



# Fundamentos de Botânica



# **Fundamentos de Botânica**

Ana Claudia Bensusaski de Paula Zurron

© 2018 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.

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

**Presidente**

Rodrigo Galindo

**Vice-Presidente Acadêmico de Graduação**

Mário Ghio Júnior

**Conselho Acadêmico**

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Camila Cardoso Rotella

Danielly Nunes Andrade Noé

Grasiele Aparecida Lourenço

Isabel Cristina Chagas Barbin

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

**Revisão Técnica**

Sônia Aparecida Santiago

**Editorial**

Camila Cardoso Rotella (Diretora)

Lidiane Cristina Vivaldini Olo (Gerente)

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Leticia Bento Pieroni (Coordenadora)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

---

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Zurron, Ana Claudia Bensusaski de Paula  
Z96f Fundamentos de botânica / Ana Claudia Bensusaski de  
Paula Zurron. – Londrina ; Editora e Distribuidora Educacional  
S.A., 2018.  
208 p.

ISBN 978-85-522-0552-4

1. Botânica. I. Título.

CDD 581

---

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

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

# Sumário

<b>Unidade 1   Morfologia vegetal</b>	<b>7</b>
Seção 1.1 - A célula vegetal e os tecidos vegetais	9
Seção 1.2 - Classes de plantas	26
Seção 1.3 - Morfologia e reprodução vegetal	39
<b>Unidade 2   Nomenclatura botânica e taxonomia vegetal</b>	<b>55</b>
Seção 2.1 - Introdução à nomenclatura botânica	57
Seção 2.2 - Fundamentos de taxonomia vegetal	72
Seção 2.3 - Herborização	86
<b>Unidade 3   Sistema de classificação botânica</b>	<b>103</b>
Seção 3.1 - Sistemas de classificação botânica	105
Seção 3.2 - Sistemas natural e filogenético	122
Seção 3.3 - Sistemas artificial e arbitrário	139
<b>Unidade 4   Biomas e ecossistemas</b>	<b>153</b>
Seção 4.1 - Introdução ao estudo dos ecossistemas	155
Seção 4.2 - Biomas brasileiros	173
Seção 4.3 - Biologia da Conservação	188



## Palavras do autor

Prezado aluno, estamos iniciando a disciplina *Fundamentos de Botânica*. A botânica estuda as plantas, seu ambiente, suas características, sua importância e aplicabilidade para o ecossistema e para a vida das pessoas. É por meio das plantas que a energia solar é transformada em energia química, pelo processo da fotossíntese, garantindo a existência da vida na Terra, produzindo o oxigênio. Dentro desse contexto, as plantas estarão em todos os momentos desta disciplina com você, demonstrando a importância do entendimento do estudo para a sua prática profissional. Espere, assim, que você tenha pleno domínio dos conteúdos que serão apresentados ao longo do aprendizado para que, durante todo o curso, você possa fazer uso desses conhecimentos.

A competência geral a ser desenvolvida é aprender a taxonomia, a morfologia das espécies vegetais, assim como os sistemas de classificação botânica.

Este material foi dividido em quatro unidades: na primeira, veremos a célula vegetal e os tecidos vegetais, as classes das plantas e ainda a morfologia e a reprodução vegetal. Na segunda unidade, introduziremos a nomenclatura botânica, os conceitos da taxonomia vegetal e também como se faz a herborização. A terceira unidade é destinada ao estudo dos sistemas de classificação botânica, entre eles, o sistema natural, o filogenético e o sistema artificial e arbitrário. Analisaremos quais são as diferenças entre os diversos sistemas de classificação, bem como o processo de classificação e suas limitações. Por fim, na última unidade, focaremos nosso estudo no entendimento dos ecossistemas, biomas brasileiros e na biologia da conservação.

Esperamos que você faça bom proveito durante nossa jornada. Ao longo do caminho, você terá acesso às várias informações sobre situações conhecidas e também outras com as quais nunca teve contato a respeito desse assunto. Faremos uso de situações-problemas para despertar seu interesse e criatividade nos temas abordados, desenvolvendo habilidades essenciais para a sua formação e atuação profissional. Bons estudos!



# Morfologia vegetal

## Convite ao estudo

Nesta unidade, estudaremos a célula vegetal, incluindo organelas celulares, a membrana plasmática e a parede celular vegetal, entendendo quais são os principais tecidos vegetais e como eles estão organizados. Também conheceremos as diferentes classes das plantas incluindo: briófitas, pteridófitas, gimnospermas, angiospermas; a morfologia interna e externa de folhas, raízes, caule, flores e inflorescências. Com relação à reprodução vegetal, veremos como ela acontece quando estudamos a fecundação e a polinização. Quais as características e diferenças entre as formas de reprodução?

A competência técnica desta unidade é conhecer a taxonomia, a morfologia das espécies vegetais e os sistemas de classificação botânica. Ao final, você deverá saber caracterizar diferentes espécies vegetais a partir da análise da morfologia vegetal, nomenclatura botânica e da taxonomia vegetal. Para ajudá-lo nesse caminho, vamos analisar o contexto a seguir:

Os alunos do curso de Engenharia Ambiental ficaram muito interessados com os novos conhecimentos obtidos nas aulas de Botânica. Como estão no início do semestre, foi a primeira vez que puderam estudar a célula vegetal, seus tecidos, encontrando verdadeiros cristais no parênquima vegetal. Além de curiosos, eles propuseram ideias para desenvolver um projeto de pesquisa juntamente com o laboratório da professora Sílvia, docente da disciplina de Botânica. Assim, um grupo de estudantes de Engenharia Ambiental procurou o laboratório de Biologia Vegetal da IES para realização de estágio. Como os alunos estão no início do curso de Engenharia Ambiental, ficaram deslumbrados com pormenores da célula vegetal, já que a botânica mostra cada

detalhe da constituição das plantas ou de cada espécie vegetal a ser estudada. Isso foi animador para os frequentadores do curso, pois os futuros engenheiros ambientais estarão sempre em contato com espécies vegetais que vão aparecer em campos, florestas, áreas protegidas, matas ciliares, entre outras coberturas vegetais. Assim, qual a importância do estudo da célula vegetal e dos componentes celulares presentes na célula? De que é formada a célula vegetal? O que é um tecido vegetal e quais são os principais tecidos vegetais que você encontrou ao observar uma planta?

Em cada seção da Unidade 1, você vai acompanhar os relatos do grupo de pesquisa da referida professora e, com a ajuda dos conceitos e atitudes aprendidos, vai entender a resolução da situação-problema, contando ainda com o auxílio de materiais pedagógicos e leituras complementares para a resolução de questões conceituais.

# Seção 1.1

## A célula vegetal e os tecidos vegetais

### Diálogo aberto

Um grupo de alunos do curso de Engenharia Ambiental procurou o laboratório de Biologia Vegetal da IES para realização de estágio, e a professora Sílvia é a docente responsável pelo laboratório. Como eles estão no início do curso de Engenharia Ambiental, detalhes da célula vegetal pertencentes à disciplina de Botânica mostram pormenores da constituição das plantas ou da espécie vegetal a ser estudada. Isso foi animador para os estudantes, pois os futuros engenheiros ambientais estarão sempre em contato com diferentes espécies pertencentes em seu ambiente de trabalho como: campos, florestas, áreas protegidas, matas ciliares, entre outras coberturas vegetais. Assim, qual a importância do estudo da célula vegetal e dos componentes celulares presentes na célula? De que é formada a célula vegetal? O que é um tecido vegetal e quais são os principais tecidos vegetais que você pode encontrar ao observar uma planta?

Com base nessas informações, vamos observar as estruturas morfológicas das plantas para que se consiga identificar corretamente uma determinada espécie em estudo. Se houver um erro nessa identificação da espécie vegetal, será que isso compromete a identificação da planta? As estruturas, funções e propriedades das espécies são iguais?

Os conteúdos abordados no item *Não pode faltar* do livro didático, assim como links e textos indicados, vão ajudá-lo a entender como essa situação-problema pode ser resolvida e o que é necessário para que os materiais vegetais sejam identificados corretamente, evitando problemas futuros.

### Não pode faltar

A botânica é a ciência que estuda as plantas. As células de organismos vegetais apresentam características peculiares que repercutem na produção de energia química e de oxigênio.

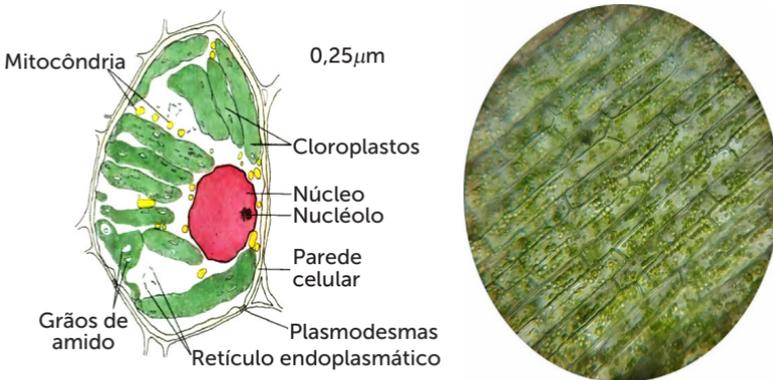
## Organelas das células vegetais

Todos os seres vivos são formados por células, que são as unidades fundamentais dos seres vivos, a partir das quais derivam-se os tecidos. Assim, podemos definir um tecido como um conjunto de células semelhantes, que têm função e propriedade definidas, garantindo: proteção, sustentação, equilíbrio e homeostase intracelular.

As plantas são organismos multicelulares eucariontes, ou seja, possuem seu material nuclear organizado, envolto por uma membrana conhecida como envoltório nuclear, que delimita o núcleo de outras organelas citoplasmáticas. Dessa maneira, a função do núcleo trabalha para armazenar a informação genética e transferi-la para células filhas, bem como toda a programação de atividades dessa célula.

Vamos agora conhecer a estrutura geral de uma célula vegetal. Fazem parte: mitocôndrias, cloroplastos, núcleo e nucléolo, parede celular e membrana plasmática, citosol, retículo endoplasmático, ribossomos, vacúolos, com cristais de oxalato de cálcio (como drusas) e grãos de amido dispersos no citosol.

Figura 1.1 | Estrutura tridimensional de uma célula vegetal, mostrando características da parede vegetal, vacúolos, cloroplastos e as várias organelas celulares encontradas no citosol



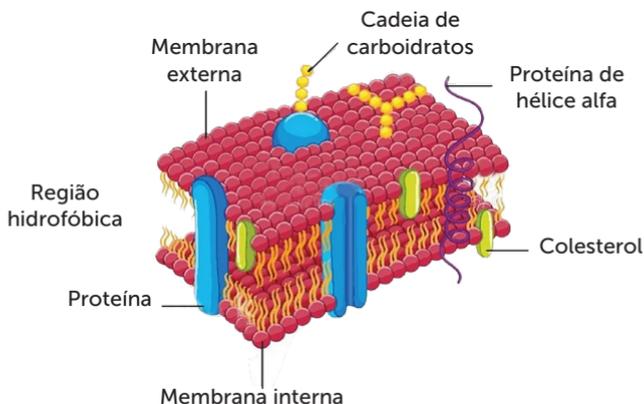
Fonte: <<https://pixabay.com/en/waterweed-plant-cell-mikroskopieren-1582259/>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

## Membrana plasmática e parede celular

A célula vegetal é formada por membrana plasmática, que confere seletividade à célula, determinando exatamente o que pode e deve passar para o meio intracelular e aquilo que pode sair da célula. A parede celular, juntamente com a membrana plasmática, protege a célula de pressões, evitando a ruptura da membrana plasmática e, conseqüentemente, da célula, garantindo proteção contra a entrada de agentes patogênicos, bem como lesões físicas e químicas, além de favorecer o controle do crescimento celular.

O controle da passagem de substância através da membrana depende das características físicas e químicas da estrutura da membrana e também das moléculas que vão atravessá-la. A constituição da membrana plasmática é lipoproteica, ou seja, uma parte dos constituintes é de natureza lipídica, tendo afinidade por substâncias apolares, e outra parte de sua constituição é de natureza proteica. Assim, as proteínas inseridas na membrana funcionam como proteínas-canais e receptores para que haja a entrada e saída de íons e água de dentro do ambiente intracelular para fora e vice-versa e também para a ligação de outras moléculas e substâncias em proteínas-receptores.

Figura 1.2 | Constituição da membrana plasmática lipoproteica



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/br/vetor/diagram-with-plasma-membrane-gm578305588-99424875>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

A água é a molécula mais importante que atravessa a membrana: tanto de dentro para fora quanto de fora para dentro. Esse processo da entrada de água e saída por difusão é chamada de osmose. A osmose envolve o movimento da água de uma solução com maior potencial hídrico para aquele de menor potencial hídrico, sendo que a concentração de soluto eleva o gradiente de concentração do solvente. A célula sempre busca o equilíbrio entre os meios interno e externo.

Quando a entrada e saída de solvente não envolve fatores que atuam no potencial hídrico (como a pressão), dizemos que o movimento se dá de uma região mais concentrada para outra de menor concentração. A osmose tem como resultado o aumento da pressão, devido à contínua entrada de água para uma região de menor concentração de água. Se a água for separada de uma solução por uma membrana semipermeável, a água entrará na célula até que se atinja o equilíbrio, quando o potencial hídrico for igual em ambos os lados da membrana.

E qual a relevância da osmose para os seres vivos? O movimento de água pela membrana plasmática em resposta ao potencial hídrico causa problemas para determinados seres vivos, principalmente aqueles de ambientes aquáticos. Esse contexto é válido quando o potencial hídrico da célula está acima, abaixo ou é igual ao potencial hídrico do ambiente em que vivem. Atravessando a membrana plasmática, temos citosol, núcleo e vacúolo, sendo o citosol uma região que contém um líquido viscoso, com uma diversidade de estruturas que vão desde organelas celulares membranosas, como os cloroplastos (locais da realização da fotossíntese), até estruturas grandes como o vacúolo, que pode ocupar um vasto volume celular, servindo de reservatório de substâncias vitais para a célula (proteínas, açúcares, água). No citosol, ocorrem reações metabólicas e também é onde se faz a troca de água por meio do processo de osmose, mantendo a pressão hidrostática dentro da célula.

Os vacúolos são tão particulares da célula vegetal como são a parede celular e os plastídios, entre eles os cloroplastos. É exatamente em vacúolos que a planta absorve grande quantidade de água, minerais e dióxido de carbono, assim como luz solar. Mas

Você acredita que, apesar de seu formato circular, o vacúolo não é apenas uma estrutura que guarda substâncias para o funcionamento e para as reações metabólicas das plantas? Os vacúolos funcionam na turgidez e no formato das células vegetais. Como em sua constituição a prevalência seria de água e materiais dissolvidos, são essas as substâncias que exercem pressão no citosol, acabando por aumentar essa pressão pelo processo de osmose. Também se encontram pigmentos e cristais e outros componentes capturados pela planta. Os vacúolos ainda possuem enzimas digestivas (hidrolíticas) que digerem diferentes materiais absorvidos, tendo função lisossomal. A função de homeostasia dos vacúolos está vinculada aos íons hidrogênio que mantém o pH constante e também a determinadas substâncias dissolvidas que determinam propriedades osmóticas, garantindo a homeostasia.

Assim, em organismos que vivem em água doce, quando estão em contato com um ambiente em que o potencial hídrico da célula é menor que o do meio circulante, a água tende a entrar na célula por osmose. Quando há a entrada de muita água nos organismos vivos, o que pode ocorrer? Nesse caso, pode haver diluição do conteúdo intracelular, rompimento da membrana plasmática e comprometimento das funções celulares.

Imagine agora você, que está aprendendo como acontece a minuciosa “escolha” dos componentes que passam pela membrana plasmática (semipermeável), saber que essas organelas vitais que estão no citosol das células sofreram influências do próprio ambiente celular e que perderam suas principais funções. Vamos lembrar da organela que comentamos há pouco e que está envolvida no controle osmótico da célula vegetal, lutando contra situações adversas encontradas em vários ambientes. Esse tipo de problema pode ser solucionado pelo vacúolo contrátil, que tem a função de coletar água de diferentes partes da célula e bombear todo esse excesso para fora da célula, mantendo a homeostase do meio intracelular celular. Assim, o vacúolo não só armazena água e substâncias, como está envolvido no metabolismo da célula vegetal e também tem a propriedade de buscar essa homeostase intracelular.

E quando uma planta é colocada em um ambiente ou solução de

potencial hídrico mais concentrado do que seu meio intracelular? O citosol pode se expandir e a membrana plasmática fazer uma forte pressão contra a parede celular. E por que a célula vegetal não se rompe com tanta facilidade? Pelo fato de ter a parede celular, estrutura típica da célula vegetal, que garante proteção mecânica para que a célula não venha se romper.

Células de origem vegetal vão juntar ou acumular em seus vacúolos diferentes substâncias concentradas com sais, açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos. Conseqüentemente, pode haver um aumento da pressão hidrostática no interior das células devido à entrada de água por osmose. O que acontece é que essa pressão que a célula exerce mantém a parede túrgida, assim, define-se a pressão de turgor.



### Refleta

De maneira igual ou oposta à pressão de turgor, está a pressão mecânica da própria parede vegetal, dirigida em sentido contrário, para o interior da célula, conhecida então como pressão da parede celular.

Figura 1.3 | Ilustração de células túrgidas (esquerda) e células plasmolisadas (direita)



Fonte: Raven et al. (1996, [s.p.]).

E qual a importância da parede celular para as plantas? A grande relevância dessa estrutura é que ela deve restringir a distensão do citosol, garantindo tamanho e forma à célula vegetal adulta, sem esquecer que garante proteção aos componentes (organelas celulares), conforme comentamos. Além da parede celular primária, há a parede celular secundária, e para que ambas se mantenham

juntas, existe a lamela média. A lamela média é constituída por um gel que une ou “cimenta” as paredes até que seu crescimento cesse e a parede tenha sua estrutura definida.

A parede celular primária, composta principalmente por celulose, hemicelulose e pectina, garante sustentação e proteção mesmo com a célula em crescimento, pois é porosa e permite a passagem de substâncias e de água pela planta, por entre a parede celular, sendo essa região conhecida como apoplasto.

Depois que a célula para de aumentar, o citosol secreta a parede secundária que vai fornecer suporte para as plantas; essa parede é mais grossa que a primária e mais rígida. Interessante notar que em células do xilema (sistema que garante o transporte de substâncias líquidas), a deposição da parede secundária produz verdadeiros anéis (espirais ou redes), que impedem o estreitamento e, conseqüentemente, o colapso da estrutura, devido às pressões de células adjacentes, pois essas células estão repletas de líquido pressurizado.

### **Funções das organelas e membranas**

O citosol das células eucariontes (animais e vegetais) tem uma matriz celular aquosa e complexa, com substâncias moleculares diversas e organelas membranosas. Ele é considerado uma matriz na qual as organelas estão suspensas, sem esquecer que o citosol contém um citoesqueleto que é formado de microtúbulos e feixes de fibrila.

O arranjo de microtúbulos em uma célula vegetal em crescimento, ou em divisão celular, está estritamente relacionado à orientação de microfibrilas de celulose das paredes primária e secundária das plantas. A orientação das microfibrilas de celulose pode, por sua vez, controlar a direção do crescimento, garantindo correlações bastante evidentes entre a distribuição dos microtúbulos e das estruturas da parede celular. Os microtúbulos são evidenciados, muitas vezes, em regiões de espessamento da parede vegetal secundária, como nos elementos de condução do xilema.

Outra característica de microfilamentos, além de serem componentes de microtúbulos do citoesqueleto vegetal, seria a

presença de uma "rede de cabos", semelhante à actina (um grupo de microfilamentos) que, em forma de "cesta", cerca o núcleo e vai em direção ao citosol, atravessando o vacúolo. Esses arranjos, aos poucos, têm sua atividade diminuída e começam a cessar depois que a divisão celular é concluída.

Assim como ocorre com os microtúbulos, o núcleo também gerencia a organização dos microfilamentos que tendem a ser paralelos ao eixo de alongamento celular e, enquanto esse alongamento continua, eles se organizam de maneira transversa, até que fiquem quase paralelos aos microtúbulos.

Portanto, as organelas são essenciais ao funcionamento da célula, as mitocôndrias (responsável pela respiração celular), o retículo endoplasmático liso (REL) e o retículo endoplasmático rugoso (RER); sendo que o RER diferencia-se do liso devido à presença de ribossomos em suas membranas achatadas, por isso o nome "rugoso", elemento essencial na realização da síntese de proteínas.

No citosol da célula vegetal, podem aparecer cristais de oxalato de cálcio conhecidos como: drusas, cristais de ráfides e até cristais prismáticos.

As proteínas, por sua vez, são elementos essenciais na realização das funções vitais das células, incluindo a reprodução, em que o núcleo detém o comando. Ainda, ribossomos menores podem ser encontrados nas mitocôndrias e nos cloroplastos. As mitocôndrias possuem DNA e ribossomos em sua matriz mitocondrial, mas são dependentes de proteínas sintetizadas no citosol, sob o controle nuclear. As enzimas produzidas nas mitocôndrias e aquelas dependentes do citosol serão importantes na manutenção da respiração celular e também no controle do metabolismo celular. Sabe-se que mais da metade do metabolismo celular acontece nas mitocôndrias.

O peroxissomo é um tipo de bolsa membranosas que muitas vezes poderia causar confusão com os lisossomos por conter enzimas digestivas como as catalases.

Os peroxissomos são importantes também em plantas. Dois

tipos de peroxissomos de plantas têm sido extensivamente estudados. Um tipo está presente nas folhas, em que participa na fotorrespiração. O outro tipo de peroxissomo encontra-se em sementes em germinação, nas quais converte os ácidos graxos armazenados em sementes oleaginosas em açúcares necessários ao crescimento da planta jovem.

Vale ressaltar que as principais enzimas envolvidas no processo digestivo seriam aquelas que degradam gorduras e aminoácidos, mas, nesse caso, eles contêm também grande quantidade da enzima catalase, que converte o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio. O peróxido de hidrogênio (ou água oxigenada usada em fermentos) pode ser tóxico às células e causar lesões.

Os plastídios, por sua vez, são estruturas que possuem membranas duplas que aparecem em plantas; eles contêm DNA e ribossomos em sua matriz fluida (estroma), que podem conter grãos de amido conhecidos como amiloplastos e que são incolores. Outros possuem cores e são conhecidos como cloroplastos, que contêm a clorofila e pigmentos associados. Os cloroplastos possuem um sistema de membranas chamadas tilacoides, que, ao se agrupar, formarão os granum, que por sua vez são incorporados ao estroma. A importância dessa estrutura é que as enzimas relacionadas com a fotossíntese estão situadas nas membranas de tilacoides.



## Assimile

Os cloroplastos são estruturas presentes nas células vegetais fundamentais para a vida das pessoas, pois são os locais da realização de fotossíntese por conter clorofila, pigmento sensível à luz solar. É uma estrutura celular essencial na produção do próprio alimento, em sua maior parte glicose. Nesse processo, as plantas liberam o oxigênio para a atmosfera, garantindo a vida.

No processo da fotossíntese, a energia do sol é captada e transformada em energia química. Assim, a primeira etapa da conversão da energia vinda do sol em energia química é a **absorção de luz**. A clorofila é o pigmento fotossintético presente nas folhas das plantas e é de cor verde. Sabe-se que a clorofila absorve luz em

comprimentos de onda de cor violeta, vermelha e azul, no entanto, ao refletir a luz verde, a clorofila apresenta-se verde.

O núcleo é considerado o centro de controle de células eucariontes, mas, de qualquer forma, ele precisa da colaboração do citosol na síntese proteica, quando usa os ribossomos tanto nuclear quanto citosólico na síntese proteica. Trata-se de uma estrutura esférica, um tanto alongada, que exerce controle nas funções celulares e está envolvida também na produção de enzimas (por meio do controle do RNA mensageiro). Além do controle de atividades celulares, o núcleo contém o material genético (cromatina-DNA combinada com proteínas conhecidas como histonas). Durante a reprodução celular, a cromatina é duplicada na fase do ciclo celular conhecida como INTERFASE e, depois de condensar-se, enrola-se e é chamada de cromossomo. São os cromossomos os responsáveis pela transmissão das características genéticas na reprodução celular.

A região que banha o núcleo é conhecida como nucleoplasma e apresenta uma constituição aquosa com enzimas, na qual cromatina ou cromossomos e os nucléolos encontraram-se suspensos. Assim, como o citosol, o nucleoplasma possui uma estrutura citoesquelética capaz de organizar o material nuclear e os nucléolos.

Os **nucléolos** são grânulos densos e massas de fibras **intensamente corados** (eucromatina quando ativo e heterocromatina quando inativo) de formato irregular que ficam inseridos no nucleoplasma. Existem semelhanças entre grânulos nucleares com ribossomos do citoplasma, entretanto as subunidades de ribossomos (compostos de RNA e proteínas) são produzidas exatamente no nucléolo.



### Pesquise mais

Para a manutenção da vida, necessitamos do fornecimento de energia a todo momento. Plantas verdes absorvem energia em forma de luz a partir do sol, convertendo-a em energia química no processo denominado fotossíntese. Leia o artigo na íntegra *Aspectos fisiológicos e ecológicos da fotossíntese*. Veja quão especial é esse fenômeno metabólico presente em vegetais. Disponível em: <[http://www.academico.uema.br/DOWNLOAD/FotossinteseKluge\[1\].pdf](http://www.academico.uema.br/DOWNLOAD/FotossinteseKluge[1].pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2017.

## Tecidos vegetais

Se a célula é considerada a unidade básica da vida, o conjunto de células formando grupos com funções comuns é conhecido como tecido. Os tecidos são o suporte orgânico dos vegetais. Eles podem ser de natureza diversa e estão, de maneira geral, divididos em meristemáticos e definitivos.

Após o desenvolvimento do embrião, formam-se novas células, tecidos considerados jovens, conhecidos como meristemas, os quais têm extrema importância no crescimento das plantas. Os meristemas são conhecidos como apicais e laterais. Os meristemas apicais estão ligados ao crescimento da planta em extensão e são encontrados nos sistemas dos caules e de raízes. Esse crescimento é conhecido como **crescimento primário**, de onde derivam os tecidos primários. Essa região da planta formada por tecidos primários é conhecida como **corpo primário vegetal**.

Os meristemas laterais (câmbio da casca e câmbio vascular) produzem os tecidos secundários da planta. O câmbio vascular é responsável pelo crescimento de células e tecidos, aumentando a espessura da planta logo após o amadurecimento dos tecidos primários dos meristemas apicais.

Em ambos, meristemas apicais e laterais, as células são capazes de se dividir muitas vezes. Depois de cada divisão de células filhas, uma permanece no meristema (conhecidas como iniciais) e outra torna-se uma célula nova do corpo (células derivadas). Vale lembrar que a divisão celular não está limitada aos meristemas apicais e laterais. Os tecidos parcialmente diferenciados (protoderme, procâmbio, meristema fundamental) são também chamados de meristemas primários pois (1): dão origem aos tecidos primários e (2): células permanecem meristemáticas até que se diferenciem em vários tipos de células. Assim, exceto na embriogênese, os **meristemas primários** são derivados dos **meristemas apicais**.

No entanto, o crescimento do corpo de uma planta envolve divisão e expansão celular, e o tamanho das células também aumenta à medida que progride dos tecidos meristemáticos mais jovens para aqueles mais velhos. A forma da planta e a organização dos tecidos são influenciados pela expansão e divisão celular, constituindo a

morfogênese (expansão e criação das formas da planta).



### Exemplificando

Os sistemas de tecidos – grupos de tecidos podendo estar na raiz, caule, folhas expressando a continuidade do corpo da planta e a similaridade dos órgãos – são de três tipos:

1- Sistema básico ou fundamental (parênquima, colênquima e esclerênquima), sendo o parênquima o tecido de natureza fundamental o mais comum.

2- Sistema vascular que consiste em dois tecidos condutores (xilema e floema).

3- Sistema dérmico, representado pela epiderme, que funciona como um protetor externo do corpo primário da planta e, mais tarde, no corpo secundário vegetal, através da periderme.

Assim:

1- Tecidos meristemáticos envolvem: meristemas, câmbio vascular e súber.

**Meristemas:** esses tecidos, por serem jovens, encontram-se em intensa atividade mitótica e crescimento. Apresentam-se pouco diferenciados ou ainda indiferenciados, com características celulares bem definidas como: núcleo central evidente, citoplasma denso, vacúolo de pequena extensão e parede celular pouco espessa. São conhecidos como meristemas primários e secundários.

**Câmbio vascular:** no desenvolvimento primário de caules e raízes, o procâmbio diferencia-se e forma os tecidos vasculares. São tecidos com grande quantidade de ribossomos e sistema de membranas e vacúolos bem desenvolvidos. São característicos de plantas que envolvem crescimento secundário.

**Tecido suberoso:** tecido que aparece em caules e raízes e se torna responsável pela formação (exterior) de células de tecido suberoso e para o interior de células do parênquima de reserva

(feloderme ou córtex secundário).

A partir desses tecidos meristemáticos, formam-se os tecidos definitivos provenientes de meristemas que evoluem para tecidos definitivos: adulto e diferenciado.

**Tecidos definitivos:** tecidos de proteção (periderme e epiderme) e tecidos de reserva/suporte e secretores (parênquima, colênquima, esclerênquima, tecidos secretores) e condutores (xilema e floema). Interessante lembrar que os estômatos são órgãos especializados nas trocas gasosas, podem ser encontrados na região da epiderme da parte aérea de plantas (caules herbáceos, pecíolos, flores, alguns frutos, folhas), no entanto são em maior número principalmente nas folhas.

As plantas de regiões de climas áridos e semiáridos possuem folhas hipoestomáticas, sendo uma característica que contribui para a adaptação de determinada espécie a ambientes diversos.

**Parênquimas:** são os mais abundantes em todas as células e conhecidos como tecido fundamental.

**Colênquima:** é constituído por células com paredes muito espessas e ricas em substâncias pécticas e celulose. É considerado um tecido de suporte e está abaixo da epiderme de órgãos em crescimento ou diferenciados.

**Esclerênquima:** são células espessas, apresentando função de suporte. Formadas por escleritos e fibras, estão em associação com diversos órgãos da planta: folhas, raízes, caules e frutos.

**Tecidos secretores:** com suas células secretoras, liberam substâncias produzidas pelo citosol que podem ser lançadas para o exterior da célula, ficar em vacúolos e permanecer no citoplasma. Alguns produtos podem ser eliminados da planta, e outros são vitais para as plantas como os hormônios.

Todos nós sabemos que as plantas retiram do solo em que vivem a água e os minerais, assim, analisaremos os tecidos condutores que levam ou transportam esses nutrientes do solo para todo o corpo do vegetal.

Quando falamos de tecidos condutores, referimo-nos a **xilema** e **floema**. O **xilema** é um tecido que transporta água e substância mineral dissolvida, podendo exercer funções de reserva e ter função mecânica. É um tecido em fase final de diferenciação e até contém células mortas de paredes lenhificadas. Já o **floema** é composto por células vivas, paredes com celulose, transportando substâncias orgânicas sintetizadas ou transformadas. Muitas dessas substâncias são o resultado do processo fotossintético. É um tecido mais complexo do que o xilema, formado por células do parênquima e esclerênquima (fibras e esclerídeos), com parênquima condutor e não condutor (células secretoras e de reserva).



Pesquise mais

Leia o artigo *Tecidos vegetais: estrutura e enquadramento evolutivo*, de autoria de Francisco J. Nascimento Carrapiço, para que você conheça um pouco mais sobre o desenvolvimento e estruturação dos tecidos vegetais. Disponível em: <[http://azolla.fc.ul.pt/aulas/BiologiaCelular/docs/Tec\\_Vegetais.pdf](http://azolla.fc.ul.pt/aulas/BiologiaCelular/docs/Tec_Vegetais.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2017.

## Sem medo de errar

Viu que interessante a quantidade de informações que você aprendeu? Nesse caso, vamos retomar a situação-problema que pergunta sobre a importância do estudo da célula vegetal e dos componentes celulares presentes na célula. De que é formada a célula vegetal?

Ela possui organelas vitais para que consiga exercer suas funções de sobrevivência, (respiração, digestão, reprodução), ribossomos para síntese de proteínas, entre outros. Como é um ser eucarionte, tem o núcleo envolvido pelo envoltório nuclear com o material genético presente dentro do núcleo. Diferentemente dos animais, os vegetais possuem cloroplastos para realização da fotossíntese, vacúolo para manutenção da forma, proteção mecânica e homeostase do organismo e, ainda, parede celular que garante proteção e sustentação mecânica, evitando que as diferentes interferências venham danificar os componentes celulares. A parede celular, juntamente com a membrana plasmática, protege

a célula de pressões, evitando a ruptura da membrana plasmática e, conseqüentemente, da célula, garantindo proteção contra a entrada de agentes patogênicos, além de favorecer o controle do crescimento celular.

Os tecidos vegetais são conjunto de células que, quando considerados jovens (meristemas), têm extrema importância no crescimento das plantas. Os meristemas são conhecidos como apicais e laterais. Os meristemas apicais estão ligados ao crescimento da planta em extensão e são encontrados nos sistemas dos caules e de raízes.

Os meristemas laterais (câmbio da casca e câmbio vascular) produzem os tecidos secundários da planta. O câmbio da casca gera o súber, e o câmbio vascular produz xilema e floema secundários. Quando falamos de tecidos condutores, referimo-nos a xilema e floema. O xilema transporta água e substância mineral dissolvida, podendo exercer funções de reserva e ter função mecânica. Já o floema é composto por células vivas, paredes com celulose, transportando substâncias orgânicas sintetizadas ou transformadas. É um tecido mais complexo do que o xilema, formado por células do parênquima e esclerênquima (fibras e esclerídeos), com parênquima condutor e não condutor (células secretoras e de reserva).

Esse conhecimento nos mostra quão eficientes são os organismos vegetais, controlando suas funções de acordo com as interferências ambientais e aquelas envolvidas com sua funcionalidade e manutenção da homeostase celular.

## Avançando na prática

### Plantas de diferentes ambientes

#### Descrição da situação-problema

Assistindo a um programa de TV que falava de ambientes terrestres, Antônio – aluno do curso de Engenharia Ambiental – ficou muito curioso sobre a forma de sobrevivência de plantas no deserto

e levou essa questão para a sala de aula. Assim, ele perguntou ao professor da disciplina se transportes de substâncias em plantas eram todos do mesmo jeito; no caso de plantas do deserto, onde a água é escassa no solo, será que a absorção das plantas aconteceria da mesma maneira?

### Resolução da situação-problema

O professor disse que não seria da mesma maneira, pois os ambientes eram muito distintos quando se comparavam desertos, mangues, regiões de praia, plantas da cidade, e a absorção da maioria dos elementos essenciais que estão presentes no solo, principalmente o transporte de íons. Assim, esse transporte de íons vai depender do fluxo de água na planta, da densidade da raiz, bem como de características genéticas da espécie. Todo o processo de absorção acaba sofrendo interferência do ambiente, e cada espécie pode responder de modo diferente. A seleção de íons é limitada a fatores osmóticos e às reações entre os íons presentes no solo.

Em regiões áridas, as plantas conhecidas como cactos e as suculentas reduzem a perda de água nas folhas e aumentam a quantidade de água armazenada em seus tecidos. Também as plantas xerófitas resistem bem às condições de ambientes áridos, pois apresentam grossas camadas de cera para reduzir a perda de água. De modo "inteligente" essas plantas fecham seus estômatos, que são aberturas na epiderme de folhas e caule, através dos quais se efetuam as trocas gasosas necessárias à vida das plantas. Assim, o fechamento ou abertura de estômatos obedece a um controle hormonal realizado pelo ácido abscísico, composto químico (sesquiterpenoide) comum em plantas e relacionado aos aspectos fisiológicos como o estresse hídrico, ainda ajuda no crescimento e desenvolvimento do caule, entre outros aspectos.

### Faça valer a pena

**1.** A célula é a unidade básica do ser vivo. Ela contém diferentes estruturas ou organelas que são responsáveis pelas funções vitais dos organismos vivos. Por exemplo, a membrana plasmática garante a permeabilidade seletiva,

ou seja, todas as substâncias que vão entrar na célula são selecionadas por tamanho, densidade, toxicidade, entre outras características individuais. Sendo assim, a membrana plasmática protege a célula de interferências que venham influenciar o ambiente celular.

Sabendo que algumas estruturas celulares podem estar localizadas em diferentes compartimentos das células como os ribossomos, qual seria a função dos ribossomos?

- a) Digestão celular.
- b) Respiração celular.
- c) Síntese proteica.
- d) Divisão celular.
- e) Formação dos cromossomos.

**2.** As células animais e vegetais são consideradas organismos eucariontes, pois possuem o núcleo organizado e envolto pelo envoltório nuclear. Dentro do núcleo está o material genético, responsável pela transmissão das características hereditárias e pela reprodução.

Quando comparam-se os grupos animais e vegetais e a estrutura de suas células, quais seriam as organelas exclusivas de células vegetais?

- a) Núcleo, citosol, membrana plasmática, ribossomos.
- b) Cloroplastos, parede celular, vacúolos, cristais.
- c) Parede celular, membrana plasmática, vacúolos, cloroplastos.
- d) Cloroplastos, cromatina, vacúolo, cristais.
- e) Membrana celular, vacúolo, ribossomos, cloroplastos.

**3.** Se a célula é considerada a unidade básica da vida, o conjunto de células formando grupos com funções comuns é conhecido como tecido. Os tecidos são o suporte orgânico dos vegetais e podem ser de natureza diversa, estando divididos em meristemáticos e definitivos.

Entre os tecidos conhecidos como tecido meristemático (que darão origem a outros tecidos) e tecidos definitivos (garantem proteção, preenchimento e sustentação às plantas), observe as afirmativas e assinale aquela que condiz com os tecidos definitivos:

- a) Meristemas apicais, câmbio vascular, xilema, floema.
- b) Epiderme, parênquima, esclerênquima, xilema, floema.
- c) Câmbio vascular, meristemas intercalares, xilema, floema.
- d) Câmbio vascular, câmbio súbero-felodérmico, colênquima, esclerênquima.
- e) Meristemas apicais, câmbio vascular, câmbio súbero-felodérmico, meristemas intercalares.

## Seção 1.2

### Classes de plantas

#### Diálogo aberto

Como os alunos do curso de Engenharia Ambiental se interessaram pelo estudo da botânica, a professora Sílvia teve a ideia de dividi-los em grupos para a realização de estágio, e explicou que eles poderiam também desenvolver estudos em um trabalho de campo, onde existem diferentes tipos de plantas que fazem parte de um ecossistema complexo, como as briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Os estudantes ficaram curiosos por saber quais seriam as diferenças entre essas espécies vegetais. Assim, a professora Sílvia pediu-lhes que trouxessem ao laboratório diferentes materiais vegetais para posterior análise. O trabalho em equipe laboratório-campo se torna extremamente rico quando existe essa troca de conhecimento, favorecendo as atividades experimentais, científicas e o aprendizado didático.

#### Não pode faltar

Vamos continuar aprendendo sobre as plantas? A nossa diversidade biológica é tão grande que, se pensarmos bem, chegaríamos à conclusão de que nosso estudo não teria fim. Portanto, podemos, de uma maneira geral, dividir o Reino Plantae, ou as plantas, em quatro grandes grupos: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. As plantas terrestres são formadas por plantas avasculares, conhecidas como briófitas, e por plantas vasculares, divididas em plantas sem sementes, como as pteridófitas, e plantas com sementes, que são as gimnospermas e angiospermas.

#### Briófitas

As briófitas compreendem os seres fotossintetizantes: musgos, hepáticas e antóceros; esses grupos têm como ancestral comum as algas verdes. Você se lembra da célula vegetal, que estudamos na seção anterior? As plantas denominadas briófitas são seres eucariontes, pluricelulares com características desse tipo de

célula: parede celular, vacúolos e ainda cloroplastos. Seu meio de alimentação se dá por meio da fotossíntese, embora algumas plantas tenham se tornado heterotróficas. Sabemos que a maioria das plantas é autotrófica, porém as heterotróficas alimentam-se de outros organismos, sejam eles animais ou vegetais. Como exemplo dessas plantas temos as carnívoras ou insetívoras. Elas têm a nutrição complementada pelas proteínas e pelos componentes nitrogenados presentes nos insetos, sendo o restante de seu alimento obtido por meio da fotossíntese. Você sabe a diferença entre autotrófico e heterotrófico?



### Assimile

Os organismos autotróficos são aqueles produtores do próprio alimento como os fotossintetizantes, ou seja, as plantas verdes utilizam a luz solar e clorofila para realizar o próprio alimento. Já os heterotróficos efetuam sua alimentação por meio de fonte externa ao organismo.

A primeira divisão de briófitas, ou seja, plantas que têm um ciclo de vida reprodutivo marcado por uma alternância de gerações (fase gametofítica haploide e esporofítica diploide), possui a fase **gametofídica** dominante. Assim, essa alternância de gerações heteromórficas é formada por meiose esporica, em que o gametófito é dominante e de vida livre, enquanto o esporófito é menor, efêmero e ligado ao gametófito, pois nutricionalmente é dependente deste. Interessante notar que as briófitas pertencentes ao sub-reino das embriófitas, (incluindo musgos, hepáticas, antóceros e ainda plantas vasculares ou traqueófitas) possuem os gametófitos talosos ou folhosos (filídios, caulídio e rizoides), e quando folhosos, suas células condutoras se assemelham às folhas, caules e raízes de outras espécies vegetais. Os esporófitos são estruturalmente simples quando comparados às demais plantas terrestres e possuem apenas um esporângio, que deve limitar o número de esporos produzidos a cada geração.

As briófitas são divididas em três tipos: hepáticas, musgos e antóceros. No entanto, possuem um contraste muito grande com a divisão das plantas vasculares. Elas apresentam os gametófitos independentes nutricionalmente dos esporófitos, enquanto os

esporófitos estão ligados de modo permanente aos gametófitos. Em outras palavras, o gametófito é a geração dominante em briófitas, já nas plantas vasculares seriam os esporófitos.

As briófitas são plantas avasculares, pertencentes ao grupo das plantas criptógamas (que não apresentam flores), geralmente de tamanho pequeno, com ampla distribuição geográfica. Têm grande importância evolutiva, pois são as pioneiras na transição do meio aquático para o meio terrestre. Isso mostra que nem sempre aquela planta sem muitas cores exuberantes ficaria sem sua graciosa relevância ambiental. No processo de estabelecimento de comunidades vegetais, as briófitas acabaram favorecendo a formação do solo e a germinação de sementes, contribuindo muito para o crescimento de diferentes espécies de plantas. Por exemplo, os musgos chegam a formar tapetes que retêm uma enorme quantidade de água, tornando-se fundamental na germinação de plantas vasculares.

Muitas vezes, se não fossem essas plantas pioneiras, outras, de uma maneira evolutiva, poderiam não ter sobrevivido em determinados ambientes. Imagine você que esse grupo de plantas tolera diferentes ambientes, podendo viver tanto em regiões tropicais como em desertos, na água e na terra ou, ainda, em ambientes úmidos. Dessa maneira, "tamanho não é documento": as briófitas são espécies que suportam diferentes pressões ambientais e acabam povoando variadas regiões do nosso planeta, sendo cruciais para a manutenção da boa qualidade ambiental. Um exemplo de uma situação de importância ecológica seria a associação de briófitas às cianobactérias, o que aumenta a fixação de nitrogênio. Também as briófitas conseguem controlar a erosão do solo, a manutenção do balanço hídrico, são consideradas um grupo que compõe a biomassa, participando do ciclo do nitrogênio e carbono. Por isso, destacamos que as briófitas servem como bioindicadores ou indicadores ambientais, pois podem ressaltar problemas no solo, em águas, no ar, em terrenos e plantações.



### Exemplificando

A diversidade no uso e aplicação das briófitas ocorre em diferentes aspectos, como na horticultura (aerando o solo e retendo a umidade),

na germinação de sementes, nos aquários (para purificação do ambiente, jardins); mostra sua importância como indicadora ecológica, garantindo a qualidade do solo nas florestas, as condições de pH da água, a presença de cálcio e outros nutrientes na própria água, podendo ser uma excelente indicadora ambiental por ser extremamente sensível à poluição do ar.

## **Pteridófitas**

As pteridófitas são as primeiras plantas que apresentam vasos condutores ou podemos dizer que são as plantas que trazem tecidos especializados na condução de água e nutrientes, solucionando a dificuldade de transportar substâncias, como acontece nas briófitas. As pteridófitas são um grupo de plantas muito antigo que apareceu no período Carbonífero, há aproximadamente 360 milhões de anos.

