, de Ernest Haeckel.

Fonte da imagem anêmona marinha:

[http://commons.wikimedia.org/wiki/](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haeckel_Actiniae.jpg#/media/File:Haeckel_Actiniae.jpg)

[File:Haeckel\\_Actiniae.jpg#/media/](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haeckel_Actiniae.jpg#/media/File:Haeckel_Actiniae.jpg)

[File:Haeckel\\_Actiniae.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haeckel_Actiniae.jpg#/media/File:Haeckel_Actiniae.jpg)

---

No início, a Ecologia era muito taxonômica, isto é, se preocupava apenas com a classificação dos organismos nos diferentes grupos. A partir dos trabalhos do botânico Clements, que definiu o conceito de comunidade, e de Tansley, que definiu o conceito de ecossistema, ambos na primeira metade do século XX, é que esta ciência tomou forma próxima à que conhecemos hoje.

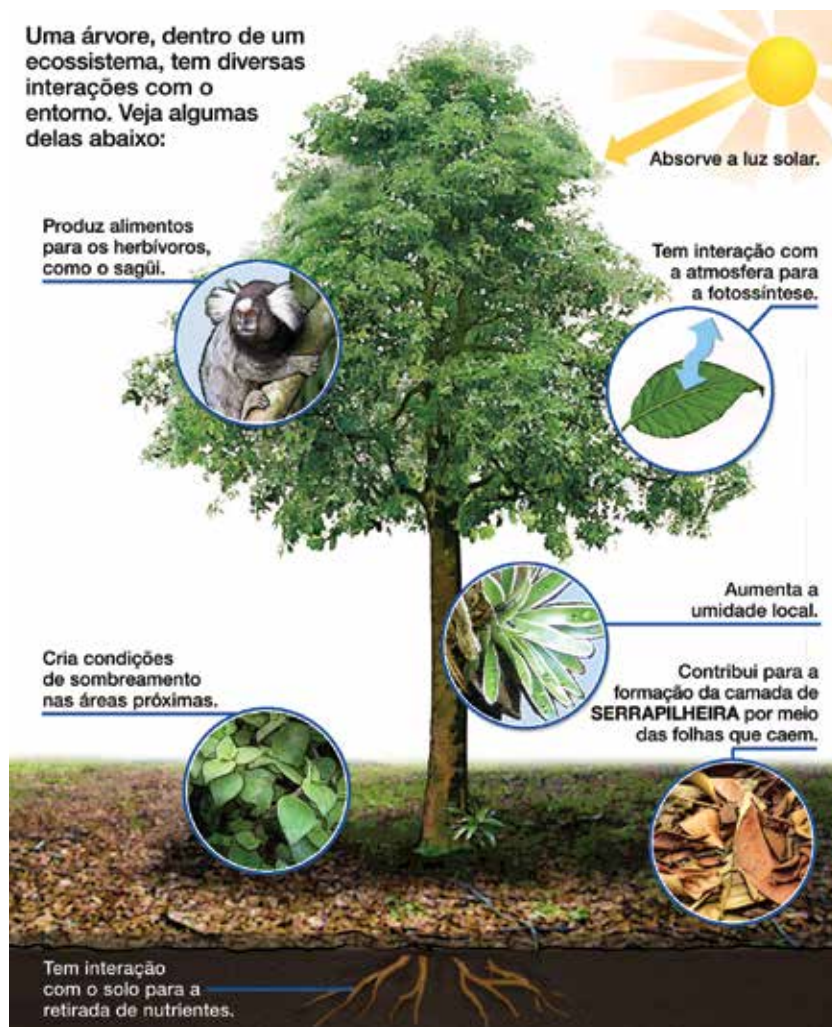
Logo, podemos dizer que a Ecologia é uma ciência de síntese porque agrega conhecimentos de diferentes áreas, assim como a Biogeografia.

A Ecologia se caracteriza por ser uma ciência de caráter holístico, que busca entender as relações e os processos que ocorrem entre as partes bióticas (seres vivos) e abióticas (meio físico) dos ecossistemas. Isso porque os ecossistemas não são apenas a soma dos elementos que os compõem, e, sim, mais do que isso.

Vamos ver um exemplo?

### Serrapilheira

É a camada de folhas mortas no solo.



**Figura 3.3:** A árvore e algumas de suas relações com o entorno.

Como vimos no exemplo, uma árvore possui múltiplas relações com os outros organismos e o meio físico, e são justamente estas relações que compõem o objeto de estudo da Ecologia.

Desde os anos 1970, a Ecologia tem tomado maior vulto em virtude do crescimento do movimento verde. Na última década, obteve destaque ainda maior em decorrência da discussão de graves problemas ambientais, tais como o aquecimento global e a escassez de água.



## Multimídia

E por falar em aquecimento global, observações da NASA apontam que a quantidade de gelo dos polos tem diminuído cerca de 11% a cada década desde 1980. Acesse a animação disponível no seguinte endereço: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Arctic\\_sea\\_ice\\_loss\\_animation.gif](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Arctic_sea_ice_loss_animation.gif) e confira!

A Ecologia tem tido ampla aplicação na gestão ambiental nos últimos anos, subsidiando:

- A criação de áreas de proteção, como as unidades de conservação, que dependem de planos de manejo que levam em conta os aspectos ecológicos para a implementação dessas unidades;
- A gestão de recursos naturais, como recursos hídricos. Discute-se até se o problema de falta d'água em alguns estados brasileiros não está associado ao desmatamento das nascentes, por exemplo;
- Até o processo de urbanização, **considerando** que hoje qualquer obra que não tenha uma avaliação de risco ambiental é inviável. Como exemplos, temos o **comperj**, no estado do Rio, que envolveu uma grande discussão em função do tamanho da obra e seus impactos.

Assim, a Ecologia se tornou uma ciência fundamental nos dias atuais. A seguir, veremos alguns conceitos que nos permitirão compreender por que ela se tornou uma área de conhecimento tão importante.

### Comperj

É o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, localizado em Itaboraí, com o objetivo de aumentar a capacidade de refino de petróleo do estado.

## A organização dos sistemas ecológicos

Os sistemas ecológicos (as formas em que os seres vivos estão organizados em relação ao seu ambiente) estão organizados hierarquicamente a partir da biosfera, passando por ecossistemas, com unidades, populações e organismos.

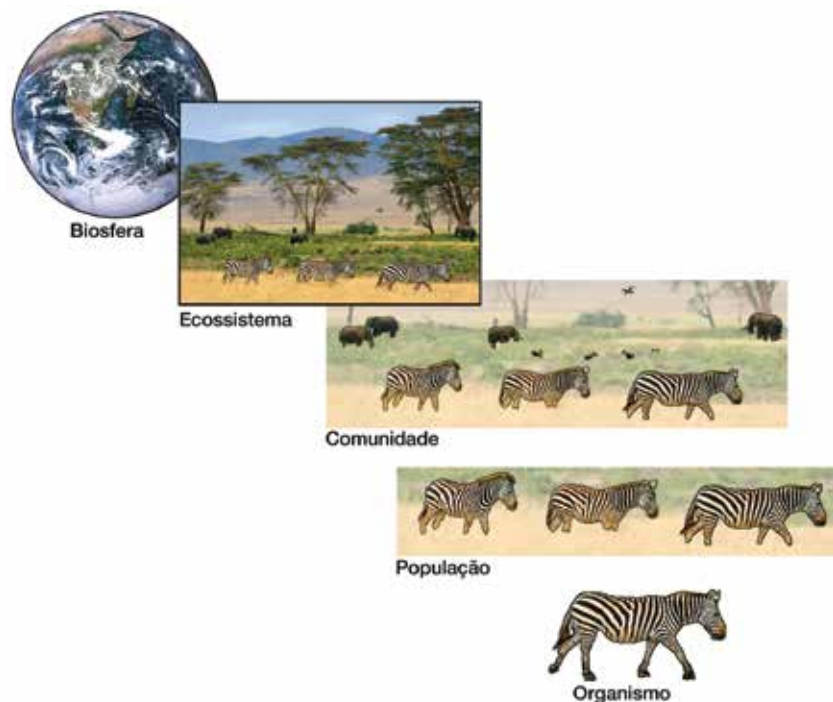
Assim, podemos dizer que:

- a maior escala de análise é representada pela Biosfera, e a menor, pelos organismos;
- as menores escalas de análise estão contidas nas maiores, e assim por diante.



Isso significa que a Biosfera contém os ecossistemas. Já os ecossistemas são formados pelas comunidades. E, por sua vez, as comunidades são formadas por populações que compreendem os organismos.

Veja na figura a seguir.



**Figura. 3.4:** Representação da organização dos sistemas ecológicos, baseada em Ricklefs (2003).

A razão dessa hierarquização ocorre porque existem certos processos que só podem ser observados em determinadas escalas de análise. É o que chamamos de propriedades emergentes. Veja, a seguir, alguns exemplos:

- a reprodução e a taxa de mortalidade de uma determinada espécie podem ser entendidas apenas dentro do contexto de sua população;
- as relações de predação só podem ser entendidas dentro da dinâmica de comunidades;
- o processo de decomposição de matéria orgânica pode ser compreendido somente no âmbito do ecossistema.

## O que vem a ser um ecossistema

O termo ecossistema foi proposto por Tansley em 1936. Segundo Odum&Barret (2005), os ecossistemas são:

“(...) os organismos em uma dada área interagindo com o ambiente físico, de modo que um fluxo de energia leve a estruturas bióticas claramente definidas e a **ciclagem** de material entre os componentes vivos e não vivos do sistema”. (ODUM&BARRET, 2005, 114)

Dentro da definição proposta, podemos identificar quatro elementos principais que compõem os ecossistemas:

### Ciclagem

É a circulação de elementos químicos e nutrientes entre as partes vivas e não vivas dos ecossistemas. Por exemplo, a planta absorve nutrientes do solo, as suas folhas caem, essas folhas se decompõem e os nutrientes retornam ao solo para serem novamente absorvidos por outras plantas, e o ciclo continua.

a) os organismos, que representam o meio biótico;



**Figura. 3.5:** A vegetação, o lagarto e a jiboia representam a **comunidade biótica**.

### Comunidade Biótica

A comunidade biótica é formada pelo total de organismos de diferentes populações que coexistem em um determinado ecossistema.

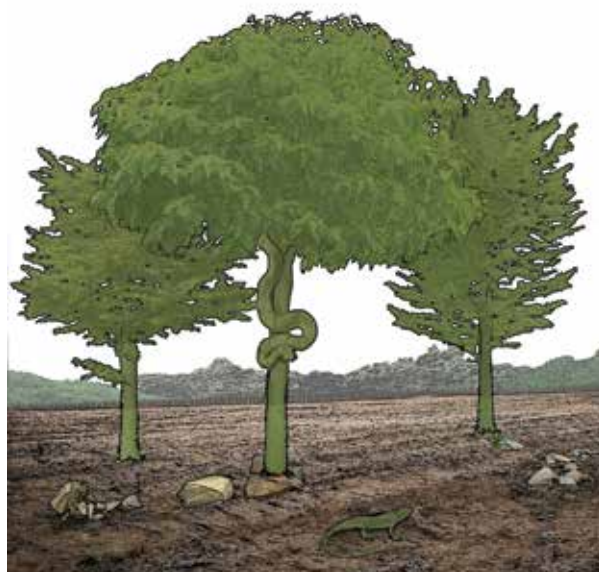
Se pegarmos uma floresta, toda a flora e fauna do local correspondem à comunidade biótica, como, por exemplo, a cobra, o lagarto e a vegetação, da Figura 3.3.

O meio físico é resultante da interação entre o clima, o solo, o relevo, a litologia, as condições atmosféricas, dentre outros.

### Ambiente físico

O ambiente físico, também conhecido como meio físico, é resultante da interação entre clima, solo, relevo, litologia, condições atmosféricas, etc.

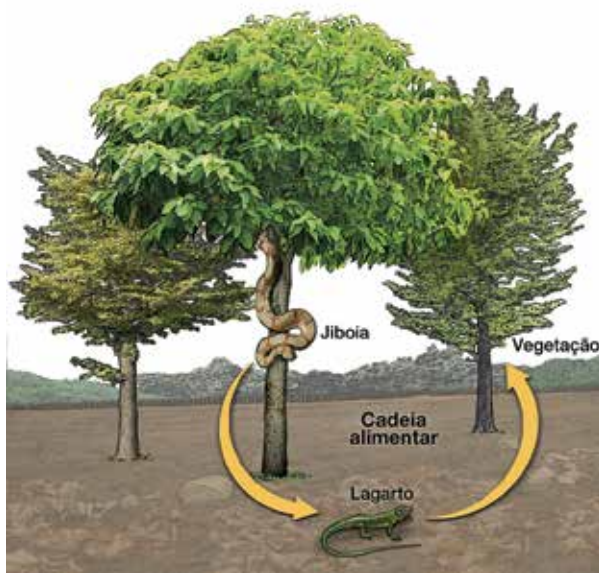
b) o **ambiente físico**, tais como os tipos de solo, rocha, relevo, clima, dentre outros;



**Figura 3.6:** O perfil do solo representa o meio físico.



- c) a rede trófica, caracterizada pela transmissão de energia, ou seja, é a cadeia alimentar;



**Figura 3.7:** A jibóia se alimenta do lagarto, que consome a vegetação, e a relação entre eles representa a cadeia alimentar.

- d) a ciclagem de nutrientes.



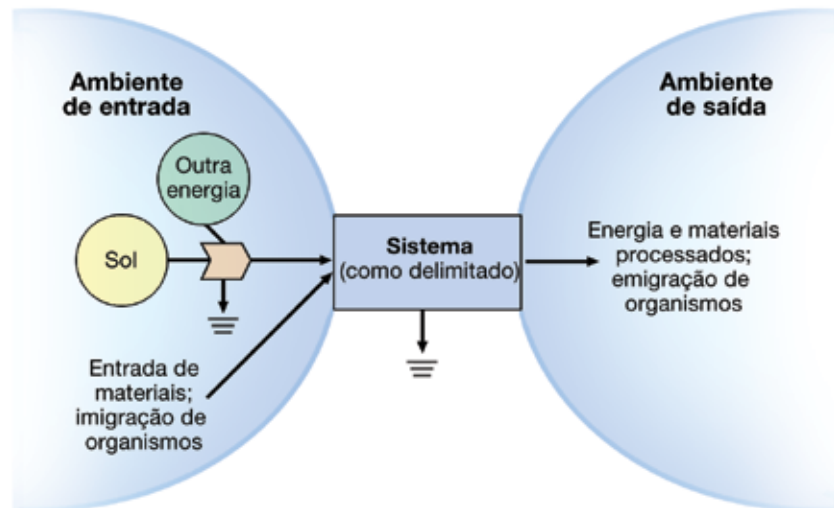
**Figura 3.8:** As folhas decompostas por fungos representam a ciclagem de matéria orgânica.

## A transferência de energia dentro de um ecossistema

É importante destacar que os ecossistemas são sistemas abertos, onde ocorre a **entrada** e a saída de energia. Observe a figura a seguir.

### Entrada

Considera-se entrada de energia qualquer fonte externa que entra em um dado ecossistema.



**Figura 3.9:** Esquema de entrada e saída de energia dentro de um ecossistema.

Fonte: Odum&Barret (2005)

A grande fonte externa de energia para os ecossistemas é o Sol, cuja luz é absorvida pelas plantas para a realização da fotossíntese. Outros exemplos de entrada de energia são:

- a chuva, que permite a entrada de água no ecossistema;
- os organismos provenientes de outros ecossistemas, que imigraram e se encontram em um dado ecossistema. Exemplo: um morcego que comeu uma fruta na floresta e depois voltou para a caverna. Ele retirou energia da floresta (alimentando-se) e a levou para o ecossistema da caverna.

Como fontes de saída de energia dos ecossistemas, podemos citar:

- a perda de materiais processados, como uma folha que cai em um rio e é transportada para um outro ecossistema próximo, já que toda a energia e material gastos para formar a folha são transportados para outro ecossistema;
- a imigração de animais, como um pássaro que vive em uma floresta, migra para um bosque e morre lá. Toda a energia (alimentação)



ingerida pelo pássaro na floresta foi “perdida” para o bosque, onde o pássaro vai passar o resto da vida.

A transferência de energia dentro de um ecossistema é reflexo da sua **cadeia trófica**.—Na base da estrutura, estão os produtores ou **seres autotróficos**. Estes, a partir da fotossíntese (com base na energia solar e nutrientes do solo), produzem matéria orgânica que serve de alimento para os níveis superiores da cadeia alimentar.

Acima dos vegetais na cadeia estão os **herbívoros** e, acima destes, estão os **carnívoros**.

É importante frisar que parte da energia que é produzida pelos vegetais na forma de matéria orgânica é perdida ao longo dos níveis tróficos, isto é, os diferentes níveis e agentes da cadeia alimentar, por causa do gasto de energia que cada organismo tem com a respiração e a reprodução.

Por exemplo: do total de energia produzida pelos vegetais na forma de matéria orgânica, 30% são gastos no metabolismo e reprodução da planta, enquanto 70% estão disponíveis no nível trófico superior. Este padrão se repete ao longo de todos os níveis tróficos e explica por que existe um número de herbívoros maior do que de carnívoros nos ecossistemas, já que a energia que chega ao topo da cadeia é menor e é gasta com a reprodução e a respiração.



**Figura 3.10:** Transferência de energia ao longo dos níveis tróficos.

Fonte: Ricklefs(2003)

### Cadeia trófica

É sinônimo de cadeia alimentar.

### Seres autotróficos

Ou produtores são os organismos capazes de produzir o próprio alimento. Ex.: os vegetais.

### Herbívoros

São os seres que se alimentam de vegetais.

### Carnívoros

São os seres que se alimentam de outros animais. Existem os carnívoros primários, que se alimentam dos herbívoros, e os secundários, que são os predadores do topo da cadeia, que predam e não são predados.

Já a ciclagem de nutrientes é outro processo fundamental dos ecossistemas e ocorre a partir do processo de decomposição.

Ele tem início com o consumo de material orgânico morto pelos organismos decompositores e leva à decomposição do material original. Por exemplo, a serrapilheira começa a ser comida por insetos e minhocas, que partem essa matéria orgânica em partes menores até que o material esteja tão fragmentado que poderá ser atacado por fungos e bactérias. Estes últimos transformam a **matéria orgânica** em **material inorgânico**, que então poderá ser novamente reabsorvido pelas plantas a partir do solo.

O processo é fundamental em áreas tropicais, como a Mata Atlântica ou a Floresta Amazônica, uma vez que os solos são muito pobres em função do clima, cujos nutrientes são, em boa parte, removidos pelo processo de lavagem.

### Matéria orgânica

É todo aquele material que compõe ou provém dos seres vivos, como tecidos orgânicos, fezes e restos. São compostos complexos, com a presença de carbono.

### Matéria inorgânica

É o conjunto formado pelos elementos na forma mineral. São compostos mais simples, capazes de serem absorvidos pelas plantas.



Boa parte dos nutrientes que são absorvidos pelas plantas vem a partir do processo de decomposição, que ocorre de forma rápida e eficiente em florestas tropicais, de maneira geral.

Em termos de comparação, se pegarmos uma área temperada, o clima mais frio diminui a decomposição, e os solos são menos lavados e mais ricos em nutrientes.

Nesta condição, o tempo médio de decomposição de uma folha que cai no chão é de 3 anos e meio. Já o tempo de decomposição da mesma folha em uma floresta tropical é de cerca de 11 meses, o que atesta a maior eficiência do processo de ciclagem em áreas tropicais.



O que existe nos ecossistemas é, na verdade, uma grande teia de relações entre as partes vivas e abióticas dos mesmos. Essas relações se dão a partir da estrutura trófica e da ciclagem de

nutrientes, e a compreensão destes processos é fundamental para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas e da distribuição dos mesmos no planeta. O ecossistema é a unidade fundamental de estudo da Ecologia, assim como o será também da Biogeografia.

---

Agora que já vimos como se estrutura o ecossistema, ainda existem dois conceitos importantes para que se possa entender a Biogeografia: População e Comunidade, que veremos a seguir.

### O que representa uma população na organização de um sistema ecológico

É considerada população em Ecologia todo grupo de organismos de uma mesma espécie que interage e faz parte de uma comunidade biótica. Assim pode-se falar de populações de macacos-prego, de tartarugas-marinhas, de jequitibás (árvore típica de floresta atlântica), de protozoários, de orelha-de-pau, dentre outros.



**Figura 3.11:** Orelha-de-pau é um fungo que habita os troncos mortos de árvores.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fungi\\_Belize.jpg#/media/File:Fungi\\_Belize.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fungi_Belize.jpg#/media/File:Fungi_Belize.jpg)



Em relação à organização dos sistemas ecológicos, vale lembrar que:

- o grupo população situa-se, hierarquicamente, abaixo das comunidades e acima dos organismos;
- existem algumas propriedades dos sistemas ecológicos que só podem ser observadas no nível das populações, como densidade, natalidade e mortalidade.

Densidade é uma taxa que relaciona o número de indivíduos da população pelo total da área ocupada. Por exemplo, se falarmos de populações de ácaros (organismos muito pequenos, com cerca de 2mm de tamanho) do solo, existe aproximadamente uma densidade de 9,700 indivíduos por metro quadrado (Chirol, 2003).

A densidade está diretamente relacionada com o tamanho do organismo e o seu papel na cadeia trófica. Por exemplo, se compararmos a densidade de linces (predadores das florestas temperadas norte-americanas) com a de esquilos no mesmo ecossistema, veremos que a do primeiro é de 0,01 kg/ha de densidade, enquanto o segundo tem densidade de 5 kg/ha (Odum&Barret, 2005). Explica-se essa menor densidade a partir da perda de energia que vai acontecendo ao longo dos níveis tróficos (níveis da cadeia alimentar), pois se há menos energia disponível para os carnívoros, não será possível sustentar uma densidade muito grande de organismos.

A natalidade pode ser explicada de maneira simples: é a capacidade que uma população tem de aumentar, ou seja, de surgirem novos indivíduos. Pode ser dividida em dois tipos: a natalidade máxima e a natalidade ecológica ou realizada.

A primeira é a produção máxima teórica de novos indivíduos sob condições ideais, sem levar em conta fatores ecológicos que limitam a possibilidade de sucesso da reprodução, como doenças e predação.

A segunda é a o número de nascimentos que “vingam”, ou seja, o

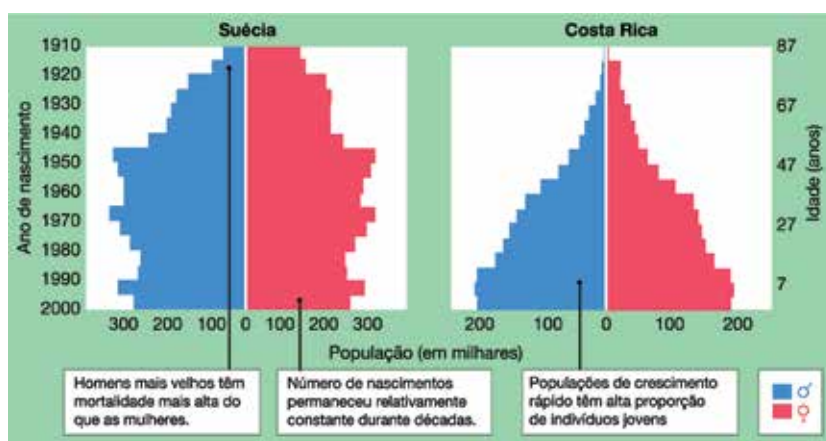
crescimento populacional efetivo. Como exemplo, podemos recorrer às tartarugas marinhas, que depositam na praia cerca de 100 ovos, porém, destes, apenas 1 ou 2 vingam de fato, devido à ação de predadores e doenças. No caso, a natalidade máxima seria de 100 ovos, porém a ecológica corresponderia a 1 ou 2 ovos.

Mortalidade se refere ao número de mortes de indivíduos na população (Odum&Barret, 2005), e pode ser dividida em mortalidade mínima teórica, que seria aquela sob condições ideais e controladas, determinada pela longevidade fisiológica do organismo, e a mortalidade ecológica, que seria a mortalidade em condições naturais.

Vamos ver um exemplo disso?

O carneiro montês de Dall apresenta uma vida média (mortalidade ecológica) em torno de 7 anos, porém já foram observados indivíduos em cativeiro com 14 anos de idade (mínima teórica) (Odum, 1988). Como via de regra, a longevidade fisiológica da população é maior do que a longevidade ecológica, pois na segunda existe a influência de predadores e doenças que diminuem as taxas de sobrevivência.

Outro aspecto importante das populações, que está diretamente relacionada às taxas de natalidade e mortalidade, é a estrutura etária. Ela pode ser observada a partir das pirâmides etárias, onde são relacionados os números da população com as respectivas faixas etárias, como podemos ver no gráfico a seguir.



**Gráfico 3.1:** A comparação entre a pirâmide etária da Suécia e da Costa Rica, demonstrando como a boa qualidade de vida promove uma maior expectativa de vida, maior controle de natalidade e menores índices de óbitos por faixa etária.

Fonte: Ricklefs(2003)

No caso, compara-se a estrutura dos habitantes da Suécia com a dos da Costa Rica. O primeiro é um país onde as necessidades básicas são atendidas: existe atendimento hospitalar de qualidade para a população e a educação de qualidade está ao alcance de todos. Como consequência, a expectativa de vida é maior, e o número de nascimentos tem se mantido estável ao longo dos últimos anos. Já na Costa Rica, país da América Central, com mazelas características da área, como saúde pública de baixa qualidade, IDH menor, menor renda *per capita*, etc., o número de óbitos por faixa etária é maior, e o número de nascimentos cresce a cada década. Em resumo, comparando as duas, percebemos que a primeira diminuiu o número de nascimentos e óbitos e a segunda continua crescendo. Cabe destacar nas duas que existe um volume de óbitos maior entre homens do que entre mulheres.

## As comunidades dentro dos sistemas ecológicos

Conceitua-se comunidade como “qualquer conjunto de populações de organismos vivos em uma área ou *habitat*”. (Ricklefs, 2003, p.203) Na verdade, comunidade corresponde a toda a parte biótica dos ecossistemas, sendo o recorte onde se percebe a interação que existe entre as diferentes populações.

Existe uma série de propriedades que só podem ser observadas neste recorte. São elas:

- a estrutura trófica;
- a dominância;
- a abundância relativa;
- a diversidade.



A estrutura trófica, como já vimos, é a transferência de energia dentro do ecossistema, onde existem os produtores (seres autotróficos) e consumidores (heterotróficos), que interagem a partir de relações de predação.

Dentro da comunidade biótica, existem ainda, além destes dois grupos, os decompositores ou detritívoros, que são os

organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e, conseqüentemente, da ciclagem de nutrientes.

Para começar, você sabia que os conceitos de **abundância relativa**, **dominância** e **diversidade** estão muito relacionados?

Vamos ver um exemplo: se uma determinada comunidade tem 20 organismos de 4 espécies diferentes, considerando cada espécie com 5 indivíduos, a abundância relativa de cada espécie será de 20%.

As relações de dominância podem ocorrer, caso uma espécie tenha uma abundância relativa muito superior às demais, como, por exemplo, se no caso anterior tivéssemos as mesmas 4 espécies, mas uma contendo 17 indivíduos e as demais apenas 1. A abundância relativa desta espécie com número maior de indivíduos seria de 88%, apesar de haver o mesmo número de espécies.

O caso anterior ainda nos mostra que, apesar de serem muito próximos, diversidade e dominância não são necessariamente inversamente proporcionais, pois, se em áreas tropicais encontra-se uma diversidade muito grande com baixa dominância, em algumas florestas temperadas pode-se encontrar uma elevada diversidade, porém com alta dominância também. Outro exemplo de florestas temperadas seriam algumas regiões dos pampas gaúchos.

### Abundância relativa

A abundância relativa é a proporção de cada espécie dentro da comunidade.

### Diversidade

A diversidade é o número de espécies que compõe uma determinada comunidade.

## Atividade 1

### Atende ao objetivo 1

Os manguezais são ecossistemas típicos de áreas tropicais, onde ocorre o encontro de um rio com a praia em um ambiente de ondas fracas. Caracterizam-se por serem ambientes onde a água salgada é presente, o que exige que as plantas que ali vivem tenham adaptações para conseguir “driblar” a salinidade, já que a água salgada é prejudicial às plantas. No Brasil, encontramos três espécies diferentes de plantas nos mangues: a *Rizophoramangle* (mangue-vermelho), *Avicenniaschaueriana* (mangue-preto) e a *Laguncularia racemosa* (mangue-branco). Já a fauna é riquíssima, com inúmeras espécies de caranguejos, aves e

peixes, funcionando como um verdadeiro berçário marinho. No Brasil, encontramos manguezais ao longo do litoral, desde a região norte até Santa Catarina.

Responda o que é um ecossistema, tomando como referência o manguezal, e identifique o que são a comunidade e o meio físico nesse ambiente.



Nyenyec

**Figura 3.12:** Exemplo de um manguezal.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mangroves.jpg#/media/File:Mangroves.jpg>

---

---

---

---

### ***Resposta comentada***

Por ecossistema se entende a relação entre o meio físico e biótico com seus processos; logo, o ecossistema de manguezal englobaria as relações entre as plantas, animais e meio físico, a partir da ciclagem de nutrientes e fluxo de energia. A comunidade seria toda a parte viva, com a fauna e flora, e o meio físico seria o ambiente costeiro, com seu clima e água salgada.

---

---

---

---



## Seleção natural e especiação

### Teoria sintética da evolução

De acordo com Pereira & Silva (1996):

“A moderna teoria da evolução surgiu como síntese dos conhecimentos adquiridos no campo da genética e dos conceitos **darwinianos** de seleção natural. Desde então tem sido desenvolvida, enriquecida e ampliada graças a outras disciplinas, como a Zoologia, Botânica, Biologia de populações, Ecologia, Antropologia, Paleontologia, Microbiologia, Bioquímica e Genética. Mais recentemente assumiu um lugar de destaque a biologia de populações devido à importância da sua dimensão ecológica, deixando mais evidentes as forças que direcionam as mudanças evolutivas e revitalizam as ciências geológicas.” (PEREIRA&SILVA, 1996, 131)

#### Darwiniano

É aquilo que é referente à teoria de Darwin sobre a seleção natural e a origem das espécies.

O que podemos perceber por este texto é que a seleção natural é a força por trás do processo de evolução, e a forma como funciona é determinante para a Biogeografia.

Os organismos ocupam os **habitats** favoráveis às suas características, competindo por recursos e tentando ter sucesso reprodutivo. Mas antes de entrarmos mais a fundo nessa discussão, devemos entender o que são adaptações, seleção natural e evolução.

A evolução é a mudança das características hereditárias de uma população, de uma geração para outra. Este processo faz com que as populações de organismos mudem ao longo do tempo.

Características hereditárias são os genes que são passados aos descendentes durante a reprodução. Mutações em genes podem produzir características novas ou alterar características que já existiam, resultando no aparecimento de diferenças hereditárias entre organismos. Estas novas características também podem surgir da transferência de genes entre populações, como resultado de migração, ou entre espécies, resultante de transferência horizontal de genes.

A evolução ocorre quando estas diferenças hereditárias tornam-se mais comuns.

A maneira pela qual as mudanças geradas pelas mutações vão favorecer uma espécie, e o processo a partir do qual estas características se tornam dominantes na população é o que conhecemos como seleção natural.

#### Habitat

(do latim, ele habita) é um conceito usado em ecologia que inclui o espaço físico e os fatores abióticos que condicionam um ecossistema e, por essa via, determinam a distribuição das populações de determinada comunidade.

A sua definição pode ser resumida como o processo onde as características favoráveis que são hereditárias tornam-se mais comuns em gerações sucessivas de uma população de organismos que se reproduzem.

## Mutações

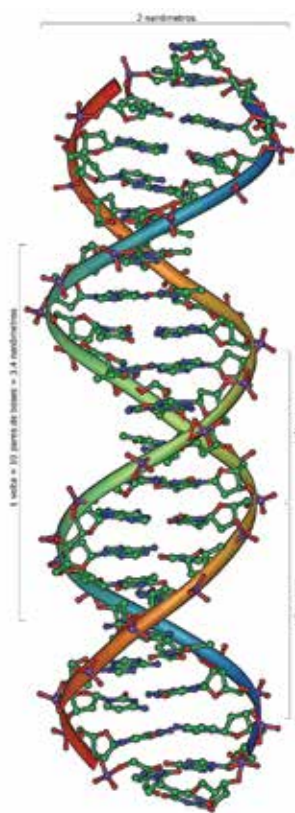
São mudanças na sequência do DNA (ácido desoxirribonucleico) de um organismo. O DNA contém as informações da carga genética de determinado organismo.

A evolução é um dos principais elementos para explicar por que os diferentes organismos ocupam diferentes áreas. Ela dará início a novas espécies e, conseqüentemente, à imensa diversidade de formas de vida que conhecemos no planeta hoje em dia. A evolução ocorre a partir do surgimento de adaptações, que podem ter origem nas **mutações** ou **recombinações genéticas**. Vamos entender o que são estas adaptações.

## Recombinação Genética

Na recombinação genética, ocorre um processo de “quebra” de moléculas de DNA de organismos diferentes, e a sua integração forma um novo organismo, ou seja, é o surgimento de um novo gene.

Ela ocorre a partir do cruzamento onde há alguma alteração do DNA que está relacionada aos pais do organismo, e não a mutações.



Michael Ströck

**Figura 3.13:** Exemplo de cadeia de DNA.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:DNA\\_Overview.png#/media/File:DNA\\_Overview.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:DNA_Overview.png#/media/File:DNA_Overview.png)

As adaptações podem ser definidas como as características de um determinado organismo que aumentam a sua aptidão ao meio. Por exemplo, o caso da esperança, um inseto da família *Tettigoniidae* (Figura 3.11), cuja cor é verde. A cor verde permite que a espécie se proteja de predadores (como pássaros) através de camuflagem. Esta é uma adaptação positiva para aumentar as taxas de sobrevivência dos organismos e favorecer o seu sucesso reprodutivo.



Victor Billings

**Figura 3.14:** Foto do inseto Esperança (família Tettigoniidae).

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:2006\\_09\\_13\\_Katydid.jpg#/media/File:2006\\_09\\_13\\_Katydid.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:2006_09_13_Katydid.jpg#/media/File:2006_09_13_Katydid.jpg)

As adaptações podem ser do tipo generalista ou especialista. Vamos conhecê-las?

As espécies do tipo generalista apresentam adaptações plásticas que permitem que um organismo viva em diferentes ambientes, sendo competitivo em todos. Um exemplo é a espécie *Achilleamillifolium* (Ricklefs, 2003), que apresenta diferentes adaptações para sobreviver em diferentes altitudes.



Alberto Salgueiro

**Figura 3.15:** A *Achilleamillifolium* é um exemplo típico de vegetação que utiliza a adaptação plástica para sobreviver.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Achillea\\_millefolium\\_corimbo.jpg#/media/File:Achillea\\_millefolium\\_corimbo.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Achillea_millefolium_corimbo.jpg#/media/File:Achillea_millefolium_corimbo.jpg)

Nas altitudes mais baixas, a *Achillea millifolium* apresenta maior porte. Esse porte vai diminuindo com a altitude, onde as condições são mais severas e a disponibilidade de água é menor.

Assim, “não crescer” é uma adaptação a condições ambientais mais adversas, já que as plantas, ao crescerem, têm um consumo mais alto de recursos, que são escassos em altitudes mais elevadas.

---

Já as adaptações do tipo especialista são aquelas em que os organismos são muito bem adaptados a um ambiente específico, não conseguindo sobreviver em outro.

Como exemplo de especialistas, podemos citar o urso polar. Suas adaptações são a cor branca, extensa camada de gordura e pelos para proteção ao frio. Essas características fazem com que este organismo viva com a máxima eficiência em ambientes muito frios, mas impede que ele ocupe áreas mais quentes.



Alan Wilson

**Figura 3.16:** Urso polar - uma das espécies ameaçadas pelo aquecimento global.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polar\\_Bear\\_-\\_Alaska.jpg?uselang=pt-br](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polar_Bear_-_Alaska.jpg?uselang=pt-br)

Você sabia que o urso polar é uma das espécies mais ameaçadas pelo aquecimento global?

Isso porque seu *habitat* está diminuindo drasticamente com a redução das calotas polares do Polo Norte e pelo fato de a espécie não ser capaz de se adaptar e ocupar novas áreas.

---

## Atividade 2

---

*Atende ao objetivo 2*



**Figura 3.17:** Mangue-vermelho ou *Rizophoramangle*.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhizophora\\_mangle.jpg#/media/File:Rhizophora\\_mangle.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhizophora_mangle.jpg#/media/File:Rhizophora_mangle.jpg)

Se compararmos uma barata com um mangue-vermelho (*Rizophoramangle*), um deles é uma espécie especialista e a outra generalista. Qual é qual? Justifique a resposta.

---

---

---

---

---

### **Resposta comentada**

A barata é generalista, pela sua grande capacidade de adaptação, conseguindo viver em praticamente qualquer ambiente em todos os cantos do planeta, exceto nos polos e desertos. Já o mangue-vermelho é uma espécie especialista, encontrada somente em manguezais, onde suas adaptações para conviver com a água salgada permite que sobrevivam.

---

---

---

---

---

## **Especiação**

O planeta Terra está em constante modificação nas mais diferentes escalas de tempo, desde a escala geológica (milhões de anos) até o tempo de vida humano.

Eventos geológicos transformam a configuração da Terra, podendo impedir a conexão entre duas áreas previamente unidas ou unificar duas áreas que estavam anteriormente separadas. Vamos ver alguns exemplos?

### **Soerguimento**

É o processo pelo qual uma porção da crosta terrestre é elevada da sua posição original a partir de atividade tectônica.

- O **soerguimento** dos Andes, que é um fenômeno recente do ponto de vista geológico, tem 140 milhões de anos;
- Uma erupção vulcânica, que é um processo que dura, no máximo, alguns dias;
- A transposição de um rio.

Transformações como essas vão afetar os ecossistemas, podendo favorecer ou atrapalhar o estabelecimento e fixação de determinadas espécies.



O que podemos observar é que a distribuição dos organismos no espaço terrestre é dinâmica, e está sempre em transformação.

Quando as transformações impedem a migração de determinada espécie, podemos considerá-la uma barreira geográfica (ou ecológica). Montanhas, rios, oceanos, vales, dentre outros, encaixam-se nesta categoria.

A paisagem se torna fragmentada e, então, pode ocorrer a **especiação**.

Populações que, de alguma forma, conseguiram manter o **fluxo gênico**. Ao surgirem estas barreiras, passam a evoluir de forma diferenciada e se tornam tão diferentes que surgem duas espécies diferentes oriundas da mesma espécie. Por espécie, entende-se um grupo de organismos capazes de se reproduzir entre si e de criar indivíduos férteis.

Assim, o processo de especiação perfaz 5 passos (adaptado de Stebbins, 1974):

1. Uma única população em um ambiente homogêneo.

2. Diferenciação do ambiente e migração para novos ambientes produzem diferenciação.

3. Modificações posteriores e migrações conduzem ao isolamento geográfico das populações.

4. Alguns desses grupos isolados passam a evoluir de forma diferenciada, produzindo novas adaptações.

5. Modificações no ambiente permitem que populações geograficamente isoladas coexistam novamente na mesma região. Elas agora permanecem distintas por causa das barreiras de isolamento reprodutivo que as separam e podem ser reconhecidas como espécies distintas.

### Especiação

É o processo de surgimento de novas espécies.

### Fluxo gênico

É a transferência de genes de uma população para outra. Ocorre a partir do cruzamento entre subpopulações, que são populações diferentes de uma mesma espécie e que não apresentam intensas interações.



Resumindo: Se, após o isolamento geográfico, os dois grupos não são mais capazes de interagir e reproduzir, eles originaram duas espécies distintas.

Um exemplo que pode ser mencionado ocorreu em Uganda (país africano). O lago Nabugabo é um pequeno corpo de água doce desse país, e fica situado às margens do lago Vitória.



**Figura 3.18:** Localização do lago Nabugabo no continente africano.

### Datação com radiocarbono

É um método de datação que usa carbono 14 e tem eficácia de até 60.000 anos.

Evidências geológicas indicam que o lago Nabugabo foi formado a partir do lago Vitória, pelo crescimento de um banco de areia através de uma pequena enseada na margem desse lago. A **datação com radiocarbono** indica que a separação ocorreu há aproximadamente quatro mil anos.

Um fato extraordinário ocorre no lago Nabugabo: ele abriga quatro espécies de peixes da família dos ciclídeos que não são conhecidas em nenhum outro lugar, inclusive no lago Vitória.



No entanto, cada uma destas espécies se assemelha a uma espécie do lago ancestral.

As espécies do lago Nabugabo diferem das espécies das quais se originaram do lago maior, na coloração dos machos e em outras características menores.



O padrão de coloração do macho é uma importante característica na identificação das espécies, servindo como um sinal de reconhecimento para o acasalamento.

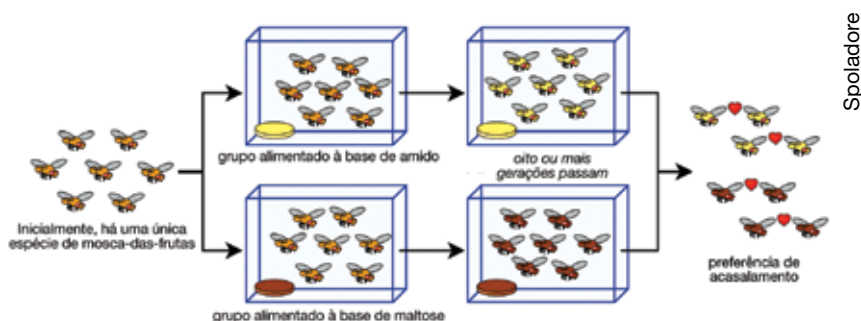
---

As pequenas populações das espécies parentais do lago Vitória foram aparentemente isoladas quando o banco de areia transformou o Nabugabo em um lago separado e, desde então, elas vieram a se tornar novas espécies (Ricklefs, 2003).

Assim o processo de especiação leva ao aumento da biodiversidade, aumentando o número de espécies no planeta. É um processo que ocorre desde o surgimento da vida no planeta, já que o isolamento reprodutivo associado a estímulos do meio diferente leva a adaptações distintas, surgindo assim espécies diferentes.

### Atividade 3

Atende ao objetivo 3



**Figura 3.19:** Exemplo de especiação da mosca drosophila.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drosophila\\_speciation\\_experiment\\_pt.svg#/media/File:Drosophila\\_speciation\\_experiment\\_pt.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drosophila_speciation_experiment_pt.svg#/media/File:Drosophila_speciation_experiment_pt.svg)

A figura acima mostra o processo de especiação numa espécie de mosca, a drosophila (mosca-da-banana). Identifique as diferentes etapas e explique como houve a especiação.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Resposta comentada

No início, houve um isolamento reprodutivo entre as populações, que passaram a receber estímulos ambientais diferentes (no caso, a alimentação) e passaram a desenvolver adaptações distintas, que consiste do processo de seleção natural. Depois disso, ao entrarem em contato, não havia possibilidade de acasalamento entre os dois grupos, caracterizando, assim, duas espécies distintas, o que caracteriza o processo de especiação.

---

---

---

---

## Interações entre os organismos

Os seres vivos necessitam, para o seu desenvolvimento, não somente dos fatores do meio físico (abiótico), mas das relações e interdependências com outros seres vivos.

Essas relações são de diferentes formas, podendo ou não favorecer determinadas espécies vegetais e animais. Relações de predação e **competição** são fundamentais para entendermos a distribuição dos organismos. Os organismos precisam de recursos para sobreviver, e a caça e obtenção destes recursos fazem parte desta busca pela sobrevivência.

Vamos ver um exemplo?

O mangue se caracteriza por apresentar apenas 3 gêneros de plantas: rhizophora, laguncularia e avicennia, que são todas **halófitas** e conseguem sobreviver em solos saturados e com alta salinidade.

A alta salinidade é causa de estresse para estas plantas, de onde se conclui que, na verdade, estas plantas não preferem ambientes de água salgada, mas, sim, estão restritas a estes.

Então, por que estas plantas não conseguem ocupar novas áreas onde não sofreriam com o estresse da água salgada?

A resposta é simples: pelo fato de que não seriam competitivas em outros ambientes. Seu crescimento é lento em comparação com outras vegetações e sua capacidade de produzir sementes é menor, o que não as torna capazes de competir por recursos fundamentais, como luz e nutrientes em florestas normais. Desta forma, elas só conseguem viver no ecossistema onde as outras plantas não se estabelecem, já que estas não têm mecanismos para “driblar” a água salgada e não conseguem ocupar esta área.



Então, o que se pode concluir, é que a ausência destes gêneros em áreas que não de mangue são resultado de uma exclusão competitiva.

### Competição

Por competição, entende-se a disputa por recursos necessários para a sobrevivência dos organismos.

### Halófitas

São plantas essencialmente terrestres, mas que vivem próximas a corpos d'água.

Um exemplo do outro lado da moeda, isto é, de uma planta altamente competitiva, é o eucalipto.

Chega a ser difícil tratar do eucalipto como uma única espécie, já que é um gênero (*Eucalyptus*) de árvore que congrega mais de 900 espécies, mas algumas generalizações podem ser feitas.

De maneira geral, o eucalipto tem um crescimento muito rápido e é capaz de alelopatia, que é a capacidade de lançar no ambiente substâncias tóxicas que inibem o crescimento de outras espécies.

O eucalipto lança esta substância até terminar o seu crescimento, algo que acontece em torno de 40 anos. Assim este gênero é altamente competitivo, excluindo outras espécies na busca por recursos e se adaptando a quase qualquer ambiente.

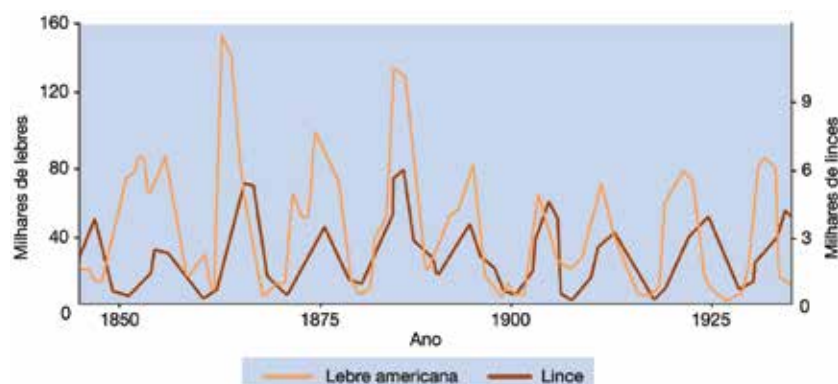
Estas características fizeram também com que o eucalipto fosse amplamente usado para a produção de celulose para papel.

As relações de predação também são importantíssimas. Primeiro, porque é necessário um equilíbrio entre presa e predador, para que o sistema não entre em colapso, como pudemos perceber a partir das relações da cadeia trófica.

## Lince

(*Lynx* spp.) É um mamífero da ordem Carnivora, família Felidae, sendo, portanto, um carnívoro. O gênero tem distribuição geográfica vasta, mas está confinado ao Hemisfério Norte. Os lincês são, por vezes, classificados dentro do gênero *Felis*.

O gráfico a seguir mostra a relação entre **lincês** (predadores) e lebres (presas). Nota-se que a densidade da população de lincês aumenta apenas quando há aumento da de lebres, e diminui também como resposta à diminuição ao número de lebres.



**Gráfico 3.2:** A relação entre lincês e lebres na América do Norte como relação presa x predador.

Fonte: Odum&Barret(2005)

Outro aspecto importante da predação é que, caso alguma espécie de presa não apresente defesas para o predador, pode acabar sendo extinta, assim como um predador que não encontre uma presa adequada acaba por desaparecer. Por exemplo, a fauna de marsupiais da Austrália, que tem hábitos diurnos, ao ser apresentada a predadores noturnos, como os gatos, sofreu séria redução na sua densidade, pois, durante o período de caça dos gatos, estavam dormindo sem defesas.

---

---

### **Atividade Final**

---

---

#### ***Atende aos objetivos 3 e 4***

A introdução do café na Região do Médio Vale do Paraíba do Sul, além de transformar a paisagem, fez com que crescesse a população de saúvas (espécie de formiga) na área, por eliminar tanto potenciais competidores como predadores naturais desse organismo. Explique por que isso afeta as populações de organismos.

---

---

---

---

---

#### ***Resposta comentada***

Por não ter competidores nem predadores, e com o café (e, posteriormente, a pastagem) como alimento, a saúva encontrou um campo “tranquilo” para crescer, sem nenhum outro fator que pudesse controlar a sua população, até que se tornou praga atualmente - e de difícil manejo.

---

---

---

### **Conclusão**

Após essa apresentação dos conceitos de Ecologia, ecossistemas, comunidades, populações, espécies generalistas e especialistas, queremos chamar a sua atenção para a relação que se estabelece entre eles e a Biogeografia.

