

Botânica 2

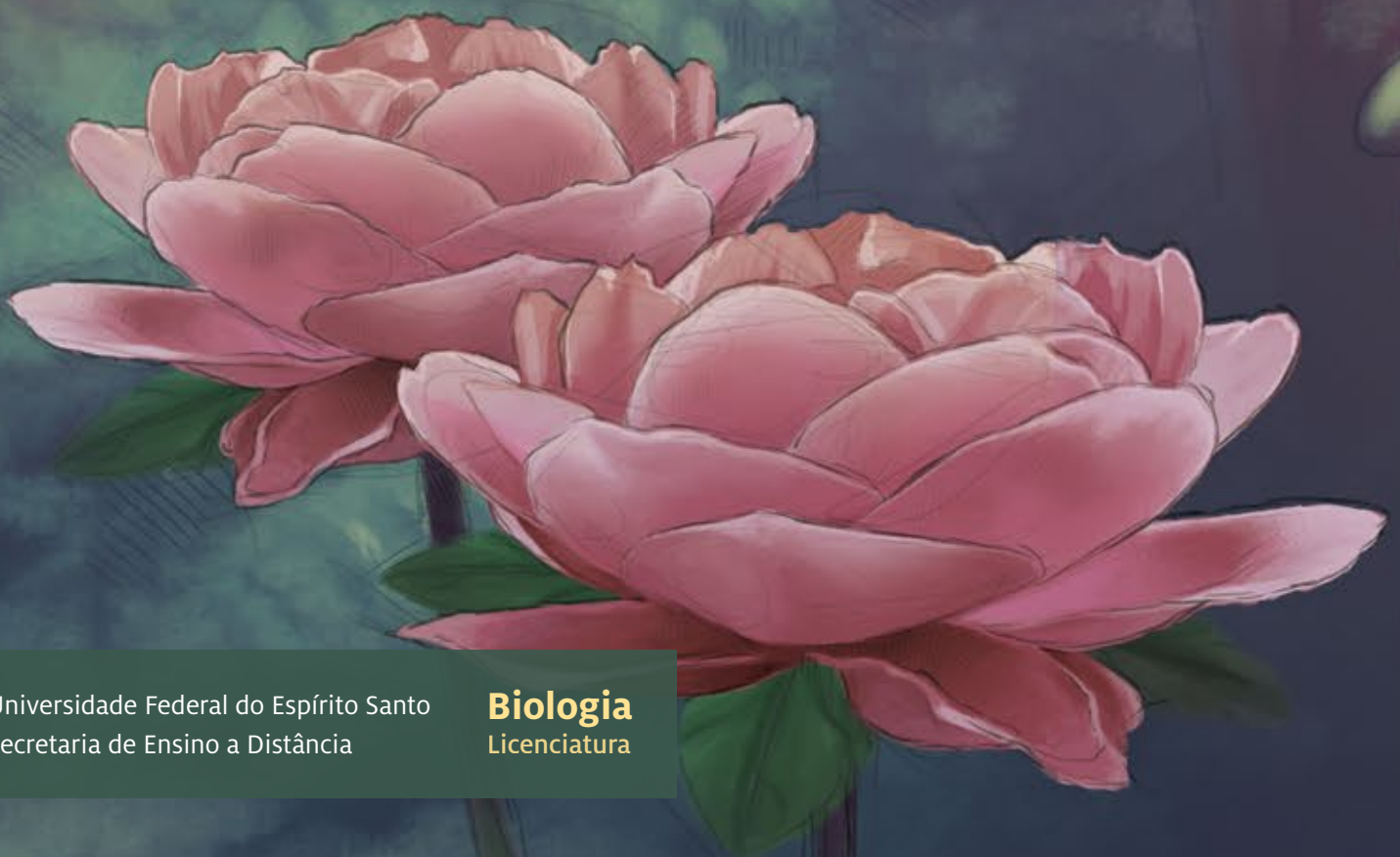
Biologia das plantas vasculares

Valquíria Ferreira Dutra (Org.)

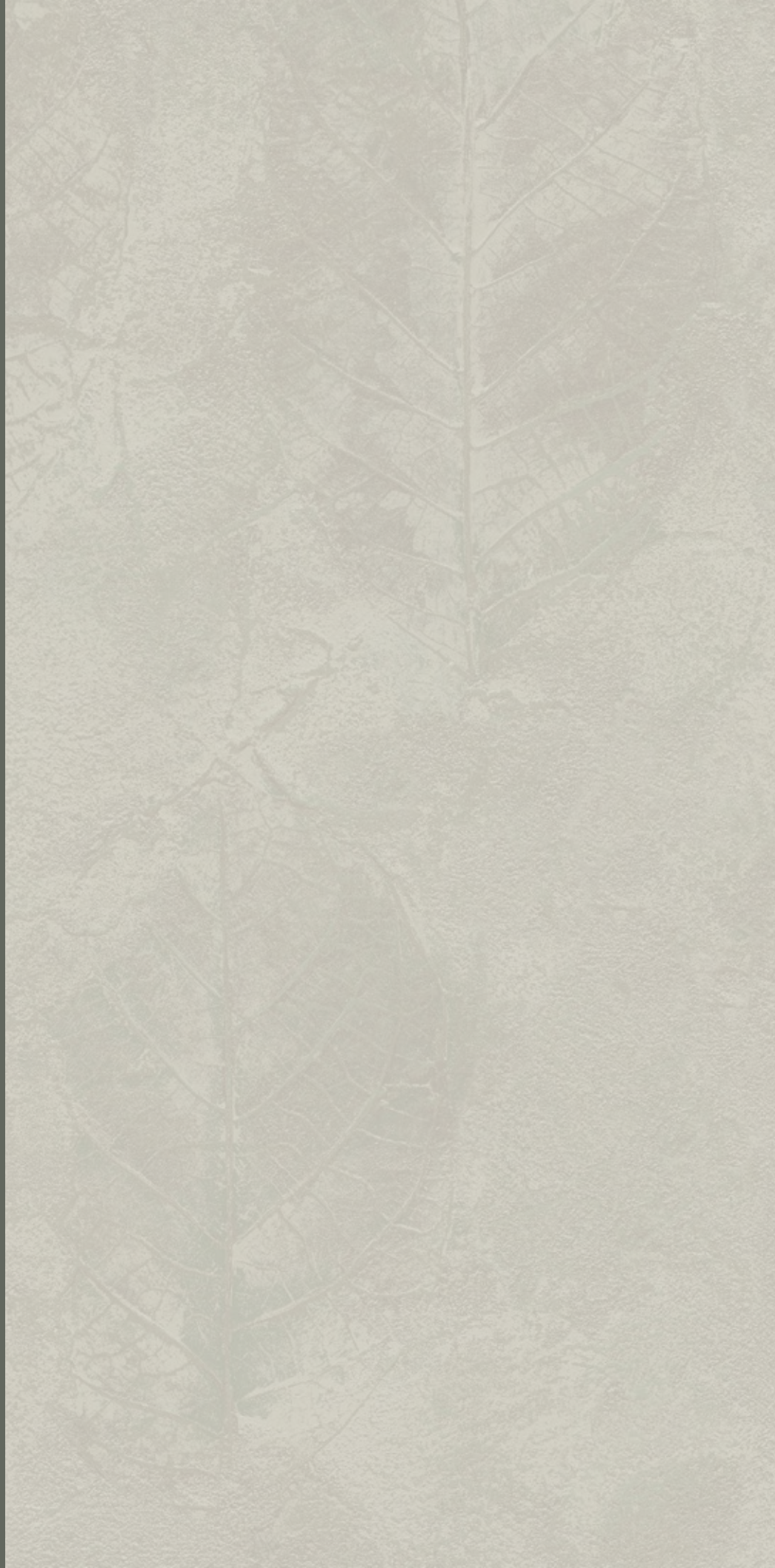
Diego Tavares Iglesias

Aline Pitol Chagas

Luciana Dias Thomaz



B iologia das Plantas Vasculares foi escrito com a finalidade de atingir três objetivos: primeiro, apresentar o conteúdo de morfologia e sistemática vegetal por meio de um texto simples e didático, auxiliando a compreensão dos conteúdos pelo aluno do ensino à distância; segundo, mostrar a importância das plantas e como elas estão presentes no nosso cotidiano; terceiro, fornecer textos com curiosidades sobre as plantas que surgem no nosso dia-a-dia. Para ajudara atingir esses objetivos, o livro foi organizado em duas unidades, uma sobre morfologia do corpo da planta, que traz as noções básicas sobre a morfologia externa dos órgãos vegetativos e reprodutivos; e a outra sobre diversidade das traqueófitas, que trata da morfologia, evolução e riqueza de espécies pertencentes a esse grupo. Cada capítulo, além do conteúdo geral, possui textos extras, como o “Relembrando”, que lembra conteúdos já vistos ao longo do curso, o “Você sabia?”, com conceitos ainda não vistos pelos alunos, além de textos com curiosidades, com a importância econômica das plantas e exercícios para a fixação do conteúdo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria de Ensino a Distância

Botânica 2

Biologia das plantas vasculares

Valquíria Ferreira Dutra (*Org.*)

Diego Tavares Iglesias

Aline Pitol Chagas

Luciana Dias Thomaz

Vitória
2015

Presidente da República

Dilma Rousseff

Ministro da Educação

Renato Janine Ribeiro

Diretoria de Educação a Distância**DED/CAPES/MEC**

Jean Marc Georges Mutzig

UNIVERSIDADE FEDERAL**DO ESPÍRITO SANTO****Reitor**

Reinaldo Centoducatte

Secretária de Ensino a Distância – SEAD

Maria José Campos Rodrigues

Diretor Acadêmico – SEAD

Júlio Francelino Ferreira Filho

Coordenadora UAB da UFES

Teresa Cristina Janes Carneiro

Coordenadora Adjunta UAB da UFES

Maria José Campos Rodrigues

**Diretor do Centro de Ciências
Humanas e Naturais (CCHN)**

Renato Rodrigues Neto

**Coordenadora do Curso de Graduação
Licenciatura em Biologia – EAD/UFES**

Luciana Dias Thomaz

Revisor de Linguagem

Gabriela do Couto Baroni

Design Gráfico

Laboratório de Design Instrucional – SEAD

SEAD

Av. Fernando Ferrari, nº 514

CEP 29075-910, Goiabeiras

Vitória – ES

(27) 4009-2208

Laboratório de Design Instrucional (LDI)**Gerência**

Coordenação:

Letícia Pedruzzi Fonseca

Equipe:

Giulliano Kenzo Costa Pereira

Patrícia Campos Lima

Diagramação

Coordenação:

Geyza Dalmásio Muniz

Equipe:

Amanda Ardisson

Ilustração

Coordenação:

Priscilla Garone

Equipe:

Pedro Feijó

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

B748 Botânica 2 : biologia das plantas vasculares / Valquíria Ferreira Dutra (org.) ; [autores] Diego Tavares Iglesias, Aline Pitol Chagas, Luciana Dias Thomaz. - Vitória : Universidade Federal do Espírito Santo, Secretaria de Ensino a Distância, 2015. 220 p. : il. ; 28 cm

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-63765-33-8

1. Botânica. 2. Plantas. 3. Morfologia vegetal. 4. Diversidade vegetal. 5. Plantas – Evolução. I. Dutra, Valquíria Ferreira. II. Iglesias, Diego Tavares. III. Chagas, Aline Pitol. IV. Thomaz, Luciana Dias.