As pteridófitas apresentam raiz, caule e folhas, sendo que o caule normalmente é subterrâneo, chamado também de rizoma. Quanto aos xaxins, são denominados caules aéreos. Ainda temos avencas e cavalinhas, que são pteridófitas muito usadas em ornamentação, estando presentes em diversos biomas do Brasil, geralmente em áreas muito úmidas, associadas a matas densas e muito próximas a cursos d'água e nascentes.

Quando você vê os vasos com samambaias, avencas, xaxins em locais onde esteve, percebeu que a estrutura do corpo dessas plantas pode variar? Podemos dizer que existem espécies muito pequenas e até aquelas que atingem mais de 20 metros de comprimento. As folhas podem, na verdade, chegar a até 5 metros. Por que será que isso acontece com as pteridófitas e não com os musgos (briófitas)?

Como comentamos, as pteridófitas são as primeiras plantas vasculares, ou seja, aquelas que apresentam tecidos especializados na condução de água e nutrientes. Esse tipo de adaptação no corpo das pteridófitas favoreceu um transporte mais rápido pelo corpo dos vegetais e, juntamente com os vasos condutores e células, tornou possível o armazenamento de substâncias nas plantas, conferindo maior resistência e o aparecimento de plantas de porte mais elevado que as briófitas. Todas essas características evolutivas e adaptativas

forneceram suporte para que elas ocupassem uma maior variedade de ambientes terrestres.



Pesquise mais

Para melhorar o aprendizado no assunto de plantas vasculares, leia o artigo indicado.

TOFANELLI, Mauro Brasil Dias; RESENDE. Suelo Gouvea. Sistemas de condução na produção de folhas de *Ora-pro-nobis*. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 466-469, jul./set. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pat/v41n3/a21v41n3.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2017.

Outra característica interessante das pteridófitas é que, além de serem espécies antigas como referimos anteriormente, elas também podem habitar diferentes ambientes, variando desde regiões semidesérticas até regiões temperadas tropicais. Você sabia que muitas dessas plantas podem crescer em troncos e ramos de árvores? São conhecidas como plantas epífitas, ou seja, crescem sobre outras plantas, mas não se alimentam dos tecidos ou da seiva de seu hospedeiro.

Vamos voltar a falar sobre a fase de reprodução das pteridófitas. Você se lembra de que, nas plantas vasculares, a geração esporofídica era mais duradoura que a gametofídica. Isso é o que acontece em samambaias, como as espécies *Equisetum* e *Psilotum*.

Figura 1.4 | Exemplar de pteridófitas em ambiente natural, presença de "soro" com esporos



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/br/foto/fern-blossom-gm507093631-45682918>>. Acesso em: 12 set. 2017.

Assim como as briófitas, as pteridófitas também possuem a chamada alternância de gerações, tendo em seu ciclo de vida reprodutivo uma fase sexuada e outra assexuada. A fase assexuada ou produtora de esporos está presente na folha das plantas desse grupo. Você lembra dos pontos pretos existentes nas folhas de samambaia de um vaso do quintal de sua casa? Eles são conhecidos como soros e são nessas estruturas que os esporos são produzidos. Depois de um tempo, os esporos ficam maduros e são esses pontos pretos (soros) que se abrem para liberar os esporos que caem no solo apropriado para germinar (em solo úmido com nutrientes). Cada esporo que cair no solo vai gerar uma estrutura em formato de coração que se chama "protalo". Este, por sua vez, é considerado a parte sexuada das pteridófitas e é nele exatamente que ocorre a produção de gametas, ou seja, trata-se do gametófito das pteridófitas.

Falando na importância ecológica desse grupo, podemos dizer que é de extrema relevância. Essas plantas têm uma função de manutenção da umidade no interior da floresta, absorvendo água pelas raízes e distribuindo-a gradualmente ao solo e ar. Assim, a microfauna e microflora são beneficiadas, destacando o seu papel fundamental no equilíbrio ecológico do ambiente. Um exemplo de interação com os demais organismos são as samambaias, principalmente arbóreas, nas quais habitam várias espécies de outras plantas, como as briófitas, mas também podemos encontrar outras pteridófitas ou orquidáceas, bem como pequenos animais (formigas) e até fungos macro e microscópicos. Para exemplificar ainda mais a importância das pteridófitas no monitoramento ambiental, algumas espécies podem ser indicadoras do tipo de solo e de ambientes desarmônicos, mostrando o nível de conservação deles.

## **Gimnospermas**

As gimnospermas são as plantas que tiveram uma certa facilidade para se dispersar e se espalhar por diferentes ambientes naturais. Isso porque elas compõem o grupo que pela primeira vez apresentou sementes, conquistando de forma definitiva o ambiente terrestre. As plantas produtoras de sementes são chamadas espermatófitas, tendo ciclo de vida reprodutivo com fase haploide ( $n$ ) e diploide ( $2n$ ). Nas gimnospermas, há dois tipos de esporos: o micrósporo e o macrósporo.

Os micrósporos são produzidos em estruturas conhecidas como microsporângios que se encontram em estróbilos (masculinos), iniciando a produção de gametófito masculino; já na parte feminina, temos os megásporos produzidos por megasporângios que estão reunidos nos estróbilos femininos.

A parede do micrósporo desenvolve projeções laterais em forma de "asa" e passa a voar, chamando-se agora grão de pólen. Assim os micrósporos transformam-se em grãos de pólen e são liberados e, ainda, carregados pelo vento para realizar a fecundação. Dessa maneira, os grãos de pólen chegam até o óvulo, iniciando a germinação e a formação do tubo polínico.

Os óvulos são megasporângios revestidos de tegumentos e não necessariamente os gametas femininos, pois no tegumento do óvulo há um orifício chamado micrópila. É no megasporângio que encontramos a câmara polínica onde inicia-se a germinação da semente.

Após a formação do tubo polínico por volta de 30 dias e mitose do megasporócito, originam-se os arquegônios. O tubo polínico atinge a oosfera e se dá a fecundação, formando o zigoto e o futuro embrião. Quando a semente está madura, o embrião já apresenta estruturas precursoras de raiz, folhas e caule. É nessa fase que a semente cai no solo para germinar.



**Pesquise mais**

Leia o texto sugerido para compreender melhor o assunto.

MANTOVANI, Adelar et al. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 787-796, out./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v27n4/v27n4a17.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2017.

## Angiospermas

Há aproximadamente 90 milhões de anos, surgiram as angiospermas, plantas com flores. Por que as angiospermas apareceram e se espalharam com tanta facilidade no ambiente em

que vivemos? Voltaremos agora à origem das angiospermas, onde há o aparecimento de frutos e flores e de substâncias químicas importantes na defesa e atração de agentes polinizadores.

Filogeneticamente falando, as angiospermas tiveram origem ou surgiram em plantas com sementes, muito provavelmente na forma de um arbusto que não tinha frutos, carpelos fechados e flores. Fósseis de angiospermas mostravam grãos de pólen com um único poro, bastante similares (porém fáceis de diferenciar), com esporos de samambaias e pólen de gimnospermas. As folhas eram simples, apresentavam brácteas e pistilo. Era considerada uma dicotiledônea perene de regiões de brejos, hoje é ancestral das angiospermas como plantas exemplares da pimenta-do-reino, pertencentes à família Piperaceae. Depois disso, apareceram no registro fóssil, o pólen com três aberturas, diferentes daquelas plantas primitivas. Assim, as angiospermas surgiram em formas diversificadas, em planaltos e montanhas dos trópicos, sem esses registros fósseis.



### Refleta

Pense nas dificuldades enfrentadas pelas angiospermas em termos de solo, ambiente, tipo de reprodução, isso pode ter sido custoso para as plantas desse grupo, porém permitiu sua evolução. O desenvolvimento de um sistema de condução de água e nutrientes mais eficiente, também a dispersão de sementes e a diversidade biológica, a defesa contra predadores garantiram a sobrevivência da espécie, entre outros aspectos discutidos até então.

Todos esses aspectos são interessantes, pois seriam as primeiras plantas com flores, com diversas características adaptativas, favorecendo uma resistência a ambientes secos e frios. Essas plantas tinham folhas pequenas (coriáceas), com sistema de condução de água eficiente, e a semente muito bem coberta, protegendo o embrião jovem do dessecamento. Essas particularidades não aparecem em todas as angiospermas, mas denotam sim uma divisão nesse grupo de plantas. Outros fatores ajudaram a evolução desse grupo no ambiente, como a evolução dos elementos do tubo crivado, auxiliando na condução de nutrientes pelo floema, assim como os elementos de vaso que também se tornaram mais

eficientes que os traqueídeos no xilema. Ainda, os elementos de polinização e a dispersão de sementes são características marcantes das plantas com flores (aquelas mais avançadas), espalhando vários indivíduos em diferentes habitats. A riqueza na diversidade química mostrou um sistema de defesa eficiente contra herbívoros e doenças variadas. Sua reprodução é também rápida e eficiente, garantindo a diversidade biológica.

A evolução mostra também o aparecimento e estabelecimento de angiospermas em ambientes decíduos (ambientes mais secos, com estresse hídrico), pois algumas angiospermas apareceram e sobreviveram em áreas tropicais que apresentavam períodos de seca periodicamente. Descendentes desses indivíduos foram para a região mais ao norte, que era mais fria e onde não havia água suficiente para o crescimento. Outras modificações aconteceram em plantas como ervas perenes que viviam em condições mais extremas quando comparadas aos ancestrais lenhosos. Todas essas adaptações pertencentes às angiospermas deram a esse grupo vantagens seletivas, em clima extremamente estressante, durante os últimos 50 milhões de anos da sua existência. Quando o clima se tornou mais brando, sem mudanças muito significativas na umidade e temperatura, foi retratado o sucesso desse grupo de plantas, ampliando sua aparição em diversos locais do mundo.

Um segundo grupo de fósseis de angiospermas antigas envolve flores grandes, hermafroditas (masculino e feminino), robustas, com as partes aéreas enroladas em espiral com um eixo alongado, como ocorre na espécie *Magnolia*.

Angiospermas mais modernas são especializadas em suas características morfológico-funcionais, mantendo a constância de suas características florais, com pequena variação entre os membros do grupo. Como diziam os músicos: vamos então falar das flores? Na próxima seção, vamos conhecer melhor a estrutura morfológica das flores, a importância de suas cores, como se dá a polinização.

Faremos agora uma reflexão sobre o equilíbrio da natureza. Quando ela é perturbada e o prejuízo ambiental é causado pelo homem ou por abalos naturais (temporais, incêndios), a restauração do meio ambiente pode acontecer naturalmente, pelo processo de

sucessão ecológica. Muitas vezes, no entanto, a restauração leva mais tempo do que deveria, mas acaba aos poucos restabelecendo o ambiente original. Mediante todos os conceitos que você estudou nesta seção, consegue imaginar quais plantas surgem primeiro nessa sucessão?

A sucessão ecológica pode ser classificada como: primária ou secundária.

A primária é aquela que remete à criação inicial, desenvolvendo um ecossistema que não havia existido, como no caso de lavas de vulcões resfriadas que conseguem originar florestas ou ainda no recuo de geleiras, regiões antes não povoadas por este tipo de vegetação. E nessa sucessão, quem aparece inicialmente são: cianobactérias, fungos, líquens, briófitas e os primeiros animais.

Já a sucessão secundária é aquela que se refere à recriação de um determinado ecossistema que segue após interferência do homem e/ou da própria natureza. Vale lembrar que geralmente nessa sucessão existem remanescentes que ficaram de uma determinada comunidade biológica que já existiu anteriormente, incluindo, além dos vegetais, a matéria orgânica e as sementes. Ela ocorre em florestas ou matas e reaparece após inundações, furacões ou incêndios, pastos abandonados, revivendo a mata que havia antes naquele local. Nesse tipo de sucessão, os desenvolvimentos dos organismos são ordenados da seguinte forma: gramíneas, insetos e aves.

E de forma geral, nas etapas de sucessão ecológica, você perceberá a presença das classes de plantas estudadas nesta seção.

Na primeira etapa, chamada de écese, são notados os primeiros organismos (pioneiras), geralmente autótrofos. Já na seguinte fase, nominada séries, destacam-se as biocenoses (comunidades) que se sucedem. A transição é cada vez mais complexa e se observa o desenvolvimento de briófitas e pteridófitas. E, na etapa final, denominada clímax, o que se percebe são os biomas naturais formados com grandes árvores, gimnospermas e angiospermas.

A restauração de um determinado ambiente significa restaurar um ecossistema com capacidade de manutenção das funções vitais

do ambiente, como: ciclagem dos elementos químicos, fluxo de energia, mantendo a diversidade biológica que existia previamente. Podemos analisar as populações que sofreram impacto e ecossistemas que foram prejudicados, buscando trazer de volta o que foi perdido.

Leia todo o material, incluindo textos indicados neste livro didático, e responda as questões. Você vai entender e gostar ainda mais das espécies vegetais.

## Sem medo de errar

Como os alunos do curso de Engenharia Ambiental se interessaram por botânica, a professora Sílvia resolveu dividi-los em grupos para iniciar seus estudos em um trabalho de campo, onde existem diferentes tipos de plantas que fazem parte de um ecossistema complexo, como as briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Os estudantes ficaram curiosos em saber quais seriam as diferenças entre essas espécies vegetais. Foi então que a professora Sílvia pediu para que alguns dos alunos trouxessem para o laboratório diversos materiais botânicos para posterior análise.

Eles coletaram amostras dos quatro grupos de plantas e discutiram a respeito das diferenças significativas encontradas em suas pesquisas, que seriam:

- As briófitas são plantas avasculares, e as pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, em contraste, são plantas vasculares. Os tecidos vasculares fizeram com que, a partir das pteridófitas, houvesse a conquista do ambiente terrestre.

- Briófitas e pteridófitas são plantas sem sementes, já gimnospermas e angiospermas possuem sementes. No entanto, somente as angiospermas apresentam flores e frutos.

- A reprodução em briófitas tem a fase gametofítica mais duradoura e em pteridófitas ocorre o inverso, a fase esporofítica é mais longa e duradoura que a gametofítica, os esporos (soro) caem no solo e germinam as novas pteridófitas.

- A reprodução em gimnospermas e angiospermas surge por meio da dispersão de sementes, e o vento garante a fecundação por meio do carregamento do grão de pólen. Essas espécies trazem maior diversidade biológica.

- As briófitas têm grande importância ambiental: fundamentais na formação do solo, na germinação de sementes, favorecendo a germinação de plantas vasculares, também são bioindicadoras de contaminantes no ambiente. Muitas outras diferenças e contrastes podem ser discutidos a partir da leitura dos textos e livros. Leia os materiais sugeridos e obtenha mais informações sobre o assunto.

## Avançando na prática

### Monocotiledôneas e dicotiledôneas

#### Descrição da situação-problema

Os alunos do laboratório da professora Sílvia ficaram muito interessados nas características observadas nos distintos grupos e espécies de plantas do grupo das angiospermas, talvez devido à variedade das flores e frutos, mostrando a diversidade biológica existente. Assim, foi proposto aos estudantes um trabalho envolvendo uma listagem de características de plantas angiospermas com flores e frutos com relação às diferenças entre monocotiledôneas e dicotiledôneas, citando tais diferenças com exemplos.

#### Resolução da situação-problema

As angiospermas são as plantas com sementes protegidas por frutos e flores, e podemos diferenciá-las em angiospermas: monocotiledôneas ou dicotiledôneas. As monocotiledôneas são aquelas que possuem um único cotilédone, sendo as primeiras folhas que surgem dos embriões. Seu crescimento é considerado primário, tendo raízes finas, ciclo de vida curto, flores trímeras ou múltiplas de três. Exemplos: trigo, gramíneas, palmeiras, milho, centeio, magnólia. Já as dicotiledôneas seriam aquelas que têm dois cotilédones com raízes profundas, nervuras nas folhas, crescimento secundário (em espessura), apresentam ciclo de vida mais longo do que aquele comparado ao das monocotiledôneas; seu caule é

lenhoso, com flores múltiplas de quatro ou cinco sépalas. Alguns exemplos: leguminosas, ipê, vagem, jacarandá, rosas, feijão.

## Faça valer a pena

**1.** As briófitas são plantas avasculares e sem sementes. Com a evolução, elas foram as primeiras a fazerem a transição do ambiente aquático para o terrestre. Pequenas, quase imperceptíveis, mas de grande importância ecológica, as briófitas – pioneiras na conquista de ambiente terrestre – pertencem ao grupo das plantas criptógamas.

Defina o significado de criptógamas:

- a) Plantas com frutos.
- b) Plantas com flores.
- c) Plantas sem flores.
- d) Plantas com xilema.
- e) Plantas com floema.

**2.** As gimnospermas são as plantas que tiveram uma certa facilidade para se dispersar e se espalhar por diferentes ambientes naturais. Isso porque elas compõem o grupo que pela primeira vez apresentou sementes, conquistando de forma definitiva o ambiente terrestre.

Como acontece o processo de reprodução nas gimnospermas?

- a) Há duas fases haploides (n) com esporos.
- b) Há uma fase haploide (n) e outra diploide (2n) com esporos.
- c) Há duas fases diploide (2n) com esporos.
- d) Há fases sem esporos.
- e) Há somente reprodução gametofídica.

**3.** Quando a natureza é perturbada e o prejuízo ambiental é causado pelo homem ou por abalos naturais (temporais, incêndios), a restauração do meio ambiente pode ocorrer naturalmente pelo processo de sucessão ecológica. Dentro de poucos anos, depois de um local ser devastado pelo homem ou naturalmente, sementes de diferentes espécies podem germinar.

Por que acontecem a sucessão ambiental e a recuperação do ambiente degradado?

- a) Para que cresçam as sementes de plantas gimnospermas.
- b) Para que seja propícia a criação de angiospermas e haja a polinização.
- c) Para manter as funções vitais do ambiente, garantindo a diversidade biológica.
- d) Para que haja a reprodução de espécies vegetais.
- e) Para revitalizar locais próximos a regiões de vulcões e/ou geleiras.

# Seção 1.3

## Morfologia e reprodução vegetal

### Diálogo aberto

Agora que os alunos da professora Sílvia estão engajados nos estudos e entenderam as principais características dos grupos vegetais e a constituição celular das plantas, vamos pensar quais seriam os ambientes nos quais as briófitas, pteridófitas, gimnospermas e as angiospermas vivem, dando ênfase principalmente à morfologia da raiz, do caule, das folhas e flores. Será que uma variação sazonal pode interferir no crescimento desses compartimentos das plantas? Uma região mais fria ou mais quente, com mais vento, com solo arenoso ou salino interfere no desenvolvimento ou na reprodução das espécies vegetais? Você vai conhecer todas essas particularidades citadas, para que compreenda como cada compartimento da planta pode intervir na composição e na diversidade de nossos ecossistemas. Não se esqueça de que, no final desta seção, você terá condições de descrever, no formato de banner, os quatro diferentes grupos vegetais, assim como sua caracterização botânica com base na morfologia interna e externa ou, ainda, escolher uma única espécie e analisá-la.

### Não pode faltar

Agora falaremos um pouco das características dos principais constituintes das plantas – raiz, caule, folhas e flores –, bem como sua estrutura e desenvolvimento. Começando pela raiz, dizemos que é uma região de grande importância para alimentação vinda do solo, absorção de água e nutrientes e também de fixação no ambiente em que vivem. Duas outras funções seriam relacionadas à condução de água e nutrientes para as partes do corpo e armazenamento de substâncias.

No caso das plantas que crescem acima do solo, os nutrientes produzidos nas partes fotossintetizantes do corpo da planta (caule e folhas) migram através do floema para os tecidos de armazenamento da raiz, que podem ser usados pela própria raiz ou, mesmo, voltar

pelo floema para as partes que estão acima do solo. Ainda, íons inorgânicos, água e minerais absorvidos pela raiz são levados até as partes aéreas da planta, assim como os hormônios sintetizados nas regiões meristemáticas da raiz (citocininas e giberelinas envolvidas com crescimento e desenvolvimento) são transportados por vasos (como o xilema) até as partes aéreas das plantas (TAIZ, 2016).

### Morfologia externa e interna da raiz

A primeira raiz que aparece nas plantas é a **raiz primária** e se origina no embrião. Essa raiz que cresce diretamente para baixo é chamada de **raiz pivotante**; quando dá origem às ramificações laterais, denomina-se **raiz lateral**. Geralmente surge em plantas gimnospermas e dicotiledôneas. No caso das monocotiledôneas, a raiz primária tem vida curta, sendo o sistema radicular nomeado de raiz adventícia, originada do caule. As **raízes adventícias**, juntamente com as raízes laterais, formam um **sistema radicular fasciculado** (RAVEN, 1996).

Reforçando que as raízes do tipo pivotante penetram de maneira mais profunda no solo do que as fasciculadas. A superficialidade das raízes fasciculadas e a firmeza com que se agarram às partículas do solo fazem com que sejam apropriadas para cobertura dos solos, prevenindo a erosão.



#### Refleta

A raiz fasciculada, em termos de agricultura, é de grande relevância para a manutenção do plantio de diversas culturas, pois se o solo estiver em processo de erosão, substâncias nutritivas a ele serão arrastadas pela força da água, danificando a produção da lavoura ou impedindo seu crescimento. Pense nisso.

Interessante lembrar que a extensão do sistema radicular (o quanto ele se aprofunda no solo ou o quanto cresce lateralmente) pode depender muito das condições do próprio solo como umidade, temperatura e composição do mesmo. As raízes de nutrição (até 15 cm do solo) estão envolvidas ativamente na absorção e transporte de água e minerais, pois é ali que está a parte do solo mais rica em matéria orgânica.

Morfologicamente falando, o ápice da raiz aparece em formato de dedal e é chamado de coifa, que deve proteger o meristema apical e ajudar a raiz a penetrar no solo. Quando a raiz cresce, a coifa é empurrada para a frente, e as células de localização periférica são descamadas. Esse processo de descamação é coberto por uma bainha viscosa (mucilaginosa) que vai lubrificar a raiz durante sua entrada no solo (RAVEN, 1996).

Além da coifa, outra característica da estrutura do ápice da raiz é o arranjo longitudinal de células que se originam do meristema apical (composto de células iniciais e derivadas imediatas).

Para as plantas com sementes, é possível observar dois tipos de organização apical:

1) No primeiro tipo de organização, a coifa, o xilema, o floema do cilindro vascular e o córtex surgem de um mesmo grupo de células do meristema apical.

2) Já no segundo tipo, a epiderme tem origem comum com o córtex e a coifa. Inicialmente, as divisões mitóticas acontecem no meristema apical da raiz, mais tarde, o crescimento nessa região torna-se menos frequente. Assim, a maioria das divisões celulares deve ocorrer a uma curta distância, em regiões chamadas de centro quiescente, que é capaz de repovoar a região meristemática quando ela é danificada. O **centro quiescente** exerce um papel fundamental no desenvolvimento e organização da raiz. O meristema apical também se combina com uma porção da raiz chamada de **região de divisão celular**. A seguir está a região de alongamento da raiz, que tem alguns milímetros de comprimento, garantindo um aumento no seu comprimento. A região de alongamento é seguida pela região de maturação, em que células de tecidos primários completam seu desenvolvimento com a formação de **pelos radiculares**, sendo que essa parte da raiz recebe o nome de **zona pilífera**.

Os primeiros elementos do floema que são formados são os **elementos crivados do protofloema**, que se diferenciam próximos ao ápice da raiz, demonstrando a participação dos elementos do tubo crivado para o desenvolvimento da raiz. Existem três sistemas de tecidos da raiz em estágio primário de crescimento, sendo distinguidos em: sistema dérmico (**epiderme**), sistema fundamental

(**córtex**) e sistema vascular (**tecidos vasculares**). Os tecidos vasculares em raízes formam um cilindro compacto, porém podem gerar um cilindro “oco” ao redor de uma medula.

**1- Epiderme:** região que absorve água e sais minerais (raízes jovens), tendo o auxílio dos pelos radiculares para ajudar nessa função. Os pelos aumentam muito a superfície de absorção da raiz, facilitando essa atividade. Igualmente, a mucilagem é uma substância benéfica para a disponibilidade e passagem de íons do solo para a raiz, fornecendo um ambiente para bactérias benéficas, além de proteger a raiz contra a dessecação. Essa região é chamada de **rizosfera**.

**2- Córtex:** ocupa a maior área do corpo primário das raízes, suas células armazenam o amido e outras substâncias, no entanto não possuem cloroplastos. Gimnospermas e dicotiledôneas com crescimento considerável descartam cedo seu córtex, pois nelas as raízes continuam sendo parenquimatosas. Em contrapartida, em monocotiledôneas, o córtex é mantido durante todo o tempo de vida da raiz e muitas células espessam suas paredes secundárias, tornando-se lignificadas. Essas mudanças dão origem às conhecidas **células de passagem** que eventualmente se suberificam. É muito comum observar espaços de ar para aeração de células da raiz. As angiospermas apresentam ainda a **exoderme** (camadas externas às células do córtex), em que suas paredes suberificadas reduzem a perda de água da raiz, para o solo e fornecem uma defesa contra o ataque de microrganismos.

**3- Cilindro vascular:** na raiz, o cilindro consiste em tecidos vasculares com uma ou mais camadas de células, o **periciclo**, que por sua vez circunda os tecidos vasculares. Em plantas com sementes, os tecidos vasculares secundários originam xilema e floema secundários, a partir de um câmbio vascular. Já a periderme composta de súber (cortiça) surge a partir de um câmbio da casca. O **periciclo** divide-se formando um cilindro completo do câmbio da casca, que produz **súber para o lado externo da casca** e **feloderme para o lado interno da casca**. Em conjunto, esses três tecidos – **súber, câmbio da casca e feloderme** – vão compor a **periderme**. A **periderme** ou **súber** substitui a **epiderme** em se tratando de revestimento de proteção na raiz. Células da periderme

se diferenciam em lenticelas, que são áreas que permitem trocas gasosas entre raiz e solo. O córtex e a epiderme se separam da raiz. Após formação de periderme na raiz, o córtex e a epiderme morrem, pois estão afastados do suprimento de água e minerais pela presença da casca, sendo eliminados da raiz. Assim, após um ano de crescimento estão presentes na raiz lenhosa (de fora para dentro): epiderme, córtex (remanescentes), periderme, periciclo, floema primário, secundário, câmbio vascular, xilema secundário e primário.

As monocotiledôneas não apresentam o crescimento secundário, por isso são formadas de tecido primário. Além dessas espécies, raízes de algumas dicotiledôneas herbáceas continuam com constituição predominantemente primária. Agora, se pensarmos nas raízes em campos e locais de alagamento, como elas reagem, como se comportam? O estresse imposto pela saturação hídrica do solo coloca um caráter seletivo nessas espécies vegetais. Com a evolução, diferentes espécies tolerantes desenvolveram estratégias de sobrevivência que as capacitaram a ocupar áreas sujeitas ao alagamento do solo.



### Pesquise mais

Leia o artigo indicado e discuta com seus colegas em sala como ocorre a adequação de raízes ao alagamento ou, ainda, se pode acontecer perda significativa do plantio de determinada cultura e, por fim, qual seria o comportamento de plantas na presença do alagamento do solo afetando a sobrevivência, o crescimento e o metabolismo das plantas.

MEDRI, C. et al. O alagamento do solo afeta a sobrevivência, o crescimento e o metabolismo de *Aegiphila sellowiana* Cham. (Lamiaceae)? **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 123-134, 2012. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminario/article/viewFile/10359/11076>>. Acesso em: 26 set. 2017.

## Caule

Quando falamos do caule, referimo-nos a um órgão vegetal portador de folhas e de suas modificações, podendo ser

inteiramente aéreo, subterrâneo ou aquático. A região entre o caule e a raiz chama-se **zona do colo** ou **nó vital**. A função do caule é dar suporte mecânico às folhas e aos órgãos reprodutores, bem como realizar o transporte de seiva entre esses órgãos e as raízes. Outras funções são atribuídas aos caules, como reserva de nutrientes e água no caso de tubérculos, síntese de substâncias, resistência a variações de temperatura e, ainda, resistência às queimadas (rizoma, troncos com súber desenvolvido), propagação vegetativa (caules que possuem gemas).

Os caules podem exercer a função de fotossíntese quando se tratam de caules herbáceos e quando se fala de pontas verdes de caules arbóreos.

Em angiospermas e gimnospermas, a origem dos caules é proveniente do desenvolvimento do embrião das sementes. A primeira unidade do caule é chamada de hipocótilo adjacente aos cotilédones e é onde se dá o início do desenvolvimento dessa estrutura.

Com relação à morfologia externa, o caule é formado por: **folhas, nós, entrenós e gemas**.

As **gemas**, por definição, são regiões meristemáticas, protegidas por primórdios foliares ou podem aparecer na forma de escamas. Quando surgem no ápice dos caules, são conhecidas como **gemas terminais**; quando estão localizados na axila das folhas, são denominadas **gemas laterais**.

Quanto à atividade meristemática, as gemas podem ser classificadas como: **gemas ativas** (que estão em atividade e geralmente estão no ápice do caule) e **inativas**, quando estão abaixo do ápice caulinar ao manter uma certa potencialidade de desenvolvimento, ficando inertes muitas vezes, podendo, igualmente, entrar em atividade de acordo com a necessidade do vegetal.

Os **nós** são regiões do caule nas quais exatamente ocorre a formação das folhas. Nos nós também existem as gemas axilares.

Os **entrenós** são regiões localizadas entre dois nós consecutivos.

As **folhas** são expansões laterais do caule que correspondem à principal característica desse órgão (ESAU, 2007).

No que concerne à classificação dos caules, podemos verificar características relacionadas: a forma, o porte e a quantidade de tecidos lignificados, e o ambiente no qual se desenvolvem.

Quando falamos da forma, os caules podem ser classificados em dois grupos: **caules cilíndricos** e **caules prismáticos**. Referindo-se ao porte e à quantidade de tecidos lignificados, são classificados como: **herbáceos** (pouco material lignificado), dotando de flexibilidade da planta; **arbustivos**, de natureza lenhosa, ramificados e divididos desde a base, e **arbóreos**, bastante lignificados alcançando mais de 3 metros de altura (ESAU, 2007).

Em relação ao ambiente onde se desenvolvem os caules, existem os **caules aéreos** incluindo os caules eretos, caules trepadores, caules rastejantes. Nos **caules aéreos eretos** estão incluídos o tronco, o estipe, o colmo e a haste.

**Tronco:** envolve as árvores e arbustos, são bastante lignificados, aparecem em gimnospermas e dicotiledôneas.

**Estipe:** tipo de caule cilíndrico, sem ramificações que apresenta folhas terminais em roseta.

**Colmo:** caule cilíndrico com região de nós e entrenós visíveis.

**Haste:** caule frágil, geralmente de cor verde, ramificado, característico de porte herbáceo. O tecido colenquemático é bem desenvolvido e confere a propriedade de flexibilidade a esse tipo de caule.

**Caules trepadores:** dotados de pouco tecido de sustentação, não conseguem se manter eretos, necessitando de suporte para seu desenvolvimento. Os caules trepadores são de dois tipos: **caules volúveis** (não têm órgãos de fixação) e **caules escandentes** (presença de órgãos de fixação), podem ser gavinhas ou raízes adventícias.

**Caules rastejantes:** aqueles que se desenvolvem sobre o solo e podem ser de dois tipos: **estolhos** (crescem paralelamente à

superfície do solo com raízes adventícias e ramos aéreos em nós) e **sarmentos** (caules rastejantes com apenas um ponto de fixação no solo).

**Caules subterrâneos:** forma pouco comum de caule, adaptado à função de armazenamento de substâncias, reserva.



### Assimile

Você sabia que os caules subterrâneos ficam embaixo da terra e, para que não sejam confundidos com as raízes, eles possuem folhas modificadas, também chamadas de escamas, apresentando ainda gemas, nós e entrenós? São exemplos: samambaias e outras gimnospermas, gengibre, bananeiras.

Os caules subterrâneos podem ser de três tipos:

**1) Rizomas** (formas cilíndricas e crescimento horizontal próximo à superfície do solo) – possuem nós, entrenós, gemas e folhas modificadas. Têm raízes adventícias, como os gengibres, que são um exemplo de caule tipo subterrâneo (rizoma) em que as folhas podem sair do caule.

**2) Tubérculos** (formados na extremidade do caule subterrâneo) – acumulam reserva e se dilatam, tendo o formato arredondado. Esse tipo de caule subterrâneo se difere do rizoma por ter a forma globosa e ausência de raízes. Diferem de raízes tuberosas por terem gemas evidentes que definem sua natureza caulinar. Por exemplo, batata, inhame e batata-inglesa.

**3) Bulbos** (órgãos subterrâneos de natureza complexa) – geralmente estão incluídos para estudo com os caules subterrâneos, embora apresentem tecido caulinar chamado prato ou disco. Presas ao prato ou disco estão as folhas modificadas conhecidas por escamas. Essas folhas envolvem a região do prato, podem ou não acumular substâncias de reserva. Ainda devem aparecer gemas laterais e raízes adventícias. Fazem parte dos bulbos o alho e a cebola.



Os bulbos podem ser vistos na cebola comum, *Allium cepa* L., e no alho *Allium sativa*, no caso do bulbo composto; cada bulbilho é comumente chamado de “dente de alho”.

Figura 1.5 | Cebola e alho, cada bulbilho é conhecido como dente de alho



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/br/foto/alho-e-cebola-e-salsinha-legumes-com-especiarias-gm147307003-12630521>>. Acesso em: 3 out. 2017.

A **estrutura interna** dos caules é decorrente da distribuição dos tecidos que pertencem aos diferentes tipos de tecido caulinar: sistema dérmico (**epiderme** e **periderme**), tecido fundamental (**parênquima**, **colênquima**, **esclerênquima**) e tecido vascular (**xilema** e **floema**). Vale lembrar que o câmbio fascicular e interfascicular, assim como o felógeno, é constituinte das plantas que têm crescimento secundário.

**Folhas:** as folhas são apêndices do caule, apresentando inserção nodal. São clorofiladas e de crescimento limitado. A nomenclatura folha deriva do latim *folia* que se refere a expansões laterais dos caules de plantas fanerógamas e de pteridófitas. Nas briófitas, as expansões foliáceas verdes não possuem feixes vasculares, são conhecidas por filóides, e algumas vezes são chamadas de folhas (SALISBURY, 2013).

Quando se torna completa, a folha é formada por limbo, pecíolo, bainha e alguns detalhes da bainha. As estípulas são consideradas formações laminares que estão quase sempre em número de duas, na base foliar. Sua origem vem da gêmula do embrião, que é exatamente o ponto de origem das primeiras folhas vegetais. As folhas subsequentes são expansões laterais exógenas dos caules. Assim,

caule e folha possuem origem comum, diferindo estruturalmente no que se refere à disposição dos tecidos. Ainda, as funções que cabem ao caule e à folha diferenciam de ambas as estruturas.

Outra característica marcante das folhas são as nervuras, observadas especialmente na face inferior das mesmas. Os principais tipos de nervações (ou nervuras) são: uninérvea, peninérvea, digitinérvea, curvinérvea, paralelinérvea e enervada.

1- Uninérvea: folha com uma única nervura, chamada nervura central ou principal.

2- Peninérvea: nervura principal que se ramifica em nervuras conhecidas como secundárias.

3- Digitinérvea: folha com diversas nervuras principais que saem da base do limbo foliar, como se fossem dedos da mão, também conhecida por palmada ou palminérvea.

4- Curvinérvea: folha de nervuras curvas que saem da base do limbo foliar, tendendo a se reunir no ápice foliar.

5- Paralelinérvea: folhas cujas nervuras se dispõem de maneira paralela, característica de plantas monocotiledôneas.

6- Enervada: folha que não possui nervuras visíveis; como no caso da babosa.

Você deve estar se perguntando: será que o tipo de nervura pode interferir em algum detalhe desse estudo ou em meu trabalho como engenheiro ambiental? Imagine que você precise identificar uma determinada espécie de planta para reconstituir uma área que foi devastada e vai passar pelo processo de reflorestamento. Dependendo do ambiente, solo, temperatura, condições especiais pertencentes a essa espécie de planta, você pode ou não dar prosseguimento a essa atividade. E você fica na dúvida se seria esta ou aquela espécie que deveria ser plantada ali; se uma ou outra raiz se adapta a determinado tipo de solo; qual folha, presença ou ausência de nervura e de que tipo, para que se classifique a espécie como propícia para aquele ambiente ou não. Se precisar definir com outros profissionais que espécie vegetal deve ser plantada naquela área, você saberia ajudar? No momento do estudo da

identificação vegetal, será que as características morfológicas das folhas podem resolver essa questão? Que tipo de nervura pode ajudar na definição dessa escolha? Mais adiante quando estivermos classificando as espécies de plantas em famílias (plantas reunidas pelas características em comum), o tipo de nervura vai diferenciar e classificar determinadas espécies de plantas, facilitando a nomenclatura correta. Isso é extremamente relevante na sistemática vegetal, em que um erro na definição da espécie de planta pode ser o grande diferencial na eficácia de seu trabalho. Pense nisso.

A **flor** é uma estrutura derivada de um ramo que possui esporofilos. A estrutura da flor é conhecida como vaso ou carpelo. O carpelo é considerado o megafilos especializado e soldado longitudinalmente, nele encontram-se os óvulos que se desenvolvem em sementes após a fecundação (RAVEN, 1996).

Quando as flores estão agrupadas, são chamadas de inflorescência e quando estão isoladas são denominadas pedicelo. O receptáculo floral é o local no qual partes da flor estão fixadas, contendo nós e entrenós (pequenos), fazendo com que os nós se aproximem uns dos outros.

As flores, para se tornarem vistosas e exuberantes, possuem apêndices estéreis, conhecidos como sépalas (geralmente verdes) e pétalas (coloridas), que, por sua vez, estão fixas no receptáculo floral, abaixo dos estames e carpelos (partes férteis da planta) (RAVEN, 1996).

Coletivamente, as sépalas vão formar o “cálice”, enquanto as pétalas criam as “corolas”. Quando pensamos em cálice e corola juntos, temos o **perianto**.

Indo para as características reprodutoras, temos os estames que, de maneira coletiva, recebem o nome de **androceu** (ou **casa masculina**), são os microsporófilos. Nas angiospermas como um todo, o estame é apenas uma haste (filete) que sustenta a antera (biloba) contendo os **sacos polínicos** (microsporângios) (RAVEN, 1996).

Já na parte feminina, temos o **gineceu**, chamado de megasporófilo dobrado, que se apresenta selado em seu comprimento abrigando um ou mais **óvulos**. Pode haver um

ou vários carpelos, porém se existir um único carpelo, ou vários fundidos, nomeamos de **pistilo**.

Na maioria das flores, esse único carpelo ou aqueles fundidos estão diferenciados em "**ovário**", que por sua vez envolve os **óvulos** e uma parte superior denominada "**estigma**", estrutura que recebe o pólen.

Em muitas flores, outra estrutura conhecida como "**estilete**" liga o estigma ao ovário. O ovário, onde os óvulos se originam, é designado "**placenta**". Em determinadas flores, a placenta é parietal (os óvulos estão fixados na parede do ovário ou em sua extensão). E como acontece o ciclo de vida nas angiospermas? A polinização é indireta, ou seja, o pólen é depositado no estigma masculino; a seguir o tubo polínico leva dois núcleos espermáticos ao gametófito feminino. Após a fecundação, o óvulo desenvolve-se em semente, que está inclusa no ovário da planta. Muitas vezes, o ovário se desenvolve em fruto (RAVEN, 1996).

### Sem medo de errar

Depois de conhecer a estrutura das plantas, vamos pensar quais seriam os ambientes nos quais essas espécies vivem, dando ênfase aos fatores sazonais como tipo de solo, clima, temperatura, porcentagem de chuva e água acumulada no solo. Será que esses fatores podem interferir no crescimento desses compartimentos das plantas? Uma região mais fria ou mais quente, com mais vento, com solo arenoso e salino interfere no crescimento ou na reprodução das espécies vegetais? Vamos analisar todas essas características citadas para que você compreenda como cada compartimento da planta pode intervir na composição e na diversidade de nossos ecossistemas.

Conforme conversamos e relatamos no conteúdo desta unidade, as características citadas com relação às variações sazonais podem intervir no crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais. Será que as plantas realmente possuem estruturas especializadas para suportar diferentes tipos de solo, clima, excesso ou falta de chuva, umidade? Sim, com o passar do tempo, de maneira evolutiva e essencial para a própria sobrevivência, elas

desenvolvem folhas mais ou menos resistentes, caule aéreo ou subterrâneo, dependendo da necessidade de reservar alimentos como no caso de caules subterrâneos bulbosos. Ainda, maior ou menor lignificação, se são caules aéreos e que precisam resistir ao vento, e à chuva, se precisam ou não se manter eretos. Tudo o que você estudou lhe dá condições de entender como é importante que o metabolismo, assim como a morfologia interna e externa, responda de maneira adequada a essas interferências ambientais.

Agora você já tem condições de descrever, no formato de banner, os quatro diferentes grupos vegetais, escolhendo uma ou mais espécies, pensando na caracterização botânica com base na morfologia interna e externa das plantas.

## Avançando na prática

### A polinização

#### Descrição da situação-problema

Assim que foram descritas as características das flores masculina e feminina para os alunos, surgiu a curiosidade de saber como elas se reproduzem, como se dá o transporte de grão de pólen em plantas com flores. E quanto aos frutos, eles aparecem nesse grupo de plantas?

#### Resolução da situação-problema

A professora Sílvia explicou que esse assunto é muito atrativo e que isso acontece nas “melhores famílias” de flores belas e coloridas, pois quando há a deiscência (ou abertura) das anteras, os grãos de pólen são levados ao estigma por diferentes vetores (besouros, abelhas, vespas, moscas, mariposas, borboletas, morcegos, aves, flores polinizadas pelo vento, pela água), sendo esse processo conhecido como polinização.

O grão de pólen, ao absorver água, germina e forma o tubo polínico. Se a célula ainda não está em divisão, esse fato ocorre exatamente neste momento, em que se formam dois núcleos espermáticos. Assim, o grão de pólen germinado com núcleos

espermáticos e seu próprio núcleo formará o microgametófito maduro. A polinização garante a fecundação e a reprodução das espécies vegetais.

Segundo a professora, o envolvimento de dois núcleos espermáticos (dupla fecundação) comumente encontrados nas angiospermas difere das gimnospermas, tendo início com a formação do endosperma, no qual há o desenvolvimento do embrião. Os tegumentos também se desenvolvem, cobrindo a semente na parede do ovário e estruturas associadas, assim eles crescem no fruto.

Com a transformação do óvulo em semente nas angiospermas, o ovário desenvolve-se em fruto, sendo que o pericarpo (parede do ovário) se torna espesso e diferencia-se em camadas: exocarpo (camada externa), mesocarpo (camada média), endocarpo (camada interna) ou somente em endocarpo e exocarpo. Interessante notar que essas diferentes camadas aparecem mais em frutos carnosos do que em frutos secos. É dessa maneira que surgem os frutos, característica comum desse grupo de plantas.

## Faça valer a pena

**1.** Os principais constituintes das plantas são: raiz, caule, folhas, flores e frutos. Quando pensamos na raiz e lembramos que os tipos de raízes podem variar dependendo da espécie vegetal e das condições ambientais em que vivem, assim como também crescem acima ou abaixo do solo, podemos imaginar diferentes situações.

Com base nessas afirmações, podemos dizer que as principais funções das raízes nas plantas são:

- absorção de água e nutrientes proteicos, orgânicos, fixação no solo, produção de hormônios.
- fixação no ambiente em que vivem, sustentando inundações e alagamentos.
- alimentação vinda do solo, absorção de água e nutrientes, sem armazenamento de substâncias.
- fixação de nitrogênio, absorção de água e hormônios de crescimento.
- absorção de água, nutrientes, fixação, armazenamento de substâncias e produção de hormônios de crescimento.

**2.** O caule é um órgão vegetal portador de folhas e de suas modificações, podendo ser inteiramente aéreo, subterrâneo ou aquático. A função principal do caule é dar suporte mecânico às folhas e aos órgãos reprodutores, bem como realizar o transporte de seiva entre esses órgãos e as raízes.

Quais seriam as outras funções atribuídas aos caules, no caso de caules tubérculos?

- a) Proteção mecânica e síntese de nitrogênio.
- b) Reserva de água e fotossíntese.
- c) Reserva de nutrientes e água, síntese de substâncias.
- d) Fixação de substâncias e proteção física.
- e) Reserva de água e fixação de nitrogênio.