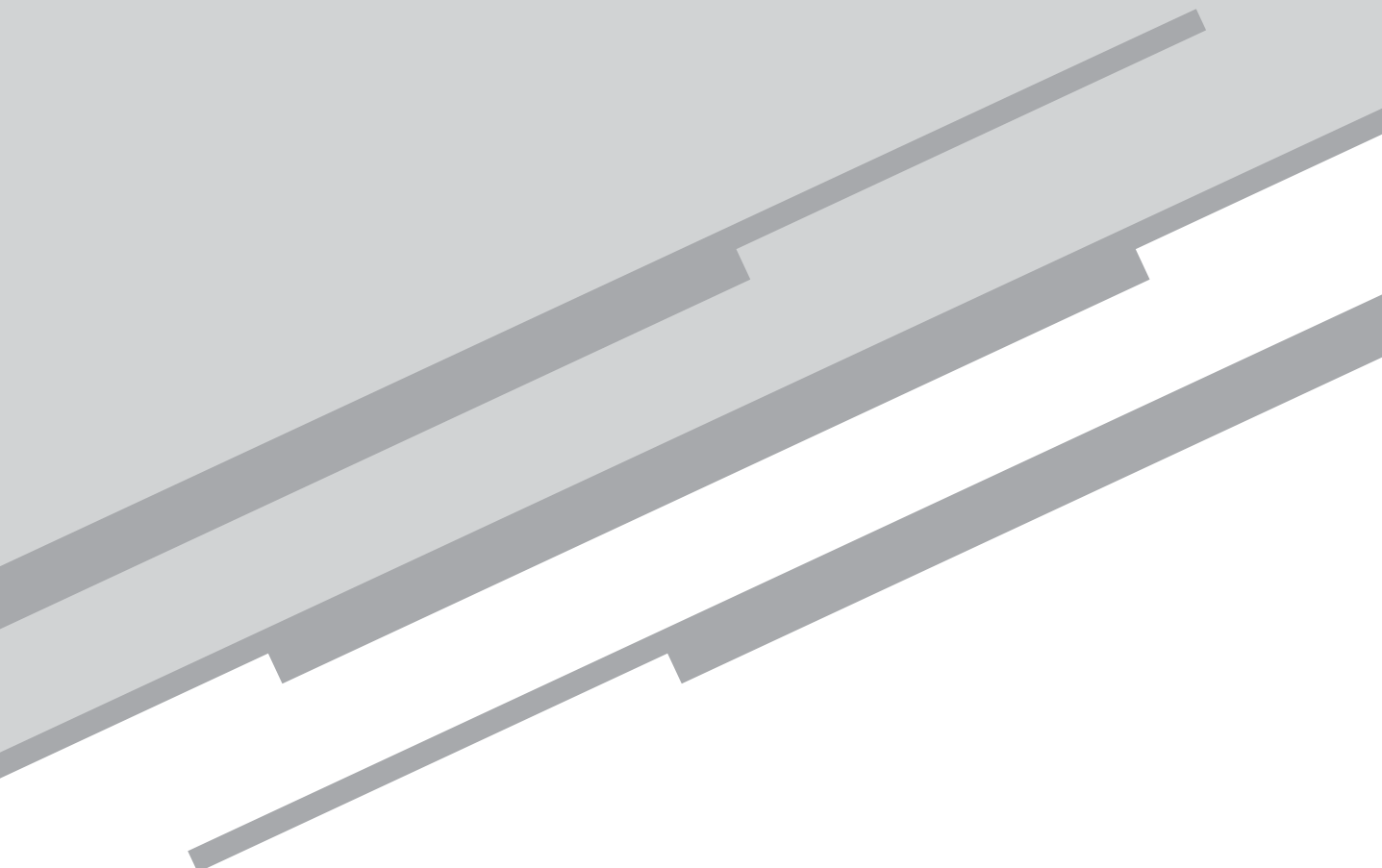
A Biogeografia visa entender a distribuição dos seres vivos, e os conceitos oriundos da Ecologia contribuem para mapear e analisar essa distribuição. O entendimento da cadeia trófica de dada região, as condições do solo, o surgimento de novas espécies em virtude de alterações geográficas, a relação entre as comunidades e populações e a dinâmica de funcionamento dos diferentes ecossistemas, aliados a outras fontes de informação, fornecem indícios para que a Biogeografia possa estabelecer hipóteses do motivo de determinados organismos viverem numa dada região do planeta e compreender os mecanismos que desenvolvem para a sua sobrevivência.

## Resumo

- A Ecologia, que vem do grego *oikos* (casa) e *logos* (ciência), busca estudar a relação entre os seres vivos e o meio onde estes vivem;
- Ecossistemas são sistemas abertos, que recebem e perdem energia para sistemas adjacentes. São caracterizados pelas relações entre os seres vivos e o meio-físico, norteados pelo fluxo de energia (cadeia alimentar) e por uma ciclagem de nutrientes;
- Populações são o conjunto de indivíduos de uma mesma espécie que fazem parte das comunidades bióticas. Podemos apresentar algumas características deste recorte, como taxa de natalidade, pirâmide etária, mortalidade e densidade;
- Comunidades são o conjunto de populações que se encontra em uma determinada área, e as suas relações determinam as interações entre os organismos, como predação, herbivoria e competição;
- A seleção natural é a força motriz do processo de evolução, a partir do qual espécies mais bem adaptadas têm um maior sucesso reprodutivo e passam a dominar nos ecossistemas;
- Especiação é o processo a partir do qual surgem novas espécies no planeta, aumentando, assim, a biodiversidade. Ocorre quando há isolamento reprodutivo dentro de uma população, e esta passa a evoluir de uma forma diferente, dando origem a uma nova espécie.

# Aula 4

Biogeografia e fatores abióticos – clima



*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Descrever as relações entre clima e organismos, estabelecendo as múltiplas relações e efeitos entre eles.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. descrever como o clima é determinante para a distribuição das espécies e a determinação de seus limites de tolerância;
2. reconhecer como as variações climáticas no Brasil influenciam na distribuição dos organismos e contribuem para a construção dos refúgios ecológicos.



## Introdução

### O clima e a distribuição dos organismos no planeta

A distribuição dos seres vivos sobre o planeta, tanto nos dias atuais como no passado, bem como sua evolução, tem forte influência dos fatores do meio físico (abióticos), conforme foi destacado na aula anterior. Nesse contexto, o clima tem papel preponderante no processo como um todo.

Processos fundamentais como a fotossíntese e a reprodução são diretamente condicionados pelo clima, assim como algumas características fisiológicas dos próprios organismos.

Sendo assim, a Geografia tem muito a contribuir para a análise integrada entre clima e biogeografia, como vamos ver a seguir.

### O clima ao longo do tempo histórico e geológico

Toda a história geológica (evolução do próprio planeta, com as mudanças dos continentes e formação de rochas) e ecológica (evolução da vida na Terra) do planeta foi marcada por mudanças climáticas e, consequentemente, por mudanças na distribuição dos organismos.

Se pegarmos como exemplo o **Quaternário**, veremos que ocorrem diversas mudanças climáticas ao longo destes últimos 2 milhões de anos.

Essas mudanças, por sua vez, promoveram diferentes consequências ambientais, que afetaram diretamente os seres vivos, tais como as mudanças:

- de temperatura;
- do nível do mar;
- de precipitação;
- dentre todas as que surgem com as mudanças climáticas.



| Unidades de tempo |               |             |       |   | Desenvolvimento de plantas e animais   |
|-------------------|---------------|-------------|-------|---|--|
| Eon               | Era           | Período     | Ma    | Época   |  |
| Fanerozoico       | Cenozoico     | Quaternário | 1,8   | Holoceno  | Desenvolvimento do Homem   |
|                   |               | Pleistoceno |       |   |  |
|                   |               | Terciário   |       | Plioceno  | "Idade dos Mamíferos"  |
|                   |               |             |       | Mioceno   |  |
|                   |               |             |       | Oligoceno   |  |
|                   |               |             |       | Eoceno  |  |
|                   |               |             |       | Paleoceno   |  |
|                   | Mesozoico     | Cretáceo    | 65,5  | "Idade dos Répteis"   | Extinção dos dinossauros e muitas outras espécies                              |
|                   |               | Jurássico   | 145,5 |   | Primeiras plantas com flores<br>Primeiros pássaros<br>Dinossauros dominantes   |
|                   |               | Triásico    | 199,6 |   |  |
|                   | Paleozoico    | Permiano    | 245   | "Idade dos Anfíbios"  | Extinção de trilobitas e muitos animais marinhos<br>Primeiros répteis          |
|                   |               | Carbonífero | 299   |   |  |
|                   |               | Devoniano   | 359   |   | Grandes pântanos de carvão<br>Anfíbios abundantes<br>Primeiros insetos fósseis |
|                   |               | Siluriano   | 416   |   |  |
|                   |               | Ordoviciano | 443   | Primeiras plantas terrestres<br>Primeiros peixes<br>Trilobitas            |  |
|                   |               | Cambriano   | 488   |   |  |
|                   |               |             | 542   | Primeiros organismos com conchas<br>Primeira fauna de metazoários grandes |  |
| Proterozoico      | Pré-Cambriano | 2500        |       | Primeiros organismos multicelulares                                       |  |
| Arqueano          |               |             |       | Primeiros organismos unicelulares<br>Idade mínima da crosta               |  |
|                   |               |             |       | 4030  |  |
|                   |               | 4566        |       | Origem do Sistema Solar   |  |

**Figura 4.1:** Escala do tempo geológico

Fonte: Carneiro, C.D.R.; Mizusaki, A.M.P.; Almeida, F.F.M. de. 2005. A determinação da idade das rochas. *Terra Didática*, 1(1): p16. [HTTP://www.ige.unicamp.br/terraedidatica](http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica)

Na escala de tempo geológico, o *Quaternário* é o período da era Cenozoica do Neofanerozoico, que congrega os períodos Pleistocenos e Holocenos.

O Pleistoceno teve início há 2 milhões de anos e durou até 12.000 anos. O seu final foi marcado pelo fim da última era glacial.

Já o Holoceno é o período geológico atual, que teve início há 12.000 anos.

---

Vamos ver um exemplo?

Para ilustrar a importância das variações climáticas ao longo do tempo geológico para os organismos, podemos citar o caso da distribuição das araucárias (*Araucariaceae*).

---



Ricardo Frantz

**Figura 4.2:** Araucária, árvore típica de áreas subtropicais.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AAraucaria-caxias-do-sul2.jpg>

As araucárias são tão características do sul do Brasil que a poetisa paranaense Helena Kolody escreveu um poema sobre elas, chamado Araucárias. Leia, a seguir, um trecho desse poema:

*“Araucária*

*Nasci forte e ativa,*

*Solitária.*

*Ascendo em linha reta*

- Uma coluna verde-escura

No verde cambiante da campina.

Estendo braços hirtos e serenos”

(Helena Kolody)

Para ler o poema na íntegra, acesse o seguinte endereço eletrônico: <http://www.cidadao.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=97>

As araucárias são uma família de árvores típicas de áreas com clima subtropical, por estarem adaptadas a estações do ano bem definidas e pluviosidade média.

Atualmente, sua distribuição está restrita, em sua maior parte, à região Sul do país, mas encontramos algumas manchas isoladas em pontos da região Sudeste, como, por exemplo:

Serra dos Órgãos;

Serra da Mantiqueira;

Serra da Bocaina.

Veja, no mapa a seguir, a distribuição das araucárias no Brasil.



**Figura 4.3:** Mapa da distribuição das formações vegetais brasileiras, com destaque para as Matas de Araucárias, elaborado a partir do mapa do IBGE.

Mas qual seria a explicação para essa distribuição?

Há 10.000 anos, o planeta passava por uma glaciação e, consequentemente, o clima era diferente em diversas áreas do Brasil. Nesse período, as araucárias tinham uma distribuição bem mais ampla, que ia da região Sul até Minas Gerais.

Com as mudanças climáticas do Holoceno (fim da glaciação e entrada no período interglacial) o território ideal para o crescimento das araucárias ficou restrito à zona subtropical do Brasil, exceto por algumas áreas de altitude mais elevada no Sudeste, como porções da serra dos Órgãos no Rio de Janeiro, onde o clima é mais frio e menos úmido.

O que se pode observar é que a distribuição destes organismos varia em função das variações climáticas, já que, em períodos favoráveis, como a glaciação, a sua distribuição se expande e, em épocas desfavoráveis, como o período interglacial atual, a sua distribuição se retrai.

Isso significa que as variações climáticas também podem ser responsáveis pela extinção de alguns organismos. Vamos ver um exemplo disso?

Antes do final da última glaciação, existiam no cerrado brasileiro mamíferos de grande porte, como o esmilodonte e a preguiça gigante, que não são mais encontrados. Uma das explicações para a extinção destes animais é que, com o final da última glaciação, seu *habitat* potencial foi muito reduzido, fazendo com que essas espécies não conseguissem manter uma população viável.



**Figura 4.4:** Com a última glaciação, o *habitat* do esmilodonte foi tão reduzido que culminou com a sua extinção.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/file:smilodon.jpg>



O que podemos observar é que as mudanças climáticas podem favorecer a expansão de alguns organismos, assim como promover a retração dos *habitats* potenciais de outros, promovendo fenômenos biogeográficos importantes, como a disjunção (que será abordada em aulas mais adiante) ou a imigração de organismos.

### **Picea**

É um gênero de conífera, grupo típico de áreas de clima temperado, que apresenta mais de 35 espécies.

Para ilustrar essa dinâmica, apresentaremos o caso da variabilidade de distribuição do carvalho e do espruce (ou **picea**) ao longo dos últimos 20.000 anos.

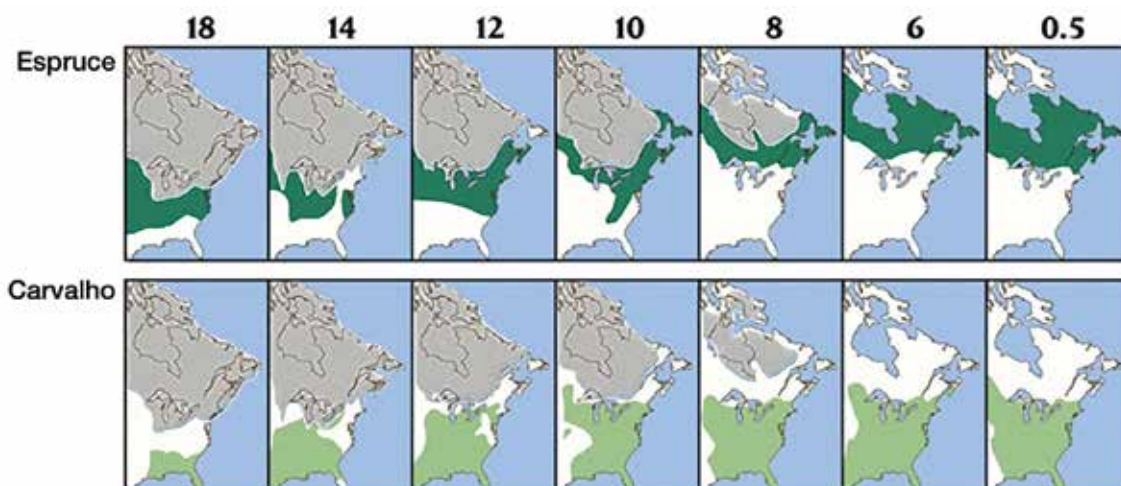


Rhanyela

**Figura 4.5:** O espruce não se adapta a temperaturas elevadas.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/file:picea\\_abies.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/file:picea_abies.jpg)

Com o aumento da temperatura no planeta e, conseqüentemente, do derretimento da grande geleira lawrenceana (grande geleira que existia no hemisfério norte na última glaciação) na América do Norte, o carvalho aumentou a sua área de distribuição, pois tem a capacidade de se adaptar e suportar melhor temperaturas mais elevadas e maior pluviosidade. Em contrapartida, o espruce, uma árvore típica de áreas temperadas, migrou para latitudes mais frias, dentro dos seus limites de tolerância. Observe a imagem.



**Figura 4.6:** Comparação entre a distribuição do espruce e a do carvalho na América do Norte, em virtude das mudanças climáticas.

Fonte: Ricklefs (2003).

Os números na imagem representam a contagem do tempo em milhares de anos. Isso significa que o número 18 representa 18.000 anos, e assim por diante. O objetivo da imagem é mostrar que, com o aumento da temperatura e o consequente derretimento da geleira, o espruce foi migrando mais ao norte e o carvalho foi se espalhando, pois áreas que o espruce ocupava anteriormente não eram mais favoráveis à sua presença.

Existem inúmeros exemplos de como as variações climáticas levam a novas configurações na distribuição dos organismos, com transformações nos seus *habitats* potenciais, que podem acarretar movimentos de expansão e retração das populações. Temos que pensar que o clima afeta diretamente esses processos.

Estes princípios foram fundamentais para o trabalho de **Aziz Ab'Saber** sobre os refúgios ecológicos no Brasil em função das variações climáticas do Quaternário, que será abordado mais a frente, ainda nesta aula.

#### **Aziz NacibAb'Saber**

Foi um dos maiores nomes da Geografia Física brasileira, sendo autor do trabalho que delimitou e conceituou os domínios morfoclimáticos brasileiros e a teoria dos refúgios ecológicos. Manteve-se ativo até o dia da sua morte, aos 87 anos, em 2012.



---

---

## Atividade 1

---

---

### Atende ao objetivo 1

Você sabia que a *Araucaria angustifolia*, uma árvore nativa brasileira, também conhecida como pinheiro-brasileiro, está ameaçada de extinção?

De acordo com a Revista Info Exame, conforme levantamento da IUCN, a araucária,

*“(...) já perdeu 97% de sua área original, o que compromete drasticamente sua variabilidade genética e a coloca em risco de extinção. A cobertura dessas árvores correspondia a cerca de 40% da floresta ombrófila mista, um dos tipos de floresta que compõem o bioma da Mata Atlântica.” (Revista Info Exame, 2014)*

Como vimos, as araucárias precisam de dadas condições climáticas para a sua sobrevivência. Com base nisso, destaque um elemento do clima que seja fundamental para a sobrevivência das araucárias.

Em seguida, reflita e descreva duas consequências **indesejáveis que poderiam ocorrer** se as araucárias fossem extintas.

---

---

---

---

---

---

### Resposta comentada

Um elemento fundamental do clima para a sobrevivência das araucárias é a temperatura fria e menos úmida. Outro elemento que poderia ser citado é a pluviosidade, que precisa ser média. Com relação às consequências **indesejáveis que poderiam ocorrer**, em caso de extinção das araucárias, reside o fato da redução dos *habitats* de animais que dependem das araucárias para sobreviver, além de termos redução no fornecimento de madeira e energia para os ecossistemas em que elas **estão** presentes, deixando também de contribuir para a atenuação dos efeitos do aquecimento global.

---

---

---



## O clima como determinante para a distribuição das espécies: os limites de tolerância

O clima é um dos principais elementos de agrupamento para os seres vivos, pois lida diretamente com os chamados **limites de tolerância** de cada espécie.

O limite de tolerância está relacionado ao local onde os organismos conseguem viver com eficiência na busca por recursos e com potencial reprodutivo.

Troppmair (2012) considera que a área de distribuição das espécies estará cercada por áreas de *habitats* nas quais esta não consegue manter uma população viável ecologicamente.

Neste cenário, o clima tem um papel fundamental, justamente por controlar:

os teores de umidade;

a temperatura;

a pressão atmosférica.

Um exemplo que temos disto é a distribuição da família *Palma* (Cox & Moore, 2009), da qual fazem parte as diferentes espécies de palmeiras.

Esta é uma família que tem aproximadamente 2.600 espécies de 240 gêneros diferentes, com ampla distribuição na zona tropical, mas que tem apenas duas espécies que ocorrem em áreas extratropicais (acima do trópico de Câncer). Isto ocorre porque, em temperaturas muito baixas, as palmeiras não conseguem crescer adequadamente e, consequentemente, não se estabelecem nestas áreas.

### Limites de tolerância

De acordo com a *lei de tolerância*, que é o princípio básico que rege os limites para cada espécie, existem amplitudes de tolerância (com limites mínimos e máximos) aos fatores ecológicos, dentro das quais, sua existência é possível.

Assim, por exemplo, temperaturas muito baixas não permitem o desenvolvimento de plantas tropicais.



**Figura 4.7:** Palmeiras não crescem em áreas de baixa temperatura.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/file:manila\\_dwarf\\_coconut\\_palm.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/file:manila_dwarf_coconut_palm.jpg)

Pereira & Silva (1996) ressaltam que o clima é o um dos principais fatores reguladores da distribuição dos organismos, principalmente do ponto de vista da vegetação. Tonhasca Jr. (2005) também concorda com a afirmativa, uma vez que luminosidade, temperatura, precipitação, entre outros fatores, são regulados pelo clima. Ricklefs (2003) afirma que a temperatura e a disponibilidade de água são fundamentais para a fotossíntese, assim como a necessidade de uma temperatura ótima.

Se pegarmos como exemplo os manguezais, a sua distribuição no planeta está diretamente ligada a condições climáticas bem específicas:

temperaturas médias acima de 20°C;

mínima média acima dos 15°C;

amplitude térmica menor que 5°C;

precipitação superior a 1500 mm/ano.

Resumindo: os mangues necessitam de temperaturas altas, com baixa **amplitude térmica** e precipitação elevada. Qualquer mudança neste padrão não permite o estabelecimento de manguezais.

### **Amplitude térmica**

É a variação entre as temperaturas máxima e mínima em um dado período de tempo. Por exemplo, se a máxima do dia foi de 33°C e a mínima de 18°C, a amplitude térmica foi de 15°C.

Outro aspecto que destaca a importância do clima é quando comparamos a **produtividade** e a diversidade em áreas tropicais com áreas temperadas.

As áreas tropicais apresentam temperaturas mais altas e com menor amplitude térmica, assim como índices pluviométricos maiores. Estes fatores levam a um ambiente mais favorável para que as plantas façam fotossíntese.

Como consequência, a fotossíntese leva a uma maior produtividade e, deste modo, promove a ocorrência de uma maior diversidade de espécies.

Como já destacaram Pereira & Silva (1995), o clima exige que os organismos se adaptem a ele para sobreviver. Um exemplo clássico são os camelos, que vivem em áreas desérticas no Oriente Médio, onde a escassez de água e alimentos fez com que estes animais desenvolvessem corcovas para o armazenamento de recursos. Assim, quando os camelos encontram um oásis, estes bebem e comem para sobreviver às áreas mais rigorosas.

Troppmair (2012) ainda destaca que a temperatura pode condicionar a vegetação e a fauna. Veja, a seguir, alguns exemplos:

### **Produtividade**

É a taxa de fotossíntese (produção de matéria orgânica) que os ecossistemas produzem.

### Algumas situações em que a temperatura pode condicionar a vegetação

#### Cenário

#### Exemplo

Em regiões de altas temperaturas e umidade (como as equatoriais), a camada vegetal costuma apresentar uma grande diversidade de espécies, porém cada espécie com um pequeno número de indivíduos. Isto é a consequência direta do ambiente mais favorável à fotossíntese nos trópicos, que exige adaptações menos específicas.

Um exemplo disso seria o jequitibá. Veja, a seguir, um exemplar de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), localizado no jardim botânico de São Paulo.



Mauroguanandi

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/jequitib%C3%A1#mediaviewer/file:jequitibabotanico.jpg>

Como exemplo, podemos citar a *Symplocos atlântica*, recentemente descoberta em áreas mais altas de Mata Atlântica.

A redução da temperatura implica, em geral, indivíduos arbóreos menores.



Neste caso, podemos citar, como exemplo, as gramíneas das tundras do hemisfério norte.

A absorção de nutrientes, o metabolismo e a produtividade total decresce em direção as latitudes maiores, pois a incidência de luz e a umidade são menores nessas áreas.



National Oceanic and  
Atmospheric Administration

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wrangel\\_Island\\_tundra.jpg?uselang=pt-br](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wrangel_Island_tundra.jpg?uselang=pt-br)

**Tabela 4.1:** Exemplos de situações em que a temperatura pode condicionar a vegetação.



Conhecidos também como animais de sangue quente, os endotermos, como os mamíferos, são capazes de manter a sua temperatura corpórea independentemente da temperatura externa, o que não acontece com os ectotérmicos, que são os animais de sangue frio, como lagartos, cuja temperatura varia de acordo com a do ambiente.

E, que tal vermos agora alguns exemplos na fauna?

### Algumas situações em que a temperatura pode condicionar a fauna

#### Cenário

#### Exemplo

Como exemplo, podemos destacar o urso polar, que é o maior dos ursos.

#### Lei do tamanho ou lei de Bergmann:

Animais endotermos do mesmo tipo são maiores em áreas mais frias do que em mais quentes. Este padrão é consequência de uma estratégia para a manutenção da temperatura corporal, pois corpos maiores tendem a conservar mais calor.



Alan Wilson

Fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/polar\\_bear#mediaviewer/file:polar\\_bear\\_-\\_alaska.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/polar_bear#mediaviewer/file:polar_bear_-_alaska.jpg)

Como exemplo, podemos citar a raposa vermelha e a raposa do ártico. Veja, a seguir:



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/cbrown1023/2668748518>

#### Lei das proporções ou lei de Allen:

Animais endotermos do mesmo tipo costumam ter extremidades (orelhas e rabos) menores em regiões mais frias, como, por exemplo, a raposa do ártico e a raposa vermelha. Isto ocorre porque as extremidades são áreas onde se perde calor.

A raposa vermelha possui extremidades maiores, por viver em regiões mais quentes.  
Autor da imagem: Casey Brown



AnsgarWalk

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/parque\\_nacional\\_quttinirpaaq#mediaviewer/file:arctic\\_fox\\_1997-08-05.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/parque_nacional_quttinirpaaq#mediaviewer/file:arctic_fox_1997-08-05.jpg)

A raposa do ártico possui extremidades menores, por viver em regiões mais frias.



#### Lei da coloração ou lei de Gloger:

Animais de regiões mais frias tendem a ter uma coloração mais clara em relação aos seus semelhantes de áreas mais quentes, como o urso polar em comparação ao urso cinzento.

Um exemplo é o urso cinzento, que possui coloração mais escura que a do urso polar.



Bobisbob

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/file:brown\\_bear.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/file:brown_bear.jpg)

#### Lei das proporções cardíacas ou lei de Hesse:

Animais endotermos de regiões mais frias tendem a ter a parte cardíaca mais desenvolvida em relação aos seus parentes de regiões mais quentes. Também é uma estratégia para a manutenção de temperatura.

Um exemplo é o leopardo das neves.



Bernard Landgraf

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/ficheiro:uncia\\_uncia.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/ficheiro:uncia_uncia.jpg)

**Tabela 4.2:** Exemplos de situações em que a temperatura pode condicionar a fauna.





O que pode ser visto é que o clima é importante não apenas para entendermos a distribuição dos organismos, mas também as suas características fisiológicas, já que climas mais inóspitos demandam adaptações mais específicas, como a coloração branca, típica de espécies das regiões circumpolares.

## Atividade 2

### Atende ao objetivo 1

Descreva como o clima está relacionado às adaptações e características fisiológicas dos organismos em um dado ecossistema. Utilize exemplos para justificar sua resposta.

---

---

---

---

### Resposta comentada

O clima é um dos elementos mais importantes para condicionar as adaptações dos organismos, pois os seres vivos têm que ser capazes de obter recursos e se reproduzir no seu *habitat*. O urso polar, com a sua coloração branca e espessa camada de gordura necessária para sobreviver ao clima polar, ou o camelo, com as suas corcovas funcionando como “reservatórios” durante períodos de escassez, são exemplos de adaptações associadas diretamente ao clima.

---

---

---

## Variações climáticas no Brasil e teoria dos refúgios ecológicos

Como não poderia deixar de ser, no Brasil, houve repercussões das mudanças climáticas que aconteceram em escala global e, evidentemente, houve reconfigurações na distribuição dos biomas brasileiros. De maneira geral, ecossistemas associados a climas mais secos e/ou de temperatura mais baixa, como o Cerrado, a Caatinga e as Florestas de Araucárias, e ecossistemas mais quentes e úmidos, como a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica, tinham uma distribuição mais restrita.

Como exemplo desta dinâmica, temos a evolução da paisagem no Médio **Vale do Paraíba**.

### Vale do Paraíba

A região do *Vale do Paraíba* corresponde à área socioeconômica que pega as planícies fluviais do médio curso do rio Paraíba do Sul. Corresponde, no Rio de Janeiro, aos municípios de Resende, Volta Redonda e Barra Mansa.

### Cerrado

É um dos grandes biomas brasileiros. Caracteriza-se por uma vegetação predominantemente arbustiva, com algumas árvores isoladas. Este ecossistema é semelhante às savanas africanas e está adaptado à dinâmica de incêndios recorrentes.

### Palinologia

É a parte da Botânica que busca estudar ecossistemas e climas pretéritos a partir de registros de pólen de plantas.

Há 10.000 anos, o planeta vivia a sua última glaciação e, como consequência, a região do Médio Vale do Paraíba do Sul apresentava um clima tropical sazonal, isto é, com uma estação seca e outra úmida, muito bem definidas, e a vegetação predominante era semelhante ao **Cerrado**. Entre 10.000 e 8.000 anos atrás, houve uma mudança drástica nesta área: com o final da glaciação, o clima mudou de tropical sazonal para tropical, com precipitações ao longo do ano inteiro. A transformação teve como consequência direta a substituição do Cerrado pela Mata Atlântica (Aguiar, 2003). Toda esta reconstituição foi feita a partir de registros **palinológicos** e apresentam um alto grau de confiança.

A paisagem da região permaneceu a mesma até a metade do século XIX, quando houve a introdução do café. O café era o principal produto de exportação brasileiro. Quando houve o colapso da produção na cidade do Rio de Janeiro, a zona produtora foi transferida para o médio vale do Paraíba. O que antes era Mata Atlântica foi substituído por café, mas esta história será contada mais à frente, quando discutirmos as transformações feitas pelo homem nas paisagens.

Esta dinâmica de expansão e retração dos ecossistemas ao longo das variações climáticas foi intenso objeto de estudo de diversos pesquisadores; entre eles, Aziz Ab'Saber, um dos maiores nomes da Geografia brasileira. Suas observações foram fundamentais para o desenvolvimento da teoria dos refúgios ecológicos.

Podemos considerar refúgios ecológicos,

“(…) áreas florestais ou não, onde espécies de flora e fauna permanecem isoladas em espaços relativamente restritos,

enquanto em grandes áreas circunvizinhas ocorrem condições adversas à sua expansão. Estes refúgios somente podem ser considerados como tais se as condições neles reinantes permitirem a preservação integral dos ecossistemas que encerram.” (Ab’Saber, 1997, p.131)

Isto significa que, durante períodos desfavoráveis, os ecossistemas se “refugiam” nestas áreas, “esperando” condições favoráveis para se expandir. Podem até funcionar como **centros de dispersão**, mas não são necessariamente **centros de origem**.

Um exemplo dessas áreas de refúgio fica na Região dos Lagos do Rio de Janeiro, onde podemos encontrar diversas espécies vegetacionais típicas da caatinga.

Mas qual seria a explicação para isso?

Há 12.000 anos, com o clima mais seco, a Caatinga tinha uma extensão territorial muito maior que a de hoje, que chegava até o norte fluminense. Com a mudança climática, a caatinga sofreu retração para a região do semiárido atual, porém permaneceu um pequeno fragmento, que se tornou um refúgio na Região dos Lagos. Este refúgio é consequência direta do clima mais seco que esta área tem, por ser uma área onde a temperatura da água é muito baixa e, assim, a evaporação é baixa. Possivelmente, num futuro período glacial, este fragmento sofrerá expansão novamente.

### **Centros de dispersão**

Representam áreas de onde novos *grupos de organismos* se difundem a outras regiões.

### **Centros de origem**

São áreas biogeográficas que presumivelmente deram origem a novos grupos taxonômicos. Como exemplo, temos o sertão nordestino, de onde várias espécies típicas de áreas semiáridas se originaram e se expandiram.

### Atividade 3

#### Atende ao objetivo 2

Observe as imagens a seguir e responda: o que estas imagens possuem em comum?



Ansgar Walk

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ursus\\_maritimus#/media/File:Eisb%C3%A4r\\_1996-07-23.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ursus_maritimus#/media/File:Eisb%C3%A4r_1996-07-23.jpg)



LeRoc

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Macei%C3%B3#/media/File:Lagoa\\_Munda%C3%BA.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Macei%C3%B3#/media/File:Lagoa_Munda%C3%BA.jpg)

Resposta: a influência do clima no fator controle dos limites de tolerância dos organismos. Assim, descreva, nas linhas a seguir, como podemos

entender o clima como um importante fator controle dos limites de tolerância dos organismos nestes dois casos: do urso polar e da palmeira.

---

---

---

---

**Resposta comentada**

A área de distribuição de uma espécie será cercada por *habitats* não favoráveis, onde estas não conseguem se estabelecer. Isto ocorre porque os seres vivos não conseguem sobreviver onde as condições ambientais são adversas, e o clima, por controlar aspectos como a temperatura, umidade e pressão atmosférica, é um elemento importantíssimo dos ecossistemas. Retomando o exemplo do urso polar, este não ocorre em áreas fora das zonas circumpolares, por estas já serem muito quentes para ele, ou então as palmeiras, que são incapazes de crescer em áreas frias.

---

## Conclusão

Vimos como, o clima é fundamental para entendermos a distribuição dos organismos e como as variações climáticas influenciaram a vida ao longo do tempo geológico. O clima é o mais importante elemento do meio físico para os seres vivos.

### Atividade Final

**Atende aos objetivos 1 e 2**

As mudanças climáticas ocorridas ao longo do Quaternário tiveram repercussões diretas na distribuição dos organismos no território brasileiro. Relacione essas mudanças com a teoria dos refúgios ecológicos a partir de dois exemplos que tenham ocorrido em ecossistemas brasileiros.

---

---

---

---

---

---

### **Resposta comentada**

As mudanças climáticas do Quaternário levaram a movimentos de expansão e retração de diferentes ecossistemas. Durante períodos interglaciais, que são mais quentes e úmidos, ecossistemas como a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica tiveram uma expansão de seus domínios, enquanto nos períodos glaciais, ecossistemas adaptados a climas mais secos, como a Caatinga e o Cerrado, tiveram sua expansão. E exatamente durante os períodos menos favoráveis que surgem os refúgios ecológicos, onde estes ecossistemas “aguardam” condições favoráveis para se expandir. Atualmente, podemos pegar como exemplos, no Brasil, a distribuição das Araucárias na região serrana do Rio de Janeiro e a vegetação de Caatinga na região dos Lagos, que, na última glaciação, tinham uma ampla distribuição, mas que atualmente apresentam-se disjuntas nestas duas áreas em consequência de condições climáticas desfavoráveis.

---

---

---

---

### **Resumo**

- O clima é um dos mais importantes elementos para entendermos a distribuição dos seres vivos, e este varia ao longo do tempo geológico. Suas variações têm uma grande influência sobre a distribuição dos seres vivos, favorecendo algumas espécies em detrimento de outras em determinados períodos. Esta dinâmica permite a retração e a expansão de determinados ecossistemas. Como exemplo, podemos citar as florestas tropicais, que se expandem em períodos interglaciais e se retraem em períodos glaciais.
- Um dos aspectos mais importantes é que o clima delimita o chamado limite de tolerância dos organismos. Isto é, um organismo pode apenas ser encontrado onde as condições climáticas são favoráveis a ele.

- A partir da integração entre estudos climáticos e dos ecossistemas no Brasil, Aziz Ab'Saber desenvolveu a teoria dos refúgios ecológicos. Ela pressupõe que em períodos climáticos desfavoráveis, os ecossistemas se retraem para zonas favoráveis, esperando o retorno de condições favoráveis para se expandirem novamente.





# Aula 5

Biogeografia e fatores abióticos  
– geologia, relevo e solos

*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Metas**

Explicar a importância do relevo e dos solos para a distribuição dos seres vivos.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. definir a importância do relevo e dos solos para a distribuição dos seres vivos;
2. identificar como a geomorfologia e a pedologia podem contribuir para o entendimento da Biogeografia.

## A relação entre o meio abiótico e a distribuição dos seres vivos

Quando se fala da distribuição dos seres vivos, é importantíssimo entender como estes se relacionam com o meio abiótico à sua volta. Na aula anterior, vimos a importância do clima e, nesta, será discutida a importância da geologia, geomorfologia e dos solos.

Enquanto o clima tem uma representatividade global, podemos observar que os solos e o relevo terão uma importância maior na escala local, podendo atuar como agentes que facilitam ou dificultam a dispersão dos seres vivos.

Existem diversos exemplos desta dinâmica, como o papel do istmo do Panamá, na migração de organismos entre a América do Sul e a do Norte, o gradiente ambiental da Mata Atlântica (variações ambientais geradas pela altitude, e estas variações levam a composições de espécies diferentes), as adaptações dos manguezais e a dinâmica de decomposição em florestas tropicais, que serão mostradas a seguir.

## Como os fatores geomorfológicos afetam os organismos?

São as rochas, a evolução geológica e as formas do relevo que, auxiliados pelos fatores do clima, influenciam a distribuição dos seres vivos. Segundo Pereira & Almeida (1996), “um acidente geográfico pode funcionar como veículo de **dispersão** para certas espécies e como barreiras para outras espécies”.

O istmo do Panamá (Figura 5.1) pode ser um exemplo deste processo: ao mesmo tempo em que impediu o contato entre espécies marinhas do oceano Atlântico com o oceano Pacífico, permitiu o contato entre diversas espécies da fauna e flora entre a América do Norte e a América do Sul.

### Dispersão

Por *dispersão*, entende-se a capacidade de determinada espécie de atingir novas áreas e de se estabelecer nelas.



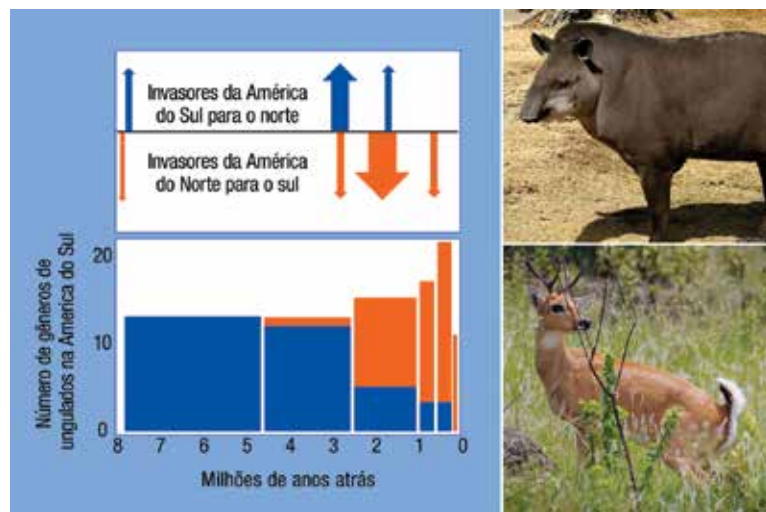
**Figura 5.1:** Istmo do Panamá em destaque: de um lado, temos o Mar do Caribe (Oceano Atlântico) e, do outro, o Oceano Pacífico.

Fonte: Google Maps

## ungulados

Os *ungulados* (latim: *ungulata*) constituíam uma divisão de mamíferos que compreendia os animais de casco, como os artiodátilos (veados campeiros) e os perissodátilos (antas), por exemplo. Porém, essa designação não faz mais parte das classificações científicas, por ser muito ampla, dando lugar a outras denominações mais específicas.

Um exemplo que temos é o fluxo de **ungulados** entre as duas áreas, como pode ser visto no gráfico abaixo (Figura 5.2), onde podemos observar que houve uma intensificação do fluxo desses animais entre a América do Sul e a do Norte.



**Figura 5.2:** Fluxo de ungulados na América do Sul. Ao lado, podemos ver uma anta e um veado campeiro, exemplos dos tipos de animais conhecidos como ungulados.

Fonte: Ricklefs, 2002; [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0c/Tapirus\\_terrestris.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0c/Tapirus_terrestris.jpg) - WhaldenerEndo; <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Veado-campeiro.jpg> - Bart vanDorp

Outro exemplo desse processo são rios e corpos d'água que podem servir tanto como barreiras geográficas como grandes facilitadores da dispersão dos organismos.

Se pegarmos, por exemplo, uma população de insetos não voadores e com baixa capacidade de dispersão, como colêmbolos (**Figura 5.3**), um rio será uma barreira intransponível para o organismo, e ele dependerá de outros meios (como a dispersão por vias alternativas, como se ligado a outro animal) para poder atingir o outro lado. Já o rio como um facilitador da dispersão é o caso do reflorestamento da Floresta da Tijuca, que merece comentários à parte.



**Figura 5.3:** Exemplar de um colêmbolo.

Fonte: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Isotoma\\_Habitus.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Isotoma_Habitus.jpg)

## O reflorestamento da floresta da Tijuca

Na primeira metade do século XIX, as encostas do maciço da Tijuca (localizado na cidade do Rio de Janeiro) foram desmatadas para a introdução da cultura do café. Devido a problemas associados à perda de produtividade, a colheita caiu em declínio e, ao mesmo tempo, houve sérios problemas de qualidade da água para o abastecimento na cidade, que levaram à proposta de reflorestamento. Este se iniciou em 1865, e teve os seguintes procedimentos: várias espécies nativas e exóticas (naturais de outras áreas, como eucaliptos e jaqueiras) foram plantadas ao longo dos numerosos rios do Maciço da Tijuca, e os rios serviram como caminhos preferenciais para a dispersão de sementes ao longo da região. Desta forma, os rios foram fundamentais para a distribuição da vegetação ao longo da recuperação da floresta.



## Ecologia antes da Ecologia

Como todos sabemos, o Brasil já teve boa parte de sua economia baseada na produção cafeeira; isso porque o solo das serras do sudeste eram ideais para o plantio. Tal plantio promoveu um gigantesco desmatamento em nome da cafeicultura. Além do mais, o pé de café costuma exaurir rapidamente o solo, obrigando os fazendeiros a desmatar novas áreas para fazer novas plantações.

Não havia consciência ecológica na época e, como consequência do desmatamento e irrigação, houve uma crise no abastecimento de água, que causou uma grande seca no Rio de Janeiro em 1843.



**Figura 5.4:** Ao lado esquerdo, temos a litografia de Alfred Martinet “Serra da Tijuca, Bella Vista”, de 1849, que mostra o desmatamento. Ao lado direito, temos a floresta hoje em dia.

Fontes: [http://www.vitruvius.com.br/media/images/magazines/grid\\_9/667732e7ec47\\_fig19martinet\\_bella\\_vista\\_detalhe\\_b.jpg](http://www.vitruvius.com.br/media/images/magazines/grid_9/667732e7ec47_fig19martinet_bella_vista_detalhe_b.jpg) - Alfred Martinet, Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Floresta\\_da\\_Tijuca#mediaviewer/File:Floresta\\_da\\_Tijuca\\_60.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Floresta_da_Tijuca#mediaviewer/File:Floresta_da_Tijuca_60.jpg) - Halley Pacheco de Oliveira

Dom Pedro II, imperador do Brasil na época, associou a falta d'água ao desmatamento; então, em 1861, decretou que a floresta deveria ser replantada, fazendo o que seria uma das maiores ações em nome da preservação ambiental de todos os tempos. O que é interessante nessa noção ecológica do imperador é que o termo nem ao menos havia sido apresentado ao mundo quando o decreto foi publicado, pois só viria a aparecer em 1869 pelas mãos do cientista alemão Ernest Heckel.

Além destes exemplos, poderíamos apresentar outros, como a influência dos Andes na distribuição das espécies na América do Sul; dos Himalaias, na Ásia, das características das espécies no sudeste asiático, onde encontramos uma grande quantidade de ilhas. Mas o fundamental é entender que os fatores geográficos são determinantes na distribuição das espécies no planeta.

O que se observa é que a morfologia do planeta pode funcionar como um elemento que favorece ou dificulta a dispersão dos seres vivos, como uma **barreira geográfica**, que será tema da Aula 7. O que será determinante para a distribuição é a relação entre o organismo e a feição geomorfológica, e o quanto esta feição facilita ou dificulta a dispersão.

Outro importante papel do relevo é na criação de gradientes ambientais, a partir de mudanças climáticas locais em função do aumento da altitude. Áreas mais altas tendem a ser mais frias e secas que as mais baixas, e isso pode levar diferenças marcantes na distribuição das espécies. Por exemplo, a Mata Atlântica, que, por estar em um relevo bem acidentado, apresenta um gradiente associado à altitude, como se fossem subdivisões da mata. A seguir, serão descritas estas divisões.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Atividade 1**

#### ***Atende ao objetivo 1***

Desenvolva um texto destacando o papel da geomorfologia na dispersão dos organismos.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Resposta Comentada**

A geomorfologia pode tanto criar barreiras geográficas como vias preferenciais de migração. Por exemplo, um rio pode ser intransponível para o fluxo de uma espécie de inseto que vive nas duas margens, porém pode ser um importante caminho de dispersão para sementes, ou corredores ecológicos a partir da vegetação ciliar. Montanhas, a princípio, são barreiras, mas, para algumas espécies, podem ser caminhos preferenciais. Assim, a geomorfologia afeta a distribuição de acordo com as características do organismos, pois as barreiras ou caminhos são relativos

---

---

---

### **Divisões da Mata Atlântica por Athayde Tonhasca Jr.**

Assim como a geomorfologia pode criar barreiras, ela pode criar gradientes ambientais, isto é, variações nas características do meio físico que levam a mudanças nas características da biota. Um exemplo que temos é a Mata Atlântica, que, com a sua distribuição ao longo de grandes altitudes no litoral atlântico brasileiro, mostra diversos “subambientes”, de acordo com a temperatura e a umidade. Vamos ver essas divisões a seguir.

#### **Mata Atlântica Aluvial e de Terras Baixas**

A floresta não varia topograficamente e apresenta sempre ambientes repetitivos nos terraços aluviais dos rios, podendo estar associada à floresta ciliar que ocorre ao longo dos cursos de água ocupando as planícies. Ocorre, no máximo, até 100 metros de altitude.

#### **Mata Atlântica Submontana**

A formação florestal apresenta árvores com alturas aproximadamente uniformes, de porte médio a grande, recobrando solos medianamente profundos em altitudes que variam entre 100 e 500 metros.

#### **Mata Atlântica Montana**

Altitudes de 500 a 1500 m.



A estrutura florestal é mantida até próximo ao cume dos relevos dissecados, quando cambissolos e solos litólicos (neossolos) influenciam no tamanho da vegetação. Estrutura de dossel, mais ou menos uniforme, de 20m, com casca grossa e rugosa e folhas miúdas, consequência do clima mais frio. Ocorre entre 500 e 1500 metros.

### **Mata Atlântica - Alto-Montana**

A floresta é típica das altas montanhas, sobre solos predominantemente mentelíticos. O porte das árvores é menor, apresentando acúmulos turfosos. Em geral, apresenta alto grau de endemismo. Conhecida também por mata nebulosa, ocorre entre 1500 metros e 2000 metros.

### **Campos de altitude**

Os campos de altitude são típicos dos pontos mais elevados de montanhas, estando geralmente situados acima de 1.500 m de altitude. Apresentam uma ampla variedade de fisionomias, desde áreas abertas cobertas por gramíneas e outras ervas a habitats com adensamento de arbustos e pequenas árvores, com ou sem a presença de afloramentos rochosos.

Pode-se observar claramente a estratificação da floresta associada à altitude, assim como outra característica típica de áreas montanhosas: o endemismo. Este será tema da Aula 7, porém está associada ao isolamento que estas áreas têm, em função da diferença climática associada à altitude, funcionando como verdadeiras ilhas, que levam a especiação (Aula 3).

### **Será que os processos geológicos também influenciam a distribuição das espécies?**

A Geologia pode afetar diretamente o próprio processo evolutivo, pois, como foi visto na Aula I, a partir do exemplo das aves ratitas, onde este grupo, a partir de uma única espécie, se desenvolveu em diversas outras a partir da deriva continental, que fez com que as diferentes populações separadas evoluíssem de forma diferenciada. Esse processo deu origem ao avestruz, à ema e ao quiú. Sendo assim, a partir de todos os exemplos que foram discutidos anteriormente, é possível observar a importante relação que existe entre os seres vivos e a morfologia do planeta.



**Figura 5.5:** Ema, avestruz e quiui: três evoluções bem diferentes de uma mesma espécie (principalmente o quiuí, que é bem menor que seus “parentes”).

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ema#mediaviewer/File:Rhea\\_americana\\_hamburg\\_zoo.JPG](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ema#mediaviewer/File:Rhea_americana_hamburg_zoo.JPG); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:MaleAndFemaleOstrichNewZealand\\_2004\\_SeanMcClean.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:MaleAndFemaleOstrichNewZealand_2004_SeanMcClean.jpg); [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Kiwi\\_hg.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Kiwi_hg.jpg) - Hannes Grobe

## Os solos na distribuição dos seres vivos

Os solos são um dos principais recursos para os seres vivos; afinal, parte dos nutrientes que são absorvidos pelas plantas para fazer matéria orgânica (fotossíntese) vem dos solos, assim como estes são o *habitat* para uma infinidade de organismos. De acordo com Pereira e Silva (1996):

A porosidade, os teores de silte, argila, sais minerais, a capacidade de retenção de água e de troca de cátions são algumas das características que os solos apresentam e que facilitam ou impedem vegetais e animais (estes, notadamente de vida subterrânea) de colonizarem determinadas áreas.

Desta forma, podemos ver que as propriedades físicas e químicas dos solos são muito importantes para entendermos a distribuição dos seres vivos e condicionam fortemente a dinâmica dos ecossistemas. A porosidade, estrutura e granulometria, por exemplo, controlam as características hidrológicas dos solos, como a permeabilidade e a capacidade de retenção hídrica, fundamentais para os organismos. A CTC (capacidade de troca catiônica) controla o volume de nutrientes disponíveis no solo, assim como a matéria orgânica, que além de ser uma importante fonte de alimento para alguns organismos, também é um importante fator para a resistência à erosão e estabilidade dos solos.



Luis Miguel Bugallo Sánchez

**Figura 5.6:** Minhocas são alguns dos seres vivos mais importantes para a manutenção do solo.

Fonte: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Mi%C3%B1oca066eue.jpg>

Podemos destacar diversos exemplos do controle que os solos exercem na camada biótica que ocorrem em um determinado *habitat*, como os campos edáficos que ocorrem na Região Norte do Brasil. Estas áreas são conhecidas por apresentarem vegetação típica de cerrado em áreas onde a vegetação é de floresta amazônica.