CDU: 581



Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir deste trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam ao autor o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

A reprodução de imagens nesta obra tem caráter pedagógico e científico, amparada pelos limites do direito de autor, de acordo com a lei nº 9.610/1998, art. 46, III (citação em livros, jornais, revistas ou qualquer outro meio de comunicação, de passagens de qualquer obra, para fins de estudo, crítica ou polêmica, na medida justificada para o fim a atingir, indicando-se o nome do autor e a origem da obra). Toda reprodução foi realizada com amparo legal do regime geral de direito de autor no Brasil.



Sumário

Prefácio	6
Apresentação	8
Capítulo 1	10
Introdução Geral	13
Unidade 1	24
Morfologia do corpo da planta	25
Capítulo 2	26
Raiz e caule	29
Capítulo 3	48
Folha	51
Capítulo 4	62
Flor	65
Capítulo 5	82
Frutos e sementes	85

Unidade 2	100
Diversidade Vegetal	101
Capítulo 6	102
Plantas vasculares sem sementes	105
Capítulo 7	122
Gimnospermas	125
Capítulo 8	142
Angiospermas	145
Capítulo 9	162
Reprodução sexuada nas angiospermas	165
Capítulo 10	178
Principais famílias de angiospermas da flora do Espírito Santo	181
Anexos	194
Anexo 1: Eras Geológicas	197
Anexo 2: Sistemática vegetal e nomenclatura botânica	199
Anexo 3: Coleta de material botânico e coleções botânicas	203
Referências	212




Prefácio

O ensino de ciências é algo desafiador. Mais desafiador ainda é prover o ensino à distância de recursos que facilitem e ampliem o aprendizado desses saberes. A grande contribuição deste livro está em viabilizar o ensino da botânica dentro do universo da educação à distância, preenchendo uma grande lacuna da literatura botânica brasileira.

A botânica muitas vezes é referida como uma ciência descritiva e desprovida de atrativos. Cabe aos professores a habilidade de apresentar o maravilhoso mundo das plantas, tão belo e fascinante, de forma que faça jus ao codinome *Scientia amabilis*, atribuído por Lineu, à Botânica.

Da forma com que é apresentado, este livro possibilita a percepção, a reflexão, o aperfeiçoamento e o despertar para a ciência das plantas, servindo como uma ótima ferramenta tanto para os alunos, assim como para tutores e professores.




O conteúdo deste livro explora conceitos, hipóteses e pressupostos tecnológicos e metodológicos sem perder de vista o espaço de criatividade, que tanto se almeja em processos educacionais.

Parabenizo aos autores pela obra e felicito aos alunos da educação à distância que, a partir de agora, dispõem de uma oportunidade ímpar de aperfeiçoar seus conhecimentos em botânica.

Maria Cristina Teixeira Braga Messias
Professora de Botânica da Universidade Federal de Ouro Preto

Ouro Preto, 19 de outubro de 2015.







Apresentação

A Morfologia e Sistemática Vegetal é um ramo da Botânica que estuda as formas e as estruturas das plantas, classificando-as conforme suas especificidades, sendo de grande importância na compreensão das estratégias adaptativas das espécies em seus diferentes habitats. Além disso, fornece dados essenciais para outras áreas da Botânica, como a Ecologia e a Fisiologia.

Apesar de fascinante, por suas propriedades alimentícias, medicinais e ornamentais, o estudo das plantas ainda encontra resistência por parte dos estudantes, seja pela falta de compreensão e percepção do mundo vegetal, seja pelos muitos conceitos e termos, ou, até mesmo, pela carência de literatura específica nessa área. Com o intuito de transpor essa barreira, organizamos este livro, de leitura simples e didática, em duas unidades: [1] Morfologia do corpo da planta, que apresenta as noções básicas sobre a morfologia externa da raiz, do caule, da folha, da flor, do fruto e da semente, e [2] Diversidade vegetal, que trata da morfologia, evolução






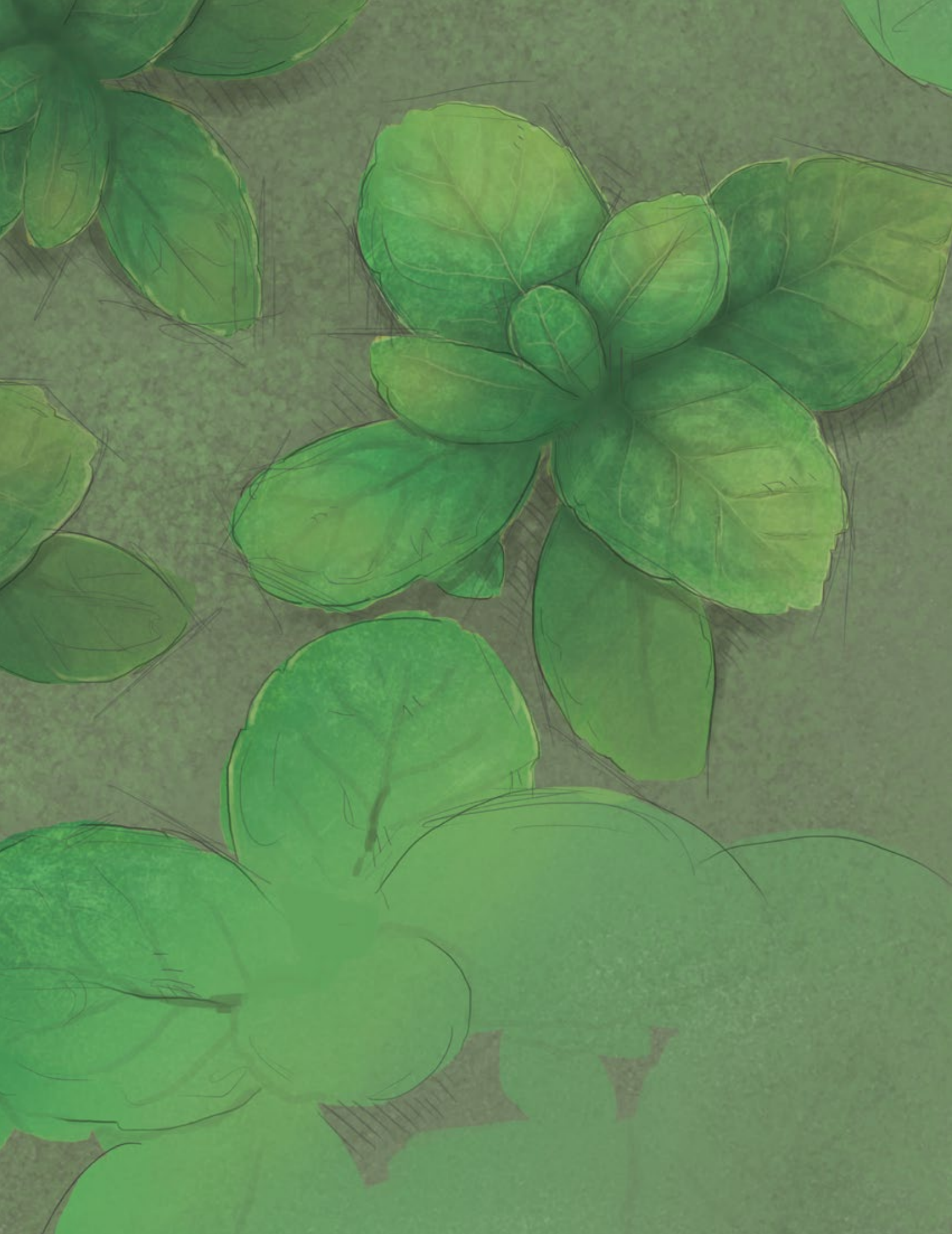
e riqueza de espécies das traqueófitas: samambaias, gimnospermas e angiospermas. Por meio do estudo descritivo e comparativo da morfologia dos vegetais, buscamos compreender a história evolutiva das plantas vasculares e a colonização do ambiente terrestre.

Gostaríamos de agradecer à equipe de design do Laboratório de Design Instrucional (Sead/Ufes), pelas ilustrações e pela diagramação do livro; e a UAB/Capes, pelo suporte técnico e apoio financeiro.

O conhecimento exige dedicação e disciplina, por isso, leia o texto com atenção, faça os exercícios propostos e reveja os conceitos sempre que tiver dúvida. Esperamos que este livro ajude você a descobrir quão interessante pode ser estudar Botânica e como as plantas estão presentes no nosso cotidiano.

Os autores







Capítulo 1

Introdução geral

Introdução geral



O que são plantas?

Comumente, os termos “planta” e “vegetal” se referem aos organismos do Reino Plantae definidos como seres eucariontes, pluricelulares e autótrofos fotossintetizantes. Nesse grupo, atualmente, estão incluídas todas as **plantas terrestres** (briófitas e plantas vasculares). As algas verdes, pardas e vermelhas também já fizeram parte desse reino, mas, sabe-se que esses grupos pertencem a linhagens que evoluíram separadamente das plantas e, portanto, não formam um grupo monofilético. Atualmente, estão incluídos no Reino Protista.

RELEMBRANDO



Grupo monofilético: conjunto de indivíduos que descende de um único ancestral, isto é, compartilha uma série de características únicas, chamadas sinapomorfias.

As plantas terrestres formam um grupo monofilético chamado **embriófitas** (Figura 1), pois todas possuem um embrião de duração variada, que constitui o esporófito jovem. As embriófitas são uma linhagem que evoluiu a partir de um grupo de algas verdes, adquirindo, ao longo da história evolutiva, várias adaptações para viver no ambiente terrestre.

RELEMBRANDO



Esporófito é a fase diploide ($2n$), produtora de esporos, em plantas com alternância de gerações.