**3.** Os primeiros elementos do floema a serem formados são conhecidos como os elementos crivados do protofloema, os quais se diferenciam próximo ao ápice da raiz da planta, demonstrando a participação dos elementos do tubo crivado para o desenvolvimento da raiz.

Existem três sistemas de tecidos em estágio primário de crescimento sendo classificados como:

- a) Perianto, sépalas, corola.
- b) Epiderme, córtex, sistemas vasculares.
- c) Floema, xilema, súber.
- d) Megasporângio, gineceu, androceu.
- e) Perianto, gineceu, sacos polínicos.

# Referências

BOTKIN, D. B; KELLER, E. A. **Ciência ambiental**. 7. ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2011.

ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2007.

OLIVEIRA, F.; AKISSUE, G. **Fundamentos de farmacobotânica e de morfologia vegetal**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2009.

RAVEN, P. H. et al. **Biologia vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

SALISBURY, F. B. **Fisiologia das plantas**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

TAIZ, L. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 1. ed. São Paulo: Artmed, 2016.

# Nomenclatura botânica e taxonomia vegetal

## Convite ao estudo

Caro aluno, vamos dar continuidade à nossa disciplina falando agora a respeito de nomenclatura botânica e taxonomia vegetal. Veja a importância da nomenclatura das famílias de plantas que classificam as diferentes espécies. Isso acontece devido à vasta diversidade biológica existente com relação às plantas e aos animais.

Na primeira seção, introduziremos os conceitos da nomenclatura botânica, a identificação da nomenclatura botânica, como a nomenclatura estuda e classifica determinada espécie vegetal, e sua função. Ainda, a relevância e o uso do Código Internacional de Botânica. Na Seção 2.2, falaremos exclusivamente a respeito da taxonomia vegetal, sua caracterização e classificação, assim como também a hierarquia taxonômica. Já na Seção 2.3, estudaremos a estruturação dos herbários, bem como as técnicas de coleta de plantas em campo e o referido registro das plantas em campo e no herbário.

Em uma excursão realizada para a região da Serra do Mar (sentido litoral do Rio de Janeiro até Santa Catarina), os alunos do curso de Engenharia Ambiental acompanharam diferentes detalhes daquele ambiente, incluindo cachoeiras e espécies vegetais que são específicas da Mata Atlântica. Vários deles não imaginavam ver tanta diversidade biológica num mesmo local, pois não se atentavam para isso. Foram 15 dias viajando e observando a mata e as espécies vegetais presentes. "Muita atenção em nossas visitas e paradas", dizia o coordenador do curso que acompanhou a viagem, "teremos apresentação de palestras com conferencistas, discussões a cada final de dia e momentos abertos para que todas as dúvidas sejam sanadas". É fundamental aproveitar esse trabalho de campo e aprender muito. Imagine você, aluno, participando da viagem, ao

se deparar com uma diversidade tão grande, conseguiria estudar tantas espécies de plantas e animais ao longo dos tempos, se não houvesse um sistema de classificação organizado e sistematizado? Qual a importância desses assuntos para que você possa identificar as espécies de plantas de maneira correta? Se não distinguirmos esta e outra espécie no trabalho que realizamos, existe alguma consequência na confusão da identificação ou na falta de certeza dessa identificação? Vamos juntos entender a relevância da nomenclatura e as implicações da classificação das espécies vegetais.

# Seção 2.1

## Introdução à nomenclatura botânica

### Diálogo aberto

Em uma excursão realizada para a região da Serra do Mar (sentido litoral do Rio de Janeiro até Santa Catarina), os alunos do curso de Engenharia Ambiental acompanham vários detalhes daquele ambiente, incluindo cachoeiras e espécies vegetais que são específicas da Mata Atlântica. Alguns deles não imaginavam ver tanta diversidade biológica num mesmo local, pois não se atentavam a tantos detalhes. Foram 15 dias viajando e observando a mata e as espécies vegetais presentes. “Muita atenção em nossas visitas e paradas”, dizia o coordenador do curso que acompanhou a viagem, “teremos apresentações de palestras com conferencistas, discussões a cada final de dia e momentos abertos para que todas as dúvidas sejam sanadas”. É hora de aproveitar esse trabalho de campo e aprender muito.

Uma das primeiras paradas da viagem da turma na Serra do Mar, junto aos docentes responsáveis por esse trabalho de campo, foi o Parque Estadual da Serra do Mar, uma região que contém a maior área contínua de Mata Atlântica preservada do Brasil. Com os conhecimentos adquiridos em sala de aula, foi solicitado aos estudantes que observassem se no lugar havia demarcação de parcelas de determinadas espécies vegetais, se existia alguma espécie sinalizada como “espécie em extinção” e se havia identificação da nomenclatura dessas espécies presentes no local. Tudo isso tem um significado fundamental para o estudo e a conservação do meio ambiente. Após as instruções, os alunos se dividiram em grupos, observando e anotando todas as características que foram solicitadas nessa visita, e algumas dúvidas surgiram: a nomenclatura tem uma função importante? Qual o papel do Código Internacional de Botânica? Será que essas questões têm impacto no dia a dia de trabalho de um engenheiro ambiental? Os resultados seriam discutidos em momento oportuno no final da visita.

## Não pode faltar

Já observou como existe uma grande diversidade de organismos vegetais quando você faz uma excursão ou um passeio em um parque, em uma praia ou mata? É devido a essa imensa variedade de plantas que se torna necessária a classificação desses organismos, obtendo um conhecimento detalhado sobre cada uma das espécies estudadas. De uma maneira aleatória ou instintiva, o homem começou a classificar as plantas de acordo com o tamanho do grupo, ou seja, os grupos menores são mais fáceis de entender. Assim, as primeiras classificações foram realizadas conforme as necessidades, como aquelas que poderiam servir para comer, cuidar de algumas doenças ou até mesmo as que poderiam ser tóxicas e que deveríamos saber disso para nos prevenirmos. Esse tipo de classificação, um tanto rudimentar, levou em consideração, principalmente, a morfologia, ou seja, as plantas com formato e propriedades parecidas ficavam juntas em um mesmo grupo recebendo denominações em comum. Dessa maneira, iniciou-se a classificação das plantas.

Foi a partir de Darwin, biólogo conhecido por ter estudado a origem das espécies, assim como sua evolução e adaptação, que se iniciou uma maior organização dos vegetais em grandes grupos, baseados, então, em sua morfologia ou em sua estrutura morfológica. A Botânica moderna iniciou a classificação das espécies vegetais com Carlos Lineu, um botânico que usou o chamado sistema binominal de designação das espécies vegetais. Lineu publicou o livro *Species plantarum* em dois volumes que descreviam as espécies de plantas e animais, dando início à Sistemática Moderna.

Você já deve ter ouvido falar nos conteúdos de Sistemática Vegetal, certo? Os estudos científicos mais modernos envolvendo relações evolutivas entre os organismos deram origem à Sistemática. O objetivo dessa disciplina é agrupar as diferentes espécies de plantas dentro de um mesmo sistema. Para isso são necessários conhecimentos de várias disciplinas, como: Evolução, Genética, Ecologia, Morfologia, Fisiologia e outras mais. Portanto, a Sistemática tem por finalidade a classificação, identificação

e nomenclatura das espécies vegetais e, também, sua história evolutiva. A identificação da espécie seria, então, a determinação de uma espécie semelhante ou idêntica à outra já anteriormente descrita.

Já a nomenclatura consistiria no uso correto do nome das plantas, e a classificação, por sua vez, ordenaria as plantas em um determinado grupo dentro de um sistema. Seriam, assim, três grupos de sistemas: **sistemas artificiais**, **sistemas filogenéticos** e **sistemas naturais**. A diferença entre os sistemas é a “base” ou “alicerce” para a classificação, ou seja, em que esta classificação está fundamentada. Enquanto o **sistema filogenético** tem por base a evolução dos diversos grupos vegetais, o **artificial** usa os caracteres específicos da espécie, como o tipo de flor ou se é considerada uma inflorescência. Já o **sistema natural** tem a base de suas informações nas afinidades das plantas, relacionando essas afinidades e formando um conjunto de características afins que devem assumir a classificação de uma determinada espécie de planta.

Se pensarmos que os organismos vivos estão em contínua modificação e evolução, entenderemos que devem mesmo aparecer as relações de parentesco entre espécies e grupos de espécies, determinando desse modo um ancestral comum que deverá comparar e, conseqüentemente, classificar os indivíduos dentro de um mesmo grupo.

Por que Lineu tornou-se o taxonomista mais citado na nomenclatura botânica? O uso do seu sistema foi muito produtivo, transformando-se em um método útil e simples para nomear as espécies. Assim, o botânico definiu as principais classes de plantas observando e estudando a posição e o número dos estames, estruturas responsáveis pela produção de grãos de pólen na flor, garantindo a reprodução. No entanto, Lineu acreditava que não havia mudanças após o nascimento das plantas, ou seja, não se viam variações durante um período de tempo. Esse fato foi rebatido logo que Darwin propôs o aparecimento de variações e mutações nas plantas de acordo com o tempo. Antes do trabalho de Darwin, já havia surgido a discussão sobre o fato de as espécies de plantas serem classificadas como imutáveis, gerando inúmeros

questionamentos. Depois de sua publicação *A origem das espécies*, em 1859, a teoria da evolução foi melhor aceita, e os taxonomistas conseguiram enxergar a classificação das espécies vegetais de maneira especialmente diferente. Ao invés de agrupar e classificar as espécies apenas com base em suas características físicas (morfologia), iniciou-se uma discussão a respeito da filogenia, ou seja, a história evolutiva das espécies estudadas. As classificações que têm como base classificações evolutivas são conhecidas como classificação filogenética, que é muito diferente da classificação apoiada na aparência física. O que os taxonomistas evolutivos querem saber é se, além de serem organismos semelhantes, com similaridades, também são resultado da evolução de um ancestral comum.

Sendo assim, em que os sistematas profissionais se baseavam para classificar as espécies? Eram estudados estrutura e função, ciclo de vida e dados moleculares encontrados no DNA, RNA e proteínas. Os grupos observavam as estruturas reprodutoras, como sementes, estróbilos, flores e frutos.

Logo, presença ou ausência de sementes, a forma do caule, folha e modelo de distribuição das folhas no caule são características estruturais relevantes.

Muitas vezes, atribuímos às espécies vegetais nomes comuns ou populares, que são considerados regionais e podem variar, dando margens a inúmeras confusões. Desse modo, um erro na identificação das plantas pode ser de grande impacto para o meio ambiente e perigoso para a saúde das pessoas. Aqui aparece a importância do nome científico, que de modo inverso ao nome popular é universal, servindo para caracterizar uma espécie vegetal e, inclusive, sendo utilizado como palavra-chave em trabalhos acadêmicos e/ou científicos.

Diríamos que mais do que distinguir plantas e outros organismos vivos, os estudos da nomenclatura vegetal e sua classificação em grupos, segundo as características que são observadas e medidas, classifica esse organismo vivo por eliminar qualquer confusão que possa existir entre dois ou mais exemplares de plantas ou, ainda, de organismos diferentes terem a mesma nomenclatura.



## Exemplificando

Se citarmos como exemplo a erva conhecida como chá-de-bugre, estamos nos referindo a espécies como: *Casearia sylvestris* swartz (família Flacourtiaceae) ou, também, à espécie *Rudgea viburnoides* benth (Rubiaceae), *Cordia ecalyculata* vell (Boraginaceae). Por outro lado, a *Casearia sylvestris* swartz é também chamada de chá-de-bugre, erva-de-lagarto, guaçatonga língua-de-tiú. Para que se evite trabalhar com espécies de plantas dotadas de nomenclatura errônea, busca-se a nomenclatura científica, a qual é certa e não deve causar dúvidas aos que trabalham com determinados exemplares de plantas.



## Pesquise mais

A partir de Lineu, criador da nomenclatura botânica, tivemos uma verdadeira definição na padronização de nomes das espécies vegetais. Veja que interessante o artigo indicado.

Disponível em: <<http://www.mauoparolin.pro.br/nobotanica.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017.

Falaremos agora do conhecido sistema de classificação de Eichler, de grande interesse para sistematas vegetais que identificam plantas medicinais, por exemplo.

Segundo esse sistema, o reino vegetal é dividido em 2 grupos: plantas com e sem sementes. Assim, o subgrupo das Plantas Criptógamas, ou plantas sem sementes, inclui fungos, algas e briófitas, cuja característica em comum é agrupar espécies que não formam flores. Já as Plantas Fanerógamas são aquelas com sementes: gimnospermas e angiospermas (sendo, ainda, subdivididas em monocotiledôneas e dicotiledôneas), possuindo órgãos reprodutores bem visíveis com os estróbilos reunidos nas gimnospermas, e pétalas coloridas e sépalas nas angiospermas.

Já as Plantas Criptógamas são divididas com base no sistema de condução de água e nutrientes, sendo classificadas como avasculares e vasculares, de acordo com a presença ou ausência

de tecidos condutores de seiva. Assim, as briófitas e talófitas são tidas como avasculares, já as pteridófitas são vasculares, formando os tecidos que conduzem seiva, ou água e nutrientes.

As Fanerógamas (plantas com órgãos reprodutivos bem visíveis) são divididas em 2 grupos, considerando a presença e ausência de frutos.

Portanto, as gimnospermas – plantas que não formam frutos verdadeiros – apresentam as sementes nuas. Já quando falamos de angiospermas nos referimos às plantas que formam frutos e se dividem em: monocotiledôneas, que são aquelas que trazem um único cotilédone (ou folhas embrionárias), e dicotiledôneas, aquelas plantas com dois cotilédones.

Vale a pena lembrar que, normalmente, as angiospermas são consideradas plantas com flores verdadeiras, esse é um ponto importante para separar os grupos das gimnospermas e angiospermas.

Características como as funções das plantas também são muito úteis para classificar de maneira similar as plantas, além de dados de relevância filogenética. Logo, semelhanças entre DNA, RNA e proteínas indicam que os organismos podem estar estritamente relacionados. Os dados moleculares fornecem fortes evidências de que as características físicas semelhantes foram herdadas de um ancestral comum, deixando claro que dados moleculares mostram fortes evidências de uma classificação filogenética precisa.

Os sistematas enxergam a similaridade de modos diferentes, comparando caracteres, sem diferenciar homologia e analogia. Eles acreditam que, quanto mais similaridade os organismos têm, mais estão relacionados entre si. Outros pensam somente no número de homologias. Entretanto, é comum classificar os organismos de acordo com a sequência no tempo em que ramos evolutivos surgiram, esse estudo é conhecido por **cladística** (clado = ramo), que trabalha a ordem no tempo em que as homologias foram herdadas. Com base na hierarquia, os organismos são classificados em categorias.

A categoria mais geral seria: domínio, reino, filo, classe, ordem,

famílias, gênero e espécie. Geralmente, classificamos o organismo até espécie para que haja a completa identificação.

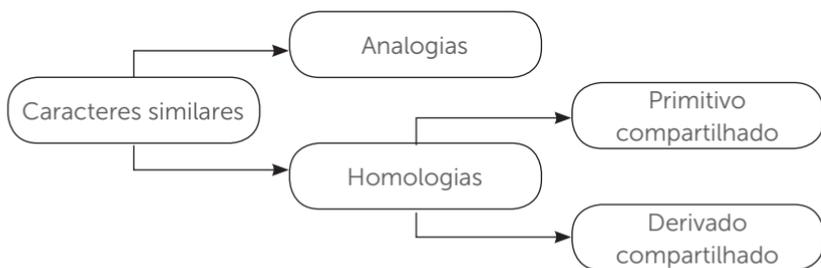


Reflita

Hoje em dia, a classificação biológica segue o princípio da metodologia sistemática filogenética de Hennig (1956), que agrupa os organismos aparentados por meio de ancestrais comuns. Hennig coloca ainda que, para que ocorra a reconstrução sobre a história de uma determinada linhagem, usam-se caracteres derivados. Uma linhagem evolutiva nesse sistema é conhecida como "clado" e, por esse motivo, a sistemática filogenética é chamada cladística.

Será que organismos fora de um determinado grupo ou em grupos diferentes de plantas também herdaram características de um ancestral comum? Exemplo: as sementes são consideradas um caractere antigo, primitivo, que é compartilhado também com as angiospermas, e esse grupo de plantas não é o único a ter sementes, já existe isso nas gimnospermas. Por outro lado, temos um caractere derivado compartilhado, que é exclusivo para determinado grupo.

Figura 2.1 | Fluxograma que resume tipos de caracteres semelhantes primitivo e derivado



Fonte: adaptada de Nabors (2012, p. 375).

## Cladogramas: relações evolutivas

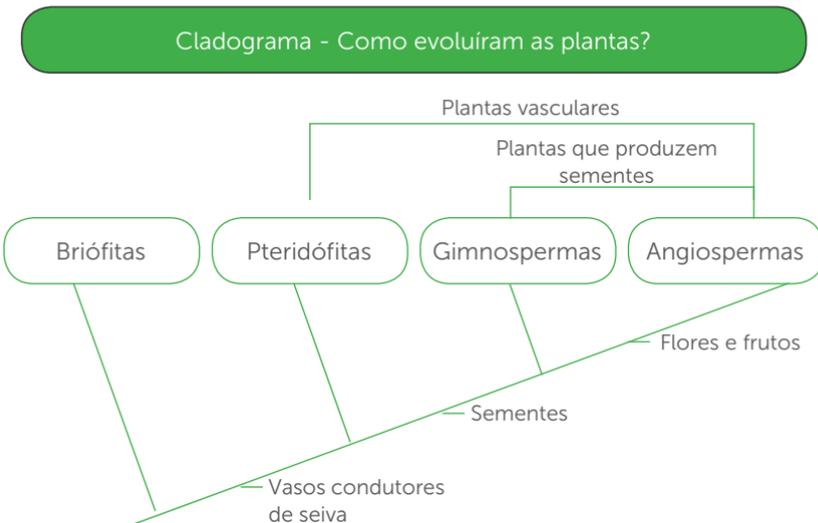
O cladograma é como se fosse uma árvore filogenética, um diagrama ramificado que mostra relações evolutivas. Assim, quando falamos de clado, significa que temos um ancestral que fornece caracteres aos descendentes de modo único, como um ramo evolutivo, ou seja, organismos que evoluíram de um ancestral

comum. Nesse caso, ao definir um clado, os sistematas acabam usando caracteres compartilhados, pois esse tipo de classificação reflete as relações evolutivas mais "estritas".

Para que serve o cladograma? Ele é construído para identificar relações evolutivas fornecidas pelos táxons em diferentes níveis da hierarquia de classificação, como aqueles relacionados anteriormente: espécies, gêneros, famílias, ordens, classes, filos e reinos.

Para fazer um cladograma, primeiramente, escolha um grupo para estudar, podendo ser de diferentes famílias de plantas ou espécies. O tipo de organismo estudado recebe o nome de **grupo interno**. Tudo irá depender do material vegetal que o investigador irá pesquisar, podendo ser grande ou pequeno e focado em um táxon em particular ou ainda ser generalizado.

Figura 2.2 | Exemplificação de cladograma



Fonte: <<https://image.slidesharecdn.com/adiversidadedasplantas-130812113908-phppapp02/95/a-diversidade-das-plantas-7-638.jpg?cb=1376307943>>. Acesso em: 12 out. 2017.

## Código Internacional de Nomenclatura Botânica (ICBN)

O ICBN é um conjunto de regras, princípios e recomendações que atribuem, de maneira formal, uma nomenclatura oficial para espécies variadas de plantas, através da nomenclatura binomial. Esse Código assegura que cada grupo de indivíduos (fungos, algas, bactérias, animais e plantas) tenha um único nome reconhecido no mundo todo. É muito importante que a nomenclatura binomial seja reconhecida globalmente, para que não ocorra confusão no momento de usar ou estudar determinada espécie de organismo vivo.

O ICBN inicia a publicação de nomes para os variados grupos taxonômicos, seguindo os seguintes princípios: cada nome da espécie possui o tipo nomenclatural, ou seja, tem um holótipo que foi determinado no momento da descrição da espécie, anulando qualquer tipo de nome que gere confusão, para saber de qual espécie se trata. Nesse caso, evitam-se nomes duplos, triplos, pois dois ou mais organismos com o mesmo nome não identificariam de maneira fiel uma determinada espécie. Esse espécime ficará num herbário para referência futura, caso existam dúvidas na classificação de uma espécie vegetal, ou ainda no caso de rever uma reorganização taxonômica do mesmo organismo identificado.

Cada grupo taxonômico (táxon) tem apenas um nome válido, devendo estar atribuído no princípio da prioridade para publicação, existindo algumas exceções. Portanto, aquele que for o primeiro a publicar a partir do ano de 1753 (data em que o código foi instituído) é que vai prevalecer. Ainda, para o princípio de prioridade, se aplica para táxons acima de família. Os nomes estarão sempre em latim, evitando uso de nomes ambíguos que induzam ao erro ou que estejam com gramática errada.

As normas e regras estabelecem que cada espécie possui um nome com uma terminação específica. O gênero e a espécie formam a composição binomial, sendo a primeira letra do gênero maiúscula; quanto à espécie, a primeira letra é minúscula. Essa designação aparece sempre grifada ou em itálico. Ainda, esse binômio é acompanhado pelo nome de quem descreveu a espécie (autor) seguido pelo ano em que foi descrita a espécie.

Com relação à nomenclatura botânica, existem terminações de escrita para as diferentes categorias taxonômicas, conforme Figura 2.3.

Figura 2.3 | Sufixos considerados nas categorias taxonômicas pelo ICBN

- Divisão ou filo – ophyta
  - Classe – opsida
  - Subclasse – idae
  - Ordem – ales
  - Família – aceae

Fonte: elaborada pela autora.

Os nomes considerados a partir do gênero das plantas não apresentam sufixo específico. Os sufixos indicados na Figura 2.3 podem até não ser utilizados em nomenclaturas, se corresponderem a casos de exceção. Apesar de existirem muitas categorias taxonômicas, as consideradas pelo ICBN são: o reino, a divisão ou filo, a classe, a ordem, a família, o gênero e a espécie.

### Nomes científicos das espécies

O nome científico de uma espécie vegetal é escrito pelas duas palavras em latim (binômio). Pode parecer estranho, mas a partir de agora nós iremos ver sempre que a primeira palavra do binômio irá se referir ao nome genérico (gênero) e deve ser escrito com letra maiúscula, já a segunda palavra será o nome específico (referindo-se à espécie) e escrita em letra minúscula. As duas palavras sempre devem ser usadas juntas para, finalmente, nomear a espécie.



#### Assimile

O nome científico do café é *Coffea arabica* L. Assim, vamos descrever:

- *Coffea* – nome do gênero
- *arabica* – nome da espécie
- Lineu – nome de quem a descreveu pela primeira vez (L, inicial de Lineu), nesse caso, foi Lineu, mas pode levar o nome de quem identificou a planta pela primeira vez, um pesquisador, profissional sistemata e até mesmo você, aluno, se um dia estiver trabalhando nessa área.

Não se esqueça: gênero e espécie sempre em itálico, já o nome de quem descreveu, "Lineu", não precisa ser em itálico.

## Sem medo de errar

Em uma excursão realizada à Serra do Mar (sentido litoral do Rio de Janeiro até Santa Catarina), os alunos do curso de Engenharia Ambiental puderam acompanhar diversos detalhes daquele ambiente, incluindo cachoeiras e espécies vegetais que são específicas da Mata Atlântica. Uma das primeiras paradas da viagem da turma na região, junto aos docentes responsáveis por esse trabalho de campo, foi o Parque Estadual da Serra do Mar, um lugar que contém a maior área contínua de Mata Atlântica preservada do Brasil. Com os conhecimentos adquiridos em sala de aula, foi solicitado aos estudantes que observassem se no campo havia demarcação de parcelas de determinadas espécies vegetais, se existia alguma espécie sinalizada como “espécie em extinção” e se havia identificação da nomenclatura dessas espécies presentes no local. Tudo isso tem um notável significado para o estudo e a conservação do meio ambiente. Após as instruções, os alunos se dividiram em grupos, observando e anotando todas as características solicitadas nessa visita de campo. Conseqüentemente, surgiram as dúvidas: a nomenclatura tem uma função importante? Qual o papel do Código Internacional de Botânica? Será que essas questões impactam o dia a dia de trabalho de um engenheiro ambiental?

Como vimos durante esta seção, é extremamente relevante a nomenclatura das espécies que os alunos e professores encontraram na viagem que fizeram para a região da Serra do Mar, pois toda espécie identificada de maneira correta garante o trabalho acertado por parte do profissional ou, ainda, permite estudos aprofundados quando se pesquisa sobre determinada espécie. Por exemplo, você é chamado para reflorestar uma área da qual eucaliptos foram retirados por uma empresa, se não houver a correta identificação das espécies *Eucalyptus coolabah* e *Eucalyptus microtheca*, pertencentes à família Myrtaceae, porque aquele clima e aquele solo permitem e favorecem o crescimento dessas duas espécies, e não de outras, como *Eucalyptus melanophloia* e *Eucalyptus setosa*, e você errar na identificação ou na determinação do trabalho de identificação e compra de uma espécie, o trabalho será em vão. Toda nomenclatura deve obedecer às regras e aos princípios do Código Internacional de Nomenclatura Botânica (ICBN), conforme exposto anteriormente.

É imprescindível a preservação dessa nomenclatura sempre que estiver trabalhando com plantas e, inclusive, quando chegar ao final desta unidade, finalizando o trabalho de apresentação com a identificação de famílias e espécies que serão catalogadas.

Assim, se pensarmos em termos de diversidade biológica, será que ainda faltam espécies para serem catalogadas? Temos a determinação da nomenclatura de espécies de animais e vegetais em nosso ecossistema? Sempre novas espécies devem aparecer para serem classificadas ou, também, uma renomeação pode ser revista nas espécies existentes, devido à imensa variedade biológica ou, ainda, àqueles organismos que estão passando por processos de especiação ou isolamento reprodutivo, muitos precisam ser estudados. Como preservar áreas ambientais que, com a falta de chuva e por estarem muito secas em época de calor, acabam pegando fogo?

Você já pensou qual seria a implicação do fogo em uma região de grande extensão territorial, como no caso do Cerrado? São frequentes os incêndios nessa área, principalmente no inverno, quando ocorrem os ventos fortes, a falta de chuva, a baixa umidade do ar e a vegetação seca, favorecendo a propagação das chamas por toda a extensão. Nesse caso, o maior prejuízo acontece na fauna, que fica sem refúgio, como foi o caso do Parque Nacional das Emas (GO) em 2010. Segundo informações, o fogo veio de fazendas vizinhas e se estendeu em algumas áreas da Chapada dos Veadeiros, uma grande preocupação para todos nós e também para os ambientalistas, pois mais de 53% da vegetação do Cerrado foi devastada pelas queimadas.

No entanto, mesmo que pareça contraditório, especialistas defendem que uma maneira efetiva de prevenir um cuidado maior com relação à diversidade biológica, ou à proteção da biodiversidade vegetal, é justamente o uso moderado de fogo no Cerrado. Você já ouviu falar sobre esse assunto? Vânia Regina Pivello, professora do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), afirma que "Queimadas controladas não só diminuem o risco de incêndios acidentais, mas também trazem benefícios para a vegetação, pois mais da metade das espécies, constituindo o estrato herbáceo do local, estão adaptadas às queimadas frequentes. Interessante dizer que muitas espécies podem até desaparecer se o fogo for totalmente evitado". Ela conta que o ideal é fazer a queimada em uma época menos seca,

entre os meses de abril ou maio, e durante a noite, quando temos a maior umidade do ar. Isso porque, se não nos anteciparmos ao fogo acidental, como é conhecido, grandes incêndios acontecerão a cada três ou quatro anos na maior parte de reservas que protegem o Cerrado. "Inevitavelmente, o Cerrado vai queimar, e vai ser num momento em que ninguém está controlando", afirmou a professora (TOLEDO, 2013, [s.p.]).

No Cerrado, o solo é ácido e pobre em nutrientes, sendo que a vegetação tende a acumular nas folhas uma grande quantidade da substância de difícil decomposição, conhecida como lignina. E o que faria o fogo? Ele tem o papel de acelerar o processo de reciclagem dos nutrientes. Esse fato deve permitir que os nutrientes vegetais sejam de alguma forma reaproveitados de maneira rápida por espécies rasteiras. Ainda, o choque térmico que o fogo provoca quebra a dormência vegetativa das sementes, causa fissuras e, conseqüentemente, favorece a penetração da água, estimulando a germinação.

Você sabia que a vegetação do Cerrado, principalmente a herbácea, apresenta rápido poder de recuperação após um incêndio? As árvores, por exemplo, desenvolveram defesas adaptativas contra o fogo, pois possuem grossas cortiças que recobrem o tronco e funcionam como isolante térmico. Além de manter a biodiversidade do Cerrado, o manejo de fogo tem como foco diminuir a quantidade de matéria orgânica acumulada, que funciona como combustível quando há casos de incêndios provocados por práticas agropecuárias ou por raios.

Com relação às espécies herbáceas, especialmente a vegetação arbórea e os capins, que são predominantes nessa região, é fundamental existir um equilíbrio, sendo necessária a preservação de ambas as formações. Mas, como o fogo pode favorecer o estrato herbáceo e prejudicar árvores, a frequência ideal de queimadas deve variar de acordo com uma determinada situação específica.

É difícil que se consiga licença dos órgãos ambientais para a realização de queimadas por alguns motivos, como a falta de conhecimento sobre a importância do fogo para esse bioma e a carência de estrutura para fazer o manejo de forma adequada.

Portanto, a falta de manejo de fogo adequado não é a única ameaça à biodiversidade do Cerrado, que já cobriu 22% do território brasileiro. Com a pecuária, o cultivo da soja, a extração de madeira à industrialização e à urbanização, mais de 55% do bioma do Cerrado já foi desmatado ou descaracterizado.

Desse modo, é imprescindível destacar a necessidade da realização de estudos que favoreçam a elaboração de um plano de manejo adequado para cada região do Cerrado. "Isso irá depender de experimentação com dados da área. Temos aproveitado as queimadas acidentais para tirar conclusões, mas o ideal seria ter verdadeiros projetos para que possamos testar programas de queimadas controladas. Caso contrário, nunca vamos ter certeza de que tipo de manejo é mais adequado a cada local", relata ainda a professora Vânia Regina Pivello (TOLEDO, 2013, [s.p.]).

Vale ressaltar que essa prática é de grande interesse para o agronegócio dessa região, pois a produção de plantas oleaginosas teve um crescimento muito significativo nos últimos anos, e isso é considerado um problema, porque estamos tirando toda a vegetação que pode nos trazer melhor valor econômico, progresso farmacológico e destruição da biodiversidade. Pense nisso.

## Faça valer a pena

**1.** Os estudos científicos mais modernos envolvendo relações evolutivas entre os organismos dão origem à Sistemática Vegetal. Para isso, ainda é necessário o conhecimento de várias áreas correlatas envolvendo assuntos de genética, evolução, biologia molecular, entre outros.

Para que se entenda a sistemática vegetal e saiba exatamente do que se trata é preciso conhecer o porquê de diferentes espécies estarem organizadas juntas. Dessa maneira, a Sistemática tem por finalidade:

- a) A verificação, organização e atribuição de normas e leis que favorecem sua evolução.
- b) A comparação de espécies vegetais sem serem parecidas com outra espécie já conhecida.
- c) A identificação de grupos de espécies vegetais e a sistematização de grupos animais.
- d) A classificação, identificação, nomenclatura das espécies vegetais e sua evolução.
- e) A falta de caracteres em comum que deixam de colocar e classificar os

organismos de mesmas características.

**2.** Depois da publicação de Darwin *A origem das espécies* em 1859, a teoria da evolução foi melhor aceita para classificar os organismos vivos, e os taxonomistas conseguiram enxergar a classificação das espécies vegetais de maneira especialmente diferente, ou seja, a história evolutiva das espécies estudadas.

Assim, ao invés de agrupar e classificar as espécies apenas com base em suas características físicas (morfologia), como acontecia até 1859, começou a importante discussão a respeito da filogenia. Do que trata a filogenia?

- a) De estudos baseados na morfologia da espécie, verificando a formação de sementes, pétalas e sépalas.
- b) De estudos morfológicos, pensando-se em sistema reprodutor masculino e feminino para determinar a filogenia.
- c) De estudos baseados na evolução das espécies e se essa classificação está vinculada a um ancestral comum.
- d) Os sistematas se baseavam em função, ciclo de vida e dados moleculares encontrados para classificar as espécies.
- e) Os sistematas observavam as estruturas reprodutoras, como sementes, estróbilos, flores e frutos.

**3.** O Código Internacional de Nomenclatura Botânica (ICBN) é um conjunto de regras, princípios e recomendações que atribuem, de maneira formal, uma nomenclatura oficial para espécies variadas de plantas, através da nomenclatura binomial.

A nomenclatura binomial é reconhecida mundialmente para que não ocorra confusão no momento de usar ou estudar determinada espécie de organismo vivo. O que significa cada uma das duas palavras e como são usadas?

- a) Subtipo e reino, respectivamente, destacadas em itálico, com inicial do autor no final.
- b) As duas palavras em letras maiúsculas, em latim, com inicial do autor no final.
- c) As duas palavras em letras minúsculas, grifadas, com nome da família no final.
- d) Gênero em latim e espécie normal, grifadas, com nome do autor no final.
- e) Gênero e espécie, respectivamente, em latim, destacadas em itálico, com nome do autor no final.

## Seção 2.2

### Fundamentos de taxonomia vegetal

#### Diálogo aberto

Após a visita ao Parque Estadual da Serra do Mar, professores e alunos da Instituição de Ensino Superior (IES) foram encaminhados para conhecer toda a estrutura que esse local tem para ensino e pesquisa, incluindo: demonstração de vídeos, conferências, herbário e museu. Os estudantes gostaram demais de aprender sobre as diferentes espécies de plantas que pertencem à Mata Atlântica e pediram para que pudessem levar determinado material vegetal coletado para o laboratório, a fim de discutir a respeito da identificação das espécies que mais chamaram a atenção. O professor, aproveitando que na visita haveria a demonstração de como coletar, secar, identificar uma espécie de planta e depositar sua exsicata em um herbário, marcou para o dia seguinte a aula de identificação da taxonomia de plantas da Mata Atlântica. Quais os principais conceitos de taxonomia vegetal que deveriam ser abordados naquele estudo? Qual caracterização, ou seja, classificação taxonômica deve ser usada? Como proceder na herborização?

#### Não pode faltar

Falar de taxonomia é pensar no estudo que se dedica à classificação, identificação e atribuição de nomes às plantas. A palavra Táxon é uma unidade reconhecida internacionalmente, que corresponde à unidade taxonômica. Dessa maneira, espécie, gênero, família e ordem são os táxons que devem estar no Código de Nomenclatura Botânica.

De acordo com Cronquist (1988), a taxonomia reflete a necessidade que o homem tem de entender o padrão de diversidade entre os organismos, explicando a origem de sua própria espécie. A Taxonomia ou Sistemática Vegetal estabelece uma imagem completa da grande diversidade de organismos, por meio da organização das plantas em um sistema conhecido como

filogenético, pois considera características morfológicas internas e externas, as relações genéticas e suas afinidades. A taxonomia preocupa-se com a segurança do nome científico atualizado, que até pode ser modificado à medida que o conhecimento avança, buscando sempre a identificação correta das plantas.

Como vimos na seção anterior, a sistemática engloba a correta nomenclatura, identificação e classificação, incluindo o estudo da diversidade vegetal e sua evolução.

Assim, a espécie é um grupo de indivíduos que se assemelham, sendo capazes de, ao cruzar, produzir descendentes férteis ao se intercruzarem. O conjunto de organismos que mais se assemelham é conhecido como gênero; o conjunto de gêneros que também se assemelham corresponde à família. Os organismos mais similares em família formarão a ordem, o conjunto de ordens formará a classe e a classe formará a divisão quando forem semelhantes. Cada um dos elementos citados corresponde a um táxon ou categoria taxonômica, tendo por padrão terminações características.

Você irá notar que as terminações características das famílias de plantas são aquelas em ACEAE, como Rosaceae, Euphorbiaceae e Convolvulaceae. Já as ordens terão terminação ALES, por exemplo, alecrim (lamiales); a divisão ou filo, PHYTA (Camomila Magnoliophyta).

A ordenação das plantas acontece em diferentes níveis hierárquicos, de modo que cada nível reúna as características do superior. Por exemplo, as espécies de um determinado gênero devem apresentar as características desse gênero; os gêneros, por sua vez, devem apresentar as características de uma determinada família, e assim por diante. Ao mencionarmos uma planta já descrita em literatura, estamos nos referindo à **identificação**. Quando se busca localizar uma planta ainda não conhecida dentro de um determinado sistema de classificação, falamos de **classificação**.

A devida precisão na identificação científica de uma espécie de planta é de grande importância pensando na conservação das espécies. A precisão no processo de identificação ajuda a saber se tem relação com uma espécie rara ou em via de extinção ou, também, se é desconhecida pela ciência. Marchiori (1995) relata que,

durante o manejo de produtos florestais, a preocupação existente é de que sejam deixados espécimes como “porta-sementes”, com a finalidade de garantir a continuidade da espécie no local onde ela está sendo explorada. Mas se houver uma falha por falta de conhecimento e acontecer a devida exploração de mais de uma espécie com o mesmo nome científico, e se forem raras na área em questão, como podemos garantir que essas espécies não serão retiradas durante a exploração e que não serão extintas? Esse é um cuidado que devemos ter quando estamos trabalhando com identificação de organismos vegetais.

A obtenção da nomenclatura científica correta para determinada espécie vegetal requer metodologia específica, que precisa ser usada com critérios, minimizando erros. A identificação certa das espécies é um dos pré-requisitos para a realização de manejo da biodiversidade de forma racional, ou seja, favorecendo a continuidade das espécies. Para o êxito na implantação de um plano de manejo em florestas, é fundamental que se conheçam as espécies vegetais utilizadas no manejo, com o objetivo de buscar o planejamento de seu uso, garantindo a sua continuidade. Marchiori (1995) ainda afirma que nenhum profissional pode manejar uma floresta sem conhecer a identidade das árvores. Isso é muito sério, veja a importância dos conhecimentos de botânica em sua profissão.

É essencial lembrar que uma floresta é composta de árvores, mas também de arbustos, ervas, plantas epífitas e parasitas, assim como pteridófitas, briófitas, bactérias, algas, fungos, animais uni e pluricelulares, solo, clima, ar, água, nutrientes e energia funcionando de maneira harmoniosa, tornando-se primordial que se conheçam os processos que trabalham com o equilíbrio entre todos esses componentes do ecossistema. Ainda, não devemos avaliar uma espécie isoladamente, pois suas populações dependem de vários fatores, como a presença de polinizadores e dispersores, que dependem de suas interações biológicas com diversas espécies vegetais (BRAZ et al., 2004).

### **Classificação das espécies vegetais**

Os caracteres vegetais podem se basear em diferenças ou semelhanças entre as espécies para classificação. Grande parte

de categorias taxonômicas baseiam-se nas semelhanças, sendo os caracteres similares que justificam essa classificação. Para a ordenação das espécies biológicas, é necessário reunir as informações básicas em um banco de dados, conhecido como coleções biológicas, ou centro depositário de material biológico, que tem como função principal o registro da biodiversidade. Esses registros abrigam não só espécies coletadas e estudadas, como também informações ligadas aos indivíduos e às populações específicas, tornando-se uma rica fonte de consulta para esclarecimentos de dúvidas com relação à nomenclatura, à identificação de material, ao comportamento e à distribuição espacial de espécies.

As diferenças permitem, por sua vez, separar os táxons/gêneros por diversidades encontradas entre as espécies de plantas, sendo considerados caracteres de diferença. Assim, a Botânica agrupa os seres vivos de acordo com as características que apresentam em comum. Não esqueça que é imprescindível para o aprendizado de diversidade biológica que todos os seres vivos sejam identificados, caso contrário, seria muito difícil estudá-los.



**Refleta**

Quanto à classificação e nomenclatura taxonômica, sabemos que há mais de 1,5 milhão de espécies, sem considerar os fósseis. Pense na relevância do nosso compromisso com relação ao estudo e à classificação da diversidade biológica. Você consegue imaginar esse mesmo trabalho sem classificar os organismos em grupos? Realmente, o desafio é enorme.

Os organismos animais e vegetais vêm sendo pesquisados há muitos anos e já se pensaram diferentes formas de classificar os vegetais na sistemática vegetal. Conforme exposto na seção anterior, o botânico Lineu começou a trabalhar com as espécies vegetais compartilhando semelhanças, criando um sistema hierárquico que pudesse classificar os seres vivos de acordo com essas características semelhantes.

Desse modo, as categorias ou táxons que classificam os organismos criados por Lineu são usadas até hoje, sendo que algumas alterações foram realizadas nos níveis de hierarquia com

o passar do tempo. A classificação segundo o sistema de hierarquia de Lineu, ou categoria taxonômica, classifica os organismos da seguinte forma: espécie, gênero, família, ordem, classe, filo e reino, sendo o reino a categoria taxonômica mais abrangente, e a espécie, a categoria menos abrangente (porém, mais específica e decisiva para determinar a correta nomenclatura).



### Exemplificando

Se considerarmos a menta ou espécie *Mentha sativa*, planta pertencente à família das Lamiaceae, temos:

Gênero: *Mentha*

Ordem: Lamiales

Classe: Magnolopsida

Filo/Divisão: Magnolophyta

Reino: Plantae

Para que a classificação se dê através das semelhanças nas estruturas reprodutivas das plantas, essas semelhanças devem vir de um parentesco genético, e não necessariamente de uma adaptação ambiental. Também explanamos um pouco sobre as plantas que são classificadas com a presença e ausência de sementes. Aquelas que possuem sementes nuas são conhecidas como **gimnospermas**, e o filo com sementes produzidas dentro de um fruto são as **angiospermas**. Portanto, diferenças nas estruturas reprodutivas, folhas e caules ajudam na caracterização do filo das gimnospermas.

As plantas sem sementes incluem três filos de briófitas e quatro de plantas vasculares, sem sementes. A diferenciação na estrutura e organização dos esporângios favorece a classificação e a distinção de filos de plantas sem sementes. Dentro do filo, por exemplo, as plantas estão agrupadas em classes, que por sua vez definem características compartilhadas. Se tivermos em mente que as angiospermas podem ser classificadas de acordo com o número de cotilédones, sabemos que esse número pode dividir as classes em **monocotiledôneas** e **dicotiledôneas**. Essas plantas são ainda

diferenciadas em classes, ordens, famílias e gêneros, com base em determinados caracteres específicos e uniformes para determinado nível taxonômico.

Você sabia ainda que, mesmo dentro de uma espécie, haverá variação individual em alguns caracteres da espécie? Apesar de aprender que as diferenças desses caracteres podem se acumular e acumular entre diferentes grupos de plantas, esses organismos tornam-se incapazes de inter cruzar. No entanto, plantas de diferentes gêneros e espécies podem, muitas vezes, cruzar e produzir descendentes férteis.

Como exemplo de classificação temos a batata comum (*Solanum tuberosum*), que é uma planta do **Reino Plantae**. Já que possui flores, pertence ao **Filo Anthophyta**. Por saber que é uma dicotiledônea, faz parte da classe **Eudicotyledonae**. Entre as eucotiledôneas, pertence à ordem das **Solanales** e à família **Solanaceae**. Nessa família há mais de 90 gêneros, como o **gênero Solanum**, com mais de 2.300 espécies. Podemos ainda afirmar que cada grupo, em qualquer nível, é chamado de **táxon**. Assim, Solanaceae é um táxon no nível de família. À medida que analisamos a hierarquia de reino para espécie, cada táxon se torna inter-relacionado, como o gênero **Solanum**. Esse gênero é muito mais relacionado entre si quando comparado a outras espécies de **Solanaceae**.



### Assimile

A nomenclatura que usamos para famílias tem a terminação ACEAE, já as ordens possuem a terminação ALES. Não se esqueça de que somente os nomes de gênero e espécie estarão em itálico. Todos os nomes das espécies começam com letra minúscula, independentemente do nível taxonômico que possuem.

Você irá encontrar também alguns níveis adicionais com prefixos, como sub e super, ainda subfilo e superclasse, subfamília e subespécie, devido à grande variedade de grupos de organismos, expandindo, assim, um número de níveis na hierarquia.