Uma primeira vista pode dar a entender que estes campos são fruto da intervenção humana, a partir de queimadas ou corte, mas, na verdade, são os solos que impedem o desenvolvimento da vegetação típica de floresta amazônica. Predominam, nesta área, solos que são classificados como areias quartzosas, onde a textura é predominantemente arenosa e, por isso, têm baixa capacidade de armazenamento de água, fazendo com que os solos sejam mais secos do que os das áreas do entorno. Desta forma, os solos não são capazes de sustentar uma floresta densa e rica, como a amazônica, dando espaço, então, à vegetação de cerrado.

### Solos saturados

São os solos onde o lençol freático atinge a superfície.

Outro exemplo são as plantas de mangue, que habitam áreas onde os **solos** são **saturados** e com alto índice de salinidade. Os manguezais são ecossistemas que surgem a partir do encontro de um rio com o mar, em ambientes de baixa energia (Figura 5.7). Desta forma, só são capazes de sobreviver nestas áreas plantas com mecanismos para “driblar” a falta de oxigênio no solo e a água salgada, como os gêneros *Rhizophorae* e *Avicennia*.



**Figura 5.7:** Diferentes tipos de vegetação que cobrem os manguezais.

Fonte: em:[http://pt.wikipedia.org/wiki/Rhizophora#mediaviewer/File:Rhizophora\\_MS\\_4642.JPG](http://pt.wikipedia.org/wiki/Rhizophora#mediaviewer/File:Rhizophora_MS_4642.JPG) - Marco Schmidt; [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Avicennia\\_germinans.jpg#mediaviewer/File:Avicennia\\_germinans.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Avicennia_germinans.jpg#mediaviewer/File:Avicennia_germinans.jpg); [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Laguncularia\\_racemosa1.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Laguncularia_racemosa1.jpg)

Nos primeiros casos, destaca-se a relação que os solos têm como *habitat*, mas também tem que se observar a profunda relação que estes têm dentro dos ecossistemas, como, por exemplo, os solos tropicais. Estes são, em geral, altamente intemperizados, com predominância de argilas 1:1 (são argilas com menor capacidade de expansão e, consequentemente, com menor capacidade de trocar nutrientes), fato que potencializa a pobreza mineral (DOUCHAUFOR, 1968). Analisando-se os solos tropicais, mais de 60% possuem solos que se caracterizam por um baixo conteúdo de nutrientes, pH ácido e reservas orgânicas limitadas. Sendo assim, faz-se necessário mecanismo que otimize a utilização dos nutrientes.

ANDERSON *et al.* (1983) coloca que, como estratégia de conservação em florestas tropicais, grande parte dos nutrientes está retida na biomassa, que é reciclada através de um eficiente processo de decomposição e reabsorção. OLIVEIRA (1999). Destaca três mecanismos principais:

Mecanismos de captura de nutrientes de origem atmosférica ou oriundos da decomposição. Ex: **micorrizas**, absorção de nutrientes pela folha, raízes aéreas;

Mecanismos de conservação de nutrientes. São representados por compartimentos de estoques de nutrientes ou estruturas que minimizam as perdas pela lixiviação (é o processo de lavagem do solo) ou predação de insetos. Ex: espessamento da casca e grande quantidade de biomassa;

Mecanismos de otimização do uso de nutrientes que garanta a minimização das perdas. Ex: translocação de nutrientes para a planta antes da queda das folhas; habilidade de sobrevivência em solos tóxicos; reprodução com poucas sementes.

### Micorriza

(Ou micorrhizum) é uma associação mutualística do tipo simbiótico, existente entre certos fungos e raízes de algumas plantas. São muito importantes para a absorção de nutrientes pelas plantas, pois fixam nitrogênio para o solo.

## Atividade 2

### Atende ao Objetivo 1

Das afirmativas abaixo, podemos considerar **verdadeiras**:

1. Os solos determinam o volume de nutrientes disponíveis para as plantas;
2. A Geomorfologia cria apenas barreiras geográficas;



3. A deriva continental é um fenômeno que ocorreu há milhões de anos e, por isso, não interfere na distribuição atual dos organismos.
- a) 1
  - b) 2
  - c) 3
  - d) 1 e 2
  - e) 1 e 3

### **Resposta Comentada**

Letra A, pois apenas a opção 1 está completamente correta. A opção 2, por exemplo, não leva em conta que a geomorfologia pode criar, além de barreiras, corredores que favorecem a dispersão dos organismos. Já a opção 3, que trata da deriva continental, também não está correta, pois ela continua ocorrendo, como vimos, com as aves ratitas, sendo importante para entendermos a distribuição atual dos organismos.

---

---

---

O jornalista e geógrafo Rogério Ribeiro de *Oliveira* (1999), em seu estudo em uma área de Mata Atlântica, sugere que predominam os seguintes mecanismos de captura e conservação de nutrientes:

- a) rápida decomposição e liberação dos nutrientes da serrapilheira;
- b) retranslocação de fósforo antes da abscisão das folhas;
- c) grande biomassa de raízes associada à serrapilheira e ao topo do solo;
- d) eficiência na retirada de nutrientes da chuva pela copa das árvores.

### **Manta morta ou serrapilheira**

Camada formada pela deposição e acúmulo de matéria orgânica morta em diferentes estágios de decomposição que reveste superficialmente o solo ou o sedimento aquático. É a principal via de retorno de nutrientes ao solo ou sedimento.

A **serrapilheira** em florestas tropicais tem um papel importantíssimo, retornando quantidades variadas de nutrientes ao solo, como nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio, entre outros (Moreira e Siqueira, 2002). Em ecossistemas florestais, a reciclagem de nitrogênio, fósforo e potássio é da ordem de 50 a 70%, e qualquer tipo de perturbação na floresta tem efeitos imediatos, pois a lixiviação passa a ser mais atuante, impedindo uma recuperação mais rápida. As características químicas do material a ser decomposto também são fundamentais.



Danny Steaven

**Figura 5.9:** Serrapilheira

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AForest-floor076.jpg>

É importante frisar que a relação entre solos e organismos é uma via de mão dupla, pois os organismos também terão um importante papel nas características da fertilidade. Animais do solo (como minhocas, formigas e besouros) têm um importante papel na aeração e, consequentemente, aumentam a porosidade do solo.

A matéria orgânica está diretamente relacionada com organismos decompositores, como fungos e bactérias, e as raízes também criam dutos preferenciais para a entrada de água e ar. Desta forma, podemos ver que a relação entre solos e organismos é fundamental para ambos, sendo importante para entendermos alguns dos principais processos ecossistêmicos, como a fotossíntese e a formação da cadeia trófica.

## Conclusão

Nesta aula e na Aula 4, vimos os principais aspectos do meio físico que afetam a distribuição dos seres vivos, que são dinâmicos e atuam em diferentes escalas de tempo e de espaço. O que foi discutido não esgota o assunto, mas abre a possibilidade de compreensão da ação conjunta destes elementos na organização da vida no planeta. Na aula a seguir, vamos ver como os fatores bióticos, isto é, a relação entre os organismos dentro da camada biótica, afetam os processos biogeográficos.

## **Atividade Final**

*Atende os objetivos 1 e 2*

1. Das afirmativas abaixo sobre o conceito de população, podemos considerar verdadeira(s):

- I. Os manguezais são típicos de áreas tropicais;
  - II. As plantas de mangue são incapazes de sobreviver em ambientes sem água salgada;
  - III. Os solos são um fator importante para a existência de manguezais.
- a) I
  - b) II
  - c) III
  - d) I e II
  - e) I e III

2. Comente a importância do fechamento do istmo do Panamá para a composição da fauna das Américas, assim como a sua importância para a distribuição das espécies do oceano Atlântico e Pacífico.

---

---

---

---

---

3. Como podemos encontrar uma floresta tão rica e diversa como a Amazônica em um solo que é tão pobre de nutrientes?

---

---

---

---

---

### **Resposta Comentada**

1. Opção E. É importante destacar que não é que as plantas de manguezais não sejam capazes de sobreviver em ambientes sem sal, mas elas acabam não sendo competitivas nestes ambientes, perdendo espaço para outras espécies. Assim, elas só conseguem ser dominantes nos mangues.



2. O fechamento funcionou como um corredor entre a América do Sul e a do Norte, permitindo o fluxo de animais em ambas as direções, mas, ao mesmo tempo, formou uma barreira entre o Oceano Pacífico e o Atlântico.
  3. A resposta está na decomposição e ciclagem de nutrientes. Assim, os nutrientes que estão na vegetação retornam ao solo e podem ser reabsorvidos pelas plantas, permitindo a sustentabilidade da floresta.
- 
- 

## Resumo

- A geomorfologia é um dos principais fatores quando falamos da distribuição dos seres vivos, funcionando como uma importante barreira geográfica, ou como um fator de controle ambiental, alterando o clima com a altitude e orientação da encosta. É importante destacar que o que é barreira para alguns organismos não será para todos.
- Exemplos como este existem diversos, como o Istmo do Panamá, a cadeia do Himalaia, etc.
- A Geomorfologia também pode criar gradientes ambientais a partir das variações de temperatura e umidade, que podem levar a variações na composição da biota.
- Os solos também são elementos importantes para entendermos a distribuição dos seres vivos, pois controlam a disponibilidade de nutrientes e água no solo, elementos fundamentais para a fotossíntese.
- Quando as condições de solo não são as ideais, é necessário que a camada biótica crie estratégias para se desenvolver e sobreviver, como a rápida decomposição.



# Aula 6

O homem e os fatores bióticos na  
distribuição dos seres vivos

*Achilles d'AvilaChiol*  
*Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Explicar como a ação antrópica e as interações ecológicas afetam a distribuição dos seres vivos.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. reconhecer as interferências do homem na distribuição dos organismos vivos;
2. relacionar as interações ecológicas à distribuição dos seres vivos.

## Introdução



Margarete Brandão

**Figura 6.1:** O homem tem uma enorme capacidade de interferir no ambiente. O corte de árvores, por exemplo, inicia um processo de redistribuição da flora e da fauna no local desmatado.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Extração\\_em\\_floresta.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Extração_em_floresta.jpg).

Imaginamos que você já saiba que o homem, com seu imenso potencial para transformar o espaço geográfico, apresenta-se como um elemento fundamental para a distribuição e a permanência dos organismos no planeta, não é mesmo? Esse fenômeno acontece tanto pela destruição de paisagens originais quanto pela introdução de novas espécies em determinado ambiente.

O que talvez você ainda não saiba é que, quando há introdução de novas espécies em um local, estas vão interagir com aquelas já existentes. Além disso, as características e as estratégias das novas espécies são, também, um ponto importante para a biogeografia.

Nesta aula, você vai entender melhor os processos de interferência do homem na distribuição dos organismos no planeta.

### **Ação antrópica: as interferências do homem no planeta**

Desde que aprendeu e desenvolveu técnicas agrícolas e de domesticação, o homem vem transformando o espaço natural e interferindo na distribuição dos organismos no planeta. Chamamos estas transformações e interferências de ação antrópica.



José Reynaldo da Fonseca

**Figura 6.2:** Imagem de terra sendo arada para o cultivo da cana-de-açúcar, uma evidente mudança no ambiente provocada pela ação do homem.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arando\\_150706\\_REFON.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arando_150706_REFON.jpg).

As ações antrópicas são as mudanças que o homem provoca no planeta. A palavra antrópico vem do grego: *ántropo* (homem) + sufixo *ico* (ideia de relação), podendo ser entendida como “relativo à ação do homem”.

Estas ações podem ser constatadas através de diversos casos documentados que mostram, por exemplo, os efeitos da introdução de espécies exóticas (não nativas), bem como a modificação dos ecossistemas a partir da construção de cidades, hidrelétricas, etc.



Sócrates Arantes (Eletronorte)

**Figura 6.3:** Na imagem, vemos a Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Observe atentamente e tente imaginar o tamanho da intervenção do homem na Natureza para a construção de um empreendimento desta magnitude.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Usina\\_de\\_Tucuruí.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Usina_de_Tucuruí.jpg)

Drummond (1997) apresenta, em seu trabalho, um exemplo muito interessante que consideramos oportuno apresentar nesta aula. Sabemos que existe a visão idealizada de que os índios viviam numa existência harmoniosa com a natureza. Porém, o autor destaca que as comunidades indígenas que viviam no Estado do Rio de Janeiro no período pré-colonial eram usuárias da **coivara**.



Antonio Cruz (Agência Brasil)

**Figura 6.4:** Imagem de incêndio no Parque Nacional de Brasília, ocorrido em 2007. O incêndio teve início após dois homens colocarem fogo em folhas secas para a limpeza de suas chácaras.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Queimada\\_ABr\\_02.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Queimada_ABr_02.jpg).

### Coivara

Técnica que consiste em queimadas (destruição da vegetação através do fogo) para limpeza da área e posterior introdução do cultivo.

Um dos aspectos mais importantes desta técnica é a rotação de áreas, pois há perda de produtividade gradual ao longo do tempo nas áreas que sofreram queimadas. No caso, o autor destaca que esse sistema de rotação de cultura levou à extinção ou, pelo menos, diminuição da população de algumas espécies nativas. A Mata Atlântica, por exemplo, se caracteriza por ter um grande número de espécies raras e **endêmicas**, com densidade inferior a 1 indivíduo por hectare. Este exemplo nos mostra

### Endêmico

Em Biologia, chamam-se **endemismos**, do grego *endemos*, a grupos taxonômicos que se desenvolveram numa região restrita.

que, a partir do momento em que o homem transforma a paisagem, mesmo que seja com atividades de baixo impacto, haverá consequências. É importante destacar que esta atividade não levou a uma degradação do ecossistema como um todo, apenas a uma transformação na composição florística, isto é, os processos básicos dos ecossistemas permaneceram inalterados, porém existem modificações na comunidade biótica local.

Um dos melhores exemplos das alterações induzidas pelo homem é a introdução de espécies exóticas com fins agrícolas, como foi o caso do café (originário da África) no Brasil. O café se adaptou muito bem e seu ciclo econômico fez com que extensas áreas de Mata Atlântica fossem substituídas por imensos cafezais ao longo do século XIX, como os Maciços da Tijuca e o da Pedra Branca, na cidade do Rio de Janeiro, o Médio Vale do Paraíba do Sul e o Oeste Paulista.



**Figura 6.5:** Na imagem, plantação de café.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coffee\\_plantation,\\_Kaua'i\\_59.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coffee_plantation,_Kaua'i_59.jpg)

Algumas destas áreas atualmente são utilizadas para pastagem, em função do esgotamento do solo, e consequentemente, da inviabilização do cultivo do café, dando origem a outra paisagem diretamente construída pelo homem. Outro caso no Brasil (especialmente em áreas de Mata Atlântica) foi a introdução, em ambiente florestal, das jaqueiras, originárias da Ásia, mas que aqui se mostraram extremamente competitivas, eliminando espécies locais. Poderíamos citar ainda mais um exemplo, que inclusive foi discutido em aulas anteriores: a introdução de cães e gatos na Austrália, na qual grande parte da fauna de herbívoros - que tinham hábitos diurnos, enquanto os novos caçadores apresentavam hábitos noturnos - teve a sua população drasticamente reduzida por consequência da predação (Ricklefs, 2002).



A construção e o crescimento de cidades, assim como outras obras de engenharia e arquitetura, também afetam a distribuição dos organismos, eliminando extensas áreas naturais, impedindo o contato entre diferentes fragmentos florestais e diminuindo a diversidade e a troca genética entre estas. As alterações ambientais levam a transformações nos habitats, que acabam desfavorecendo algumas espécies e favorecendo outras. Por exemplo, se pegarmos os pombos, os ratos e as baratas, perceberemos que tiveram um *habitat* potencial ampliado a partir do processo de urbanização, já que conseguem viver muito bem em cidades, ao contrário de outros organismos, mais sensíveis a mudanças em seus *habitats*. Assim, pudemos ver como o homem, com o seu imenso potencial de transformação do espaço geográfico, como jamais houve com nenhuma outra espécie na história do planeta, reconfigura os organismos dentro do planeta.

## As características das populações e suas interferências na distribuição dos seres vivos

A capacidade que determinado organismo tem de ocupar e se estabelecer em um *habitat* está diretamente ligada às suas estratégias de reprodução e dispersão, que variam muito de um organismo para outro. Um *hamster*, por exemplo, pode procriar várias vezes ao longo do ano, com uma prole que varia de 3 a 15 filhotes, enquanto um urso pardo procria apenas uma vez por ano e a prole é de, no máximo, 2 filhotes (Odum&Barret, 2009). Desta forma, estas duas espécies vão apresentar padrões de ocupação de áreas (formação de *habitats*) e ecologias bem diferentes.



**Figura 6.6:** Acima, a imagem de um hamster e, abaixo, a de um urso pardo.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PhodopusSungorus\\_1.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PhodopusSungorus_1.jpg);  
<http://pixabay.com/pt/urso-urso-pardo-mam%C3%ADfero-animal-62014/>.

Sucessão natural

Evolução das comaulas após uma perturbação de habitat ou exposição de um novo substrato (Ricklefs, 2003).

O processo de **sucessão natural** também nos apresenta um bom exemplo das diferenças entre as espécies. No início do processo, predominam as espécies chamadas pioneiras, que apresentam uma produção de sementes muito alta, baixa tolerância à sombra e dispersão das sementes pelo vento (Tabela 6.1), como o capim coloniã e a quaresmeira (**Figura 6.7**). Já as espécies climáticas surgem quando a área já está bem recuperada e tem tolerância ao sombreamento. Elas produzem poucas sementes e são maiores, e a biomassa é mais desenvolvida (**Figura 6.8**).

**Tabela 6.1:** Características das espécies pioneiras e climáticas (adaptado de Tonhasca Jr. 2005)

|                                | Pioneiras<br>(estrategistas r) | Climáticas<br>(estrategistas K) |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Longevidade                    | Baixa (5-15 anos)              | Alta( 15-400 anos)              |
| Produção de sementes           | Alta, durante o ano todo       | Baixa, irregular                |
| Viabilidade das sementes       | Alta, com dormência            | Baixa                           |
| Taxa de crescimento            | Alta                           | Baixa                           |
| Maturidade                     | Precoce                        | Tardia                          |
| Típico modo de dispersão       | Anemocórica                    | Zoocórica                       |
| Local de ocorrência            | Grandes clareiras              | Áreas sombreadas                |
| Características dos propágulos | Pequenos e leves               | Grandes e pesados               |
| Características da madeira     | Mole e leve                    | Dura e pesada                   |



**Figura 6.7:** Capim coloniã e quaresmeira, duas espécies típicas pioneiras.



**Figura 6.8:** O jequitibá é uma espécie típica de áreas com floresta bem desenvolvida. Na foto, vemos apenas a sua raiz, com uma pessoa de 1,60m funcionando como escala.

O que se observa é que a capacidade de estabelecimento dos organismos é extremamente variável, tanto do ponto de vista do ambiente (como foi apresentado em aulas anteriores sobre o meio físico) como dos próprios seres vivos, sendo que a capacidade reprodutiva e de dispersão são fundamentais para entendermos sua distribuição.

Como estas populações interagem também é uma questão importante (já foi apresentado na Aula 3). De qualquer forma, é importante destacar que, para que um ser vivo se estabeleça em uma área, é necessário que este seja capaz de obter recursos (ser competitivo) e escapar de predadores. Em caso contrário, poderá ter sua distribuição restrita ou até mesmo se extinguir.

## Plasticidade genética e tolerância ecológica

Um dos aspectos mais importantes da evolução é a variabilidade genética. Espécies com maior variabilidade genética tendem a ter uma possibilidade de sucesso maior, uma vez que, normalmente, têm tolerância ecológica maior.



**Variabilidade genética:** refere-se a como os diferentes genes podem ser passados para os descendentes.

**Tolerância ecológica:** refere-se à capacidade do organismo em se adaptar às mudanças ambientais.

A tolerância (ou amplitude) ecológica é contrária ao conceito de especialização, em termos de adaptação.

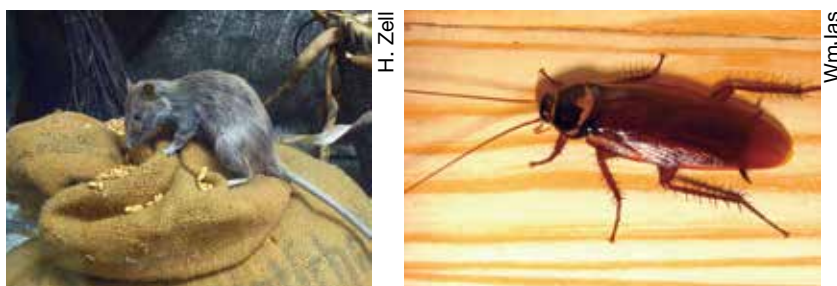


Por especialização, entende-se a capacidade que determinado organismo tem de sobreviver em um ambiente com a máxima eficiência. Temos como exemplo os ursos polares, já citados anteriormente. Por causa da sua alta especialização a climas polares, pode ser vítima do aquecimento global, já que seu habitat está diminuindo e o mamífero não tem capacidade de viver em outros ambientes.

Já outras espécies, como ratos e baratas, têm uma plasticidade (amplitude ecológica) muito grande, podendo viver nos mais diferentes ambientes, já que têm uma ampla gama de preferências de recursos, podendo ocupar diferentes **nichos ecológicos**, estando apenas fora das zonas polares atualmente.

### Nicho ecológico

Modo de vida de cada espécie no seu *habitat*. Representa o conjunto de atividades que a espécie desempenha, incluindo relações alimentares, obtenção de abrigos e locais de reprodução.



**Figura 6.9:** Baratas e ratos em áreas urbanas.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rattus\\_rattus\\_01\\_reframed.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rattus_rattus_01_reframed.JPG); <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cockroachcloseup.jpg>

## Atividade 1

### Atende aos objetivos 1 e 2

“Ela é linda, frondosa, e há quem adore seus frutos, mas para os ambientalistas, trata-se de um problema. A jaqueira veio da Índia para o Brasil no século XVII e se aclimatou tão bem que ganha a disputa pela sobrevivência com espécies nativas na Floresta da Tijuca. “Suas folhas bloqueiam a luz do sol e, como não se decompõem com facilidade, ao cair impedem a germinação de outras espécies”, diz o engenheiro florestal Henrique Guerreiro, analista ambiental do Parque Nacional da Tijuca. “Na briga com a Mata Atlântica, a jaqueira está ganhando.”

A proliferação dessas árvores vem sendo combatida de forma radical. Nos últimos cinco anos, 55.662 mudas foram arrancadas, 1.921 árvores de pequeno porte foram cortadas e outras 881, adultas, foram aneladas, o que impede a circulação da seiva e mata a planta lentamente. “Não é uma medida simpática, mas necessária”, diz o engenheiro. “No Horto e em Jacarepaguá, há trechos onde existe apenas uma mata de jaqueiras.” Segundo ele, a oferta abundante de alimento fornecido pela árvore levou a uma superpopulação de quatis e micos-estrela, animais que também se alimentam de ovos de pássaros. «A consequência é que a mata está mais silenciosa», afirma.”

([http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/conteudo\\_231827.shtml](http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/conteudo_231827.shtml))

O texto acima comenta dos perigos da proliferação de uma espécie invasora e que se torna uma praga. A partir do texto e do que foi lido, estabeleça uma relação entre a ação antrópica e seus impactos no meio ambiente.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Resposta comentada**

Você deve ter percebido que as alterações impostas pelo homem, seja pela introdução de espécies ou pela destruição de *habitats* naturais, têm um efeito cascata sobre os ecossistemas, afetando toda a sua dinâmica. A introdução das jaqueiras não só afeta a vegetação, mas a fauna como um todo, favorecendo algumas espécies de animais, assim como o café afetou toda a dinâmica ecossistêmica onde foi introduzido, além de diminuir os *habitats* potenciais de determinadas espécies, favorecendo outras.

---

---

---

---

### **Conclusão**

Para entender a Biogeografia, é fundamental ter conhecimentos ecológicos de como as espécies se comportam. Isso, aliado ao conhecimento das ciências sociais e das geociências, dá ao geógrafo uma base teórica única para entender estes processos. Juntando-se ainda a ação do homem, um elemento que complica, mas que é indissociável das ciências ambientais, temos muito mais coisas para trabalhar.

## Resumo

- Desde o início da história do homem, este vem alterando de alguma forma o meio em que vive, tanto com a prática agrícola quanto com a domesticação de animais. A partir do século XVII, estas transformações se intensificaram, com grandes extensões territoriais transformadas em um curto espaço de tempo, alterando significativamente os ecossistemas;
- A capacidade de se estabelecer em uma área depende das características da população; assim, a presença e atuação antrópica favorece certos organismos em detrimento de outros;
- A plasticidade ecológica é fundamental para entendermos a ampla distribuição de certas espécies associadas à presença humana, como ratos e baratas.

## Informações sobre a próxima aula

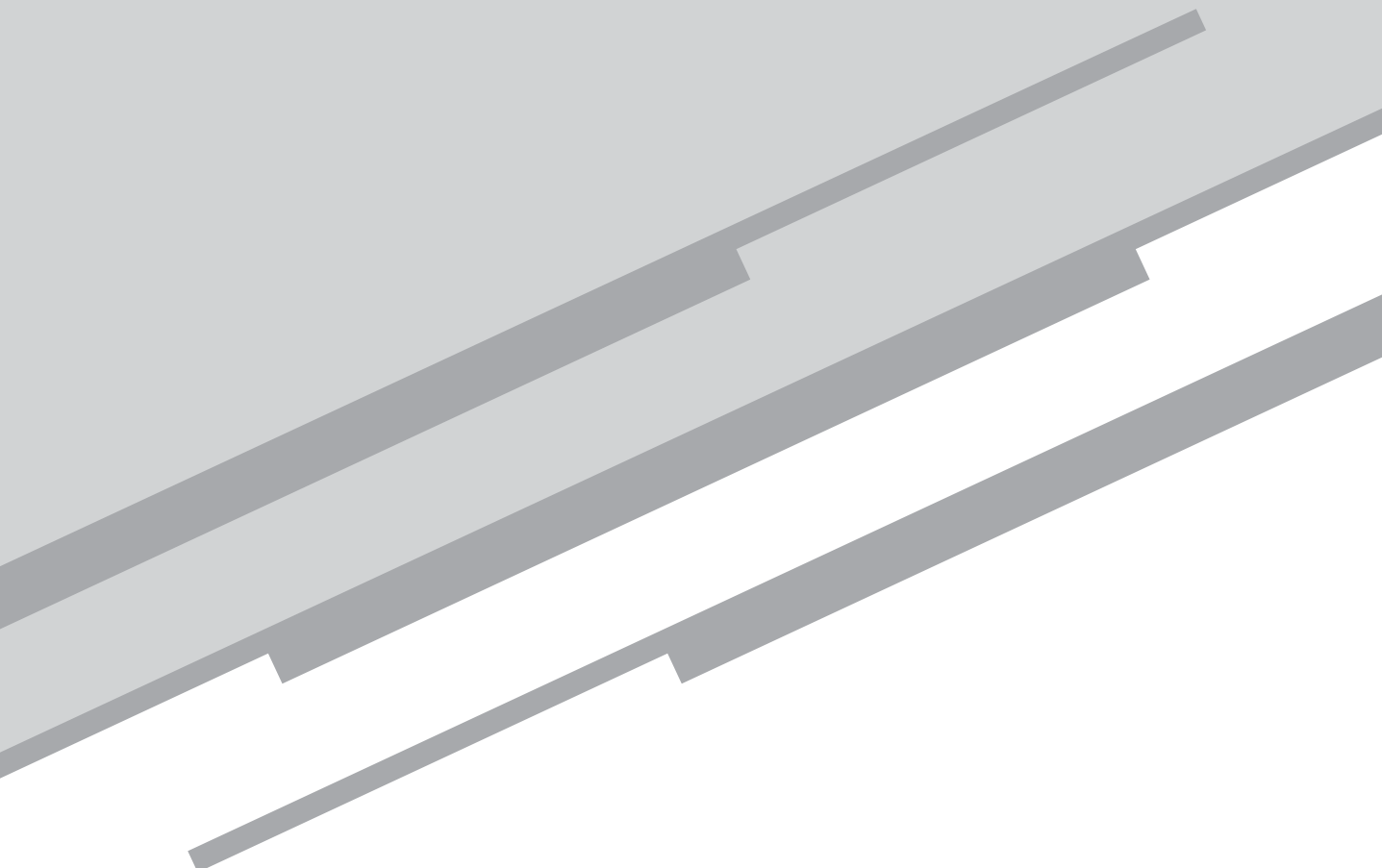
Na próxima aula, começaremos a trabalhar as regiões biogeográficas do planeta, colocando em prática tudo o que já vimos.





# Aula 7

Padrões de distribuição dos seres vivos



*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Descrever e analisar os padrões de distribuição dos organismos, estudando os principais processos biogeográficos e as suas características.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. descrever o que são distribuições contínuas e difusas e os processos de dispersão e disjunção;
2. explicar o papel das barreiras geográficas para a distribuição dos seres vivos e o processo de vicariância;
3. explicar o significado biogeográfico do endemismo e do cosmopolitismo.

## Introdução

Os padrões de distribuição dos organismos no espaço são extremamente variáveis e dependem de uma série de fatores, que vão desde o ambiente físico até as características fisiológicas dos organismos e a sua história evolutiva, dando, desta forma, origem a uma variedade de padrões.

Nesta aula vamos analisar os principais padrões e condicionantes da distribuição dos seres vivos. O que diferencia uma distribuição disjunta de uma contínua? Quais as origens das distribuições disjuntas? O que são as barreiras geográficas e qual o seu papel na Biogeografia? As barreiras são absolutas ou podem variar de acordo com o organismo? Estas são algumas das questões que serão levantadas nesta aula e que serão discutidas a partir de conceitos e exemplos.

## Padrões de distribuição: formas e causas

O padrão de distribuição de um organismo é a maneira pela qual o mesmo está distribuído sobre a superfície da Terra. As fronteiras desta distribuição serão limitadas por habitats desfavoráveis à espécie e a forma de distribuição será variável no espaço, podendo ser contínua ou disjunta.

- **Distribuição contínua:** as diversas populações de um organismo estão dispostas em uma única mancha no espaço, sem fragmentações (Carvalho e Almeida, 2010).
- **Distribuição disjunta:** distribuição se dá de forma descontínua.

Distribuição conjunta

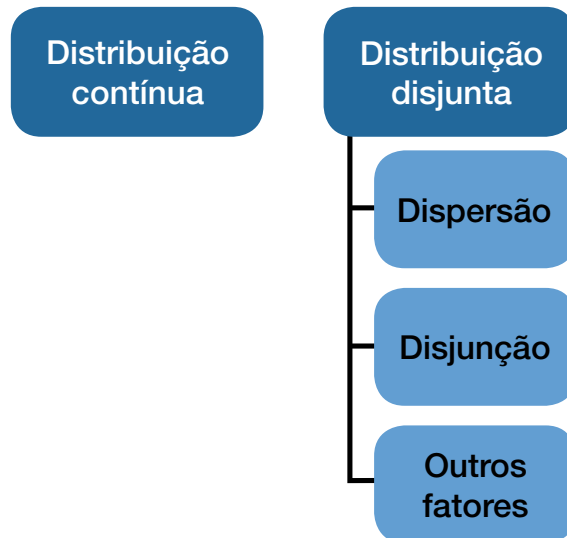


Distribuição disjunta



## Distribuição disjunta

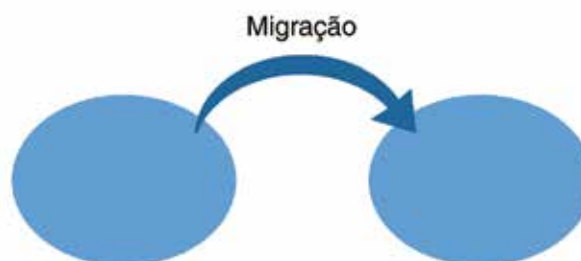
Alguns fatores podem levar os organismos a terem uma distribuição disjunta, mas podemos destacar dois processos em especial: a dispersão e a disjunção.



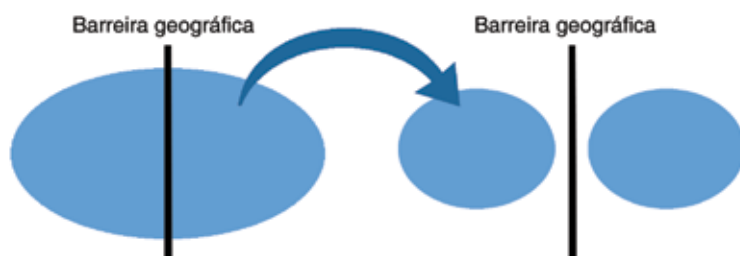
**Figura 7.1:** Os tipos de distribuição dos organismos na Terra e os processos da Distribuição Disjunta.

Mas o que é cada um desses processos?

**Dispersão:** processo que leva à expansão da distribuição, isto é, a partir de um núcleo populacional, que pode ser um centro de origem ou uma mancha ocupada posteriormente, a população ultrapassa uma barreira e consegue se estabelecer em uma nova área (Carvalho e Almeida, 2010).



**Disjunção:** o organismo que tinha uma distribuição contínua na paisagem passa a ter, a partir de processos naturais ou induzidos, uma distribuição descontínua.



Agora, vamos estudar cada um desses processos de forma um pouco mais aprofundada:

## Dispersão

A dispersão é um processo que pode ser feito tanto por animais como por plantas. Por exemplo, uma ave que consegue transpor uma barreira e ocupar uma nova área e ter sucesso neste procedimento é uma dispersão bem-sucedida. A dispersão pode ter diversas causas:

- superpopulação em uma determinada área;
- escassez de recursos na área original;
- oportunidade de ocupar uma nova área.

Um trabalho interessante foi o estudo de Censky, Hodge e Dudley (1998) com iguanas, no Caribe. Após um grande furacão em 1995, numa ilha (Ilha de Antilles) onde anteriormente este animal não era encontrado, foram vistos, em troncos no mar e na praia, em torno de 15 **indivíduos** desta espécie. Ao chegarem à ilha, os lagartos se adaptaram muito bem e passaram a ser comuns. Calcula-se que a população veio de uma ilha localizada a cerca de 250km de distância.

## Indivíduos

Apesar de o termo “indivíduo” ser mais comumente usado para se referir a pessoas, em Biologia ele é sinônimo de organismo.



**Figura 7.2:** Iguana.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iguana\\_iguana\\_colombia.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iguana_iguana_colombia.jpg).

### Cracatoa

É uma ilha vulcânica localizada entre as ilhas de Sumatra e Java, na Indonésia. Em 1883, houve uma erupção vulcânica de grande porte que destruiu cerca de 2/3 da ilha e levou à destruição a fauna e a flora local.

Um exemplo interessante de dispersão vegetal foi estudado na ilha de **Cracatoa**, no sudeste asiático. Após a erupção vulcânica de 1883, que levou à extinção de todas as formas de vida na área, houve um processo de recuperação com a chegada de novas espécies vegetais por diversas formas de **dispersão vegetal** (Whittaker; Turner, 1994).



## Dispersão vegetal

É a forma como os vegetais alcançam novas áreas. Como estes organismos não têm mobilidade, precisam de agentes que os levem às novas áreas. Pode-se dar por:

Anemocoria – Dispersão pelo vento. Temos como exemplo o dente-de-leão;

Hidrocoria – Dispersão pela água. Temos como exemplo a rizophoramangle ou mangue-vermelho;

Zoocoria – É a dispersão por animais. Frutos comidos por morcegos e aves entram neste exemplo.

A tabela a seguir mostra como foi a evolução deste processo, dando uma ideia de como ele é diverso.

**Tabela 7.1:** diversidade na dispersão vegetal ao longo dos tempos.

| Tipo de dispersão       | 1897 | 1924 | 1989 |
|-------------------------|------|------|------|
| Dispersadas pelo mar    | 23   | 53   | 59   |
| Dispersadas por animais | 2    | 48   | 110  |
| Dispersadas pelo vento  | 14   | 48   | 75   |

Podemos destacar mais um exemplo interessante, que é o gênero *Rizophora*, encontrado nos manguezais brasileiros e conhecido como mangue-vermelho. Os manguezais tiveram sua origem na região do Índico-Pacífico, e depois migraram para a área do Atlântico-Caribe, por hidrocoria. Os propágulos do mangue-vermelho são capazes de sobreviver por até 1 ano em água salgada, tempo mais do que suficiente para que estes organismos consigam alcançar e se estabelecer em novas áreas. Nem todas as espécies de mangue têm essa capacidade de dispersão, tanto que apenas três gêneros originados no Índico-Pacífico conseguiram alcançar as regiões do Oceano Atlântico.

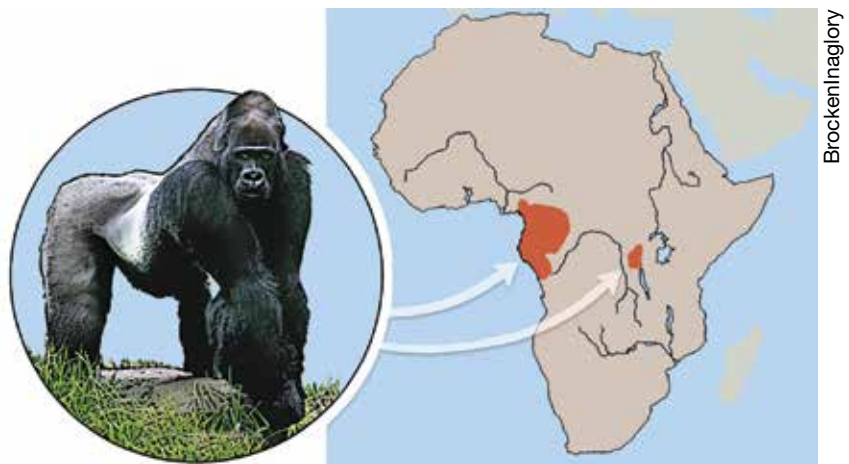


**Figura 7.3:** Mangueiros (mangue vermelho, *Rhizophoramangle*), manguezal na península de Ajuruteua, Bragança, Pará, Brasil.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhizophora\\_mangle-roots.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhizophora_mangle-roots.jpg).

## Disjunção

Como exemplo de disjunção, podemos citar o Gorila (*Gorilla gorila*), que, segundo Hamilton (1982), deve a sua distribuição disjunta a variações climáticas no continente africano ao longo dos últimos dois milhões de anos. O que era uma única mancha tornou-se duas manchas distintas, uma localizada na costa ocidental da África, na área das florestas tropicais, e outra nas florestas montanhosas da África central, na Tanzânia.



**Figura 7.4:** Disjunção dos gorilas na África.

Fonte da foto: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Male\\_gorilla\\_in\\_SF\\_zoo.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Male_gorilla_in_SF_zoo.jpg).

A partir do que vimos, podemos perceber que a distribuição dos seres vivos tem diferentes padrões e diferentes origens, variando de acordo com a espécie e a própria história biogeográfica dos organismos.

### Atividade 1

#### Atende ao objetivo 1

Discuta os mecanismos que podem levar a uma distribuição disjunta de uma espécie na paisagem.

---



---



---



---



---

---

### **Resposta comentada**

Existem duas possibilidades: a primeira seria pela dispersão, onde um organismo alcança uma nova área e se estabelece, como aconteceu com o gênero *Rizophora* ao chegar à região do Atlântico. A segunda seria pela disjunção, quando um organismo tem uma ampla distribuição, e então, a partir de alguma transformação ambiental, tanto natural como induzida, tem a sua área dispersa em diversas regiões menores, como foi o caso dos gorilas na África.

---

---

---

## **Barreiras Geográficas – limites da dispersão e vetores de especiação**

De acordo com Carvalho e Almeida (2010), podemos entender como barreira geográfica toda característica geográfica de uma região que impede (parcial ou totalmente) a dispersão de indivíduos entre as partes geográficas isoladas por este elemento. Alguns exemplos de barreiras são, entre muitos possíveis:

- corpos d'água;
- cadeia de montanhas;
- diferenças de salinidade;
- separação física de bacias hidrográficas.

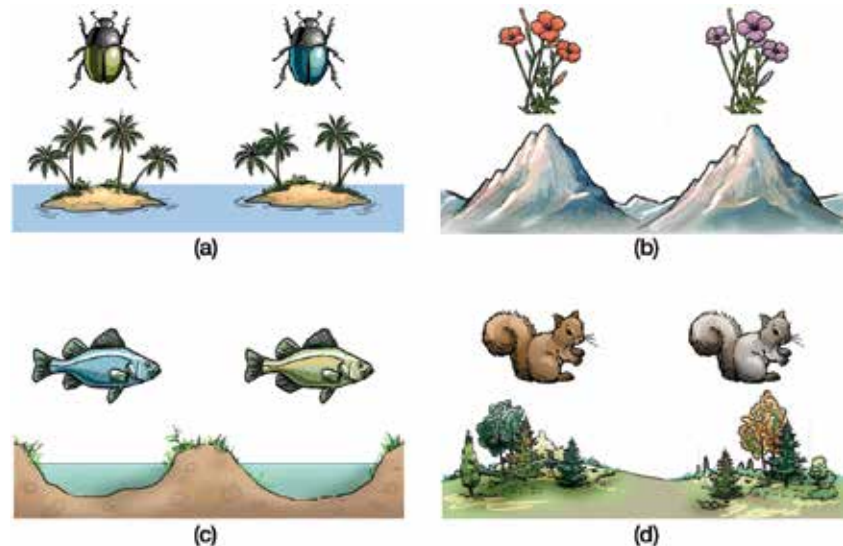


### **Barreiras são relativas**

As barreiras não são absolutas, isto é, o que pode ser uma barreira para um organismo pode não impedir a movimentação de outro.

---

Vale destacar que a presença das barreiras é importantíssima para o processo de especiação (processo evolutivo pelo qual as espécies vivas se formam, como visto na Aula 3), separando duas populações e fazendo com que elas evoluam de forma diferente, como podemos ver na figura a seguir.



**Figura 7.5:** Diversos exemplos de barreiras geográficas, que podem levar à especiação.

Como já foi dito, as barreiras podem se apresentar de diversas formas, e podemos destacar as seguintes:

- Barreiras montanhosas;
- Barreiras hídricas (rios e mares);
- Barreiras climáticas (flutuações de temperatura, umidade, chuva, ventos, etc.);
- Barreiras edáficas: tipos, profundidade e composição dos solos;
- Vicariância.

Como exemplo de **barreiras montanhosas**, temos a Cordilheira do Himalaia, que separa a Sul e Sudeste asiático da Ásia Central e Norte. Com seus mais de 2600 km de extensão e picos do porte do Monte Everest (8848 m) e K2 (8600), representa uma barreira praticamente intransponível para a maior parte dos organismos, fazendo com que se tenha fauna e flora bem diferenciadas entre o Norte e o Sul da cordilheira.



**Figura 7.6:** Monte Everest.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mount\\_Everest\\_as\\_seen\\_from\\_Drukair2.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mount_Everest_as_seen_from_Drukair2.jpg).

O Oceano Atlântico é um exemplo de barreira hídrica, separando os continentes Sul-americano e Africano; assim, a migração entre os dois continentes é praticamente inviável. Como exemplo da atuação de barreiras climáticas, temos a separação entre a raposa do ártico e a raposa vermelha. Ambas as espécies são encontradas na América do Norte, sendo a primeira encontrada próxima à zona circumpolar, e a segunda, mais ao Sul. Isto ocorre porque a raposa do ártico tem adaptações para climas frios, como espessa camada de gordura e pelagem. Por sua vez, as áreas ao Sul são muito quentes para a espécie, assim como as áreas mais ao norte são muito frias para a raposa vermelha. Desta forma, as barreiras podem assumir diversas formas, porém o mais importante é a sua funcionalidade, impedindo a troca de organismos entre duas áreas.



**Figura 7.7:** O Oceano Atlântico é uma barreira hídrica.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:800px-LocationAtlanticOcean.png>.

## Atividade 2

### Atende ao objetivo 2

Explique o que são as barreiras geográficas, seu papel dentro da biogeografia e as formas como estas se apresentam nas paisagens.

---

---

---

---

### Resposta comentada

Por barreiras, entendemos acidentes geográficos que isolam uma determinada área. São fundamentais para entendermos a vida no planeta, pois impedem a migração de organismos e podem gerar especiação. Pode aparecer de diversas formas, como pelo relevo, pela água, pelos solos e até mesmo pelo clima.

---

---

---

## Vicariância

De acordo com Carvalho e Almeida (2010), **vicariância** é a divisão da área de distribuição de um grupo ancestral em duas ou mais áreas pelo surgimento de uma barreira natural entre elas, seguido de especiação. É um processo muito importante dentro da Biogeografia, que permite entender a distribuição de diversas espécies.

O melhor exemplo de vicariância que podemos encontrar é o das aves ratitas, caso já abordado na Aula I, grupo do qual fazem parte espécies como a ema, o avestruz, o quiuí, o casuar e a moa (já extinta). Este era um grupo monofilético (originário de um único ancestral) que, com a separação da Pangeia, deu origem a diversas espécies com características bem distintas.

### Atividade 3

#### Atende ao objetivo 2

A distribuição atual das aves ratitas, um grupo monofilético, do qual fazem parte a ema (América), o avestruz (África), o quiuí (Nova Zelândia) e o casuar (Austrália), é um exemplo de vicariância. Explique esse processo.

---



---



---

#### Resposta comentada

O processo de vicariância é aquele em que uma população ancestral é dividida a partir de uma ou mais barreiras geográficas, e acaba por sofrer especiação a partir dos diferentes estímulos do ambiente.

---



---



---

### Endemismos e cosmopolitismo: importância para a Biogeografia

Pode-se entender como endemismo um grupo de organismos cuja distribuição geográfica pode ser considerada restrita (Carvalho e Almeida 2010). Por exemplo, o mico-leão-dourado pode ser considerado uma espécie endêmica das planícies costeiras do Estado do Rio de Janeiro, já que sua distribuição está restrita a essa área. Cabe destacar que o que se considera endemismo depende diretamente da escala de observação e do contexto do estudo em questão. Assim, os organismos podem ser endêmicos em diferentes escalas espaciais e diferentes **níveis taxonômicos**. Por exemplo, ao mesmo tempo, o mico-leão-dourado pode ser considerado uma espécie endêmica, com a sua presença restrita a uma escala local, enquanto podemos considerar a família das palmeiras (família *Palmae*, vista na Aula 4) endêmica de áreas tropicais. São escalas de observação diferentes.

#### Taxonomia

É a ciência que classifica os seres vivos. Também chamada de “taxionomia” ou “taxeonomia”. Ela estabelece critérios para classificar todos os animais e plantas sobre a Terra, em grupos, de acordo com as características fisiológicas, evolutivas, anatômicas e ecológicas de cada animal ou grupo animal.

Fonte: <http://www.infoescola.com/biologia/taxonomia/>



Steve

**Figura 7.8:** Mico-leão-dourado.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golden\\_lion\\_tamarin\\_family.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golden_lion_tamarin_family.jpg).

## Táxons

Os táxons são categorias usadas no sistema de classificação dos seres vivos. São elas: Domínio/ Reino/ Filo (em Botânica, é usado Divisão)/Classe/ Ordem/ Família/ Gênero/ Espécie.

Fonte: <http://www.todabiologia.com/taxonomia.htm>

A restrição da distribuição dos **táxons** em uma determinada região geográfica é consequência de eventos históricos e processos ecológicos e não ocorre de forma aleatória. De acordo com Cox & Moore (2009), áreas com alto grau de endemismo são aquelas que se apresentam isoladas há mais tempo, e por isso é comum encontrá-las em ilhas e áreas montanhosas. Por que podemos associar o isolamento ao endemismo? Um exemplo que existe é o da jararaca ilhoa, espécie de cobra que ocorre apenas na Ilha da Queimada Grande, no litoral paulista (Marques et al. 2002). Esta espécie surgiu como consequência das variações do nível do mar do Quaternário, que isolou a população de cobras da ilha do restante do continente. Como resultado, surgiu uma espécie nova, arborícola e de menor porte.



Otávio Marques  
(Instituto Butantan)



Prefeitura Municipal de Itanhaém.

**Figuras 7.9 e 7.10:** Fotos da jararaca ilhoa (1) e da Ilha da Queimada Grande (2).

Fontes: (1) <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jararaca-ilhoa.jpg>; (2) [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ilha\\_da\\_Queimada\\_Grande\\_-\\_Itanha%C3%A9m3.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ilha_da_Queimada_Grande_-_Itanha%C3%A9m3.jpg).

Podemos identificar duas formas de endemismo (Tropmair, 2012):

- **Endemismo autóctone:** é aquele em que a espécie se diferenciou in situ, no mesmo local onde é encontrada nos dias atuais. Por razões de difícil disseminação, fica restrita a uma pequena área geográfica.
- **Endemismo alóctone:** quando as espécies desenvolveram suas características em outros locais e apenas sobrevivem em uma área restrita.