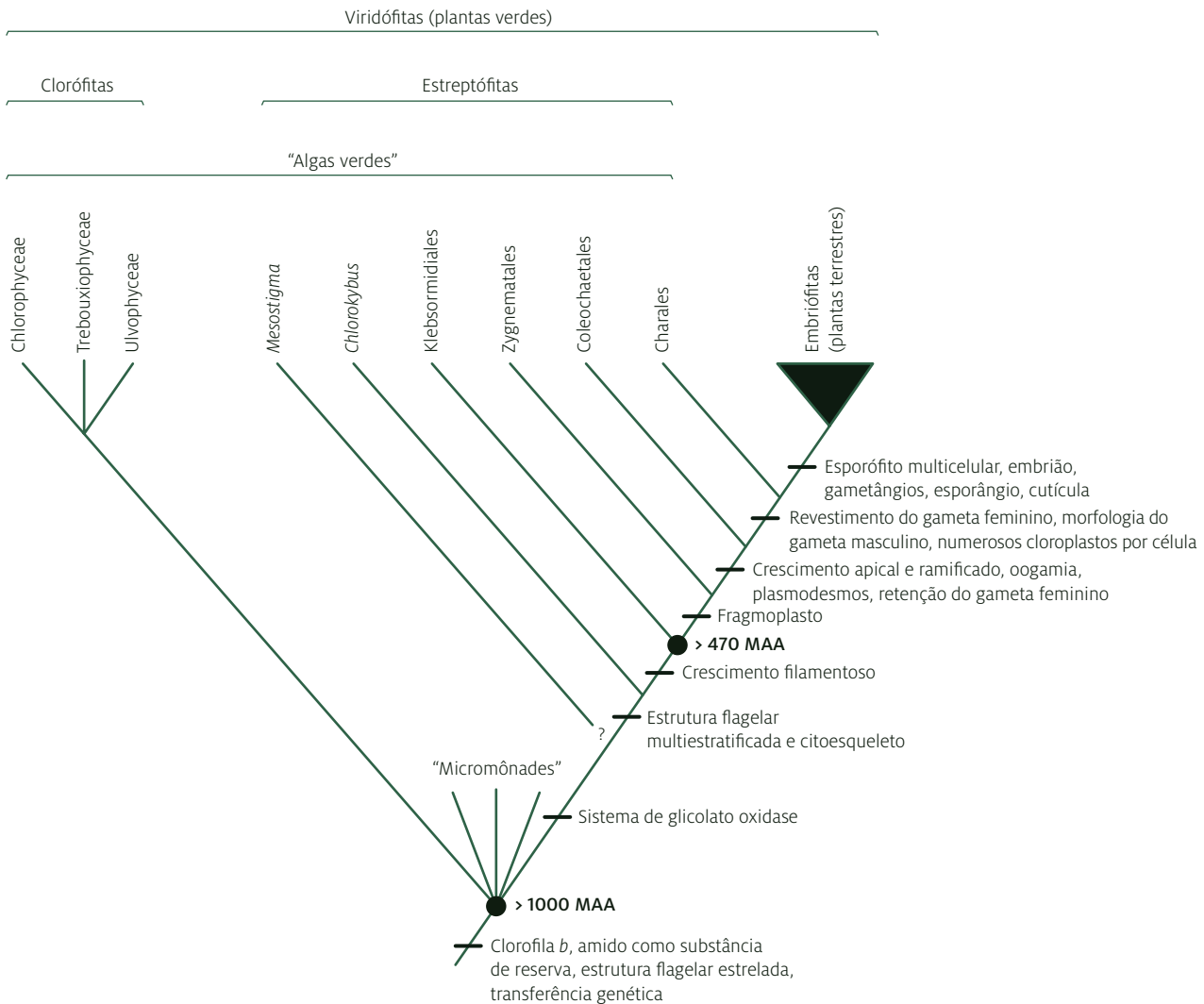


Figura 1
 Filogenia das plantas verdes. Fonte: JUDD, W. S. et al. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. Tradução André Olmos Simões et al. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 157. (Adaptado).

As linhagens mais antigas de embriófitas, ainda presentes nos dias de hoje, são as plantas avasculares: musgos, hepáticas e antóceros. Apesar de abundantes em ambientes úmidos, como no interior de florestas tropicais, as plantas avasculares apresentam pequeno porte, atingindo poucos centímetros de altura. Isso porque elas não possuem um sistema vascular para conduzir água e minerais do solo por todo o corpo da planta, e esse transporte ocorre basicamente por difusão, de célula a célula, o que limita o seu tamanho. Neste livro, estudaremos as plantas vasculares, também chamadas de traqueófitas, que adquiriram um sistema vascular muito eficiente e se tornaram as plantas terrestres mais abundantes desde o período Devoniano (ver Anexo 1).

Que características distinguem as plantas vasculares (traqueófitas)?

A linhagem das traqueófitas adquiriu um sistema vascular bem desenvolvido, que consiste em tecidos especializados na condução de substâncias. Um dos tecidos, o xilema, transporta água e sais minerais do solo para as partes aéreas, onde ocorre a produção de alimento por meio da fotossíntese, enquanto o floema conduz os produtos da fotossíntese para as demais partes da planta. O xilema também trouxe outro benefício para essas plantas: suas células, chamadas traqueídes (Figura 2), são alongadas, com paredes espessas e enrijecidas por uma substância chamada lignina, permitindo uma condução de água mais eficiente, além de fornecer sustentação interna, fazendo com que as plantas cresçam consideravelmente em altura. O aumento no porte auxiliou a busca e a competição por luz solar e a dispersão dos esporos. Portanto, o aparecimento dos tecidos condutores e a lignificação do xilema, juntamente com diversas adaptações para a existência no ambiente terrestre, permitiram o sucesso na conquista e no domínio desse ambiente.

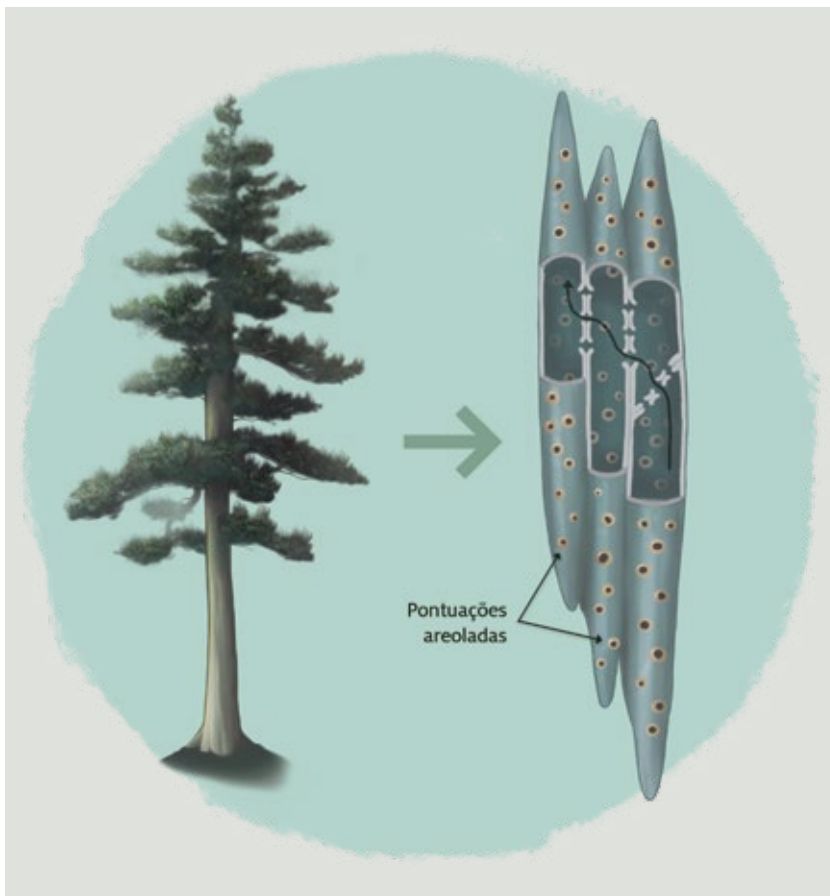


Figura 2

Traqueídes. Essas células são parcialmente sobrepostas, formando um segmento do xilema. O fluxo de água pode passar, através das pontuações, para as traqueídes vizinhas.

Nas plantas vasculares também surgiu outra novidade evolutiva que as difere das plantas avasculares: um esporófito independente do gametófito, capaz de realizar fotossíntese. Nas plantas avasculares, o esporófito possui um período de vida curto em relação ao gametófito, sendo também nutricionalmente dependente desse para sobreviver.

Como eram as primeiras plantas vasculares e quais grupos deram origem a elas?

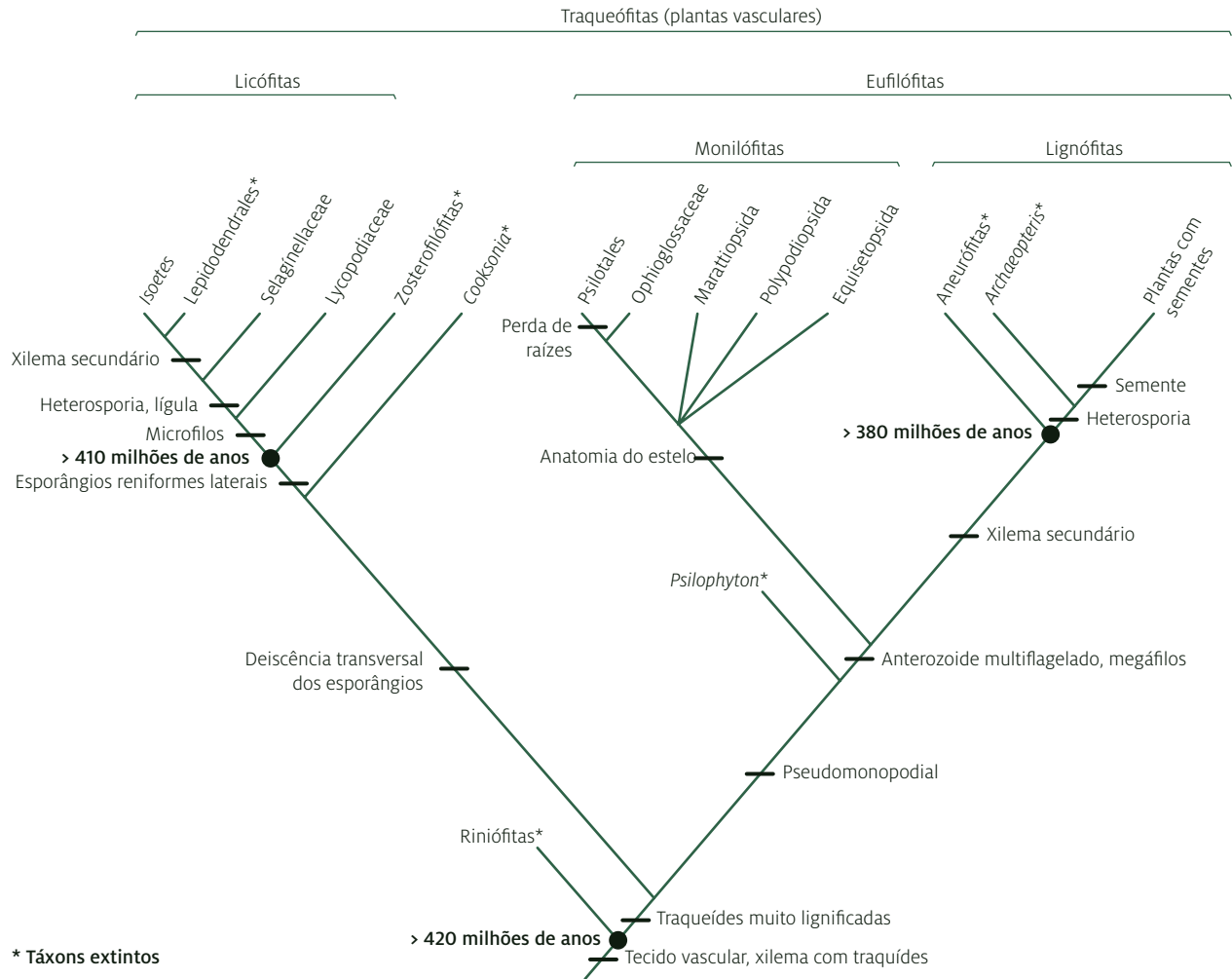
As primeiras plantas vasculares tinham caules aéreos dicotomicamente ramificados e fotossintetizantes, não apresentando raízes e folhas (Figura 3). De acordo com o registro fóssil, viviam em áreas pantanosas e sua fixação no substrato se dava por ramificações de um rizoma, um caule subterrâneo horizontal. Além da realização da fotossíntese, os caules aéreos portavam esporângios, estruturas esféricas ou alongadas que produziam os esporos (células haploides responsáveis pela reprodução assexuada no ciclo de vida das plantas), também presentes nas plantas vasculares sem sementes atuais.



Figura 3
Aglaophyton, uma das primeiras plantas terrestres.

Dos primeiros grupos de plantas vasculares já extintos, surgiram duas linhagens distintas (Figura 4): uma contendo as licófitas modernas (Filo Lycophyta), representadas pelos licopódios e pelas selaginelas, e outra

que inclui as demais plantas vasculares, as eufilófitas, representadas pelas samambaias (Filo Monilophyta) e pelas plantas com sementes (Filo Spermatophyta). A principal característica que separa essas linhagens é a presença de gametas masculinos multiflagelados nas eufilófitas, em oposição aos gametas biflagelados na maioria das licófitas.