Os estudiosos sistematas formulam diferentes hipóteses baseados em relações evolutivas para determinar a classificação das plantas,

pois desde a teoria de Darwin sobre a origem das espécies tornou-se totalmente aceita a classificação filogenética, assim os sistemas criaram as **árvores filogenéticas**. Essas árvores são verdadeiros diagramas ramificados, mostrando as relações evolutivas que ocorreram ao longo do tempo. As primeiras árvores ainda refletiam o que foi chamado de "ciclo de vida e as estruturas básicas dos seres vivos". Hoje, essas árvores se baseiam em características mais específicas, incluindo dados moleculares. Se dois organismos estão relacionados pela evolução, pois duas plantas herdaram característica de um ancestral comum, essa similaridade é chamada de **homologia**.

Vamos tomar por exemplo os estróbilos, que são homologies entre as coníferas e as gimnospermas. Por outro lado, se pensarmos em similaridade de função ou estrutura, pode ser que ambos os organismos tenham evoluído de maneira independente, ou seja, a partir de ancestrais diferentes. Essa similaridade na função ou estrutura, que não é estreitamente relacionada, chama-se **analogia**. Analogia seria, então, **a evolução convergente**. De uma forma poética até, "como dois caminhos podem se encontrar, caminhos evolutivos podem convergir", resultando em uma semelhança de um caractere particular.

Em plantas do deserto, as folhas grossas e suculentas que armazenam água podem ter adquirido essa característica devido à evolução individual que tiveram em cada tipo de planta. Os espinhos também evoluíram nessas plantas de modo independente. Ainda temos a "convergência adaptativa" ou "evolução convergente" como um processo evolutivo no qual determinados organismos sem parentesco evolutivo desenvolvem estratégias adaptativas por viverem no mesmo tipo de habitat e, portanto, obedecerem aos mesmos condicionamentos ecológicos. Exemplos: família do cacto (Cactaceae), das eufórbias (Euphorbiaceae) e das asclépias (Apocynaceae).

Os sistematas podem, muitas vezes, discordar quanto à organização e classificação dos organismos, pois as características que agrupam ou aquelas que separam os organismos em táxons seriam o ponto de discórdia no momento de identificação das espécies. E realmente existe uma dificuldade nesse aspecto no momento da discussão.

## Chaves de identificação biológica

E como aparecem as chaves de identificação biológica? Sabemos e há muito vem sendo discutida a importância da elaboração de chaves para identificação de espécies vegetais, tendo como base de análise características morfológicas vegetativas. Muitas vezes, usamos os órgãos reprodutores para tais identificações, e como não é tão fácil assim encontrarmos com frequência em trabalhos de campo espécies com flores e/ou frutos, a elaboração de chave analítica de identificação, ou seja, aquela baseada em caracteres vegetativos, permitiria a identificação rápida e segura, independentemente da época de floração e/ou frutificação de espécies, contribuindo, dessa maneira, para o conhecimento da composição florística e/ou vegetativa de determinada região. Você já pensou como isso é relevante em termos de diversidade biológica?

Assim, quando se faz trabalho de campo em reservas, mata ciliada, entre outros ambientes de mata vegetativa, colhe-se material botânico e realizam-se observações de campo de diversas áreas da reserva ou área visitada, coletando exemplares da espécie, analisando as características do local: solo, clima, umidade relativa do ar, temperatura, data de coleta, período de floração ou frutificação, dentre os parâmetros sazonais que podem influenciar ou interferir na correta identificação botânica. Define-se no interior da mata um levantamento fitossociológico. Lembre-se de que a observação e coleta de dados de campo nesse momento são imprescindíveis para o referido estudo, sendo as observações de campo minuciosas para que possam auxiliar na identificação das espécies.

Toda pesquisa ou trabalho de campo envolvendo vegetais necessita que se faça o registro biológico das espécies coletadas. Logo, a coleta e a herborização adequadas são consideradas uma prática rotineira imprescindível para que, em seguida, esses espécimes permaneçam depositados em herbários, recebendo um número de identificação, denominado número de "voucher". Para todos os setores que envolvam estudos com vegetais, deve ser feita a coleta de material botânico. Seguem algumas orientações básicas sobre a herborização e a inclusão de material botânico em um herbário, assunto que será visto com mais detalhes na próxima seção.

Ao coletar os exemplares de planta que se deseja estudar, você deve usar uma prensa formada por duas grades compostas de sarrafos de madeira, com comprimento de 40 cm e 30 cm de largura, juntamente com papelões de espessura dupla contendo essas mesmas dimensões. Ainda, deverá usar jornais, duas cordas ou cordões grossos para amarração, fichas e a caderneta de campo (<[http://www.biologia.ufc.br/backup/monitoria/TaxoVeg/arquivos/Coleta\\_identificacao.pdf](http://www.biologia.ufc.br/backup/monitoria/TaxoVeg/arquivos/Coleta_identificacao.pdf)>). Cabe salientar que somente plantas férteis, contendo flores e/ou frutos, devem ser coletadas. Por que falamos disso? Porque essas estruturas são essenciais na identificação das plantas. Também coletam-se amostras em quantidade suficiente para que sejam feitas a identificação e a permuta entre herbários (pelo menos 5 amostras precisam ser coletadas). Nas fichas de campo e na caderneta, registram-se: nome(s) do(s) coletor(es); data de coleta (dia/mês/ano); localização, indicando as referências geográficas, município, Estado e, sendo possível, coordenadas; tipo de vegetação e substrato. As amostras de plantas devem ser prensadas e desidratadas. A prensagem é feita para manter o material coletado sob pressão para que se consiga um exemplar dessecado e sem enrugamentos. Para isso, as amostras necessitam ser colocadas entre folhas de jornal (dobradas), dispostas na seguinte ordem: grade de madeira, papelão, folhas de jornal junto às amostras vegetais e sua ficha de campo correspondente; papelão e, em seguida, outra amostra da planta, e assim sucessivamente até fechar com a segunda grade de madeira. Finaliza-se o conjunto através da amarração com cordas. Realizam-se as secagens em estufas e, quando não disponíveis, em calor ambiente, vez em que o jornal deverá ser trocado diariamente (<[http://www.biologia.ufc.br/backup/monitoria/TaxoVeg/arquivos/Coleta\\_identificacao.pdf](http://www.biologia.ufc.br/backup/monitoria/TaxoVeg/arquivos/Coleta_identificacao.pdf)>).

A identificação taxonômica dos espécimes pode ser feita por meio de bibliografia especializada, consulta de especialistas da área de botânica e comparação com as coleções depositadas em herbários de instituições de ensino superior, museus e jardins botânicos.

De acordo com Raven (1996), para cada material são preenchidas fichas contendo diferentes características morfológicas de órgãos vegetativos, bem como observações contidas na identificação de cada planta. Deve-se medir todas as estruturas morfológicas com o auxílio de uma régua milimetrada

e expressas em centímetros, verificando as folhas a partir do terceiro ou quarto nó, herborizadas. Anotam-se em fichas os dados de caracteres vegetativos para cada um dos indivíduos coletados, tendo indicações das dimensões de cada material, assim como o tamanho de limbo e pecíolo, devidamente medidas com régua, fita métrica e paquímetro. Ainda, demais caracteres como presença de estruturas secretoras e de tricomas, são analisados com lupas. Os dados devem ser compilados em uma planilha e, a seguir, monta-se uma chave de identificação. Algumas espécies foram identificadas através de caracteres reprodutivos, contudo, para que seja feita a elaboração da chave em si, foram usados caracteres vegetativos e, através dos caracteres analisados, deve-se chegar até a espécie. As necessidades de identificação acontecem através de caracteres reprodutivos e outros caracteres como tipo de folha e suas nervuras, inserção da folha na gema axial ou lateral, tipos de raízes, presença ou ausência de pelos radiculares, dentre outros muitos caracteres, que devem estar indicados na chave de identificação. O método utilizado na elaboração da chave foi uma combinação de uma parte de múltipla escolha e outra, posterior, dicotômica, para uma busca mais rápida, facilitando a identificação da espécie examinada.



### Pesquise mais

Leia os artigos indicados, pois eles irão ajudá-lo a entender como acontece a correta identificação biológica das espécies que você estudará.

BRAZ, D. M.; MOURA, M. V. L. P.; ROSA, M. M. T. da. Chave de identificação para as espécies de dicotiledôneas arbóreas da Reserva Biológica do Tinguá, RJ, com base em caracteres vegetativos. **Acta Bot. Bras.**, v. 18, n. 2, p. 225-240, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/abb/v18n2/v18n02a03.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2017.

MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. et al. **Noções morfológicas e taxonômicas para identificação botânica**. Brasília: Embrapa, 2014. 111 p.

## Chaves de identificação taxonômica

As chaves de identificação são tidas como uma ferramenta útil

ou indispensável na identificação de uma nova espécie de planta. A chave de identificação é considerada “um arranjo analítico artificial”, que fornece sempre uma possível escolha entre duas condições contraditórias, dela resultará a aceitação de uma espécie ou, conseqüentemente, a rejeição de outra espécie de planta. Uma chave pode ser pequena ou simples perante um par de proposições contraditórias ou, ainda, formada por uma série de colocações que lhe dará diferentes possibilidades de observação e análise do material que você tem em mãos. O tipo de chave usada habitualmente e que é mais aceita é o tipo de chave dicotômica.

Em qualquer chave de identificação botânica, cada descrição da amostra vegetal de uma copla é conhecida como alternativa ou denteada. A segunda disposição de uma chave dicotômica são as alternativas emparelhadas ou paralelas. Sendo assim, as duas indicações de caracteres da copla estarão sempre juntas.

Qual seria a vantagem de cada um desses tipos de chaves dicotômicas? O tipo de chaves denteadas agrupa os elementos semelhantes como grupos. Nas chaves emparelhadas ou paralelas, não se agrupam informações visualmente, e os conjuntos de alternativas aparecem com elementos portadores de uma ou mais característica em comum.

Em outras palavras, chaves dicotômicas têm o costume de fazer uso dos caracteres reprodutivos e vegetativos sempre em duas opções opostas entre si que, ao serem respondidas, abrem novas duplas opções, até que se chegue a um determinado nome, identificando a espécie. A identificação a que se chega através de uma chave dicotômica deve ser confrontada ou comparada com a descrição pormenorizada de uma espécie vegetal, podendo, ainda, buscar observação do material arquivado em herbário. A identificação relata que o sistema de classificação determinou um referido grupo de plantas e lhe forneceu um nome. O objetivo da chave de identificação taxonômica é, portanto, a correta identificação da espécie de planta em estudo.

## Sem medo de errar

Depois de visitar o Parque Estadual da Serra do Mar, os alunos

mostraram interesse em estudar as diferentes espécies de plantas que pertencem à Mata Atlântica e coletaram material vegetal para levar ao laboratório. Eles pesquisaram sobre a identificação das espécies que mais chamaram a atenção: aquelas pertencentes à família Convolvulaceae e, principalmente, duas espécies muito semelhantes. Ambas estavam nas dunas das praias e iniciavam o processo de sucessão das plantas que começam na areia e seguiam com arbustos, árvores maiores e o crescimento de outras plantas maiores. Por iniciarem o processo de sucessão vegetal que dava continuidade mata adentro, se interessaram por duas espécies de caule subterrâneo, uma com flores brancas e folhas mais estreitas e outra com flores púrpuras e folhas mais densas, que tinham um formato de “uma pata de vaca”. Essa espécie foi a mais discutida pelos estudantes e determinou-se, por meio de análise em laboratório com os professores, que se tratava da espécie *Ipomoea pes-caprae* (por isso a semelhança das folhas com as patas de vaca). Já a outra espécie de planta da mesma família Convolvulaceae seria a *Ipomoea imperati*. Ambas as plantas eram tidas na literatura como promissoras de serem um bom anti-inflamatório, pois pescadores da região das praias visitadas, ao serem queimados por águas-vivas, logo arrancavam folhas dessas espécies e as colocavam sobre a pele com feridas, sentindo um verdadeiro alívio da sensação de queimação devido à propriedade anti-inflamatória das plantas. Também houve a demonstração de como coletar, secar e identificar uma espécie de planta. A fase de como depositar sua exsicata em um herbário ficou marcada para o dia seguinte, finalizando, assim, a identificação da taxonomia de plantas da Mata Atlântica. De modo geral, os principais procedimentos na herborização dessas plantas seriam acomodá-las entre jornais e prensas de maneira, para que não estraguem as estruturas, como folhas, flores e caule subterrâneo (no caso das espécies de *Ipomoea*), deixando secá-las ao sol ou em estufa se houver disponibilidade de uso. Após secagem e conservação das estruturas das plantas, dá-se um número a elas, que seria o número da planta no herbário em que for depositada, para efeitos de comprovação de novas coletas e novos estudos, publicação de resultados em dissertações, teses e artigos científicos, e determinação de classificação de plantas de dunas de areia. Tudo isso garante um estudo fiel da conservação da diversidade biológica.

## Faça valer a pena

**1.** A classificação segundo o sistema de hierarquia de Lineu ou categoria taxonômica classifica os organismos da seguinte forma: reino, filo, classe, ordem, família, gênero e espécie, sendo o reino a categoria taxonômica mais abrangente, e a espécie, a categoria menos abrangente, porém a que denomina a espécie estudada.

Assim, a nomenclatura que usamos para famílias, ordens, gêneros e espécies de plantas possui características determinadas. A seguir, assinale a alternativa correta:

- a) Família terminação LAES, ordens ACEAE, nome científico maiúsculo, grifado gênero e espécie e maiúsculo.
- b) Família terminação AOES, ordens ALES, nome científico grifado e gênero e espécie em maiúsculo.
- c) Família terminação ACEAE, ordens terminação ALES, nome científico em itálico, gênero maiúsculo e espécie minúsculo.
- d) Família ACIE, ordens ALES, nome científico minúsculo, porém em itálico.
- e) Família com terminação LIA, ordens ACEAE, nome científico em minúsculo, somente deixar nome da espécie em estudo grifado e em itálico.

**2.** Sabemos e há muito vem sendo discutida a importância da elaboração de chaves para a identificação de espécies vegetais, tendo como base de análise características morfológicas vegetativas, dados filogenéticos e características ancestrais.

Quando os alunos mostraram quais espécies foram coletadas e quais seriam aquelas que eles iriam identificar naquele momento, tomaram por base:

- a) Coleta de dados, temperatura, dia de coleta e registro da espécie.
- b) Variações sazonais, solo, clima e temperatura.
- c) Clima, temperatura, caracteres vegetativos e profissional responsável pela identificação.
- d) Coleta da planta, identificação e registro em herbário com número da exsiccata correta.
- e) Características morfológicas vegetativas das folhas e caule, órgãos reprodutores, como flores e/ou frutos e solo, e ambiente em que vivem.

**3.** Tenha em mente que durante o trabalho de campo a observação e coleta de dados devem ser as mais completas possíveis, sendo de grande

relevância todas as observações para que os dados possam auxiliar na identificação das espécies.

Quando se trata de um trabalho de identificação em uma mata, campo ou praia, como deve ser feito o trabalho de observação que levará à identificação correta das espécies vegetais?

- a) A coleta deve ser feita preservando os órgãos reprodutores, evidenciando características morfológicas de folhas, caules, ambiente em que vivem, solo, clima, umidade, data de coleta e sazonalidade.
- b) Família, classe, ordem a que pertencem, características de folhas e tamanho das árvores, garantindo a diversidade biológica.
- c) Coleta de material botânico, coloração da espécie, tamanho da planta e se estão em maior número no local onde se observam as espécies.
- d) Analisar os aspectos sazonais, solo, clima, temperatura e predominância dentre as espécies locais.
- e) Coleta botânica de material, herborização, análise de solo e temperatura e predominância no local.

## Seção 2.3

### Herborização

#### Diálogo aberto

Assim que alunos e docentes, técnicos de laboratórios e ambientalistas discursaram sobre a relevância da classificação taxonômica correta para o uso e aprendizado de plantas, foram destacadas algumas explicações aos alunos de Engenharia Ambiental, que são necessárias para a sua formação. Era tanta curiosidade por conhecer o Herbário Central que os alunos se organizaram em forma de um círculo para tirar as dúvidas que já estavam surgindo, aliados a isso, a curiosidade e o encantamento pelo assunto. As perguntas principais foram: qual a finalidade de se ter um exemplar de determinada espécie de planta depositada em um herbário? Para que serve? Por que deve haver os registros das características dessas plantas tanto no campo como no herbário? Ambas as características são importantes?

#### Não pode faltar

A identificação botânica de variadas espécies é fundamental em estudos científicos e, também, para garantir a identificação da diversidade biológica, sendo considerada essencial quando se trata de adotar estratégias de manejo para as diferentes espécies de plantas e suas características ecológicas. Por exemplo, se pensarmos na Amazônia, que possui cerca de 350 espécies envolvidas na produção de madeira, cada uma com suas características particulares, podemos dizer que, quando se trata de manejo de florestas, a identificação botânica é a peça-chave para conservação dessas espécies.

Uma identificação botânica feita de maneira eficiente fornece subsídios para estudos taxonômicos, auxiliando na elaboração de trabalhos científicos de determinada flora e, ainda, diferenciando as espécies de um inventário arbóreo arbustivo, facilitando dessa

forma a diferenciação de plantas que podem ser usadas pela medicina natural daquelas que são tóxicas. O objetivo de um trabalho de identificação de plantas melhora seu uso e o controle, bem como o armazenamento de exemplares de variadas espécies vegetais que servirão para identificação de outras espécies por comparação. Esse fato é essencial e dependerá, principalmente, de uma coleta de plantas feita de modo correto, obedecendo às regras de observação do local da coleta que fornecem fielmente determinada caracterização e identificação da planta. Essa informação é fundamental, pois sabemos que durante as coletas de vegetais, essencialmente, não conseguimos obter todas as características da planta no seu habitat natural.

Pensando, então, que a coleta de material botânico e a identificação foram realizadas de maneira coerente, vamos entender como foi feita essa coleta das plantas em campo e como aconteceu seu depósito em herbários.

O método usado hoje para identificar as plantas não leva em consideração somente as características que as plantas apresentam em campo, ainda que o local mostre muito a respeito das plantas, porque além das características morfológicas e de sazonalidade, acaba-se agrupando as espécies por similaridade, dando-lhes nome(s) vulgar(es), para depois serem estudadas em laboratório e estabelecido exatamente a que família pertencem, chegando-se à espécie correta.

O processo de identificação é complexo, pois, como acabamos de explicar, exige que o profissional saiba a respeito de conhecimentos sobre a morfologia vegetal, combinando diferentes características das plantas, do tipo de ambiente em que vivem, chegando, finalmente, à sua identificação. Identificar uma espécie é apenas o primeiro passo para o manejo correto dos recursos vegetais, é o ponto de partida para se realizar um bom trabalho. Após a identificação, é possível acessar mais informações a ela relacionadas, como dados referentes à fitossociologia, distribuição geográfica, tecnologia empregada em dados de ecofisiologia e o próprio indicador em potencial da espécie.



Salientamos a importância dos dados de Etnobotânica, em que, mesmo em campo, placas de identificação das espécies de plantas são colocadas onde estão sendo feitas a coleta de material botânico e o estudo das espécies vegetais. Nesse material deve constar os seguintes itens: nome popular da espécie, nome científico em itálico, parte que é usada, provável indicação de uso popular, também se souber buscar em literatura seu uso científico e, principalmente, se houver restrição de uso. Esta última informação é extremamente relevante, evitando a intoxicação de pessoas e animais e, conseqüentemente, mortes acidentais. Embora podemos ter consciência de certa imprecisão do nome popular de um determinado vegetal, a indicação de seu nome deve ser o mais próximo possível de sua vivência do cotidiano.

Vimos, então, que a necessidade de identificação de várias espécies vegetais é notória, especialmente no que se refere às propriedades tóxicas ou medicinais das plantas. A partir desse ponto, a identificação de um vegetal é realizada comparando-se as características do material problema, como os exemplares depositados em herbários, chamadas de exsicatas. Você lembra que comentamos na seção anterior que, após a coleta e identificação de uma determinada espécie de planta, coloca-se um exemplar da referida planta em um herbário (local escolhido para depositar diferentes materiais vegetais já identificados), o qual serve de base para identificar outros materiais? Portanto, caso você trabalhe com uma determinada espécie em sua monografia, tese ou estágio, o procedimento é o mesmo. Após conferir que a espécie coletada “bate” ou se iguala àquela depositada, você pode iniciar seu trabalho. Assim, uma etapa essencial é aquela na qual realiza-se a coleta da planta, seguida por identificação botânica, preparo de exsicatas e, finalmente, o registro em um museu ou herbário.

Podemos dizer, então, que são três tipos de coleções em que podemos depositar os materiais botânicos: herbários sistemáticos, museus e coleção de padrões.

Os herbários ou coleções de plantas secas são locais onde as plantas são ordenadas e identificadas, destinadas a estudo e

exposição. As manobras que antecedem a entrada ou o depósito dessas plantas em herbário denominam-se herborização.

É imprescindível que o depósito de exemplares contenha flores coloridas e outros compartimentos da planta que chamem atenção, quando fornecidos à seção especializada em taxonomia vegetal. Ramos floridos são então distendidos o quanto possível para não danificar o material e colocados entre folhas de papel absorvente, como jornal. As folhas de jornal, por sua vez, são colocadas em folhas de papelão; procede-se, a seguir, com a prensagem do material. Se flores e frutos forem muito delicados, podem ser preparados separadamente do restante dos compartimentos da planta.

Já frutos carnosos e plantas destinadas apenas à exposição ficam em museus carpológicos. As xilotecas seriam coleções de fragmentos de árvores voltadas ao estudo e à identificação de madeiras, e as conhecidas espermotecas são as coleções de semente (OLIVEIRA; AKISSUE, 2009).

A herborização trabalha com a prensagem de plantas para conservação delas. Um modelo bem simples seria o que usa duas tábuas de 45 x 30 cm, nas quais colocamos folhas de papelão do mesmo tamanho. Entre as folhas de papelão estão as folhas de "embrulho" dobradas ao meio, adequando-se também ao tamanho das tábuas. Usa-se ainda um pedaço de corda, para fixação de todo esse material, que deve apertar e amarrar a pasta. Depois de preparada essa etapa, segue a da secagem, em que esse material é levado à estufa 37° C permanecendo por 2 dias. É preciso salientar que materiais suculentos devem ficar por mais tempo na estufa.

Lembre-se de que todo material coletado deve ser rotulado, contendo:

- Nome vulgar da planta (nome popular) coletada.
- Cor de flores e características das folhas.
- O porte da planta: lenhoso, herbáceo.
- Se é uma planta nativa ou cultivada (se nativa, indicar o

habitat = local onde naturalmente se encontra um exemplar da mesma).

- Nome e número do coletor e, ainda, a data em que se realizou a coleta.



Refleta

Após a secagem do material, são feitas a montagem e a identificação do material coletado, que nessa fase estará pronto para ser depositado ou incluído no herbário. Esse material, preparado assim, recebe o nome de exsicata. Será que usamos essa exsicata em algum lugar? Como ela aparece no registro?

## O herbário

A exsicata ou exemplar identificado de uma espécie vegetal aparece no herbário na forma de um registro numérico, sendo bem relevante na citação de trabalhos científicos, publicação de dados em revistas científicas e para a correlação e comparação de espécies vegetais. Mas o que é um herbário? É o local onde ficam armazenadas e conservadas as coleções científicas, formadas por amostras de plantas provenientes de ambientes e lugares diferentes. Geralmente, uma coleção botânica é sempre atualizada por taxonomistas: especialistas de famílias, gêneros ou espécies.

Veja um exemplar depositado em herbário no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), o qual apresenta as características a seguir e está disponível em: <<http://herbario.iac.sp.gov.br/Relatorios/ConsultaHerbario.asp?Numlac=49171>>. Acesso em: 30 out. 2017.

**Número IAC:** 49171

**Grande Grupo:** A-222

**Família:** Myrtaceae

**Gênero:** Eugenia

**Espécie/Identificação:** *Eugenia prasina* O. Berg

**Identificador:** E. Ramos et al. **Data Identificação:** 05/01/2007

**Coletor(es):** E. Ramos; H. R. Gonçalves e S. Santos

**Nº Coletor:** 376

**Data da Coleta:** 05/01/2007

**País:** Brasil

**Estado/Província:** São Paulo

**Município:** Ubatuba

**Endereço/Localidade:** Fazenda Capricórnio, Núcleo Picinguaba/PESM, Parcela F Ambiente da Coleta: Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas.

**Latitude:** -23.380886 **Longitude:** -45.079582 **Altitude:** 108.170  
(Coordenada: medida)

**Hábito Vegetativo:** Árvore 5 m alt., PAP 14,3 cm

**Flor:** ausente

**Fruto:** ausente

**Projeto:** Biota Gradiente Funcional (FAPESP 03/12595-7)

**Nome Popular:** araçarana

**Observações:** Subparcela 29 indivíduo F0384

Figura 2.4 | Exemplar de exsicata da espécie de planta *Eugenia prasina* O. Berg, depositado em herbário do Instituto Agronômico de Campinas



Fonte: <<http://herbario.iac.sp.gov.br/Relatorios/ConsultaHerbario.asp?Numlac=49171>>. Acesso em: 30 out. 2017.

Interessante notar que, quando falamos de plantas avasculares, como no caso das briófitas, devemos lembrar sempre que elas não devem ser prensadas e nem mesmo desidratadas em estufa. O mesmo acontece com relação aos líquens e fungos, que quando secos em estufa são mais suscetíveis a ataques por insetos, recomendando-se, assim, que antes de incorporar essas espécies na coleção devemos tratá-las, de preferência, por congelamento (FERREIRA, 2006). Logo, ressalta-se que as coleções de um herbário são consideradas ferramentas de grande importância para o conhecimento sistemático de vegetais e para o entendimento de relações evolutivas e filogenéticas da flora de uma determinada região. Na maioria das vezes, as coleções de um herbário são usadas para o desenvolvimento de teses e monografias, bem como pesquisas sobre os mais variados aspectos da flora vegetal e suas implicações com o ecossistema.

O herbário envolve conhecimentos sobre herborização, incluindo as etapas de prensagem, secagem, a montagem das amostras, o registro delas e sua conservação, a informatização, o intercâmbio e a atualização das exsicatas. Você sabia que, muitas vezes, os profissionais, alunos e pesquisadores são cobrados por não terem em seus trabalhos o número da exsicata usada em seu trabalho? Diversos periódicos científicos rejeitam trabalhos muito bons por não conterem esse número. Será que isso é relevante? Sem dúvidas, a eficácia de um trabalho ou de um estudo em questão tem muito mais credibilidade quando um sistemata vegetal – botânico, agrônomo, entre outros profissionais – conferiu ou determinou o número e as características da exsicata utilizada. Reflita sobre esse assunto.

Características voltadas à conservação dessas espécies depositadas em herbários seguem algumas regras de preservação. Desse modo a coleção de plantas deve ser conservada em temperatura média, por volta de 18 °C a 23 °C, com umidade diária de 40% até 60%. Se pensarmos em coleções de plantas em escolas, o uso de um produto que não seja tóxico e que mantenha o material arquivado seria apenas a naftalina triturada para conservação dessas exsicatas, sem causar problemas aos alunos. A naftalina conserva as espécies, pois funciona como inseticida, visto que insetos não chegam até elas, evitando sua destruição.

## O que coletar

Vale comentar que coletamos, no mínimo cinco, amostras de cada espécie vegetal e seria muito relevante que por elas estivessem férteis, isto é, que em seus exemplares existissem flores e/ou frutos, porque esses órgãos são essenciais à classificação dos vegetais. Destacamos também que se relaciona a prensagem do material ainda em campo e que a prensagem do material coletado requer paciência e cuidado. O material deve ainda ser arrumado no jornal, a fim de evidenciar as partes reprodutoras (flores e/ou frutos). As folhas precisam ficar ajustadas para que se realcem as duas faces (não se esqueça de virar algumas folhas, a fim de expor o lado inferior, para que possamos ver tanto um lado como o outro). Tenha em mente que, quando forem grandes demais, é essencial tirar algumas delas na região do pecíolo, para que se possa verificar a filotaxia delas. Faça ainda o seguinte: adicione flores e/ou frutos em sua coleta, armazene-os em meio líquido (quando se tratar das flores e frutos) ou ainda dissecados (quando falamos de frutos), para que não seja necessário mexer na exsicata no momento do uso. Se for possível para o coletor, corte um fruto de maneira longitudinal e outro transversal, para que sejam adicionados a cada amostra.

## Identificação botânica e sua importância

Identificar significa reconhecer, e reconhecer uma espécie vegetal é o foco principal de um estabelecimento de identificação científica. Mais do que isso, firmar o significado biológico cientificamente e o valor sistemático da espécie. Para isso, é essencial que estudos de morfologia vegetal sejam realizados de maneira correta, dando preferência para que a coleta ocorra na época de floração, com material botânico fértil, com flores e frutos vistosos. Quando as espécies possuem flores diminutas, podem passar despercebidamente aos coletores de espécies vegetais, dificultando a identificação. A construção desse material didático é único e específico, facilitando a determinação da taxonomia estudada. No entanto, para que identificar? Você já pensou sobre isso? A identificação botânica é indispensável para obtermos informações precisas de espécies de plantas com características individuais de cada família de plantas. Ela é essencial

para o desenvolvimento das ciências básicas, desenvolvimento de teorias e aquelas aplicadas que serão úteis para que se busquem respostas vinculadas às necessidades ambientais e humanas, com a finalidade de contribuir com o ecossistema, garantindo a sobrevivência das pessoas, dos animais e de nosso meio ambiente. De acordo com Silva (2001), é válido lembrar que os inventários florestais, baseados em nomes populares, têm uma tendência a provocar confusão, pois as denominações desses nomes variam bastante de uma região para outra e, na maioria dos casos, dentro de uma mesma região; vai depender mais ainda de quem faz uso dessa nomenclatura/classificação. A nomenclatura científica é expressa em linguagem universal, denomina a mesma planta, com um único nome, em qualquer lugar do mundo, garantindo maior segurança para os usuários. Por essa razão, a nomenclatura científica permite o diálogo entre cientistas de diferentes países e regiões, promovendo acesso às informações obrigatórias para o desenvolvimento de pesquisa, não só na botânica, mas em diversas áreas do conhecimento.

Mas, como identificar? A identificação de uma espécie de planta ou de um táxon é feita por comparação de um material contido em herbário, já devidamente identificado através de chaves de identificação e com a ajuda de literatura científica e didática. Conforme já discutido em outra seção, para que o processo de identificação aconteça de maneira adequada, deve-se seguir as regras do Código Internacional de Nomenclatura Botânica (ICBN). No herbário, o processo que envolve a identificação de plantas comumente usadas acontece pelo método de comparação entre os materiais. Nesse processo, a amostra coletada em estudo é comparada com outra já depositada em herbário. Após análise, se todas as características forem semelhantes àquela já identificada, pode-se determinar o nome da amostra, incluindo, além do nome da espécie, o nome do coletor ao final – ***Ipomoea imperati*** Vahl Griseb, por exemplo.

### Conservação de amostra vegetal

Para conservar e preparar toda e qualquer planta, podemos usar um meio líquido (álcool, sulfato de cobre associado ao ácido sulfuroso), principalmente plantas pequenas e delicadas que

acabem se prejudicando por secagem, ou ainda espécies que sejam difíceis de fazer a herborização para conservação (cujo aspecto relacionado com a morfologia não seja perdido, como no caso de conservação dos frutos carnosos). Os frutos secos acondicionam-se em frascos adequados, após a devida rotulação.

Quando separar flores e frutos suculentos para conservação em solução de álcool 70%, fixe no vidro as informações coletadas em campo, aquelas anotadas no jornal. O que pode ser feito também é realizar as anotações em papel vegetal e depositar dentro do vidro, com a solução alcoólica.

A melhor preparação para que se conservem essas espécies citadas seria, então, a solução de sulfato de cobre associada ao ácido sulforoso. Esse processo consiste em deixar as peças imersas ou mergulhadas na solução de sulfato de cobre na concentração de 5%, por 2 horas, para adequada coloração. A seguir, devemos lavar as peças em água corrente durante 1 hora, removendo o excesso de cobre presente na amostra vegetal. Depois, transferir o material vegetal para o líquido conservador (uma solução de ácido sulforoso a 5%). Esse processo é muito eficiente para conservação de cores verdes, vermelhas e amareladas.



### Exemplificando

Se analisarmos espécies do bioma da caatinga, podemos citar o Herbário IPA - Dárdano de Andrade-Lima, que é considerado uma referência nacional e internacional para as plantas do Nordeste brasileiro. Veja que interessante esse conteúdo e seus detalhes. Disponível em: <<http://www.ipa.br/herbario.php>>. Acesso em: 30 out. 2017



### Pesquise mais

Para que você consiga trabalhar e visualizar detalhes a respeito da herborização de material botânico, leia o artigo indicado.

WIGGERS, I.; STANGE, C. E. B. **Manual de instruções para coleta, identificação e herborização de material botânico**. Programa de Desenvolvimento Educacional – SEED – PR – UNICENTRO. Laranjeiras do Sul-PR, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/733-2.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2017.

## **Processamento do material coletado – etapas para o manejo das coleções em herbários**

- 1- Prensagem do material.
- 2- Desidratação – secagem do material de 45 °C a 65 °C.
- 3- Seleção das amostras: coletam-se 5 amostras (uma ficará no herbário como original, a segunda ficará para duplicata e as demais são distribuídas a outros herbários/troca científica).
- 4- Montagem das exsicatas em cartolina rígida com os dados da coleta; posterior arquivo em armários de ferro.
- 5- Registro da exsicata – controle do material vegetal.
- 6- Tratamento da exsicata: antes de ser colocada no armário, evitando contaminação do acervo. Essa conservação é feita por congelamento por 7 dias, em freezer comum (18 °C a 23 °C e umidade de 40-60% diariamente).

### **Fichários – físico ou on-line**

Segundo Ferreira (2006), os fichários são fundamentais para garantir a organização dos exemplares vegetais. Eles são coleções de referência montadas em folhas de cartolina no tamanho A4, armazenadas em sacos plásticos bem vedados para evitar a entrada de insetos e xilófagos, aparecem em ordem alfabética “A-Z”. O fichário on-line usa o mesmo tipo de organização e registro, garantindo a organização do local. Muitas vezes, as imagens são digitalizadas e mantidas junto aos dados on-line.

### **Sem medo de errar**

Voltando à situação-problema desta seção, qual seria a finalidade de se ter um exemplar de determinada espécie de planta depositado em um herbário? Para que serve? Por que deve haver os registros das características dessas plantas tanto no campo como no herbário? Ambas as características são importantes?

As duas identificações ou registros são relevantes, herbário e campo. O herbário é a fonte de referência para novos estudos

de pesquisas de campo que visem ao uso de material vegetal. O herbário abrange conhecimentos sobre herborização, incluindo as etapas de prensagem, secagem, montagem das amostras, registro delas e sua conservação, informatização, intercâmbio e atualização das exsicatas. Ainda, a eficácia de um trabalho, ou de um estudo em questão tem muito mais credibilidade quando um sistemata vegetal – botânicos, agrônomos, engenheiros ambientais, entre outros profissionais – conferiu ou determinou o número e as características da exsicata utilizada. Em campo, vale a mesma conotação, biólogos, botânicos agrônomos devem coletar todos as características morfológicas e ambientais possíveis para que se faça uma comparação com a amostra depositada em herbário e comparativamente seja identificada como a espécie correta. A partir da identificação e conferência, pode-se trabalhar tranquilamente com os exemplares.

Agora que você entendeu sobre como deve ser feita a análise de uma espécie vegetal, bem como a identificação taxonômica para que uma determinada espécie seja usada em um trabalho, escolha uma espécie de planta e mostre o caminho que usou para chegar à correta nomenclatura botânica. Para tal, use a chave dicotômica com o sistema de identificação de Lineu e apresente esse material em formato de banner para o professor responsável pela disciplina.

## Faça valer a pena

**1.** A identificação botânica de variadas espécies é de grande importância em estudos científicos e, também, para garantir a identificação da diversidade biológica, sendo considerada essencial quando se trata de adotar estratégias de manejo para as diferentes espécies de plantas e suas características ecológicas.

Pensando sobre a coleta de material botânico, sua identificação taxonômica e a determinação da nomenclatura da espécie vegetal, como é feita essa coleta das plantas em campo e quais as características que devem ser analisadas?

- Observação da planta em campo e seu tamanho são características essenciais para a identificação botânica.
- Características morfológicas das plantas, sazonalidade, similaridade entre espécies vegetais e presença de órgãos reprodutivos.
- Tipo de solo, tamanho e espessura das plantas, tipo de folhas e nervuras.

- d) Sazonalidade, características do solo e similaridade de flores e frutos.
- e) Órgãos reprodutivos, tipo de solo, umidade relativa do ar e folhas com e sem nervuras.

**2.** Identificar uma espécie é apenas o primeiro passo para o manejo correto dos recursos vegetais, é o ponto de partida para se realizar um bom trabalho. Após a identificação, é possível obter mais informações da planta relacionada ou estudada. Ainda, envolve dados relacionados à fitossociologia, distribuição geográfica, ecofisiologia e ao próprio indicador em potencial da espécie.

O que é a identificação taxonômica de uma espécie vegetal e como acontece essa identificação biológica?

- a) É buscar informações sobre determinado vegetal devido ao uso medicinal e à popularidade regional, comprovando sua eficácia em testes farmacológicos.
- b) É identificar uma espécie de planta já conhecida em determinada região do Brasil e fazer uma comparação de seu uso em países onde a indústria farmacêutica trabalha de maneira competitiva.
- c) É comparar dados da literatura com aqueles encontrados em campo, testar em pessoas de uma comunidade e trazer novos dados etnofarmacológicos para a população.
- d) É comparar um material em campo com aquele que você já viu em livros e adicionar um número a ele com seu nome, pois foi você que encontrou esse exemplar de planta.
- e) Comparar um material coletado com outro contido em herbário, visualizando sua total igualdade em dados de literatura e no próprio herbário, de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Botânica (ICBN).

**3.** Um exemplar de planta deve ser identificado corretamente, com ajuda de um sistemata vegetal, botânico ou outro profissional da área. Além disso, as plantas depositadas em herbário recebem um número, chamado número de "voucher", que deve aparecer na etiqueta contendo diferentes dados da planta, nome do coletor, data da coleta e outras características importantes para tal finalidade.

Por mais que o material esteja corretamente identificado e depositado em herbário ou museu, esse exemplar ou exsicata deve ser conservado. Como acontece essa conservação do material botânico em espécies em que seja difícil a herborização?

- a) A conservação se dá em álcool 70% e água para preservação de folhas, flores e frutos essenciais na conservação do material biológico.
- b) A conservação acontece borrifando água e álcool 70% todo mês para evitar que o material fique velho e sem definição.
- c) Conservar em sulfato de cobre + ácido sulforoso (5%) por 2 horas, mantendo a integridade de órgãos reprodutores, em casos nos quais não se possa secar as plantas ou ainda álcool.
- d) Conservar com a janela aberta, ventilando, e borrifar álcool para evitar que insetos estraguem o material biológico.
- e) Conservar com hematoxilina e eosina após passar por xilol e formaldeído 10%, mantendo as estruturas reprodutivas, essenciais na identificação.

# Referências

BRAZ, D. M.; MOURA, M. V. L. P.; ROSA, M. M. T. da. Chave de identificação para as espécies de dicotiledôneas arbóreas da Reserva Biológica do Tinguá, RJ, com base em caracteres vegetativos. **Acta Bot. Bras.**, v. 18, n. 2, p. 225-240, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v18n2/v18n02a03.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2017.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2. ed. New York: The New York Botanical Garden, 1988. 555 p.

ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. São Paulo: Blucher, 2007.

FERREIRA, G. C. **Diretrizes para coleta e identificação de material botânico**. Belém: Embrapa, 2006a.

\_\_\_\_\_. **Diretrizes para coleta e identificação de material botânico nas parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira**. Grupo Institucional de Monitoramento da Dinâmica de Crescimento de Florestas na Amazônia Brasileira – GT Monitoramento de Florestas – Pró-Manejo/IBAMA, Manaus, 2006b.

INSTITUTO DE BOTÂNICA DE SÃO PAULO. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. 1984. 61 p. (Manual n. 4).

MARCHIORI, J. N. C. **Elementos de dendrologia**. Santa Maria: UFSM, 1995. 163 p.

MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. et al. **Noções morfológicas e taxonômicas para identificação botânica**. Brasília: Embrapa, 2014. 111 p.

MATIAS, L.Q. **Sistemática Vegetal Coleta, Herborização, e o Registro Botânico**. Disponível em: <[http://www.biologia.ufc.br/backup/monitoria/TaxoVeg/arquivos/Coleta\\_identificacao.pdf](http://www.biologia.ufc.br/backup/monitoria/TaxoVeg/arquivos/Coleta_identificacao.pdf)>. Acesso em: 7 jan. 2018.

NABORS, M. W. **Introdução à botânica**. São Paulo: Ed. Roca, 2012.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. **Fundamentos de farmacobotânica e de morfologia vegetal**. 3. ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 2009.

RAVEN, P. H. et al. **Biologia vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

SALISBURY, F. B. **Fisiologia das plantas**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SILVA, J.N.M. **Manejo Florestal**. Embrapa Amazônia Oriental. 3. ed. Belém: Embrapa, 2001.

TAIZ, L. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. São Paulo: Artmed, 2016.

TOLEDO, K. Especialista defende manejo de fogo no Cerrado. **Ciclo de Conferências 2013 do BIOTA Educação**. Disponível em: <[http://agencia.fapesp.br/especialista\\_defende\\_manejo\\_de\\_fogo\\_no\\_cerrado/17303/](http://agencia.fapesp.br/especialista_defende_manejo_de_fogo_no_cerrado/17303/)>. Acesso em: 13 nov. 2017.

WIGGERS, I.; STANGE, C. E. B. **Manual de instruções para coleta, identificação e herborização de material botânico**. Programa de Desenvolvimento Educacional – SEED – PR – UNICENTRO. Laranjeiras do Sul-PR, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/733-2.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2017.



# Sistema de classificação botânica

## Convite ao estudo

Caro aluno, estamos começando a terceira unidade da disciplina de Fundamentos de Botânica e você já está bem familiarizado com o assunto, podendo evidenciar esse aprendizado em seu dia a dia, entendendo melhor a flora que está ao seu redor e o ambiente em que ela vive.

Após entender que as espécies vegetais possuem nomenclatura específica que favorece a manutenção da diversidade biológica evitando equívocos em diversos momentos de seu trabalho, vamos conhecer mais a fundo a importância dos sistemas de classificação botânica, compreendendo os aspectos gerais dos variados sistemas de classificação e, também, as classificações clássicas, incluindo os herbalistas e naturalistas, suas diferenças e aplicabilidades.

Quando falarmos do sistema natural e compararmos com o filogenético, entraremos em assuntos relacionados à divisão de plantas como as Acotiledôneas, Monocotiledôneas, Dicotiledôneas, das quais estudamos os aspectos morfológicos em unidades anteriores. Além disso, veremos os sistemas de classificação taxonômica em plantas como Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas.

Na última seção da Unidade 3, abordaremos os sistemas artificial e arbitrário de classificação botânica, os processos de classificação e suas limitações. Tudo isso trará a você a certeza de saber o porquê de escolher uma determinada espécie para se trabalhar, bem como entender o porquê de não usar um outro sistema de classificação para realizar essa mesma

atividade, certificando-se de que aquele que você escolheu é o sistema mais adequado para identificação biológica.

Assim, após a viagem que os alunos do curso fizeram ao Parque Estadual da Serra do Mar, foi discutido com muita ênfase o que realmente seria fundamental para a caracterização e identificação das espécies vegetais encontradas. Existe somente um sistema de classificação usado para esse estudo? Se a classificação de uma determinada espécie for equivocada por um detalhe não observado no momento da identificação pode acarretar algum dano ao ambiente e as pessoas? Essas foram as dúvidas apresentadas pelos estudantes, além de ficarem curiosos com a pergunta: como se deu a origem das espécies?

Vamos analisar, portanto, como surgiram os sistemas de classificação, quem trabalhou no desenvolvimento de cada um deles e qual seria o mais usado até os dias de hoje.

Bons estudos!

# Seção 3.1

## Sistemas de classificação botânica

### Diálogo aberto

Diversos materiais biológicos foram coletados na viagem dos alunos e organizadores do curso de Engenharia Ambiental. A professora responsável pela disciplina de Botânica acompanhou todo o processo de secagem de folhas, ramos, caules, flores e frutos e, ainda, das sementes que fazem parte do processo de herborização e identificação de organismos vegetais. Como acontece esse estudo de classificação botânica? Como os taxonomistas trabalham desde a fase de coleta até a identificação da planta e o depósito de exsicata em herbários?