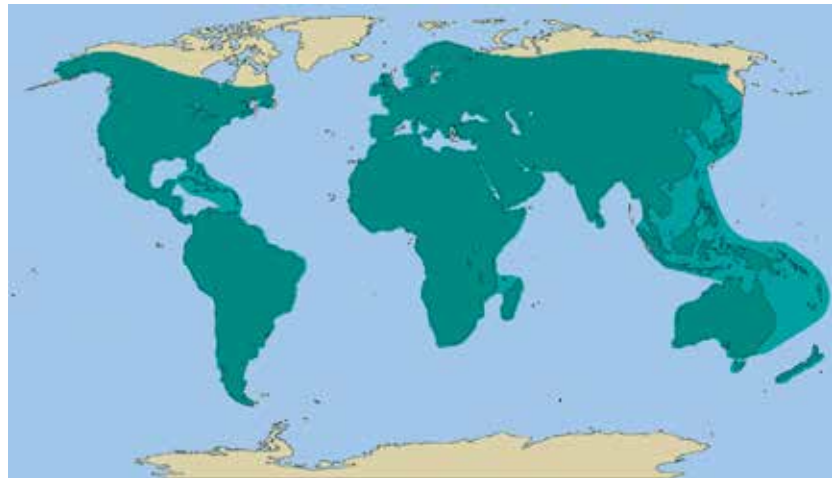
Uma das grandes preocupações com as espécies endêmicas é a sua probabilidade de extinção. Por terem uma distribuição reduzida, alterações significativas no seu habitat podem levar ao fim da espécie. Se pegarmos o exemplo do próprio mico-leão-dourado, esta espécie vivia nas planícies fluviais do Estado do Rio de Janeiro. O processo de desmatamento, associado à introdução de outras espécies, como o sagui-estrela, praticamente levou a espécie à beira da extinção. Foram necessários muitos esforços para a conservação da espécie e, mesmo nos dias atuais, ela não está inteiramente fora de risco, pois a degradação ambiental e a consanguinidade (cruzamento entre animais que são parentes próximos) são perigos que ainda rondam a espécie.

## A oposição

Em contraposição ao endemismo, temos o cosmopolitismo, ou seja, são grupos de organismos com ampla distribuição, ocorrem em quase



todas as partes do mundo. Em geral, são grupos generalistas, pois têm a capacidade de sobreviver em diferentes ambientes. Um exemplo é a família *Vespertilionidea*, dos morcegos, que, como podemos observar no mapa, pode ser encontrada em todos os continentes (exceto Antártida). Esta família abriga cerca de 40 gêneros e mais de 400 espécies.



**Figura 7.11:** Distribuição dos morcegos da família *Vespertilionidea* pelo mundo.



Filipe Lopes

**Figura 7.12:** Morcego-dos-açores, da família *Vespertilionidea*.

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Nyctalus\\_azoreum#mediaviewer/File:Nyctalus\\_azoreum.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Nyctalus_azoreum#mediaviewer/File:Nyctalus_azoreum.jpg).



---

---

## Atividade 4

---

---

### Atende ao objetivo 3

Explique o que é endemismo e qual o seu significado do ponto de vista biogeográfico, apresentando exemplos.

---

---

---

---

---

---

### Resposta comentada

O endemismo ocorre quando existe uma espécie que é exclusiva de uma determinada área. O endemismo pode variar em escala espacial, podendo ser local ou regional, e normalmente é resultado do isolamento da área. Justamente por isso, as ilhas apresentam um elevado grau de endemismo em comparação a áreas continentais. Como exemplo, podemos citar o mico-leão-dourado e a jararaca-ilhoa.

---

---

---

## Conclusão

Esta aula apresentou como se dá espacialmente a distribuição dos organismos no planeta, seus condicionantes e fatores de controle. Estes são pontos de partida importantes para entendermos, além da vida na Terra, formas de se planejar e gerir o meio ambiente, pois uma vez que uma espécie é extinta, não existe possibilidade de volta. E espécies que têm distribuição mais restrita acabam sendo mais vulneráveis, e logo necessitam de maior cuidado.

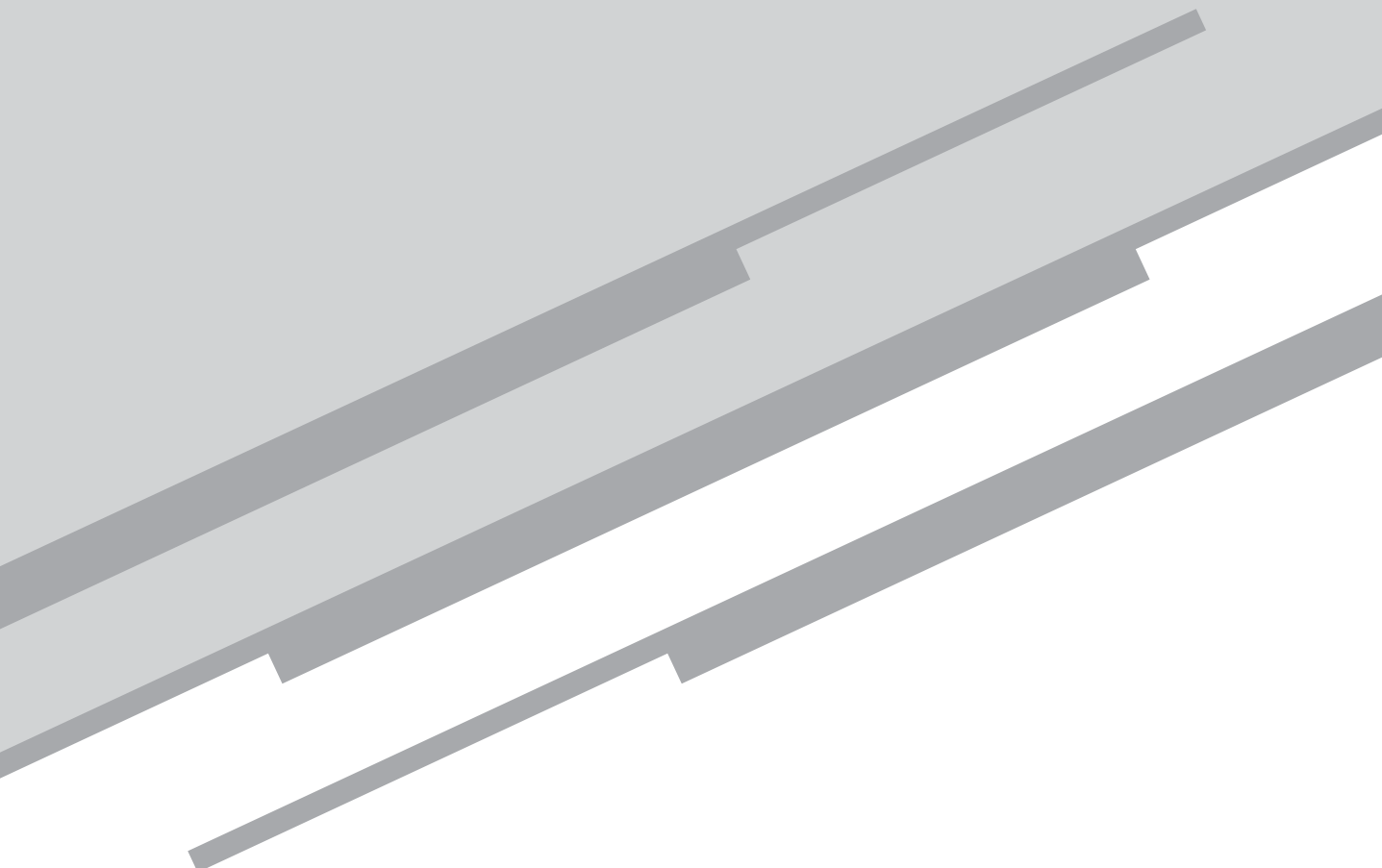
## Resumo

- A distribuição disjunta se contrapõe à contínua por se apresentar em manchas descontínuas no espaço, e esta distribuição pode ter origem tanto a partir de áreas maiores que foram reduzidas a manchas esparsas de menor tamanho, como pela dispersão, que permite que os organismos alcancem e se estabeleçam em novas áreas.

- As barreiras geográficas têm um importante papel na distribuição dos seres vivos, representando obstáculos à dispersão. Estas podem se apresentar de diversas formas na paisagem, podendo ser geomorfológicas, climáticas, pedológicas e hídricas.
- Ao mesmo tempo em que existem espécies cosmopolitas, isto é, com ampla distribuição no planeta, existem espécies endêmicas, cuja distribuição se encontra restrita a poucas áreas. Existem diversas causas para o endemismo, porém normalmente este indica o grau de isolamento de uma determinada área. O endemismo é importante para a gestão ambiental, pois áreas com elevado grau podem demandar medidas mais urgentes que outras.

# Aula 8

Regiões biogeográficas do planeta



*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Apresentar as regiões biogeográficas, o seu significado e como elas foram definidas e delimitadas.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. conceituar região biogeográfica, diferenciando regiões zoogeográficas de regiões fitogeográficas;
2. relacionar regiões zoogeográficas e fitogeográficas;
3. explicar o conceito de biorreinos, de Muller.

## Introdução

Você já viu, em aulas anteriores, os principais fatores que afetam a distribuição dos organismos no planeta. Agora vamos entender como efetivamente os organismos estão distribuídos, os processos de migração e os principais aspectos de sua especiação.

Para começar, gostaríamos que você pensasse nos seguintes casos: o avestruz (África), a ema (América do Sul) e o kiwi (Austrália) são espécies **monofiléticas**. Mas como estas espécies evoluíram de forma tão diferente em regiões biogeográficas tão distintas? É isto que vamos ver a seguir.

### Monofiléticas

Refere-se a um grupo de diferentes espécies de seres vivos derivadas de uma única espécie ancestral.



**Figura 8.1:** Avestruz, ema e kiwi, exemplos de espécies monofiléticas.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Avestruz,\\_Castelo\\_de\\_Sobroso.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Avestruz,_Castelo_de_Sobroso.jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Greater\\_rhea\\_pair\\_arp.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Greater_rhea_pair_arp.jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apteryx\\_mantelli\\_-\\_Rotorua,\\_North\\_Island,\\_New\\_Zealand-8a.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apteryx_mantelli_-_Rotorua,_North_Island,_New_Zealand-8a.jpg).

## As regiões biogeográficas

As regiões biogeográficas são resultantes de diversos e diferentes estudos sobre a distribuição dos seres vivos no planeta. Esta distribuição leva em conta desde áreas de origem das espécies, zonas de dispersão, vias de migração, até a história evolutiva dos organismos.



Regiões biogeográficas são um tipo de classificação do planeta. Elas demonstram as relações entre os organismos e o meio, mostrando uma visão evolutiva do mundo.

As regiões não estão apenas associadas à distribuição atual. Elas têm uma forte associação com a paleontologia e a própria história ecológica do planeta (Pereira e Silva, 1996). Estas regiões podem ser de natureza zoogeográfica e/ou fitogeográfica.

- Regiões zoogeográficas: correspondem às áreas de distribuição da fauna;
- Regiões fitogeográficas: correspondem às áreas de distribuição da flora.

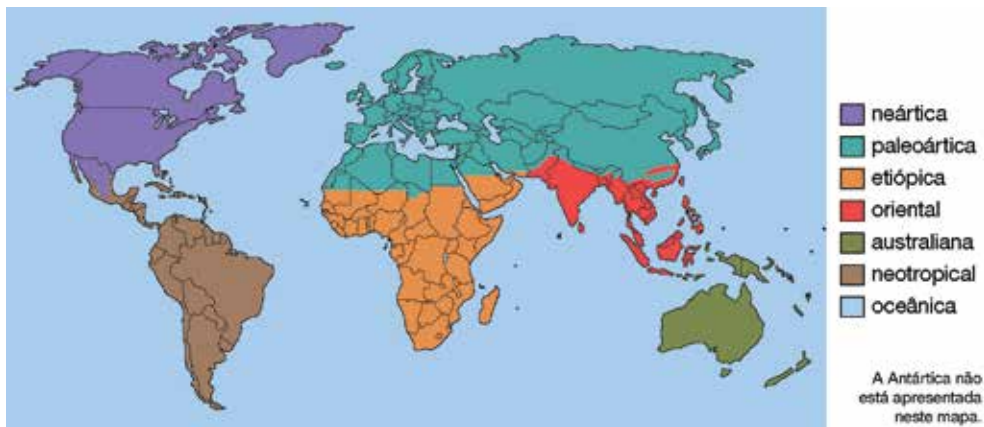
A distribuição de animais é bem mais complexa e irregular que a de vegetais, uma vez que os primeiros têm uma capacidade de dispersão superior (Hess, 2011). Só para termos uma ideia da diferença entre animais e vegetais, podemos encontrar cerca de 10.000 vezes mais espécies de animais que plantas, apesar da biomassa total do planeta vegetal ser bem superior (Hess, 2011).

Os limites entre as regiões podem se dar tanto por acidentes geográficos bem marcantes, como cordilheiras, que impedem o fluxo de fauna e flora, quanto por faixas de transição entre estas regiões (Troppe, 2012). Um exemplo que temos de como essas fronteiras não são absolutas e que precisamos conhecer a história evolutiva é que, até o início do Período Cenozóico (65 milhões de anos atrás), havia uma ponte intercontinental que interligava a África à Índia. Essa ponte permitia a migração de espécies entre essas duas regiões. Assim, foram da África para Índia elefantes e antílopes; migraram no sentido contrário, hipopótamos e girafas; e existem em comum nas duas regiões (apesar de serem regiões zoogeográficas distintas) leões, búfalos, cobras e crocodilos.

Podemos destacar as seguintes Regiões Zoogeográficas:

- **Neártica:** pega toda América do Norte, exceto pelas regiões do extremo sul
- **Paleoártica:** que engloba a Europa e norte da Ásia, desde a Grã-Bretanha até o Japão, mais o norte da África
- **Etiópica:** pega a África subsaariana
- **Oriental:** Índia, Malásia e Filipinas
- **Australiana:** Austrália e Nova Guiné
- **Neotropical:** Américas do Sul e Central, mais sul da América do Norte
- **Antártica**
- **Oceânica**

Observe estas regiões no mapa abaixo:

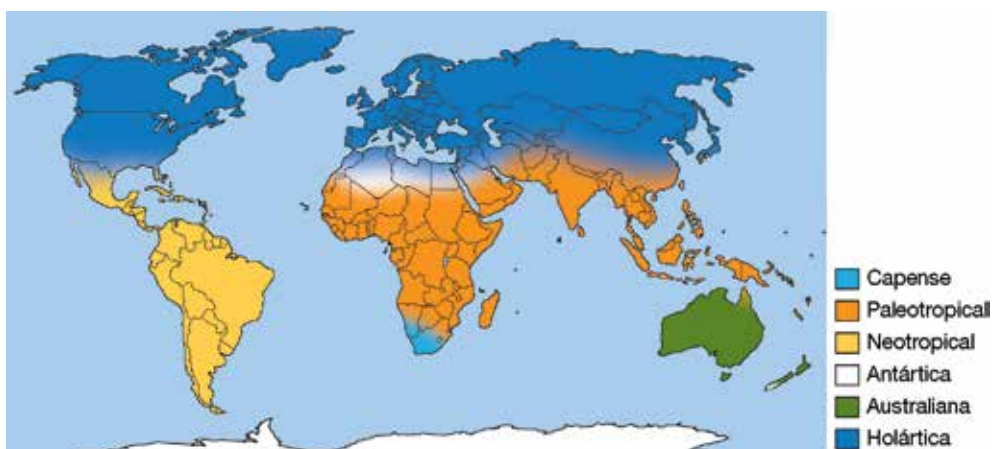


**Figura 8.2:** As regiões zoogeográficas do planeta.

São identificadas as seguintes Regiões Fitogeográficas:

- **Capense:** Referente ao extremo sul da África
- **Paleotropical:** Envolvendo África e boa parte da Ásia
- **Neotropical:** Envolve a maior parte da América do Sul, a América Central e porção sul da América do Norte
- **Antártica**
- **Australiana**
- **Holártica:** esta região fitogeográfica abrange as áreas das regiões zoogeográficas Neoártica e Paleoártica.

Observe estas regiões no mapa abaixo:



**Figura 8.3:** As regiões fitogeográficas do planeta. Está correto!

É importante frisar que existem sobreposições entre as regiões zoo e fitogeográficas, mas também existem diferenças significativas. Por exemplo, as regiões Neoártica e Paleoártica zoogeográficas, que representam apenas uma região fitogeográfica. As denominações *Neo* (novo) e *Paleo* (antigo) têm como referência a noção de “novo mundo” (América) e “velho mundo” (Europa, África e Ásia).

## Regiões Fitogeográficas

Como já dissemos, estas regiões estão associadas à distribuição dos vegetais no planeta, na escala de observação do Globo.

### Capense



**Figura 8.4:** Fitorregião capense.

### Cabo da Boa Esperança

Situado perto ao extremo sul do continente Africano. Área de difícil navegação, onde predominam correntes marinhas frias.

De acordo com Pereira & Silva (1996), essa é a fitorregião de menor extensão espacial, localizada nas porções mais ao Sul da África, próximas ao **Cabo da Boa Esperança** (por isso o seu nome – capense > cabo). A maior parte da vegetação é arbustiva esclerófila, isto é, tem uma série de adaptações para sobreviverem a ambientes onde a água é escassa, e apresenta uma história evolutiva bem distinta do restante do continente africano.



## Neotropical



**Figura 8.5:** Fitorregião neotropical.

Esta região compreende as Américas do Sul, Central e do Norte. O clima predominante nos dias atuais é o tropical, isto é, chuvas abundantes (valores anuais acima de 1500 mm), temperaturas médias elevadas (acima de 18° C), baixa amplitude (diferença entre a máxima e a mínima). É importante frisar que existem outros tipos de clima na região, como o semiárido, subtropical e temperado de altitude. Esta diversidade se reflete nos diferentes tipos de ecossistemas que podem ser encontrados, que vão desde o Cerrado, Mata Atlântica ou Pantanal até a Caatinga. De acordo com Tropmmair (2012), apresentam alta biodiversidade, pois as condições ambientais favorecem a fotossíntese ao longo do ano todo, ao contrário de regiões situadas em latitudes maiores.

Originalmente parte do **Gondwana**, após a separação entre África e América do Sul (iniciada há 200 milhões de anos) entrou em contato com a América do Norte através de novas feições de relevo (cadeias de montanhas) posteriormente formadas, proporcionando a troca gênica entre os dois continentes. Assim, nos últimos 150 milhões de anos, a flora desta região se desenvolveu com características bem distintas das outras regiões fitogeográficas.

Entre as famílias de plantas originadas neste domínio, podemos destacar as *Bromeliaceae*, *Cannaceae*, e as *Heliconiaceae*.

### Gondwana

O supercontinente que incluía a maior parte das zonas de terra firme que hoje constituem os continentes do Hemisfério Sul, incluindo a Antártida, América do Sul, África, Madagascar, Seychelles, Índia, Austrália, Nova Guiné, Nova Zelândia e Nova Caledônia.



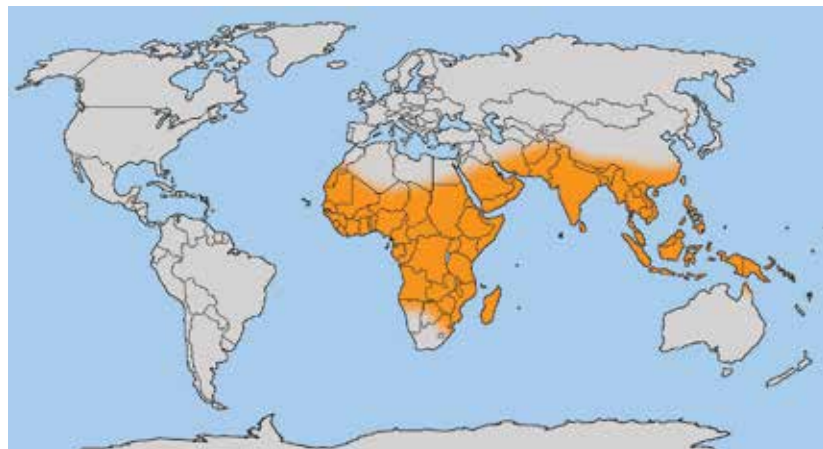
**Figura 8.6:** Da esquerda para a direita podem se observar exemplos de *Bromeliaceae*, *Cannaceae*, e *Heliconiaceae*.

Fontes: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bromeliaceae-Mendel.jpg>; <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cannaindica.jpg>; [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heliconia\\_latispatha\\_\(Starwiz\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heliconia_latispatha_(Starwiz).jpg)

Outros exemplos de espécies atualmente importantes e que se originaram no domínio neotropical são:

- **Batata** (*Solanum tuberosum*)
- **Tomate** (*Solanum lycopersicum*)
- **Cacau** (*Theobroma cacao*)
- **Milho** (*Zeamays*)

### Paleotropical



**Figura 8.7:** Fitorregião paleotropical.

### Monções

Regime de chuvas característico das áreas da Ásia próximas à Índia, onde as chuvas são muito intensas durante o verão, associadas às massas de ar que vem do Oceano Índico, e o inverno é bem seco.

Refere-se a áreas da África subsaariana que vão até o Sudeste Asiático. Encontram-se ecossistemas como florestas tropicais da África, savanas e florestas de **monções**. Há uma série de famílias de plantas comuns

tanto a esta região como à região neotropical. Por isso, são conhecidas como pantropicais.

Entre as famílias de plantas únicas a este domínio, podemos destacar as *Pandanaceae* e a *Dipterocarpaceae*.



**Figura 8.8:** Da esquerda para a direita, podem-se observar exemplos de *Pandanaceae* e a *Dipterocarpaceae*.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pandanus\\_tectorius\\_\(5187732979\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pandanus_tectorius_(5187732979).jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shorea\\_roxburghii.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shorea_roxburghii.jpg).

## Antártica



**Figura 8.9:** Fitorregião paleotropical.

Esta região fitogeográfica abrange as terras do extremo sul da América do Sul, Ilhas e regiões próximas ao continente Antártico, e para alguns cientistas, até a Nova Zelândia. Inclui principalmente bosques submontanos, ricos em musgos, líquens e turfeiras. A história evolutiva deste domínio é interessante, já que fazia parte do Gondwana e, há milhões de anos, a Antártica apresentava um clima mais quente e úmido, e com uma vegetação típica deste clima. A partir da separação da América do Sul (cerca de 30-35 milhões de anos atrás), o clima se tornou mais frio e seco e houve grande extinção e adaptação das espécies ali presentes, mas algumas famílias típicas permaneceram e se distribuíram ao longo das zonas circumpolares.

### Australiana



**Figura 8.8:** Fitorregião australiana.

Do ponto de vista biológico, esta área se desenvolveu de forma bem diferente das demais, já que seu longo histórico de isolamento geográfico, desde a separação da Pangeia (a Austrália é o continente que está a mais tempo desconectado dos demais), fez com que a flora se desenvolvesse de forma diferenciada, dando origem a famílias únicas de plantas.

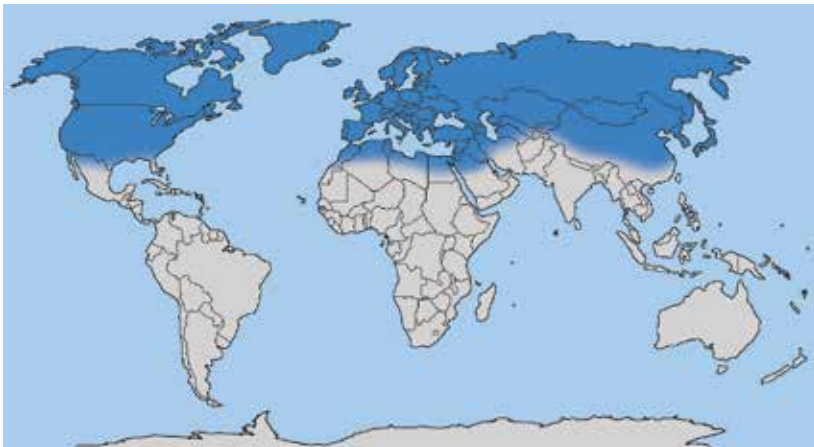
A área se caracteriza por um grande deserto na região central, com estepes ao norte e formações tropicais ao norte e ao leste. A família das *myrtaceae* é muito numerosa, e um dos seus gêneros, o *Eucalyptos*, se adaptou muito bem ao ser introduzido em outras partes do mundo, a exemplo do Brasil. Este gênero apresenta mais de 500 espécies diferentes.



**Figura 8.9:** Da esquerda para a direita, podem-se observar exemplos de myrtaceae e Eucalyptos.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Myrtaceae\\_S%C3%A3oPaulo02.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Myrtaceae_S%C3%A3oPaulo02.jpg);  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus\\_olida\\_woodland1.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus_olida_woodland1.JPG)

## Holártica



**Figura 8.10:** Fitorregião holártica.

Representa as zonas temperadas e semipolares do Hemisfério Norte, que vão desde o paralelo 30°N até as zonas polares. De acordo com Pereira & Silva (1996), encontramos presentes aí, florestas de coníferas, caducifolias, pradarias, tundras e semidesérticas, onde se destacam as seguintes famílias: *betulaceae*, *saliaceae*, *ranunculaceae*, *saxifragaceae*, *apiácea*, *primuaceae* e *campanulaceae*, entre outras.





**Figura 8.11:** Na sequência, vemos exemplos de *betulaceae*, *saliaceae*, *ranunculaceae*, *saxifragaceae*, *apiácea*, *primuaceae* e *campanulaceae*.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alnus\\_glutinosa.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alnus_glutinosa.jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Salicaceae\\_-\\_Salix\\_bicolor.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Salicaceae_-_Salix_bicolor.jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sumpfdotterblume\\_Portr%C3%A4t\\_Ausschnitt.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sumpfdotterblume_Portr%C3%A4t_Ausschnitt.jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saxifraga\\_paniculata\\_ssp.\\_kolenatiana\\_\(Saxifragaceae\)\\_flower.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saxifraga_paniculata_ssp._kolenatiana_(Saxifragaceae)_flower.jpg); <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Umbelliferae-apium-daucus-foeniculum-eryngium-petroselinum.jpg>; [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Primulaceae\\_008.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Primulaceae_008.JPG); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Campanulaceae\\_-\\_Campanula\\_rapunculoides-1.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Campanulaceae_-_Campanula_rapunculoides-1.JPG).

Do ponto de vista da troca gênica, houve contato direto entre as áreas da América do Norte e da Eurásia, que permitiu que as plantas evoluíssem em contato e, por isso, ambas as áreas apresentam formações tão semelhantes.

## Oceânica



**Figura 8.12:** Fitorregião oceânica.

Engloba todas as áreas marinhas, apesar das diferenças de conexão entre os oceanos Índico, Pacífico e Atlântico. Considera-se a flora deste domínio, principalmente os fitoplanctons, que são seres microscópicos fotossintéticos, os principais produtores de ambientes marinhos.



**Figura 8.13:** Na imagem, podemos ver o florescimento de fitoplanctons na costa da Argentina. Trata-se de organismos aquáticos microscópicos com capacidade fotossintética.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phytoplankton\\_SoAtlantic\\_20060215.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phytoplankton_SoAtlantic_20060215.jpg)

## Regiões Zoogeográficas

As regiões zoogeográficas representam as áreas de dispersão e evolução da fauna dentro do planeta. Esta delimitação foi feita a partir apenas da distribuição dos vertebrados terrestres, sendo os outros animais (invertebrados) considerados apenas casualmente.

### Neártica



**Figura 8.14:** Zoorregião neártica.

A região neártica abrange as seguintes áreas:

- Placa Canadense;
- Leste da América do Norte;
- Norte do México;
- Oeste da América do Norte.

A área consiste nas regiões não tropicais da América do Norte. A fauna aí encontrada é adaptada a condições climáticas que vão do subtropical ao polar, com predomínio de áreas de clima temperado. É muito semelhante à encontrada na região Paleoártica, mas tem, mesmo que timidamente, algum contato com a região Neotropical através do **Istmo do Panamá**, o que acarreta a presença de algumas espécies distintas, como o gambá, por exemplo. O contato com região paleoártica se deu a partir do **Estreito de Behring**, que permitiu a troca de espécies entre as duas áreas (Hess, 2011).

### Istmo do Panamá

Estreita porção de terra que liga a América do Norte à América do Sul.

### Estreito de Behring

Estreito pedaço de mar que liga a Ásia às Américas.



## Paleoártica



**Figura 8.15:** Zoorregião paleoártica.

O paleártico ou região paleoártica é a região zoogeográfica que inclui a Europa, Norte de África, grande parte da Arábia e a Ásia ao norte do Himalaia, e apresenta muitos grupos em comum com a região Neártica.

Assim como a região Neártica, predomina aí o clima temperado, com gradações que vão desde o clima Mediterrânico até o circumpolar, abrangendo uma fauna bem extensa, mas não tão diversa quanto a encontrada em áreas tropicais, principalmente no que diz respeito aos anfíbios. Os Himalaias correspondem a uma grande barreira geográfica ao Sul, assim como o Deserto do Saara, que impede um contato mais significativo com a região paleotropical. Por estar situada em latitudes maiores, acaba apresentando uma diversidade de espécies baixa, tendo apenas duas famílias de mamíferos, que são **endêmicas** (Hess, 2011).

### Endêmicas

Espécies de seres vivos que são encontradas apenas em seu ambiente originário.

## Etiópica



**Figura 8.16:** Zoorregião etiópica.

Esta região não tem paralelo com as regiões fitogeográficas e abrange a maior parte da África subsaariana (ao sul do Saara) e a península Arábica. Possui grande semelhança com o domínio Oriental e fazem parte deste domínio os grandes mamíferos das savanas africanas, como leões, girafas, zebras, gnus, leopardos (estes também presentes na região oriental), além de animais das florestas tropicais locais, como gorilas, por exemplo. Na área, predominam o clima tropical e subtropical, e há uma grande diversidade de famílias de mamíferos, comparando-se com as regiões zoogeográficas mais próximas (Hess, 2011).

## Oriental



**Figura 8.17:** Zoorregião oriental.

Também conhecida como Índica, corresponde à Ásia tropical e às Ilhas adjacentes (Pereira & Silva, 1996). O contato com a região Paleártica é limitado pela presença, ao norte, da cordilheira do Himalaia. Entre a fauna mais conhecida, podemos encontrar leopardos, orangotangos, tigres, pavões, águia-das-filipinas, entre outros. Pela ponte que existia no Cenozoico entre África e Índia, acaba apresentando similaridades com a região Etiópica, mas com menor diversidade. Abundam espécies de aves, assim como diversos répteis, com destaque para o grande número de espécies de cobras venenosas.

## Australiana



**Figura 8.18:** Zoorregião australiana.

Da mesma forma que ocorreu com a vegetação, a fauna do domínio Australiano se desenvolveu de forma bem diferente das demais, dando origem a espécies bem distintas, apesar de alguma proximidade com as regiões Oriental e Neotropical, pois todas fizeram parte do Gondwana. Houve sérios problemas ambientais nesta área com a introdução de raposas, cães, gatos e coelhos, que eram mais competitivos e quase dizimaram a fauna local em alguns pontos. Fazem parte desta fauna: coalas, dingos, ornitorrincos, equidnas (estes dois últimos, os únicos mamíferos que botam ovos, da família dos monotremas), cangurus e diversos **marsupiais**, entre outras espécies. Apresenta um elevadíssimo grau de endemismo como consequência do seu isolamento: das nove famílias de mamíferos que ocorrem lá, oito são exclusivas da região. Enquanto apresentam uma boa diversidade de aves, os peixes e os anfíbios são escassos. Já os répteis se apresentam em número moderado, e entre estes se destacam as cobras e o dragão de Komodo.

### Marsupiais

Do latim científico *Marsupialia*. Constituem uma intraclasses de mamíferos, cuja principal característica é a presença, na fêmea, de uma bolsa abdominal, conhecida como marsúpio (do latim *marsupium*, do qual o nome da intraclasses deriva), onde se processa grande parte do desenvolvimento dos filhotes.



**Figura 8.19:** À esquerda, o ornitorrinco; à direita, uma equidna, os únicos mamíferos que botam ovos.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ornithorhynchus\\_anatinus.001\\_-\\_Natural\\_History\\_Museum\\_of\\_London.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ornithorhynchus_anatinus.001_-_Natural_History_Museum_of_London.JPG); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Echidna\\_\(Tachyglossus\\_aculeatus\\_setosus\)\\_3.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Echidna_(Tachyglossus_aculeatus_setosus)_3.jpg)

## Neotropical



**Figura 8.20:** Zoorregião neotropical.

A extensão geográfica corresponde à do domínio fitogeográfico de mesmo nome, e uma história de evolução da fauna também próxima. Apresenta uma grande diversidade de anfíbios e répteis, além de 31 famílias de aves endêmicas (duas vezes mais do que em qualquer outra região) que incluem a ema, a azulona, os inhambus, os mutuns e os tucanos. As famílias de aves originárias desta região incluem os colibris e os pássaros da *Troglodytinae*. Os mamíferos originários desta região incluem os tamanduás, as preguiças e os tatus; os “macacos do novo mundo”, como micos, saguis, titis e uacaris; os roedores, como a capivara e a chinchila; e os marsupiais da ordem *Didelphimorphia* (gambás) e da ordem *Paucituberculata*. A diversidade da fauna e o grau de endemismo elevado refletem a diversidade de habitats que são encontrados e o

considerável grau de isolamento da região, que mantém contato apenas com a região Neártica a partir do Istmo do Panamá. Apresenta a maior diversidade de mamíferos, aves e anfíbios de todas as regiões.

## Antártica

Os climas frios exigem uma série de adaptações, como camada espessa de gordura, entre outros mecanismos de proteção. São típicos desta área: pinguins, leopardos e leões marinhos, entre outros organismos.

## Oceânica



**Figura 8.20:** Zoorregião oceânica.

### Atividade 1

*Atende aos objetivos 1 e 2*

Diga qual é o conceito de regiões biogeográficas. Em seguida, explique por que os domínios zoogeográficos e fitogeográficos têm delimitações distintas. Para embasar sua resposta, relacione as regiões zoogeográficas neárticas e paleoárticas com o domínio fitogeográfico holoártico.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Resposta comentada**

Como vimos, regiões biogeográficas são um tipo de classificação do planeta. Elas demonstram as relações entre os organismos e o meio, mostrando uma visão evolutiva do mundo.

As diferenças entre domínios zoogeográficos e fitogeográficos se devem às características de reprodução e dispersão dos organismos, pois os vegetais têm menos mobilidade e, conseqüentemente, são menos susceptíveis à especiação. Assim, o que podemos considerar duas regiões zoogeográficas distintas (a paleo e a neártica), apesar de apresentarem algumas semelhanças, acaba sendo apenas uma região fitogeográfica.

---

---

---

---

## **Os Biorreinos de Muller (1980)**

MULLER (1980) delimitou os chamados Biorreinos, onde integrava reinos florísticos e faunísticos em uma única aula conceitual. Este parte do princípio de se tentar uma fórmula integradora e que possa abranger tanto características da flora quanto da fauna. São divididos em Holoartis, Paleotropis, Australis, Neotropis e Antartis.

- Holoartis pega a América do Norte, a Europa e a Ásia (acima da cadeia do Himalaia) e o norte da África;
- Paleotropis pega a África Subsaariana e a Ásia (abaixo do Himalaia);
- Australis pega a Austrália e a Nova Zelândia;
- Neotropis pega a América Central e a América do Sul;
- Antartis é a região antártica.

### **Biorreino Holoartis**

Este biorreino pode ser dividido em duas grandes regiões: A Paleoartis, que compreende a Eurásia, e Neoartis, que compreende áreas da

América do Norte. Apresenta grande extensão territorial e é, provavelmente, o biorreino mais bem estudado (Troppmair, 2012). A flora tem predomínio de espécies de clima temperado, enquanto na fauna chama a atenção pela falta de símios e répteis.

De acordo com Troppmair (2012), verifica-se uma grande semelhança de composição entre as regiões, tanto em relação à fauna quanto à flora. Porém, a concordância diminui em direção à linha do Equador, com um aumento significativo de espécies endêmicas nas duas regiões.

### Biorreino Paleotropis

É o segundo reino, em termos de extensão e em número de espécies. Apresenta 3 regiões distintas: Aethopsis, que engloba a África Subsariana, Madegassis, que engloba Madagascar e ilhas próximas, e Orientalis, que pega a Índia e o sudeste asiático.

É interessante destacar a semelhança de algumas espécies entre as regiões Aethopsis e Orientalis, como elefantes, antílopes e leões, entre outros, por conta da ponte intercontinental que existia no fim do Mesozóico e início do Cenozóico entre Índia e África.



**Figura 8.21:** Elefante, antílope e leão - animais típicos do Biorreino Paleotropis.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:African\\_Bush\\_Elephant.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:African_Bush_Elephant.jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Topi\\_antelope\\_masai\\_mara.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Topi_antelope_masai_mara.jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lion\\_waiting\\_in\\_Namibia.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lion_waiting_in_Namibia.jpg)

Compreende as áreas da América do Sul, Central e Antilhas. É o biorreino com maior diversidade, já que as condições climáticas favorecem à produtividade ao longo do ano inteiro, ao contrário de biorreinos situados em latitudes maiores. Esta elevada diversidade acaba gerando uma intensa competição entre os organismos (Troppmair, 2012), e assim predominam espécies raras. Face à maior mobilidade, este biorrei-



no acabou recebendo diversas espécies de animais do Holoartis, principalmente os desdentados, assim como lhamas e veados. No sentido contrário, migraram porcos-espinhos, tatus e gambás. São típicos destas regiões animais como o bicho-preguiça, tatus, tamanduás, diversas famílias de morcegos e uma imensa variedade de anfíbios e répteis.

### **Biorreino Australis**

Como já foi discutido em relação às regiões zoogeográficas e fitogeográficas, este reino apresenta um elevado grau de endemismo, devido ao seu isolamento em relação aos demais biorreinos, apresentando, assim, uma fauna e uma flora muito características.

### **Biorreino Antartis**

Seu território abrange a Antártida, o extremo sul da América do Sul e o sudeste da Nova Zelândia. O clima rigoroso e as condições ambientais adversas permitem o estabelecimento de um pequeno número de espécies, tanto de animais como de vegetais. Na fauna, são encontrados pinguins, focas e baleias.

## **Atividade 2**

### **Atende ao objetivo 3**

Descreva o objetivo teórico dos biorreinos.

---



---

### **Resposta comentada**

É uma tentativa de englobar em uma única região biogeográfica, tanto do ponto de vista evolutivo quanto do físico, as características da fauna e da flora.

---



---



## Conclusão

Nesta aula, observamos os principais padrões de distribuição dos organismos ao longo do planeta, exercício que é importantíssimo para o próximo passo do nosso curso: a descrição dos principais ecossistemas do planeta. É importante entendermos que, nesta aula, trabalhamos em uma escala global, e que é possível observarmos um maior número de subdivisões nestes grandes domínios biogeográficos, como, por exemplo, no domínio Neotropical (tanto faunístico como florístico).

Com isso, pode-se notar que estudamos, na verdade, os grandes domínios do planeta, e que se pode chegar a um grau de refinamento maior nas descrições, mas não é este o objetivo do nosso curso. A partir da ideia desta história evolutiva, podemos partir para o entendimento dos grandes biomas terrestres.

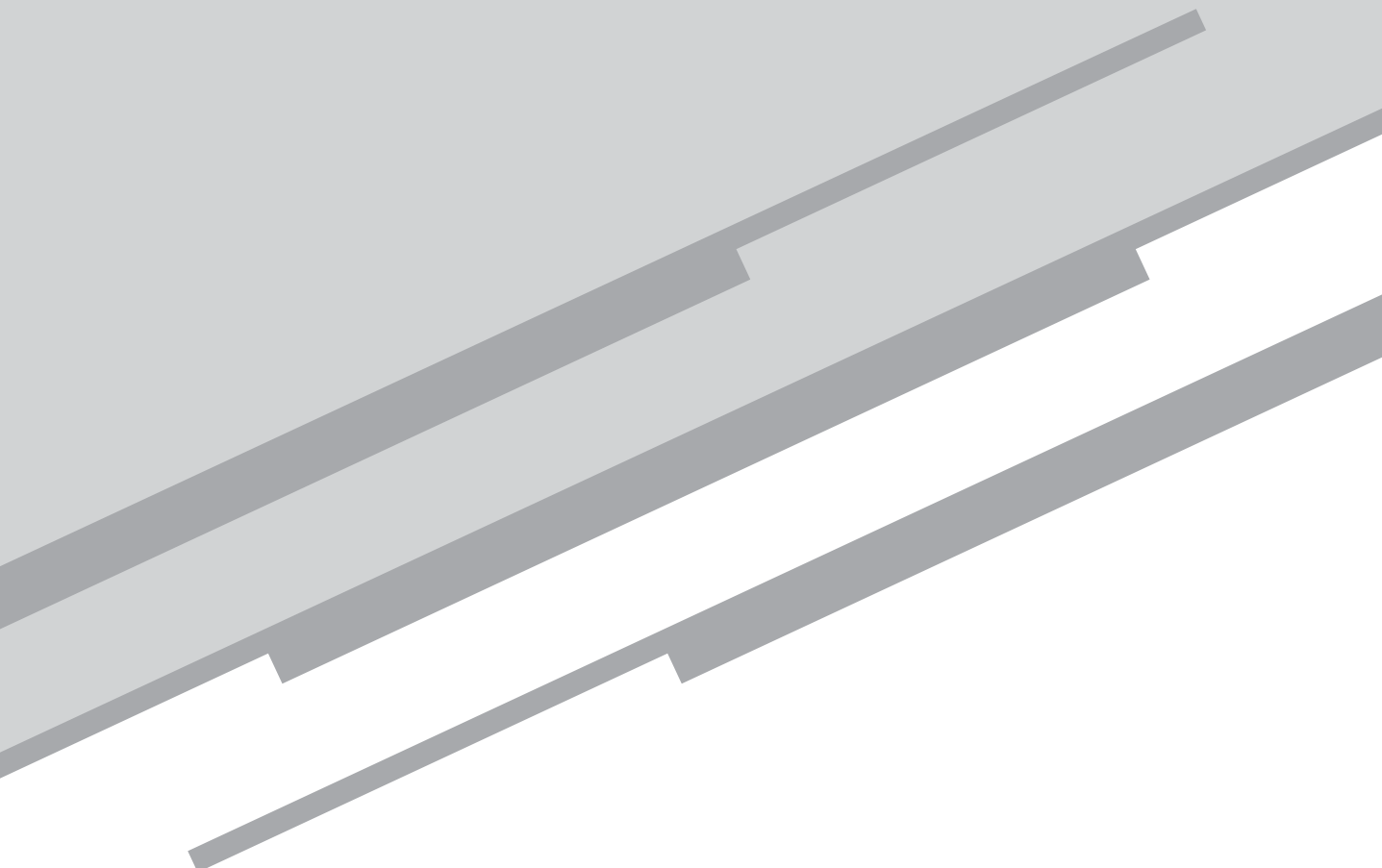
## Resumo

- As regiões biogeográficas são delimitadas a partir da história evolutiva e dos grupos de organismos que a compõem. Seus limites podem ser bem definidos ou transicionais, e dividem-se em zoogeográficas e fitogeográficas. Estas são diferenciadas pela maior mobilidade e capacidade de especiação dos animais, que tem maior diversidade de espécies.
- As regiões fitogeográficas são: Capense, Paleotropical, Neotropical, Antártica, Australiana e Holártica.
- As regiões zoogeográficas são: Neártica, Paleoártica, Etiópica, Oriental, Australiana, Neotropical, Antártica e Oceânica.
- Mueller conseguiu elaborar uma classificação integradora, considerando a distribuição conjunta entre a flora e a fauna dos continentes.



# Aula 9

## Os principais biomas terrestres



*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Apresentar os principais biomas terrestres do planeta, relacionando o meio físico ao biológico.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. definir biomas terrestres;
2. descrever os principais biomas do planeta;
3. identificar as relações entre os meios físico e biológico nos biomas terrestres.

## Introdução

Nesta disciplina, vamos entender a distribuição dos principais ecossistemas do planeta, também conhecido como biomas.

Mas, antes de começarmos, gostaríamos de colocar algumas perguntas, que poderão te ajudar a entender melhor esta aula:

- O que são biomas terrestres?
- Os biomas são muito diferentes entre si?
- Quais os principais biomas do planeta?
- O que caracteriza um bioma?

Esperamos que, ao longo desta aula, todas estas perguntas sejam respondidas e você entenda mais sobre este conteúdo.

## Os biomas terrestres



Franco

**Figura 9.1:** Savana - bioma típico de regiões de clima tropical e seco.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paesaggio\\_savana\\_con\\_termitai\\_in\\_Guinea-Bissau.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paesaggio_savana_con_termitai_in_Guinea-Bissau.JPG)

De acordo com Ricklefs (2003), um bioma é um tipo grande de comunidade ecológica, isto é, um ecossistema observado na escala global. Por exemplo, podemos falar de Bioma de Savanas, que tem grandes áreas no Brasil (o Cerrado, por exemplo) e na África.

O principal elemento para a identificação dos biomas é a vegetação (Odum, 1988), por dois motivos:

- É o elemento biótico mais facilmente observável na paisagem;
- Possui uma íntima relação com o clima.

É importante destacar que será levada em consideração a vegetação clímax de determinado bioma.

### Mas o que é vegetação clímax?

A definição mais direta e objetiva é que é a vegetação mais desenvolvida possível em um determinado ecossistema. Por exemplo, em áreas equatoriais, onde a incidência de luz é grande e a precipitação é abundante, pode-se desenvolver uma **vegetação ombrófila** densa, com altíssima biodiversidade. Já em áreas de clima tropical sazonal, com inverno seco, sujeito a incêndios naturais, e verão úmido, pode-se desenvolver uma vegetação de Cerrado, onde as árvores são bem espaçadas e predominam arbustos e gramíneas. Evidentemente, a intervenção humana e a fragmentação da paisagem transformam a vegetação, mas generaliza-se, para podermos agrupar os biomas em domínios bem definidos.

Os ecossistemas terrestres (ou biomas) se caracterizam pela elevada **biomassa** de produtores (vegetais), cujo material fotossintético (folhas) está em menor proporção, quando comparado com o material não fotossintético (incapaz de fazer fotossíntese, como galhos, raízes e frutos) e a biomassa de consumidores corresponde a apenas 1% da dos produtores.

### Vegetação ombrófila

Diz-se das vegetações que são expostas a chuvas intensas e constantes.

### Biomassa

Quantidade total de matéria viva existente num ecossistema ou numa população animal ou vegetal.

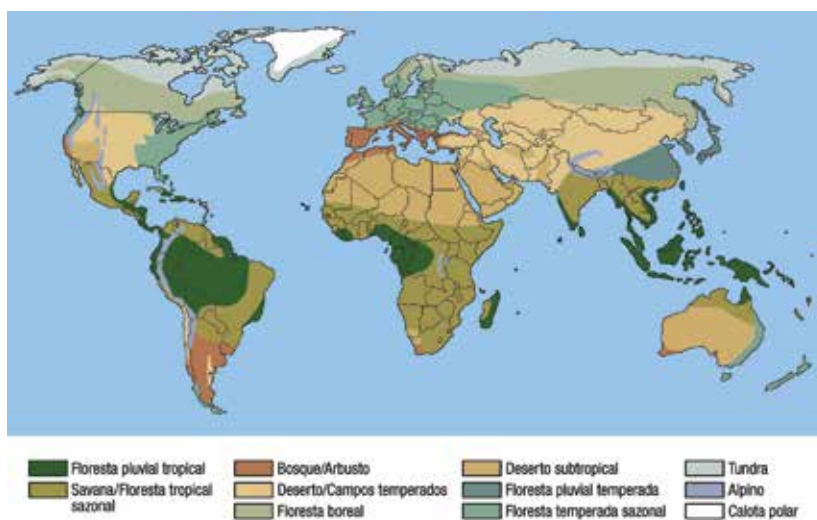


Nas florestas, as folhas chegam a apenas 1 % do total de biomassa.

Cabe notar que a biomassa vegetal é cerca de 10.000 vezes maior que a animal, porém encontramos uma diversidade de espécies animais cerca de 10.000 vezes maior que a vegetal. Os animais são mais móveis e, conseqüentemente, sofrem especiação com maior facilidade.

Assim como a biodiversidade nos ecossistemas terrestres é maior, pela maior disponibilidade de luz, ela também é mais conhecida, em

função da maior dificuldade de exploração de áreas marinhas. Segue, então, a descrição dos mais importantes biomas terrestres.



**Figura 9.2:** Biomas terrestres.

Fonte: Adaptado de Ricklefs, 2003.

Que tal falarmos um pouco sobre os mais importantes biomas apresentados no mapa? Antes, vamos checar o que você aprendeu.

### Atividade 1

#### Atende ao objetivo 1

Com base na leitura do primeiro tópico desta aula, **DEFINA** bioma e **ESCREVA** por que seu principal elemento de identificação é a vegetação.

---



---



---



---



---

#### Resposta comentada

Como vimos no início desta aula, um bioma é um tipo grande de comunidade ecológica, um ecossistema observado na escala global.

Falamos que o principal elemento para a identificação dos biomas é a vegetação, por dois motivos: 1) é o elemento biótico mais facilmente encontrado na paisagem; 2) possui íntima relação com o clima.

---

## Tundra



Dr. Andreas Hugentobler

**Figura 9.3:** Na imagem, podemos ver um exemplo do bioma tundra, na Sibéria. Perceba o tipo de vegetação característico dessa área.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tundra\\_in\\_Siberia.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tundra_in_Siberia.jpg)

A tundra é uma vegetação que é essencialmente um campo ártico úmido, onde predominam as gramíneas, árvores de pequeno porte, e líquens (Odum, 1988). Em algumas áreas, onde o relevo permite uma umidade maior, a vegetação pode se desenvolver mais um pouco. Essencialmente, podemos dizer que a tundra é um deserto frio, onde a umidade é muito baixa e os verões são tão curtos que as árvores são incapazes de sobreviver (Hess, 2011).