Outra diferença encontrada entre as licófitas e as eufilófitas é a presença de folhas do tipo micrófilo nas licófitas e do tipo megáfilo nas eufilófitas. As folhas das licófitas geralmente apresentam um único feixe vascular e possuem um tamanho menor que as folhas das eufilófitas, por esse motivo, recebem o nome de micrófilos. Segundo a Teoria da Enação (Figura 5), esse tipo de folha pode ter evoluído como protuberâncias laterais superficiais do caule ou da esterilização de esporângios nos ancestrais de Lycophyta.

Figura 4

Filogenia das plantas vasculares. Fonte: EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Raven – Biologia Vegetal**. Tradução Ana Claudia M. Vieira et al. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. p. 404. (Adaptado).



Figura 5
Evolução de micrófilos, segundo Teoria da Enação.

Já nas eufilófitas, as folhas são maiores e com um sistema vascular bem ramificado, recebendo o nome de megáfilos. Esses provavelmente surgiram de um sistema inteiro de ramos por meio de uma série de passos, explicados pela Teoria Telomática (Figura 6): [1] as primeiras plantas tinham um eixo dicotomicamente ramificado, sem folhas e sem distinção entre eixos e megáfilos; [2] ramificações desiguais resultaram em ramos com crescimento mais intenso, que dominaram os ramos com crescimento menor; [3] os ramos com crescimento menor representaram o início das folhas e as porções com crescimento mais intenso se tornaram eixos semelhantes a caules, havendo, posteriormente, um achatamento dos ramos laterais; [4] por fim, ocorreu a fusão dos ramos laterais, que estavam separados, formando a folha.

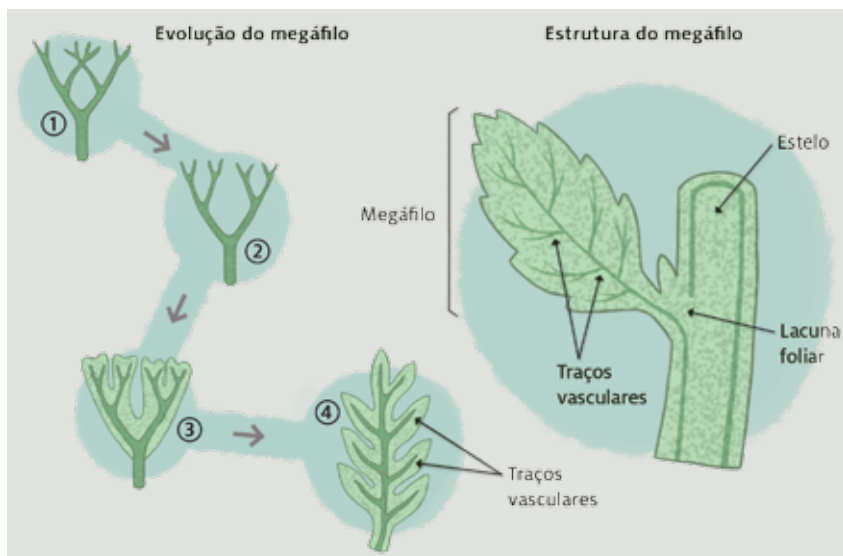


Figura 6
Evolução de megáfilos, segundo Teoria Telomática.

Nas **espermatófitas** também surgiu uma novidade evolutiva na reprodução, o aparecimento da **semente**, uma forma de proteger o embrião contra a dissecação. As plantas com sementes incluem as **gimnospermas**, como pinheiros e ciprestes, e as **angiospermas**, as plantas com flores.

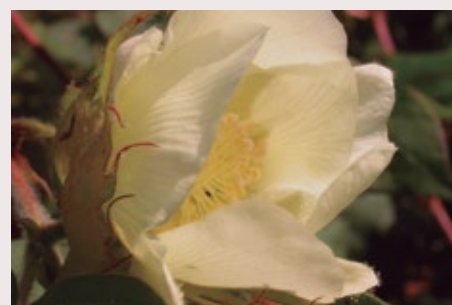
Na Unidade I deste livro, estudaremos o corpo da planta e, na Unidade II, a diversidade das plantas vasculares, iniciando pelas Lycophyta e Monilophyta que, até pouco tempo atrás, eram chamadas de pteridófitas, seguidas pelas gimnospermas e, depois, pelas angiospermas, as plantas com flores.

AS PLANTAS NO DIA A DIA

As plantas e seus derivados estão presentes em vários momentos do nosso dia, desde o despertar até a hora de dormir, entretanto, essa presença nem sempre é notada. Desde os primórdios da humanidade, os vegetais são utilizados de várias maneiras. Além de alimento, eles podem ser transformados em abrigo ou servir na fabricação de utensílios, roupas e até mesmo na produção de calor. Durante a evolução do homem, novas formas de utilização direta ou indireta dos vegetais vêm sendo descobertas. Embora atualmente vivamos na era da tecnologia e de sociedades altamente industrializadas, continuamos a depender dos vegetais no nosso dia a dia, principalmente utilizando-os de formas mais sofisticadas, por exemplo, como integrantes de óleos lubrificantes de motores de aeronaves.

Ao levantarmos pela manhã, após uma noite de sono passada em lençóis (algodão ou linho), uma das primeiras atividades que desenvolvemos é a de tomar banho, o que envolve a utilização de sabonete, xampu, condicionador (fragrâncias, saponinas, óleos) e, muitas vezes, uma bucha vegetal (frutos de *Luffa* sp). Não podemos esquecer também da toalha de banho (algodão) que utilizamos para nos enxugar, do papel higiênico (fibras de celulose), da pasta de dente (fragrâncias, saponinas), do creme de barbear (fragrâncias, sabão), do creme hidratante (óleos, fragrâncias), do talco (pó de arroz ou de milho), dos produtos de maquiagem (ceras, óleo, gel, pigmentos, flavonoides), do perfume (fragrâncias, álcool ou solvente) e do pente ou escova (madeira). Mantemos em nosso banheiro uma variedade enorme de produtos que apresentam em sua composição algum derivado vegetal.

Também observamos a utilização de vegetais nas roupas e nos sapatos que vestimos. As saias usadas por indígenas, por exemplo, podem ser feitas exclusivamente com folhas. Outros modelos de saia



Flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L., Malvaceae). Fonte: Tropicós®. Fotografia: Gerrit Davidse.



Flor da bucha vegetal (*Luffa aegyptiaca* Mill., Cucurbitaceae). Fonte: Tropicós®. Fotografia: Indiana Coronado.



Flores da andiroba (*Carapa guianensis* Aubl., Meliaceae). Fonte: Tropicós®. Fotografia: O. M. Montiel.



Flores anileira (*Indigofera suffruticosa* Mill., Fabaceae). Fonte: Tropicos®. Fotografia: O. M. Montiel.



Flor do brócolis (*Brassica oleracea* L., Brassicaceae). Fonte: Tropicos®. Fotografia: Gerrit Davide.



Flores da dipirona (*Achillea millefolium* L., Asteraceae). Fonte: Tropicos®. Fotografia: Gerrit Davide.



Flor da capuchinha (*Tropaeolum majus* L., Tropaeolaceae). Fotografia: Valquíria Dutra.

podem conter fibras de algodão, ou linho, resinas, borrachas ou substâncias extraídas de plantas e usadas no processo de confecção do tecido. É interessante notar que mesmo os objetos confeccionados em couro, indiscutivelmente de origem animal, necessitam, durante o processo de curtimento, da utilização de taninos, substâncias oriundas do metabolismo secundário vegetal que precipitam proteínas, transformando pele em couro.

Com relação à alimentação, é indiscutível a utilização dos vegetais, consumidos de forma direta, como é o caso dos frutos, das folhas, raízes, caules e sementes, ou indireta, na forma de aromas e condimentos de vários pratos da culinária. Atualmente, somente 20 espécies de plantas provêm 90% da necessidade mundial de alimento, com a distribuição da maioria dessas espécies em apenas duas famílias de plantas, a Poaceae (arroz, milho e trigo) e a Fabaceae (feijão, soja e ervilha). Outras famílias importantes são a Rosaceae (maçã, ameixa, cereja, pêsego, pêra, entre outras), a Brassicaceae (couve, brócolis, mostarda), a Arecaceae (coco, óleos, palmitos) e a Solanaceae (batatas, tomates, berinjelas, pimentas e pimentões). Como alimentos derivados de plantas, podemos citar o pão, as massas em geral, os sucos, o açúcar, o café, o chocolate, os chás, entre outros.

As plantas também estão presentes nos utensílios e na mobília que utilizamos em nossas casas, desde os móveis feitos de madeira até os tecidos que os recobrem. Muitas casas de regiões mais frias são construídas em madeira, pois este material proporciona uma melhor manutenção do calor interno da casa. Além desse, artesanatos, papel de parede e tintas são alguns exemplos da presença de vegetais nos nossos lares.

Se pensarmos no período que passamos fora de casa, enquanto nos deslocamos para o trabalho ou para um passeio, também é possível observarmos a presença de vegetais nos transportes terrestres, aéreos ou aquáticos. Por exemplo, os motores são movidos a álcool (cana-de-açúcar, principalmente) ou a diesel (atualmente biodiesel, por meio da utilização de sementes de algumas espécies de Arecaceae); há ainda, a utilização de óleos lubrificantes, muitos extraídos de vegetais. Os pneus e alguns acessórios dos veículos também remetem a uma origem vegetal, principalmente os feitos em borracha, extraída, em parte, das seringueiras. No transporte aquático, podemos notar a presença das plantas na madeira utilizada para a confecção de jangadas, barcos de pesca ou mesmo no revestimento de navios ou de outras embarcações.

Na hora do lazer, também é possível visualizarmos a participação das plantas quando passeamos pelos parques ou quando desenvolvemos alguma outra atividade: lápis para pintar, papel para desenhar, algodão para o bordado, o tricô ou o crochê, pigmentos de tintas para pintura e madeira para esculpir ou para confeccionar instrumentos musicais ou utensílios utilizados em esportes.

Por último, o uso de substâncias de origem vegetal como base de muitos remédios é, atualmente, uma das mais importantes formas de emprego dos vegetais pela humanidade. Os chás que tomamos inocentemente, os fitoterápicos, ou ainda, a grande maioria dos princípios ativos utilizados pela alopatia são exemplos do uso dos vegetais no cuidado com a saúde. Antissépticos, sedativos ou calmantes, antifúngicos, antibióticos, anestésicos e antidepressivos são importantes para a manutenção da vida e para a cura de muitas doenças existentes atualmente.

Como podemos observar, é constante a dependência humana, direta ou indiretamente, de vegetais e seus derivados.



Frutos do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L., Malvaceae). Fonte: Tropicos®. Fotografia: Indiana Coronado.

Fonte: FURLAN, C. M.; MOURISA, L. B. M. M.; FERREIRA, M. S. **As plantas no dia-a-dia.** In: SANTOS, D. Y. A. C.; CECCANTINI, G. (Org.). **Proposta para o ensino de botânica: curso para atualização de professores da rede pública de ensino.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004. 47 p. (Adaptado).