### Não pode faltar

Conforme falamos em unidades anteriores, a diversidade dos organismos existe há muito tempo e até hoje um número aproximado de 1,5 milhão de espécies estão descritas. Mas não pense você que paramos por aqui, sempre estaremos elegendo uma nova espécie, identificada em algum lugar do mundo. Essa classificação tornou-se necessária devido à ampla variedade biológica que os organismos apresentam em diversos ambientes e formas de vida. Todos os esforços estão empregados na tentativa de melhor compreender o mundo natural, classificando as espécies inicialmente de maneira instintiva e, posteriormente, fazendo correlações que envolvam as diferenças entre os seres vivos, de acordo com critérios científicos e filogenéticos, por exemplo.

Assim, ao longo da história, os mais variados sistemas de classificação foram elaborados favorecendo uma ordenação de espécies em grupos, reunidos por semelhanças ou, ainda, de acordo com determinados conjuntos de atributos parecidos.

Para que um observador classificasse inicialmente um material vegetal, ele primeiramente usaria a morfologia externa dos organismos vegetais, fornecendo uma base nítida para a identificação dos seres vivos, trabalhando inicialmente com aqueles caracteres de reconhecimento simples.

Depois dessa fase, houve a contribuição dos constituintes genéticos e da química, como hormônios, substâncias odoríferas atrativas e outras características que, em conjunto com estudos de embriologia, paleontologia, estariam classificando e separando os grupos vegetais atuais de um modo mais específico e, até mesmo, de forma particular.

Na Idade Média, as publicações sobre botânica foram extremamente raras e aquelas escritas aleatoriamente estavam baseadas em obras clássicas de origem grega. Nessa época surgiram nomes de pensadores como Brunfels, Bock, Fuchs, Clusius, L'Obel e Gerard, chamados de **pensadores herbalistas**, sendo que suas principais preocupações eram com as propriedades medicinais das plantas, fornecendo descrições e ilustrações botânicas. Alinhados aos conhecimentos de atividade etnofarmacológica, todos esses caracteres facilitariam a identificação botânica.

Em termos de sistematização, os sistemas herbalistas, sem uma especificação determinada, deram lugar aos chamados **sistemas artificiais**. Eles recebiam essa designação porque faziam uso de poucos e arbitrários atributos para classificar e formar grupos, sem mostrar uma relação de afinidade direta entre as espécies em estudo (JOLY,1998).

No entanto, tudo começou muito antes disso, por volta do ano 370 a.C., quando Aristóteles tentou organizar a flora e biodiversidade disponíveis; ele formou um primeiro sistema de classificação de plantas e separou os organismos de um modo simplificado trabalhando inicialmente com árvores, arbustos e ervas. Esse sistema marcou o início da Sistemática Botânica e foi justamente quando buscaram-se novos conhecimentos sobre as plantas, tornando-se necessário organizar todas essas informações botânicas. Alguns sistemas propuseram estudos diversificados, mas foi Lineu que veio

revolucionar a Sistemática Vegetal, sendo reconhecido como o pai da Sistemática Botânica e Zoológica (GEMTCHÚJNICOV, 1976; RAVEN, 1996; SALISBURY, 2013).

Vamos fazer uma retrospectiva dos vários estudiosos do assunto e ver o quanto é trabalhoso organizar essas ideias para que se tenha o melhor caminho para identificação taxonômica. Imagine que muitos estudiosos, botânicos, pensadores tentaram organizar as plantas, baseando-se em vários aspectos, sejam eles: morfológicos, filogenéticos, ancestrais, similares, antagônicos. Foram várias as tentativas de estudo, observação e caracterização das plantas.

- A. Caesalpino (1519-1603): foi considerado o "primeiro taxonomista" e, através do exemplar *De plantis* (1583), classificou cerca de 1.500 espécies de plantas, que tinham como base para a classificação as características do fruto e das sementes, assim como os caracteres florais; todas essas informações tornaram possível a classificação das novas espécies vegetais naquela época.

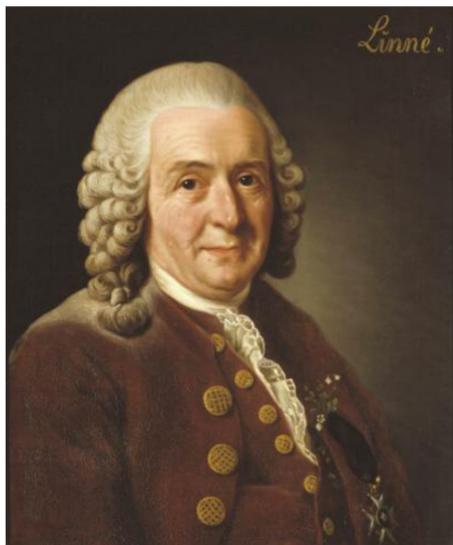
- J. Bauhin (1541-1613) e G. Bauhin (1560-1624): criaram o tratado de *Pinax theatri botanici* em (1623) com aproximadamente 6.000 espécies e os seus sinônimos, favorecendo a identificação de diferentes plantas, contribuindo com o estudo da Biodiversidade. Além disso, G. Bauhin notabilizou-se pelo seu reconhecimento da categoria genérica e, principalmente, pela introdução da nomenclatura binomial, que posteriormente foi usada por Lineu.

- J. P. de Tournefort (1656-1708): taxonomista francês, levou ainda mais adiante o conceito de gênero de Bauhin. Criou a obra *Institutiones rei herbariae* (1700) e até hoje muitas de suas ideias de taxonomia são utilizadas. Classificaram-se, dessa maneira, cerca de 9.000 espécies, agrupadas em 698 gêneros e 22 classes.

- J. Ray (1627-1705): escreveu *Methodus plantarum nova* (1682, 2ª edição em 1703), *Historia plantarum* (3 volumes nos anos de 1686, 1688 e 1704) e *Synopsis methodica stirpium britannicarum* (1ª edição em 1690, 2ª edição em 1696 e 3ª edição em 1724), em que relatou por volta de 18.000 espécies e um complexo esquema de classificação botânica (JOLY, 1998).

Todo esse histórico relatado antecedeu a era de Lineu – considerado o pai da taxonomia moderna –, que classificava os organismos de acordo com os caracteres florais, determinando e estabelecendo a nomenclatura binária das espécies biológicas, baseando-se em caracteres sexuais.

Figura 3.1 | Foto de Lineu (1707-1778), botânico, sistemata, considerado o pai da taxonomia moderna



Fonte: <<http://www.robinsonlibrary.com/science/natural/biography/linnaeus.htm>>. Acesso em: 8 out. 2017.

Na área da Botânica, o Sistema de Lineu – também chamado de sistema sexual – foi considerado a base do moderno sistema de classificação das plantas. Várias adequações foram somadas a esse sistema que foi de grande importância para a classificação das espécies vegetais, animais, tendo o mérito de criar um catálogo com o registro e a descrição das plantas conhecidas e uma nomenclatura binomial das espécies em latim.



Refleta

O sistema descrito por Lineu é designado como sistema artificial, por quê? Ele é dito artificial porque considera como os principais critérios

de classificação botânica aqueles que envolvem a constituição da flor, o número de pistilos, o número de estames etc. De acordo com esses critérios, as plantas são distribuídas em classes, e as classes divididas em ordens, gêneros e espécies. Não mais pensa-se em ações e efeitos medicinais de plantas e nem mesmo os caracteres filogenéticos.

Portanto, essa fase reuniu Lineu e um grupo de sistematas vegetais que se tornaram notórios como os fundadores da taxonomia moderna, usando o sistema de nomenclatura binomial.

Você lembra da nomenclatura binária que contém, como o próprio nome diz, dois nomes e que devem estar em itálico ou sublinhados, sendo necessariamente seguidos do autor que realizou a coleta ou que identificou a espécie? Sempre o primeiro nome é o gênero e deve começar com letra maiúscula e o segundo nome aparece em letra minúscula, referindo-se à espécie em estudo.

Essa contribuição realmente colocou ordem na confusão que havia aparecido em variados sistemas de classificação já existentes, ordenando o conhecimento produzido por outros autores que estudaram espécies vegetais antes dele. Os livros *Genera plantarum* (1737 e subseqüentes edições) e *Species plantarum* (1753 e posteriores edições) escritos por Lineu vieram para classificar as plantas de acordo com o seu "Sistema Sexual", que atribuía um grande significado à reprodução sexual das plantas.

Assim, abandonou-se o critério de um único caractere na classificação de uma espécie, envolvendo então caracteres baseados em teorias, favorecendo a experimentação e a prática. Discutiram-se nessa fase quais relações naturais poderiam ser usadas na classificação biológica.



**Pesquise mais**

Leia este artigo que fala a respeito da taxonomia moderna baseada nos conceitos de Lineu.

RAPINI, Alessandro. Modernizando a taxonomia. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bn/v4n1/v4n1a02.pdf>>. Acesso em: 7 out. 2017.

Já a partir da segunda metade do século XVIII, surgem os sistemas naturais que trabalhavam através da classificação botânica, levando em conta as informações que viriam do aprendizado voltado para a morfologia vegetal. São destacados nesse período nomes como: Lamarck, Jussieu, Augustin Pyrame e Alphonse de Candolle (pai e filho), Brown, Lindley, Brogniart, Bentham e Hooke (JOLY, 1998).

Já no século XX, os sistemas conhecidos como filogenéticos acabaram sucedendo os chamados sistematas naturais. Os sistematas filogenéticos faziam uso de informações obtidas até um determinado período, que caracterizava os variados táxons e que estabelecia as relações de semelhança entre os organismos, baseando-se na ancestralidade e na descendência de organismos. As teorias tidas como evolucionistas colocam em pauta o fato de as afinidades entre os seres vivos serem exatamente o reflexo da evolução filogenética, fornecendo dados de que as formas mais simples ou primitivas dariam origem às formas mais complexas ou mais evoluídas.

De uma maneira até certo ponto natural, os organismos que temos hoje são descendentes de outros do passado, embora existam muitas diferenças entre eles. Os sistemas filogenéticos mais notórios são aqueles que trabalhavam os sistemas de Eichler, Engler, Wettstein, Bessey, Hutchinson e Tippo (JOLY, 1998).

Se pensarmos nos taxonomistas ou sistemas mais recentes, estaremos nos baseando em Bessey e Hutchinson, que buscaram em seus estudos as características vegetais que envolvem dados de árvores e arbustos considerados mais primitivos que os das ervas; ainda, as plantas perenes, consideradas mais primitivas que as bianuais, e aquelas anuais; também as plantas aquáticas que possuem flores e derivam de antepassados terrestres; as plantas epífitas, saprófitas e parasitas que são mais evoluídas que as de hábito normal.

Quanto às dicotiledôneas – mais primitivas que as monocotiledôneas –, poderemos verificar que a evolução nesses grupos de plantas não envolveu todos os órgãos ao mesmo tempo; o arranjo espiralado é mais primitivo que o cíclico; as folhas simples são mais primitivas que as compostas; as flores unissexuais são

mais evoluídas que as hermafroditas; e as plantas dioicas são mais evoluídas do que as monoicas. Pensar que a flor solitária é mais primitiva que a inflorescência (conjunto de flores), que os estames com anteras livres são mais primitivos do que aqueles com anteras ou filetes fundidos; e que o androceu com estames numerosos é mais primitivo do que aquele com poucos estames (RAVEN, 1996).

Os frutos simples são mais primitivos que os múltiplos e assim podemos considerar diferentes caracteres que são ancestrais e deram origem a caracteres mais atuais. Todas essas características fazem parte da taxonomia que minuciosamente observa a individualização, classificação e nomenclatura das espécies, chegando a um denominador comum, específico de determinada espécie ou organismo vivo.

Como preparamos a amostra vegetal para ser depositada em herbários? A grande maioria dos taxonomistas usam como metodologia tradicional a coleta de material biológico. As espécies coletadas que serão identificadas sempre devem apresentar órgãos reprodutores e estar acompanhadas de anotações feitas durante a coleta do material em campo. Esses dados são facilitadores do processo de herborização e necessitam estar colocados entre papéis e papelão, amarrados para secagem em estufa e, a seguir, após a secagem, a espécie é registrada, identificada e depositada em herbário.



### Assimile

De modo bem generalizado, somente as plantas férteis (com flores e/ou frutos) devem ser coletadas para identificação taxonômica, pois, como vimos, essas estruturas são essenciais para a identificação das plantas. Deve-se, dessa forma, coletar amostras o suficiente para que seja possível a identificação e para que se faça a permuta entre herbários (coletar pelo menos 5 amostras). Além disso, procura-se representar, sempre que possível, uma variação existente na população e/ou no próprio indivíduo.

É fundamental lembrar que a taxonomia amplia o conhecimento da biodiversidade, explicando a origem da própria espécie,

organizando as plantas a partir de um sistema filogenético. Quando observamos as características morfológicas interna e externa dos vegetais, assim como os padrões genéticos envolvidos no estudo, compreendem-se a identificação, a nomenclatura e conseqüentemente a classificação das espécies. A taxonomia se preocupa constantemente com a identificação correta dos organismos, ou seja, com o uso adequado do nome científico atualizado, tendo como objetivo a identificação taxonômica correta das espécies.

A identificação botânica se torna uma estratégia essencial quando se deseja adotar maneiras distintas de se realizar o manejo de diversas espécies que levem em conta as características ecológicas do local. Por exemplo, estima-se que na região da Amazônia brasileira um número próximo de 350 espécies vegetais estejam sendo exploradas para que se consiga a produção de madeira. Pense que cada espécie tem sua característica particular e, ainda, que diferentes graus de vulnerabilidade estejam relacionados aos impactos de exploração desse material. Mais uma vez, a identificação botânica é a chave para que se consiga adotar as medidas que permitem o manejo florestal, visando a conservação das espécies. Devido à qualidade e riqueza de detalhes da própria madeira, esse trabalho poderá ser utilizado em inventários florestais contribuindo para melhorar a qualidade dos projetos de manejo florestal e para a conservação das espécies manejadas.

Quando diversas populações extraem algum produto da floresta para o consumo próprio ou para comercializar, passam a fazer parte de uma economia florestal gerando trabalho e renda. Também tem sido comprovado por vários estudos (VERÍSSIMO et al., 2002; LENTINI et al., 2005; PEREIRA et al., 2010) que os setores associados à construção civil do Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil são os principais consumidores da madeira explorada na Amazônia.

No entanto, você já parou para pensar que a floresta tem muito mais a nos oferecer do que a própria matéria-prima, os produtos florestais como madeiras, cascas, plantas medicinais, raízes, látex, sementes, óleos e resinas, frutos, dentre outros produtos? Há igualmente os serviços ambientais que a floresta proporciona a todos: produzir oxigênio, um ar mais puro para a respiração e

saúde das pessoas, regular os efeitos do aquecimento global devido à captação do carbono da atmosfera, ademais é o local onde se abrigam a fauna e milhares de espécies de plantas, garantindo a biodiversidade. Também serve como proteção contra incêndios, abrigo e alimentação para espécies animais. Naturalmente as florestas protegem os rios, os igarapés e os solos. Veja quantas funções essa área nos oferece e o quão importante é essa região.

A floresta ainda depende muito da composição de fatores, por exemplo, a luz do sol, o solo, a temperatura ambiental, a precipitação. Entretanto, talvez a característica mais marcante das florestas tropicais seja a sua biodiversidade tendo implicações como: (a) a necessidade de preservação dessas espécies para as futuras gerações, através da criação de extensões florestais na forma de Áreas Protegidas; (b) a utilização de recursos básicos para a sobrevivência das populações locais e aos mercados com produtos florestais tropicais de modo racional.

Explorar produtos naturais e prestar serviços florestais em áreas tropicais de alta diversidade é uma tarefa complexa e, de fato, a ciência não avançou o suficiente para responder às questões desse assunto. O que nos compromete no momento é a conservação das florestas tropicais, assim como o manejo sustentável dos recursos naturais. Ou seja, a exploração dos recursos naturais de maneira planejada, sem interferir nem afetar a biodiversidade existente ou a resiliência da floresta, já é um ganho muito grande para todos nós. Essa seria então a meta do manejo de uso múltiplo das florestas, que podemos chamar de manejo florestal. Portanto, para ficar mais clara a utilização da identificação de organismos vegetais, vamos falar um pouco sobre manejo florestal, pensando sempre em sustentabilidade.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente:

**Manejo Florestal Sustentável é a administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema (objeto do manejo) e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas**

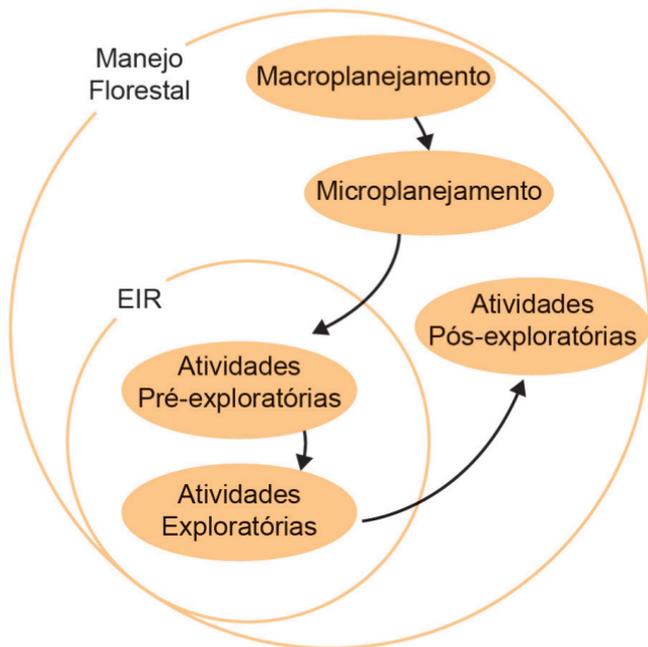


espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços florestais. (BRASIL, 2017, [s.p.])

Podemos verificar que o manejo florestal ocorre em quatro etapas distintas, conforme a Figura 3.2:

- 1) Macroplanejamento da exploração florestal.
- 2) Microplanejamento, incluindo as atividades pré-exploratórias do manejo florestal.
- 3) Atividades de exploração dos recursos florestais ou exploração de impacto reduzido (EIR).
- 4) Atividades pós-exploratórias, incluindo as operações de silvicultura pós-colheita.

Figura 3.2 | Manejo florestal de espécies vegetais



Fonte: <<http://ift.org.br/wp-content/uploads/2014/11/Informativo-T%C3%A9cnico-1.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.



Figura 3.3 | Plantação de *Pinus* com as toras colhidas de madeira



Fonte: <<http://www.florestalbrasil.com/2015/01/industria-de-madeira-brasileira.html>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

Quando se busca o trabalho de manejo florestal, no caso de madeira, sabe-se que o gênero *Eucalyptus* tem por característica um crescimento bastante rápido, com formação de volume de galhos muito significativa. Pode algumas vezes produzir um tipo de resina ao redor da ponta interna quando em crescimento, formando marcas escurecidas e apodrecimento da madeira, não sendo interessante para os produtores. Você já pensou se móveis, armários, janelas etc. forem produzidos por um material de má qualidade? Esse processo degenerativo natural deixa o produto com baixa resistência mecânica, sem qualidade, resultando em grandes perdas de materiais contendo rachaduras e torções no momento da industrialização.

Por conseguinte, após entender qual espécie deve ser plantada e utilizada para que se obtenha o produto desejado, é imprescindível saber reconhecer e identificar as mudas das espécies de *Eucalyptus*

que serão plantadas em determinada área de manejo florestal. Eis a grande importância da taxonomia botânica.

Além disso, devemos sempre pensar em um manejo sustentável de florestas. Qual seria o grande problema da exploração das florestas para que se consiga a madeira? A questão-chave é que, apesar de haver técnicas para uma exploração totalmente racional dos recursos florestais da Amazônia, por exemplo, em um manejo florestal, existem dados que relatam que essas técnicas ainda são pouco usadas. Sabe-se que na Amazônia continua havendo um tipo de exploração dos recursos florestais chamado de exploração predatória (ou exploração convencional), e devemos nos preocupar muito com esse fato, porque, nesse caso, não há planejamento e muito menos cuidado com o estado futuro da manutenção e conservação das florestas após a exploração. Portanto, a exploração extrapola a capacidade da floresta em se recuperar, perdendo a força para se restabelecer. Por exemplo, um tipo de madeira se torna atrativa para o mercado e a floresta não tem tempo suficiente para recuperar essa espécie, ou seja, não consegue se restabelecer naturalmente. Dessa maneira, fica evidente a exploração convencional e, quando isso acontece, acabamos percebendo que a floresta não consegue se reestruturar, restando somente uma saída, a queimada do local para que se inicie a implantação da pecuária – aquela extensiva de baixa produtividade.

Na exploração do tipo convencional, nenhum planejamento é empregado em relação ao corte de árvores para extração da madeira. As árvores são localizadas na floresta por um determinado funcionário que possa identificar a espécie correta que se queira trabalhar e, em seguida, elas são cortadas sem técnicas adequadas. Após esse processo, máquinas pesadas entram na floresta construindo verdadeiras estradas pelas quais a madeira será transportada em caminhões que devem estocá-las e levá-las para um local de distribuição. O resultado dessa exploração aleatória e desordenada danifica a floresta e o desperdício se torna evidente, pois muitos caules são abandonados em razão do corte inadequado das madeiras ou, ainda, perde-se o material porque é esquecido na floresta.

Qual ponto devemos destacar aqui? Pelo fato de as florestas tropicais conterem uma grande biodiversidade, existem várias interações entre espécies distintas de plantas e animais ou, por assim dizer, quando relacionamos algumas populações dentro de um ecossistema, você já pensou no impacto que o manejo pode causar em um determinado ambiente? Como certas espécies fariam para sobreviver no caso de um manejo florestal, se existir entre as espécies uma e outra dependência, será que elas sobreviveriam?

É essencial ter em vista que, com o processo de evolução e luta pela sobrevivência, mesmo essas espécies que acabam dependendo uma das outras se tornam interdependentes em suas estratégias de sobrevivência e reprodução. O que se espera do manejo das florestas nesse sentido é que se faça uma intervenção pequena na floresta, para que esse fato não prejudique tais interações a ponto de extinguir essas espécies e, conseqüentemente, também não interfira na resiliência do ecossistema florestal. Toda floresta passa pelo chamado processo de sucessão ecológica. A sucessão ecológica de modo simples são transformações necessárias que ocorrem na composição e na estrutura da vegetação de um determinado local, buscando sempre o equilíbrio do ecossistema, mesmo que passem por diferentes etapas do desenvolvimento (GANDOLFI, 2007).

Voltando a nossa aula de taxonomia, não podemos esquecer a relevância da identificação taxonômica das amostras vegetais envolvidas na criação de um Inventário Florestal Amostral, por exemplo, levantando quais seriam as espécies pertinentes a essa área de manejo florestal. Logo, deve ser feito o registro de todas as informações sobre essas espécies pertencentes ao local onde será realizado o manejo, principalmente quando se trata de espécies de valor econômico, sejam elas madeireiras ou não, incluindo frutos, sementes, resinas. No tocante ao manejo florestal, o inventário amostral geralmente prevê qual seria a quantidade de produtos disponíveis durante a exploração das florestas. No entanto, o inventário amostral é imprescindível para uma estimativa do potencial de produção de espécies vegetais, funcionários e equipe como um todo e, ainda, equipamentos indispensáveis para a realização dessa tarefa, incluindo o ciclo de corte e a intensidade de exploração do material.

Nesse caso, estaremos continuamente discutindo a importância da conservação e preservação ambiental de uma maneira aplicada ao seu dia a dia, pois precisamos ter em mente que desvios na curva de manutenção do equilíbrio desses ambientes desfavorecem todo o funcionamento do ecossistema. Portanto, uma Unidade de Manejo Florestal (UMF) ou uma área de floresta natural que está sujeita à exploração de modo racional através do manejo florestal busca muitas vezes a produção de bens e serviços. Devemos nos atentar se a UMF não engloba áreas que não podem ser exploradas, como Áreas de Preservação Permanente (APP) e as reservas absolutas. As explorações de uma dada UMF, de modo geral, é regulada por um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS). Não deixe de ler o texto *Manejo florestal e exploração de impacto reduzido em florestas naturais de produção da Amazônia*, disponível em: <<http://ift.org.br/wp-content/uploads/2014/11/Informativo-T%C3%A9cnico-1.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

## Sem medo de errar

Diversos materiais biológicos foram coletados na viagem dos alunos do curso de Engenharia Ambiental e a professora da disciplina de Botânica acompanhou todo o processo de secagem de folhas, ramos, caules, flores e frutos e, também, das sementes que fazem parte do processo de herborização e identificação de organismos vegetais. Como acontece esse estudo de classificação botânica? Como os taxonomistas trabalham desde a fase de coleta até a identificação da planta e depósito de exsicata em herbários?

Certamente se uma identificação biológica for feita de maneira errada todo o ecossistema pode sofrer um agravo e levar ao desequilíbrio do ambiente no qual aquela determinada espécie de planta foi coletada.

Para que se faça a coleção botânica e sua correta identificação, deve-se coletar uma amostra inteira, em condições de observação a olho nu, dando preferência para exemplares com flores e frutos, ou seja, com caracteres reprodutivos que facilitem e esclareçam a identificação da taxonomia vegetal. Esses exemplares precisam ser colocados entre folhas de jornal e papelão e, ainda, suportados

e compactados com madeira "por fora", amarrando o exemplar firmemente; secar ao sol ou na estufa entre 40-60o C. Após a secagem e, ao realizar a coleta e herborização, observar todos os caracteres necessários para identificação, comparando-os sempre com a literatura já existente ou com outros exemplares botânicos.

Registrar a espécie com seu nome, sendo que este binômio deve estar em itálico ou grifado. Ademais, o nome que representa o gênero aparece com letra maiúscula e, aquele que representa a espécie, em minúsculo. Exemplo: *Salix alba*. Esse nome tem que conter o nome do coletor após o binômio, *Salix alba* Miletto. Deve-se, por fim, registrar um número, que seria o chamado número de "voucher", utilizado para que você se refira à espécie coletada e que seja depositada em herbário. O depósito do exemplar da planta com todas essas características seria a exsicata, que normalmente vemos em livros, textos e artigos científicos. Lembre-se de que quem deve auxiliá-lo nesse processo de identificação é um botânico ou sistemata vegetal que trabalhe com essa área.

## Faça valer a pena

**1.** Todos os esforços de botânicos e sistematas vegetais estão focados na tentativa de melhor compreender o mundo natural, classificando as espécies inicialmente de maneira instintiva e, posteriormente, fazendo correlações que envolvam as diferenças entre os seres vivos, de acordo com critérios científicos e filogenéticos. Assim, ao longo da história, os mais variados sistemas de classificação foram elaborados favorecendo uma ordenação de espécies em grupos.

A partir dos estudos que fundamentaram a organização das plantas por nomes, quais seriam as classificações que surgiram a partir da Idade Média, marcando o início da Sistemática Botânica?

- a) Naturais pós Lineu, Filogenéticos e Sistemas Artificiais.
- b) Herbalistas, Artificiais, Naturais e Sistemas Filogenéticos.
- c) Naturais, Humanistas, Filogenéticos e Herbalistas.
- d) Naturais, Herbalistas e Sistemas Contemporâneos.
- e) Sistema de Lineu, Filogenéticos e Sistemas Naturais.

**2.** Apesar de saber que muitos pensadores tentaram organizar a diversidade biológica analisando as espécies vegetais por vários anos, foi Lineu – considerado o pai da taxonomia moderna – que conseguiu estabelecer um padrão de estudo para classificação taxonômica vegetal.

Como acontece a classificação biológica, tomando por base o sistema do naturalista Lineu, que é usado e difundido até hoje para que novas espécies de plantas e animais sejam classificadas e identificadas?

- a) A classificação biológica acontece de acordo com as atividades medicinais que as plantas possuem.
- b) A classificação biológica acontece com base na origem genética e no grau de parentesco entre as espécies vegetais.
- c) A classificação biológica acontece através do sistema filogenético demonstrando cada vez mais a evolução das espécies vegetais.
- d) A classificação biológica acontece de acordo com os caracteres florais ou sexuais, estabelecendo a nomenclatura binária das espécies biológicas.
- e) A classificação biológica está baseada nos caracteres genéticos e filogenéticos das espécies vegetais.

**3.** A identificação botânica se torna uma estratégia essencial quando se deseja adotar diferentes maneiras de se realizar o manejo de diversas espécies vegetais que levem em conta as características ecológicas do local. Mais uma vez a identificação botânica é a chave para que se consiga adotar as medidas que permitem o manejo florestal, visando a conservação das espécies. Devido à qualidade e riqueza de detalhes da própria madeira, esse trabalho poderá ser utilizado em inventários florestais contribuindo para melhorar a qualidade dos projetos de manejo florestal e para a conservação das espécies manejadas.

Quando se busca realizar o manejo de espécies vegetais em áreas florestais, é preciso pensar de forma muito séria com relação à preservação da biodiversidade e sobre a utilização dos recursos básicos para a sobrevivência das populações locais. De acordo com as afirmativas listadas é correto afirmar que:

- a) A biodiversidade das florestas tropicais não envolve implicações de preservação de espécies para as futuras gerações, através da criação de extensões florestais na forma de Áreas Protegidas.
- b) A utilização de recursos básicos para a sobrevivência das populações vegetais locais e para os mercados com produtos florestais tropicais não demanda um uso racional da biodiversidade.
- c) Explorar produtos naturais e prestar serviços florestais em áreas tropicais de alta diversidade é uma tarefa simples e não necessita de ajuda de sistemata para garantir que espécies em extinção estão sendo usadas.
- d) Conservar as florestas tropicais e o manejo sustentável dos recursos naturais não interfere na biodiversidade existente no local ou na resiliência da floresta diante de uma exploração humana no local.
- e) Explorar produtos naturais e prestar serviços florestais em áreas tropicais de alta diversidade é uma tarefa que nos compromete com a conservação das florestas tropicais e com o manejo sustentável dos recursos naturais.

## Seção 3.2

### Sistemas natural e filogenético

#### Diálogo aberto

Após a viagem que os alunos do curso fizeram ao Parque Estadual da Serra do Mar (SP e RJ), foi discutido com muita ênfase o que realmente seria importante para caracterização e identificação das espécies vegetais encontradas. Existe somente um sistema de classificação para esse tipo de estudo? E se a classificação de uma determinada espécie for equivocada por um detalhe não observado no momento da identificação, isso pode acarretar algum dano ao ambiente e as pessoas? Entendendo o processo de classificação botânica, você saberá diferenciar os sistemas, uma das dúvidas que surgiu na aula seguinte foi: como teria surgido uma primeira espécie? De que forma esse fato foi estudado? Se um organismo derivou de outro organismo ou não, como teria sido o primeiro estudo, a origem da vida? Os alunos ficaram curiosos e pediram uma aula sobre este assunto.

#### Não pode faltar

Depois de falarmos de Lineu e seus conceitos, já no final do século XVIII, os estudiosos de botânica estavam atentos às "afinidades naturais" que poderiam existir entre as plantas. Foi possível perceber que houve um período de oposição com relação ao que Lineu propunha pois, muitas vezes, haviam plantas com muitas diferenças morfológicas que eram colocadas no mesmo nível hierárquico, como cactos e as rosas, por exemplo. Era estranho pensar nessa similaridade apresentada por Lineu e outros pensadores da época. Dessa forma, o uso de um único caractere para classificar as plantas foi deixado de lado, e a escolha de caracteres baseados em teorias, buscando sempre a prática e a experimentação, foi levada a sério nessa época.

As classificações apresentavam uma reflexão bem mais natural, para que se pudessem usá-las na identificação botânica. Assim, o sistema natural expressava o "plano da criação de Deus" sem modificação visível, e não era incluído neste estudo a influência de linhagens evolutivas.

No entanto, o próprio Lineu verificou a existência de uma variação que acontecia na maioria das espécies de plantas em se tratando de morfologia. Com esse novo raciocínio, as plantas poderiam ser cultivadas, observando o que hoje poderíamos chamar de mutações.

Alguns pesquisadores tinham como verdade que um sistema de classificação deveria usar como padrão o maior número de caracteres possíveis, determinando, assim, qual seria o número mínimo de caracteres a serem usados em grupos semelhantes, chamado de classificação de ordens. Nessa época, foram reconhecidas 58 famílias e foi publicado o livro conhecido como *Familles des plantes* em 1763.

Ainda sobre os sistemas naturais de classificação natural, Martins da Silva et al. (2014) afirmaram que os pensadores do final do século XVIII e início do XIX, usaram caracteres morfológicos e anatômicos e descreveram as plantas de acordo com as similaridades desses caracteres. O mesmo tipo de estudo, que antecede os trabalhos de Darwin, envolve nomes como Michel Adanson e Jean Lamarck, que descreveram a flora da França em forma de chave de identificação de plantas. Posteriormente, Antonine Laurent de Jussieu classificou as plantas em acotiledôneas, monocotiledôneas e dicotiledôneas, subdividindo ainda as dicotiledôneas de acordo com as características da corola, reconhecendo cerca de 100 famílias botânicas.

Já Augustin Pyrame De Candolle separou as plantas com relação à condução de nutrientes e água, envolvendo ou não a presença de sistema vascular, classificando as plantas como vasculares e avasculares, respectivamente, reconhecendo 161 famílias. Também Stephan Endlicher separou as plantas em talófitos e cormófitos, descrevendo, assim, 6.853 gêneros. Adolphe Brongniart dividiu o reino vegetal em fanerógamas e criptógamas. Bentham e Hooker, por sua vez, recorreram ao sistema de De Candolle e realizaram

descrições completas, baseadas em materiais herborizados de todas as plantas com sementes até então conhecidas.

Segundo Barbosa (2012), foi August Wilhelm Eichler que desenvolveu um novo sistema de classificação, dividindo o reino vegetal em plantas sem semente (criptógamas, incluindo as algas, os fungos, as briófitas) e com semente (fanerógamas).



Refleta

Como vimos em diferentes momentos desta disciplina, os sistematas vegetais buscavam respostas na morfologia das plantas para entender e organizar as espécies, mas esse embasamento não foi suficiente para diferenciá-las. Tornou-se necessário o entendimento da chamada "teoria da evolução", que classificavam as espécies com base na chamada filogenia ou história evolutiva de espécies, identificando diversas variações entre os organismos vegetais. Esse ponto foi importante pois contribuiu com os estudos de teorias evolutivas e com a busca pela diversidade biológica.

A partir de August Wilhelm Eichler, a teoria evolutiva apresenta um grande impacto e os taxonomistas passam a usar conceitos evolutivos nas classificações botânicas. Foram várias as classificações realizadas utilizando a sistemática das plantas, voltada para uma sequência evolutiva, que parte sempre do organismo mais simples para outro mais complexo. Nesses estudos foram encontradas dificuldades referentes à certas estruturas que, mesmo parecendo simples, resultam da redução ou da fusão de características ancestrais de outros organismos. Esses sistemas de classificação foram designados Sistemas Filogenéticos. A filogenia usa mais do que a morfologia vegetal para classificar os indivíduos, pois baseia-se nas relações genéticas entre as plantas, usando o material genético como DNA e RNA para fortalecer essa classificação dos organismos. Desta forma, os sistemas surgiram a partir das teorias de evolução e da origem das espécies propostas por pensadores como Wallace e Darwin, as quais conseguiram mudar a opinião de que as espécies eram imutáveis, até então aceitos pelos cientistas daquela época, incluindo Lineu, "o pai da taxonomia".



Se pensarmos, por exemplo, nos experimentos feitos por pesquisadores como o botânico alemão Schimper em 1883, seres eucariontes teriam surgido de várias endossimbioses, começando com um protozoário muito primitivo que fagocitou uma bactéria aeróbica e que, por algum problema enzimático, essa associação teria sido vantajosa para ambos. Assim, as bactérias fagocitadas foram diferenciando ou formando lamelas, ganhando invaginações da membrana plasmática, até se transformarem nas estruturas conhecidas como mitocôndrias (RAVEN EVERT; EICHHORN, 2007).

Segundo Martin (2015), essa mesma teoria foi vista por Mereschkowsky em 1905, quando um grupo de pesquisadores observaram um procedimento semelhante em cloroplastos. Desta forma, pode-se dizer que as plantas eucariontes podem derivar de uma polissimbiose, ou seja, pode ser formada por organismos obtidos a partir de um genoma nuclear do organismo fagocitante e mais alguns genomas bacterianos, incluindo organismos aeróbicos, cianobactérias e espiroquetas. As células clorofiladas surgiram de forma autógena, com mudanças graduais e evolutivas, sendo que as primeiras algas a surgirem foram as cianobactérias e as proclorofitas (procariotas). Depois destas, com a origem dos seres eucariontes, apareceram outros grupos de algas, também eucariontes.

Com isso, a origem das espécies busca explicações nos primeiros seres vivos, pouco conhecidos, que deram origem às plantas. Diferentes estudiosos relatam que teriam sido esses seres unicelulares capazes de realizar fotossíntese e que habitavam os mares. Eles precisavam de luz solar para realizar a fotossíntese e, possivelmente, desenvolveram sensores que captavam a luz para realizar esse processo.

Buscando dados moleculares que envolviam seres eucariontes, os cientistas dividiram esses grupos de organismos em linhagens filogenéticas os quais: 1) Eram considerados animais como os metazoários invertebrados e vertebrados e 2) Vegetais constituídos de plantas (com clorofila, que poderiam ser terrestres e também algas verdes), algas vermelhas e algas pardas, diatomáceas e outras

algas com clorofila. Com o tempo, a evolução das comparações e análises, ocorreram mudanças importante nas classificações desses organismos, formando novos reinos para cada grupo de organismo vivos. Para as plantas, surgiu o Reino *Plantae*, que inclui as criptógamas, fanerógamas, gimnospermas e angiospermas.

Através do exemplo do gênero *Gonium*, podemos dizer que uma alga verde, que apresentava uma colônia simples com células iguais e totipotentes, poderia ser a representação de um organismo unicelular que, fazendo uma transição para a pluricelularidade, seria um exemplo de organismos considerados pioneiros.

Desta forma, a multicelularidade pode ter permitido a formação de estruturas com morfologias variadas, desde filamentos multisseriados de tamanhos e formas variadas até estruturas com metros de distância. Esse tipo de diferenciação de uma estrutura em forma de talo até estruturas multicelulares pode ter influenciado esses indivíduos com relação ao seu metabolismo, aumentando muito a área de exposição a luz solar, favorecendo a fotossíntese. Esses seres são tidos como avasculares e o corpo é chamado de talo, com suas células denominadas cenócitos. Podemos identificar o grupo de *Tallophytas*, em que aparecem organismos simples, unicelulares ou multicelulares. A multicelularidade tem um valor adaptativo muito forte, permitindo a especialização celular, proporcionando maior eficiência na busca de recursos naturais, conquista de nichos, alimentos com absorção de nutrientes, água e reserva nutricional, além de células reprodutoras, desenvolvimento e crescimento corporal, formas e funções celulares, diferenciação celular visando a formação de tecidos e órgãos mais especializados em funções vitais (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).



### Pesquise mais

Para saber mais a respeito da origem da vida e dos seres fotossintetizantes, busque diferentes textos, entre eles:

Evolução das plantas: o começo de tudo (Parte I). Disponível em: <<https://netnature.wordpress.com/2011/02/03/evolucao-das-plantas-o-comeco-de-tudo-parte-i/>>. Acesso em: 19 fev. 2018.

Evolução das plantas: ganhando a terra, mas não em totalidade (Parte II). Disponível em: <<https://netnature.wordpress.com/2011/02/10/evolucao-das-plantas-ganhando-a-terra-mas-nao-em-totalidade-com-resenha/>>. Acesso em: 19 fev. 2018.

Evolução das plantas: independência e radiação (Parte III). Disponível em: <<https://netnature.wordpress.com/2011/02/15/evolucao-das-plantas-independencia-e-radiacao-parte-iii/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

Nesta fase baseada em ideais evolutivos, Martins da Silva et al. (2014) relataram que o primeiro sistemata a aceitar esta ideia foi August Eichler, mesmo não sendo um pensador filogenético, conseguiu classificar os vegetais em plantas fanerógamas (angiospermas e gimnospermas) e criptógamas (algas, fungos, briófitas e pteridófitas).

Em seguida, Adolf Engler foi o sistemata que realizou sua classificação baseada na em Eicher, porém realizou algumas adaptações, principalmente na nomenclatura dos organismos. Veio o botânico Arthur Cronquist, taxonomista americano do conhecido livro *New York Botanical Garden*, o qual descreveu e baseou seus estudos no sistema de classificação filogenético, incluindo em 1963 o trabalho *Evolution and Classification of Flowering Plants* (Evolução e Classificação de Plantas com Flores). Outra versão posterior, intitulada *An Integrated System of Classification of Flowering Plants* (Um Sistema Integrado de Classificação de Plantas com Flores), foi publicada em 1981. Os trabalhos de Cronquist tratavam do estudo das angiospermas, divididas em: *Magnoliophyta*, que continham duas classes: *Magnoliopsida* (dicotiledôneas) e *liliopsida* (monocotiledôneas). Ele ainda considerou que as angiospermas possuíam 83 ordens e 383 famílias.



Assimile as diferenças entre esses dois sistemas de classificação botânica:

- Sistema Natural: classificava as plantas por semelhanças, ou seja, por compartilhar caracteres em comum sem, contudo, se preocupar com o grau de parentesco entre elas, observando a morfologia de flores e frutos.
- Sistema filogenético: baseia-se na teoria da evolução das espécies de Darwin (1859), relacionando as afinidades das plantas em relação à ancestralidade e descendência. Os sistemas mais conhecidos dentro da sistemática filogenética são os trabalhos de Engler (1964) e Cronquist (1981, 1987, 1988).

A partir de 1990 o estudo da sistemática vegetal teve avanços considerados importantes, tanto pelo método de análise cladística como por aplicações de técnicas moleculares para classificar as espécies. Quando surge o método cladístico (o qual, trabalha com uma análise filogenética, incluindo dados genéticos e moleculares), possibilitou-se uma verdadeira atualização dos sistemas de classificação. Este estudo baseia-se no grupo das angiospermas, propondo uma nova versão para sua classificação. Os cientistas que trabalharam com os novos conceitos das angiospermas são conhecidos pela sigla APG, que significa *Angiosperm Phylogeny Group* (Grupo de Filogenia de Angiospermas/APG, 2003).

Para que novas abordagens na classificação de plantas fossem possíveis, estudos da variação do genoma de cloroplastos e estudos de segmentos do genoma nuclear de plantas, incrementariam novas expectativas na abordagem da classificação das plantas, melhorando o entendimento da filogenia dos organismos vegetais nos mais variados níveis taxonômicos. A partir disso, a cladística passou a fazer parte das aulas de Botânica. Pensar, então, que uma nova classificação das espécies vegetais, envolvendo estudos moleculares pudesse levar a classificação das espécies até o nível de ordens, fez com que a APG fosse considerada indispensável em todas as escolas atualizadas.

Na Sistemática Filogenética o que importava era que a história evolutiva de ancestrais e de descendência dos organismos reconstruíram e representaram um cladograma. Tomando por base essa classificação, só os agrupamentos de organismos monofiléticos (ancestralidade suportada por pelo menos um caráter no estado derivado), foram usadas na classificação botânica (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). Assim, as plantas que apresentavam dois cotilédones deveriam derivar de diferentes ancestrais, pois eram conhecidas dicotiledôneas (classificação parafilética). Veja que, com base na proposta de APG III, as angiospermas eram divididas em três grupos: angiospermas *Magnoliideas*, monocotiledôneas e eudicotiledôneas. Interessante pensar que os dois grupos tradicionais (dicotiledôneas e monocotiledôneas) não faziam mais sentido taxonômico.

Continuando a seguir com a proposta de APG III (2009), podemos ver que as angiospermas estavam divididas em três grupos distintos: 1) Magnoliideas, 2) Monocotiledôneas e 3) Eudicotiledôneas.

Segundo Raven, Evert e Eichhorn (2007), as angiospermas *Magnoliideas* eram as plantas consideradas mais basais, primitivas, podendo apresentar tanto características de plantas Monocotiledôneas como de Eudicotiledôneas.

### 1) Magnoliideas

**a)** Família *Annonaceae*: geralmente são plantas lenhosas, em forma de árvores ou arbustos. De acordo com Raven, Evert e Eichhorn (2007), essa família faz parte da ordem *Magnoliales*; no Brasil a família está representada por 29 gêneros e 386 espécies, que aparecem em regiões tropicais, como os biomas Mata Atlântica, Amazônia e Cerrado.