A tundra se localiza entre a o Ártico e a floresta de coníferas ao sul, tanto na América do Norte como na Eurásia, e se caracteriza por um clima frio e com baixa umidade, apesar de esta não ser um fator limitante, devido às baixas taxas de evaporação (Odum, 1988). Outro fator limitante (além do clima frio) são as baixas temporadas de crescimento da vegetação, já que durante o inverno e o outono, a insolação diminui drasticamente, o que é normal nas altas latitudes (Christopherson, 2012). A temporada de crescimento da vegetação, em função disto,



dura de 60 a 80 dias, sendo susceptível a geadas, que podem interromper o ciclo.

Uma das principais características deste bioma é a existência do **permafrost**, que é mais um elemento adverso para a vegetação: além da dificuldade de condições impostas pelo gelo, o *permafrost* funciona como um limite ao crescimento das raízes, que não conseguem ser muito profundas. Assim, mesmo enquanto as camadas superficiais descongelam, aquelas mais profundas permanecem congeladas. Os solos são moldados e condicionados por ciclos de congelamento- descongelamento.

A fauna característica da área é composta por grandes animais, como o almiscarado, o caribu, a rena, o lobo, a raposa, o urso polar, além de alguns animais de menor porte, como os lemingues.

### Permafrost

Corresponde às camadas inferiores do solo que permanecem congeladas ao longo do ano todo.



**Figura 9.4:** Nas imagens, vemos, respectivamente, o boi almiscarado, o caribu, a rena, o lobo, a raposa, o urso polar e o lemingue.

Fontes: (1) <http://pixabay.com/pt/boi-almiscarado-almiscarados-alaska-144311/>, Autor da imagem: David Mark; (2) <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caribou.jpg>, Autor da imagem: Dean Biggins; (3) [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:20070818-0001-strolling\\_reindeer.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:20070818-0001-strolling_reindeer.jpg), Autor da imagem: Alexandre Buisse; (4) [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canis\\_lupus\\_265b.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canis_lupus_265b.jpg), Autor da imagem: Chris Muiden; (5) [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Raposa-do-campo\\_8.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Raposa-do-campo_8.jpg), Autor da imagem: Elder Lagar; (6) [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polar\\_Bear\\_-\\_Alaska.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polar_Bear_-_Alaska.jpg), Autor da imagem: Alan Wilson; (7) [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tunturisopuli\\_Lemmus\\_Lemmus.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tunturisopuli_Lemmus_Lemmus.jpg), Autor da imagem: OmaKuva.

Toda a fauna deste bioma tem uma série de adaptações para sobreviver às baixas temperaturas, como a pelagem espessa, por exemplo. É interessante notar que parte da grande fauna é migratória, sempre buscando melhores pontos para a obtenção de recursos.

Cabe destacar que a tundra é um ecossistema muito frágil e vulnerável às intervenções antrópicas, já que demora muito a se recompor após perturbações. Isso acontece em função das condições adversas e da baixa taxa de crescimento de sua vegetação, o que torna a situação preocupante na medida em que aumenta a pressão por conta da exploração mineral neste ecossistema (Odum, 1988).

A tundra alpina é uma versão da tundra que está associada às grandes áreas montanhosas, situada em elevadas altitudes, onde não é mais possível o crescimento de árvores (Christopherson, 2012). Também predomina a vegetação arbustiva, com uma estrutura muito semelhante à da tundra circumpolar. Pode ser encontrada na Região Andina, nas Montanhas Rochosas, nas Montanhas Brancas e na Serra da Califórnia (EUA), nos Alpes, no monte Kilimanjaro (África) e em montanhas do Oriente Médio e Ásia.

## Floresta Setentrional de Coníferas



**Figura 9.5:** Na imagem, pode-se ver um exemplo de Floresta Setentrional de Coníferas localizada na Noruega.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mixed\\_Picea\\_\(Spruce\)\\_forest\\_from\\_Vestfold\\_county\\_in\\_Norway.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mixed_Picea_(Spruce)_forest_from_Vestfold_county_in_Norway.jpg)

Floresta Setentrional de Coníferas é um bioma característico de algumas regiões que estão mais ao norte do planeta. Nele, os invernos são rigorosos, estando suas áreas comumente cobertas por neve nesse

período. Entretanto, no verão, a neve derrete, permitindo que surjam florestas exuberantes.

Este bioma também é conhecido como floresta Boreal, ou Taiga (denominação, em russo, para essa formação). As florestas de coníferas se distribuem ao longo de vastas extensões nos continentes norte-americano e eurasiático, entre as latitudes 45°N e 70°N, em uma correlação muito próxima com o clima subártico (Hess, 2011). Em algumas áreas mais ao sul, este tipo de formação florestal pode ocorrer também, associado à altitude (Odum, 1988). A vegetação típica deste bioma são árvores **perenifólias** dos gêneros *Picea*, *Albis* e *Pinus*, e uma das características destas formações florestais é a alta dominância (conceito já apresentado) e baixa diversidade de espécies. De acordo com Hess (2011), este bioma apresenta o mais simples conjunto de espécies de plantas de todos os biomas.

### Perenifólias

Plantas que mantêm as suas folhas ao longo do ano todo.



**Figura 9.6:** Nas imagens, podemos ver, respectivamente, exemplos de árvores dos gêneros *Picea*, *Albis* e *Pinus*.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Picea\\_abies1.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Picea_abies1.JPG), autor da imagem: desconhecido; [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albis\\_-\\_Balderen\\_IMG\\_3281.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albis_-_Balderen_IMG_3281.jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Slash\\_pine.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Slash_pine.jpg), Autor da imagem: desconhecido.

Mais ao sul, com as temperaturas mais altas, as árvores tendem a crescer mais e mais próximas umas das outras, enquanto mais ao norte, estas tendem a ser menores e mais espaçadas. Ao contrário do que pode parecer pelo porte das árvores, a produtividade neste bioma é baixa, pois o clima adverso e a homogeneidade florística, associada ao lento crescimento das plantas acaba produzindo pouca biomassa anualmente.

Os organismos que habitam este ecossistema precisam de adaptações para sobreviver aos rigores do clima, que em geral é também seco. A diversidade de fauna é baixa e as populações costumam apresentar grande

número de indivíduos, mas com grandes flutuações em função da sazonalidade do clima (Christopherson, 2012). São animais típicos deste bioma ursos, lince, lebres, alces, aves diversas, entre outros organismos. Ao contrário da tundra, já apresenta uma fauna de solo significativa, mas a decomposição de matéria orgânica é lenta, já que temperaturas baixas e a baixa pluviosidade não favorecem a decomposição. Este ecossistema é altamente transformado e utilizado pelo homem, com grandes reservas madeiras, que são amplamente aproveitadas.



John e Karen Hollingworth



Enrique Dans



Callopejen

**Figura 9.7:** Exemplos de urso, lince e alce, espécies típicas das Florestas Setentrionais de Coníferas.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kodiak\\_Brown\\_Bear.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kodiak_Brown_Bear.jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lince\\_en\\_Madrid.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lince_en_Madrid.jpg); <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bigbullmoose.jpg>.

## Florestas decíduas temperadas



Duk

**Figura 9.8:** Na imagem, pode-se ver um exemplo de Floresta Decídua Temperada localizada na Noruega.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mt\\_Hood\\_Wilderness\\_near\\_Ramona\\_Falls.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mt_Hood_Wilderness_near_Ramona_Falls.jpg)

Floresta decídua temperada é um bioma de clima mais temperado, com as estações do ano muito bem definidas: sua vegetação floresce na primavera e no verão, mas as folhas caem no outono e no inverno.

De acordo com Odum (1988), as florestas decíduas temperadas cobriam originalmente a parte oriental da América do Norte, toda a Europa, parte do Japão, da Austrália e o extremo sul da América do Sul. Assim, existe um isolamento maior entre as áreas do que o que ocorre com as tundras e as florestas de coníferas, o que levará a uma maior variabilidade de espécies e gêneros neste bioma entre suas diferentes áreas do domínio. Um exemplo disto são as vastas extensões de florestas de eucalipto que são encontradas na Austrália, uma paisagem que é distinta de todas as outras áreas deste bioma (Hess, 2011). A diversidade encontrada é maior que a dos biomas anteriores, mas pequena, se comparada àquela encontrada nos biomas tropicais. As árvores mais altas do mundo ocorrem neste bioma, como a sequoia (Gênero *Sequoia*), que pode chegar a 90 metros de altura e viver além de 1500 anos (Christopherson, 2012).



André Ribeiro



Allie Caulfield

**Figura 9.9:** Floresta de eucalipto e de sequoia, respectivamente.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus\\_sp.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus_sp.jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sequoia\\_sempervirens\\_Big\\_Basin\\_Redwoods\\_State\\_Park\\_4.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sequoia_sempervirens_Big_Basin_Redwoods_State_Park_4.jpg)

O clima aí é temperado, isto é, com as estações do ano muito bem definidas e com uma precipitação média que varia de 750 mm até 1500 mm. Isto faz com que algumas espécies de plantas percam as folhas durante a estação mais seca (são as plantas **decíduas**), que é uma estratégia para sobreviver ao rigor do clima, evitando a perda de água e diminuindo as taxas do metabolismo. A decomposição é lenta, muito em função do clima (seco e mais frio) e das próprias características da vegetação, com folhas mais grossas e de difícil decomposição. São plantas típicas deste ecossistema as faias, nogueiras, carvalhos, arbustos, enquanto podemos encontrar na fauna insetos, veados, esquilos, lincês, ursos, aves insentívoras, raposas e corujas.

### Decídua

Vegetação que perde suas folhas na estação seca.



### Fragmentos remanescentes

Trata-se de fragmentos florestais (vegetação original).

Este é um dos biomas mais transformados pela ação antrópica, já que os países mais industrializados encontram-se exatamente neste bioma. Assim é difícil encontrar **fragmentos remanescentes** em boa qualidade, e vastas áreas são fruto de reflorestamento ou de políticas conservacionistas.

É interessante destacar que os solos normalmente apresentam uma boa disponibilidade de nutrientes nestes ecossistemas, ao contrário do que ocorre em florestas tropicais, pois são solos pouco lavados e ocorre o acúmulo de matéria orgânica em função de uma decomposição mais lenta. Assim, o uso para o cultivo é muito favorável, e este foi mais um fator do intenso uso e da ocupação dentro deste bioma.

### Campos temperados (pradarias)



**Figura 9.10:** Pradaria no Kansas, EUA.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Konza1.jpg>

A precipitação deste clima está entre a do deserto e a das florestas, girando em torno de 250 mm a 750 mm anuais, dependendo da latitude e das massas de ar. A chuva neste ecossistema é muito baixa para suportar a forma de vida da floresta, assim como a capacidade de retenção hídrica do solo é muito baixa para sustentar vegetação lenhosa (Odum, 1988). Outro fator que pode levar a esta formação são incêndios recorrentes, tanto naturais como induzidos pelo homem (Hess, 2011). O termo pradarias se aplica a áreas onde as gramíneas são um pouco maiores em função da maior umidade, como em vastas extensões na América do Norte, e o termo estepe, também muito usado, se aplica a formações onde a vegetação é mais baixa, por conta da menor umidade, como em algumas áreas da Ásia Central.

A sua extensão geográfica vai desde a América do Norte, parte da Eurásia, a América do Sul meridional (pampas) e a Austrália. A vegetação dominante é de herbáceas (gramíneas, no caso) com alguns arbustos espaçados, já que a falta de água impede o estabelecimento de uma vegetação de maior porte. A maior parte das gramíneas é perene, ficando adormecidas durante o inverno, voltando a crescer no verão.



**Figura 9.11:** Exemplo de gramínea. Perceba na imagem que se trata de uma espécie de capim, entretanto com tamanho maior.

Fonte: <http://pixabay.com/pt/gramíneas-flora-natureza-50373/>

Dentre os animais típicos deste ecossistema estão os antílopes-cabras, os bisões, jaguares e pumas, dentre outros, e eram comuns grandes manadas de animais pastadores, mas com o uso de vastas áreas para pastagens, estas espécies começaram a diminuir e a desaparecer em alguns casos. O processo de decomposição é rápido no início, mas fica mais lento durante a mineralização, o que permite um acúmulo de matéria orgânica e, consequentemente, uma fertilidade natural boa.



**Figura 9.12:** Exemplos de antilope-cabra, bisão, jaguar e puma.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antilope\\_cervicapra\\_04.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antilope_cervicapra_04.JPG); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:American\\_bison\\_k5680-1.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:American_bison_k5680-1.jpg); <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Junior-Jaguar-Belize-Zoo.jpg>; <http://pixabay.com/pt/puma-le%C3%A3o-da-montanha-animal-gato-317030/>

As condições do solo favorecem a atividade agrícola, assim como as características, como pastagem, que favorece a pecuária extensiva. Assim, este é um ecossistema muito impactado pelo homem, já que muitas vezes o uso é maior que a capacidade de suporte do ecossistema, o que leva à perda de produtividade do solo e a problemas para alimentação do gado, além da extinção de espécies originais.



## Complexo arbustivo mediterrâneo



**Figura 9.13:** Complexo arbustivo mediterrâneo

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chaparral1.jpg>

O bioma ocorre em ambientes de clima temperado com temperaturas mais amenas, onde ocorre um inverno úmido e verão seco (típico do clima mediterrâneo). A vegetação consiste em árvores e arbustos que apresentam folhas grossas, duras e sempre verdes (Odum, 1988). A precipitação varia em torno de 750 mm anuais, e as vegetações tem que ter adaptações que as permitam “driblar” esta falta de água. Grande parte dos vegetais é de esclerofilos (de *scleropara* – duro, e *phyllospara* - folhas), pois folhas mais grossas evitam a perda de água por evapotranspiração, e variam entre 1 e 2 metros de altura. Muitas vezes, a biomassa da raiz é maior do que a própria acima do solo (Ricklefs, 2003).

As áreas de maior extensão dos chaparrales estão localizadas na Califórnia e no México, ao longo do litoral mediterrâneo, no Chile e porções da Austrália. De acordo com Christopherson (2012), alguns ecólogos acreditam que a vegetação neste bioma está adaptada a incêndios recorrentes, que são comuns em função do verão seco, das raízes profundas e da grande capacidade de rebrota. De acordo com Hess (2011), a fauna neste bioma não é particularmente marcante, com algumas espécies de roedores, e alguns grupos de répteis e pássaros.

O clima destas áreas faz com que sejam amplamente usadas pela agricultura, para a produção de azeitonas e amêndoas. Existem sérios problemas associados à **desertificação** nestes ecossistemas, principalmente nas áreas mediterrâneas (Odum&Barret, 2005), por conta de cultivos não sustentáveis e criação extensiva de caprinos, que degradam a vegetação e transformam o clima.

### Desertificação

Fenômeno que corresponde à transformação de uma área num deserto.

Não confunda com arenização, onde as áreas se transformam em areais, mas não passam a ter clima desértico.

## Desertos



**Figura 9.14:** Deserto do Saara, um dos maiores e mais quentes do mundo.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Libya\\_4985\\_Tadrart\\_Acacus\\_Luca\\_Galuzzi\\_2007.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Libya_4985_Tadrart_Acacus_Luca_Galuzzi_2007.jpg)

São áreas onde a precipitação é inferior a 250 mm anuais e, com isso, apresentam os maiores déficits hídricos do planeta. Para sobreviver neste clima adverso, as plantas necessitam desenvolver mecanismos que permitam reter água ou, pelo menos, otimizar o uso desta. Dentre estes mecanismos, destacamos:

1. Árvores que só crescem diante de condições favoráveis de umidade;
2. Plantas que são capazes de reter água, como cactos;
3. Arbustos que apresentam carnudas e pequenas folhas, que minimizam a perda de água.



**Figura 9.15:** Exemplo de cacto.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cacto\\_xiquexique.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cacto_xiquexique.jpg)

De acordo com Hess (2011), a vegetação no deserto é surpreendentemente variada, e consiste em vegetação **xerofítica**, com folhas carnudas e capazes de conservar e reter água. A distribuição da vegetação é esparsa, com indivíduos vegetais esparsos na paisagem, e predominam os arbustos.

Assim como a flora, a fauna precisa de adaptações bem específicas para sobreviver neste ambiente, e são mais comuns répteis e insetos. Alguns poucos mamíferos são capazes de sobreviver, como, por exemplo, o rato-de-bolso (Odum, 1988), que consegue sobreviver longos períodos apenas de sementes secas, sem precisar de água. Ao contrário do que a paisagem sugere, a fauna é existente e apresenta uma diversidade média (Hess, 2011), com espécies se protegendo do calor e da insolação em tocas durante o dia. Cabe destacar que, em condições mais favoráveis, a atividade biológica dos desertos tende a ser bem significativa, principalmente ao redor de olhos-de-água e oásis. Chuvas, por exemplo, podem fazer com que sementes adormecidas há décadas floresçam.

### Xerofítica

Que resiste à falta de água.



Luca Galuzzi

**Figura 9.16:** Imagem do Oásis de Ubari, na Líbia. O oásis é o local onde a vida floresce no deserto.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Libya\\_5391\\_Ubari\\_Lakes\\_Luca\\_Galuzzi\\_2007.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Libya_5391_Ubari_Lakes_Luca_Galuzzi_2007.jpg)

## Atividade 2

*Atende aos objetivos 2 e 3*

Ao longo desta aula, apresentamos seis dos principais biomas de nosso planeta. É importante que você os conheça e saiba quais as suas principais características florísticas e faunísticas.

Então, relacione, na tabela abaixo, as informações que você viu. Começamos completando o primeiro campo.

| Bioma                              | Flora  | Fauna                                |
|------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Tundra                             | Predominância de gramíneas e presença do permafrost. | Predominância de animais pastadores. |
| Floresta Setentrional de Coníferas |  |                                      |
| Floresta Decídua Temperada         |  |                                      |
| Campo Temperado                    |  |                                      |
| Complexo Arbustivo Mediterrâneo    |  |                                      |
| Deserto                            |  |                                      |

### Resposta comentada

A seguir, completamos a tabela:

| Bioma                              | Flora  | Fauna   |
|------------------------------------|--|---|
| Tundra                             | Predominância de gramíneas e presença do permafrost.   | Predominância de animais pastadores.  |
| Floresta Setentrional de Coníferas | Vegetação com baixa diversidade, com predominância de pinheiros e espécies resistentes ao inverno. | Baixa diversidade de fauna. Alguns animais encontrados são o urso, o lince e o alce.                  |
| Floresta Decídua Temperada         | Vegetação muito diversa entre os seus diferentes domínios.   | Animais diversos, como insetos, veados, esquilos, lincos, ursos, aves insetívoras, raposas e corujas. |
| Campo Temperado                    | Predominância de gramíneas.  | Alguns animais, como antílopes-cabras, os bisões, jaguares e pumas.                                   |
| Complexo Arbustivo Mediterrâneo    | Vegetação adaptada tanto a condições de déficit hídrico como a incêndios recorrentes.              | Alguns roedores, répteis e pássaros.  |
| Deserto                            | Vegetação xerofítica.  | Maior parte de répteis e insetos.   |

## Conclusão

Nesta aula, foram apresentados alguns dos grandes biomas terrestres, a partir das suas relações entre meio físico e comunidade biótica. Vimos que as formas de vida estão diretamente condicionadas ao meio físico, como, por exemplo, os desertos e a necessidade de condições minimamente favoráveis para o desenvolvimento da vida, pois só assim estes ecossistemas se tornam sustentáveis.

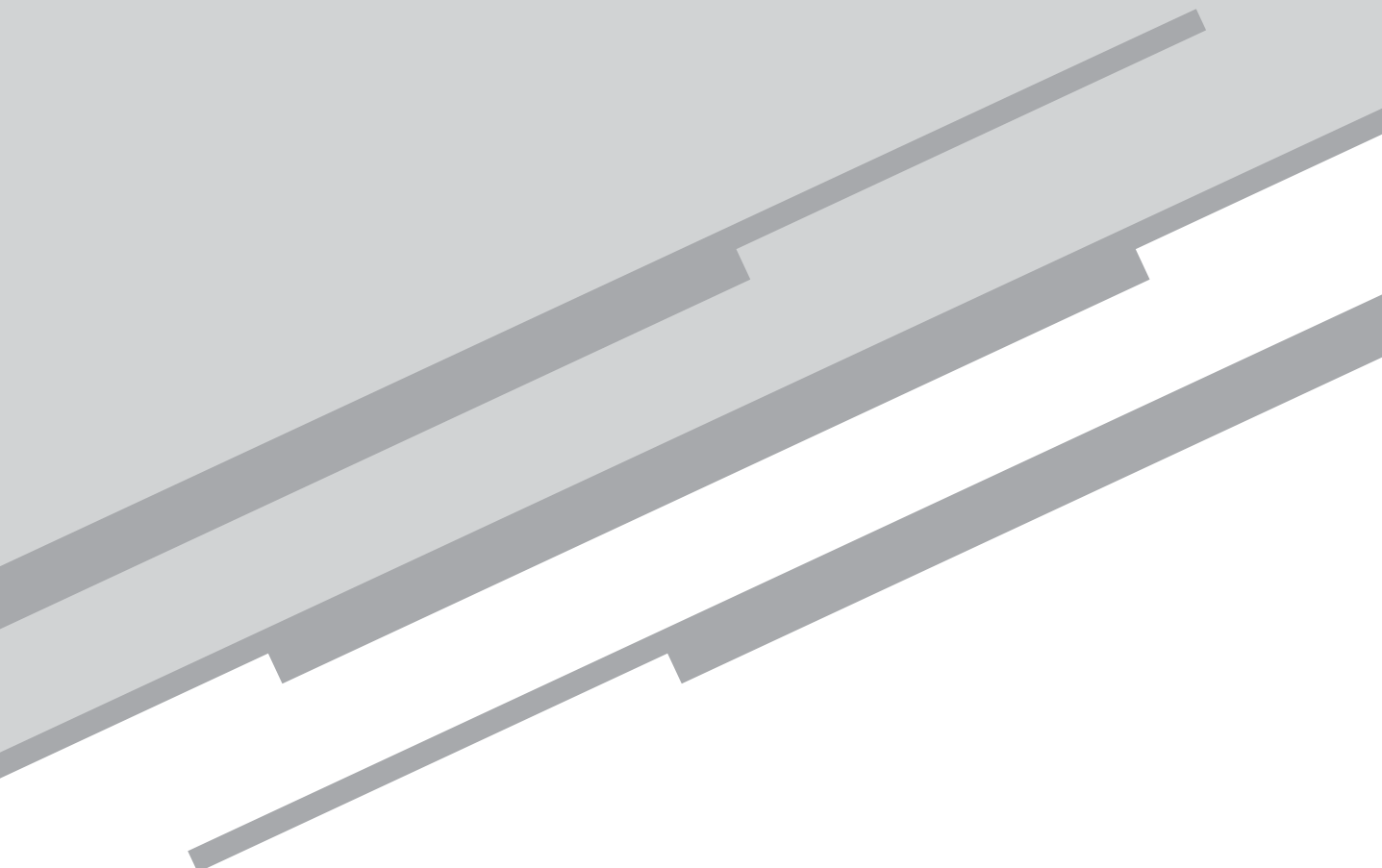
## Resumo

- Os biomas são grandes unidades da paisagem agrupadas a partir da vegetação, sendo esta um resultado direto do clima.
- As tundras ocorrem ao longo das áreas circumpolares e apresentam uma vegetação predominantemente de gramíneas, a presença do *permafrost* e uma fauna predominantemente de animais pastadores.
- As Florestas Setentrionais de Coníferas estão em áreas de clima subártico, e apresentam uma vegetação com baixa diversidade, com predominância de pinheiros e espécies resistentes ao inverno, com baixa produtividade e baixa diversidade de fauna.
- As florestas temperadas se distribuem ao longo da América do Norte, Eurásia, Japão, Austrália e extremo sul da América do Sul, e apresentam uma vegetação muito diversa entre os seus diferentes domínios, em áreas de clima temperado e que já foram intensamente exploradas pelo homem.
- Os campos temperados são as áreas de estepes ou pradarias, onde predominam gramíneas e se distribuem ao longo da América do Norte e da América do Sul, Ásia e parte da Austrália.
- O complexo arbustivo mediterrâneo apresenta vegetação adaptada tanto a condições de déficit hídrico como a incêndios recorrentes, típicos do clima mediterrâneo, onde o inverno é úmido e o verão é seco.
- Os desertos são caracterizados por vegetação xerofítica, que se desenvolve em um ambiente extremamente hostil, aguardando por condições favoráveis para se desenvolver.



# Aula 10

## Principais Biomas Terrestres - II



*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Continuar a apresentação dos principais biomas terrestres do planeta.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final dessa aula, você seja capaz de:

1. descrever os principais biomas do planeta;
2. identificar as relações entre meio físico e biológico nas florestas tropicais e nos biomas aquáticos;
3. reconhecer o papel das intervenções antrópicas na dinâmica e comprometimento dos biomas.



## Introdução

Já começamos a apresentar, na aula anterior, alguns dos principais biomas terrestres. Nossa ideia era começar a lhe apresentar como os biomas estão distribuídos pelo planeta.

Agora, vamos continuar essa apresentação, mas focaremos em dois outros biomas muito importantes: as florestas tropicais e os biomas aquáticos.

## Florestas tropicais

Florestas tropicais são biomas que se caracterizam por temperaturas mais altas e grande concentração de chuvas. Além disso, sua biodiversidade também é bastante significativa, quando comparada à dos demais biomas.

Nesta aula, vamos estudar alguns diferentes tipos de florestas tropicais:

- Florestas equatoriais e tropicais;
- Floresta tropical sazonal e complexos arbustivos;
- Campos tropicais e savanas;
- Floresta de latitude média ombrófila mista.

Vamos lá?

## Florestas Equatoriais e Tropicais

De acordo com Hess (2011), as florestas tropicais formam o bioma mais complexo, apresentando uma grande diversidade de espécies, isto é, um grande número de espécies, sem que uma se destaque ou domine a paisagem.

Este bioma está distribuído ao longo das bacias hidrográficas dos rios Amazonas e Orenoco, na costa ocidental da América do Sul, nas bacias dos rios Congo, Níger e Zambeze, na África, e em regiões da Índia, Malásia, Bornéu e Nova Guiné. Apesar de pertencerem a regiões biogeográficas muito distintas, a estrutura da vegetação é muito semelhante.



Neil Palmer

**Figura 10.1:** Vista aérea da Floresta Amazônica, uma das principais florestas tropicais do planeta.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amazon\\_CIAT.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amazon_CIAT.jpg)

De acordo com Christopherson (2012), as florestas equatoriais e tropicais representam aproximadamente 50% das superfícies florestais remanescentes no planeta, recobrando cerca de 7% da superfície total. Ressalta-se ainda que estes ambientes sofreram poucas modificações ao longo da sua história ecológica, pois as placas tectônicas onde estão localizados escaparam dos períodos glaciais, permanecendo próximos às latitudes tropicais.

A variedade de vida atinge, talvez, o seu auge nas florestas tropicais úmidas **latifoliadas** e **perenófilas**. A precipitação supera os 2000 mm por ano, sendo distribuída ao longo do ano. A variação de temperatura entre inverno e verão é menor do que entre dia e noite, favorecendo o desenvolvimento da vegetação. Por sua vez, a periodicidade sazonal da reprodução das espécies está mais ligada à precipitação (volume de chuvas) do que às variações das estações, com os períodos mais chuvosos sendo mais favoráveis aos organismos (Odum, 1988).

Esta floresta é altamente estratificada, formando 3 extratos:

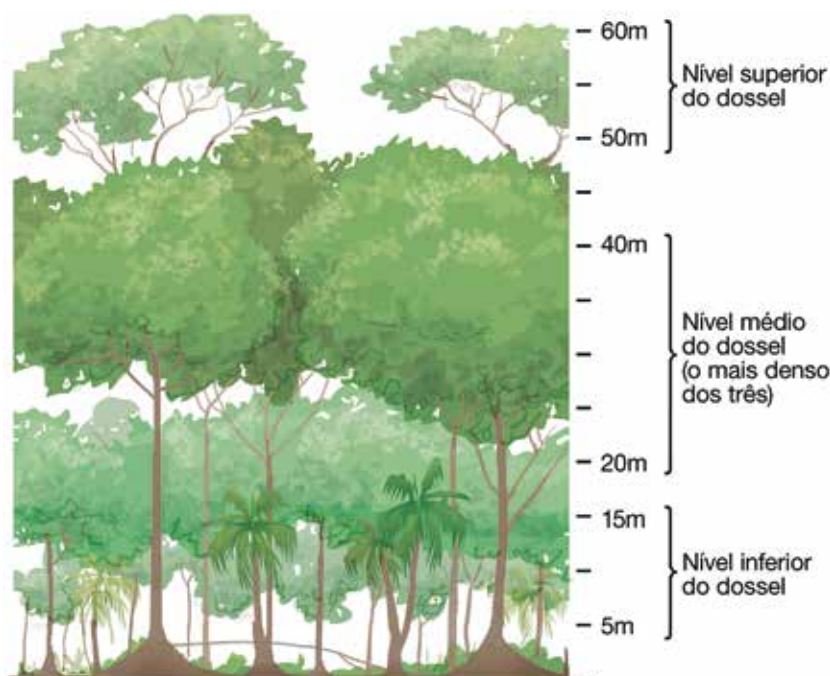
1. Árvores emergentes, muito altas e espalhadas, que se projetam acima do nível geral da vegetação;
2. Extrato do dossel, que varia de 25 a 40 metros de altitude;
3. Sub-bosque.

### **Latifoliadas**

Vegetações com folhas grandes e largas.

### **Perenefólias**

Apresentam folhas durante o ano inteiro.



**Figura 10.2:** Esquema da distribuição vertical da vegetação.

A distribuição dos nichos é vertical, e não horizontal, em função da intensa disputa pela luz solar, que ocorre porque a densa cobertura vegetal “filtra” muito do que chega. Para se ter uma ideia, apenas 1% do total de luz que chega nas copas das árvores consegue atingir o solo da floresta.

O interior da floresta se caracteriza por ser uma área com pouca luminosidade, muita umidade e sem ventos (as árvores formam uma barreira natural). A zona de maior produtividade (volume de fotossíntese) é a copa das árvores, pois é a região onde a luz incide com maior força, permitindo uma eficiência maior da fotossíntese.

As árvores apresentam raízes profundas, e ocorre uma variedade muito grande de cipós e **epífitas**. A diversidade de espécies nesta área é enorme, com maior número de espécies comparativamente a toda a flora da Europa.

### **Epífitas**

Plantas que vivem sobre outras plantas.



Dirk van der Made

**Figura 10.3:** Imagem de uma árvore com diversas plantas epífitas sobre seu tronco.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epiphytes\\_costa\\_rica\\_santa\\_elena.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epiphytes_costa_rica_santa_elena.jpg)

A fauna varia muito em termos de tamanho e função ecológica, indo desde bactérias decompositoras a grandes felinos caçadores. A maior parte é arbórea, ficando nos extratos superiores da vegetação, já que esta é a área onde estão os maiores recursos da floresta. Fazem parte deste grupo animais como preguiças, lêmures, macacos, papagaios, araras, etc. A área abriga a maior diversidade de anfíbios e répteis do planeta, além de uma rica comunidade de insetos e mamíferos de grande porte, como antas (*Tapirus terrestres*), onças (*Pantera onca*) e tigres (*Pantera tigris*).



Stefan Laube



Arnaudus

**Figura 10.4:** Bicho-preguiça e lêmure.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bradypus.jpg>; <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lemurien-grand.jpg>



**Figura 10.5:** Anta, onça e tigre.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tapirus\\_terrestris.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tapirus_terrestris.jpg); <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Junior-Jaguar-Belize-Zoo.jpg>; <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tigerramki.jpg>.

Uma ciclagem eficiente e direta de nutrientes é uma das características mais marcantes desta floresta e fundamental para a manutenção da vegetação em áreas de solo tão pobre como estas (Oliveira, 1999). Em função das chuvas intensas, os solos são muito lavados e, por isso, existe a necessidade de uma decomposição rápida da matéria orgânica, pois a floresta precisa destes nutrientes para se sustentar. Podemos considerar o topo do solo como o “coração” da floresta, pois nele ocorrem processos fundamentais para a sustentabilidade deste ecossistema.

Ao remover-se a floresta, muitas vezes, desenvolve-se uma floresta secundária, que inclui árvores de crescimento rápido, sendo bem distinta da original em termos de ecologia. O “clímax” normalmente demora a se restabelecer, podendo levar mais de 400 anos. Mas a recuperação, quando a área não sofre com a constante interferência do homem, costuma ser eficiente, com a volta da estrutura original após cerca de 100 anos (Guariguata, 2002).

Nos últimos anos, o processo de fragmentação tem levado a uma diminuição progressiva destas áreas de floresta, levando à degeneração destes biomas. Esta fragmentação se dá tanto pela expansão das atividades agrícolas, madeireira e urbana, como pelas atividades extrativistas (principalmente minerais, que são amplamente sentidas na África e Amazônia). No Brasil, por exemplo, a Mata Atlântica foi o ecossistema mais afetado pela ação antrópica, por ter sido a área de maior urbanização, ocupada desde o início pelos colonos portugueses. Só para termos uma ideia, 8 das 10 maiores cidades brasileiras estão em áreas originais de Mata Atlântica. Assim, abre-se o debate para a importância da manutenção destas áreas, verdadeiros redutos da biodiversidade no planeta.





Halley Pacheco de Oliveira

**Figura 10.6:** Floresta da Tijuca - exemplo de floresta tropical secundária.  
Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Floresta\\_da\\_Tijuca\\_60.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Floresta_da_Tijuca_60.jpg)

## Floresta tropical sazonal e complexos arbustivos

Este conjunto vegetacional ocorre em condições de umidade intermediárias, entre o deserto e a savana de um lado, e a floresta pluvial do outro. Nesta área, encontra-se uma vegetação de árvores retorcidas e espinhosas, de pequeno porte, com folhas pequenas que costumam cair durante a estação seca e onde, muitas vezes, a biomassa nas raízes é maior do que a que está acima do solo. Os espinheiros costumam recobrir grandes extensões, podendo ser mais densos ou mais espalhados. O principal fator climático responsável por esta vegetação é a distribuição irregular das chuvas (Odum, 1988). Recobrem vastas áreas do Brasil, porções da África e partes do sudoeste asiático.



Maria Hsu

**Figura 10.7:** Paisagem da caatinga.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caatinga\\_-\\_Sertão\\_nordestino.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caatinga_-_Sertão_nordestino.jpg)

De acordo com Christopher (2012), este bioma é difícil de ser retratado, pois apresenta uma variedade de áreas muito grande, que vão desde as mais úmidas, como as áreas de **monções**, até a caatinga e espécies de arbustos resistentes à seca. Em comum, há o fato de que durante a estação seca (cerca de 4 meses por ano), apresentam menos de 30 dias de chuva.

A vegetação apresenta períodos de reprodução e crescimento associados aos escassos períodos de precipitação. Variam (de acordo com Hess, 2011) entre 3 e 9 metros de altura, e se apresentam distribuídas de maneira esparsa na paisagem. A fauna também é característica de ambientes onde há o déficit hídrico e apresenta menor diversidade, se comparada a outros biomas tropicais (consequência direta da falta de precipitação), apresentando mamíferos de pequeno porte, répteis, aves e insetos.

### Monções

Ventos sazonais gerados pela alternância entre verão e inverno, típica de áreas onde grandes superfícies continentais estão próximas a uma grande massa oceânica, dando origem a verões muito úmidos e invernos muito secos.



**Figura 10.8:** Calango - animal típico da caatinga.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tropidurus\\_oreadicus.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tropidurus_oreadicus.jpg)

As formações são conhecidas normalmente por nomes locais, como:

- Caatinga, no Brasil;
- *Chacos*, no Paraguai e na Argentina;
- *Brigalow*, na Austrália;
- *Dornveld*, na África.

Este ecossistema encontra-se muito ameaçado, pois a exploração feita de forma extrativista pela população local, desde a ocupação do semiárido, tem levado a uma rápida degradação ambiental.

## Campos Tropicais e Savanas

Encontram-se em regiões quentes com precipitação média entre 1000 e 1500 mm anuais, com uma estação seca e outra úmida, muito bem definidas. A vegetação está adaptada à dinâmica de incêndios naturais que ocorrem nesta área durante a estação seca. A maior parte deste bioma está localizada na África, mas existem áreas também na Austrália, Ásia e América do Sul.

Neste tipo de vegetação, são comuns espécies rasteiras, como gramíneas, com árvores esparsas, reflexo dos efeitos da estação seca que não



permite o crescimento de uma vegetação densa. A exceção na paisagem são as matas-galeria, que se desenvolvem ao longo dos leitos dos rios e, em função da condição de umidade permanente ao longo do ano, apresentam características próximas às das florestas tropicais (Odum, 1988).

A vegetação típica destas áreas é composta por gramíneas, com árvores bem espaçadas, onde a altura do **dossel** varia entre 2 e 3 metros. As árvores são xerófitas, ou seja, resistentes à seca, com adaptações para protegê-las do ressecamento, como folhas pequenas e grossas, casca áspera e superfícies foliares com cera ou pelos.

### Dossel

Estrato superior da formação vegetal nas florestas.



Gary

**Figura 10.9:** Imagem típica de uma savana.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zebras,\\_Serengeti\\_savana\\_plains,\\_Tanzania.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zebras,_Serengeti_savana_plains,_Tanzania.jpg)

É neste bioma que se encontram os maiores mamíferos terrestres, como as girafas e os elefantes, além de predadores, como leões, hienas, guepardos e leopardos, e pastadores, como zebras, gnus e várias espécies de antílopes. No Cerrado brasileiro, encontram-se espécies como o lobo-guará, o veado campeiro, capivaras, diversas espécies de árvores, entre outras espécies.

No Brasil, este ecossistema é um dos mais ameaçados, principalmente pela agroindústria da soja, onde a geomorfologia plana do Cerrado facilita a mecanização, e vastas extensões são derrubadas para introdução de cultura, além de área para a pecuária extensiva. Mas esta situação não é exclusiva do Brasil, sendo também uma característica marcante em outras partes do planeta, configurando um dos biomas mais ameaçados.



Laica Ac



Lionel Allorge

**Figura 10.10:** Hiena e gnu.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crocota\\_crocota\\_Mara\\_Triangle.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crocota_crocota_Mara_Triangle.jpg);  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gnou\\_04\\_2005-07-01.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gnou_04_2005-07-01.jpg)

## Floresta de latitude média ombrófila mista

Originalmente, extensas áreas do hemisfério norte e algumas do hemisfério sul eram recobertas por este bioma, mas grande parte foi derrubada para uso agrícola e ocupação, deixando muito pouco da área original. Este foi possivelmente o bioma mais transformado pelo homem (Hess, 2011).

A vegetação se caracteriza por uma densa aglomeração de árvores que, durante o verão, formam um dossel denso que permite pouca entrada de luz. Como consequência, são encontradas árvores de menor porte e arbustos, porém o solo não é recoberto por gramíneas. No inverno, as árvores perdem as folhas e a paisagem se transforma, sobrando apenas o material lenhoso. A vegetação varia muito entre as diferentes áreas onde este bioma ocorre, mas, em geral, apresenta grande valor para o extrativismo vegetal, o que contribuiu também para a sua degradação.



Valerio Pillar

**Figura 10.11:** Paisagem de uma floresta ombrófila mista.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Araucaria\\_Parna\\_aparados\\_da\\_serra.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Araucaria_Parna_aparados_da_serra.jpg)

De acordo com Christopher (2012), podemos incluir entre os animais representativos deste bioma: a raposa-vermelha, o veado-de-cauda-branca, ursos e uma grande variedade de aves e gambás. É o bioma das latitudes médias com maior diversidade de espécies, ainda que o volume não possa ser comparado ao das florestas tropicais. No Brasil, está representado pelo bioma de Mata de Araucárias.



Scott Bauer

**Figura 10.12:** Raposa-vermelha e veado-de-cauda-branca.

Fontes: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vulpes\\_vulpes\\_sitting.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vulpes_vulpes_sitting.jpg); [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:White-tailed\\_deer.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:White-tailed_deer.jpg)

## Por que as florestas tropicais são tão diversas?

Uma das grandes questões que existem na Biogeografia é explicar a causa da maior diversidade em áreas tropicais. Existem diversas teorias que tratam disto. Vamos a algumas das mais importantes (Miller, 2012):

- Competição interespecífica intensa, que leva à redução de nichos, aumentando o número de espécies. Por conta do elevado número de espécies que encontramos em florestas tropicais, a competição por recursos é enorme. Então, os organismos, numa estratégia para evitar a exclusão competitiva, acabam se especializando em nichos menores, conseguindo, assim, se perpetuar.
- Competição menos intensa por causa da predação e parasitismo. Neste caso, os impactos do parasitismo e predação levam a uma diminuição das populações de organismos; assim, como o número de organismos é menor, a competição é menor, e várias espécies podem coexistir próximas.
- Longevidade do sistema e maior área de cobertura das florestas tropicais. As florestas tropicais são ecossistemas mais estáveis, isto é, sofreram menor variação ambiental ao longo da história. Como as áreas tropicais migraram menos com a movimentação tectônica, houve mais tempo para o desenvolvimento das espécies.
- Heterogeneidade do meio físico. As variações que existem no meio físico nestas áreas (umidade, luminosidade, geomorfologia e solos) levam a um grande número de habitats, que permitem diversas espécies.
- Produtividade. Esta é a única causa que gera consenso, pois como as áreas tropicais têm mais umidade e insolação ao longo do ano todo, produzem mais matéria orgânica (fotossíntese) e permitem sustentar um número maior de organismos.

### ===== **Atividade 1** =====

*Atende aos objetivos 1 e 2*

Compare os seguintes biomas: florestas equatoriais e savanas.

Destaque a relação entre meio físico e biótico.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Resposta comentada

Você pode ter percebido algumas diferenças entre esses biomas. Talvez, as principais sejam que as florestas equatoriais têm uma elevada precipitação e, conseqüentemente, uma elevada densidade de vegetação, ao contrário das savanas, que têm uma estação seca bem marcada e, por isso, árvores esparsas e vegetação predominantemente rasteira.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Biomas aquáticos

Quando falamos de ecossistemas aquáticos, estamos falando de uma variedade muito grande, maior do que se pode pensar inicialmente. Falamos da flora e da fauna de praticamente todos os corpos d'água do planeta: lagos, rios e oceanos.

De uma maneira geral, nos ecossistemas aquáticos, a maior parte da fitomassa é fotossintética e de rápida multiplicação (fitoplâncton), e muito da produção primária é incorporada à produção secundária, que normalmente é 15 vezes maior.



Quando dizemos que a produção primária é incorporada à produção secundária, queremos dizer que a biomassa de predadores é bem superior à dos produtores.

---

---

Isto faz com que alguns destes ecossistemas sejam **alóctones**, isto é, necessitam de entradas de energia de produtores externos. O que

### Alóctones

Não é originário da região onde habita.

isto significa? Por exemplo, um lago, muitas vezes, necessita que caiam folhas da floresta adjacente para alimentar parte da sua fauna, já que o volume de produtores não é suficiente para sustentar o sistema. Outro problema comum aos ecossistemas é a entrada de luz, principal fonte de energia dos consumidores. Com o aumento da profundidade, diminui a incidência de luz e, com isso, também diminui a capacidade de produção dos autotróficos.

## Biomas de água doce

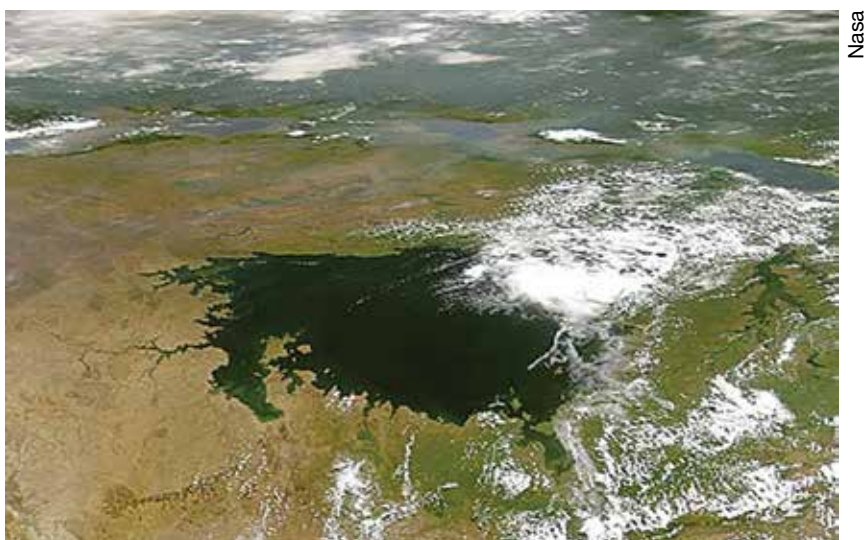
Os biomas de água doce podem ser divididos em três tipos diferentes de ecossistemas (Odum, 1988):

1. Ecossistemas de águas paradas ou lênticos (de *lenis*, “calmo”), que correspondem a lagos e tanques;
2. Ecossistemas de água corrente, ou lóticos (de *lótus*, “lavado”), que correspondem a riachos, rios e mananciais;
3. Ecossistemas onde o lençol freático atinge a superfície, como brejos e pântanos.

A água subterrânea, apesar da sua importância para a recarga de aquíferos e alimentação das plantas, não é considerada um ecossistema, uma vez que a presença de vida aí é quase nula (exceto por algumas poucas bactérias). A água doce, apesar de estar em menor volume no planeta, é a água consumida; assim, a preservação da qualidade destes ecossistemas é importantíssima, tanto que existem várias discussões, no meio científico, sobre maneiras de melhor usar a água, conscientização acerca do seu uso sustentável. Há quem diga inclusive que a água poderá ser, no futuro, um artigo como o petróleo.

Os ambientes lóticos são mais adversos aos organismos, pois apresentam água corrente, e os organismos têm que se adaptar a esta condição, que limita a disponibilidade de nutrientes. Já os ambientes saturados (brejos e várzeas) apresentam condições mais favoráveis, pela maior presença de produtores (vegetação) e de matéria orgânica, o que favorece ao desenvolvimento dos ecossistemas.





**Figura 10.13:** Lago Vitória (África) visto de satélite. É importante observar como a água é parada, em comparação à água dos rios.

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lake\\_victoria\\_NASA.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lake_victoria_NASA.jpg)

**Tabela 2:** Tamanho dos reservatórios de água no planeta.

| Reservatório            | Quantidade (Km3) |
|-------------------------|------------------|
| Oceanos                 | 1.380.000        |
| Calota Polar e geleiras | 29.000           |
| Água subterrânea        | 4.000            |
| Lagos de água doce      | 125              |
| Lagos salinos           | 104              |
| Rios                    | 1,32             |
| Umidade do solo         | 67               |
| Vapor atmosférico       | 14               |

Fonte: Odum&Barret, 2005.

## Biomass Marinhos

Os oceanos correspondem a 75% do planeta Terra, e uma das grandes limitações é a entrada de luz. A vida é mais abundante nas porções superficiais, exatamente porque a entrada de luz é maior, permitindo mais atividade fotossintética e, conseqüentemente, maior produtividade. Mas isto não significa dizer que existam regiões abióticas nos

oceanos. A existência dos peixes abissais, que têm adaptações que lhes permitem viver em profundidades entre 4.000 e 6.000 metros (Odum, 1988), é a prova da existência de vida nesta faixa batimétrica.

Apesar de ser um ambiente contínuo, não significa que não existam barreiras entre as regiões oceânicas. O istmo do Panamá, como já vimos na Aula 2, impediu o contato entre os oceanos Pacífico e Atlântico. Propriedades como temperatura, salinidade e profundidade são as maiores barreiras à movimentação e migração de organismos marinhos.

As águas oceânicas estão em constante movimento, facilitando e dificultando a dispersão de organismos. As causas dessa movimentação são as seguintes:

- Variações de temperatura da água; já que os oceanos são mais quentes próximos aos trópicos e mais frios em direção aos polos. Esta dinâmica está mais associada a correntes mais profundas.
- Dinâmica atmosférica; já que os ventos são capazes de movimentar a água. Dão origem a correntes mais superficiais.
- A Força de Coriolis; que tem como ponto de partida o movimento de rotação da Terra, que faz com que a atmosfera gire em uma velocidade diferente da parte sólida do planeta, e assim dá origem a ventos.

Outro aspecto importante dos ecossistemas marinhos é a influência que a dinâmica de ondas e marés tem nas comunidades mais próximas ao litoral, variando a entrada de luz, sendo a causa de uma série de distúrbios. Por exemplo, uma **comunidade bentônica interdital** pode sofrer grandes alterações na sua densidade a partir de uma ressaca, desencadeadas pela entrada de luz e pela força exercida pelas ondas.

Em síntese, os oceanos se caracterizam como um domínio extremamente heterogêneo, ao contrário do que poderia, a princípio, parecer, com uma complexa cadeia trófica e um ambiente físico bem diversificado, com variações profundas ao longo da sua extensão.

### Comunidade bentônica interdital

Ocorre desde a linha da maré mais alta até a da maré mais baixa. Composta por animais como siris, caranguejos, estrelas-do-mar, etc.

## Atividade 2

*Atende ao objetivo 2*

Diferencie os biomas de água doce dos de água salgada.



---

---

---

### **Resposta comentada**

Os primeiros correspondem aos corpos de rios, lagos e água subterrânea, onde não ocorre água salgada, e são as principais fontes de água doce do planeta. Os organismos sofrem menos com as condições adversas se comparados aos biomas de água salgada, que correspondem aos oceanos, já que a maior profundidade, menor entrada de luz e presença de sal são condições desfavoráveis aos organismos.

---

---

---

### **Conclusão**

Esta aula focou os principais biomas tropicais e aquáticos, destacando como se dá a relação entre o meio físico e o biótico e como esta relação condiciona a própria estrutura dos biomas. Esta relação fica clara a partir da precipitação, abundante na floresta, que permite o pleno desenvolvimento de uma vegetação onde predominam árvores, em contraposição às savanas, onde a estação seca condiciona uma vegetação arbustiva e de gramíneas.