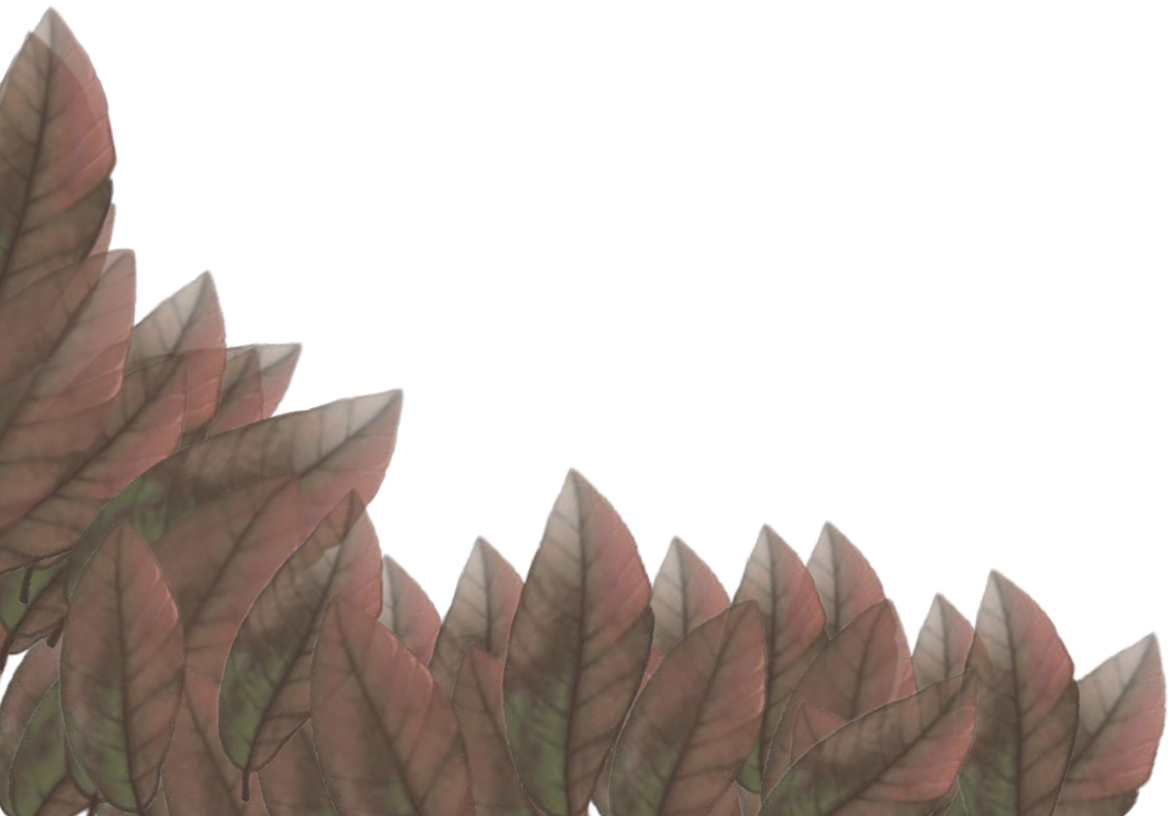
Síntese do Capítulo

Neste capítulo, vimos que as plantas, também conhecidas como embriófitas, surgiram de um grupo ancestral de algas verdes e conquistaram a terra por meio de adaptações morfológicas e fisiológicas. Na passagem evolutiva, os clados se diversificaram, resultando em plantas cada vez mais equipadas para enfrentar os desafios do ambiente terrestre, principalmente no que diz respeito à falta d'água. As primeiras formas de vida terrestre eram avasculares, ou seja, não apresentavam sistema vascular para o transporte de seiva, e habitavam locais úmidos e com pouco sol, assim como alguns exemplares atuais, como os musgos. Um dos maiores passos para a conquista definitiva do ambiente terrestre foi o surgimento de plantas vasculares ou traqueófitas, que, por possuírem elementos para o transporte de água, tornaram-se maiores e mais complexas.

Atividades

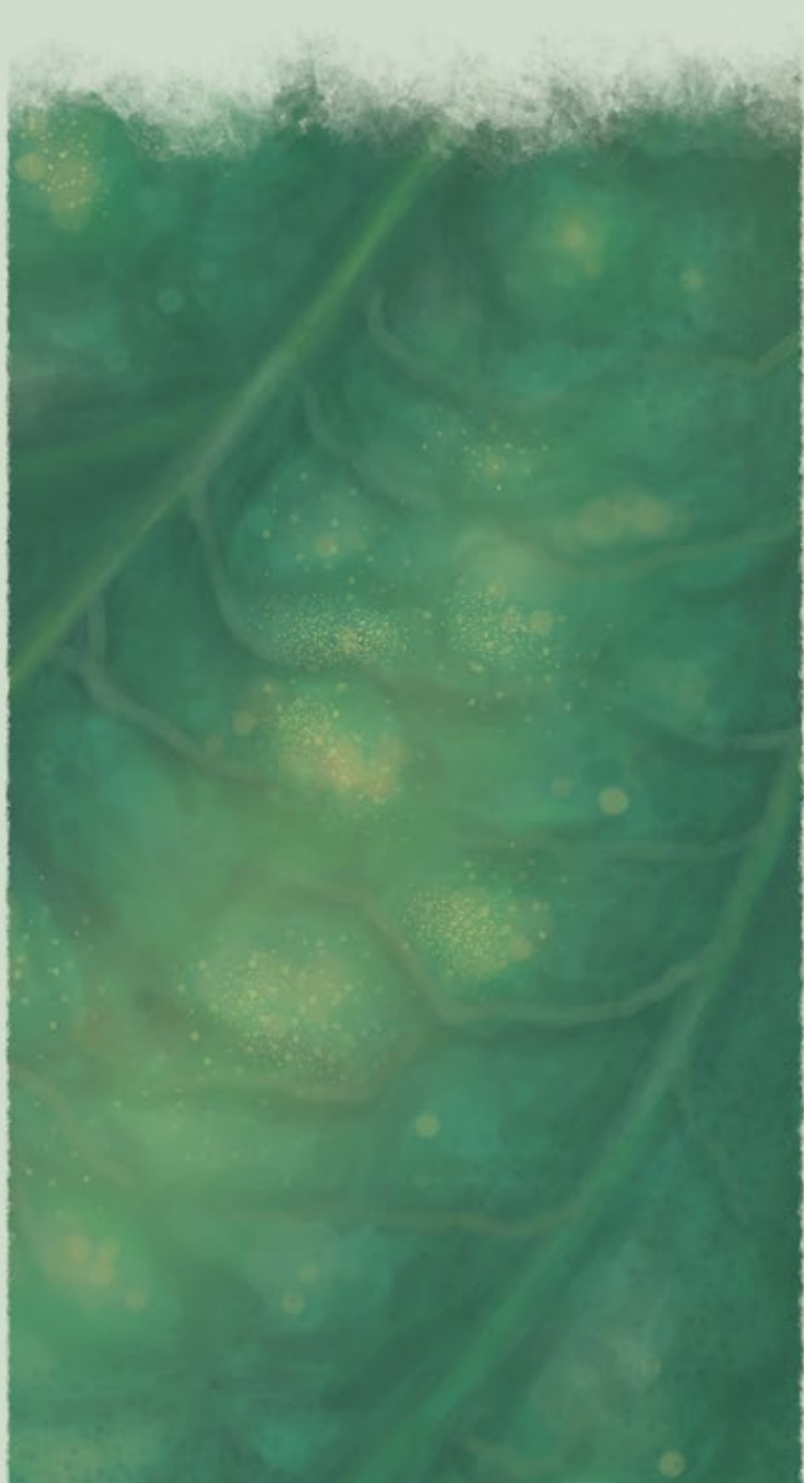


1. Cite as principais características das plantas.
2. O que são plantas vasculares?
3. As plantas avasculares são pequenas e abundantes em ambientes sombreados. Qual a principal característica que impede que essas plantas atinjam um tamanho maior?
4. Como são denominadas as células responsáveis pela condução de água nas traqueófitas? Caracterize-as.
5. Caracterize as principais divisões de plantas pertencentes às traqueófitas. Cite exemplos.



Unidade 1

Morfologia do corpo da planta





Objetivos

- Compreender aspectos gerais relacionados à função e à morfologia das plantas;
- Conhecer a terminologia utilizada na Botânica;
- Reconhecer os órgãos das plantas economicamente importantes.





Capítulo 2

Raiz e caule

Raiz e caule



Com a conquista do ambiente terrestre, as traqueófitas adquiriram um eixo denominado **caule**, que é a parte que se projeta acima do solo, e uma **raiz**, que é a porção encontrada abaixo do solo.

A porção radicular tem primariamente como função a fixação da planta e a absorção da água e dos sais minerais, enquanto a porção caulinar é responsável pela sustentação da planta.

O caule e a raiz apresentam uma estrutura básica semelhante, mas possuem diversas características distintas, como veremos a seguir.

O que é raiz?

A raiz é a primeira estrutura que surge da semente em germinação, possibilitando a fixação e a absorção de água pela plântula. Isso reflete as duas principais funções desse órgão: fixação e absorção, sendo ele, por isso, caracterizado como sistema absorvivo-fixador.

VOCÊ SABIA?



Plântula é o nome dado à planta jovem, recém-germinada.

As raízes, por apresentarem a função de fixação, ramificam-se ou apresentam-se em feixes, formando o que se chama de sistema radicular, ampliando, assim, a base de fixação das plantas.

Quanto à função de absorção, esta é responsável por retirar do solo água e os sais minerais indispensáveis ao metabolismo da planta, que são transferidos da raiz, por meio do sistema vascular, para os demais tecidos vegetais.

Duas outras funções associadas às raízes são: condução e armazenamento. A condução ocorre quando o conteúdo absorvido pela raiz é transferido para outros tecidos vegetais. O armazenamento, por sua vez, é feito quando as substâncias orgânicas produzidas pelas partes aéreas deslocam-se até a raiz, pelo floema, e são acumuladas na região de reserva. É o

que ocorre nas raízes da cenoura, da beterraba e da batata-doce, que são especificamente adaptadas para o armazenamento de substâncias. Nessas plantas, que são bienais, no primeiro ano, uma grande quantidade de substâncias é acumulada nas regiões de reserva; no segundo ano, essas substâncias serão utilizadas para produzir flores, frutos e sementes. As raízes dessas plantas são chamadas de **tuberosas**.

VOCÊ SABIA?

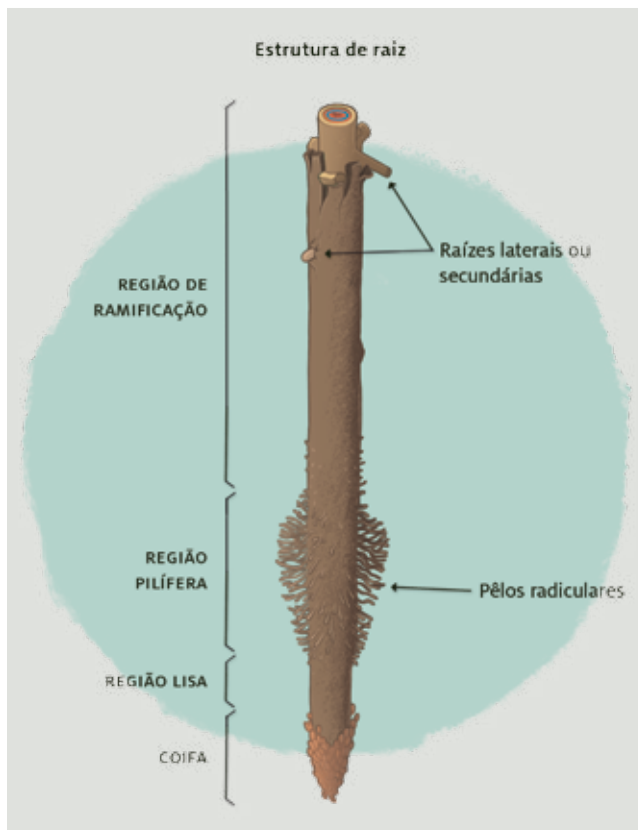
Plantas bienais são aquelas que completam seu ciclo de vida em um período de dois anos.