**b)** Família *Lauraceae*: também são plantas lenhosas e aparecem como árvores ou arbustos. Como exemplo, um gênero bastante conhecido é o *Persea Mill.* (abacate). A família está incluída na ordem *Laurales*, e no Brasil a família é representada por 23 gêneros e 434

espécies. Sua distribuição se dá na região da Mata Atlântica e na Amazônia, representada principalmente pelo gênero *Ocotea Aubl.*

## 2) Monocotiledôneas

Aparecem com um número de espécies próximos de 52.000, formando um grupo natural, ou seja, monofilético (todos os seus representantes compartilham um mesmo caráter, indicando ter um ancestral comum). Os caracteres tidos como os mais recentes são novidades evolutivas, conhecidas como apomorfias. Segundo Raven, Evert e Eichhorn (2007), quando os caracteres são compartilhados por todas as espécies, são conhecidos em botânica como sinapomorfias.

a) Família *Araceae*: são plantas herbáceas eretas escandentes ou epífitas, ou ainda aquáticas. No Brasil, está representada por 35 gêneros e 466 espécies. A distribuição da família *Araceae* é cosmopolita, e os representantes dessa família aparecem em matas ou às margens de cursos d'água, ou ainda flutuando sobre águas paradas. São cultivadas como plantas ornamentais, pois possuem uma bonita folhagem. Os gêneros mais conhecidos são: *Anthurium* (antúrio), *Dieffenbachia* (comigo-ninguém-pode), *Phylo dendron* (imbé), *Pistia* (alface d'água) e *Lemna*, que reúne as menores angiospermas do mundo (mede apenas alguns milímetros). O *Zantedeschia* (copo-de-leite) é cultivado pelas belas inflorescências.

b) Família *Orchidaceae*: é a maior família das angiospermas e possui cerca de 236 gêneros e 2430 espécies. Sua distribuição é considerada cosmopolita, e aparecem em todos os ecossistemas terrestres.

c) Família *Commelinaceae*: pertence à ordem *Commelinales*, representada por 14 gêneros e 86 espécies, com distribuição em regiões tropicais e em todas as formações vegetais. Exemplos de gêneros encontrados na nossa flora são *Attalea* (babaçu),

representado por plantas cujas sementes são usadas para a produção do óleo de babaçu, também *Copernicia* (carnaúba), que é um gênero do Nordeste brasileiro muito conhecido por produzir folhas ricas em cera, das quais se extrai a conhecida cera de carnaúba. Também *Mauritia* (buriti), fruta que pode confeccionar doces deliciosos.

Vários gêneros desta família merecem destaque pelo grande potencial econômico e alimentar sendo amplamente cultivado, como por exemplo, *Cocos nucifera*. Seus frutos, mesmo ainda imaturos contêm um endosperma líquido, consumido nas mais variadas praias, também chamada de água de coco, já quando maduros servem como base para várias receitas culinárias.

**d)** Família *Zingiberaceae*: pertence à ordem *Zingiberales* e possui cerca de 2 gêneros e 23 espécies. Sua distribuição está presente em todas as regiões tropicais, principalmente na Amazônia. É amplamente conhecida pelos gêneros de potencial alimentício, ornamental ou medicinal, chamados *Alpinia* e *Zingiber*. *Alpinia* é o gênero da colônia, planta muito cultivada como ornamental e medicinal. *Zingiber* é o gênero do gengibre, que possui o rizoma muito aromático e usado na culinária, na medicina popular e na indústria farmacêutica .

**e)** Família *Bromeliaceae*: são representadas por plantas herbáceas ou epífitas. Com frutos simples, cápsulas ou bagas, podem estar reunidos em infrutescências, como no gênero *Ananas* (abacaxi). Plantas desta família possuem os tricomas recobrendo toda a planta, dando-lhe um aspecto de planta seca, pontiaguda. As *Bromeliaceae* pertencem à ordem *Poales*. Possui cerca de 43 gêneros e 1245 espécies em nosso país. A distribuição nas regiões neotropicais conta com apenas um gênero ocorrendo na África. No Brasil, é encontrado na Mata Atlântica e Caatinga. Conhecidos

principalmente como bromélias, os representantes desta família são muito importantes para o comércio de plantas ornamentais, razão porque têm sofrido intenso extrativismo.

**f)** Família *Cyperaceae*: pertence à ordem *Poales*, com 40 gêneros e 606 espécies no Brasil. Sua distribuição geográfica é cosmopolita, sendo frequente em terrenos brejosos e alagadiços. No Brasil ocorrem em todos os ecossistemas terrestres, como áreas abertas ou alagadas. A partir de uma espécie desta família, o *Cyperus papyrus*, foi fabricado o papiro (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

**g)** Família *Poaceae* (*Gramineae*): aparecem 210 gêneros e 1.416 espécies. Esta família também possui o nome de *Gramineae*. Sua distribuição geográfica é cosmopolita. No Brasil, aparece em todas as regiões, sendo uma das famílias mais importantes economicamente. Desde a antiguidade, as espécies têm sido a base da alimentação humana, cultivadas em escala comercial, como os gêneros *Avena* (aveia), *Oryza* (arroz), *Triticum* (trigo), *Zea* (milho), *Hordeum* (cevada), *Saccharum* (cana-de-açúcar). Vários tipos de bambus (*Bambusa*) são cultivados como plantas ornamentais e para fabricação de móveis artesanais.

**h)** Família *Arecaceae* (*Palmae*): possui cerca de 39 gêneros e 270 espécies no Brasil. Sua distribuição acontece em regiões tropicais, e no nosso país aparece em todas as formações vegetais.

### 3) Eudicotiledôneas

Possuem sinapomorfias que as caracterizam com um grupo monofilético. De modo bem geral, podemos dividir as angiospermas Eudicotiledôneas em dois grupos: as *Rosidae* (*Rosideas*) e as *Asteridae* (*Asterideas*) (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

**a)** Eudicotiledôneas: conhecidas como Rosideas, tem como representantes de Rosideas as famílias *Leguminosae* (Fabaceae), *Euphorbiaceae*, *Myrtaceae*, *Anacardiaceae* e *Rhamnaceae*.

**b)** Família *Leguminosae* ou *Fabaceae*: vale lembrar que o fruto característico é o legume, podendo apresentar variações como: legume indeiscente (*Arachis L.*), legume bacáceo (*Inga Willd.*, *Tamarindus L.*), legume moniliforme (*Sophora L.*), lomento (*Desmodium Desv.*), craspédio (*Mimosa L.*), sâmara (*Pterogyne Vogel*).

**c)** Família *Euphorbiaceae*: apresentam plantas arbóreas, arbustivas ou herbáceas, com tricomas simples ou ramificados. Frutos deiscentes (cápsulas tricocas) ou indeiscentes. Sementes globosas, ovóides ou angulosas, carunculadas ou ariladas, oleaginosas. A família *Euphorbiaceae* pertence à ordem *Malpighiales* e possui cerca de 63 gêneros e 912 espécies, encontrada em todos os ecossistemas terrestres. A família *Euphorbiaceae* possui muitos representantes de interesse econômico, como: *Hevea* (seringueira), *Jatropha* (pinhão branco), *Manihot* (macaxeira), *Cnidocolus* (cansanção, faveleira). O gênero *Ricinus* (mamona) produz o óleo de mamona, a partir de suas sementes. Algumas espécies apresentam toxicidade, como a *Euphorbia*, cujo látex pode causar acidentes.

**d)** Família *Myrtaceae*: constituída por plantas lenhosas, arbustivas ou arbóreas, com córtex esfoliado e canais resiníferos representados por pontos translúcidos nas folhas, flores, frutos e sementes. Fruto baga, drupa ou cápsula loculicida. A família pertence à ordem *Myrtales*, e possui cerca de 130 gêneros e 4.000 espécies no mundo, sendo que no Brasil está representada por 23 gêneros e 974 espécies. A distribuição da família acontece principalmente na região de Mata Atlântica, Restinga e Cerrado. A família, incluída na ordem *Myrtales*, é de grande importância econômica, apresentando variados gêneros com frutos introduzidos na alimentação humana, ricos em vitamina C, como: *Eugenia L.* (pitanga), *Psidium L.* (goiaba, araçá), *Myrciaria Berg.* (Jabuticaba), *Syzygium* (jambu, oliveira, cravo-da-índia). O gênero *Eucalyptus* é cultivado para a produção

de celulose e papel, podendo ser usado como composto aromático (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

**e)** Família *Anacardiaceae*: são plantas lenhosas, árvores ou arbustos, possuindo vários canais resiníferos. A família *Anacardiaceae* pertence à ordem Sapindales, com 14 gêneros e 54 espécies. Sua distribuição acontece em regiões tropicais e subtropicais, e no Brasil ocorre em todas as formações vegetais. Na Caatinga destacam-se os gêneros *Spondias L.* (cajá, umbu, seriguela), *Schinopsis* (braúna), *Myracrodroun* (aroeira), pertencentes à ordem *Sapindales*.

**f)** Família *Rhamnaceae*: plantas lenhosas, árvores, arbustos, lianas ou herbáceas, espinescentes ou inermes, pertencentes à ordem *Rosales*. Possui cerca de 13 gêneros e 47 espécies no Brasil. Distribuição: a família tem distribuição cosmopolita, com maior representação nas regiões tropicais; no Brasil, ocorre em todas as formações vegetais. Muitos representantes são conhecidos por terem grande potencial econômico como plantas melíferas (*Ziziphus Mill.*, *Gouania Jacq.*), madeiras (colubrina *Brongn.*), medicinal (*Rhamnidium Reiss.*, *Ziziphus Mill.*).

**g)** Eudicotiledôneas: as *Asteridae* são consideradas as mais evoluídas das Eudicotiledôneas. Estudaremos aqui as famílias *Apocynaceae*, *Bignoniaceae*, *Rubiaceae* e *Asteraceae*.

**h)** Família *Apocynaceae*: plantas geralmente lenhosas, árvores, arbusto ou lianas, mais raramente herbáceas, lactescentes. Frutos isolados ou aos pares, carnosos, bagas ou secos capsulares. Havia a presença de sementes aladas ou não.

A família *Apocynaceae* pertence à ordem *Gentianales*. Possui cerca de 72 gêneros e 760 espécies. Distribuição na maioria das

formações vegetais, sendo que a família possui alguns gêneros com espécies endêmicas do Brasil. *Hancornia* (mangaba) é um gênero endêmico de cerrado e *Aspidosperma* possui uma espécie endêmica da caatinga, *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro). Exemplos de gêneros cultivados como ornamentais são *Allamanda* L. (alamanda), *Cataranthus* G. Don (vinca) e *Nerium* L. (espirradeira).

**i)** Família *Rubiaceae*: plantas herbáceas, arbustivas ou arbóreas. Fruto geralmente cápsula, baga ou drupa. A família *Rubiaceae* pertence à ordem *Gentianales*, com 120 gêneros e 1.367 espécies. Com relação a distribuição, a família é cosmopolita, sendo que no Brasil encontram-se distribuídas em todos os ecossistemas terrestres. Seus representantes são muito importantes economicamente, principalmente *Coffea arabica* (café). Entre os representantes nativos, destacamos o genipapo, pertencente ao gênero *Genipa*, com valor alimentício e medicinal. Espécies dos gêneros *Ixora* e *Mussaenda* são muito cultivadas em jardins.

**j)** Família *Bignoniaceae*: plantas lenhosas, que aparecem como árvores, arbustos ou lianas. As flores são vistosas, reunidas em inflorescências e fruto capsular, com sementes aladas. A família *Bignoniaceae* pertence à ordem *Lamiales* com 32 gêneros e 390 espécies. A família tem distribuição nas regiões tropicais, sendo que no Brasil apresenta ampla distribuição, especialmente na Amazônia e na Mata Atlântica. A família tem também grande importância econômica. Muitas de suas espécies são produtoras de madeira, a exemplo de *Tabebuia* (pau-d'arco ou ipê amarelo), *Jacaranda* (caroba). Quase todas as espécies nativas desta família têm potencial ornamental a exemplo de *Tabebuia*, *Jacaranda* e *Lundia*. Ainda muitas foram introduzidas como a *Spathodea* (tulipa africana), linda flor vistosa. A *Tabebuia* (ipê) também tem uso medicinal.

**k)** Família *Asteraceae* (*Compositae*): possuem plantas herbáceas, anuais ou perenes, raro lenhosas, e produzem óleos e resinas. A família *Asteraceae* pertence à ordem *Asterales* e é considerada a

mais evoluída das *Asteridae*. Está representada por 275 gêneros e 2.034 espécies. No Brasil, aparece em todos os ecossistemas terrestres, em que muitos de seus gêneros têm grande importância econômica, como o cultivo ornamental: de *Helianthus* (girassol), *Chrysanthemum* (crisântemo), *Dahlia* (dália). Também há outros gêneros que são comestíveis, como *Lactuca* (alface), e medicinais, como *Baccharis* (carqueja), *Matricaria* (camomila) (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

## Sem medo de errar

Após a viagem que os alunos do curso fizeram ao Parque Estadual da Serra do Mar (SP e RJ), foi discutido com maior ênfase o que realmente seria importante para caracterização e identificação das espécies vegetais encontradas. Respondendo à dúvida dos alunos e de acordo com o que estudamos, existe mais de um sistema de classificação, entre eles aquele que visa a observação dos componentes estruturais, anatômicos, baseados na observação de flores e frutos, proposto por Lineu, e também o sofisticado sistema de classificação filogenética, incluindo características genéticas, moleculares e evolutivas de maneira conjunta. A caracterização e classificação biológica é de grande importância para que a diversidade biológica seja estudada e corretamente identificada.

As primeiras espécies de plantas vieram de estudos com o gênero *Gonium* (alga verde), e mostraram que uma colônia simples com células iguais e totipotentes pode ser a representação de um organismo unicelular, que faz uma transição para a pluricelularidade. O mesmo procedimento foi verificado em cloroplastos, em que plantas eucariontes poderiam derivar de uma polissimbiose. Assim, as células clorofiladas surgiram de forma autógena, com mudanças graduais e evolutivas. As primeiras algas que apareceram foram as cianobactérias e as chamadas proclorofitas (procariotas). Depois destas, com a origem dos seres eucariontes, apareceram outros grupos de algas, seres multicelulares com morfologia variada, contendo filamentos multisseriados, com uma área de exposição a luz solar grande – o que favorece a fotossíntese. Esses organismos

são avasculares com o corpo em forma de talo, identificando então o grupo de *Tallophytas*, em que encontramos organismos simples, unicelulares ou ainda multicelulares.

Assim, a origem das espécies busca explicação nos primeiros seres vivos que deram origem às plantas. Estudiosos relatam que esses seres teriam sido seres capazes de realizar a fotossíntese, vivendo nos mares. Eles precisavam da luz solar para realizar a fotossíntese e, possivelmente, desenvolveram sensores que captavam a luz para realização deste processo vital. Depois muitos seres vegetais e animais foram descobertos, mostrando a variada diversidade encontrada nos ecossistemas.

### Faça valer a pena

**1.** Depois dos conceitos abordados por Lineu no final do século XVIII, os estudiosos de botânica estavam atentos às "afinidades naturais" que poderiam existir entre as plantas. Foi possível perceber que houve um período de oposição com relação ao que Lineu propunha, pois, muitas vezes, havia plantas com muitas diferenças. Desta forma, o uso de um único caractere para classificar as plantas foi deixado de lado, e a escolha de caracteres baseados em teorias, buscando sempre a prática e a experimentação foi levada a sério nesta época.

Assim, quais os tipos de classificação foram usados na identificação botânica das espécies?

- a) Sistemática normal e sistemática artificial.
- b) Sistemática atual e sistemática filogenética.
- c) Sistemática natural e sistemática filogenética.
- d) Sistemática natural e sistemática artificial.
- e) Sistemática natural e sistemática normal.

**2.** As ideias evolutivas foram aceitas primeiramente por August Eichler, mesmo não sendo um pensador filogenético, conseguiu classificar os vegetais como plantas fanerógamas (angiospermas e gimnospermas) e criptógamas (algas, fungos, briófitas e pteridófitas). Com o estudo da

sistemática vegetal, o investimento do método de análise cladística permitiu a aplicação de técnicas moleculares, aliado à filogenética para a classificação das espécies e complementação de uma verdadeira atualização dos sistemas de classificação.

O estudo que envolvia diferentes análises, incluindo a filogenética e os dados moleculares, voltou-se em grande parte para o grupo das angiospermas, propondo uma nova versão para sua classificação. Qual seria essa classificação e do que se tratava?

- a) APG I.
- b) APG.
- c) APG II.
- d) APG III.
- e) APG 0.

**3.** O botânico Arthur Cronquist, taxonomista americano do conhecido *New York Botanical Garden*, descreveu e baseou seus estudos no sistema de classificação filogenético, estudando as angiospermas que seriam divididas em: *Magnoliophyta*, contendo duas classes: *Magnoliopsida*, (dicotiledôneas) e *Liliopsida* (monocotiledôneas). Ele ainda considerou que as angiospermas possuíam 83 ordens e 383 famílias. A partir desse trabalho, surgiu uma nova classificação.

A partir de 1990, o estudo da sistemática vegetal teve avanços importantes, tanto pelo método de análise cladística, como por aplicações de técnicas moleculares, partindo de angiospermas mais primitivas como as *Magnoliideas*, que foram classificadas em:

- a) Monocotiledôneas: *Leguminosae* (Fabaceae), dicotiledôneas (*Euphorbiaceae*, *Myrtaceae*, *Anacardiaceae*).
- b) Monocotiledôneas: *Annonaceae* e *Lauraceae* e dicotiledôneas (*Orchidaceae* e *Bromeliaceae*).
- c) Eucotiledôneas: *Myrtaceae*, *Anacardiaceae*. monocotiledôneas (*Annonaceae* e *Lauraceae*). Dicotiledôneas (*Bromeliaceae*).
- d) Eucotiledôneas: *Euphorbiaceae*, *Myrtaceae*, *Anacardiaceae*; monocotiledôneas (*Annonaceae* e *Lauraceae*); dicotiledôneas (família *Orchidaceae*).
- e) Eucotiledôneas: *Annonaceae* e *Lauraceae*; monocotiledoneas (*Orchidaceae*); e *dicotiledoneas*: *Leguminosae* (*Fabaceae*), *Euphorbiaceae*.

## Seção 3.3

### Sistemas artificial e arbitrário

#### Diálogo aberto

Após a discussão sobre como surgiram os primeiros organismos e de onde eles vieram, os alunos passaram a se interessar sobre o assunto da origem da vida. Notou-se também que, devido à grande diversidade biológica que temos num país como o Brasil, com uma extensão territorial e climas tão distintos, a curiosidade estava baseada em quais seriam os sistemas de classificação taxonômica usados para essa diversidade de organismos. Seria adotado o mesmo sistema para classificar todas as espécies? Se for feito um raciocínio em cima deste fato, percebe-se que existem algumas limitações que podem aparecer com relação às classificações taxonômicas. Essas questões também foram levantadas pelos alunos do curso. Vamos ver, então, como discutir essas questões.

#### Não pode faltar

Embora a coleta e a identificação botânica possam parecer tarefas simples e corriqueiras, são muitas as implicações de uma boa coleta e, conseqüentemente, de uma identificação precisa. A identificação botânica possui um papel central tanto do ponto de vista científico como para o manejo dos recursos naturais. A taxonomia é a ciência relacionada à nomeação e identificação das espécies, essencial no contexto do reconhecimento das diferentes espécies – a base para estratégias de conservação das espécies. Por outro lado, é fundamental obter informações precisas quanto às espécies ocorrentes em determinada área, como forma de subsidiar as análises referentes à sustentabilidade do ambiente.



Lembre-se sempre que a taxonomia tem por objetivo tratar da individualização, classificação e nomenclatura das espécies. A identificação acaba sendo o reconhecimento de uma determinada espécie, sendo idêntica a uma anteriormente classificada.

Vamos conversar agora sobre os sistemas de classificação artificial, o sistema arbitrário de classificação botânica e suas limitações? Devemos usá-los, ou não? De acordo com Martins da Silva et al. (2014), a organização da biodiversidade acontece em diferentes níveis hierárquicos, dependendo das características que as plantas apresentam, fazendo com que as espécies de um determinado gênero, contenha as características desse gênero. Desse modo, os gêneros de uma determinada família apresentam as características inerentes a ela, e assim por diante. Como vimos nas seções anteriores, portanto, os sistemas de classificação podem ser:

- **Artificiais:** baseados em um ou poucos caracteres.
- **Naturais:** baseados na afinidade natural dos vegetais ou em sua morfologia, e em aspectos de frutos e flores.
- **Filogenéticos:** baseados na história evolutiva dos grupos de vegetais.

Assim, se tivermos um determinado estudo para realizar, envolvendo taxonomia e identificação de espécies botânicas, podemos notar que os sistemas artificiais e arbitrários se baseiam em um único caractere ou em poucos caracteres para classificar essa espécie vegetal que será o objeto de estudo do trabalho. Assim, como pensar em classificar organismos vegetais similares baseando somente em suas características morfológicas, por exemplo? Será que uma classificação tão geral, ou baseada em poucos aspectos de identificação não poderia acabar causando uma confusão ou erro na identificação taxonômica das espécies? Como tratar da

diversidade biológica, pensando em um único caractere para classificação e identificação biológica?

Os sistemas artificiais e arbitrário apareceram por volta 1580 e continuaram até o ano de 1760, quando a organização e o que era descrito sobre os vegetais baseavam-se em tipos de inflorescências e hábitos vegetativos, por exemplo. Note através dessas informações como a classificação se tornou ampla, nesta época de estudos botânicos.

Andreas Caesalpinus, em 1583, expressou a necessidade de um sistema ser: estável, de fácil uso, de fácil memorização e conciso. Será que foi por isso que o sistema foi criado? Ou seja, um sistema simples e objetivo, prático para trabalhar usando caracteres de fácil reconhecimento de folhas, flores, frutos e raízes? Seria possível classificar os indivíduos pensando desta forma?

Se pensarmos hoje por exemplo, na importância da taxonomia, podemos notar que as espécies estão estruturadas baseando-se em relações hierárquicas, permitindo agregação de dados para classificação taxonômica. A taxonomia representa propósitos de organização intelectual, e é um estudo preparado por pessoas especializadas que sentem necessidade de ter um elevado grau de precisão na identificação da espécie, evitando ambiguidade. Assim como vimos anteriormente, vieram os estudiosos de filogenia que buscaram ancestrais aliados aos conhecimentos de genética para determinar, evolutivamente, um parentesco entre as espécies vegetais.

Para recordar um pouco o que vimos até aqui a respeito da taxonomia botânica, dizemos que o desenvolvimento histórico dos sistemas de classificação vegetal pode ser dividido em dois grandes períodos: o período descritivo e o de sistematização. No período descritivo, estudamos os hábitos das plantas, como elas vivem, agrupando-as em classificações determinadas: arbóreas, arbustivas, subarbustivas e herbáceas. Desta forma, muitos herbalistas estavam preocupados na época com as propriedades medicinais das plantas, fornecendo, assim, descrições e ilustrações das plantas para facilitar a identificação taxonômica das mesmas.

Quando entra o período de sistematização, esses sistemas acabam dando lugar aos sistemas artificiais “pouco elaborados”, denominados assim porque se utilizavam de poucos e arbitrários atributos para formar grupos. Devemos pensar aqui que o sistema artificial ou arbitrário pode trazer certas limitações diante da imensa variabilidade existente dentro da diversidade biológica, como a que temos em nossos ambientes florestais, por exemplo: em campos, Mata Atlântica, Cerrado, Floresta Amazônica dentre outros ambientes. Estudamos também os sistemas que baseavam seus trabalhos de classificação botânica na filogenia e na teoria da evolução das espécies de Darwin (1859), relacionando as afinidades das plantas em relação à ancestralidade e descendência. Os sistemas mais conhecidos dentro da sistemática filogenética são os de Engler (1964) e Cronquist (1981, 1987, 1988).

Sabemos também que os trabalhos de Lineu e Darwin, com estudos evolutivos, genéticos e filogenéticos, favorecem o estudo da taxonomia evolutiva, contribuindo com a classificação taxonômica. Através de estudos das mais variadas espécies, o processo evolutivo e adaptativo tornou-se necessário para o avanço das investigações por parte de outros pensadores botânicos (cf. <<https://docs.ufpr.br/~marcia/apmorf/taxon.pdf>>).



### Refleta

Se o sistema artificial não se baseava em caracteres de similaridade específicos para classificação taxonômica, será que as relações de afinidade entre as espécies eram diagnosticadas? Será que esse tipo de classificação não poderia trazer problemas para aqueles que trabalhavam com a identificação das espécies vegetais? Ainda será que o fato de não notar similaridades, situações específicas de cada espécie, ou ainda não se preocupar com os aspectos evolutivos não acabaria acarretando em erros de identificação botânica?

Hoje sabemos que a taxonomia nos ajudou e ainda nos ajuda a organizar informações a respeito das plantas e a recuperar seus nomes em portais de empresas, por exemplo, servindo como um verdadeiro mapa conceitual dos tópicos mais importantes. A

taxonomia pode, então, ser um aliado, permitindo a navegação nos principais temas através de links, como se fossem bibliotecas, onde o uso de uma determinada classificação pode acabar alocando determinados assuntos correlatos, ou recuperando informações digitais – revelando a natureza do conteúdo temático de um sistema de informação.

Pensar também na importância da ontologia para a taxonomia é um assunto importante, já que é um verdadeiro ponto de partida para o estabelecimento de relações e classificações de espécies.

Podemos afirmar que a taxonomia é considerada uma preciosa ferramenta de consulta aplicada em: portais institucionais, bibliotecas digitais, web semântica, estudo da ontologia, gestão do conhecimento, dentre outros assuntos. Veja como a taxonomia pode avançar para garantir a correta identificação da diversidade biológica.

Por este lado, todo o histórico da classificação biológica garante a manutenção da diversidade biológica, preservando genes facilmente adaptáveis, ou ainda verificando o porquê daqueles genes que não conseguem procriar em determinada área de grande diversidade biológica.

Os herbários sempre foram organizados em armários ou gavetas de aço, metal ou outro determinado material que proteja o depósito das exsicatas vegetais. Esse contexto envolve estudo extenso de diferentes pensadores que buscam a melhor maneira de classificar os organismos; determinando diferenças e similaridades entre as espécies.

Hoje os trabalhos continuam, e as ideias de Darwin também; porém, busca-se um estudo ainda mais preciso do material botânico levando-se em conta os estudos do material genético (da sequência gênica do DNA, usando a biologia molecular), classificando indivíduos únicos e não espécies. Será que este fato traria uma nova versão da taxonomia para o mundo atual? Será que seria uma atitude válida? Será que o investimento não seria grande demais sem saber se conseguiremos obter uma resposta significativa na classificação dos organismos?

Sabemos que os herbários (EMBRAPA, por exemplo) guardam uma riqueza de dados de diversas regiões agrícolas e fitogeográficas do país, incluindo o IAN (nome dado ao Herbário da Embrapa Amazônia Oriental) em Belém (PA), que reúne um número próximo de 175.000 espécies vegetais, incluindo muitos exemplares da flora da Amazônia. Outra região muito numerosa são os exemplares do Cerrado, como é o caso de herbários da região de Brasília (DF), guardando cerca de 72.000 espécies vegetais. Podemos pensar também nas coleções de exemplares vegetais que incluem as xilotecas (coleções de madeiras) e as carpotecas (coleções de frutos). Essas duas coleções apresentam informações muito ricas de interesse econômico, contemplando essências florestais, gramíneas e leguminosas forrageiras, como: mandioca, amendoim, abacaxi, inhame, oleaginosas, ornamentais, medicinais e parentes silvestres de diversas plantas cultivadas (cf. <<http://mwpin026.cenargen.embrapa.br:8080/portallalelo/index.php/portal/colecoes/colecoes-de-referencia/herbario>>).



### Exemplificando

Onde podemos encontrar os herbários mais completos para acesso de dados confiáveis com relação a taxonomia vegetal?

Muitos são os institutos de pesquisa ou universidades que já possuem a estratégia on-line de dados botânicos. Como exemplo, podemos citar o herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/973872/1/DOC392.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

## A taxonomia moderna - o que esperar de novos estudos na área?

Se pensássemos em uma centralização de um sistema eletrônico para banco de dados e sua referida implementação, talvez não se resolvessem todos os problemas relacionados à qualidade e precisão da informação taxonômica, e não seria difícil termos essa dúvida, devido à grande diversidade biológica que nos cerca. Isso é um fato certo.

Segundo Tautz et al. (2002, 2003), esses problemas poderiam ser solucionados com a implantação da taxonomia do DNA, ou seja, se a sequência de DNA pudesse ser um instrumento padrão na descrição e identificação de espécies diversas, eliminando a conhecida subjetividade que está associada ao uso do tipo na classificação, funcionando, assim, com um código de barras (Hebert et al., 2003). Sabemos que o DNA é uma molécula estável, podendo ser distribuída para herbários e museus através de múltiplas amostras de um mesmo indivíduo, como é feito atualmente com duplicatas de coleções herborizadas. Assim, a sequência de nucleotídeos se adequaria à publicação eletrônica, comprovado pelo uso massificado do *GenBank* que é usado como depositário de sequências de DNA (Hebert et al., 2003).

Sabendo que características diferentes podem ser usadas para que se defina uma determinada espécie, poderíamos usar, por exemplo, genes diferentes, mantendo a instabilidade que existe na nomenclatura de espécies?

Segundo Rapini (2004), com os estudos baseados em polimorfismo genético, o uso de determinadas sequências gênicas podem levar a uma descrição de indivíduos, e não de espécies como estamos acostumados – essa caracterização é diferente e mais ampla.

Outra proposta radical seria a substituição dos códigos de nomenclatura pelo Filocódigo (*PhyloCode*), que seria um conjunto de regras elaboradas por pesquisadores renomados que buscam o estabelecimento de uma taxonomia filogenética.

As alterações seriam incorporadas no sistema de nomenclatura, visando oferecer maior clareza, estabilidade e universalidade para a aplicação dos novos nomes de espécies ainda em estudo (NICOLSON, 1991). Sabe-se ainda que o método de classificação também tem sofrido diversas alterações, desde aquelas vistas em sistemas artificiais até o atual sistema filogenético, priorizando o monofiletismo de grupos. (BACKLUND & BREMER, 1998). Mudanças na maneira de organizar a biodiversidade são importantes, pois possibilitam a adequação dos sistemas de classificação botânica associadas às novas explicações de teorias e necessidades práticas.

Não podemos esquecer, no entanto, que essas mudanças poderiam levar a uma ruptura de tudo que já foi estudado durante séculos, prejudicando o trabalho taxonômico (BACKLUND & BREMER, 1998).

Assim novas propostas inovadoras surgem na taxonomia, e essas alternativas poderão acelerar ou retardar o conhecimento da biodiversidade. Mudanças no método de classificação e nomenclatura não devem influenciar diretamente o trabalho dos taxonomistas, mas de todos aqueles que usam informações taxonômicas condensadas em nomes científico para sua comunicação. É fundamental, que haja um interesse por parte de pesquisadores, profissionais da área, botânicos, sistematas que trabalhem com a biodiversidade e que, portanto, sejam os mais afetados por mudanças bruscas neste sentido, pensando na renovação da taxonomia (BACKLUND & BREMER, 1998).

Pensando nisso, vamos olhar como podemos ter um herbário virtual; veja o material a seguir para que tenhamos um estudo virtual das etapas de herborização até identificação e depósito da exsicata em herbário.



### Pesquise mais

Veja que interessante um herbário virtual. O Manual de Procedimentos para Herbários, de Gadelha et al. (2013), mostra como acontecem todas as etapas de herborização até o material estar pronto para identificação.

Disponível em: <[http://inct.florabrasil.net/wp-content/uploads/2013/11/Manual\\_Herbario.pdf](http://inct.florabrasil.net/wp-content/uploads/2013/11/Manual_Herbario.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2017.

## Sem medo de errar

Foi notado por parte dos alunos que, devido à grande diversidade biológica que temos num país como o Brasil, com uma extensão territorial e climas tão distintos, a curiosidade dos alunos estava baseada em quais seriam os sistemas de classificação taxonômica

usados para a grande diversidade de organismos. Seria adotado o mesmo sistema para classificar todas as espécies? Se for feito um raciocínio em cima deste fato, percebe-se que algumas limitações podem aparecer com relação às classificações taxonômicas. Essas questões também foram levantadas pelos alunos do curso e como discutir essas questões.

Como discutimos até o momento final desta Unidade 3, devido à grande biodiversidade que encontramos em nosso país, e também baseado nos organismos que possuem características comuns e nomes populares semelhantes, é interessante pensar em maneiras de se classificar os organismos evitando erros. Vimos que os Sistemas Naturais classificavam as plantas por semelhanças, ou seja, por compartilhar caracteres em comum sem, contudo, se preocupar com o grau de parentesco entre elas. Os sistemas artificiais e arbitrário também reúnem poucos dados que não favorecem a identificação das plantas, fazendo com que, além da morfologia e condições em campo, faltem dados evolutivos, genéticos, filogenético de grande importância na identificação botânica. Muitos estudos estão por vir, como comentamos em termos de banco de genes, por meio do auxílio da bioinformática e de novas ideias, com maior certeza e clareza na identificação de dados que caracterizam espécies.

## Faça valer a pena

**1.** A taxonomia, ciência relacionada à nomeação e identificação das espécies, é essencial no contexto do reconhecimento das diferentes espécies, pois serve de base para estratégias de conservação, sendo fundamental obter informações precisas com relação às espécies classificadas:

Em termos de identificação botânica, qual seriam as características que envolvem os sistemas de classificação artificial e arbitrário?

- a) Observação de órgãos vegetais, caracteres sexuais, dados genéticos e evolutivos.
- b) Dados genéticos, filogenéticos e dados de obtidos de biologia molecular.
- c) Caracteres de fácil reconhecimento de folhas, flores, frutos e raízes.
- d) Sistema de observação de folhas e raízes, comparados com a genética e dados de biologia molecular.
- e) Observação de flores, folhas, raízes, análise de biologia molecular.

**2.** No período descritivo, estudamos os hábitos das plantas, agrupando-as em classificações determinadas: arbóreas, arbustivas, subarbustivas e herbáceas. Assim, muitos herbalistas, se baseavam nas propriedades medicinais das plantas, fornecendo assim descrições e ilustrações das plantas para facilitar a identificação taxonômica das mesmas. No período de sistematização, esses sistemas acabaram dando lugar aos sistemas artificiais “pouco elaborados”, denominados desta forma porque se utilizavam de poucos e arbitrários atributos para formar grupos.

Baseando-se nessas afirmações, em que temos sistemas mais simples (envolvendo características gerais) e aqueles que se preocupam com o envolvimento da filogenia e dados evolutivos (mais precisos), podemos pensar que o que os sistemas artificiais e arbitrários poderiam causar se fossem usados até hoje:

- a) Levaria a novos estudos evolutivos, diferente do que Darwin propunha com maior sucesso na identificação botânica.
- b) Poderia aumentar a complexidade na classificação as espécies vegetais, levando ao erro da identificação taxonômica de determinada espécie, ou ainda limitando a identificação botânica.
- c) Poderia solucionar o problema de duas ou mais espécies serem confundidas no momento da classificação taxonômica.
- d) Complementaria dados morfológicos, genéticos e filogenéticos, favorecendo a identificação da espécie.
- e) Diminuiria a complexidade na identificação taxonômica, gerando novos grupos de estudo de plantas.

**3.** Hoje sabemos que a taxonomia nos ajudou e ainda nos ajuda a organizar informações a respeito das plantas e a recuperar dos nomes das mesmas em portais de empresas, por exemplo, servindo como um verdadeiro mapa conceitual dos tópicos principais do que realmente é importante saber a respeito da taxonomia.

Com base nessas informações, a classificação acaba alocando assuntos correlatos ou recuperando informações digitais, revelando a natureza do conteúdo temático de um sistema de informação. O que trata a ontologia quando se pensa em classificação biológica?

- a) A ontologia trata das coleções maiores, coloridas, desenhadas a mão com descrição perfeita da anatomia vegetal, identificando de maneira prática a referida espécie em estudo.
- b) A ontologia é a sistematização eletrônica de dados botânicos que podem facilitar a busca de determinada espécie escrita em ordem alfabética e em latim, usando a taxonomia de Linneu.
- c) A ontologia estaria ligada às bibliotecas digitais e links de acesso de herbários virtuais, caracterizando flora e fauna.
- d) A ontologia é uma sucessão de estudos botânicos e zoológicos que determinam as características evolutivas identificadas por Darwin.
- e) A ontologia é um verdadeiro ponto de partida para o estabelecimento de relações e classificações de espécies, envolvendo hierarquia e agregando dados para a classificação taxonômica.

# Referências

ALELO RECURSOS GENÉTICOS. Disponível em: <<http://mwpin026.cenargen.embrapa.br:8080/portallalelo/index.php/portal/colecoes/colecoes-de-referencia/herbario>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

APG II (Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**. 141:399-436. 2003.

APG III (Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**. 161, 105–121. 2009.

BACKLUND, A.; BREMER, K. To be or not to be – principles of classification and monotypic families. **Taxon** 47:392-399. 1998.

BALIEIRO, M. et al. **As concessões de florestas públicas na Amazônia brasileira: um manual para pequenos e médios produtores florestais**. Piracicaba: IMAFLORA, 2010. Disponível em: <[https://www.imaflora.org/downloads/biblioteca/manual\\_concessoes\\_ed2.pdf](https://www.imaflora.org/downloads/biblioteca/manual_concessoes_ed2.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2017.

BARBOSA, S. B. **Princípios e práticas em identificação botânica e técnicas de herbário**. Botucatu, 2012. (Apostila do curso Evolução da taxonomia vegetal: perspectiva histórica).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manejo florestal sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/florestas/manejo-florestal-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

FERRI, M. G., MENEZES, N. L.; MONTEIRO-SCANAVACCA, W. R. **Glossário ilustrado de botânica**. São Paulo: EDUSP, 2002

GADELHA-NETO et al. **Manual de procedimentos para herbários**. Recife: UFPE, 2013.

GANDOLFI, S. Sucessão florestal e as florestas brasileiras: conceitos e problemas. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu (MG), Set./2007.

GEMTCHÚJNICOV, I. D. de. **Manual de taxonomia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 368 p.

HEBERT, P. D. N. et al. Biological identifications through DNA barcodes. In: **Proceedings of Royal Society B**. 270:313-321. 2003.

INSTITUTO FLORESTA TROPICAL. **Manejo florestal e exploração de impacto reduzido em florestas naturais de produção da Amazônia**. Disponível em: <<http://ift.org.br/wp-content/uploads/2014/11/Informativo-T%C3%A9cnico-1.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 12. ed. São Paulo: Nacional, 1998.

LENTINI, M. et al. **Fatos florestais da Amazônia 2005**. Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia. Belém: IMAZON, 2005. 142 p. Disponível em: <<http://site1378233601.provisorio.ws/PDFimazon/Portugues/livros/atos-florestais-da-amazonia-2005.pdf>> . Acesso em: 28 nov. 2017.

MARTINS-DA-SILVA et al. **Noções Morfológicas e Taxonômicas para Identificação Botânica**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2014. 111 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/busca-de-publicacoes/-/publicacao/992543/nocoes-morfológicas-e-taxonômicas-para-identificacao-botânica>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

MARTIN, W.F.; GARG, S.; ZIMORSKI, V. Endosymbiotic theories for eukaryote origin. In: **Philosophical Transactions B**. 370(1678). 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4571569/pdf/rstb20140330.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

NICOLSON, D. H. A history of botanical nomenclature. In: **Annals Missouri Botanical Garden**. 78:33-56. 1991.

OLIVEIRA FILHO, E. C. **Introdução a Biologia Vegetal**. São Paulo: EDUSP, 2003.

PEREIRA, D. et al. **Fatos florestais da Amazônia 2010**. Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia. Belém: IMAZON, 2010. 126 p. Disponível em: <[http://www.fundovale.org/wp-content/uploads/2016/04/Imazon\\_fatos-florestais-da-amazonia-2010.pdf](http://www.fundovale.org/wp-content/uploads/2016/04/Imazon_fatos-florestais-da-amazonia-2010.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2017.

RAPINI, A. Modernizando a taxonomia. **Biota Neotropica**, v. 4 (n1). 2004. Disponível em <<http://www.biotaneotropica.org.br/v4n1/pt/abstract?point-of-view+BN00204012004>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

RAVEN, P. H., EVERT, R. F.; EICHHORN, S. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

RAVEN, P. H. et al. **Biologia vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

ROTA, E.; CARVALHO E BELTRAMI, L. C.; ZONTA, M. **Manual de prática de coleta e herborização de material botânico**. EMBRAPA Florestas/doc 173, 2008.

SALISBURY, F. B. **Fisiologia das plantas**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

TAUTZ, D. et al. DNA points the way ahead in taxonomy. **Nature**. 418:479. 2002

\_\_\_\_\_. A plea for DNA taxonomy. **Trends in Ecology & Evolution**. 18:70-74. 2003.

TAXONOMIA VEGETAL. Disponível em: <<https://docs.ufpr.br/~marcia/apmorf/taxon.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; LENTINI, M. **Polos madeireiros do Estado do Pará**. Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia. Belém: IMAZON, 2002. 76 p. Disponível em: <[www.imazon.org.br](http://www.imazon.org.br)>. Acesso em: 28 nov. 2017.



# Biomas e ecossistemas

## Convite ao estudo

Caro aluno, estamos começando a quarta unidade da disciplina de Fundamentos de Botânica e já sabemos diferentes conceitos sobre a identificação botânica e a sua importância na classificação de cada indivíduo na construção da diversidade biológica.

Após entender a grandiosidade da sistemática vegetal na identificação dos diferentes grupos vegetais e as características que fazem com que essa classificação aconteça, iremos agora colocar todas essas espécies num contexto mais global, envolvendo sua importância e repercussão para o ecossistema. Vamos compreender a importância da disciplina da botânica dentro dos biomas e ecossistemas? Todo conhecimento sobre a botânica visto até aqui irá lhe ajudar a entender melhor a composição desses ambientes que abrigam milhares de espécies vegetais.

Faremos então um contexto introdutório ao estudo dos ecossistemas, englobando conceitos de ecossistema, suas definições, onde começa e onde termina um bioma. Ainda quais os componentes dos ecossistemas e a referida classificação dos ecossistemas

Veremos também os biomas Brasileiros, incluindo a Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Mata de Araucária e Mata de Cocais. Também o ambiente da Caatinga e do Cerrado, o Pantanal, Mangue e Pampas, e por fim os biomas aquáticos.

A Biologia da Conservação incluindo as interações entre organismos e ecossistemas, os impactos humanos no ecossistema, as etnovariiedades e os bancos de sementes

Com o estudo de biomas e dos diferentes ecossistemas, estaremos terminando a disciplina de Fundamentos de Botânica que muitas vezes irá lhe ajudar a entender os variados conceitos relacionados ao estudo da Engenharia Ambiental.

Para ajudá-lo a relacionar tudo que estudamos até agora, com os biomas e ecossistemas, vamos relembrar a respeito do desastre ecológico que aconteceu na cidade de Mariana-MG. Após o rompimento da barragem de uma mineradora, uma enxurrada de lama se espalhou por diferentes locais de Minas Gerais se estendendo para outros estados. Em Minas Gerais, a cidade de Bento Rodrigues foi muito afetada, causando destruição de espécies do rio Doce. Será que esse acontecimento gerou impactos apenas no ecossistema daquela região? E pensando em biomas, quais foram os prejuízos, será que os meios de mitigação são realmente relevantes?

Para saber responder todos esses pontos vamos entrar nos estudos dos principais biomas, as diferenças entre eles e a biologia da conservação. E no final desta unidade você será capaz de relacionar todos os fatos estudados nesta disciplina e elaborar um catálogo ilustrado sobre os principais sistemas de classificação botânica e bioma regional.

Bons estudos!

# Seção 4.1

## Introdução ao estudo dos ecossistemas

### Diálogo aberto

Vamos iniciar esta seção falando a respeito do desastre ecológico que aconteceu no Brasil em 2016 na cidade de Mariana-MG. Após o rompimento da barragem de rejeitos de uma mineradora, uma enxurrada de lama se espalhou por diferentes locais de Minas Gerais, especialmente na cidade de Bento Rodrigues, causando destruição de espécies de organismos do Rio Doce.

A partir desse contexto e das consequências que o referido acidente causou para toda a população de Minas Gerais, seus ambientes e também para o ecossistema Brasileiro, vamos colocar a seguinte pergunta: Diante do acidente que aconteceu na cidade de Mariana, quais seriam os impactos para o meio ambiente e para o ecossistema existente naquela região? Você acredita que esse acidente teria uma repercussão local ou afetaria outras áreas, outras espécies e também as futuras gerações? Como os resíduos desse impacto podem ser eliminados do local?