### **Resumo**

- As florestas tropicais e equatoriais são o bioma com maior extensão e diversidade do planeta. Ocupam áreas onde a precipitação é constante ao longo do ano, apresentam florestas densas e fauna extremamente diversa.
- A Floresta Tropical sazonal e os complexos arbustivos ocupam área onde a precipitação é irregular e apresenta uma estiagem marcante. Apresenta predomínio de espécies vegetais xerofíticas, por conta do déficit hídrico.
- As florestas tropicais de savanas ocorrem em áreas com uma sazonalidade bem marcada entre a estação seca e a úmida, onde os indivíduos arbóreos são esparsos e predomina a vegetação rasteira.

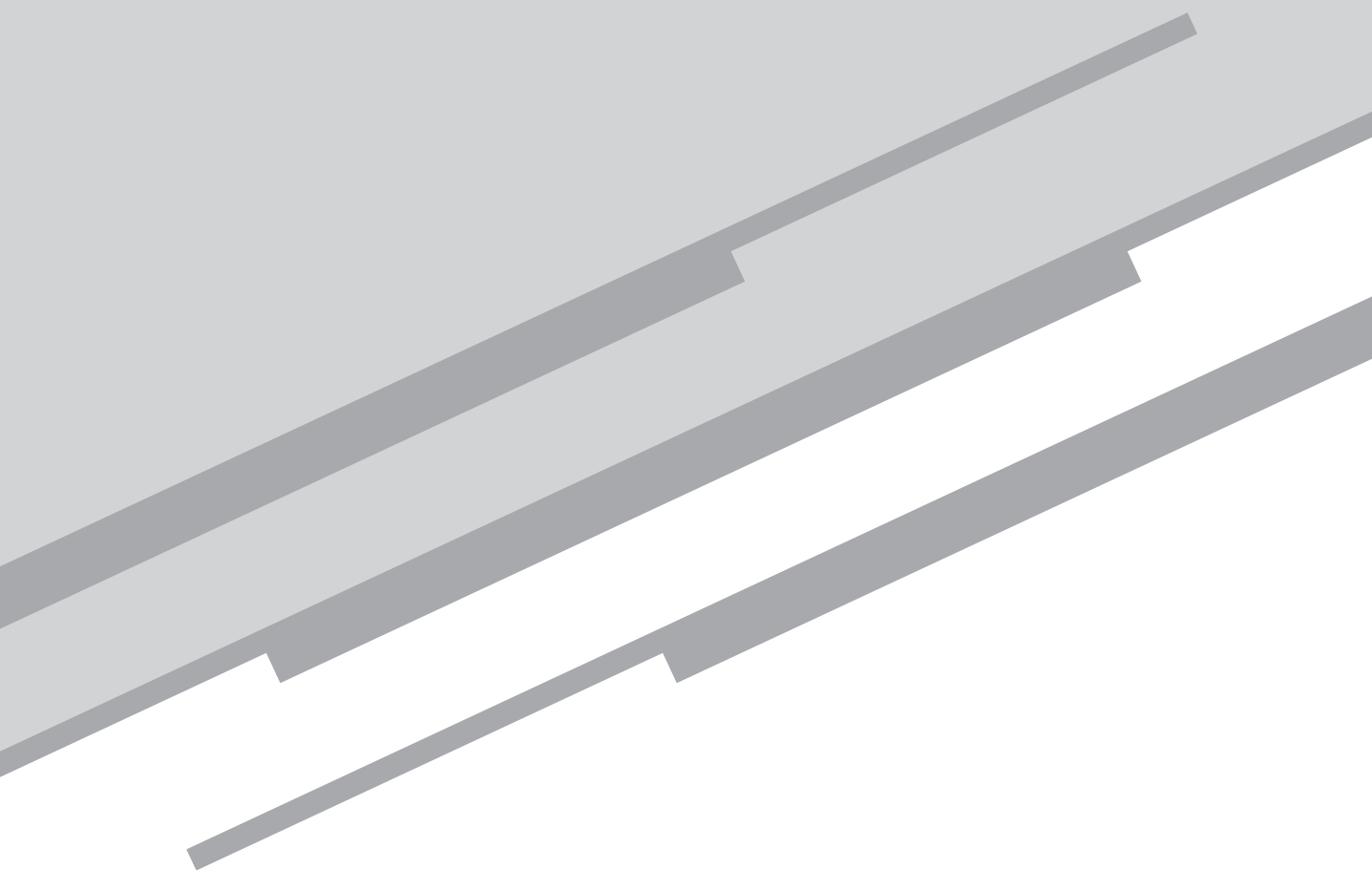
- A floresta de latitude média ombrófila mista apresenta a maior diversidade das áreas das latitudes médias; a vegetação costuma perder as folhas durante o inverno, como uma estratégia de sobrevivência.
- Os biomas aquáticos costumam apresentar menor diversidade em comparação aos terrestres, pela limitação da entrada de luz. Dividem-se em ecossistemas de água doce e salgada.

### **Informações sobre a próxima aula**

Na próxima aula, vamos sair um pouco da nossa escala global e observar alguns ecossistemas que ocorrem no Brasil, mas que não foram integrados e descritos nos grandes biomas terrestres.

# Aula 11

## Biomassas do Brasil



*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Apresentar as características dos principais biomas encontrados no Brasil.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. identificar os biomas e suas relações entre o meio físico e o meio biótico;
2. caracterizar os principais tipos de organismos encontrados nesses biomas.

## Introdução

Nas aulas anteriores, vimos os grandes biomas do planeta, que resultam das relações entre meio físico e biótico, e dão origem a paisagens facilmente identificáveis. Se observarmos o Brasil, dando um *zoom* na escala de observação, podemos identificar uma série de biomas que são um resultado direto dessas relações. O IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) identifica seis grandes biomas no Brasil: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa. A seguir temos o mapa de distribuição dos biomas e uma tabela com a respectiva área de cada um deles.



**Figura 11.1:** Mapa de distribuição dos biomas brasileiros.

Fonte: IBGE, 2004. (<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtml>)

**Tabela 11.1:** Área total dos biomas brasileiros

| BIOMAS<br>CONTINENTAIS<br>BRASILEIROS | ÁREA APROXIMADA<br>(km <sup>2</sup> ) | ÁREA/TOTAL BRASIL |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Bioma AMAZÔNIA                        | 4.196.943                             | 49,29%            |
| Bioma CERRADO                         | 2.036.448                             | 23,92%            |
| Bioma MATA<br>ATLÂNTICA               | 1.110.182                             | 13,04%            |
| Bioma CAATINGA                        | 844.453                               | 9,92%             |
| Bioma PAMPA                           | 176.496                               | 2,07%             |
| Bioma PANTANAL                        | 150.355                               | 1,76%             |
| ÁREA TOTAL BRASIL                     | 8.514.877                             |                   |

Fonte: IBGE, 2004.

O Brasil, com suas dimensões continentais e diversidade de climas, apresenta também grande diversidade de biomas, cujas características vão desde a exuberância da Floresta Amazônica, com suas árvores de grande porte, até os Pampas, cuja paisagem é composta predominantemente por gramíneas. De acordo com Leopoldo Magno Coutinho (2006), o Brasil apresenta grandes extensões naturais ameaçadas, e o desaparecimento dessas paisagens pode levar a danos irreparáveis, como a perda de biodiversidade. É, portanto, fundamental conhecermos as características de cada bioma para preservá-los. Vamos discutir agora cada um deles e suas características.

## Floresta Amazônica

De acordo com o IBGE, na região da Floresta Amazônica, que faz parte do grande bioma de Florestas Tropicais e Equatoriais (como visto na Aula 10), predominam **florestas ombrófilas** densas. A Amazônia ocupa 4.196.943 km<sup>2</sup>, cerca de 49,29% do território brasileiro. Abrange a totalidade de cinco unidades da federação (Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima), grande parte de Rondônia (98,8%), mais da metade do Mato Grosso (54%), além de parte do Maranhão (34%) e do Tocantins (9%). O clima predominante nela é o equatorial, com índices de precipitação que podem chegar a 3.000 mm anuais, bem distribuídos ao longo de todo o ano. Em geral, os solos são pobres, muito lavados, o que

### Florestas ombrófilas

Florestas onde a umidade é constante ao longo do ano todo, sem uma sazonalidade marcante.

torna fundamental uma eficiente ciclagem de nutrientes (já discutida a respeito de florestas tropicais e equatoriais, na Aula 10) para a sustentabilidade da floresta.

Contrariando o senso comum (COUTINHO, 2006), a Floresta Amazônica não é constituída por um único tipo de floresta, por um único bioma, em toda a sua vastíssima extensão. Ali existem diferentes tipos de ecossistemas, com suas particularidades e adaptações para a diversidade de ambientes em que ocorrem. Por eles serem naturais naquela extensão territorial tão grande (a maior dos biomas brasileiros), a Floresta pode até ser considerada um mosaico de biomas. Da mesma forma, Aziz Ab'Saber (2002) também destaca que, apesar de muitas vezes considerarmos a Amazônia como um território relativamente uniforme, o que leva a distorções na sua análise como um todo, existem diversos ecossistemas dentro desse macrobioma, pela multiplicidade de *habitats* que ali encontramos.

De acordo com Coutinho (2006), dentre as diversas formações encontradas, podemos destacar as seguintes:

- floresta de terra-firme: bioma de floresta tropical pluvial, com solos bem drenados, pobres e que são verdes ao longo do ano todo. É o ecossistema predominante na paisagem amazônica. Apresenta árvores de grande porte e uma densa estratificação vegetal.
- floresta de igapó: inundável, desenvolve-se ao longo das margens dos rios, e conseqüentemente, desenvolve adaptações para essas inundações esporádicas. Nesse ecossistema, a maioria das árvores tem entre 2 e 3 m, mas algumas chegam a atingir até 20 m de altura. O termo igapó vem do tupi e significa raiz de rio.
- floresta de várzea: localiza-se entre a terra firme e os igapós. Apresenta cerca de 100 espécies vegetais por hectare. São três as suas categorias: várzea baixa, intermediária (ambas com predomínio de palmeiras e algumas espécies cujas raízes auxiliam na fixação de oxigênio) e várzea alta (com solo menos atingido pelas águas das marés e maior biomassa, graças a espécies arbóreas, como a andiroba). É formada por árvores de grande porte, como a seringueira, as palmeiras e o jatobá.
- caatingas do Rio Negro: bioma de savana arenosa, distrófica, inundável. Esses solos arenosos não são capazes de reter água, por isso a vegetação é menos densa.

- campos rupestres, como os dos picos das serras, nas fronteiras com países vizinhos. Por serem rasos, seus solos não permitem o desenvolvimento de uma vegetação mais densa.

O domínio amazônico não é, portanto, um bioma único. Ele é um mosaico de biomas, resultado da complexidade ambiental que é ali encontrada.

Cerca de 17 milhões de pessoas vivem na região da Floresta Amazônica, a maior parte em áreas urbanas; com base nisso, ela se caracteriza como o bioma com menor densidade populacional do Brasil. De qualquer forma, o desmatamento da área é preocupante, tendo como principais fontes os assentamentos humanos e o desenvolvimento da terra.

Entre 1991 e 2000, a área total de floresta amazônica desmatada para a pecuária e a construção de estradas aumentou de 415.000 para 587.000 km<sup>2</sup>, e a maior parte dessa floresta perdida foi substituída por pastagem para o gado. A taxa anual de desmatamento na Amazônia cresceu entre 1990 e 2003, devido a fatores locais, nacionais e internacionais. A partir de 2004, o ritmo declinou drasticamente, até 2012; entre agosto desse ano e julho de 2013, a área desmatada voltou a crescer, registrando um aumento de 92%. Os impactos diretos desse desmatamento no meio ambiente são a perda de biodiversidade, a liberação de grandes taxas de CO<sub>2</sub> atmosférico (que pode intensificar o efeito estufa) e a fragmentação florestal (que será discutida na Aula 13).

A fauna local é riquíssima, com a maior biodiversidade conhecida do planeta. Há entre 2.500 e 3.000 espécies diferentes de peixes, a maior diversidade de anfíbios conhecidos no mundo, mais de 1.300 espécies de aves e 300 de mamíferos. Espécies como peixe-boi, boto-cor-de-rosa, onça pintada, macaco-aranha, além de espécies variadas de araras, entre outras, são encontradas lá.

A flora também é muito rica, com espécies como vitória-régia (típica de rios), jatobás, cedros (madeiras de lei), além de diversas espécies de palmeiras.





Domínio Público

**Figura 11.2:** Peixe-boi, mamífero que vive nos rios amazônicos.

Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Peixe-boi#/media/File:Manatee\\_photo.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Peixe-boi#/media/File:Manatee_photo.jpg).



Chem7

**Figura 11.3:** Boto-cor-de-rosa, mamífero que vive nos rios amazônicos.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Inia\\_geoffrensis\\_head.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Inia_geoffrensis_head.jpg).

## Mata Atlântica

O bioma Mata Atlântica ocupa 1.110.182 km<sup>2</sup>, ou seja, 13,04% do território nacional. Cobre inteiramente três estados – Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina – e 98% do Paraná, além de porções de

outras 11 unidades da federação. Inicialmente, cobria quase a totalidade das áreas litorâneas do Brasil, mas o processo de ocupação do país levou a seu desmatamento quase total, sobrando cerca de apenas 7% de sua área original. Cerca de 70% da população brasileira (em torno de 120 milhões de pessoas) vivem em áreas que, originalmente, eram de Mata Atlântica. Os remanescentes florestais desse bioma que são encontrados hoje se localizam em regiões mais íngremes, de difícil acesso, o que permitiu sua preservação. As áreas de planícies e baixadas foram praticamente dizimadas.

A Mata Atlântica faz parte do bioma das florestas tropicais e equatoriais. Elas são ombrófilas, com precipitação ao longo do ano todo (entre 0-60 dias secos), temperaturas médias de 25 °C e se desenvolvem em um relevo montanhoso e acidentado, o que gera um grande endemismo (Aula 7) e elevada diversidade. Os solos, em geral, são pobres, distróficos e a decomposição é um processo fundamental para sua manutenção. Existe um gradiente ambiental bem definido nessa mata, baseado nas variações altimétricas, o que gera diversos subtipos de floresta, conforme classifica Athayde Tonhasca Jr (2007):

- floresta ombrófila densa aluvial:

Não varia topograficamente e apresenta sempre ambientes repetitivos nos terraços aluviais dos flúvios. É uma floresta ciliar que ocorre ao longo dos cursos de água, ocupando os terraços antigos das planícies quaternárias. Exemplo: rio Paraíba do Sul.

- floresta ombrófila densa das terras baixas:

Formação que ocupa as planícies costeiras, capeadas por tabuleiros do Grupo Barreiras. Ocorre desde a Amazônia até as proximidades do rio São João, no Rio de Janeiro.

- floresta ombrófila densa submontana:

Possui solos medianamente profundos. É uma formação florestal que apresenta indivíduos arbóreos de alturas aproximadamente uniformes. Suas altitudes mais significativas variam entre 100 e 500 m.

- floresta ombrófila densa montana:

Localiza-se a uma altitude de 500 a 1.500 m, onde sua estrutura é mantida até próximo ao cume dos relevos dissecados, quando solos litólicos influenciam no tamanho dos indivíduos arbóreos. É uma estrutura de dossel mais ou menos uniforme, de 20 m, com casca grossa e rugosas, além de folhas miúdas.

- floresta ombrófila densa alto-montana

É formada por cumes de altas montanhas sobre solos litólicos, apresentando acumulações turfosas onde ocorre a floresta. Possui alto grau de endemismo e é conhecida, também, por *mata nebulosa*.

Essa grande diversidade ambiental leva a um grande número de espécies endêmicas, pois, além das variações de altitude, variações na umidade e na insolação das encostas podem levar a composições de espécies diferentes.

Dentro do bioma de Mata Atlântica, podemos encontrar dois ecossistemas litorâneos característicos, que são as restingas e os mangues.

*Restinga*: As comunidades vegetais recebem influência direta da ação marinha e apresentam gêneros característicos da praia. Nas dunas propriamente ditas, a comunidade vegetal apresenta-se dominada por árvores de pequeno porte. Os solos são pobres e muito secos (por serem arenosos), e as adaptações são semelhantes à de áreas como o semiárido. As plantas são, em geral, heliófitas (resistentes ao sol) e halófitas (resistentes ao sal), e, quanto mais afastadas do mar, maior a diversidade encontrada.



**Figura 11.4:** Exemplo de moita de restinga, com bromélias na borda e indivíduos maiores no centro.

*Manguezal*: Ecossistema de ambiente salobro, situado na desembocadura de rios e regatos no mar, onde, nos solos limosos, cresce uma vegetação adaptada à salinidade das águas, com a seguinte sequência: *Rhizophoramangle*, *Avicenia*, cujas espécies variam conforme a latitude norte e sul, e *Laguncularia racemosa*.

A Mata Atlântica legal foi definida pelo Decreto Federal nº 750/93, que diz que a Floresta Atlântica abrange a floresta ombrófila do litoral, a floresta semidecídua do planalto, a floresta de araucária do Sul, os manguezais, as restingas e os campos de altitude. Assim, a mata de araucárias, espécie adaptada ao clima subtropical, encontrada no planalto sul do Brasil, também entra como um componente da Mata Atlântica.



Ricardo Frantz

**Figura 11.5:** Araucária, típica do planalto sul brasileiro.

Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Araucaria-caxias-do-sul.jpg>.



Jeroen Kransen

**Figura 11.6:** Mico-leão-dourado, espécie endêmica da Mata Atlântica do Rio de Janeiro.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golden\\_lion\\_tamarin\\_portrait3.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golden_lion_tamarin_portrait3.jpg).

## Cerrado

O Cerrado faz parte do bioma de Campos Tropicais e Savanas, com precipitação em torno de 1.500 mm anuais, e uma sazonalidade bem marcante, com verão e primavera bem úmidos e inverno e outono marcadamente secos. Seu relevo é bastante plano e a estrutura de sua vegetação é predominantemente arbustiva, com indivíduos esparsos. O bioma Cerrado ocupa 2.036.448 Km<sup>2</sup>, ou seja, 23,92% do território brasileiro. Abrange a totalidade do Distrito Federal, mais da metade dos estados de Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%) e Tocantins (91%), além de porções de outros seis estados.

De acordo com Coutinho (2006), o Cerrado é considerado uma savana. Esse termo aceita dois conceitos: um de natureza meramente fisionômica e outro referente a um grande tipo de ecossistema, com seu tipo particular de vegetação. A fisionomia savânica ocupa 67% da área do Cerrado, dando unidade geográfica à região. Os campos cerrados, os campos sujos e os campos limpos, não incluídos na fisionomia savânica, perfazem 12%. Os cerradões (que são formações mais fechadas, com



maior número de árvores) cobrem 10%. Adicionando os campos cerrados e os campos sujos à fisionomia savânica, já se chega a mais de 70%, talvez próximo aos 80%. Esse amplo predomínio da fisionomia savânica justificaria considerar-se o Cerrado um bioma de savana.



Jonathan Wilkins

**Figura 11.7:** Cerrado. Pode-se observar a típica estrutura do bioma, com árvores esparsas e vegetação arbustiva.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cerrado\\_Parque\\_Estadual\\_dos\\_Pirineus.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cerrado_Parque_Estadual_dos_Pirineus.jpg).

Outra feição típica do Cerrado são as matas galeria, ou vegetação ciliar, que é mais densa e se localiza próximo a uma floresta ombrófila desenvolvida perto das margens dos rios. A umidade ocasionada pela proximidade dos rios permite que um número maior de árvores se desenvolva. Elas podem servir como corredores ecológicos, inclusive, permitindo a migração de espécies que não sobreviveriam em áreas tão abertas como o Cerrado.



Domínio Público

**Figura 11.8:** Mata ciliar. Pode-se observar como a vegetação é densa próximo às margens do rio.

Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mataciliar.jpg>.

O Cerrado é um dos biomas mais ameaçados atualmente, já que sua área é alvo da expansão da fronteira agrícola brasileira desde a década de 1970, por conta da facilidade de mecanização oferecida por seu relevo plano. O desenvolvimento do agronegócio ameaça o Cerrado tanto pela perda de área original como pela contaminação do solo e do lençol freático. A situação ainda se agrava se considerarmos que esse bioma é uma área com grande número de nascentes, e estas podem tanto ser destruídas como contaminadas, afetando os biomas adjacentes. Some-se a isso a dificuldade de regeneração de áreas de Cerrado, e temos uma situação gravíssima diante de nós.

O Cerrado apresenta fauna e flora muito características, com espécies como o lobo-guará, a ema e diversas aves.



Domínio Público

**Figura 11.9:** Ema, animal típico do cerrado.

Fonte: <https://pixabay.com/pt/ema-flightless-bird-bird-cabe%C3%A7a-853630/>.



Jonathan Wilkins

**Figura 11.10:** Lobo-guará, outro animal comum no Cerrado.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lobo\\_Guar%C3%A1\\_andando.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lobo_Guar%C3%A1_andando.jpg).

## Caatinga

O bioma Caatinga se estende pela totalidade do estado do Ceará (100%) e mais de metade da Bahia (54%), da Paraíba (92%), de Pernambuco (83%), do Piauí (63%) e do Rio Grande do Norte (95%). Abrange, ainda, quase metade de Alagoas (48%) e Sergipe (49%), além de pequenas porções de Minas Gerais (2%) e do Maranhão (1%), e é o único



bioma encontrado exclusivamente no território brasileiro. Cerca de 38 milhões de pessoas vivem nesse bioma, caracterizado pelo baixo IDH da população. A Caatinga apresenta clima semiárido, com chuvas concentradas no verão (cerca de 750 mm anuais) e cerca de 8 meses de estação seca. Sua vegetação é xerofítica (com adaptações para sobreviver em áreas secas, como raízes longas e capacidade de armazenamento de água), e floresce apenas durante os períodos de precipitação, perdendo as folhas no período de estiagem para evitar a perda de água pela evapotranspiração acentuada da área (COUTINHO, 2006). Coutinho ainda considera que encontramos aí uma savana seca, em contraposição à savana úmida do Cerrado. A fauna local é representada por répteis, roedores, insetos, aracnídeos, e pela arara-azul, sapo-cururu, asa-branca, cutia, gambá, preá, veado-catingueiro, entre tantos outros animais.

### IDH (Índice de Desenvolvimento Humano)

Índice que serve de comparação entre os países, com objetivo de medir o grau de desenvolvimento econômico e a qualidade de vida oferecida à população.



Diogo Sergio

**Figura 11.11:** Paisagem típica da Caatinga, com sua vegetação esclerófila.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Xique-xique\\_sf.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Xique-xique_sf.JPG).

Cabe destacar que, na transição entre o domínio amazônico e a Caatinga, nos estados do Piauí e Maranhão, encontramos a chamada *mata de cocaís*, assim conhecida pelo predomínio de espécies como o babaçu e a carnaúba. A maior umidade observada nessa área, que se deve exatamente por ela estar mais próxima à Amazônia, permite o desenvolvimento maior de árvores, que são amplamente exploradas para fins econômicos.



Leonardo Barbosa

**Figura 11.12:** Paisagem típica da mata de cocais, com carnaúbas.Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carnauba\\_ce.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carnauba_ce.jpg).

## Pantanal

No Brasil, o Pantanal ocupa 150.355 Km<sup>2</sup>, ou seja, 1,76% do nosso território, e está presente em dois estados: engloba 25% do Mato Grosso do Sul e 7% do Mato Grosso. A planície do Pantanal é uma área de relevo pouco ondulado, circundada por áreas mais elevadas, o que faz com que esse seja um ambiente de estocagem de água. A paisagem é bem variável ao longo do ano, pois, durante os meses úmidos (verão e primavera), ocorrem as cheias, em que os rios transbordam e o nível de água sobe. Já durante o período seco, as águas baixam, bancos de areia surgem e os rios retornam às suas margens. Essa variação no nível de água entre esses dois períodos é determinante para entendermos a biota que é encontrada na área, que precisa se adaptar a tal dinâmica.

A fauna e flora pantaneiras são muito diversas, com uma floresta bem desenvolvida e adaptada à dinâmica dos alagamentos. De acordo com Coutinho (2006), encontramos aí um mosaico de formações florestais densas. A fauna local é extremamente diversa, sendo encontradas, por exemplo, mais de 650 espécies diferentes de aves. A posição mais baixa desse bioma em relação ao relevo adjacente permite a entrada de muitos nutrientes e matéria orgânica, importantes para o desenvolvimento

do sistema. Mais de 80% do Pantanal se encontra preservado, mas sua principal ameaça ambiental tem origem no Cerrado, de onde vêm, pela via fluvial, os insumos agrícolas usados pelo agronegócio, ameaçando contaminar seus corpos hídricos. Assim, a preservação do Pantanal passa por políticas preservacionistas do Cerrado adjacente.



Cláudio Dias Timm

**Figura 11.13:** O jacaré-do-pantanal é uma espécie típica da região, ameaçada pela ação de caçadores.

Fonte: <https://www.flickr.com/photos/cdtimm/16676651875>.



Ana Raquel S. Hernandes

**Figura 11.14:** Paisagem pantaneira, ameaçada pelo agronegócio no Cerrado.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pantanal\\_Birds.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pantanal_Birds.jpg).



## Pampas

O bioma Pampa se restringe ao Rio Grande do Sul e ocupa 63% do território do estado. Seus solos são predominantemente arenosos, seu clima é subtropical e sua paisagem é composta por gramíneas. Apesar de parecer uma paisagem uniforme e com pouca diversidade, há ali mais de 2.000 espécies diferentes de gramíneas (BOLDRINI; TREVISAN; SCHNEIDER, 2008). Trata-se de um bioma que tem sido amplamente usado para a pecuária extensiva, e vem sendo ameaçado por alguns vetores, como o processo de arenização (SUERTEGARAY, 1994), por meio do qual grandes extensões vêm se transformando em areais pela evolução da atividade pecuária; a substituição de espécies nativas pela gramínea do gênero *Brachiaria*, de origem africana, que funciona como invasora e elimina as espécies locais; e a introdução do cultivo de eucalipto para exportação, que substitui extensas porções originais.



Camila Domingues/Palácio Piratini

**Figura 11.15:** Estação ecológica do Taim, no Rio Grande do Sul.

Fonte: [https://www.flickr.com/photos/governo\\_rs/9136695517](https://www.flickr.com/photos/governo_rs/9136695517).

### Atividade 1

*Atende aos objetivos 1 e 2*

Escolha dois biomas e descreva as principais ameaças a eles.

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Resposta comentada**

Você pode falar sobre a questão do desmatamento da Amazônia e as suas causas, sobre as ameaças ao Cerrado pelo agronegócio, as *Brachiaris* dos Pampas, a contaminação da água do Pantanal pelo agronegócio do Cerrado adjacente, enfim, debater e discutir sobre algum dos temas apresentados ao longo da aula.

---

---

---

## **Conclusão**

A grande extensão territorial do Brasil, e sua consequente grande diversidade ambiental, dá origem a diversos biomas, cada um com suas características próprias e relações entre os meios físico e biótico. O grande desafio é a conservação desses biomas, preservando a biodiversidade nacional e evitando a perda de patrimônios tão importantes.

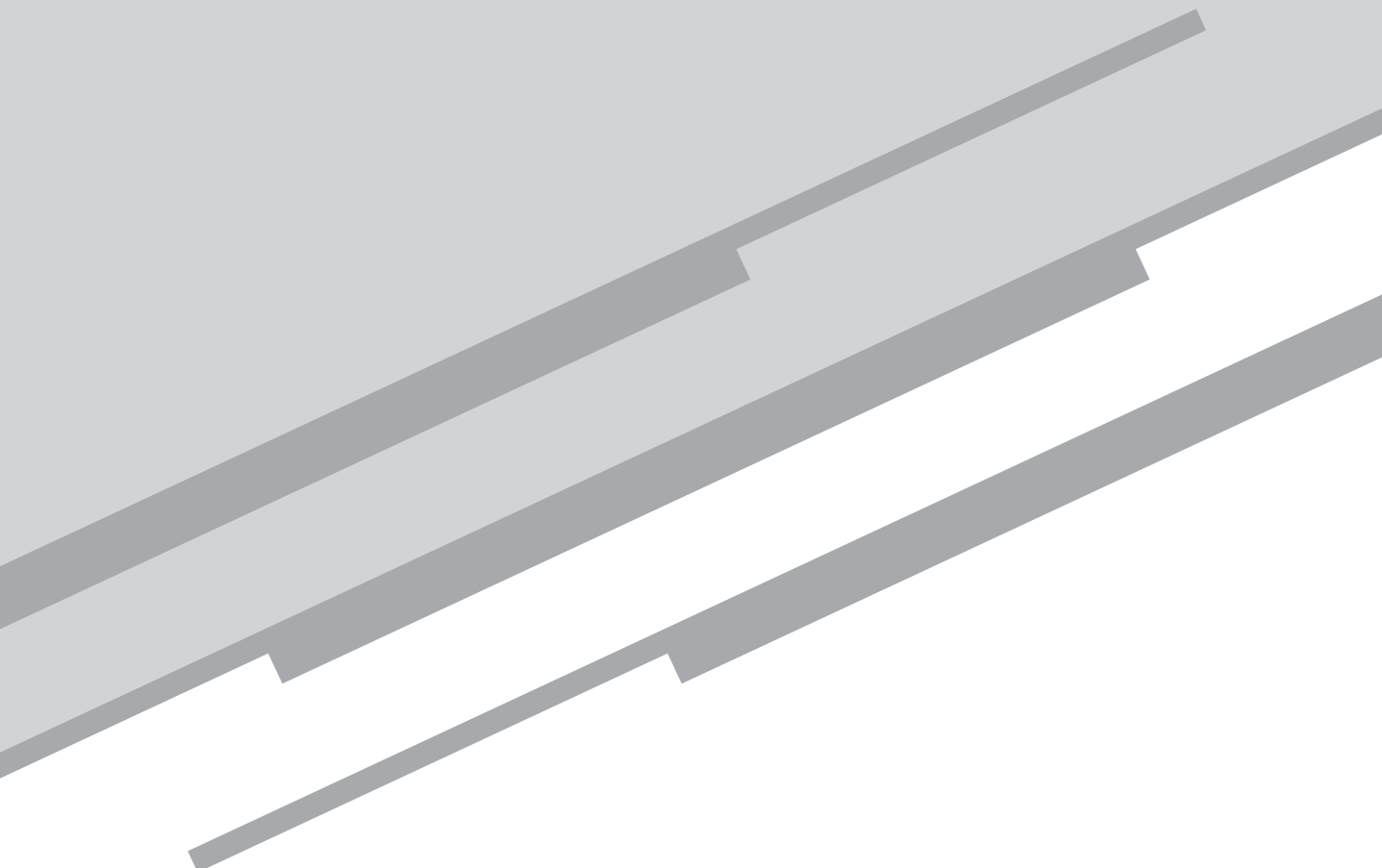
## **Resumo**

- Em função da diversidade ambiental que encontramos no Brasil, podemos identificar seis diferentes biomas em nosso território: Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal e Pampas.
- A Amazônia é caracterizada pela elevada precipitação e por solos pobres, com alta biodiversidade (a maior do planeta) e uma floresta densa e estratificada, ameaçada pelo desmatamento.
- A Mata Atlântica é o bioma que mais foi transformado pelo homem, com apenas 7% de sua área original ainda remanescente. É uma floresta que se desenvolve ao longo das escarpas do conjunto de serras do litoral brasileiro, apresentando também grande diversidade.

- O Cerrado é um dos biomas mais ameaçados pelo avanço do agronegócio, com suas árvores esparsas e biota adaptada ao regime sazonal (verão úmido X inverno seco) típico da área.
- A Caatinga se desenvolve ao longo do semiárido brasileiro, e apresenta uma vegetação de espécies xerofíticas, cuja reprodução depende diretamente da pouca precipitação do período úmido.
- O Pantanal apresenta 80% de sua área ainda conservada, mas é ameaçado diretamente pelo agronegócio do Cerrado.
- Os Pampas, apesar de sua aparência monótona, apresentam grande diversidade de espécies de gramíneas, sendo estas mais de 2.000.

# Aula 12

Biogeografia de ilhas



*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Apresentar os principais fundamentos sobre a biogeografia de ilhas.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. conceituar os diferentes tipos de ilhas;
2. reconhecer as diferenças da dinâmica biogeográfica em ilhas e em áreas continentais;
3. descrever os padrões de biodiversidade em áreas insulares.



## Introdução



Ricardo Eliezer de Souza e Silva

**Figura 12.1:** Ilha Feia, em Santa Catarina.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ilha\\_feia.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ilha_feia.jpg)

Uma das grandes discussões que existem na Biogeografia é o papel que as ilhas têm na biodiversidade, tanto em escala local como regional. É fácil notar que existem diferenças marcantes entre os animais de áreas continentais e insulares, como o tigre de Bengala (que habita as florestas da Índia) e a sua contraparte de Sumatra, por exemplo. O animal continental tem quase o dobro do tamanho, e esse acaba sendo um padrão para os animais.



Christian Torrisen

Greverod

**Figura 12.2:** À esquerda temos o tigre de Bengala e à direita, o tigre de Sumatra. Nas imagens é possível perceber a diferença de tamanho entre ambos.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tiger\\_in\\_Ranthambhore.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tiger_in_Ranthambhore.jpg); Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Panthera\\_tigris\\_sumatrae\\_\(Sumatran\\_Tiger\)\\_close-up.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Panthera_tigris_sumatrae_(Sumatran_Tiger)_close-up.jpg)

Mas o que pode causar essas diferenças? Esta e outras perguntas se abrem: como os organismos chegaram às ilhas? Por que se tornaram espécies diferentes ou subespécies? Será que a ilha se separou do continente por tectonismo ou é uma ilha vulcânica? Quanto o isolamento das ilhas pode afetar as comunidades que ali habitam? Estas são algumas perguntas possíveis, que serão discutidas nesta unidade.

Como pode ser observado em Madagascar, com seus lêmures e baobás, e no arquipélago de Galápagos, onde a observação da fauna peculiar foi essencial para o desenvolvimento da teoria da seleção natural de Darwin, as ilhas apresentam comunidades bióticas bem particulares, e por isso são tão interessantes para o estudo da Biogeografia.

Outro aspecto importante sobre a biogeografia de ilhas é a sua aplicabilidade na conservação ambiental, pois muitas vezes unidades de conservação, por conta de seu isolamento em relação a áreas semelhantes, funcionam como verdadeiras ilhas. Por exemplo, a floresta da Tijuca, no Rio de Janeiro, é um fragmento florestal inserido em uma matriz urbana, isolado dos fragmentos florestais próximos, como a floresta protegida pelo Parque Estadual da Pedra Branca e a floresta do Gericinó-Mendanha, e acaba funcionando quase que como uma área insular. Por isso podemos destacar a biogeografia de ilhas como um dos mais importantes ramos da Biogeografia, e também um dos primeiros a serem trabalhados dentro e fora da Geografia.

### **1. Os diferentes tipos de ilhas e suas consequências para a biogeografia insular**

O ponto de partida para entendermos as características de uma comunidade insular é saber a origem da ilha, isto é, como uma ilha se formou. As ilhas podem se formar de três maneiras diferentes:

podem ter sido originalmente parte de um continente, tendo se separado por aumento do nível do mar ou tectonismo;

podem ser arcos de ilhas vulcânicas originados a partir de subducção;

podem, ainda, ser arcos de ilhas originados a partir de *hotspots*.

O primeiro caso engloba ilhas como a Nova Zelândia e Madagascar, isto é, áreas que originalmente eram continentais, mas, em razão de uma variação de nível do mar ou movimentação do assoalho oceânico, separaram-se do continente. Como eram áreas originalmente continentais, apresentam uma comunidade inicial, além das espécies que posteriormente vão colonizar a área.

No segundo e terceiro casos, estamos falando de ilhas vulcânicas, só que com origens diferentes. Temos como exemplo as ilhas de Cracatoa (formadas por subducção, fenômeno que ocorre em áreas onde a crosta oceânica está “mergulhando” e sendo consumida no manto) e o arquipélago do Haváí (formado por *hotspots*, pontos fixos espalhados pelo planeta, situados a cerca de 700 km de profundidade, a partir dos quais sobem plumas de material magmático para a formação de vulcões).



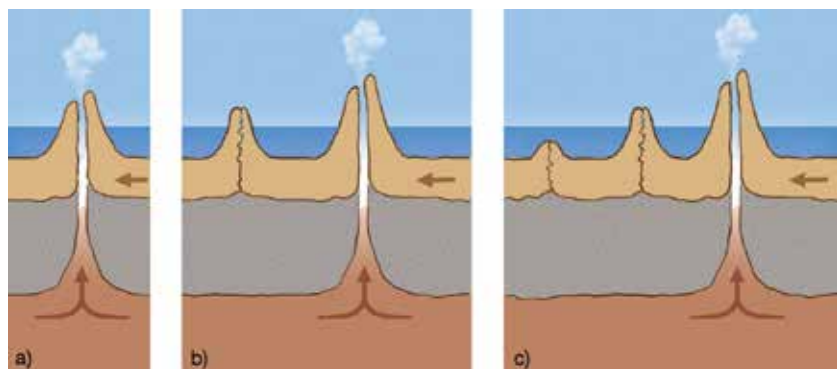
**Figura 12.3:** Mapa da Nova Zelândia, país composto por duas ilhas principais e outras pequenas ilhas.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:New\\_Zeland\\_map.PNG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:New_Zeland_map.PNG)



**Figura 12.4:** Ilha de Cracatoa, na Indonésia.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sunda\\_strait\\_map\\_v3.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sunda_strait_map_v3.png) OK!!



**Figura 12.5:** Dinâmica de hotspot, em que uma série de ilhas se formam a partir da movimentação da placa tectônica e a partir de um ponto fixo de maior atividade vulcânica. Em outras palavras, as ilhas se formam por vulcanismo, a placa se movimenta e, então, novas ilhas se formam.

Essas diferenças na formação das ilhas levam a uma diferença significativa na condição inicial delas, que pode ser resumida da seguinte forma:

- ilhas que originalmente eram áreas continentais apresentam a biota do continente que se modificou a partir da própria evolução;
- ilhas vulcânicas apresentam o predomínio de espécies que lhes chegam por dispersão transoceânica.

Isso significa que as comunidades presentes em ilhas originalmente continentais acabam sendo compostas por parte de organismos que eram originalmente do continente e que acabam evoluindo de forma diferente até surgirem novas espécies. Um exemplo que temos desse caso é a jararaca-ilhoa, espécie de jararaca endêmica da Ilha do Queimado, litoral paulista. Essa ilha surgiu a partir de variações do nível do mar, que a separaram do continente, permitindo a especiação alopátrica (MONTEIRO, 2010). Assim, as jararacas-ilhoas apresentam diversas características diferentes da sua contraparte continental, todas associadas a sua adaptação para o ambiente insular. Além de terem menor porte, são arborícolas e se alimentam de aves, ao contrário das jararacas comuns, que são terrestres e se alimentam de mamíferos.

Felipe Sússekkind



**Figura 12.6:** À esquerda vemos a jararaca comum e à direita, a jararaca-ilhoa. Perceba as diferenças entre as duas espécies.

Fonte: <https://www.flickr.com/photos/felipesussekkind/5992689190/in/photostream/>;

Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jararaca-ilhoa.jpg>

Já no segundo caso, o das ilhas vulcânicas, existe a necessidade da chegada de espécies via dispersão, pois nelas não existem comunidades originais, ou seja, não ocorre o processo sucessional que vai alterando a configuração delas ao longo do tempo. Nessas áreas, graças à formação de arquipélagos, pode-se potencializar a dispersão interinsular, dando origem à especiação de arquipélago. O que isso significa? Que uma

espécie que chega em uma ilha do arquipélago pode posteriormente ocupar novas ilhas próximas, e depois sofrer especiação e dar origem a uma espécie diferente, por ilha. Esse processo foi observado por Cronk (1997) no Havaí.

É interessante notar que, por vezes, pode ocorrer o choque entre ilhas e áreas continentais que estão em placas tectônicas diferentes, como foi o caso do choque da placa Indiana com a da Eurásia há alguns milhões de anos. Ilhas que entram em choque com áreas continentais podem dar origem a comunidades mais complexas, com organismos tanto originais como advindos de outros pertencentes ao continente.

### ===== **Atividade 1** =====

#### *Atende ao objetivo 1*

Explique quais os diferentes tipos de ilhas e como a sua origem interfere na diversidade de espécies.

---

---

---

---

---

#### **Resposta comentada**

Existem três tipos de ilhas: aquelas que já fizeram parte do continente e, por isso, terão fauna e flora muito próximas às da sua área de origem, bem como ilhas de origem vulcânica, que podem ser por subducção ou formadas a partir de *hotspots*, que dependerão da dispersão para serem ocupadas.

---

---

---

### **Como a vida chega às Ilhas?**

Um dos grandes desafios para o desenvolvimento dos ecossistemas insulares é a chegada de organismos às ilhas. A água do mar pode ser considerada uma grande barreira, não sendo facilmente vencida pela



maioria deles. Podemos destacar quatro mecanismos principais a partir dos quais os organismos conseguem chegar às ilhas:

1. dispersão pelo mar, com organismos que têm adaptações para cruzar as barreiras, e não viver nelas. Normalmente são espécies que vivem no litoral;
2. dispersão por intermédio de aves e morcegos;
3. transporte de animais pequenos e sementes pelo vento;
4. dispersão a partir de detritos.

No primeiro caso, podemos destacar espécies como as que encontramos nos manguezais da região do Atlântico-Caribe, que apresentam propágulos capazes de sobreviver por muito tempo na água salgada. Por exemplo, o propágulo do gênero *Rizophora* (conhecido também como mangue-vermelho) tem a capacidade de sobreviver por mais de 365 dias nesse meio. Levando-se em conta que esse gênero teve a sua origem na região do indo-pacífico, ele cruzou uma grande extensão territorial para chegar à região do Atlântico-Caribe.



BotBln

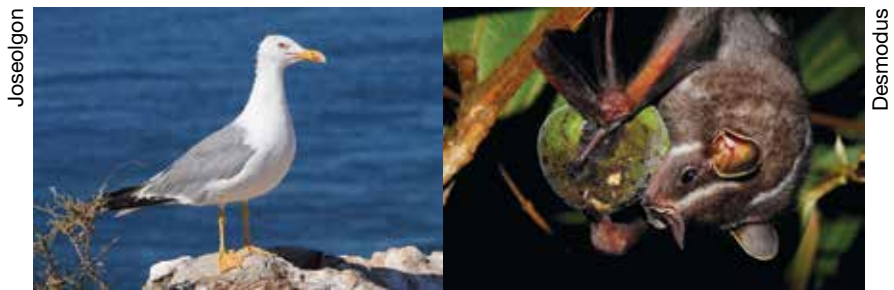
**Figura 12.7:** *Rizophora*.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhizophora\\_mangle\\_BotGardBln1105RootsLeaves.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhizophora_mangle_BotGardBln1105RootsLeaves.JPG)

No segundo caso estamos falando de zoocoria (assunto já abordado na Aula 7), já que aves e morcegos são animais com grande capacidade

de movimentação e, dependendo da distância da ilha a uma área-fonte, conseguem dispersar sementes e animais menores para áreas mais afastadas, por meio do voo.

O terceiro caso ocorre apenas em animais muito pequenos, como insetos, e sementes muito pequenas, como as de samambaias. Ventos fortes são capazes de transportar por longas distâncias esses organismos, podendo fazer com que cheguem a ilhas.



**Figura 12.8:** Aves, como a gaivota, e morcegos são excelentes dispersores para as plantas e conseguem atingir áreas muito distantes do ponto de origem delas.

Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gaivota-Ferragudo.JPG>; Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Platyrrhinus.jpg>

O quarto caso pode ocorrer com animais de médio porte, como alguns répteis, anfíbios e até mamíferos menores. Os detritos podem funcionar como “balsas”, permitindo a chegada deles a novas áreas. Censky, Hodge e Dudley (1998) observaram que, após os fortes furacões de 1995, uma população de 15 iguanas verdes chegou até a ilha de Anguilla em troncos de árvores. A população que consistia de machos e fêmeas com capacidade de reproduzir ocupou e se estabeleceu na área. Pelos cálculos dos pesquisadores, o grupo deve ter percorrido cerca de 250 km, sendo originário da ilha de Guadalupe.

Não é simples o processo pelo qual novos organismos chegam às ilhas, mas é parte fundamental para entendermos a dinâmica das comunidades.



## Atividade 2

### Atende ao objetivo 2

Identifique a forma como cada uma destas espécies pode atingir uma área insular:

*Rizophora mangle* (mangue-vermelho): \_\_\_\_\_

Morcegos: \_\_\_\_\_

Lagartos: \_\_\_\_\_

Samambaia (pteridófitas em geral): \_\_\_\_\_

### Resposta comentada

*Rizophora mangle* (mangue-vermelho): Dispersão hidrocória, através da água do mar, já que essa espécie tem alta resistência à salinidade.

Morcegos: A partir do próprio voo.

Lagartos: Transportados por detritos, que funcionam como canoas.

Samambaia (pteridófitas em geral): Dispersão anemocórica, pois tem sementes leves e facilmente transportáveis.

## Diversidade em ilhas

De acordo com Cox e Moore (2009), a diversidade em ilhas vai depender diretamente do tamanho, isolamento e diversidade de *habitats* existentes nelas. A tendência é que, quanto maior a ilha, maior seja a diversidade, uma vez que ela contém um volume maior de recursos e tende a apresentar um número maior de *habitats* distintos, o que, por sua vez, leva a uma quantidade maior de nichos e, conseqüentemente, maior diversidade. A tabela abaixo (Cronk, 1997) nos mostra isso, relacionando a área de ilhas na Oceania com o número de gêneros de aves ali encontradas.

**Tabela 12.1:** Relação área x número de gêneros de aves encontradas

| Área              | Tamanho (km <sup>2</sup> ) | Gêneros de aves encontradas |
|-------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Ilhas Salomão     | 40.000                     | 126                         |
| Nova Caledônia    | 22.000                     | 64                          |
| Ilhas Fiji        | 18.500                     | 54                          |
| Novas Hébridas    | 15.000                     | 59                          |
| Arquipélago Samoa | 3.100                      | 33                          |
| Ilhas Sociedade   | 1.700                      | 17                          |
| Toga              | 1.000                      | 18                          |
| Ilhas Cook        | 250                        | 10                          |

Além do tamanho, é importante considerar a topografia, pois relevos acidentados podem gerar um número maior de *habitats* e potencializar o número de espécies.

A distância também é um fator-chave para entendermos a diversidade em ilhas. Normalmente, quanto mais distante a ilha for de uma área continental (que funcionará como área-fonte), maior será a dificuldade para imigração e incorporação de novas espécies. Cronk (1997) observou que a diversidade cai cerca de dez vezes em ilhas muito afastadas do continente, consequência da dificuldade de acesso a elas.

Um fenômeno interessante que pode acontecer em ilhas é a irradiação adaptativa, em que, a irradiação de uma espécie de um arquipélago dá origem a diversas espécies em ilhas próximas. Um exemplo que temos é que, das 1.300 espécies de *Drosophilas* (moscas da banana) conhecidas, cerca de 500 se encontram no arquipélago havaiano, em função do ambiente favorável para a especiação alopátrica que as ilhas fornecem.



**Figura 12.9:** Drosophila.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drosophila\\_repleta\\_lateral.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drosophila_repleta_lateral.jpg)

Um aspecto importante em relação às ilhas é a sua susceptibilidade a perturbações. Exemplo: espécies insulares de aves correspondem a apenas 20% do total no planeta, mas contribuem com 90% dos gêneros extintos desde o ano de 1.600. Isso ocorre porque ilhas são menores e têm populações menores, logo é mais complexa e difícil a recomposição de suas populações após uma perturbação.

É por esses estudos em áreas relativamente isoladas e de difícil comunicação que os conhecimentos de biogeografia de ilhas têm sido aplicados à gestão de unidades de conservação e aos estudos de fragmentação florestal. Problemas como a conectividade e a dificuldade de manutenção da viabilidade ecológica em pequenos fragmentos são amplamente trabalhados na biogeografia de ilhas e fornecem um importante arcabouço teórico para a gestão. O tamanho de um fragmento vai influenciar na sua viabilidade? Como se dá a diversidade nesse fragmento? Essas são algumas questões já levantadas pela biogeografia de ilhas.

### Atividade 3

#### *Atende ao objetivo 3*

Como o tamanho de uma ilha afeta sua biodiversidade?

---



---



---

---

---

### **Resposta comentada**

De maneira geral, quanto maior a ilha, maior a sua disponibilidade de recursos e, conseqüentemente, maior a diversidade ali presente. Porém, a diversidade de *habitats* tem um papel importante nisso, pois, se há um grande número de *habitats* diferentes, haverá a existência de vários nichos, permitindo, assim, que muitas espécies sobrevivam em uma mesma área.