RELEMBRANDO

Floema é a parte do tecido condutor que transporta açúcares e outros compostos orgânicos das folhas para o resto da planta.

A raiz pode ser dividida, morfologicamente, em quatro regiões (Figura 1), cada uma com características e funções específicas. São elas:

Figura 1
Partes constituintes da raiz.



- 1. Região de ramificação ou suberosa:** corresponde à parte mais velha da raiz, geralmente suberificada e sem pelos absorventes. Geralmente é nessa região que surgem as raízes secundárias (ou radículas).
- 2. Região pilífera ou de absorção:** localizada abaixo da região de ramificação, caracteriza-se pela presença dos pelos absorventes, responsáveis pela ampliação da área de absorção de água e nutrientes pelas raízes.
- 3. Região lisa ou de crescimento:** é a parte mais jovem da raiz, compreendendo a região meristemática, onde ocorrem as divisões celulares, permitindo o crescimento da raiz em comprimento. Corresponde ao intervalo entre a coifa e a região pilífera.
- 4. Coifa ou caliptra:** estrutura em forma de dedal que se localiza na parte mais apical da raiz, protegendo a região meristemática contra microrganismos e atrito com o solo. Apresenta importante papel na determinação do geotropismo radicular, pois apresenta grãos de amido que indicam a direção da gravidade.

VOCÊ SABIA?



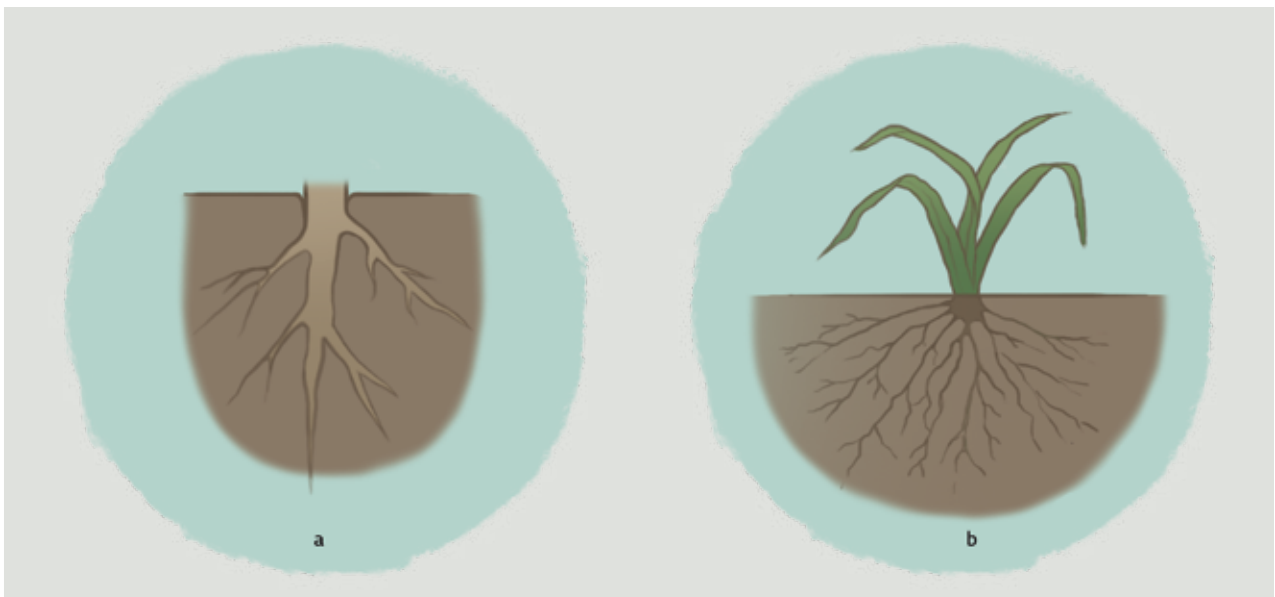
Geotropismo ou gravitotropismo (do latim: *gravis* = pesado e do grego: *tropé* = movimento) é a resposta de sistemas caulinares ou radiculares à força da gravidade da Terra. O geotropismo positivo refere-se ao crescimento em direção à gravidade, isto é, em direção ao solo; o geotropismo negativo refere-se ao oposto, isto é, ao crescimento para cima, na direção contrária ao solo.

Como as raízes são classificadas?

Quanto à origem, as raízes podem se desenvolver a partir da radícula do embrião, sendo então chamadas de **raízes verdadeiras**, como a raiz principal e todas as suas ramificações, isto é, as raízes secundárias, terciárias e assim sucessivamente. Assim, desenvolve-se um eixo principal que penetra no solo e se ramifica, formando as **raízes pivotantes** (Figura 2a), que são encontradas, por exemplo, nas eudicotiledôneas. As raízes podem, também, se originar de outras formas, como das partes aéreas das plantas ou de caules subterrâneos, sendo denominadas **raízes adventícias** (Figura 2b). Nas monocotiledôneas, por exemplo, a única origem das raízes é adventícia, já que a raiz primária atrofia logo no início do desenvolvimento, formando um feixe de raízes em que não se distingue um eixo principal, sendo denominadas **raízes fasciculadas** ou de **cabeleira** (Figura 2b).

Figura 2

- a) Raiz verdadeira pivotante;
- b) Raiz adventícia fasciculada.



De acordo com o ambiente em que estão presentes, as raízes podem ser classificadas como **subterrâneas** (Figura 3a), quando se desenvolvem abaixo do solo, **aquáticas** (Figura 3b), quando crescem imersas na água, ou **aéreas** (Figura 3c), quando ocorrem acima da superfície do solo, expostas ao ar livre.



Figura 3a



Figura 3b



Figura 3c

Figura 3

- a) Raízes subterrâneas da salsa (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss, Apiaceae);
 - b) Raízes aquáticas do repolho d'água (*Pistia stratiotes* L., Araceae);
 - c) Raízes aéreas do mata-pau (*Ficus clusifolia* Schott, Moraceae).
- Fotografias: Valquíria Dutra.

As raízes aéreas são raízes adventícias produzidas por estruturas que estão acima do solo e correspondem a adaptações das plantas a ambientes diversos para atender diferentes necessidades. Os **haustórios**, por exemplo, são raízes aéreas de plantas parasitas que se fixam ao hospedeiro por meio dos apressórios, órgãos de contato que emitem raízes que penetram nos tecidos da planta hospedeira, retirando água e sais minerais (plantas hemiparasitas) ou produtos fotossintéticos (plantas holoparasitas). Apresentam esse tipo de raiz, plantas como o cipó-chumbo (*Cuscuta racemosa* Mart., Convolvulaceae, Figura 4) e a erva-de-passarinho (*Struthanthus* spp.).



Figura 4

Hhaustório do cipó-chumbo parasitando o pingo-de-ouro (*Duranta erecta* L., Verbenaceae).
Fotografia: Valquíria Dutra.

As raízes **estranguladoras** ou **cinturas** também são aéreas. Essas raízes crescem longitudinalmente e em espessura ao redor do caule da planta hospedeira. Com o passar do tempo, impedem o crescimento em espessura dessa planta, que morre pelo seccionamento dos vasos. As raízes estranguladoras ou cinturas são conhecidas popularmente por mata-pau (Figura 5). A maioria das figueiras, que são algumas das maiores árvores das florestas tropicais, possui esse tipo de raiz.

Algumas plantas, como o milho, possuem raízes **escoras** ou **suporte**, que auxiliam na sua sustentação, servindo de apoio (Figura 6). Quando essas raízes entram em contato com o solo, ramificam-se e começam a atuar na absorção de água e nutrientes minerais. Ocorrem em plantas que crescem em solos alagados ou instáveis ou naquelas que possuem uma base muito pequena em relação à sua altura.



Figura 5
Raiz estranguladora do mata-pau.
Fotografia: Valquíria Dutra.



Figura 6
Raiz escora do bambu-gigante (*Sinocalamus giganteus* (Wall. ex Munro) A. Camus, Poaceae).
Fotografia: Valquíria Dutra.

Outras raízes aéreas, como as da hera (*Hedera helix* L., Araliaceae, Figura 7), aderem-se a diferentes superfícies, tais como paredes, e servem de suporte para o caule de plantas epífitas ou de trepadeiras. Essas raízes são denominadas **grampiformes** ou **aderentes** possuem forma de grampo ou gancho, permitindo a fixação da planta em local com maior exposição à luz.

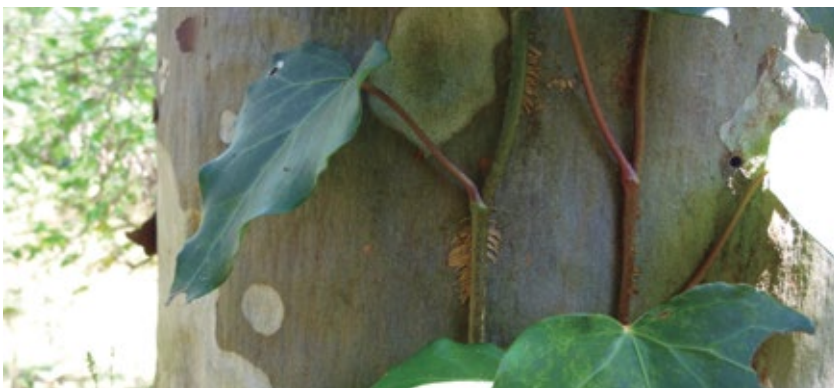


Figura 7
Raiz grampiforme da hera.
Fotografias: Valquíria Dutra.

As raízes **tabulares** ou **sapopemas** (Figura 8) desenvolvem-se como tábuas junto à base do tronco, ampliando a base de suporte da árvore e conferindo-lhe maior estabilidade e sustentação. Ocorrem geralmente em árvores de grande porte da Amazônia e da Mata Atlântica, como na sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., Malvaceae, Figura 8) e em espécies do gênero *Ficus* (figueiras).



Figura 8
Raiz tabular da sumaúma.
Fotografia: Valquíria Dutra.

Algumas árvores que crescem em ambientes brejosos, como nos manguezais, possuem raízes que crescem para fora da água (possuem geotropismo negativo). Por isso, essas raízes são chamadas de **respiratórias** ou **pneumatóforos**, e servem para a fixação da planta e também para a aeração do sistema radicular. Os pneumatóforos apresentam um revestimento relativamente esponjoso e um aerênquima bem desenvolvido. Além disso, na superfície, possuem aberturas, denominadas pneumatódios, que permitem trocas gasosas com o exterior. Os sistemas radiculares do mangue-preto (*Avicennia germinans* (L.) L.) e do mangue-branco (*Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn., Combretaceae, Figura 9) são exemplos desse tipo de raiz.



Figura 9
Raízes respiratórias do mangue-branco.
Fotografia: Valquíria Dutra.

VOCÊ SABIA?



Aerênquima é um tecido parenquimático, de armazenamento, que contém grande quantidade de espaços aeríferos, intercelulares. Como o próprio nome diz, serve para o armazenamento de ar.

Outras adaptações de raízes aéreas são encontradas entre as **epífitas**, plantas que crescem sobre outras plantas, mas sem parasitá-las, como as orquídeas e as bromélias (Figura 10). A epiderme das raízes das orquídeas epífitas, por exemplo, apresenta várias camadas de células e é denominada de velame. O velame propicia proteção mecânica para o córtex, reduz a perda de água e também pode atuar na absorção de água e nutrientes, bem como no armazenamento de água.