### Não pode faltar

Olá, vamos começar esta unidade falando a respeito dos ecossistemas!

A definição de natureza está relacionada com ecossistemas que se ligam de forma equilibrada, e nós seres humanos somos parte integrante desse processo.

A definição do termo ecossistema envolve a relação entre os seres vivos (meio Biótico) com os não vivos (Abiótico). Assim, os elementos que compõem o ecossistema estão relacionados com equilíbrio e harmonia e estão ligados entre si. A alteração de um único elemento causa modificações no sistema, podendo levar à perda do equilíbrio existente (SANTIAGO, 2015).

O equilíbrio ecológico existente entre os ecossistemas e o meio ambiente, e sua relação com o ser humano, começou a se deteriorar de modo contínuo quando alterações na natureza trouxeram consequências graves para a sobrevivência da vida na Terra. Por exemplo: queimadas, caça predatória, desmatamento, crescimento urbano acelerado desequilibram o sincronismo que existia anteriormente (BARSANO; BARBOSA, 2014).

Figura 4.1 | Incêndios em florestas e o efeito estufa – mudanças no clima



FONTE: <<http://wikigeo.pbworks.com/f/2222.jpg>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

#### Pesquise mais

Veja o texto de Philip M. Fearnside, que em 2002 escreveu sobre “Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira”. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142002000100007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142002000100007)>. Acesso em: 20 mar. 2018.

Os ecossistemas nos proporcionam os recursos para a sobrevivência, como água, ar e solo. A biodiversidade compreende a variedade de características em plantas, animais e outros organismos, sendo que sua abundância e interações nos ecossistemas terrestres

e aquáticos do mundo permitem a existência de um meio ambiente rico em recursos naturais (SANTIAGO, 2015).

Sabemos, por exemplo, que a extinção de espécies afeta negativamente os ecossistemas, pois o ritmo da extinção da biodiversidade atual ultrapassa a velocidade que a natureza consegue efetuar uma renovação. Assim se pensarmos na extinção de determinadas espécies, pensaremos no quanto esse fator pode afetar o ecossistema.



### Exemplificando

Um exemplo de animal em extinção no Brasil é a arara-azul, que pode desaparecer devido ao comércio clandestino. Essa é uma espécie que encanta por cauda da graça e beleza. Uma das maneiras de se combater a extinção de espécies é pela reprodução efetuada em ambiente controlado (cativeiro) através de inseminação artificial. Falamos isso porque quando os filhotes nascem em seus *habitats* naturais aproximadamente 40% acabam morrendo. A presença de predadores, doenças e a competição de cada filhote pelo alimento contribuem para que isso aconteça, já em cativeiro, poucos filhotes acabam morrendo.

Se pensarmos em termos de extinção das espécies, qual o efeito desse impacto para a manutenção da biodiversidade? Pense, enquanto houver essa rápida deterioração de espécies e organismos em um determinado local ou ambiente, haverá um prejuízo significativo e irreversível do patrimônio natural, com uma grave redução de opções para as gerações futuras. E isso é muito grave!

O que temos que pensar diante desse quadro são as formas de como combater a destruição do nosso patrimônio natural. De acordo com Santiago, 2015, um dos planos de ações seria por exemplo aquele criado em Nagoia no ano de 2010, onde foi estabelecido um Planejamento Estratégico para a Biodiversidade, acordado na décima Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), em que se destacou a importância da preservação da biodiversidade e a exploração consciente dela pela sociedade.

Outro instrumento a favor da biodiversidade é o TEEB (sigla em inglês que significa Economia dos Ecossistemas e Biodiversidade), que surgiu no ano de 2007 com a reunião de ministros do meio ambiente de países do grupo G8 (Oito maiores economias mundiais), definindo a produção de uma análise sobre os benefícios globais da biodiversidade biológica e os prejuízos da perda dela, a consolidação dos resultados do programa foi expostos em um relatório apresentado em uma Conferência no ano de 2008. A conclusão do relatório mostrou os valores dos componentes dos ecossistemas, e isso despertou o interesse de outros países em efetuar a mesma análise e agregar valores à biodiversidade.

Desta forma, os estudos demonstravam conceitos econômicos aplicáveis ao uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, esclarecendo pontos importantes, como a dependência da prosperidade e a redução da pobreza em função da manutenção do fluxo de benefícios dos ecossistemas. Portanto o TEEB demonstra uma avaliação da contribuição econômica da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

Assim, são variados os esforços para que se crie um programa de integração da biodiversidade e dos serviços dos ecossistemas em medidas econômicas e aqueles engajados no planejamento de políticas, sendo uma ferramenta fundamental para preservação dos ecossistemas e da biodiversidade.

## **Características dos impactos ambientais**

Para que se tenha a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, é necessário que órgãos públicos não trate com descaso e omissão os problemas encontrados em nosso dia a dia. A falta de investimento, saneamento básico, leis rígidas para punição de infratores contribuem para ações inadequadas com relação ao uso de recursos naturais. Também o crescimento de grandes cidades agrava a situação ambiental, acentuando problemas já existentes, como: poluição atmosférica, lixo de produtos não biodegradáveis e aumento do lixo orgânico.

A destruição silenciosa e progressiva do planeta está diretamente envolvida com a poluição de água, do ar, contaminação de solo, extinção de espécies raras, desmatamentos, desequilíbrio dos ecossistemas, trazendo consequências cada vez mais grave nas diversas formas de vida dos seres vivos, incluindo o homem (BARSANO; BARBOSA, 2014).

Poluição do solo: o solo é um componente de grande importância da natureza, exercendo uma função de fornecer os recursos naturais que sustentam atividades humanas, além de ser fonte de nutrientes e sais minerais para manutenção dos seres vivos, incluindo microrganismo e vegetação, essencial para o ciclo de vida nos ecossistemas. Dessa forma, tem-se:

- criação de húmus, adubo que resulta da matéria orgânica decomposta;
- manutenção do ciclo de água;
- conservação de águas subterrâneas, reservas minerais e matérias-primas;
- produção de alimentos para subsistências de seres vivos e atividade econômica.

O solo naturalmente sofre degradação natural através de agentes naturais (chuva, vento, sol), que, por sua vez, nem sempre traz consequências drásticas, agindo de modo lento, permitindo adaptação continuada de seres vivos às condições de mudanças de forma gradual. No entanto, quando esse efeito é brusco, sendo agredido de forma repentina e potencial, os resultados também são potenciais e catastróficos a médio ou a longo prazo. Portanto, os impactos ambientais no solo podem trazer consequências para o meio ambiente, como:

- erosão do solo;
- contaminação do solo;
- impactos industriais;
- impactos diversos.

Já quando se trata de poluição de águas, diversas implicações imediatas podem contaminar os recursos hídricos e por consequência os ecossistemas. Dependendo do que é lançado nos efluentes, desastres ecológicos com destruição de recursos naturais, poluição do solo e do ar podem ser drásticos e bruscos ou podem demorar anos para desenvolver uma degradação ambiental agressiva ao ecossistema. Tudo dependerá de ações preventivas que podem minimizar ou evitar diversas interferências ambientais. Mares, oceanos estão continuamente expostos a poluentes, também continuamente acontece o lançamento de produtos químicos em córregos, rios e lagos que funcionam como depósitos de lixo aquático, provenientes de fatos que envolvem a falta de consciência do ser humano, que ao invés de cuidar do ambiente, acaba por destruí-lo.

Lembrar também que a poluição do ar, envolvendo efeitos globais, leva à destruição da camada de ozônio, pois cada vez mais estamos expostos a gases poluentes na atmosfera, favorece mais e mais ao aquecimento global e chuvas ácidas. E o que é chuva ácida?



### Assimile

A chuva ácida é causada pela poluição do ar, resultado de gases emitidos por veículos, indústrias, fontes de dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e dióxido de cloro. Esses elementos reagem com a água ( $H_2O$ ) e o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), aumentando a acidez das chuvas por meio da formação dos ácidos sulfúricos, clorídrico e sulfuroso.

Veja só, as chuvas ácidas que contaminam as águas da superfície e do solo (junto com agrotóxicos) podem ser deslocados a quilômetros de distância, direcionando os impactos ambientais para áreas de reserva florestal, por exemplo, reservatórios de água, centros urbanos, aumentando a poluição de diversos locais que levam água para casas, escolas, indústrias, sem esquecer que estão disseminando a destruição ambiental, contribuindo para o desequilíbrio do ecossistema (BARSANO; BARBOSA, 2014).



Se pensarmos em termos ambientais, quais os impactos e as consequências para o solo, água, ar, seres vivos e até para a própria economia, quando falamos de efeitos globais, como a poluição, que leva à destruição da camada de ozônio e o aquecimento global?

Assista o vídeo: "Mudanças Climáticas", disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

Políticas internacionais: diante de tudo que estamos discutindo, pensamos que para enfrentarmos esses problemas são necessárias diferentes ações governamentais, para que possa haver um melhor aproveitamento dos recursos naturais, preservando o meio ambiente e obtendo-se as melhorias na qualidade de vida ambiental. Esses são um dos principais objetivos de uma gestão ambiental, para que o ecossistema busque o equilíbrio perdido, preservando as diferentes formas de vida. Busca-se dessa forma um maior compromisso com as questões ambientais, para que possa ser resolvido diversos problemas relacionados à degradação ambiental.

### **Ecosistemas onde começa e onde termina?**

Quando se fala em ecossistemas e biomas, tratamos de conjuntos. Embora distintos nos seus elementos e abrangência, podem se sobrepor, interceder e se completar. Veremos os biomas brasileiros na próxima seção da Unidade 4.

Lembre-se de que como conversamos no início desta seção, um **ecossistema** é um conjunto formado pelas interações entre os fatores bióticos, que incluem os organismos vivos: plantas, animais e micróbios, e as condições abióticas, que são compostas pelos elementos químicos e físicos, como: o ar, a água, o solo e os minerais. Esses componentes podem se entender, interagindo através da transferência de energia dos organismos vivos entre si e entre eles, e os demais elementos do ambiente que vivem. Pelo fato de ser definido pela rede de interações entre os organismos, e entre os organismos e o ambiente em que vivem, podemos dizer que um ecossistema pode ter qualquer tamanho, ou melhor, pode

ter um tamanho variável. Assim, como é imensurável determinar os limites de um ecossistema, adotam-se algumas distinções para que se consiga compreender esse assunto e ver a possibilidade de investigação científica. Temos, dessa forma, uma verdadeira separação entre os ambientes aquáticos e terrestres, sendo os ecossistemas aquáticos, os lagos, naturais ou artificiais, como as represas, por exemplo, ainda os mangues, mares, rios e oceanos. Quando falamos de ecossistemas terrestres, estamos falando de desertos, tundras, florestas, dunas, montanhas, pastagens e pradarias (BARSANO; BARBOSA, 2014).

Já quando falamos da ideia de conjunto, aí sim, podemos citar o bioma da Mata Atlântica, e, dentro desse bioma, estão ecossistemas como a Mata de Araucária, os campos de altitude, a restinga, a floresta ombrófila densa e os manguezais. Veja como é interessante e existe uma inter-relação entre os diferentes ambientes com relação ao ecossistema.

Vamos falar a respeito da composição estrutural de um ecossistema, que é formado por três principais componentes:

- Fatores Abióticos – que em conjunto constituem o que chamamos de biótopo, onde estão o ambiente físico e fatores químicos e físicos. Por exemplo, a radiação solar, que é considerada um dos principais fatores físicos e que está presente nos ecossistemas terrestres, pois é através do Sol que as plantas realizam fotossíntese produzindo seu próprio alimento, transformando a energia luminosa em energia química, liberando oxigênio para a atmosfera.
- Fatores Bióticos – são representados pelos seres vivos que compõem a comunidade biótica ou biocenoses, esta compreende os organismos heterótrofos, que são organismos que dependem da matéria orgânica para viver. Já os organismos autotróficos são aqueles responsáveis pela produção primária, ou seja, pela fixação do CO<sub>2</sub> na atmosfera.
- Energia – a energia é caracterizada pelo que chamamos de “força motriz”, que nos mais diversos ambientes garantem as condições necessárias para a produção primária em um ambiente, ou seja, aquela produção de biomassa obtida a partir de componentes inorgânicos. Mas vejam, quando consideramos os ecossistemas,

podemos considerar que todos os animais são consumidores. Na chamada cadeia alimentar, temos os animais chamados de consumidores primários, pois se alimentam de produtores (que são os vegetais). Assim, os herbívoros, que são animais que se alimentam de plantas, são, portanto, conhecidos como consumidores primários. Já aqueles animais que se alimentam de herbívoros são chamados de consumidores secundários, e os animais que se alimentam dos consumidores secundários são consumidores terciários, e assim por diante, formando uma cadeia alimentar em que um está ligado ao outro, garantindo um equilíbrio ecológico.

Podemos definir também os chamados decompositores, que são os organismos heterótrofos que degradam a matéria orgânica de organismos produtores e consumidores, usando, para isso, diversos produtos da decomposição para seu alimento e liberando minerais e outras substâncias para o meio ambiente, essas substâncias podem ser utilizadas novamente pelos organismos produtores.

Segundo, Barsano e Barbosa (2014), o que temos que analisar é que os organismos vivos e o seu ambiente chamado inerte (ou aquele denominado abiótico) estão mutuamente ligados, interagindo entre si. Quando falamos de "comunidade", falamos de uma determinada área interagindo com o ambiente físico, de modo que a energia produzida na cadeia seja conduzida a uma estrutura trófica, a uma diversidade biótica e aos ciclos de materiais (havendo trocas materiais entre as partes vivas e não vivas) claramente definidas dentro do sistema, sendo esse um ecossistema, ou sistema ecológico. Do ponto de vista trófico, ou seja, aquele ligado ao alimento, temos dois componentes básicos que trabalham a favor de um ecossistema (separados no espaço e no tempo). São os conhecidos componente autotrófico (que produz seu próprio alimento), predominando a fixação da energia da luz e o uso de substâncias inorgânicas simples, usadas na elaboração de substâncias complexas. Outro tipo de componente são os organismos heterotróficos, que se alimentam de outro ser vivo, fazendo valer o uso, a preparação e a decomposição de materiais complexos. Você percebe que não podemos analisar o ecossistema como um sistema isolado? Os ecossistemas são exatamente a união de dois fatores: os fatores abióticos, em que aparece o conjunto de fatores físicos que atuam sobre as comunidades de uma certa região, e os fatores bióticos,

ou ainda o conjunto de seres vivos que interagem, sendo chamados de comunidade ou de biota. Por exemplo, você já notou que as bactérias vivem no interior do corpo humano ou sobre a pele? Seria um exemplo bastante comum, podemos hoje ainda usar o termo de microbiota normal.

Como medir um ecossistema? Qual sua dimensão? Isso é um fator muito variável, a dimensão do ecossistema. Podemos chamar de ecossistema, tanto uma floresta de coníferas, como um tronco de árvore apodrecido, que possui uma população de microrganismos alojada nele. Assim, como você associa o conceito de ecossistema, seu funcionamento e seus constituintes?

Os Constituintes e o Funcionamento dos Ecossistemas podem variar muito de acordo com a situação geográfica, sendo que os principais ecossistemas são classificados e conhecidos como terrestres e aquáticos. Em ambos os casos, são considerados constituintes básicos os que seguem:

- Componentes básicos do meio ambiente: seres produtores, seres autotróficos (onde estão as plantas verdes, capazes de produzir o próprio alimento a partir de substâncias inorgânicas simples).
- Organismos heterotróficos: animais que se alimentam de outros organismos ou da matéria orgânica.
- Decompositores: seres heterotróficos, que na sua maioria são bactérias e fungos, que decompõem as substâncias dos organismos mortos, liberando seus produtos no ambiente. Essas substâncias podem ser assimiladas pelos organismos produtores.

Se pararmos para pensar, existe uma grande variedade de ecossistemas: os ecossistemas naturais, onde estão bosques, rios, oceanos, florestas, desertos, prados, e ainda os ecossistemas artificiais, que são aqueles que foram construídos pelo homem, que seriam os aquários, açudes e ainda algumas plantações.

Quando pensamos no meio físico, podemos considerar os ecossistemas terrestres e os ecossistemas aquáticos.

Quando, paramos para observar uma paisagem, por exemplo, podemos perceber a existência de determinadas descontinuidades,

como as margens do rio, os limites encontrados em bosques, podendo delimitar ecossistemas variados, definidos pelos aspectos particulares da própria flora. No entanto, quando verificamos as características de uma floresta passando para o ambiente de uma pradaria, por exemplo, nota-se que as árvores não desaparecem bruscamente; existe uma zona de transição, em que as árvores vão se tornando cada vez menos abundantes. Sendo assim, por falta de limites bem definidos e fronteiras intransponíveis, é possível considerar os vários ecossistemas existentes (CASSINI, 2005).

Se falarmos dos componentes físicos e químicos do ambiente, que estaria agindo sobre os variados aspectos da vida de diferentes organismos, teremos os fatores abióticos. Esses fatores devem influenciar o crescimento, a atividade e as características dos seres vivos, assim como a sua distribuição por locais diferentes. Esses fatores variam muito de valor de local para local, determinando a diversidade de ambientes. Os fatores abióticos seriam a luz, a temperatura e a umidade, que caracterizam o clima de uma região, já os fatores edáficos, destacam-se a composição química e a estrutura do solo.

Lembre-se de que a luz é uma manifestação de energia, que tem como fonte o Sol, indispensável para nossas vidas e para o desenvolvimento das plantas. Os vegetais produzem a matéria de que o seu organismo necessita pelo processo da fotossíntese, em que há a captação da energia luminosa para que aconteça. De forma geral, todos os animais necessitam de luz para sobreviver, sendo considerada exceção as espécies das cavernas e as espécies que vivem no meio aquático em grandes profundidades (como as chamadas espécies abissais). A luz exerce importância e influencia o comportamento e a distribuição dos seres vivos no ambiente, interferindo até em características morfológicas. Assim a luz interfere no comportamento dos seres vivos, pois muitos animais apresentam o fenômeno que chamamos de "fototatismo", ou seja, sensibilidade em relação à luz, orientando-os em direção a ela ou se afastando dela. O mesmo pode ocorrer com as plantas, que se orientam em relação à luz, ou seja, apresentam fototropismo.

A temperatura também carrega sua importância, sendo fator limitante para as espécie. Cada indivíduo irá sobreviver em certos

limites de temperatura, e cada espécie possui uma temperatura considerada “ótima” para a realização das suas atividades vitais e de comportamentos que lhes permitem sobreviver. A temperatura e as particularidades dos animais durante o ano, com as variadas estações do ano, faz com que certos vegetais sofram modificações em sua morfologia.

## Conservação e Diversidade

Um dos grandes problemas vivenciados pelo ecossistema é exatamente a preservação da sua diversidade. É necessário que trabalhos que envolvam por exemplo Inventários Florestais trabalhem no sentido de conservar o Cerrado Brasileiro, que a pouco foi atingido pelo fogo e que causou uma devastação na diversidade biológica existente naquela região. Existem dados que o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) buscaram no mês de outubro de 2017 o início de uma cooperação técnica no valor que vale US\$ 16,5 milhões para implantar o Inventário Florestal Nacional (IFN) do bioma Cerrado e consolidar o Sistema Nacional de Informação Florestal (SNIF). Esse projeto deve oferecer informações sobre o bioma e as consequentes tomadas de decisões a respeito de buscar empregos para a região, tributos e inclusão, valorizando a área central do bioma do Cerrado), este conteúdo do Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF) apoia a conservação do cerrado (SNIF, 2005).

Outro fato que chama muita atenção é o **desmatamento ilegal da região da Amazônia**, que teve a aprovação de uma ação coordenada do Ministério Público Federal (MPF) com os órgãos ambientais federais, identificando um número de aproximadamente 1.262 áreas de desmatamento ilegais na região da Amazônia, um número por volta de 60 hectares de extensão cada. Por meio de cruzamento com bancos de dados públicos, 1.155 pessoas e/ou empresas foram relacionadas aos grandes desmatamentos. Assim, foram mapeados 176.761 hectares de corte raso ilegal de vegetação na Floresta Amazônica, resultando na instauração de 757 ações civis públicas (ACPs) pelo MPF, contra 725 réus (SNIF – Sistema Nacional de Informações Florestais). Esses dados trazem a triste realidade

de nossas florestas que estão desaparecendo, impactando em mudanças drásticas de clima, levando a desastres ecológicos e acabando com diversas formas de vida no planeta.

## **Unidades de Conservação**

A criação e manutenção de Unidades de Conservação (UCs) traz benefícios sociais e econômicos ainda mais amplos do que aqueles gerados pela conservação da biodiversidade. Para quantificar esses benefícios, a Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza desenvolveu um estudo inédito no Brasil (BARSANO; BARBOSA, 2014).

“Os benefícios de proteção da biodiversidade e os serviços ambientais que as UCs fornecem à sociedade não têm sido suficientes para incentivar a implementação de políticas públicas voltadas à expansão e consolidação dessas áreas protegidas no país”, alerta a diretora executiva da Fundação Grupo Boticário, Malu Nunes, ao explicar o cenário que motivou o desenvolvimento do estudo de valoração. E completa: “por isso, estamos oferecendo novos argumentos positivos sob outros pontos de vista, como o econômico e o social” (BARSANO; BARBOSA, 2014).

O resultado prático indicado pela diretora executiva pode consolidar a relevância das unidades de conservação no cenário brasileiro, ampliando a percepção de seus benefícios na sociedade e contribuindo para a implantação de mais políticas públicas a elas relacionadas. “A valoração também pode ser utilizada como ferramenta de mensuração, avaliando o desempenho da gestão dessas áreas e indicando a amplitude real dos benefícios, diretos e indiretos, que elas proveem à população”, avalia a diretora.

Também temos o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC – LEI 9.985/2000) – que é o conjunto de Unidades de Conservação (UC) federais, estaduais e municipais. É composto de 12 categorias de UC, cujos objetivos específicos se diferenciam quanto à forma de proteção e usos permitidos: aquelas que precisam de maiores cuidados, pela sua fragilidade e particularidades, e aquelas

que podem ser utilizadas de forma sustentável e conservadas ao mesmo tempo.

São objetivos do SNUC:

- Contribuir para a conservação das variedades de espécies biológicas e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais.
- Proteger as espécies ameaçadas de extinção.
- Contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais.
- Promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais.
- Promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento.
- Proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica.
- Proteger as características relevantes de natureza geológica, morfológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural.
- Recuperar ou restaurar ecossistemas degradados.
- Proporcionar meio e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental.
- Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica.
- Favorecer condições e promover a educação e a interpretação ambiental e a recreação em contato com a natureza.
- Proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente (Ministério do Meio Ambiente - SNUC).

O acidente de Mariana em Minas Gerais trouxe muitas consequências para o ecossistema e para a região. Apesar de saber

que a responsabilidade da tragédia seja da mineradora, desde o dia do rompimento da barragem, os órgãos públicos têm tomado medidas para atender os locais atingidos, minimizando os danos ocorridos. Apesar disso, o tempo passou e outras medidas deveriam ter sido tomadas com relação aos danos causados ao ambiente.

Também podem ser valorados benefícios relacionados a emissões evitadas de Gases de Efeito Estufa (GEEs), como Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (chamado de REDD), sequestro de carbono por restauração da vegetação; e pecuária evitada, atividade de alta emissão de GEEs. Outro benefício é a erosão de solo evitada, serviço ambiental de controle de erosão e assoreamento pela conservação de remanescentes de vegetação nativa (BARSANO; BARBOSA, 2014).

Podemos ver que muitas vezes, o termo "bioma" pode ser usado como sinônimo de "ecossistemas", mas, vamos diferenciar o conceito de ecossistema, pensando assim: para a classificação de bioma interessa mais o meio físico (ou seja, a configuração e a fisionomia da área, principalmente com relação à vegetação) que as interações que nele podem ocorrer. O perfil do local e a dimensão irão interferir na classificação: assim "um ecossistema só será considerado um bioma se suas dimensões forem consideradas de grande escala". Vamos estudar os biomas brasileiros na próxima seção e entender essa relação que existe entre os biomas e o ecossistema?

## Sem medo de errar

Voltando ao contexto que iniciou esta seção, onde relatamos que em 2016 aconteceu o desastre ecológico na cidade de Mariana no estado de Minas Gerais. Nesta situação, houve o rompimento da barragem de uma mineradora, e uma enxurrada de lama se espalhou por diferentes locais do estado de Minas Gerais, especialmente na cidade de Bento Rodrigues, causando destruição de espécies do rio Doce. A partir desse contexto e das consequências que o referido acidente causou para a população local, e também para o ecossistema, vamos discutir: quais seriam os impactos para o meio ambiente e para o ecossistema existente naquela região. Esse

acidente teria uma repercussão local ou afetaria outras áreas, outras espécies, e também as futuras gerações? Como os resíduos desse impacto podem ser eliminados do local?

Após o acidente de Mariana em Minas Gerais, as águas ficaram imensamente poluídas, animais e plantas morreram e o equilíbrio do ecossistema foi perdido. O local se transformou em uma lagoa de barro escuro, onde era um vale. Foram liberados por volta de 62 milhões de litros de lama residual da mineração. Nota-se no local, rastros de destruição com relação à fauna, à flora e às comunidades locais. Foi considerado um dos maiores desastres ambientais na história do Brasil, lembrando que o solo guarda resíduos extremamente tóxicos, comprometendo futuras gerações. Assim, qualquer alimento que for plantado no local ainda será contaminado.

Segundo a mineradora, as barragens continham somente rejeitos de minério de ferro e manganês, misturados com água e areia. A empresa insiste que o material é inerte, e que não causa danos ao ambiente ou à saúde das pessoas e animais. No entanto, esses agentes são absorvidos pelo organismo e dificilmente são eliminados, prejudicando o funcionamento do organismo. No entanto, outras análises do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), da região onde aconteceu o acidente, detectaram a presença de metais pesados na água do rio Doce, como: chumbo, arsênio, mercúrio. Todos esses agentes são tóxicos e podem comprometer a saúde da população, sendo considerado um crime ambiental. A lama se espalhou pela região de Minas Gerais e Espírito Santo, e isso impede até hoje que a matéria orgânica cresça. Assim uma das sérias consequências que a lama está causando é o assoreamento, ou seja, o acúmulo de sedimentos na calha do rio, causando impactos socioeconômicos e ambientais. Segundo o Ibama, houve alterações sérias nos padrões de qualidade da água, prejudicando toda uma população e a oferta de serviços da região. O maior impacto é a morte da vegetação e de animais terrestres e aquáticos, por asfixia, acabando com o equilíbrio daquele ecossistema, refletindo no aparecimento de doenças, epidemias, pois não se consegue restaurar o equilíbrio perdido após o desastre ecológico.

## Faça valer a pena

**1.** O equilíbrio ecológico existente entre os ecossistemas e o meio ambiente, e sua relação com o ser humano, começou a se deteriorar de modo contínuo quando alterações na natureza trouxeram consequências graves para a sobrevivência da vida na Terra. A biodiversidade por sua vez, compreende uma variedade de características de organismos, que interagem em ecossistemas terrestres e aquáticos, permitindo a existência de um meio ambiente rico em recursos naturais.

Que tipo de desequilíbrio pode trazer graves consequências para os ecossistemas?

- a) A retirada de espécies de eucaliptos que foram plantadas na região de São Paulo para reflorestamento da madeira.
- b) O aumento de populações vegetais com predomínio de plantas com sementes e gramíneas, favorecendo o crescimento da Mata de Araucárias.
- c) A diminuição da plantação de cana-de-açúcar por motivos de pouco uso do etanol em países como o Brasil.
- d) A extinção de espécies raras que deverá afetar negativamente os ecossistemas, pois a perda da biodiversidade supera a compensação da reposição por parte da natureza.
- e) O aumento de pessoas que trabalham em projetos de conservação de espécies, como projeto Tamar.

**2.** A natureza é formada por ambientes interligados de forma equilibrada, e nós seres humanos somos parte integrante desse processo. Assim, os elementos que compõem os ecossistemas devem estar relacionados com equilíbrio e harmonia e estão ligados entre si.

A alteração de um único elemento causa modificações no sistema, podendo levar à perda do equilíbrio existente. Com relação ao texto-base, estamos falando de:

- a) Biomas.
- b) Ambientes terrestres.
- c) Ambientes aquáticos.
- d) Florestas de Coníferas.
- e) Fatores bióticos e abióticos.

**3.** A criação e manutenção de Unidades de Conservação traz benefícios ambientais, sociais e econômicos ainda mais amplos do que aqueles diretos gerados pela conservação da biodiversidade, no entanto, os benefícios de proteção da biodiversidade e os serviços ambientais que as Unidades de Conservação fornecem à sociedade não têm sido suficientes para incentivar a implementação de políticas públicas voltadas à expansão e consolidação dessas áreas protegidas no país.

A partir das considerações do texto-base, definir o significado da sigla SNUC.

- a) Sistema Nacional de Unidades de Conservação.
- b) Sociedade Nacional de Unidades de Conservação.
- c) Sustentabilidade Nacional de Unidades de Conservação.
- d) Sistema Nacional de Educação Ambiental.
- e) Sociedade Nacional de Educação Ambiental.

## Seção 4.2

### Biomass brasileiros

#### Diálogo aberto

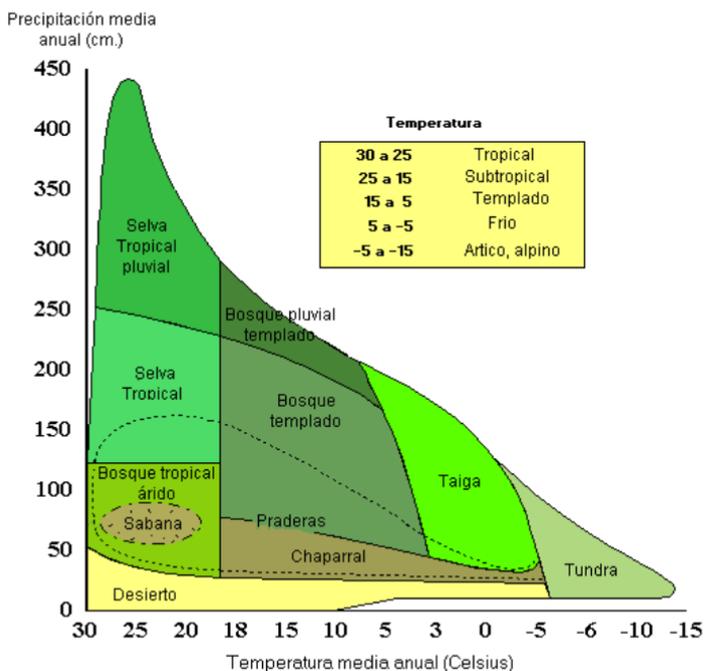
Quando pensamos no acidente de Mariana-MG que atingiu principalmente o rio Doce, temos consequências drásticas no ambiente aquático daquele local. No entanto, com o conceito de bioma em mente, será que somente as águas do rio Doce deve ser o local que sofreu alterações após esse acidente? Qual a influência de um desastre ecológico para um bioma?

#### Não pode faltar

Olá, vamos começar esta unidade falando a respeito de regiões conhecidas como biomas, que são definidas como uma unidade biológica (local geográfico), em que os aspectos específicos serão caracterizados pelo clima, fauna, flora, altitude, unidade, solo, entre outros. Portanto, tipos de ecossistemas, comunidade biológica com uma igualdade de fatores, aqueles que você já ouviu falar, como: savana, floresta tropical, deserto. Claro que cada região apresenta características próprias e dependem do clima, solo, precipitação de chuvas, vegetação, dentre outros fatores.

No entanto, pode-se notar que os ambientes se apresentam de certa forma similares, fornecendo oportunidades semelhantes e limitações para as formas de vida que ali vivem. Com isso, ambientes similares levam à evolução de organismos quando se trata da morfologia e de suas funções (porém, não necessariamente é levado em conta a genética, hereditariedade, ou ainda a constituição interna dos organismos). Esse contexto é chamado “regra de similaridade” e acaba formando o conceito de **bioma**.

Figura 4.2 | A influência da temperatura e a precipitação anual média de chuvas determinando os diferentes biomas



Fonte: <[http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/esp/figii\\_02.gif](http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/esp/figii_02.gif)>. Acesso em: 10 dez. 2017.

Mesmo tendo essa ideia de um panorama mundial da vegetação, vamos falar dos biomas brasileiros?

Assim, entender os biomas como sendo espaços geográficos que possuem diferentes ecossistemas, nos faz pensar que, essa organização dos diferentes ambientes, foi baseada na homogeneidade encontrada em cada um deles. Desta forma, os biomas são considerados unidades biológicas caracterizadas a partir da vegetação e do solo a ser estudado, assim como o clima encontrado. O Brasil é formado por uma variedade de biomas, devido a sua grande extensão territorial, quando compararmos a outros países, pensando na diversidade da flora e fauna e na ampla cobertura vegetal. Vamos a eles?

Hoje o Brasil abriga biomas como os listados a seguir:

1. **Amazônia:** este importante bioma tem uma área estimada em 49,3 hectares, medida no ano de 2015, e uma área protegida por volta de 27,7 hectares no ano de 2016. Assim somente a metade da área total da cobertura brasileira na região Amazônica está protegida ainda. Esse fato é muito grave, pois estamos perdendo uma de nossas maiores riquezas de espécies vegetais. A floresta amazônica apresenta um potencial de recursos naturais que jamais deveria ser perdido ou esgotado. A região abriga a maior bacia hidrográfica do mundo e uma reserva de madeira muito grande. Apesar dessa ampla área, a Amazônia é sensível às ações antrópicas, ou seja, pequenas interferências podem causar danos de proporções irreversíveis. Ainda vale lembrar que o ecossistema amazônico também sofre com a instabilidade climática e os baixos índices socioeconômicos da região.

2. **Cerrado:** este importante bioma pertencente a uma área mais central do território brasileiro, possui por volta de 29,3% de área ocupada pela vegetação de cerrado e uma cobertura florestal de 34%, sendo que a área preservada abrange 8,6 hectares no ano de 2015. Um dado alarmante, já que perdemos em 2017 uma variedade de espécies vegetais grande, devido ao incêndio que aconteceu na região do cerrado. É considerada a savana mais rica do mundo, com 6 mil espécies de plantas nativas e uma diversidade de espécies de animais endêmicos. Embora seja o segundo maior bioma da América do Sul, o Cerrado é o bioma com a menor porcentagem de áreas sobre a proteção integral, em que 8,21% da área total do território é legalmente protegida com unidades de conservação. Essa razão faz com que o Cerrado seja o bioma brasileiro que mais sofreu alterações através da ação humana. Atualmente a área conta com uma intensa exploração predatória, cujos inúmeros animais e plantas correm risco de extinção e estima-se que 20% das espécies nativas e endêmicas da região já não corram em áreas protegidas.

3. **Mata Atlântica:** formações florestais, restingas, manguezais e campos de altitude que ocupam 17 estados do Brasil fazem da Mata Atlântica um patrimônio nacional, como estabelece a Constituição Federal. É considerada uma região rica, pois beira o litoral do Brasil e apresenta uma área de 13 hectares do país relativo a este bioma, tendo uma cobertura florestal no ano de 2015 por volta de 19,6% com uma área protegida em unidades de conservação

em número de 10,1 hectares (de acordo com registros do ano de 2016). Ainda sobre esse bioma, as áreas protegidas na Mata Atlântica, remanescentes da vegetação nativa, infelizmente ainda se mostra vulneráveis às ações humanas. Isso porque a inconsciência e a predação acompanharam a história do bioma desde a chegada dos primeiros navios portugueses ao país. A agressão humana, como a extração de plantas e madeiras, tem causado perigosas ações na biota e consideráveis perturbações ambientais. Vivem no ecossistema cerca de 20 mil espécies vegetais, 261 espécies de mamíferos, 200 de répteis, 370 de anfíbios, 350 de peixes e 849 espécies de aves.

4. Já o bioma da Caatinga ocupa uma área de 9.9% no Brasil, com uma cobertura florestal estimada em 48,1 hectares (dados de 2015) e 7,5 de área protegida em unidade de conservação. É o único bioma exclusivamente brasileiro, sendo uma área que abrange cerca de 27 milhões de pessoas; a maioria carente e dependente dos recursos do bioma para sobreviver. Boa parte de seu patrimônio biológico não pode ser encontrado em outro lugar do mundo, o que torna esse bioma tão importante para o país. Tal importância, no entanto, não impede que 46% de seu território, um total de 844.453 km<sup>2</sup>, seja hoje desmatado e explorado de forma ilegal.

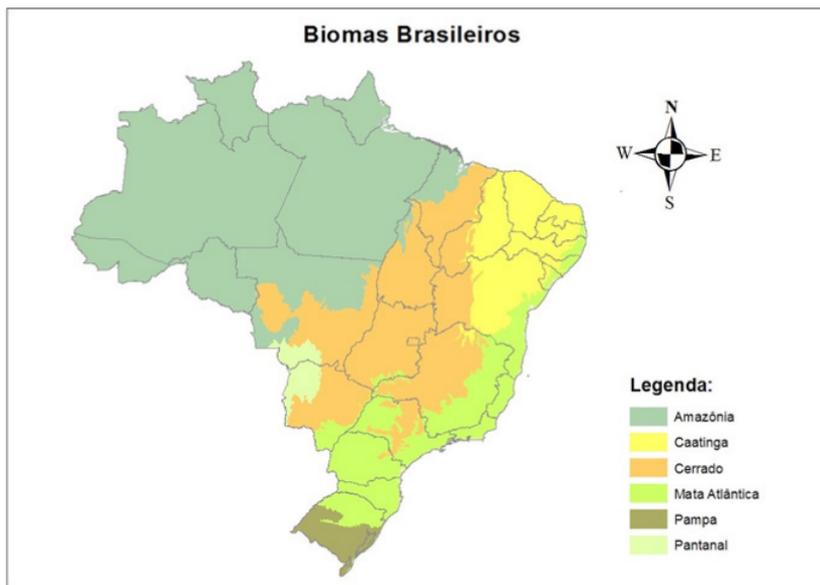
5. A seguir temos os Pampas, com área de bioma de 2.1 hectares, com cobertura florestal estimada em 18,2 hectares e área protegida em unidades de conservação em 2,7 hectares (dados de 2016). Os pampas compreendem terras baixas e predominantemente planas, com colinas arredondadas e "coxilhas" cobertas de plantas herbáceas. É uma área restrita ao estado do Rio Grande do Sul, onde ocupa uma área de 178 mil km<sup>2</sup>. O Pampa é uma das áreas de campos temperados mais importantes do mundo, embora tenha pouca representatividade do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Com um patrimônio cultural associado à biodiversidade, o bioma, reconhecido apenas em 2004, conta com uma paisagem exuberante, onde predominam campos, capões de mata, matas ciliares e banhados. O ecossistema conta com 3 mil espécies de plantas, 102 espécies de mamíferos, 476 de aves e 50 espécies de peixes.

6. Pantanal: a área desse bioma ocupa 1,8 hectare e a cobertura florestal estimada é por volta de 59,7% de hectares, assim como também há 4,6 hectares de áreas protegidas em Unidades de Conservação. O Pantanal tem uma das maiores extensões úmidas contínuas do mundo, com grande potencial cênico e rica biodiversidade. Interessante notar que o ecossistema mantém boa parte da sua cobertura vegetal nativa, responsável, talvez, pela permanência de espécies que, em outros biomas, já se mostram em extinção. São cerca de 3,5 mil espécies de plantas, 124 espécies de mamíferos, 463 espécies de aves e 325 espécies de peixes. Vale lembrar que o bioma se destaca pela forte presença de comunidades tradicionais, que no decorrer dos anos ajudaram a difundir a cultura pantaneira.

7. O bioma marinho do Brasil situa-se sobre a "Zona Marinha do Brasil" e apresenta diversos ecossistemas. Dentre esses, a Zona Costeira Brasileira possui uma longa extensão que chega até o litoral, o bioma da Amazônia, o bioma da Caatinga e bioma da Mata Atlântica. O bioma Marinho Costeiro é uma transição entre os ecossistemas continentais e marinhos, que se estendem por uma área de 4,5 milhões de km<sup>2</sup>. Tratam-se de ecossistemas litorâneos, que apresentam uma intensa variação geológica e rica biodiversidade, com a ocorrência de manguezais, recifes de corais, dunas, costões rochosos, praias, falésias, ilhas, lagoas, restingas, brejos e estuários. São quase 1.300 espécies de peixes, 19 delas ameaçadas de extinção e 32 em situação de declínio.

Essas informações estão contidas em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros>>. (Biodiversidade). Acesso em: 20 mar. 2018.

Figura 4.3 | Biomas Brasileiros



Fonte: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/os-biomas-e-suas-florestas>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

Podemos ver que muitas vezes o termo "bioma" pode ser usado como sinônimo de "ecossistema", mas, vamos diferenciar o conceito de ecossistema, pensando assim: para a classificação de bioma, interessa mais o meio físico (ou seja, a configuração e a fisionomia da área, principalmente com relação à vegetação) que as interações que nele podem ocorrer. O perfil do local e a dimensão irão interferir na classificação, assim, "um ecossistema só será considerado um bioma se suas dimensões forem consideradas de grande escala".



### Assimile

Bioma, pela definição do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é o "conjunto de vida (vegetal e animal) definida pelo agrupamento de tipos de vegetação identificados em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história que envolvem mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria". Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28516-o-que-e-um-ecossistema-e-um-bioma/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

Segue lista de regiões e seus biomas respectivos.

1. A Floresta Amazônica é o maior bioma brasileiro, sendo considerada a maior floresta tropical do mundo, aparecendo entre os estados do Acre, Amazonas, Rondônia, Maranhão, Roraima, Pará, Amapá, Tocantins, Mato Grosso. Esse bioma representa cerca de 40% do território brasileiro.
2. A Mata Atlântica se localiza entre o Rio Grande do Norte até a Região Sul do Brasil, havendo por volta de 7% da distribuição original nas encostas das serras e planícies litorâneas, por conta do desmatamento. É o bioma mais devastado do Brasil. Aqui, o clima é tropical com certa umidade e índice pluviométrico alto e altas temperaturas.
3. A caatinga está localizada na região Nordeste do país e parte do estado de Minas Gerais. Apresenta temperaturas elevadas com períodos de seca muito longa, formando um clima semiárido. A vegetação predominante são as cactáceas que se adaptam contra perda de água, com a presença de espinhos e reserva de água.
4. O Cerrado está localizado entre os estados de Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul. Apresenta um clima tropical sazonal e vegetação rasteira, como no caso das gramíneas, ainda há alguns arbustos e árvores de casca grossa e galhos retorcidos, típicos da região dos cerrados. Aqui o solo é pobre em alguns minerais, tendo excesso do elemento alumínio. Também as raízes são profundas e capazes de absorver água dos lençóis subterrâneos, devido ao clima seco da região.
5. Manguezal vai do Amapá até a região de Santa Catarina em regiões litorâneas. O manguezal é considerado uma transição entre o ambiente aquático (mar) e o terrestre (terra). Apresenta uma vegetação característica da região, possuindo arbustos e raízes altas, acima do solo, pois na região dos mangues o solo é lodoso, com baixa quantidade de oxigênio. O manguezal também é conhecido como "berçário", pois muitas espécies de animais marinhos podem usar esse tipo de bioma para se reproduzir.
6. O Pantanal está localizado no estado de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, sendo o Pantanal um local de grande diversidade

de flora e fauna. A flora possui espécies típicas de outros biomas e também do próprio local. O pantanal possui um clima de predominância tropical continental com altas temperaturas e chuvas, podendo variar de verão chuvoso e inverno seco nos períodos considerados de chuva.

## **Biomas de transição**

Temos presente em nossa vegetação os biomas de transição, onde aparecem: Mata dos Cocais, Pampas, Matas das Araucárias.

- A mata dos cocais aparecem entre os estados de Piauí e Maranhão. É considerado um bioma de transição, apresentando características de diferentes ambientes, incluindo mais que um bioma, ou seja, não é exclusivo de um único bioma. As características envolvem a Floresta Amazônica, Cerrado e Caatinga, incluindo alto índice de chuvas. A flora da região da Mata dos Cocais inclui palmeiras, também a carnaúba, buriti e o babaçu.
- Pampas: essa representação lembra a região Sul do nosso país, especialmente o Rio Grande do Sul. Essa região é conhecida como campos limpos, principalmente pela vegetação predominante de plantas herbáceas, usada na criação de gado. Grande parte deste bioma foi desmatada dando lugar a essas lavouras. Nesta região, predomina clima subtropical, tendo as estações do ano bem definidas (inverno, verão, outono e primavera).
- Mata de Araucárias aparece na região Sul do Brasil, especialmente no estado do Paraná e de Santa Catarina, abrangendo parte de São Paulo e do Rio Grande do Sul. A vegetação predominante que ganha a paisagem é o pinheiro-do-paraná, além da canela e imbuia. Aqui o desmatamento tomou conta da mata da região, tendo apenas 2% da área original.