---

---

### **Conclusão**

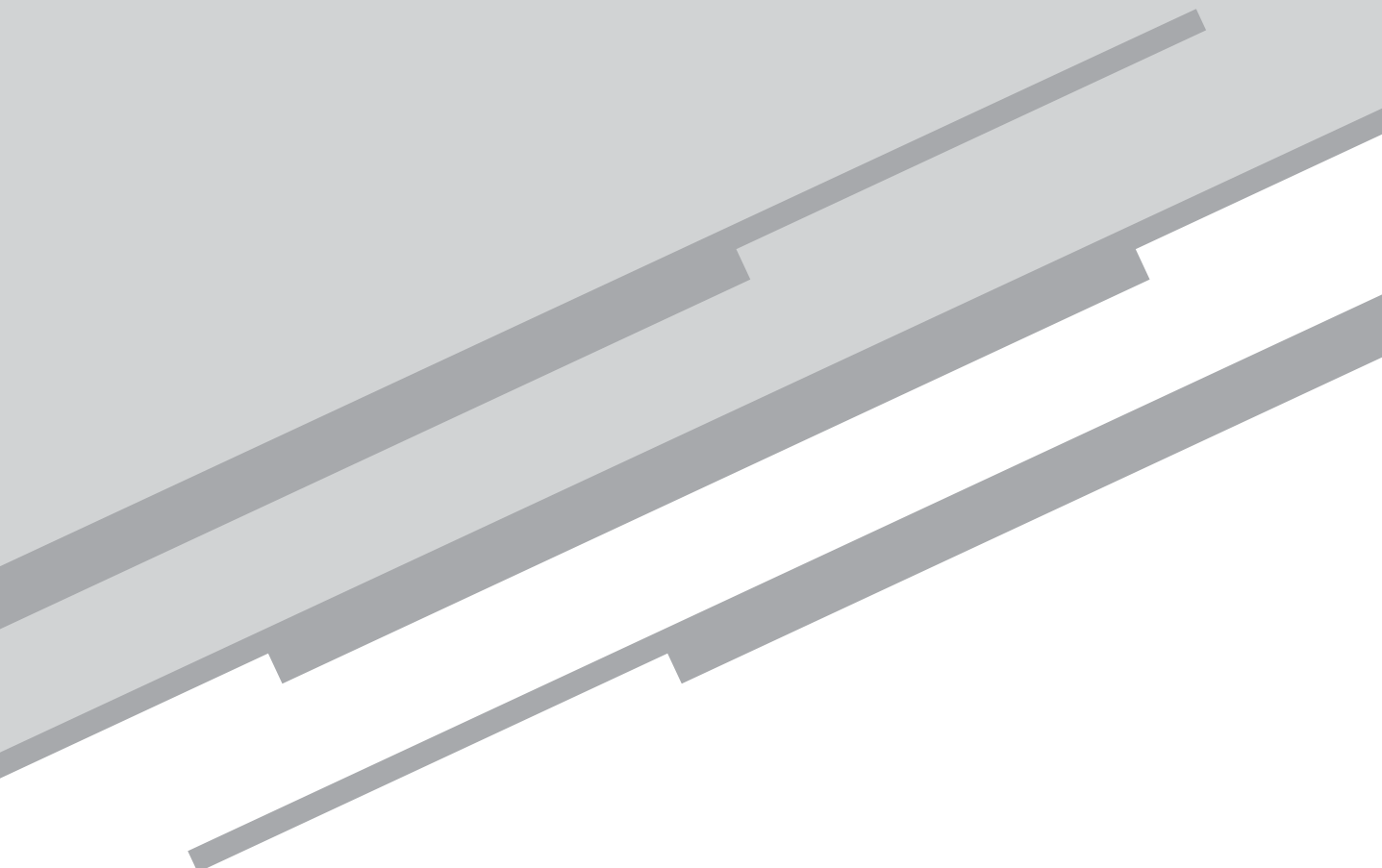
A biogeografia de ilhas é um importante ramo dentro da Biogeografia, tratada tanto por biólogos como por geógrafos afins. Sua teoria vai fundamentar discussões como a fragmentação florestal e o manejo de unidades de conservação, como veremos nas aulas a seguir.

### **Resumo**

- Existem três tipos diferentes de ilhas: as que se originaram a partir de áreas continentais, os arcos de ilhas vulcânicas que surgiram a partir de subducção e os arcos de ilhas vulcânicas que surgiram a partir de *hotspots*. A origem da ilha será fundamental para entendermos os principais processos biogeográficos que nela ocorrem.
- Outro aspecto importante é como os organismos chegam às ilhas. Essa chegada pode acontecer de duas formas: ou os organismos já existem anteriormente na ilha (caso seja uma área originalmente continental) ou eles chegam a ela a partir de dispersão, por exemplo, por intermédio de animais ou do vento.
- A diversidade de espécies em ilhas vai ser regulada pelo tamanho, grau de isolamento e diversidade de *habitats* da ilha.

# Aula 13

## Fragmentação florestal e conservação



*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Explicar o processo de fragmentação florestal, suas causas, consequências, elementos básicos e a necessidade de se preservar/conservar o que sobrou de áreas verdes nos dias de hoje.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. identificar os impactos decorrentes da ação antrópica sobre a flora e a fauna;
2. descrever o processo de fragmentação florestal e seus elementos básicos;
3. identificar e compreender o comportamento de variáveis associadas à fragmentação;
4. identificar como o processo de fragmentação florestal afeta a biodiversidade, considerando, separadamente, os impactos sobre a flora e a fauna locais.

## Introdução

### Por que a fragmentação florestal é tão nociva?



**Figura 13.1:** “A primeira visão pode ser dois pontos vermelhos brilhando na densa escuridão à frente. A segunda, um vulto com que o carro se choca. De acordo com o Centro Brasileiro de Estudos em Ecologias de Estradas (CBEE), cerca de 450 milhões de animais silvestres – ou selvagens – morrem atropelados todos os anos nas rodovias brasileiras. Isso corresponde a 15 animais mortos por segundo, o mesmo tempo que levamos para piscar os olhos.

Fonte: Adaptado de: <http://goo.gl/9T3Stcl>

Já conversamos, nas aulas anteriores, que, na história natural do Planeta, o homem é o organismo com o maior poder de transformação do espaço. Essa transformação ocorre, de maneira significativa, sobre os vários ecossistemas. Uma das consequências deste processo é a **fragmentação** da paisagem, que vem transformando extensas áreas naturais em pequenos fragmentos desconexos, ameaçando a biodiversidade e a própria vida na Terra.

Uma das tristes consequências deste processo de fragmentação é o atropelamento cotidiano de animais que atravessam as pistas das rodovias do nosso país. Um grande exemplo de fragmentação é o experimentado pela Mata Atlântica, que originalmente recobria praticamente toda a zona litorânea do Brasil e que está atualmente restrita a apenas 7% da sua área original, dividida em inúmeros fragmentos isolados.

### Fragmentação

Processo de dividir o todo em partes. Em relação às florestas, podemos pensar numa floresta que foi derrubada, mas que partes dela foram deixadas mais ou menos intactas.

Fonte: <http://goo.gl/veBJEH>

A pergunta que se faz, então, é: além de causar como consequência o atropelamento de animais nas estradas, por quais outros motivos a fragmentação florestal é tão nociva? O problema é que essas partes que ficam isoladas passam a ter condições ambientais, em seu entorno, diferentes das originais, alterando toda a dinâmica de vida dos ecossistemas afetados. Vamos aprender, nesta aula, como essa dinâmica ocorre.

A fragmentação florestal, além de diminuir a cobertura de vegetação original, permite a entrada de efeitos degenerativos das áreas externas ao fragmento a partir do que chamamos de efeito de borda, que discutiremos a seguir, levando à degeneração da floresta e a uma maior dificuldade na recuperação dos ecossistemas perturbados.

No ambiente original, quando a vegetação é retirada, toda a biota que está adaptada a uma determinada condição do meio físico passa a ser obrigada a conviver em uma condição bem diferente, o que faz com que a vegetação comece a se tornar mais sensível a doenças e tenha menor condição de sobrevivência e, como consequência direta deste processo, a vegetação passa a se degradar, e o fragmento, dependendo do tamanho e da forma, pode até diminuir. Foi observado que, na Amazônia, fragmentos inferiores a 10ha de área sofrem o efeito de borda ao longo de toda a sua extensão e são altamente impactados.

Outro problema associado à fragmentação é o isolamento do fragmento, cuja principal consequência é a impossibilidade de comunicação, principalmente entre a fauna dos diferentes fragmentos. É por isso que, atualmente, quando se fala em gestão de fragmentos na paisagem, fala-se tanto em corredores ecológicos (que serão discutidos mais à frente), que são fundamentais para manter a conectividade (possibilidade de contato) entre os diferentes fragmentos.

A questão que surge desta discussão é que se sabe da necessidade do homem de ocupar novas áreas e aproveitar o espaço, mas isto tem que ser feito de forma sustentável, para que as paisagens naturais não sejam eliminadas. O entendimento do processo de fragmentação, então, se faz fundamental para a **sustentabilidade**.

## Sustentabilidade

Dar suporte a alguma condição, a algo ou alguém em algum processo ou tarefa. Atualmente, o termo é bastante utilizado para designar o bom uso dos recursos naturais da Terra, como a água, as florestas, etc.

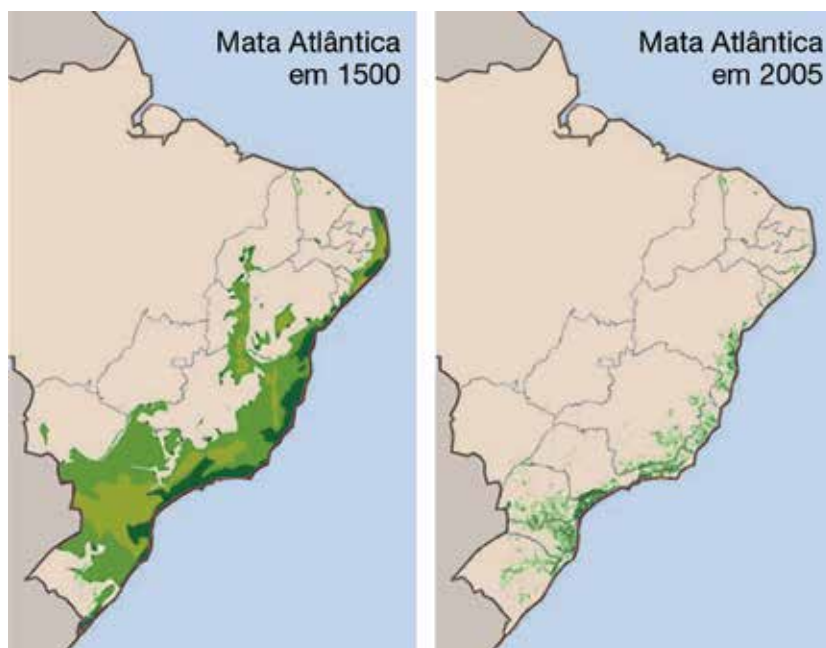
## O processo de fragmentação e seus elementos básicos

Fragmentação é o processo em que um *habitat* contínuo é dividido em manchas ou fragmentos, mais ou menos isolados, ou seja, uma extensa mancha de *habitats* naturais vai sendo reduzida a manchas me-



nores e descontínuas na paisagem. A *fragmentação acelerada que vem ocorrendo nos últimos 100 anos é consequência direta da ação humana, com a derrubada de paisagens naturais originais e a sua substituição por áreas rurais e urbanas*. O processo é consequência direta do uso dos recursos naturais pelo homem, que derruba áreas naturais numa velocidade maior do que a capacidade destas de se recuperarem.

A figura abaixo, mostrando a evolução do processo de desmatamento no bioma de Mata Atlântica, ilustra bem como se dá o processo de fragmentação. Em 505 anos, o que era uma mancha contínua tornou-se diversos fragmentos na paisagem, levando a uma diminuição da biodiversidade e extinção de espécies (Tonhasca Júnior, 2007).



**Figura 13.2.:** A imagem ilustra a evolução do processo de desmatamento no bioma de Mata Atlântica. Repare que, em 1500, a mancha verde era contínua e extensa; entretanto, em 2005, transformou-se em fragmentos isolados de mata.

Nesse momento, torna-se, então, importante definirmos os *elementos básicos da paisagem no processo de fragmentação*:

- Fragmentos
- Matriz
- Bordas
- Corredores ecológicos

## Fragmentos

*Fragmentos são os remanescentes florestais, isto é, aqueles elementos da paisagem que “sobreviveram” à fragmentação e são testemunhos da paisagem original (FORMAN, 1995).*

Podemos usar como exemplos de fragmentos florestais de Mata Atlântica a floresta da Tijuca e a floresta que recobre o maciço da Pedra Branca, na cidade do Rio de Janeiro. Como vimos na Figura 13.2, tudo o que sobrou de Mata Atlântica no Brasil está distribuído em fragmentos e, por isso, a área se encontra tão vulnerável, uma vez que apenas 7% de sua área original permanecem preservados e altamente ameaçados pela proximidade de grandes centros urbanos.



**Figura 13.3:** A figura destaca os maciços da Tijuca e da Pedra Branca, além do Maciço de Gericinó. Nela, você poderá perceber que há três manchas relativas aos fragmentos florestais que restaram da Mata Atlântica.

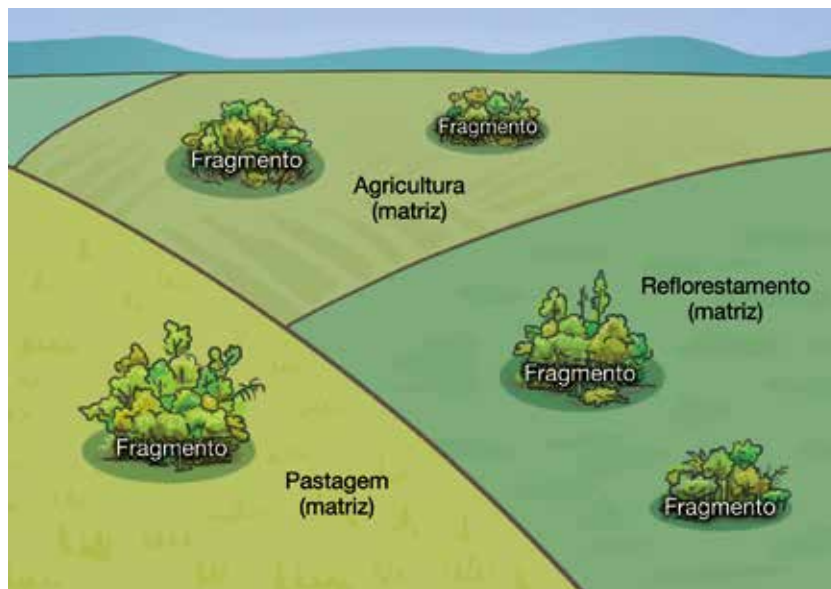


**Figura 13.4:** Nesta imagem, trazemos o Maciço da Pedra Branca (que você pôde localizar no mapa da Figura 13.3) por trás de construções residenciais, para cuja edificação, muito provavelmente, foi necessário o desmatamento de uma área significativa da Mata Atlântica.

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Maci%C3%A7o\\_da\\_Pedra\\_Branca#/media/File:Bangu\\_3.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Maci%C3%A7o_da_Pedra_Branca#/media/File:Bangu_3.jpg)

## Matriz

*Classifica-se como matriz o entorno do fragmento onde o ambiente se diferencia significativamente (HUGGET, 1996). A matriz é toda aquela área que trocará matéria e energia com o fragmento; logo, a extensão dos impactos e efeitos degenerativos nos fragmentos dependerá diretamente das características da matriz.*



**Figura 13.5:** A matriz é o entorno do fragmento, a área que está em volta dele e que foi adaptada a alguma atividade determinada, podendo ser, por exemplo, área dedicada à agricultura, à pastagem ou ao reflorestamento, entre outras.



### Atenção

A extensão dos efeitos degenerativos nos fragmentos dependerá das características específicas de cada matriz.

A extensão dos efeitos degenerativos nos fragmentos dependerá das características específicas de cada matriz. Por exemplo, se a matriz é rural, pode ser que o fragmento seja afetado pelos agrotóxicos oriundos da cultura; se a matriz for urbana, pode ser que o fragmento seja afetado por resíduos de combustíveis fósseis, como foi observado por OLIVEIRA (1987) na floresta da Tijuca, onde observou altos teores de chumbo na serrapilheira, associados à queima de gasolina pelos veículos automotores. Assim, um dos pontos principais para se entender os impactos da fragmentação é a relação entre fragmento e matriz.



## Serrapilheira ou manta morta

É a camada formada pela decomposição e acúmulo da matéria orgânica morta que reveste superficialmente o solo ou o sedimento aquático, em diferentes estágios de decomposição. É a principal via de retorno de nutrientes ao solo ou sedimento.



Danny Steaven

Fonte: <http://dicionarioportugues.org/pt/serrapilheira>

---

## Borda

*A área de contato entre o fragmento e a matriz é conhecida como borda.* É a partir da borda que ocorrerão as interações entre o fragmento e as áreas circundantes (Turner et al, 2003).

Por exemplo, se um fragmento florestal está adjacente a uma área gramínea, a velocidade do vento e a insolação serão maiores nas áreas próximas às bordas e, conseqüentemente, os efeitos degenerativos virão da borda em direção ao interior do fragmento.

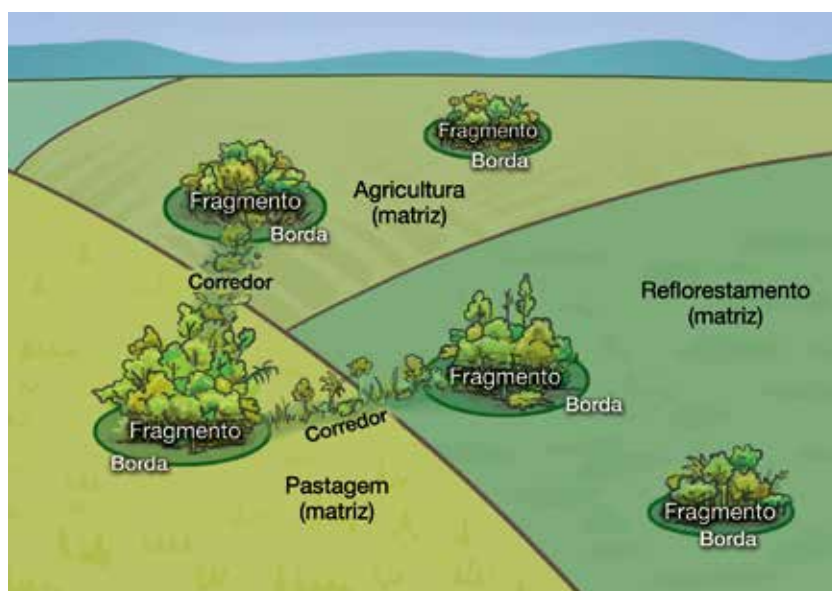


Achilles

**Figura 13.6:** A figura destaca a relação borda/floresta em uma floresta temperada na Holanda. A imagem mostra bem como se dá essa diferença ambiental entre o fragmento e a borda, pois as árvores da área florestal funcionam como um filtro para a luz solar e o vento, o que pode ser prejudicial a espécies que estão no interior do fragmento.

## Corredores ecológicos

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, corredores ecológicos “são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação que possibilitam, entre elas, o fluxo de genes e movimento da biota, facilitando a dispersão das espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam, para sua sobrevivência, áreas com extensão maior do que aquelas das unidades individuais” (BRASIL, 2000).



**Figura 13.7:** Corredores ecológicos são responsáveis pela ligação entre diferentes fragmentos, permitindo, assim, a troca genética entre estes.

Os corredores podem ser muito variáveis na paisagem, podendo ser contínuos ou descontínuos, como uma mata ciliar ou mesmo um fragmento de menor tamanho.



Mata ciliar são florestas ou outros tipos de cobertura vegetal nativa que ficam às margens de rios, igarapés, lagos, olhos d'água e represas. Podem ser facilmente observáveis no domínio do Cerrado brasileiro, pois a maior umidade permite o desenvolvimento de árvores de grande porte. Entretanto, como exemplo, trazemos esta imagem da mata ciliar em Ebenthal, na Áustria.



Johann Jaritz

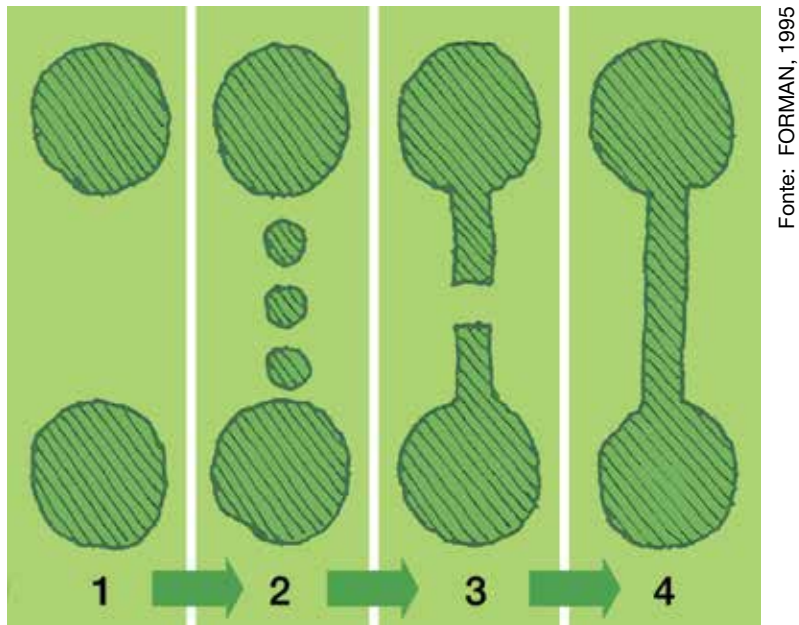
Fonte: <http://goo.gl/oD3ACL>

---

## Variação nos graus de conectividade

A figura a seguir (adaptada de FORMAN, 1995) mostra como podem funcionar os corredores, partindo de uma situação de menor conectividade (1) para uma situação de maior conectividade (4). É importante destacar que o corredor pode variar de espécie para espécie; por exemplo: uma determinada espécie de ave tem uma maior autonomia de movimentação que uma espécie de mamífero terrestre e, assim, para essa espécie de ave, é mais fácil encontrar corredores adequados.





**Figura 13.8:** A figura ilustra o grau de conectividade dos corredores ecológicos. Cada grau de conectividade está associado a um tipo de funcionalidade. Quanto maior for a conectividade, maior será a troca entre os fragmentos e, conseqüentemente maior a sua capacidade de resistir a impactos.



**Figura 13.9:** Esta ilustração é baseada no ecoduto Borkeld, na Holanda. Nela, você pode perceber a funcionalidade de um ecoduto do tipo 4.



### Corredores ecológicos no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)

No Brasil, os corredores ecológicos são criados por ato (portaria) do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Até o momento, foram reconhecidos somente dois corredores ecológicos aqui no nosso país: o Corredor Capivara-Confusões e o Corredor-Caatinga.



Para saber mais sobre o projeto e sobre esses corredores, acesse o site do MMA: <http://goo.gl/vh95em>

Para saber mais sobre o SNUC, acesse: <http://goo.gl/eMtYsB>

Agora que você já conheceu os elementos básicos da paisagem no processo de fragmentação (fragmentos, matriz, bordas e corredores ecológicos), podemos dizer que a fragmentação florestal, então, é resultado direto da diminuição das áreas naturais, tanto pelo crescimento de áreas urbanas como pela substituição de áreas naturais por áreas agrícolas. Assim, o processo de fragmentação é progressivo e tem como principal consequência a criação de *habitats* ruins em larga escala, tanto pela destruição das áreas naturais como pela propagação do efeito de borda, que são efeitos degenerativos que se propagam da matriz em direção ao fragmento - e esse efeito é progressivo. Com isso, uma área que sofreu fragmentação continua degenerando-se, em função da maior entrada de luz e vento, tornando mais difícil a sua recuperação.

---

---

**Atividade1**

---

---

*Atende aos objetivos 1 e 2*

Você já brincou de “faz de conta”? Certamente que sim! Vamos brincar juntos? Vamos fingir que estamos sobrevoando este pedaço de floresta ilustrado a seguir. Com base nesta vista aérea privilegiada e nos conhecimentos adquiridos nesta aula, o seu trabalho será identificar e explicar os elementos básicos da fragmentação desse ambiente, assim como se você estivesse fazendo o papel de um fiscal ambiental. Está lançado o desafio! Caso precise, não se importe em fazer anotações na figura; o livro é seu!



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Resposta comentada



- Fragmentação: é o processo em que um *habitat* contínuo é dividido em manchas ou fragmentos mais ou menos isolados;
- Fragmento: Quando se fala de fragmentos florestais, normalmente, fala-se de *remanescentes*; e estes se diferenciam em relação a tamanho, número e localização;
- Borda: área de contato entre o fragmento e a matriz;
- Matriz: o entorno do fragmento, onde o ambiente se diferencia significativamente;
- Corredores: responsáveis pela conectividade entre fragmentos. Podem ser fragmentos menores, mata ciliar, etc.

---

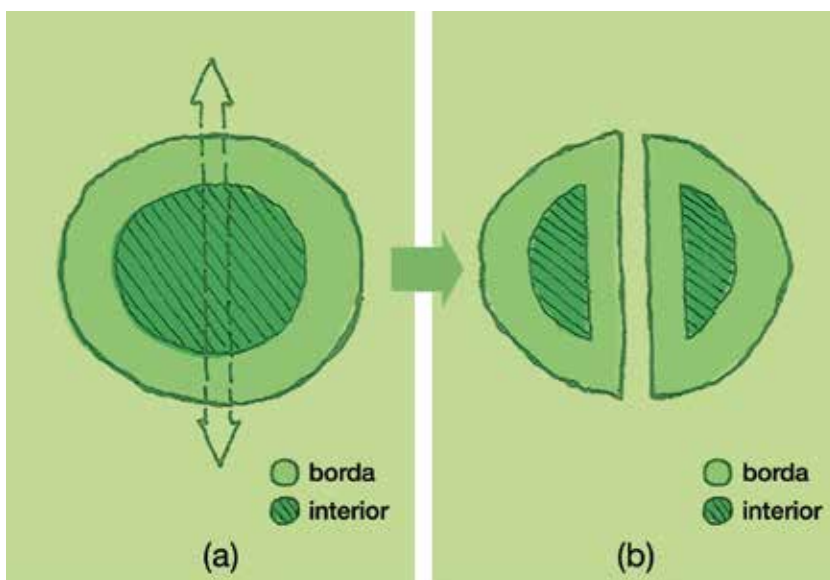
---

## Variáveis associadas à fragmentação

Fragmentos florestais funcionam como “ilhas” de determinados ecossistemas, mas que não conseguem sobreviver sem troca genética com fragmentos próximos. Assim, compreender a questão do isolamento é fundamental para entendermos a *viabilidade ecológica de um fragmento*, pois, *quanto mais distante de outros fragmentos, mais frágil este será após uma perturbação*.

## Tamanho e forma do fragmento

É muito importante saber o tamanho e a forma do fragmento, para entendermos a propagação do efeito de borda. Em tese, quanto maior o fragmento, melhor será a sua qualidade, mas esta dependerá também da forma, pois esta afeta decisivamente o efeito de borda. Em tese, quanto mais circular, mais protegido será o interior do fragmento e menor será a área exposta ao efeito de borda, como podemos ver na figura seguinte, adaptada de FORMAN (1995).



**Figura 13.10:** Observe que a superfície da Figura 13.10 (a) está menos exposta ao efeito de borda que a superfície da Figura 13.10 (b), uma vez que a Figura 13.10 (b), por ter sido partida ao meio, possui uma superfície de borda maior que a superfície de borda da Figura 13.10 (a).

Nela, observamos o quanto de uma superfície do fragmento está exposta ao efeito de borda, comparando uma superfície circular e re-cortada (b). Na superfície circular (a), a área afetada é muito menor; consequentemente, apresentará uma qualidade ambiental melhor.

Outro aspecto importante é que fragmentos maiores acabam apresentando maiores populações de espécies, diversidade e variação de *habitats*; assim, estão mais protegidos em relação a perturbações, comparativamente a fragmentos menores.

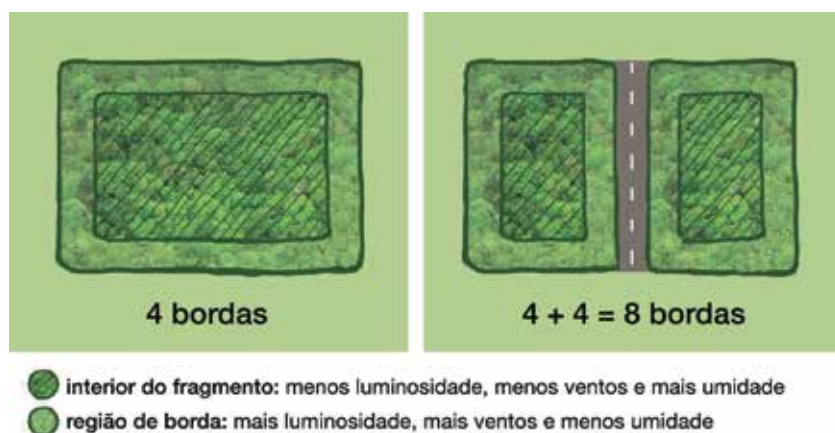
TonhascaJr (2007) destaca os seguintes *aspectos sobre o tamanho dos fragmentos*:

- Em áreas de Cerrado foi observado que fragmentos maiores que 1.300ha apresentavam até mais de 25% a mais de espécies que fragmentos até 700ha;
- Quanto menor o fragmento, maior a influência da matriz;
- Se muito pequeno, o fragmento pode se tornar inviável do ponto de vista ecológico;
- De qualquer forma, fragmentos pequenos podem ser muito importantes do ponto de vista da conectividade ecológica, pois permitem a ligação entre dois fragmentos distintos, funcionando como corredores ecológicos.

## Efeito de borda

Imaginemos um fragmento de floresta. Em toda a região de fronteira do fragmento com o seu exterior acontece o efeito de borda. O microambiente da borda de uma floresta é diferente do ambiente do seu interior, porque na borda há, em geral,

- mais luminosidade;
- maior temperatura;
- mais ventos;
- menos umidade.



Fonte: Adaptado de <https://goo.gl/mGBFNo>.

Ocorre que, muitas vezes, com vistas ao desenvolvimento, esse fragmento de floresta ainda é desmatado para dar lugar a uma estrada, por exemplo, dividindo-o em dois fragmentos menores e aumentando a quantidade de bordas e, conseqüentemente, o efeito de borda, que será ainda mais agravado devido a possíveis fatores como o aumento do ruído devido ao tráfego de automóveis, o efeito causado pelo trânsito de pessoas e o espalhamento de sementes exóticas causadas pelo movimento do vento na estrada. Tudo isso causa, entre outros problemas, a redução das espécies locais.

## Relação matriz/fragmento

Da mesma forma que matrizes de baixa qualidade podem servir como vetores de degradação, matrizes com um pouco mais de qualidade podem servir como “filtros” ambientais e proteger o fragmento. Por exemplo: uma floresta adjacente a uma área de **capoeira** sofrerá menos com o efeito de borda do que uma adjacente a uma pastagem, pois a entrada de luz e vento na borda será menor, assim como um fragmento florestal cercado de áreas urbanas terá menor comunicabilidade com fragmentos próximos.

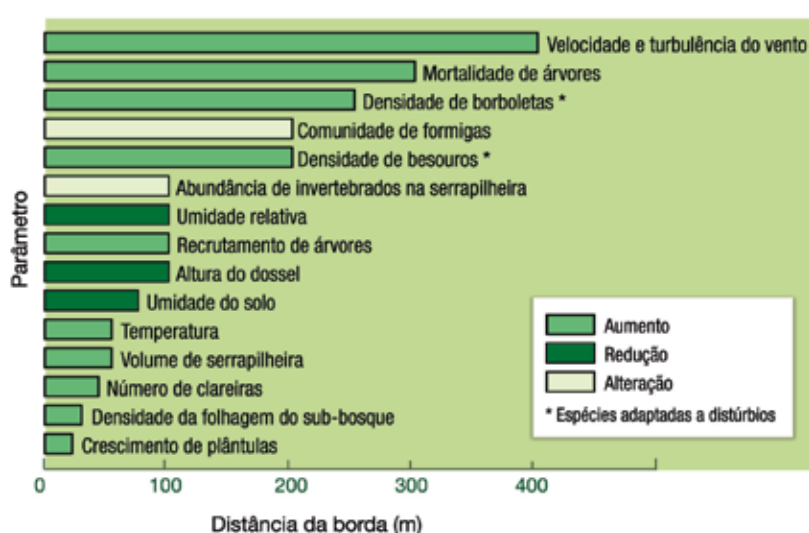
Falando sobre o efeito de borda, este pode causar diversas alterações no fragmento, como pode ser visto pelo gráfico a seguir, elaborado com base em Laurance et alii (2002).

### Capoeira

s.f. (tupi kopuéra, o que já foi roça)

Mato ralo, de pequeno porte, que nasce em lugar do mato velho derrubado.

Fonte: <http://goo.gl/AYQJq3>



**Figura 13.11:** No gráfico, verificamos o alcance de diversos fatores bióticos e abióticos em fragmentos florestais.



Tonhasca Jr. (2007) destaca os seguintes pontos em relação ao efeito de borda:

- A propagação do efeito de borda dependerá diretamente do tamanho e forma do fragmento;
- Foi observado, na Amazônia, que fragmentos menores que 10ha são totalmente afetados pelo efeito de borda;
- Efeitos degenerativos levam à substituição de espécies clímax por pioneiras e secundárias iniciais;
- Em Poço das Antas, área de preservação de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, fragmentos menores apresentam maior densidade de árvores mortas, maior número de clareiras próximas às bordas e perda microclimática;
- Em Macacu (RJ), área de Mata Atlântica: Fragmentos invaginados apresentam maior densidade de árvores e menor área basal, associados a efeitos de borda.

Desta forma, tanto a relação com a matriz como o entendimento da propagação do efeito de borda são fundamentais para compreendermos os impactos da fragmentação.

## Atividade 2

*Atende aos objetivos 1 e 3*

Utilizando as ilustrações a seguir como guia, você poderia identificar e detalhar como o tamanho e a forma de um fragmento afetam a sua viabilidade ecológica?





**Resposta comentada**

Em tese, quanto maior o fragmento, maior será a sua viabilidade, pois a diversidade será maior. Mas também é fundamental compreender a forma, pois esta afeta diretamente a intensidade dos efeitos de borda, já que quanto menor a circularidade do fragmento, maior a entrada de efeitos degenerativos, como vento e luz.

---

---

**Efeitos da fragmentação para a biota**

O processo de fragmentação tem efeitos diretos para os seres vivos, diminuindo a biodiversidade e criando *habitats* ruins para estes. Para a flora, podemos destacar os seguintes:

- Em áreas que se caracterizam por espécies raras, este processo leva à extinção de diversas espécies. E este processo não tem volta!
- O isolamento pode inviabilizar espécies, pois estas ficam muito frágeis a doenças e perturbações, sem poder se recuperar;
- Alteração do funcionamento dos ecossistemas, tanto do ponto de vista ecológico quanto hidrológico e climático, modificando o meio físico e, por consequência, afetando os vegetais;
- Afeta diretamente a decomposição, processo fundamental em áreas de Mata Atlântica, pois modifica o microclima e a composição das espécies vegetais;
- Pode dar origem a indivíduos “mortos-vivos”, isto é, plantas que, apesar de vivas, não conseguem se reproduzir, por não encontrarem parceiros.

Em relação à fauna, podemos destacar:

- Efeito cascata, a partir da extinção de espécies vegetais, pois ocorre a diminuição de recursos para a fauna;
- Diminuição da variabilidade genética, o que pode levar à consanguinidade (cruzamento entre indivíduos aparentados) e a problemas genéticos;
- Os fragmentos menores apresentam um número menor de mamíferos (exemplo da Reserva de Poço das Antas);

- Ocorre com maior intensidade a predação de ovos de aves nas bordas, por animais urbanos, o que pode levar à extinção dessas espécies.

Desta forma, observamos que os efeitos da fragmentação podem ser diretos, como, por exemplo, a diminuição da área verde e da biodiversidade, e indiretos, como, por exemplo, o efeito de borda. Esta representa uma questão importante para o ambiente atualmente.



### **Família de bichos-preguiça mora em praça em Teófilo Otoni, MG**

Uma família de preguiças, da espécie conhecida como “preguiça de óculos”, tem tentado sobreviver morando no alto de uma árvore em uma praça no centro da cidade de Teófilo Otoni, MG. Essa região, há aproximadamente 80 anos, era formada por vegetação de Mata Atlântica, mas, tendo passado por um processo de fragmentação, ocasionou o insulamento das preguiças.

Veja mais no site do R7. Acesse <http://noticias.r7.com/videos/familia-de-bichos-preguica-mora-em-praca-de-minas-gerais/id-media/5544bc230cf23d3c1aa52982.html>

### **Atividade 3**

*Atende aos objetivos 1 e 4*

Uma das grandes ameaças às aves em áreas de mata atlântica é a proximidade com áreas urbanas e rurais, que permite a proliferação de espécies como gambás, que se alimentam dos ovos destas aves. Este é um exemplo dos perigos da fragmentação florestal para a fauna. Identifique os principais impactos deste processo para os animais.

---

---

---

---

### **Resposta comentada**

A fragmentação florestal favorece primeiramente a substituição de espécies climáticas por pioneiras, alterando, assim, a composição de espécies e afetando também a fauna, pois diminui a diversidade de *habitats* e de recursos. A fauna também pode ser afetada pela competição de espécies oportunistas (aquelas que se aproveitam das condições criadas pelas alterações do homem para ocupar rapidamente novas áreas) nas bordas.

---

---

### **Conclusão**

A fragmentação florestal é um dos grandes vetores de degradação ambiental dos dias atuais.

Guariguata (2000) destaca que, neste ritmo, a maior parte das áreas florestais do planeta, em breve, será secundária, resultante do abandono de cultivos antigos e de projetos de recuperação; não são capazes de recuperar todo o patrimônio de biodiversidade perdido com o desmatamento de áreas primárias. Logo, conhecer e entender os princípios básicos da fragmentação é fundamental para pensarmos em conservação dos recursos naturais e em práticas mais sustentáveis.



## Passaredo



André Ferreira Mattos de Moura

Fonte: <https://goo.gl/uutgxx>

Deixamos de presente para você, querido aluno, a canção Passaredo, com letra de Chico Buarque e música de Alex Viana. Ela cita alguns pássaros da fauna brasileira, sempre tão prejudicados pela fragmentação ambiental.

Você poderá assistir em <https://www.youtube.com/watch?v=V11xGe1qVvk8>

---

## Resumo

- Fragmentação florestal é o processo a partir do qual uma área contínua é fragmentada em áreas menores, diminuindo a área verde total;
- O remanescente florestal recebe o nome de fragmento, e este é cercado pela matriz (tudo aquilo que está no entorno do fragmento, tanto faz o tipo de cobertura), que é o principal vetor de efeitos degenerativos para o fragmento;
- A borda é a zona de contato entre o fragmento e a borda, servindo de filtro para os efeitos de borda vindos do fragmento florestal;

- A viabilidade ecológica de um fragmento depende diretamente do seu tamanho e forma, que vão condicionar diretamente a intensidade do efeito de borda;
- A fragmentação afeta diretamente a fauna e a flora, diminuindo a diversidade e substituindo espécies.

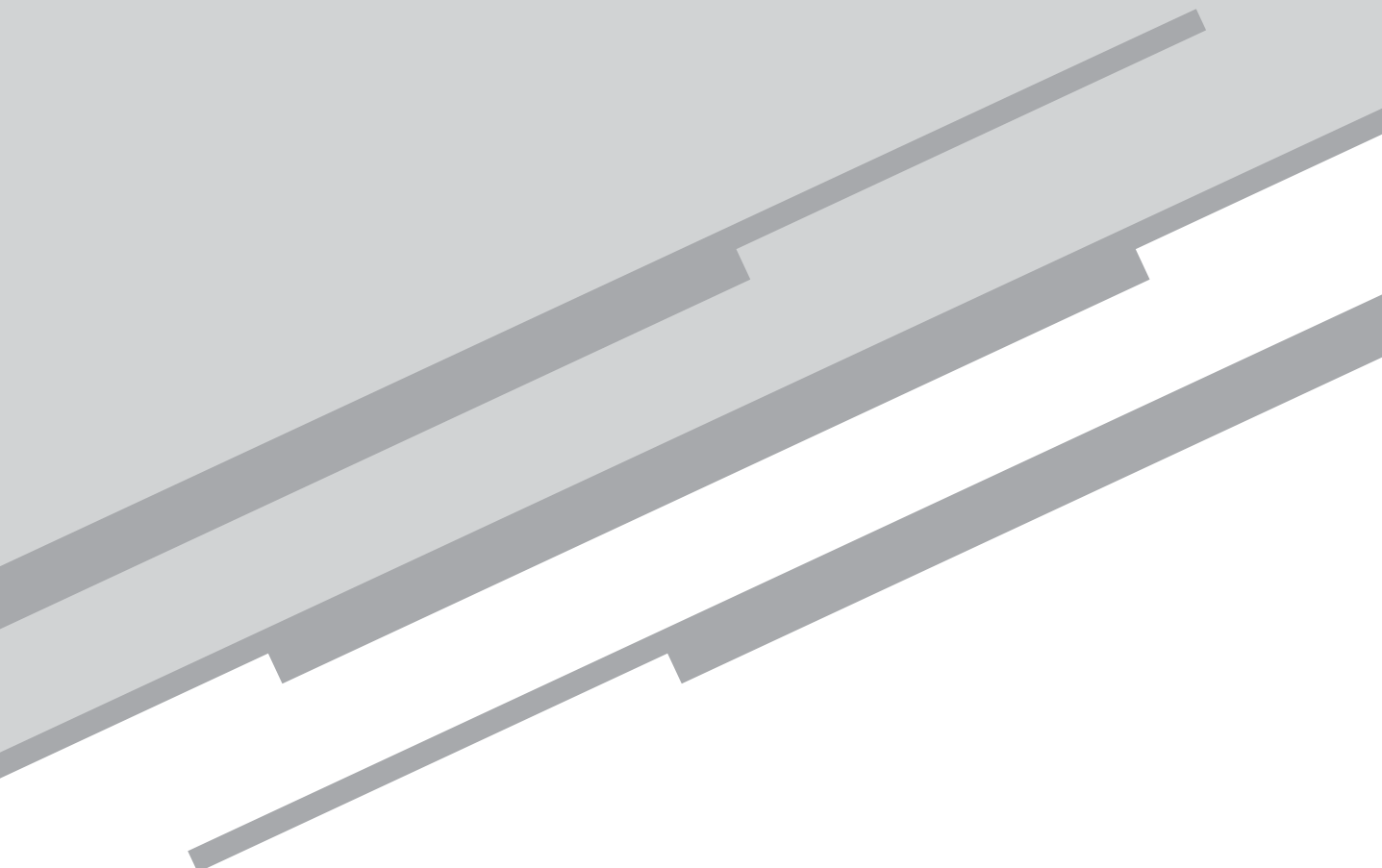
### **Informações sobre a próxima aula**

Na próxima aula, mostraremos a importância e o significado da biodiversidade para a biosfera.



# Aula 14

Biodiversidade



*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Mostrar a importância e o significado da biodiversidade para a biosfera

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

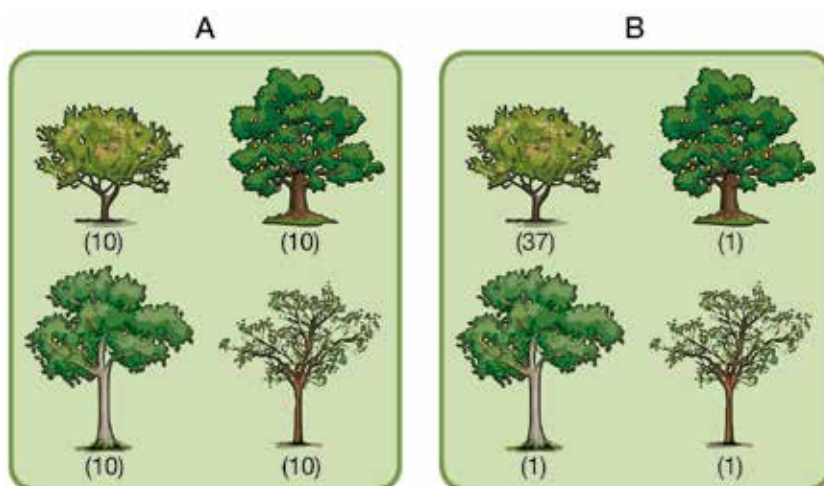
1. identificar quais fatores respondem pela biodiversidade;
2. descrever os processos de extinção em massa no tempo geológico e o seu significado ecológico;
3. mostrar a importância da biodiversidade para a manutenção de ecossistemas.



## Introdução

A biodiversidade é uma das questões-chave para a conservação ambiental nos dias atuais. Tão importante quanto a preservação em si é saber a qualidade do que está sendo protegido, pois a diversidade biológica é importantíssima para a viabilidade ecológica de um ecossistema. Um ponto-chave é entendermos o que significa a diversidade do ponto de vista ecológico, que é um conceito diferente de riqueza de espécies. Riqueza é considerada o número de espécies que ocorrem em uma dada área, enquanto diversidade biológica leva em conta o número de espécies e a representatividade destas na comunidade.

Vamos a um exemplo prático, comparando duas áreas, A e B, cada uma com 100 árvores de 10 espécies diferentes. Na área A, existem 10 árvores de cada espécie e, na B, existe uma única espécie com 91 árvores, e as restantes com apenas 1 indivíduo cada. Se compararmos a riqueza de espécies, ambas as áreas apresentam o mesmo número, porém, na área B, existe uma dominância muito forte de uma espécie, enquanto na área A, a distribuição é mais uniforme e, assim, a diversidade em A é maior.



**Figura 14.1:** Assim como no exemplo citado, podemos verificar, na figura, que a diversidade é maior no ambiente A.

Mas como isso se reflete na conservação? Vamos supor que ocorra um patógeno qualquer que venha a afetar a espécie dominante na área B. Dessa forma, o ecossistema pode ser gravemente afetado, pois o desaparecimento da espécie dominante pode levar a um colapso deste. Já a

área A terá uma resistência maior à perda de uma espécie, pois existem várias com a mesma proporção. Desta forma, a diversidade vai além do simples número de espécies, e leva em conta a distribuição destas na comunidade biótica.

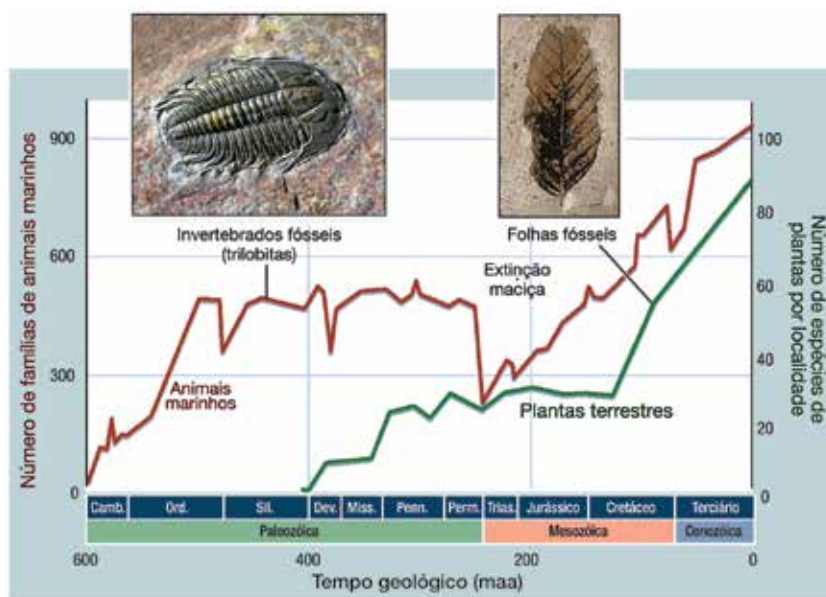
Como vimos na unidade anterior, o processo de fragmentação florestal afeta diretamente a diversidade, pois tem como consequência a diminuição de *habitats* e, conseqüentemente, de nichos, diminuindo a diversidade potencial. Assim, a gestão da diversidade tem sido amplamente discutida para potencializar-se a gestão de áreas protegidas.

Nesta aula, discutiremos tanto questões atuais da biodiversidade como a biodiversidade ao longo da história do planeta. Afinal, o surgimento e extinção de novas espécies é um processo que existe desde que o planeta tem vida, como, por exemplo, a extinção dos dinossauros no final do Cretáceo, estes que foram a forma dominante de vida no planeta ao longo do Jurássico e do Triássico. Novas espécies estão surgindo e desaparecendo a todo momento no planeta. Vamos entender quais as conseqüências disto para a vida na Terra.

## **A biodiversidade na história do planeta e processos de extinção em massa**

Como foi visto em aulas anteriores, as mudanças ambientais fazem parte da dinâmica natural da história evolutiva do planeta, como podemos exemplificar a partir das mudanças climáticas e da tectônica de placas. Estas mudanças ambientais levam a alterações de *habitats* e, assim, os organismos respondem com adaptações a estas mudanças ou, então, correm risco de extinção. Logo, podemos ver que as mudanças ambientais são um dos principais motores da evolução, exigindo respostas ambientais dos organismos.