Figura 10
Bromélias epífita. Fotografia: Valquíria Dutra.

RAÍZES TÊM RELAÇÕES DE COOPERAÇÃO COM OUTROS ORGANISMOS

As raízes frequentemente formam associações mutualistas com outros organismos, gerando benefícios mútuos. Micorrizas são associações mutualistas entre raízes de plantas vasculares e fungos do solo. As plantas se beneficiam porque o fungo se expande por longas distâncias no interior do solo, trazendo mais água e sais minerais, como o fósforo. O fungo também pode ajudar a proteger a planta do ataque de alguns fungos e nematoides



Nódulo em raiz do carrapicho (*Desmodium adscendens* (Sw.) DC., Fabaceae).
Fotografia: Valquíria Dutra.

(vermes) causadores de doenças. Por sua vez, os fungos micorrízicos recebem açúcares e outras moléculas orgânicas produzidas pela planta.

Algumas plantas também formam associações com espécies de bactérias fixadoras de nitrogênio. As bactérias convertem o nitrogênio gasoso do ar em amônio, que é incorporado em várias moléculas orgânicas. As plantas podem, então, obter o nitrogênio fixado dessas bactérias e incorporá-lo em aminoácidos, nucleotídeos e outros compostos vitais que contêm nitrogênio. Essa é, virtualmente, a única via biológica pela qual o nitrogênio inorgânico pode entrar nas cadeias tróficas. As plantas da família Fabaceae são particularmente importantes para o homem, pois suas associações mutualistas com bactérias fixadoras de nitrogênio enriquecem o solo com compostos nitrogenados. Esse enriquecimento é muito importante, visto que a colheita das culturas resulta na remoção de nutrientes minerais, como o nitrato, do solo. Nas fabáceas, bactérias fixadoras de nitrogênio infectam as raízes, onde elas induzem a planta a formar nódulos radiculares nos quais as bactérias se desenvolvem. Parte do nitrato é liberado dos nódulos para o solo.

Fonte: NABORS, M. W. **Introdução à botânica**. Tradução Marco Aurelio Sivero Mayworm. São Paulo: Roca, 2012. p. 83. (Adaptado).

O que é o caule?

O caule é o órgão que liga as raízes às folhas e possui duas funções principais: suporte e condução. Com relação ao suporte, permite a sustentação da planta, deixando os ramos terminais e as folhas nas posições favoráveis para a captação da quantidade adequada de luz solar. Quanto à condução, as substâncias produzidas pelas folhas são transportadas, via floema dos caules, em direção aos locais onde são necessárias, como regiões em desenvolvimento e tecidos de armazenamento. Ao mesmo tempo, a água e os íons minerais são transportados, via xilema das raízes, por meio do caule, em direção às folhas.

O sistema caulinar é estruturalmente mais complexo do que a raiz. Diferentemente desse órgão, o caule apresenta nós e entrenós, com uma ou mais folhas conectadas a cada nó, e produz folhas e gemas axilares e terminais, as quais se desenvolvem em ramos. As definições de cada uma das partes do caule (Figura 11) estão descritas abaixo:

1. **Nó:** região, em geral dilatada, de onde saem as folhas e as gemas axilares.
2. **Entrenó:** região entre dois nós consecutivos.

3. **Gema apical ou terminal:** situada no ápice, é a região meristemática responsável pelo crescimento longitudinal do caule. Pode produzir ramo ou flor.

4. **Gema lateral ou axilar:** situada na axila das folhas, é a região meristemática responsável pela ramificação da planta, produzindo ramos e flores. Pode permanecer dormente por vários anos após sua formação.

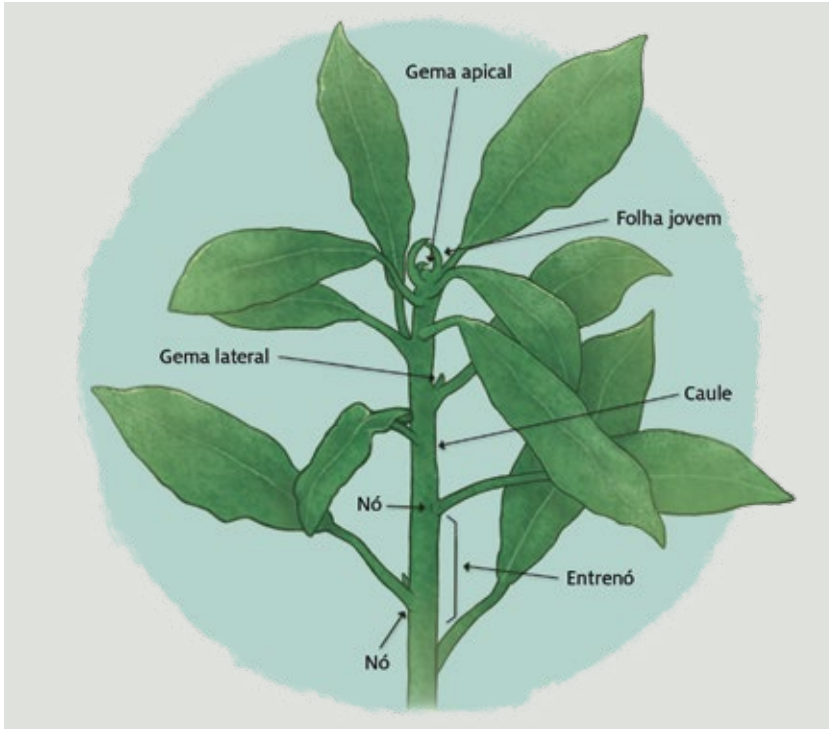


Figura 11
Partes constituintes do caule.

Como classificamos os caules?

Assim como as raízes, os caules podem ser classificados em **subterrâneos**, **aquáticos** ou **terrestres**. Os caules aquáticos geralmente são pouco rígidos, já que, submersos na água, perdem a função de sustentação da planta.

Os caules aéreos podem ser classificados em **erectos**, **trepadores** ou **rastejantes**.

Entre os **caules aéreos erectos**, podem ser citados a **haste**, o **colmo**, o **tronco** e a **estipe**. A **haste** é o tipo de caule encontrado nas plantas jovens e nas ervas. É flexível, não-lenhoso e geralmente apresenta capacidade fotossintética. Um exemplo de haste é o caule da falsa-serralha (*Emilia fosbergii* Nicolson, Asteraceae, **Figura 12**).

Os caules do bambu e da cana-de-açúcar são chamados de **colmo**. Esse tipo de caule é cilíndrico, possui nós e entrenós bem



Figura 12
Haste da falsa-serralha.
Fotografia: Valquíria Dutra.

marcantes e pouca ou nenhuma ramificação. Além disso, podem ser ocos, como no bambu (Figura 13), ou maciços, como na cana-de-açúcar.



Figura 13

Colmo do bambu-gigante (*Sinocalamus giganteus* (Wall. ex Munro) A. Camus, Poaceae).
Fotografia: Valquíria Dutra.

O **tronco** é um tipo de caule robusto, lenhoso e rígido, que se estreita em direção ao ápice. As árvores, como o jequitibá-rosa (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze, Lecythidaceae), e os arbustos, como a arnica-do-campo (*Lychnophora ericoides* Mart., Asteraceae) geralmente apresentam esse tipo de caule (Figura 14).



Figura 14a



Figura 14b

Figura 14

a) Tronco da árvore do jequitibá-rosa;
b) Tronco do arbusto da arnica-do-campo.
Fotografias: Valquíria Dutra.

Chama-se de **estipe** o caule encontrado nas palmeiras (Figura 15). Esse tipo de caule é robusto, resistente, cilíndrico, não-ramificado e com as folhas concentradas no ápice.

Os **caules trepadores** são aqueles que ocorrem em plantas que utilizam um suporte para se apoiar, investindo pouca energia em tecidos de sustentação, o que faz com que sejam mais flexíveis, como o de *Thunbergia grandiflora* (Roxb. ex Rottl.) Roxb. (Acanthaceae, Figura 16). Podem ou não ter estruturas de fixação, como as raízes adventícias e as gavinhas.

As plantas que crescem apoiadas e paralelas ao solo possuem **caules rastejantes**, como a erva-de-touro (*Tridax procumbens* (L.) L., Asteraceae, Figura 17).

Figura 16
Caule trepador da tumbérgia-azul.
Fotografia: Valquíria Dutra.



Figura 15
Caule do tipo estipe do coqueiro (*Cocos nucifera* L., Arecaceae).
Fotografia: Valquíria Dutra.



Figura 17
Caule rastejante da erva-de-touro. Fotografia: Valquíria Dutra.

Os caules, assim como as raízes, servem para armazenar alimentos. Esses tipos de caule são geralmente **subterrâneos** e, além da função de reserva, também são importantes na reprodução vegetativa das plantas, permitindo que elas se alastrem por grandes extensões, como os bambus e as bananeiras.

O tipo mais familiar de caule especializado para o armazenamento é o **tubérculo** (Figura 18), exemplificado pela batata-inglesa (*Solanum tuberosum*). Exceto pelo tecido vascular, quase toda a massa do tubérculo, in-

terna à casca, é parênquima de reserva. Os chamados olhos da batata-inglesa são depressões dos nós, contendo grupos de gemas. Embora a maioria dos tubérculos seja subterrânea, alguns são aéreos, como o cará-do-ar (*Dioscorea* spp., Dioscoreaceae).

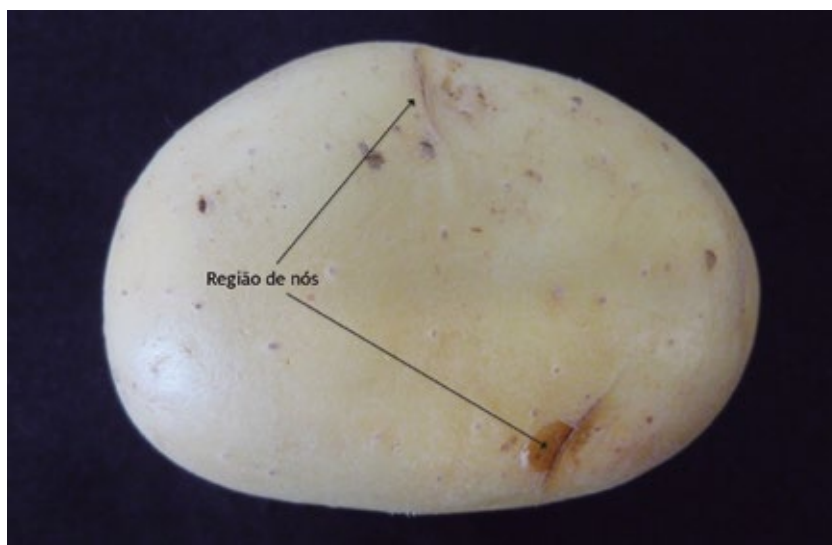


Figura 18
Tubérculo da batata-inglesa.
Fotografia: Valquíria Dutra.

Outro tipo de caule subterrâneo é o **bulbo**, um eixo caulinar reduzido e achatado, com gemas protegidas por numerosas folhas modificadas, os catáfilos. As folhas são escamiformes e têm a base espessada, onde o alimento é armazenado. Raízes adventícias surgem da base do caule. A cebola (*Allium cepa* L., Amaryllidaceae) e o lírio (*Lilium* sp, Liliaceae) são exemplos familiares de plantas com bulbos. Os bulbos podem ser simples ou compostos, de acordo com o número de caules envolvidos no seu desenvolvimento. A cebola é um exemplo de bulbo simples e o alho (*Allium sativum* L., Amaryllidaceae) é um exemplo de bulbo composto, sendo cada “dente” de alho um bulbilho, e a “cabeça” de alho, o conjunto de bulbilhos (Figura 19).