Figura 4.4 | Vegetação de Araucárias



Fonte: <<http://educacao.globo.com/biologia/assunto/ecologia/biomas-brasileiros.html>>. Acesso em: 20 mar. 2018.



Refleta

Assim um bioma pode ser definido por um único tipo de vegetação, sendo a vegetação principal por exemplo, mas dentro de um mesmo bioma, podemos ter uma vegetação bastante variada, porém, não podemos esquecer que os biomas brasileiros são a Amazônia, o Cerrado, a Caatinga, a Mata Atlântica, o Pampa e o Pantanal.

Porque temos que pensar na preservação dos nossos biomas! Assista um vídeo sobre biomas brasileiros em: <<https://www.youtube.com/watch?v=63hMH2YBNRc>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

Você conhece o Instituto Chico Mendes? Ele tem a missão de criar novas Unidades de Conservação (UCs), mas essas UCs não podem ser criadas ao acaso. Quando o Instituto Chico Mendes propõe a criação de uma nova unidade de conservação, pode acreditar que uma longa trajetória de estudos já foi percorrida para que se escolha um determinado espaço para ser protegido, essas informações estão disponíveis em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros>>. Acesso em: 20 mar. 2018.



## Exemplificando

Você sabia que existem 24 Unidades de Conservação federais geridas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade? Elas estão espalhadas em todos os biomas brasileiros – Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal e Marinho. Se quiser ler um pouco mais veja o *link*: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/port\\_biom.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/port_biom.pdf)> Acesso: 20 mar. 2018.

Figura 4.5 | A Reserva Extrativista do Lago do Cuniã, localiza-se no município de Porto Velho, à margem esquerda do baixo rio Madeira, no Estado de Rondônia.



Fonte: <<http://www.newsronondonia.com.br/imagensNoticias/image/lago%20cunia.jpg>>. Acesso em 20 mar. 2018.

Na Reserva Extrativista do Lago do Cuniã (Porto Velho, Rondônia), uma das marcas desta reserva é seu exuberante lago, ao redor do qual concentram-se grande parte dos moradores da região.

No que diz respeito à missão de proteger as Unidades de Conservação, o Instituto Chico Mendes dispõe da Coordenação Geral de Proteção Ambiental, que corresponde a uma área estratégica. Por meio dela, operações de fiscalização são planejadas, assim

como também são executadas ações de prevenção e combate a incêndios florestais, e outras atividades de proteção ambiental.

O corredor ecológico ou corredor de biodiversidade é o nome dado a uma faixa de vegetação que liga unidades de conservação, as quais podem estar separados por atividade humana, como no caso de estradas, porções de agricultura, clareiras abertas por atividade madeireira, possibilitando o deslocamento da fauna entre as áreas isoladas e, conseqüentemente, a troca genética entre as espécies e a dispersão de sementes.

Ainda o que conhecemos como Corredor Ecológico seria um instrumento de gestão e ordenamento territorial, que é definido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (de acordo com a Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm)>), tendo como objetivo garantir a manutenção dos processos ecológicos nas áreas de conexão entre Unidades de Conservação, permitindo a dispersão de espécies, o repovoamento de áreas degradadas, a viabilidade das populações que demandam mais do que o território de uma Unidade de Conservação para sobreviver, o fluxo gênico.

Para que se tenha a implementação de um Corredor Ecológico deve haver um pacto entre a União, Estados e Municípios, que permita que os órgãos governamentais responsáveis pela preservação do meio ambiente e outras instituições parceiras possam em conjunto atuar no fortalecimento da gestão das Unidades de Conservação, elaborando estudos, dando suporte aos proprietários rurais e aos representantes de comunidades com relação ao planejamento e o melhor uso do solo e dos recursos naturais, auxiliando no processo das Reservas Legais (RL), envolvendo o apoio na recuperação das Áreas de Preservação Permanente.



### Exemplificando

Existem diferentes mosaicos espalhados pelo território brasileiro, vamos citar, por exemplo, o Mosaico do Oeste do Amapá e do Norte do Pará. É um bioma da Amazônia, ocupando uma área superior 12.397.347 hectares. Tem como portaria de reconhecimento: MMA N°

4, de 3 de janeiro de 2013 (disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/noticias-do-sfb?ano=&mes=&palavra=conserva%C3%A7%C3%A3o+de+pampas>>), sendo uma Unidade de Conservação de âmbito federal, estadual, municipal e de terras indígenas.

Outros exemplos de mosaicos estão disponíveis em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/mosaicosecorredoresecologicos/moscaicos-reconhecidos-oficialmente>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

São eles:

Mosaico do Lagamar

Mosaico Bocaina

Mosaico da Amazônia Meridional

Mosaico da Foz do Rio Doce

Mosaico do Extremo Sul da Bahia

Mosaico do Espinhaço: Alto Jequitinhonha – Serra do Cabral

Mosaico do Baixo Rio Negro

Mosaico Mico-Leão-Dourado

Mosaico Capivara-Confusões

Mosaico da Mantiqueira

Mosaico Carioca

Mosaico Grande Sertão Veredas-Peruaçu

Mosaico Mata Atlântica Central Fluminense



**Pesquise mais**

Veja o texto de Leopoldo Magno Coutinho, que em 2006 escreveu o artigo "O conceito de bioma". Interessante saber o porquê do uso desse termo e suas características fitofisionômica e climática. Disponível em <[www.scielo.br/pdf/abb/v20n1/02.pdf](http://www.scielo.br/pdf/abb/v20n1/02.pdf)> Acesso em: 20 mar. 2018.

Quando pensamos no acidente de Mariana-MG, que atingiu principalmente o rio Doce, temos consequências drásticas no ambiente aquático daquele local. No entanto, com o conceito de bioma em mente, será que somente as águas do rio Doce deve ser o local que sofreu alterações após esse acidente? Qual a influência de um desastre ecológico para um bioma?

O acidente de Mariana em Minas Gerais trouxe muitas consequências para o ecossistema e para o bioma da região. Apesar de saber que o rompimento da barragem poluiu o ambiente local, em que peixes e outros animais morreram, não foi somente o ambiente aquático do local que foi atingido. Áreas ao redor do rio também se tornaram imensamente poluídas, incluindo regiões na quais habitam animais e variadas espécies de plantas, levando a perda do equilíbrio do ecossistema. A região se transformou em uma lagoa de barro escuro, e onde era um vale aparece uma imensa destruição com relação à fauna, à flora e às comunidades locais. As diferentes espécies que ali habitavam foram extintas e a contaminação de água causou um dos maiores desastres ambientais na história do Brasil. Não devemos esquecer que o solo guarda resíduos extremamente tóxicos, comprometendo as futuras gerações que irão construir suas casas, morar ou trabalhar naquele local que de qualquer forma terão contato com resíduo tóxico. Esses resíduos duram milhares de anos em ambientes naturais, sempre acarretando risco de contaminação para as futuras gerações.

Embora a empresa insista que o material é inerte e que não causa danos ao ambiente ou à saúde das pessoas e animais, sabemos que esses agentes são absorvidos pelo organismo e dificilmente são eliminados, prejudicando seu funcionamento. Dados de análises do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) da região onde aconteceu o acidente confirmam a toxicidade e a poluição do local, em que se detectou a presença de metais pesados na água do rio Doce, como: chumbo, arsênio, mercúrio, todos tóxicos à saúde humana e dos animais e plantas.

## Faça valer a pena

**1.** Entender que os biomas são espaços geográficos que possuem diferentes ecossistemas, que possibilitam uma organização de ambientes da forma que a conhecemos, baseada na integração dos aspectos bióticos e abióticos encontrados em cada bioma.

Com base no que aprendemos, o que você entende por bioma e quais as características que definem um bioma?

- a) São populações vegetais que aparecem nas regiões do Sul do país e são conhecidas como Pampas, predominam vegetação arbórea.
- b) São populações vegetais que predominam plantas com sementes e gramíneas, favorecendo o crescimento da Mata de Araucárias.
- c) Conjunto de animais e vegetais que vivem em sintonia com o ambiente, suportam altas temperaturas e estão adaptados às mudanças climáticas bruscas.
- d) Unidades biológicas que organizam diferentes ambientes ou ecossistemas, caracterizadas a partir da vegetação, do solo e do clima encontrado.
- e) São ambientes terrestres que favorecem a transição para o ambiente aquático, como acontece nos manguezais.

**2.** Podemos ver que muitas vezes o termo "bioma" pode parecer igual ou muito semelhante ao conceito de ecossistema, pensando assim: a classificação de bioma interessa mais ao meio físico que às interações que nele podem ocorrer. Portanto, o perfil do local e a dimensão irão interferir na classificação.

Considerando que um ecossistema só será considerado um bioma se suas dimensões forem consideradas de grande escala, o que difere o "bioma" do "ecossistema".

- a) Ecossistemas diferem do bioma por serem uma grande unidade de reserva natural, com preservação de espécies em extinção, entre elas estão a arara-azul e mico-leão-dourado.
- b) Ecossistemas diferem de biomas no sentido de predominar plantas de vegetação rasteira, como as gramíneas, monocotiledôneas e raramente dicotiledôneas, sem haver interação entre os grupos vegetais.
- c) Ecossistemas e biomas diferem por não ter um ambiente em comum, não convergirem em espaços biológicos e por não estar localizados em áreas de grande extensão territorial.

- d) Ecossistemas e biomas diferem por um ter predominância de animais aquáticos e outros excepcionalmente terrestres, assim, a predominância de grupos vegetais e animais respectivamente representam os ambientes.
- e) Ecossistemas e biomas diferem no conjunto de organismos, que podem se sobrepor, interceder e se completar, favorecendo a rede de interações entre os organismos e o ambiente em que vivem.

**3.** Podemos dizer, por exemplo, que existe o bioma da Mata Atlântica e, dentro desse bioma, estão ecossistemas como a Mata de Araucária, os campos de altitude, a restinga, floresta ombrófila densa e os manguezais.

Quais são os principais biomas brasileiros existentes na classificação atual?

- a) Floresta Amazônica; Mata Atlântica; Pantanal; Cerrado; Manguezal; Caatinga, Bioma Marinho.
- b) Tundras; Caatinga; Cerrado; Manguezal; Pampas; Pantanal; Bioma Marinho.
- c) Mata das Araucárias; Pantanal; Manguezal; Caatinga; Cerrado; Mata Atlântica; Bioma Marinho.
- d) Mata das Araucárias; Pantanal; Manguezal; Caatinga; Cerrado; Mata Atlântica; Bioma Marinho.
- e) Desertos; Tundras; Floresta Amazônica; Mata Atlântica; Dunas; Montanhas; Bioma Marinho.

## Seção 4.3

### Biologia da Conservação

#### Diálogo aberto

Voltando ao assunto ligado ao desastre ecológico que aconteceu na cidade de Mariana-MG, sabemos que após o rompimento de uma barragem de rejeitos, uma enxurrada de lama se espalhou por diferentes locais de Minas Gerais, especialmente na cidade de Bento Rodrigues, causando destruição de espécies do rio Doce e desequilíbrio do ecossistema da região. Diante do conhecimento de todos os aspectos de espécies e coberturas vegetais, importância de bioma e ecossistemas, qual seria a dimensão do impacto de um desastre ecológico para a interação entre organismos e ecossistemas? Podemos considerar que houve a influência do homem no ecossistema aquático e em outros ecossistemas? O que isso pode acarretar para gerações futuras? Para que possamos finalizar a disciplina Fundamentos de Botânica, iremos elaborar um Catálogo Ilustrado sobre quais seriam os principais sistemas de classificação botânica e biomas regionais que você conheceu no estudo desta disciplina. Vamos lá!

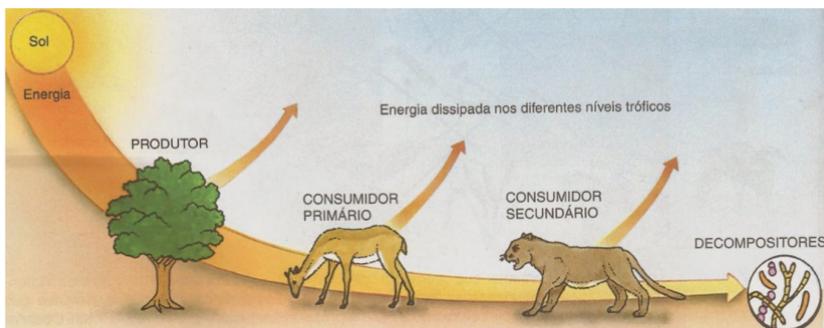
#### Não pode faltar

Se pensarmos em ecossistemas, podemos dizer que animais e vegetais estão de alguma forma relacionados entre si. Devido a uma determinada complexidade, não seria possível estudar todo nosso planeta Terra como um ecossistema único. Por isso, torna-se necessário dividir e escolher sistemas simples e regionalmente pequenos, como lagos, florestas, dentre outros, para que se entenda o funcionamento adequado do ecossistema e dos seres que devem estar interagindo entre si. Mesmo assim, existem inúmeros processos externos acontecendo que podem afetar o sistema estudado, pois todos os seres e seus ambientes estão conectados uns aos outros. Se pensarmos, por exemplo, no fluxo de energia e de matéria do ecossistema, podemos dizer que tanto a energia como a matéria que

flui dentro do ecossistema apresenta uma diferença fundamental: o fluxo de energia se dá em apenas uma direção, enquanto o fluxo de matéria é cíclico (VESILIND; MORGAN, 2011). Assim toda energia que provem do Sol é considerada a nossa energia luminosa, que é usada por todos nós e também pelos vegetais para realizar a fotossíntese e fabricar o próprio alimento.

Pensemos de uma forma geral que há três tipos principais (produtores, consumidores e decompositores) de organismos dentro do ecossistema: os vegetais que são os produtores por produzirem moléculas de alta energia e os animais que são os consumidores, pois usam essas moléculas como fonte de energia. Após completarem seu ciclo de vida, tanto animais como os vegetais, morrem, gerando resíduos que serão utilizados como fonte de alimento para os organismos decompositores. Portanto, em um ecossistema, os organismos que usam esses detritos para sobreviver são os decompositores, como os fungos que se alimentam absorvendo substâncias orgânicas, geralmente provenientes de matéria orgânica em decomposição. Pertencem a esse grupo a maioria dos fungos terrestres, algumas plantas vasculares modificadas e os gametófitos de muitas pteridófitas e muitas bactérias – que não são consideradas saprófitas, mas sim decompositoras, uma vez que transformam a matéria orgânica em inorgânica, ao invés de a transformarem em matéria viva, como fazem as saprófitas.

Figura 4.6 | Transferência do fluxo de energia solar entre os organismos do ecossistema



Fonte: <[http://2.bp.blogspot.com/-h3VIFh\\_9AV4/UOW1damZ8bl/AAAAAAAAAEM/n-aH12Mce\\_0/s1600/Scan.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-h3VIFh_9AV4/UOW1damZ8bl/AAAAAAAAAEM/n-aH12Mce_0/s1600/Scan.jpg)>. Acesso em: 20 mar. 2018.

O fluxo de energia em um ecossistema é unidirecional, já o fluxo de nutrientes é cíclico, começando com materiais orgânicos

mortos (ou detritos), com microrganismos que produzem compostos como a amônia ( $\text{NH}_3$ ), o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), e o sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Posteriormente esses compostos são ainda decompostos até formas estabilizadas finais, ou oxidados na forma de nitrato, dióxido de carbono, sulfato e fosfatos. O dióxido de carbono é usado por vegetais como fonte de carbono, no entanto, os nitratos, fosfatos e sulfatos são usados como nutrientes ou os chamados elementos que constituem a formação de tecidos vegetais. Ou seja, os vegetais morrem e são usados por consumidores que acabam morrendo também, levando de volta à decomposição (VESILIND; MORGAN, 2011).



### Assimile

Uma grande preocupação sobre o uso de fertilizantes é a conhecida lixiviação de nitratos em águas subterrâneas, devido ao excesso de amônia nesses compostos, ou ainda os fertilizantes nitrogenados. Essa lixiviação é difícil medir, a menos que seja possível a construção de um balanço de nitrogênio para um determinado ecossistema.

Leia o texto "Adubação Nitrogenada" de Leonardo de Oliveira Machado para ajudar na compreensão desse assunto. O material está disponível em: <<http://www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24/Apostilas/Monitor%20Leonardo%20-%20Apostila%20Adub.%20Nitrogenada%2002.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

A Cadeia Alimentar é definida como a série linear de organismos pela qual flui a energia originalmente captada pelos seres autotróficos fotossintetizantes e quimiossintetizantes. Cada elo da cadeia alimentar é representado por um organismo, que se alimenta do organismo que o precede e serve de alimento para o organismo que a sucede. Assim, os vegetais recebem energia solar. Ratos por exemplo comem as sementes da grama e as corujas comem os ratos. Os ursos comem as corujas, os lobos, os ursos e assim sucessivamente. Essa sequência seria o que chamamos de cadeia alimentar, referindo-se à sequência de organismos que se alimentam dos seres de uma comunidade.

Dentro de uma cadeia alimentar, os seres autotróficos são denominados produtores, e os seres heterotróficos

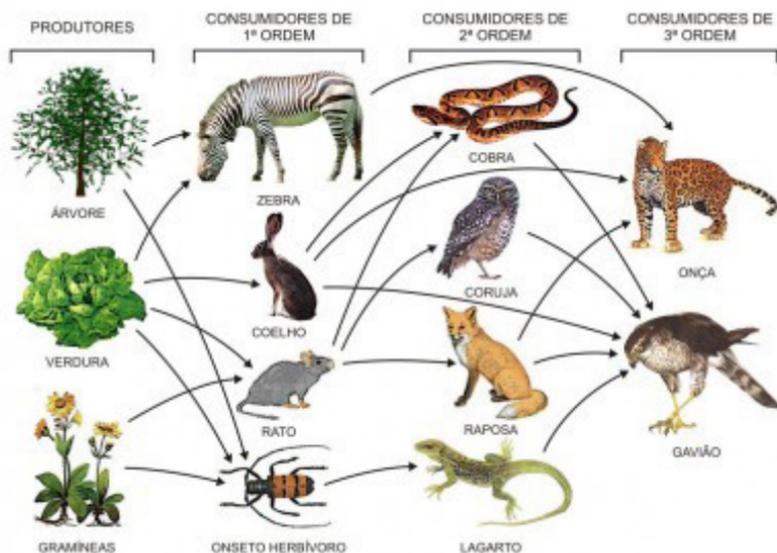
consumidores. Dentre os heterotróficos, podemos ainda distinguir os consumidores primários (herbívoros), secundários, terciários e quaternários (carnívoros), dependendo do nível trófico.

O processo pelo qual o ecossistema mantém-se em condição de um estado estacionário é conhecido como homeostase. Mesmo existindo variações dentro de um ecossistema, o efeito geral deve ser estabilizado entre produtores, consumidores, decompositores, energia dissipada e energia que é transferida entre os organismos componentes e seus níveis tróficos. Os decompositores por sua vez são fungos e bactérias que degradam a matéria orgânica, eliminando substâncias inorgânicas. Os decompositores fazem a reciclagem de nutrientes na natureza. Os decompositores agem em todos os níveis tróficos da cadeia alimentar.

Sabe-se ainda que as cadeias tróficas não ocorrem isoladas nos ecossistemas, uma vez que as relações alimentares entre os organismos de uma comunidade são muito complexas, com um mesmo organismo participando de diversas cadeias alimentares, até mesmo em níveis tróficos diferentes (NABORS, 2012).

Para interligar tamanhas interações diversificadas, foi criado um diagrama conhecido como Teia Alimentar ou redes alimentares, que são compostas de diversas cadeias alimentares interligadas por meio de linhas, que unem os vários componentes da comunidade entre si, evidenciando suas relações alimentares.

Figura 4.7 | Teias alimentares: interações de diversas cadeias alimentares interligadas para manutenção do equilíbrio do ecossistema em termos de relações alimentares



Fonte: <[http://www.sobiologia.com.br/conteudos/figuras/bio\\_ecologia/teia\\_alimentar.jpg](http://www.sobiologia.com.br/conteudos/figuras/bio_ecologia/teia_alimentar.jpg)>. Acesso em: 20 mar. 2018.

De acordo com Nabors (2012), podemos classificar as relações ecológicas entre os seres vivos da seguinte forma:

1. Relações intraespecíficas: são as que se estabelecem entre indivíduos da mesma espécie. Assim, organismos da mesma espécie quase sempre disputam recursos do meio, mas podem também auxiliar, havendo assim benefícios para ambos. Haverá:

a) Competição intraespecífica: existe a disputa de recursos: água, alimento, minerais, luz, locais para construção de ninhos e até mesmo parceiros para reprodução.

b) Cooperação intraespecífica: como no caso das colônias, cujos indivíduos da mesma espécie vivem agrupados de forma mutuamente vantajosa, tendo total divisão de trabalho.

c) No caso de sociedade: que são grupos de organismos da mesma espécie em que os indivíduos apresentam algum grau de cooperação, comunicação e divisão de trabalho, conservando relativa independência e mobilidade. Como exemplo, as colmeias de abelhas que juntas trabalham na obtenção de mel.

2. Relações interespecíficas: são as que se estabelecem entre indivíduos de espécies diferentes.

a) Trabalho de diversificação: em que há troca de ajuda, ou um serve de alimento para o outro.

b) Ganho de energia ou perda de energia: tendência a relação positiva, que são aquelas em que um ou ambos os indivíduos se encontram associados e beneficiam-se, não havendo prejuízo para nenhuma das partes. Já na relação negativa, sabe-se que há prejuízo para um dos participantes da relação ou ainda para ambos (NABORS, 2012).

3. Protocooperação: é um tipo de relação ecológica em que as espécies associadas trocam benefícios, mas também podem viver sozinhas. São também conhecidas como "cooperação ou mutualismo facultativo".

4. Predação: é a relação em que uma espécie animal mata e come indivíduos de outra espécie animal, que constituem suas presas. A espécie que se alimenta da outra é beneficiada, enquanto as presas são prejudicadas. Mecanismo que regula a densidade populacional, tanto de presas como predadores (NABORS, 2012).

5. Competição interespecífica:

- Sobreposição de nichos ecológicos.
- Quando duas espécies de uma comunidade disputam os mesmos recursos do ambiente, podem se dizer que seus nichos ecológicos se "sobrepõem" e ocorre competição interespecífica. Assim, por exemplo, espécies que comem capim, como os gafanhotos e o gado, competem pelo mesmo alimento, ocorrendo sobreposição da parte de seus nichos referentes à alimentação (NABORS, 2012).

6. Simbiose: no ano de 1978, um alemão o biólogo Heinrich Anton de Bary criou o conceito de simbiose para designar a relação ecológica próxima e interdependente de certas espécies de uma comunidade, com consequências vantajosas ou desvantajosas para pelo menos uma das partes. Podem-se distinguir como simbiose: comensalismo, mutualismo e parasitismo (NABORS, 2012). Quando há uma inter-relação de tal forma íntima entre os organismos envolvidos que se torna obrigatória.

Figura 4.8 | Simbiose: pulgão parasitando a planta.



Fonte: <<http://flores.culturamix.com/blog/wp-content/gallery/pulgao6/pulgao-17.jpg>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

- Inquilinismo e epifitismo: é uma associação, em que uma espécie irá precisar de outra para se abrigar ou se fixar. A espécie que sede espaço como abrigo poderá ter benefício ou neutralidade. Assim o inquilinismo é observado em animais, e o epifitismo em vegetais.
- Comensalismo: uma das espécies é beneficiada pela relação e a outra não obtém benefício nem prejuízo. O principal recurso buscado pelo comensal, como o próprio nome indica, é o alimento.
- Mutualismo: Ambas as espécies obtêm benefícios. Um exemplo clássico desse tipo de interação, são os líquens, em que fungos e algas se associam, e quando as algas fazem o processo de fotossíntese, produzindo matéria orgânica, os fungos se beneficiam, pois, usam essa matéria como fonte de alimento. E para as algas os fungos facilitam a absorção de água e de nutrientes.
- Parasitismo: é o tipo de relação em que uma espécie parasita associa-se a outra – a espécie hospedeira, causando-lhe prejuízos por se alimentar à sua custa. Com o tempo ambas ficam adaptadas uma a outra, tornando o prejuízo menor. Mas se o parasita morrer o hospedeiro também morrerá.

## A Influência humana nos ecossistemas

Podemos ver a todo tempo em jornais, internet, ou mesmo na tevê, que a grande influência humana nos diferentes ecossistemas acaba por interferir no equilíbrio desses sistemas. Isso é muito grave, pois todos os seres vivos estão envolvidos nessa complexa rede de interações, prejudicando mais e mais a manutenção da vida de nosso planeta.

Todos os seres humanos são imprevisíveis e o desenvolvimento de produtos como pesticidas clorados, que podem contaminar o ambiente, por exemplo, acaba por interferir no clima global. Ainda há casos mais graves como desastres ecológicos que acaba eliminando os seres vivos de um determinado ecossistema. Dessa forma, o ser humano se torna um fator de desequilíbrio ecológico, com graves consequências à sobrevivência da vida como a conhecemos.

Assim se citarmos:

- Efeitos dos pesticidas, em um ecossistema, como agrotóxicos, produtos químicos agrícolas que se decompõem muito lentamente e se armazenam nas células dos animais. Na cadeia alimentar, essas substâncias são facilmente transferidas de um organismo para outro. Isso é muito sério, pois na medida em que os níveis tróficos aumentam, esse produto se acumula, podendo afetar a saúde humana também.
- Efeitos de nutrientes em um ecossistema de lagos, é considerado um ecossistema bastante afetado pela ação humana. Imagine que as algas (produtores) recebem a energia do Sol e através da fotossíntese produz biomassa e oxigênio. Como as algas são os organismos que recebem a energia do Sol, ficam geralmente na superfície das águas dos lagos, assim como os peixes, pois grande parte dos alimentos ali se encontra, no entanto, no fundo do lago estão os organismos detritívoros, pois se alimentam de detritos que estão no fundo do lago.

Como sabemos, através da fotossíntese, as algas usam nutrientes de dióxido de carbono para produzir molécula de alta energia e oxigênio. Os consumidores, incluindo peixes, e outros organismos usam o oxigênio para produzir o CO<sub>2</sub>, transferindo os nutrientes para os decompositores na forma de matéria orgânica morta. Os nutrientes, como nitrogênio e fósforo (micronutrientes), são novamente usados pelos produtores. Algumas algas assimilam

nitrogênio da atmosfera, outras produzem nitrogênio que borbulha em água. Imagine que com as divergentes ações humanas, os prejuízos dos ecossistemas são incalculáveis, incluindo desequilíbrio ambiental e extinção de espécies.

O elemento fósforo é uma substância que não entra no sistema a partir da atmosfera, mas sim reciclando quantidades desse elemento a partir de decompositores. Isso é interessante, pois se a quantidade de fósforo disponível não fosse limitada, as reações metabólicas seriam aceleradas, a atividade metabólica do sistema aumentada e, por fim, poderia se autodestruir, porque toda a energia estaria em uma oferta abundante. Para que o sistema esteja em homeostase, alguns dos elementos, entre eles o fósforo, devem limitar a taxa de atividade metabólica, agindo como um verdadeiro freio no processo (VELISIND, MORGAN, 2011).



### Refleta

Imagine, por exemplo, se um escoamento de uma fonte externa de fósforo, como os fertilizantes da agricultura ou efluentes de uma estação de tratamento de águas residuais, fosse introduzido. Qual seria o freio do sistema em termos de produção de energia? O freio de energia seria liberado e as algas começariam a se reproduzir em taxa bastante elevada, resultando numa grande produção de alimentos para os consumidores, que estariam em uma taxa superior ao estado estacionário. Além disso, toda essa produção aumentaria a quantidade de matéria orgânica morta para os decompositores, que também se multiplicariam muito.

Assim, os impactos de poluentes orgânicos sobre o rio não são limitados aos efeitos de oxigênio dissolvido em água por exemplo. Como o ambiente muda, a competição por alimento e sobrevivência resulta em mudança em várias espécies de microrganismos em um rio e em suas composições químicas também.

- Efeitos de projetos em um ecossistema: se pensarmos na formação de aglomerados urbanos e industriais, sabendo da grande necessidade de água para abastecimento doméstico e industrial, além de irrigação e lazer, faz com que quase a totalidade das atividades humanas seja cada vez mais dependente da disponibilidade de águas continentais. Assim, se quando falamos de

atividades que envolvem a disposição de resíduos sólidos nas bacias hidrográfica, descarga de efluentes industriais e agrícolas, descarga de esgoto com fontes pontuais e não pontuais, verificamos que essas atividades acabam gerando alterações em ecossistemas terrestres e aquáticos (TUNDISI, 2008). Os impactos resultam na perda de parte da biota levando ao desequilíbrio do meio, que pode ser perceptível a curto ou longo prazo. Ainda se, por antecipação, engenheiros usassem técnicas que pudessem minimizar os impactos negativos para o ambiente seria muito interessante, evitando que animais entre na pista de rodovias. Por exemplo, se o trânsito mata muitos animais, além de fragmentar os ecossistemas, colocar cercas em lugares próximos a essas divisas, avisar para diminuir a velocidade através de propagandas, fazer um turismo contemplativo na região evitam mortes desnecessárias de animais. Ainda proibir a caça e contrabando de animais, espécies raras em extinção, não os retirar da natureza para colocá-los em cativeiros, todos esses cuidados são necessários para a manutenção dos ecossistemas.

- Efeitos da realização de queimadas em áreas verdes, poluição de gases que se acumulam na atmosfera, caça e pesca predatórias, invasão de propriedades de proteção ambiental, passando por trilhas, poluindo águas. Desmatamento para fim comercial e econômico.



### Pesquise mais

Leia o artigo de autoria de Cleber J. R. Alho, que trata do assunto da biodiversidade, referindo-se à diversidade biológica para designar a variedade de formas de vida em todos os níveis, desde microrganismos até a flora e fauna silvestres, além da espécie humana. "Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica". Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v26n74/a11v26n74.pdf>> Acesso em: 20 mar. 2018.

Devemos ainda pensar em como repor e cuidar da manutenção de diversos ambientes. Para isso, existem os bancos de sementes que acabam ajudando na manutenção e equilíbrio de espécies variadas de plantas e sementes.

## Etnovarietades

Quando falamos de etnovarietades, falamos de uma ampla variabilidade genética de determinado vegetal, como os frutos da região da Amazônia Brasileira, de grande potencial econômico e nutritivo.

De acordo com Yuyama et al., 2007, as várias etnovarietades, originando frutos de diferentes formatos e tamanhos, variações morfológicas e diferença na composição química, possibilitando melhor conhecimento da biologia da espécie e da constituição genética de suas etnovarietades, de forma a atender a demanda e a exigência da agroindústria. Estudos realizados com etnovarietades de cubiu (*S. sessiliflorum*) em 100 g de polpa integral, por exemplo, mostraram que os teores de microminerais e macrominerais, como: ferro, zinco, cobre, cromo, sódio e potássio, podem ajudar na prevenção de doenças crônicas nutricionais, como obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares e certos tipos de cânceres. Ainda sob o ponto de vista nutricional, o fruto pode ser mais uma opção para melhorar a alimentação da população, ou de pessoas com carência nutricional de certos alimentos.

Vale lembrar que as frequências gênicas estão relacionadas com fatores geográficos, ambientais, históricos e sistema de cruzamento. Porém, as frequências não permitem responder como a variabilidade é mantida dentro da população, contudo fornecem informações relacionadas com as forças de atuação da seleção (FARALDO et al., 2000). Sabe-se ainda que os marcadores isoenzimáticos, por sua quase neutralidade, caracterizam forças evolutivas que constituem eventos da variabilidade genética de populações, sem a influência da seleção natural, possibilitando maior compreensão do assunto. Apesar de haver algumas restrições quanto à utilização desses marcadores para a obtenção de estimativas de diversidade, os marcadores foram eficientes na caracterização da dinâmica evolutiva de etnovarietades da agricultura tradicional e na caracterização da dinâmica da movimentação de genes alelos em populações.

Os bancos de sementes tem um papel crucial na substituição de plantas eliminadas por causas naturais ou não, como senescência, doenças, movimentos de solo, queimada, estiagem, temperaturas adversas, inundação e consumo animal, incluindo a atuação do

homem. Dessa forma, os bancos de sementes apresentam um papel ecológico extremamente importante no suprimento de novos indivíduos para as comunidades vegetais ao longo dos anos. Cada vez mais, temos áreas devastadas, invadidas, desmatadas, destruídas. Todos os *habitats* vegetais, durante alguma época do ano, possuem, em maior ou menor quantidade, sementes no solo, como é o caso de terras cultivadas, pastagens, florestas, terras úmidas, terrenos desmatados e abandonados, refúgios silvestres, desertos etc. (CARMONA, 1992).

Apesar da grande maioria das sementes ser espalhada em proximidade da planta mãe, algumas apresentam características morfológicas que possibilitam a disseminação a longas distâncias, como em certas espécies da família *Compositae*. A disseminação de sementes através de maquinário e implementos agrícolas é extremamente importante, não só dentro de um mesmo campo, mas também na introdução de novas formações vegetais.



### Exemplificando

Os principais meios de disseminação de sementes são o vento, a água, os animais, o preparo do solo, o uso de lotes de semente contaminados, o maquinário agrícola. Chuvas excessivas também podem contribuir para a dispersão de sementes, especialmente em áreas acidentadas ou em locais onde a drenagem é deficiente. Ciclos de congelamento/degelo podem abrir rachaduras no solo, contribuindo dessa forma para o transporte vertical de sementes no solo. Insetos e outros pequenos animais também podem dispersar sementes, atuando tanto no transporte horizontal, quanto vertical, através da abertura de túneis e galerias no solo. Animais também podem atuar como importantes agentes disseminadores de sementes através do transporte ativo ou passivo, por meio das fezes ou aderidas ao corpo. O homem é um dos principais agentes disseminador de sementes invasoras.

Assim, compostos que favorecem a germinação de sementes, como compostos nitrogenados, hormônios e outros compostos químicos, devem favorecer a interação entre o ambiente e os agentes químicos, havendo ainda efeitos aditivos e interativos entre esses compostos. Um importante exemplo do potencial de tais tratamentos é a forte interação positiva entre etileno e nitrato na

germinação de várias espécies. O tamanho do banco de sementes num dado momento é o resultado do balanço entre entradas e perdas de mudas. O acréscimo de sementes no banco acontece pela produção de sementes pelas próprias plantas e em menor escala através do transporte por agentes naturais ou não, como as citadas anteriormente. As principais formas de perdas de sementes no solo ocorrem através da deterioração ou senescência, ataque de microrganismos, predação animal, transporte e principalmente germinação. O aceleração da taxa normal de decréscimo pode ser conseguido tanto através de tratamentos que afetem a viabilidade como a germinação das sementes. As ações do homem influenciam de maneira muito negativa a conservação de nossos ecossistemas. A taxa de predação e destruição é muito alta, sendo muito difícil substituir, repor, as espécies já extintas. A nossa consciência deve valer em conservar e manter o que temos, impedindo de uma forma ou de outra a destruição. Programas de conscientização, apoio da sociedade deveriam ser uma prática comum na vida das pessoas, isso ajudaria muito a minimizar os efeitos da destruição de nosso planeta. Todo ato de destruição traz consequências graves à vida das pessoas, plantas e animais. Todos deveriam estar em sintonia, funcionando harmonicamente. Pensemos em cada um fazer a sua parte, isso já é um bom começo.

Leia o conteúdo desta seção e complemente seus estudos com indicações de textos, vídeos, aproveitando ao máximo as dicas dadas por seu professor. Ainda não esqueça de fechar esta unidade com a construção do catálogo das diferentes famílias estudadas, entendendo agora o ambiente em que as espécies vegetais vivem e sua importância para os ecossistemas.

Ficamos por aqui. Que você tenha gostado de conhecer o mundo das plantas, ele o acompanhará sempre!

## Sem medo de errar

Diante do conhecimento de todos os aspectos de espécies e coberturas vegetais, importância de bioma e ecossistemas, qual seria a dimensão do impacto de um desastre ecológico para a interação entre organismos e ecossistemas? Podemos

considerar que houve a influência do homem no ecossistema aquático e em outros ecossistemas? O que isso pode acarretar para gerações futuras?

Como verificamos, os ecossistemas estão interligados uns com os outros e exercem uma certa dependência alimentar e de sobrevivência com relação aos constituintes dos variados ambientes: terrestres e aquáticos. Assim, uma modificação, ou interferência tão significativa, como foi o acidente de Mariana em Minas Gerais, trouxe consequências sérias para os diversos ambientes, comprometendo a vida desses ecossistemas, além da vida da própria população.

Para que possamos finalizar a disciplina Fundamentos de Botânica, e sabendo que discutimos sobre os diferentes sistemas de classificação de espécies de organismos e biomas, elabore um Catálogo Ilustrado sobre quais seriam os principais sistemas de classificação botânica e biomas regionais que você conheceu no estudo desta disciplina. Explique cada um deles e coloque a importância deste conhecimento para manutenção do equilíbrio no nosso meio ambiente.

## Faça valer a pena

**1.** Se pensarmos no fluxo de energia e de matéria do ecossistema, podemos dizer que tanto a energia como a matéria que flui dentro do ecossistema apresenta uma diferença fundamental: o fluxo de energia se dá em apenas uma direção, enquanto o fluxo de matéria é cíclico. Assim, toda energia que provém do Sol é considerada a nossa energia luminosa, que é usada por todos nós e também pelos vegetais para realizar a fotossíntese e fabricar o próprio alimento.

Dentre as diversas interações que conhecemos, de um modo bem geral, quais seriam os tipos de organismos que constituem os nossos ecossistemas?

- a) Vegetais e animais = produtores; animais = consumidores primários; bactérias = consumidores terciários.
- b) Vegetais = produtores; animais = decompositores; bactérias e fungos = consumidores secundário e terciário.
- c) Vegetais = produtores; animais = produtores de energia; fungos e bactérias = consumidores finais.

d) Vegetais = produtores; animais = consumidores; fungos e bactérias = decompositores.

e) Vegetais = produtores; animais = transformadores de energia primária; fungos e bactérias = consumidores primários e secundários.

**2.** Para interligar tamanhas interações diversificadas foi criado um diagrama, conhecido como teia alimentar ou redes alimentares, que é composto de diversas cadeias alimentares interligadas por meio de linhas, que unem os vários componentes da comunidade entre si, evidenciando suas relações alimentares.

Com relação as teias alimentares, qual a grande importância de suas interações entre os diferentes organismos que fazem parte das cadeias alimentares?

a) As diversas cadeias alimentares formam as teias e ajudam na manutenção do clima, diminuição de poluentes em mares e rios.

b) As diversas cadeias alimentares formam as teias e garantem a manutenção da homeostase ácida dos solos e plantações diversas.

c) As diversas cadeias alimentares interligadas garantem a manutenção do equilíbrio do ecossistema em termos de relações alimentares.

d) As teias alimentares se envolvem entre si para manutenção da dispersão de sementes entre os diferentes ecossistemas.

e) As teias alimentares colaboram com a diminuição das geleiras e inundações dos oceanos em áreas terrestres.

**3.** A Influência humana nos ecossistemas acaba por interferir no equilíbrio desses sistemas, isso é muito grave, pois todos os seres vivos estão envolvidos nessa complexa rede de interações, e essa interferência prejudica a vida dos seres vivos de nosso planeta.

Diante de uma perspectiva ecológica, o ser humano acaba sendo uma ameaça para o meio em que vivemos, por que colocamos o homem como o verdadeiro vilão desse desequilíbrio ambiental?

a) Porque ele não faz uso da agricultura de maneira excessiva, assim como caça e pesca para própria alimentação.

b) Porque ele tem diminuído o tempo no trânsito com uso de combustíveis menos agressivos como etanol.

c) Porque ele tem diminuído o uso de produtos químicos que vai para os rios e oceanos, fazendo com que essa quantidade não se acumule em solos e plantações.

- d) Porque ele faz uso de produtos biodegradáveis em diferentes ecossistemas e favorece a manutenção de um verdadeiro equilíbrio nas matas, cachoeiras, estradas, conservação de espécies animais e vegetais.
- e) Porque ele faz uso de agrotóxicos, caça e pesca predatória, queimadas, desmatamento, desastres ambientais, causando, assim, um desequilíbrio ecológico.

# Referências

- ALHO, C. J. **Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica.** Estudos avançados 26 (7R4), 2012.
- CARMONA, R. **Problemática e Manejo de Banco de Sementes de Invasoras em Solos agrícolas Planta Daninha,** v. 10, n. 1/2, 1992.
- BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. **Gestão Ambiental. Ambiente e Saúde.** 1 ed. São Paulo: Érica, 2014.
- BOTKIN, D.B.; KELLER, E. **A Ciência Ambiental: Terra, um Planeta vivo.** 7 ed. São Paulo: LTC, 2011.
- BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm)>. Acesso em: 19 jan. 2018.
- CASSINI, S. T. **Ecologia Conceitos fundamentais.** Universidade Federal do Espírito Santo – UFES - Centro Tecnológico - CT - Programa de pós-graduação em engenharia ambiental – PPGEA UFES, 2005. Disponível em: <[https://www.inf.ufes.br/~neyval/Gestao\\_ambiental/Tecnologias\\_Ambientais2005/Ecologia/CONC\\_BASICOS\\_ECOLOGIA\\_V1.pdf](https://www.inf.ufes.br/~neyval/Gestao_ambiental/Tecnologias_Ambientais2005/Ecologia/CONC_BASICOS_ECOLOGIA_V1.pdf)> Acesso em: 22 dez. 2017.
- COUTINHO, L. M. **O conceito de bioma.** Acta bot. bras. 20(1): 13-23. 2006.
- FARALDO, M. I. F; da Silva, R. M.; Ando, A.; Martins, P. S. Variabilidade Genética de Etnovariiedades de Mandioca em Regiões Geográficas do Brasil. *Scientia Agricola*, v.57, n.3, p.499-505, 2000.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Sistema Nacional de Unidades Conservação – SNUC. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protetidas/sistema-nacional-de-ucs-snuc>> Acesso em: 22/12/2017.
- NABORS, M.W. **Introdução a Botânica.** 1. ed. São Paulo: ROCA, 2012.
- O que é um Ecossistema e um Bioma. Dicionário Ambiental. **((o))eco**, Rio de Janeiro, jul. 2014. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28516-o-que-e-um-ecossistema-e-um-bioma/>>. Acesso em: 10 dez. 2017.
- PHILIPPPI Jr. **Mudanças Climáticas – do local ao global.** 1 ed. São Paulo: Manole, 2014.
- SANTIAGO, S. A. **Educação Ambiental: Sustentabilidade e Globalização, destacando os Ecossistemas, Biodiversidade e a Educação Ambiental na Escola.** Recuperação Paralela. Anhanguera Publicações: Valinhos 2015.
- SNIF – Sistema Nacional de Informações Florestais. **SFB e BID apoiam conservação do Cerrado.** Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/noticias-do-sfb/sfb-e-bid-apoiam-conservacao-do-cerrado>> Acesso em: 22/12/2017.

SNIF – Sistema Nacional de Informações Florestais. **Ação coordenada combaterá desmatamento**. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/noticias-do-sfb/acao-coordenada-combatera-desmatamento>>. Acesso em: 22 dez. 2017.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. 1 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 632 p.

VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011

YOUNG, C. E. F; BAKKER, L. B; BUCKMANN, M. F. Y; MATOS, C .H.; TAKAHASHI, L.; SILVA, M. L. B. **Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza**. Valoração de Unidades de Conservação: benefícios econômicos e sociais gerados pelas reservas particulares de patrimônio natural da fundação grupo boticário de proteção à natureza. Curitiba. Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, 2015.

YUYAMA, L. K. O.; MACEDO, S. H. M; AGUIAR, J. P. L; FILHO, D. S.; YUYAMA, K., FÁVARO, D. I. T; VASCONCELLOS, M. B. A **Quantificação de macro e micronutrientes em algumas etnovariiedades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)** Acta Amazônica. vol. 37(3): 425 – 430, 2007.









ISBN 978-85-522-0552-4



9 788552 205524 >