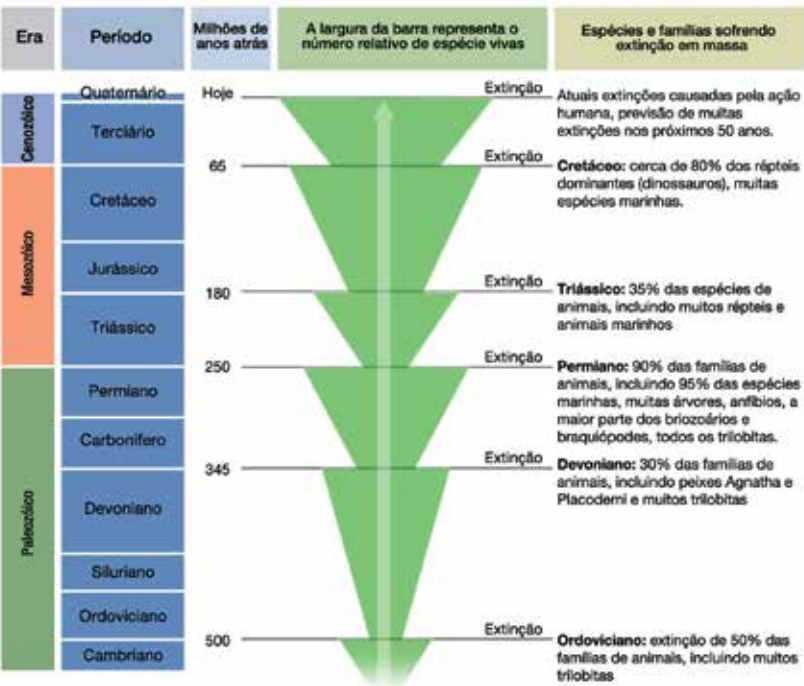
Ricklefs (2002) afirma que a biodiversidade tende a aumentar ao longo do tempo geológico pelo surgimento de novas espécies a partir da evolução e das transformações ambientais, enquanto Miller (2009) destaca que, ao mesmo tempo que o número de espécies tende a aumentar, os eventos de extinção diminuem esta diversidade. A figura a seguir mostra a diversidade de animais marinhos e plantas terrestres ao longo dos últimos 600 milhões de anos, período em que surgiu a vida multicelular no planeta. Podemos observar que, para os dois grupos, a tendência é de aumento da diversidade, mas existem episódios bem marcantes de extinção.



**Figura 14.2:** Evolução da diversidade de animais marinhos e de plantas terrestres ao longo dos últimos 600 milhões de anos.

Fonte: Adaptado de Riclefs (2002)

O processo que faz com que surjam novas espécies é a especiação (Odum & Barret, 2009), que já foi discutido na Aula 2, mas é importante destacar que é parte fundamental do aumento da diversidade, assim como as extinções a regulam. Um ponto importantíssimo é entender que as extinções fazem parte da história natural do planeta! Elas sempre existiram e, como veremos a seguir, tem um importante papel para entendermos a vida na terra. A figura a seguir mostra estes eventos, destacando os principais e chamando a atenção para o grande volume de extinções que estão em curso atualmente, em função da ação do homem. Um fato que destaca este episódio atual dos demais é a velocidade, uma vez que os anteriores ocorreram ao longo de milhares e milhões de anos, enquanto as transformações pelo homem correm em velocidade acelerada.



**Figura 14.3:** Grandes eventos de extinção no planeta.  
Fonte: Miller 2006 (adaptada)



suneko

**Figura 14.4:** O mico-leão-dourado é um exemplo de espécie que quase se extinguiu pela ação humana e que, com a fragmentação florestal, teve seu *habitat* reduzido e, consequentemente, a população diminuída.  
Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golden\\_Lion\\_Tamarin\\_Leontopithecus\\_rosalia.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golden_Lion_Tamarin_Leontopithecus_rosalia.jpg).

As extinções em massa têm algumas consequências para os ecossistemas:

1. Extinção de espécies e redução da biodiversidade (direta e indiretamente);
2. Promoção de “respostas evolutivas” dos organismos;
3. Apresentam oportunidades para novas espécies se desenvolverem.

A primeira é a mais clara, pois, se espécies desaparecem, é evidente que a diversidade diminui, mas as duas seguintes têm um papel decisivo na evolução. A segunda permite que surjam novas adaptações, que podem originar novas espécies, aumentando, assim, a biodiversidade; a terceira permite que nichos ecológicos que foram vagos sejam ocupados por novas espécies. Percebam, pela figura, que há cerca de 180 milhões de anos (período triássico), houve um episódio de extinção em massa e, com o desaparecimento de uma série de animais, foi possível o surgimento dos dinossauros como forma de vida dominante no planeta. Podemos dizer o mesmo dos mamíferos, que só conseguiram ocupar o planeta, como um todo, a partir da extinção dos dinossauros, no final do Cretáceo.

Dessa forma, podemos perceber que as extinções, assim como o surgimento de novas espécies, são naturais da dinâmica do planeta, resultado das mudanças ambientais e importantíssimas para entendermos a evolução da vida no planeta.

## **Atividade 1**

### ***Atende ao objetivo 2***

Quais os impactos e o papel das extinções em massa na história evolutiva do planeta?

---

---

---

---

---

### Resposta comentada

As extinções em massa levam a uma diminuição da biodiversidade no planeta, mas, ao mesmo tempo, permitem que novas espécies surjam e ocupem os nichos vagos, assim como “obrigam” as espécies remanescentes a desenvolverem estratégias para sobreviverem.

## Fatores de controle da biodiversidade

Vimos, no capítulo anterior, como a biodiversidade é afetada em escala global. Agora, vamos discutir os principais elementos que regulam a biodiversidade em escala regional e local. Ricklefs (2002) resume as interações a partir do seguinte fluxograma:



**Figura 14.5:** Fluxograma de fatores de controle da biodiversidade

Fonte: Ricklefs (2002)

Assim, existem três controles principais para a diversidade em escala regional: a produção de espécies e a imigração, que aumentam a diversidade, e a extinção maciça, que diminui a diversidade. Do processo de especiação, que já falamos, é importante destacar como a imigração de organismos é importante. Um exemplo é o fechamento do istmo do Panamá, há 3 milhões de anos, que permitiu que espécies da América do Sul chegassem à América do Norte e Central, aumentando, assim, a diversidade nas três regiões. Caso não houvesse essa conexão entre as

regões, a troca de organismos seria impossível e, conseqüentemente, a biodiversidade seria menor.

Em escala local, podemos destacar a seleção de *habitat*, e consequente especiação, que aumenta a diversidade ao mesmo tempo que esta é controlada pela exclusão predatória e competitiva, pois, para se estabelecer em uma área (como já discutimos anteriormente), o organismo deve ser tanto capaz de obter recursos (ser competitivo) quanto de sobreviver a predadores.

Desta forma, podemos concluir que a diversidade de uma área vai depender da história evolutiva desta, das características dos organismos e do *habitat*, e de como estes se relacionam entre si.

## Atividade 2

### Atende ao objetivo 1

Ilhas apresentam um grande número de espécies endêmicas, como, por exemplo, a jararaca-ilhoa, que só ocorre na ilha do Queimado, no litoral paulista. Por que esse padrão ocorre?

---

---

---

---

---

### Resposta comentada

Isso ocorre como uma resposta à seleção de *habitat* pela jararaca-ilhoa, que acaba sofrendo especiação e aumenta a diversidade de espécies da ilha. O isolamento de áreas insulares leva à especiação alopátrica, que aumenta a diversidade.

---

---

---

---

---

## A importância da diversidade e seus serviços ambientais

Muito se discute sobre a importância da manutenção da diversidade nos ecossistemas, em função do papel que esta tem para a conservação ambiental. Como já conversamos na aula anterior, sobre fragmentação, quanto maior a diversidade, maior a capacidade que determinado ecossistema terá de resistir e se recuperar após perturbações. Mas um dado que complica esta análise é a complexidade das interações entre os organismos, que nem sempre é bem conhecida e, por vezes, tem ramificações em ambientes muito distintos.

Um exemplo que podemos usar é o da mariquita-amarela, que é uma ave da Mata Atlântica, mas que se reproduz e emigra para a América do Norte. Foi feito um estudo (Miller, 2009) em que relacionou-se diretamente a diminuição da população de mariquitas com a diminuição das alcatéias (grupos de lobos). Mas como se dá essa relação?

Os lobos são os principais predadores dos alces; assim, controlam suas manadas. Quando a população dos lobos diminui, a de alces aumenta e, com o pisoteamento do solo pelos alces (animais de grande porte, com mais de meia tonelada de peso), ocorre a diminuição do número de árvores adultas, que são exatamente os pontos onde as mariquitas fazem seus ninhos. Logo, se os lobos diminuem, diminuem também as populações de árvores e, conseqüentemente, a de mariquitas. Logo, uma população de organismos que está em outro continente tem influência direta sobre uma espécie de Mata Atlântica!



Gary Kramer/Domínio Público





Domínio Público



Mdf

**Figura 14.6:** As três espécies citadas no exemplo: relações que interferem na biodiversidade

Fontes: (1) [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canis\\_lupus\\_laying.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canis_lupus_laying.jpg); (2) [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Male\\_Moose.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Male_Moose.jpg); (3) <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Dendroica-petechia-001.jpg>.

É importante destacar também que a biodiversidade pode ter um impacto econômico significativo, tanto por serviços ambientais prestados como por seu próprio valor econômico. Odum (1968) destaca que, na Costa Rica, lavouras de café próximas a áreas florestadas tiveram maior produtividade que outras, pois os animais silvestres tinham maior eficiência como dispersores das sementes. Tonhasca Jr. (2007) destaca que existem muitos valores econômicos dos serviços ambientais prestados por florestas tropicais, como tratamento de resíduos tóxicos, ciclagem de nutrientes, intemperismo e formação de solo, espécies para paisagismo, etc.

Existem também aqueles serviços que são fundamentais, mas que não conseguem ser mensurados economicamente, como, por exemplo:

- Manutenção da qualidade do ar e controle da poluição;
- Controle climático e do ciclo do carbono;
- Regulação dos fluxos de água e controle de enchentes;
- Polinização.

Assim, o que podemos destacar é que a manutenção da diversidade é um ponto- chave, quando falamos de conservação ambiental, tornando os ecossistemas mais resilientes e resistentes a perturbações.

---

---

### **Atividade 3**

---

---

#### ***Atende ao objetivo 3***

Por que a biodiversidade é importante para a conservação ambiental?

---

---

---

---

---

#### ***Resposta comentada***

Porque quanto maior o número de espécies, mais resistentes a perturbações os ecossistemas são, uma vez que, caso uma espécie se extinga, existe um grande número de espécies que pode tomar o seu lugar.

---

---

---

### **Distúrbios e diversidade**

É importante destacar que os distúrbios fazem parte da dinâmica dos ecossistemas e são eventos que podem ser significativos para a evolução dos ambientes. Terremotos, *tsunamis*, erupções vulcânicas e até quedas de árvores são exemplos de perturbações, que vão variar no tempo e no espaço em virtude da sua magnitude.



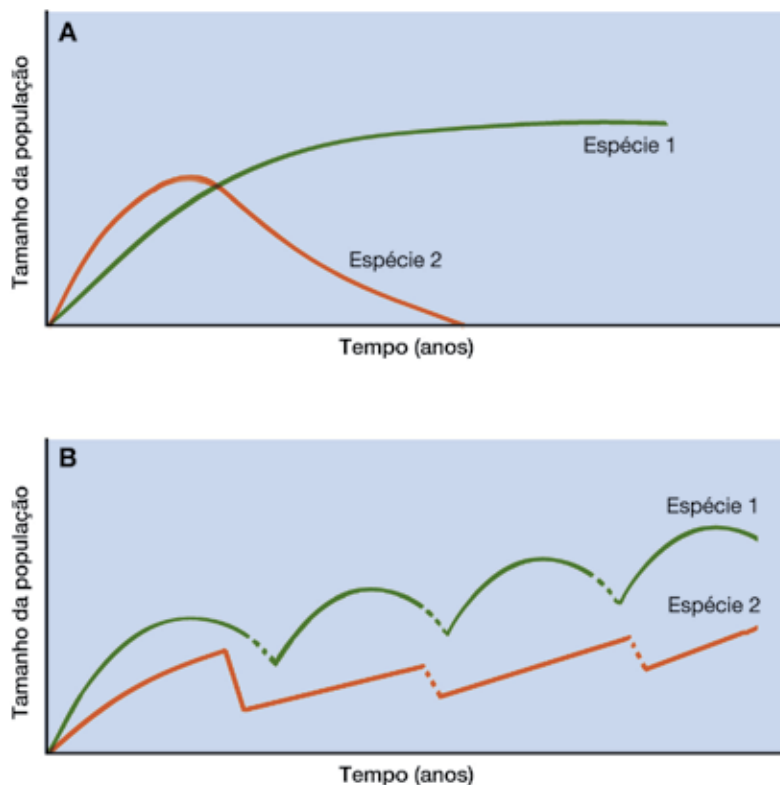
Domínio Público

**Figura 14.7:** Erupção do vulcão do Monte Cleveland, nas Ilhas Aleutas, Alasca, Estados Unidos

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MtCleveland\\_ISS013-E-24184.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MtCleveland_ISS013-E-24184.jpg).

Estes distúrbios têm importância ecológica e são vetores da biodiversidade, pois levam à diminuição da exclusão competitiva, permitindo que um maior número de espécies consiga viver em um mesmo *habitat*.

Por exemplo, se duas espécies ocupam nichos semelhantes, mas uma é mais competitiva (figura), a tendência é que esta leve a outra à extinção. Porém, se ocorre uma perturbação que diminui as duas populações, a competição é menos acirrada e as duas espécies conseguem conviver. Este mecanismo é fortemente associado a clareiras, por queda de árvores, onde, por conta da maior entrada de luz, espécies diferentes se desenvolvem.



**Figura 14.8:** O primeiro caso é sem perturbações, e o segundo é uma área onde os distúrbios fazem parte da dinâmica ambiental.

Fonte: Adaptado de tonhasca Jr. (2007)

## Atividade 4

### Atende ao objetivo 1

Distúrbios podem levar ao aumento da diversidade. Verdadeiro ou falso? Justifique.

---



---



---

### Resposta comentada

Verdadeiro, pois os distúrbios podem evitar a exclusão competitiva e promover a abertura de nichos para novas espécies.

---



---



---

## Conclusão

Durante esta aula, foi possível perceber como se dá a biodiversidade em nosso planeta e quais os fatores que intervêm favoravelmente (ou não) à sua manutenção. Naturalmente, seu aumento e/ou redução é comum, mas o homem tem contribuído para sua redução em vários continentes, com destaque para a América do Sul, considerado o de maior biodiversidade. O Brasil responde por grande parte dessa condição; entretanto, vários ecossistemas brasileiros vêm tendo sua biodiversidade comprometida, em decorrência dos impactos negativos sobre as populações de fauna e flora, algumas já ameaçadas de extinção pela dinâmica natural do planeta.

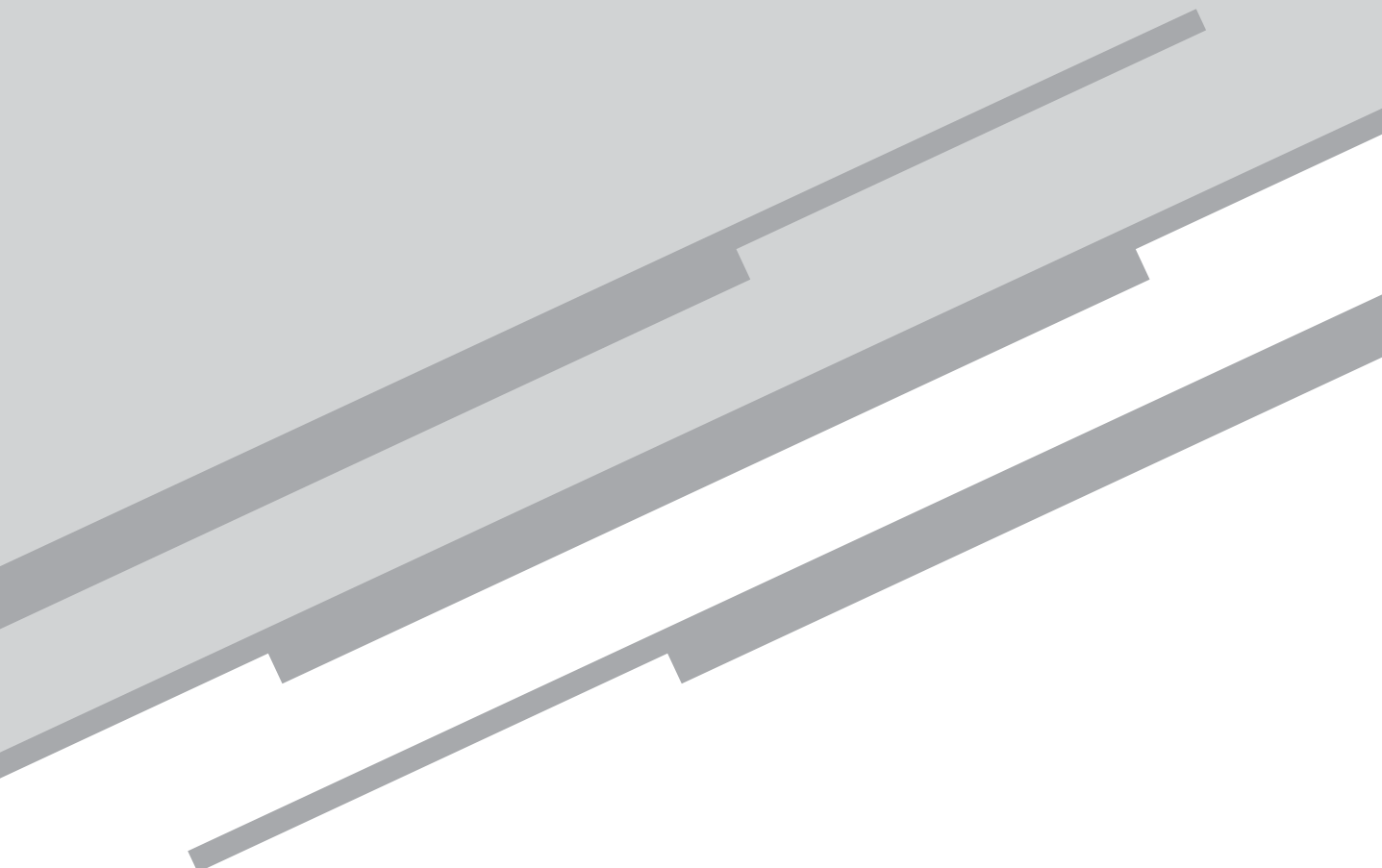
## Resumo

- A diversidade tende a aumentar ao longo do tempo geológico, graças ao surgimento de novas espécies. Esta tendência é controlada por episódios de extinção em massa;
- As extinções em massa diminuem a diversidade no planeta, ao mesmo tempo em que deixam “nichos vagos” que podem ser ocupados por novas espécies;
- As espécies têm interações complexas entre si e podem ter relações que não são de causa/efeito. Logo, a preservação é um passo fundamental para entendermos a dinâmica da biodiversidade;
- A dinâmica de perturbações permite que diversas espécies com demandas ambientais distintas consigam conviver em um mesmo habitat, potencializando a biodiversidade.



# Aula 15

Métodos e aplicações em Biogeografia



*Achilles d'AvilaChiol  
Nadja Maria Castilho da Costa*

## **Meta**

Apresentar algumas das principais metodologias utilizadas em Biogeografia, assim como parte das suas aplicações.

## **Objetivos**

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. reconhecer a importância do mapeamento para a Biogeografia;
2. descrever metodologias de apreensão de dados em Biogeografia;
3. reconhecer o papel da Biogeografia nos dias de hoje.



## Introdução

Vimos, ao longo do curso, diversas aplicabilidades que a Biogeografia tem para a gestão ambiental, pelos motivos já destacados por Troppmair (2012):

“a Biogeografia – integrante da ciência geográfica – pode contribuir de forma decisiva nos planejamentos, por se destacar pela grande variedade e quantidade de informações que pode fornecer através da pesquisa da existência e da **fenologia** de espécies de flora e fauna. Os organismos vivos são extremamente sensíveis às condições e variações ambientais, como clima (precipitação, temperatura, vento e geada), solo (textura, **eutrofização**, **lixiviação**, acidez e etc.), pois reagem de forma espontânea e com grande rapidez aos estímulos externos que, nem sempre, podem ser medidos por instrumentos.”



## Fenologia

É o ramo da Ecologia que estuda os fenômenos periódicos dos seres vivos (animais e plantas) e suas relações com as condições do ambiente, tais como temperatura, umidade. As migrações das aves e a floração e frutificação das plantas são exemplos de fenômenos cíclicos estudados pela Fenologia.

Fonte: <http://www.dicionarioinformal.com.br/fenologia/>

## Eutrofização

Ocorre quando os solos se tornam tóxicos a partir da adição de insumos e adubos em grande quantidade. Por exemplo, existem diversos casos, no centro-oeste, de perda de produtividade a partir do excesso de nitrogênio.

## Lixiviação

É a extração ou solubilização dos constituintes químicos de uma rocha, mineral, solo, depósito sedimentar, etc. pela ação de um fluí-

do percolante. Desta forma, ela leva a perda de nutrientes do solo pela ação da água da chuva, levando ao empobrecimento deste.

Fonte: <http://www.infoescola.com/geologia/lixiviacao/>

O que deve ser destacado do texto anterior é a resposta que os organismos são capazes de dar frente às mudanças ambientais. Mudanças bruscas de luminosidade, por exemplo, favorecem a substituição de espécies que preferem áreas mais sombreadas e, assim, a composição da comunidade biótica é um reflexo direto das condições ambientais que a cercam, e os seus padrões podem ser indicativos da qualidade ambiental. Se uma espécie desaparece de uma área diretamente associada à ação antrópica, é sinal de que a intervenção está levando a uma diminuição da biodiversidade, e assim traz impactos negativos. Nesta aula, vamos trabalhar algumas formas pelas quais a Biogeografia pode ajudar no entendimento desses impactos.

## Mapeamento como apoio ao entendimento da Biogeografia e da gestão

Na Geografia, o mapeamento é um instrumental fundamental, permitindo a referência espacial e servindo de base para entendermos a espacialidade de um fenômeno. Na Biogeografia, não é diferente, e a base para a cartografia é entender a área de distribuição de uma espécie. Antes de mais nada, é importante entender o que significa esta área de distribuição: é a área onde podemos encontrar uma determinada espécie e, como já vimos na Aula 4, esta dependerá dos **limites de distribuição** de uma espécie.

De acordo com Furlan (2009), a “área de distribuição biogeográfica é uma projeção geográfica, uma fração do espaço geográfico definido pelo conjunto de interações ecológicas e históricas de dada espécie. É a área que mantém relações ontológicas com a espécie: nasce com o nascimento de seu ocupante. A área de distribuição é uma projeção da história do grupo. Nesse sentido, podemos considerar a evolução da distribuição de uma espécie como uma sequência histórica de áreas, não como mera sucessão cronológica de áreas.”

### Limites de distribuição

A área de distribuição das espécies estará cercada por áreas de habitats nas quais esta não consegue manter uma população viável ecologicamente. Estão associadas aos limites as condições ambientais e ecológicas, isto é, se um *habitat* é favorável e se a espécie é competitiva neste, ela pode ser encontrada ali. Por exemplo, palmeiras só são encontradas nos trópicos, pois temperaturas muito baixas matam o seu órgão de crescimento.

Assim, devemos entender que a distribuição é resultado de um processo evolutivo, pois o ambiente se transforma (como vimos nas Aulas 4 e 7) e a distribuição responderá a essas transformações. E este problema se torna mais grave quando colocamos os seres humanos na equação (Aula 6), pela velocidade e magnitude das transformações que são feitas por nós. Por exemplo, de acordo com Aguiar (2003), enquanto na área de Volta Redonda, há cerca de 10.000 atrás (período da última glaciação, quando o clima era mais seco e frio), predominava uma vegetação de cerrado, com o fim da glaciação, entrou a Mata Atlântica e, mais recentemente, esta foi substituída (no século XIX) pelo café, e atualmente só encontramos pastagens. O que demorou milhares de anos para se transformar por processos naturais, precisou menos de 100 anos para ser transformado pelo homem. E a cartografia é um instrumento importantíssimo para entendermos estas mudanças!

O primeiro passo para a confecção de um mapa destes é determinar as localidades onde a espécie é observada e, a partir daí, definir as fronteiras da distribuição. A metodologia de observação vai depender diretamente do tipo de organismo que está sendo analisado, podendo ser desde armadilhas para mamíferos, observação de pássaros e até simples registro de espécies vegetais. A partir dos pontos de observação, podemos **extrapolar** os dados junto a informações sobre o meio físico (como o clima, por exemplo, um elemento fundamental quando vamos estabelecer os limites de distribuição) e caracterizar a distribuição da espécie.

Após a observação, os dados são **georreferenciados** e plotados no mapa, e pode-se utilizar estas informações de diversas formas e com diferentes análises, que vão desde sequências temporais até cruzamentos de informações sobre os biomas com processos como desmatamento. Estas informações acabam sendo poderosas ferramentas de análise para a gestão ambiental, como veremos a seguir.

### Extrapolar

Generalizar a partir de dados fragmentários. Na Cartografia, significa delimitar uma área a partir de dados discretos com as informações disponíveis.

### Georreferenciamento

Consiste em marcar as coordenadas de uma informação geográfica em uma base de dados, assim podendo localizar a informação e cruzá-la com outros dados.



**Figura 15.1:** Desmatamento no Brasil, relacionado ao bioma.

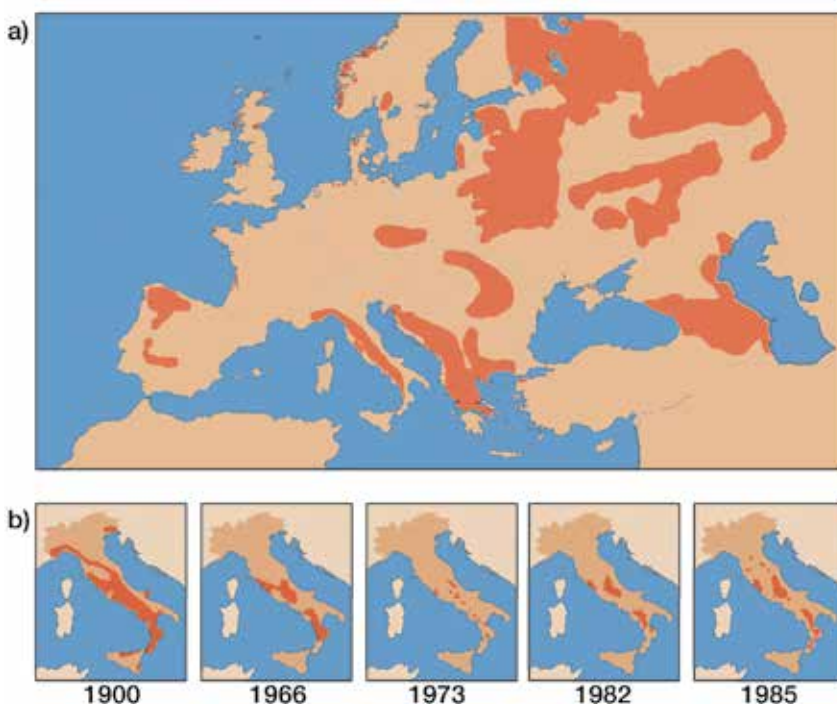
Fonte: IBGE.

### Agronegócio

É toda relação comercial e industrial que envolva a cadeia produtiva agrícola ou pecuária.

A Figura 15.1 mostra o nível de desmatamento nos diferentes biomas brasileiros, e alguns pontos podem ser rapidamente observados: o primeiro é que, claramente, o bioma que mais sofreu com o desmatamento no Brasil foi a Mata Atlântica, resultado de todo o processo histórico da ocupação do Brasil; porém, outros aspectos não tão evidentes podem também ser observados: o primeiro é que o Cerrado Brasileiro está também seriamente ameaçado, principalmente pelo avanço do **agronegócio** na região centro-oeste, favorecido pelo relevo plano, que facilita a mecanização do campo. Ao mesmo tempo em que leva ao desmatamento, o avanço desta atividade, leva ao plantio de espécies modificadas geneticamente (os transgênicos), que podem influenciar nos ecossistemas, além do uso de insumos agrícolas em uma área que tem diversas nascentes. Estes insumos podem contaminar os solos e, com a chuva, serem transportados para os rios, atingindo áreas bem distantes. Assim, até mesmo o pantanal - que podemos observar que não sofre tanto desmatamento quanto outras áreas do Brasil -, pode sofrer os efeitos do agronegócio no Cerrado, pois receberá as águas contaminadas

que vêm de lá. Este mapa ilustra bem a relação que podemos fazer entre duas informações distintas (distribuição dos biomas e desmatamento) para entender a evolução das paisagens e ameaças aos biomas no território brasileiro.



**Figura 15.2:** Área da distribuição de lobos na Europa e na Itália.

Fonte: Adaptada de Zunino e Zulini (2003).

A Figura 15.2 nos dá uma ideia de quanto pode ser importante a evolução cronológica. Podemos observar que a área ocupada por lobos na Itália, entre 1900 e 1973, diminuiu bastante - o que foi consequência direta do processo de ocupação humana, que tanto diminuiu o *habitat* potencial dos lobos como também os caçava diretamente pela ameaça que estes eram aos rebanhos. Com um aprofundamento das leis de proteção aos lobos na Itália, associada a práticas conservacionistas, a população de lobos se recuperou e cresceu em 1985, recuperando a espécie e a trazendo novamente a um número ecologicamente viável. Este é um exemplo interessante de uma análise histórica da distribuição, que nos mostra o quão eficiente foi o projeto de recuperação da população de lobos, que tem um importante papel nos ecossistemas como predadores de topo de cadeia.

Desta forma, podemos perceber a importância e a grande ferramenta que os mapas são para as análises e aplicações em Biogeografia. Troppmair (2012) destaca que existem seis tipos diferentes de cartas biogeográficas. Seriam estas:

- Cartas de inventários - Representam levantamentos de formações vegetais, ecossistêmicas, e de espécies de animais e/ou vegetais que ocorrem em determinado espaço associados às condições ambientais reinantes. Um mapa sobre biomas do Brasil é um exemplo deste tipo;
- Cartas de dinâmica populacional – Representam a expansão ou retração do espaço ocupado por apenas uma espécie ou todo um ecossistema, como pudemos observar no exemplo dos lobos;
- Cartas de vulnerabilidade – Representam os parâmetros que devem ser respeitados, para que não ocorram alterações drásticas nas espécies ou ecossistemas. Um mapa de vulnerabilidade ao desmatamento seria um exemplo;
- Cartas de impactos ou alterações – Representam o grau de interferência antrópica sobre os ecossistemas. O mapa de desmatamento que vimos é um exemplo deste tipo;
- Cartas temáticas ou especiais – Representam determinados aspectos da biosfera, como a fenologia de determinadas espécies vegetais, mapas de migração de animais etc.;
- Cartas de áreas e risco – Indicam espaços que devem ser evitados pela ocupação humana.

Assim, podemos perceber o quanto é importante o apoio da cartografia para a gestão e análises biogeográficas.

## ===== **Atividade 1** =====

### *Atende ao objetivo 1*

Discuta, a partir dos exemplos do texto, a importância do mapeamento para a Biogeografia.

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Resposta comentada**

O mapeamento é um instrumental importantíssimo, espacializando a informação e permitindo o cruzamento de dados. No mapa entre biomas e desmatamento, é possível observar uma série de coisas, como o elevado desmatamento das áreas de mata atlântica, fruto do processo de urbanização brasileiro e da intensificação do processo no cerrado, berço do agronegócio brasileiro. Já no exemplo dos lobos na Itália, podemos observar como práticas conservacionistas levaram à recuperação da população.

---

---

---

## **Métodos atuais de análise biogeográfica**

De acordo com Cox & Moore (2009), existem muitas técnicas diferentes de análise biogeográfica atualmente na literatura. Algumas delas trabalham a partir da interpretação da evolução dos organismos, e outras que tentam estabelecer os padrões de endemismo no planeta. Em comum, todas buscam entender a distribuição dos organismos no planeta, sua história, e como estes se relacionam com o ambiente.

De acordo com Morrone & Crisci(1995), podemos destacar cinco correntes principais:

- Dispersalismo - Conceito tradicional de centro de origem e dispersão, que leva em conta a existência de uma área ancestral a partir da qual se deu a dispersão da espécie ancestral, que pode ou não ter dado origem às espécies presentes atualmente;
- Biogeografia Filogenética - Aplica as regras de progressão e derivação para elucidar a história da distribuição geográfica de um grupo e considera a hipótese **filogenética** de um dado grupo de organismos como a base para inferir sobre hipóteses históricas;
- Panbiogeografia - Tenta reintroduzir e reenfatar a importância das dimensões espaciais e geográficas da diversidade da vida para um entendimento dos modelos e processos evolucionários;

### **Filogenética**

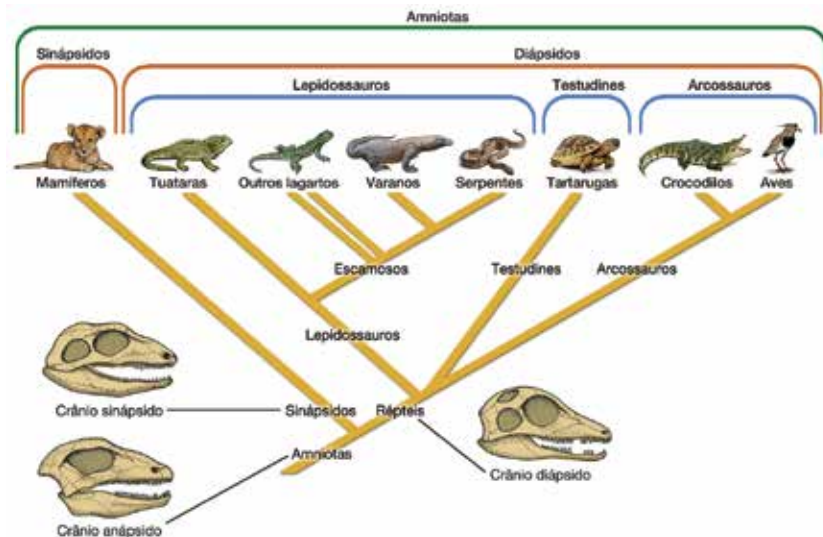
Campo que estuda as relações evolutivas entre as espécies.  
(Ricklefs 2002)



## Cladismo

É definido como um método de análise das relações evolutivas entre grupos de seres vivos, visando elucidar sua genealogia. Constrói os cladogramas, que são diagramas em forma de árvore ramificada que funcionam como representação de relações filogenéticas entre seres vivos.

- Biogeografia **cladística** - consiste na construção de **cladogramas** de áreas a partir de cladogramas de táxons e uma posterior derivação para um cladograma geral de área;



**Figura 15.3:** Cladograma dos seres vivos, como exemplo. Pode ser refeito.

- Análise de Parcimônia para Detectar Endemismo - A metodologia do PAE consiste basicamente em classificar áreas de endemismo através de uma matriz de dados que é construída colocando-se nas linhas os nomes dos táxons e, nas colunas, as localidades que fazem parte da análise. O PAE pode ser classificado como uma ferramenta da Biogeografia histórica, pois, a partir da análise dos cladogramas obtidos, seguindo o pré-requisito de grupos utilizados serem monofiléticos, do enraizamento da árvore e da utilização de espécies endêmicas, é possível detectar áreas de endemismo e suas relações com os grupos que as habitam, e também sobre as relações dos grupos entre si.

Com o que foi discutido aqui, podemos ver que a Biogeografia tem uma grande gama de áreas trabalhadas, que acabam fornecendo uma importante base de dados para a discussão de diversas questões ambientais no planeta.



## Atividade 2

### Atende ao objetivo 2

Explique cada uma das metodologias em Biogeografia abaixo:

|                 |  |
|-----------------|--|
| Cladismo        |  |
| Panbiogeografia |  |
| Dispersionismo  |  |

## Atividade 3

### Atende ao objetivo 3

Como a Biogeografia pode ajudar na compreensão dos problemas ambientais atuais?

---



---



---



---



---

### Resposta comentada

A partir da análise da diversidade, entendendo como as espécies se comportam no espaço e, assim, contribuindo para a construção de políticas para conservação da diversidade.

---



---



---



---



---

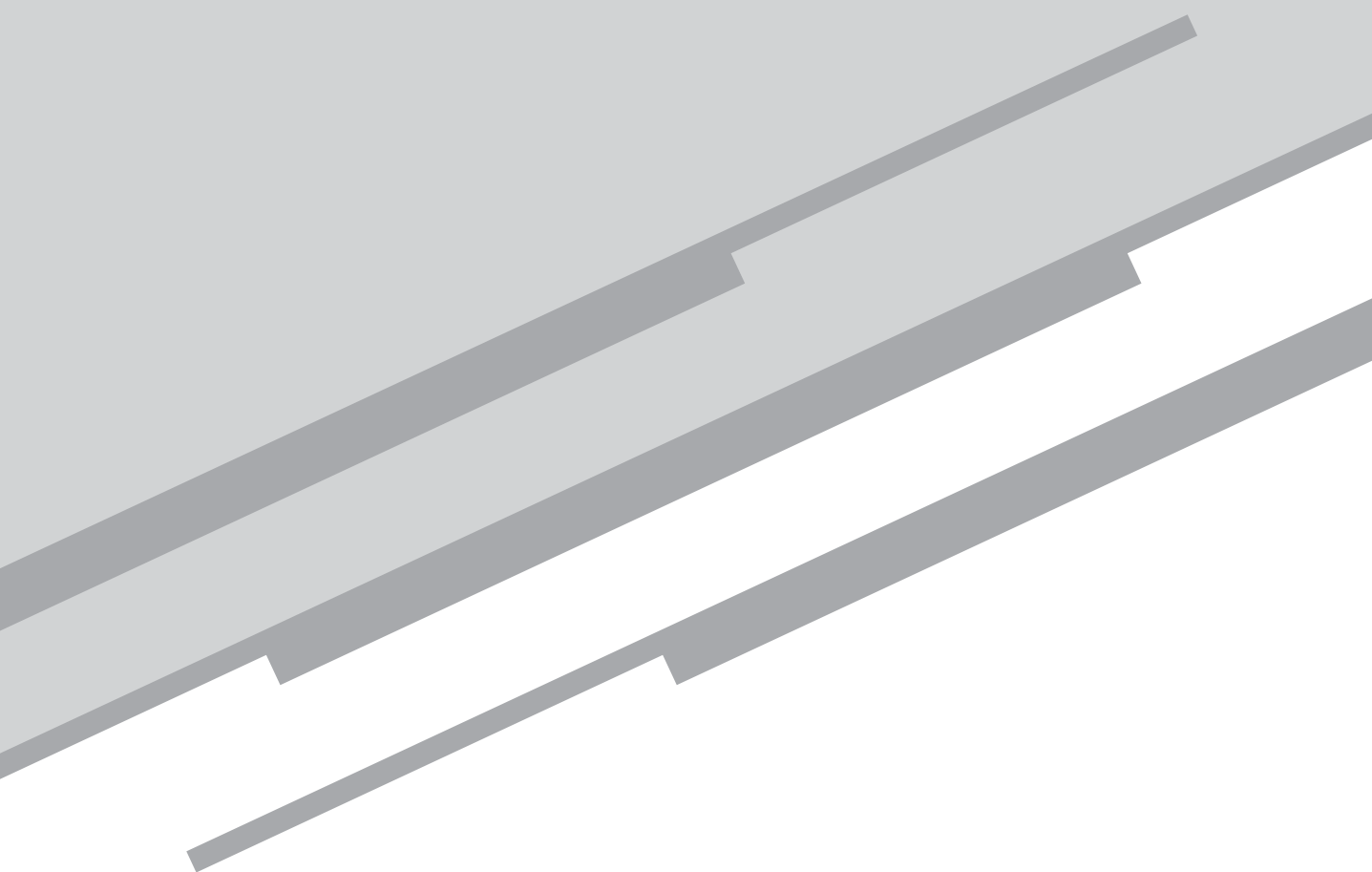
## Conclusão

Foi discutido e muito visto, nesta aula, como a Biogeografia, sendo um ramo da Geografia, pode contribuir para a gestão e manejo, e como se desenvolvem seus estudos. Esta ciência está na própria base do surgimento da Geografia institucionalizada, a partir dos trabalhos de Humboldt, e até hoje se mantém como uma importante área de estudo.

## Resumo

- A Biogeografia é um importante elemento para entendermos as transformações ambientais geradas pelo homem, pois a biota responde diretamente a transformações ambientais;
- A partir dos registros da presença de organismos, consegue-se fazer um mapa da sua distribuição, que pode ser cruzado com uma série de informações;
- Os mapas podem nos dar informações pontuais ou generalizadas, e acabam sendo uma grande ferramenta de gestão;
- Na Biogeografia atual, existem 5 formas principais de estudo: Dispersalismo, Biogeografia Filogenética, Biogeografia Cladística, Pan-biogeografismo e Análise de Parcimônia Para Detectar Endemismo.

# Referências



## Aula 1

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

DE PAULA, M.O. *Podem os criacionistas aceitar a origem de novas espécies?* Disponível em: <<http://origins.swau.edu/papers/evol/marcial/defaultp.html>>. Acesso em: 11 nov. 2014.

OLIVEIRA, R.R. *Produção e decomposição de serapilheira no Parque Nacional da Tijuca - RJ*. 1987. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1987.

PEREIRA, J.B.S.; ALMEIDA, J.R. *Biogeografia e geomorfologia*. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Org.). *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

PUNT, W. et al. *Glossary of pollen and spore terminology*. Utrecht: LPP Foundations, 1994. (LPP Contributions Series No 1).

SILVEIRA, E.P. *Florística e estrutura da vegetação de cerrado sensu stricto em terra indígena no noroeste do estado de Mato Grosso*. 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais). — Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2010. Disponível em: <<http://www.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/2ba3e86e7725b04a02e9e92ec7dcb4e1.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2014.

SIQUEIRA, J.C. Fundamentos de uma biogeografia para o espaço urbano. *Pesquisas, Botânica*, São Leopoldo, v. 59, p. 191-210, 2008.

TROPPEMAIR, H. *Biogeografia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Technical Books, 2008.

## Aula 2

CASTRO, I.E. O problema da escala. In: \_\_\_\_\_; CORREA, R.L.; GOMES, P.C.C. *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

FORMAN, R.T.T. *Land Mosaics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

HUGGET, R.J. *Geoecology: an evolutionary approach*. London: Routledge, 1995.

McMASTER, R.B.; SHEPPARD, E. Scale and the Geographic Inquire (Introduction). In: \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. *Scale & Geographic Inquire*. Oxford: Blackwell, 2004. p. 1-22.

NAVEH, Z. What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. *Landscape and Urban Planning*, v. 50, n. 1-3, p. 7-26, Aug. 2000.

PHILLIPS, J.D. Independence, contingency, and scales linkage in Physical Geography. In: McMASTER, R.B.; SHEPPARD, E. *Scale & Geographic Inquire*. Oxford: Blackwell, 2004. p. 86-100.

TROLL, C. Luftbildplan and Ökologische Bodenforschung. *Z. Ges. Erdkunde*, Berlin, 7/8, p. 297-311, 1939.

TURNER, M.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. New York: Springer, 2003.

### Aula 3

CHIROL, A.A. *Relações solo-fauna durante sucessão florestal em cicatrizes de deslizamento*. 2003. 148 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2. ed. atual e ampl. Lavras: Editora UFLA, 2006.

ODUM, E.P.; BARRET, G.W. *Fundamentos de Ecologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2005.

PEREIRA, J.B.S.; ALMEIDA, J.R. *Biogeografia e geomorfologia*. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Org.). *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

RICKLEFS, R.E. *Economia da Natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

STEBBINS, J. *Flowering Plants: Evolution Above the Species Level*. Cambridge: Belknap Press, 1974.

## Aula 4

AB'SABER, A.N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. *Geomorfologia*, São Paulo, v. 52, p. 1-21, 1997.

CARNEIRO, C.D.R.; MIZUSAKI, A.M.P.; ALMEIDA, F.F.M. de. A determinação da idade das rochas. *Terræ Didactica*, Campinas, v. 1, n. 1, p. 16. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidactica>>. Acesso em: 26 maio 2015.

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

FREIRE, Diego. Identificados genes que podem ajudar a salvar a araucária da extinção. *Revista Info Exame*, 21 ago. 2014. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/noticias/ciencia/2014/08/identificados-genes-que-podem-ajudar-a-salvar-araucaria-do-risco-de-extincao.shtml>>. Acesso em: 12 set. 2014.

PEREIRA, J.B.S.; ALMEIDA, J.R. *Biogeografia e geomorfologia*. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Org.). *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

TROPPEMAIR, H. *Biogeografia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012.

## Aula 5

ANDERSON, J.M.; INESON, P. Interactions between soil arthropods and microorganisms in carbon, nitrogen, and mineral element fluxes from decomposing leaf litter. In: LEE, L.A.; MCNEILL, S.; RORISON, H. (Ed.). *Nitrogen as an ecological factor*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1983. p. 413-432.

DUCHAUFOR, P.H. *Pédologie, sol, végétation, environment*. Paris: Masson, 1968.

PEREIRA, J.B.S.; ALMEIDA, J.R. *Biogeografia e geomorfologia*. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Org.). *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: Editora UFLA, 2002.

OLIVEIRA, R.R. *O rastro do homem na floresta: sustentabilidade e funcionalidade da Mata Atlântica sob manejo caiçara*. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999.

RICKLEFS, R.E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

## Aula 6

DRUMMOND, J. A. *Devastação e preservação ambiental no Rio de Janeiro*. Niterói: EdUFF, 1997.

ODUM; E.P.; BARRET, G.W. *Fundamentos de Ecologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2005.

RICKLEFS, R.E. *Economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. .

TONHASCA JÚNIOR, A. *Ecologia e história natural da Mata Atlântica*. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

## Aula 7

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

CARVALHO, C.J.B.; ALMEIDA, E.A.B. *Biogeografia da América do Sul: padrões e processos*. São Paulo: Roca, 2010.

CENSKY, E.J.; HODGE, K; DUDLEY, J. Over water dispersal of lizards due to hurricanes. *Nature*, v. 395, n. 556, 8 Oct. 1998.

HAMILTON, A.C. *Environmental History of East Africa*. London: Academic Press, 1982. TROPPEMAIR, H. *Biogeografia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012.

WHITTAKER, R.J.; TURNER, B.D. Dispersal, fruit utilization and seed predation of *Dysoxylum gaudichaudianum* in early successional rainforest, Krakatau, Indonesia. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v. 10, n. 2, p. 167-181, 1994.

## Aula 8

HESS, D. *McKnight's Physical Geography: a landscape appreciation*. 10<sup>th</sup> Ed. Pearson, 2011.

MODENESI-GAUTTIERI, M. C. et al. (Org.). *A Obra de Aziz Nacib Ab'Saber*. São Paulo: Beca-Ball, 2010.

PEREIRA, J.B.S.; ALMEIDA, J.R. *Biogeografia e geomorfologia*. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Org.). *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

TROPPEMAIR, H. *Biogeografia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012.

## Aula 9

CHRISTOPHERSON, R.W. *Geossistemas: uma introdução à geografia física*. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

HESS, D. *McKnight's Physical Geography: a landscape appreciation*. 10<sup>th</sup> Ed. Pearson, 2011.

ODUM, E.P; BARRET, G.W. *Fundamentos de Ecologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2005.

ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

RICKLEFS, R.E. *Economia da Natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

## Aula 10

CHRISTOPHERSON, R.W. *Geossistemas: uma introdução à geografia física*. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

GUARIGUATA, M. Landslide Disturbance And Forest Regeneration In The Upper Luquillo Mountains Of Puerto Rico. *The Journal of Ecology*, London, v. 78, n. 3, p. 814-832, 1990.

HESS, D. *McKnight's Physical Geography: a landscape appreciation*. 10<sup>th</sup> Ed. Pearson, 2011.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.



\_\_\_\_\_; BARRET, G.W. *Fundamentos de Ecologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2005.

OLIVEIRA, R.R. *O rastro do homem na floresta: sustentabilidade e funcionalidade da Mata Atlântica sob manejo caiçara*. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999.

RICKLEFS, R.E. *Economia da Natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

## Aula 11

AB'SABER, A. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. *Estudos avançados*, São Paulo, v. 16, n. 45, p. 7-30, maio/ago. 2002.

BOLDRINI, I.I.; TREVISAN, R.; SCHNEIDER A.A. Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazém, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 355-367, 2008.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasileira*, São Paulo, v. 20, n. 1, jan./mar. p. 13-23, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Mapa de biomas e de vegetação*. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 14 jan. 2016.

TONHASCA JÚNIOR, A. *Ecologia e história natural da Mata Atlântica*. Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

## Aula 12

CENSKY, E.J.; HODGE, K.; DUDLEY J. Over-water dispersal of lizards due to hurricanes. *Nature*, v. 395, n. 6702, p. 527-621, Oct. 1998.

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

CRONK, Q.B.C. Island: stability, diversity and conservation. *Biodiversity & Conservation*, v. 6, n. 3, p. 477-493, mar. 1997.

MONTEIRO, A.B.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (Ed.). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2008. 2 v.

TROPPEMAIR, H. *Biogeografia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Technical Books, 2008.

### **Aula 13**

FORMAN, R.T.T. *LAND MOSAICS*. CAMBRIDGE: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1995.

HUGGET, R.J. *Geoecology: an evolutionary approach*. London: Routledge, 1995.

TURNER, M.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. New York: Springer, 2003.

ODUM, E.P.; BARRET, G.W. *Fundamentos de Ecologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2005.

RICKLEFS, R.E. *Economia da Natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

TONHASCA JÚNIOR, A. *Ecologia e história natural da Mata Atlântica*. Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

OLIVEIRA, R.R. *Produção e decomposição de serapilheira no Parque Nacional da Tijuca - RJ*. 1987. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1987.

### **Aula 14**

ODUM, E. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

ODUM, E.P.; BARRET, G.W. *Fundamentos de Ecologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2005.

RICKLEFS, R.E. *Economia da Natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

TONHASCA JÚNIOR, A. *Ecologia e história natural da Mata Atlântica*. Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

## Aula 15

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

MORRONE, J.; CRISCI, J. Historical Biogeography: introduction to methods. *Annual review in Ecological Systems*, Palo Alto, v. 26, p. 373-401, 1995.

RICKLEFS, R.E. *Economia da Natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

TROPPMAIR, H. *Biogeografia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012.