O **rizoma** é um tipo de caule espesso, rico em reservas, com nós e entrenós bem definidos. Desenvolve-se horizontalmente ao solo e emite de espaço em espaço brotos aéreos foliosos. Algumas plantas bem conhecidas possuem esse tipo de caule, como a bananeira (*Musa x paradisiaca* L., Musaceae), o gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe, Zingiberaceae, Figura 20) e a espada-de-são-jorge (*Sansevieria hyacinthoides* (L.) Druce, Asparagaceae).

Os caules podem possuir modificações e desempenhar funções diferentes àquelas comumente associadas a ele. Uma das modificações mais comuns é a formação de **gavinhas**, que correspondem a estruturas alongadas que se enrolam intensamente, como uma mola, quando entram em contato com algum substrato, auxiliando no suporte da planta. A uva, o maracujá e o chuchu são exemplos de plantas que possuem gavinhas de origem caulinar.



Figura 19a

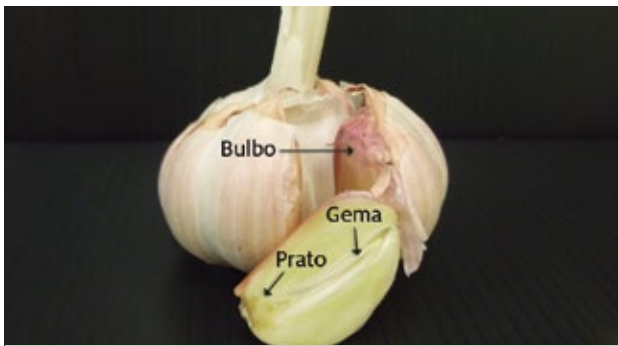


Figura 19c

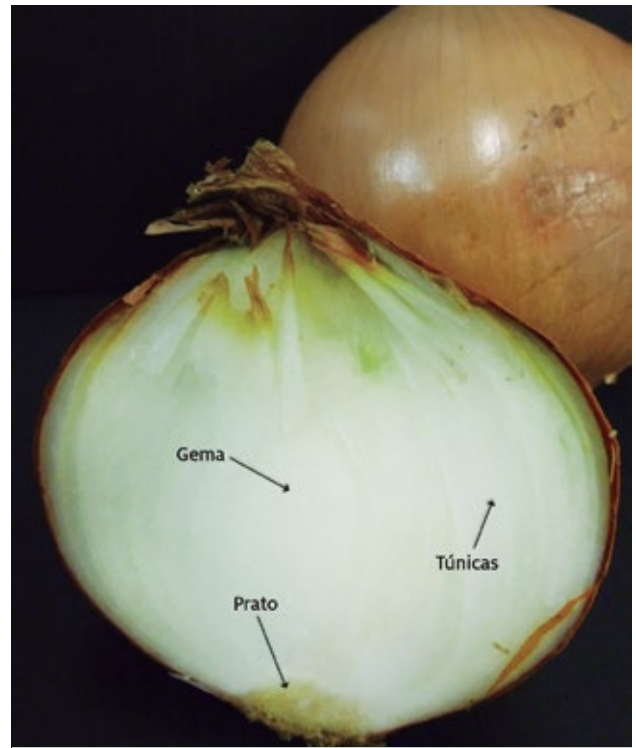


Figura 19b

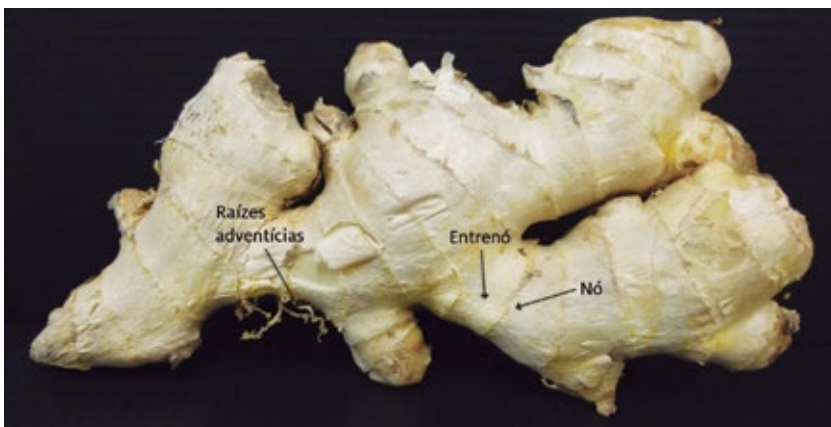


Figura 19

a) Bulbo escamoso do lírio;
b) Bulbo tunicado da cebola;
c) Bulbo composto do alho.
Fotografias: Valquíria Dutra.

Figura 20

Rizoma do gengibre.
Fotografia: Valquíria Dutra.

Os caules também podem ser modificados em **espinhos**, que são duros, secos e não fotossintetizantes. Os espinhos caulinares (Figura 21) são ramos modificados produzidos pelas gemas e têm a função de proteção das plantas, reduzindo a predação pelos herbívoros. Em uma interação especial planta-herbívoro, os espinhos de uma espécie de acácia (*Acacia cornigera* (L.) Willd., Fabaceae) provêm abrigo para formigas que matam outros insetos que tentam se alimentar dessa planta. Não se deve confundir com espinho a estrutura chamada de **acúleo**. O acúleo é uma projeção do córtex e da epiderme e, por isso, geralmente, pode ser removido da planta com facilidade. É a estrutura comumente chamada de espinho nos caules de uma roseira.



Figura 21
Espinhos do limoeiro (*Citrus limon* (L.) Osbeck, Rutaceae). Fotografia: Mariana Machado.

Alguns caules modificados assumem uma forma que lembra folhas e são denominados **cladódios**. Esses caules ocorrem em plantas que vivem em regiões mais secas, como os cactos (Figura 22), e assumem a função fotossintética das folhas, que são reduzidas ou ausentes.

Figura 22
Cladódios da *Opuntia* sp. (Cacataceae).
Fotografia: Valquíria Dutra.



O caule é o principal responsável pelo porte das plantas. De acordo com o seu desenvolvimento, podemos classificá-lo em: **erva, arbusto, árvore e liana**.

As plantas que possuem o caule do tipo **erva** são chamadas de **herbáceas**, e apresentam o caule pouco desenvolvido devido à ausência de crescimento secundário. As ervas são geralmente verdes, pouco resistentes e não lignificadas. Como exemplo a falsa-servalha.

Os **arbustos** são lenhosos, resistentes e com ramificações próximas à base, sem a formação de um tronco definido. Espécies com esse tipo de desenvolvimento são chamadas de arbustivas, como na arnica-do-campo.

As árvores apresentam o caule lenhoso, resistente, formando um tronco e uma copa, que é a parte ramificada. As espécies que apresentam esse desenvolvimento são denominadas arbóreas, como no jequitibá-rosa.

Ainda existem as **lianas**, plantas de crescimento trepador, que dependem de outro vegetal ou suporte para sustentação. São os conhecidos cipós, como a tumbérgia-azul e o cipó-de-são-joão.

Como diferenciar um caule de uma raiz?

Como, em alguns casos, os caules e as raízes podem apresentar uma estrutura semelhante, às vezes torna-se difícil a distinção desses órgãos. Segue uma tabela com o resumo das características que diferenciam raízes e caules.

	Raiz	Caule
Origem	Radícula do embrião	Caulículo do embrião
Características morfológicas	Com coifa	Sem coifa
	Sem gemas terminais e laterais	Com gemas terminais e laterais
	Com pelos absorventes	Sem pelos absorventes
	Sem folhas, flores e frutos	Com folhas, flores e frutos
	Corpo sem divisão em nós e entrenós	Corpo com divisão em nós e entrenós
Características fisiológicas	Absorção da seiva	Condução da seiva
	Geotropismo positivo	Geotropismo negativo
	Crescimento subterminal	Crescimento terminal
	Fototropismo negativo	Fototropismo positivo

A IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DO CAULE E DA RAIZ

Além dos frutos e das folhas, também incluímos o caule e as raízes na nossa alimentação. Por ser uma estrutura de reserva, o caule pode conservar grandes quantidades de amido e outros nutrientes. Um caule que faz parte da dieta da maioria dos humanos é a batata-inglesa (*Solanum tuberosum* L., Solanaceae). Apesar do nome, esse tubérculo era primordialmente cultivado no Peru e na Bolívia pelo Império Inca. Após a exploração do continente americano, ela foi disseminada pelos navegadores espanhóis e ingleses por todo o mundo.

Os tubérculos, como a batata-inglesa são muitas vezes confundidos com raízes, porém se diferenciam destas por apresentarem gemas foliares. A confusão também se deve à grande variedade de raízes tuberosas utilizadas na alimentação humana. Alguns exemplos são a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae), a cenoura (*Daucus carota* L., Apiaceae), o inhame (*Dioscorea alata* L., Dioscoreaceae), a beterraba (*Beta vulgaris* L., Amaranthaceae) e a batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam., Convolvulaceae). As raízes são órgãos onde as plantas também acumulam nutrientes e, por isso, são grandes fontes de carboidratos e de outros nutrientes para os humanos.

Outro caule muito importante economicamente é a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L., Poaceae). Essa planta é proveniente do sul e do sudeste asiático e foi disseminada pela expansão muçumana nos séculos

VII e VIII. A cana é um caule do tipo colmo, com grande concentração de açúcares, o que permite a produção em larga escala do açúcar e a produção de álcool a partir desses açúcares. Outros caules utilizados na alimentação são o aspargo (*Asparagus officinalis* L., Asparagaceae) e a canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume, Lauraceae), que é produzida a partir da casca do caule.

A madeira é um material produzido a partir do xilema secundário do caule das lenhosas. É usada na produção de objetos e na construção civil, principalmente por ser um recurso maleável e resistente. O xilema produzido no crescimento secundário é rico em fibras celulósicas ligadas por lignina, o que confere a rigidez do material. A riqueza em fibras de celulose também faz com que o caule seja utilizado na produção de papel. As espécies mais comuns empregadas na produção de papel são do gênero *Pinus* L. (Pinaceae) e *Eucalyptus* L'Hér (Myrtaceae).

O látex extraído do caule de algumas plantas também possui importância econômica. Um uso amplo ocorre da extração do látex da seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg., Euphorbiaceae), uma fonte de renda muito importante para as famílias de seringueiros na região Amazônica.

Devido ao acúmulo de metabólitos secundários, as raízes e os caules de algumas espécies são utilizados como fitoterápicos e na medicina popular. Um exemplo de raiz é a japecanga (*Smilax* L., Smilacaceae), usada principalmente em dores no estômago ocasionadas por úlceras e gastrites, e na cicatrização de afecções cutâneas. Um exemplo de caule é a casca do salgueiro (*Salix alba* L., Salicaceae), de onde é extraído o ácido salicílico, substância utilizada para produzir a aspirina, um famoso analgésico.

O caule das plantas está muito presente no nosso cotidiano, não só na alimentação, mas também nos nossos móveis, na construção de nossas casas e no papel que utilizamos na escola e no trabalho. Esses usos correntes tornam a preservação das florestas um grande desafio, visto que muitos a exploram em larga escala, de maneira irresponsável. As plantas nos conferem muitos recursos, que melhoram a nossa vida, e seu uso sustentável é o que garante esses mesmos recursos para as próximas gerações.

Síntese do Capítulo

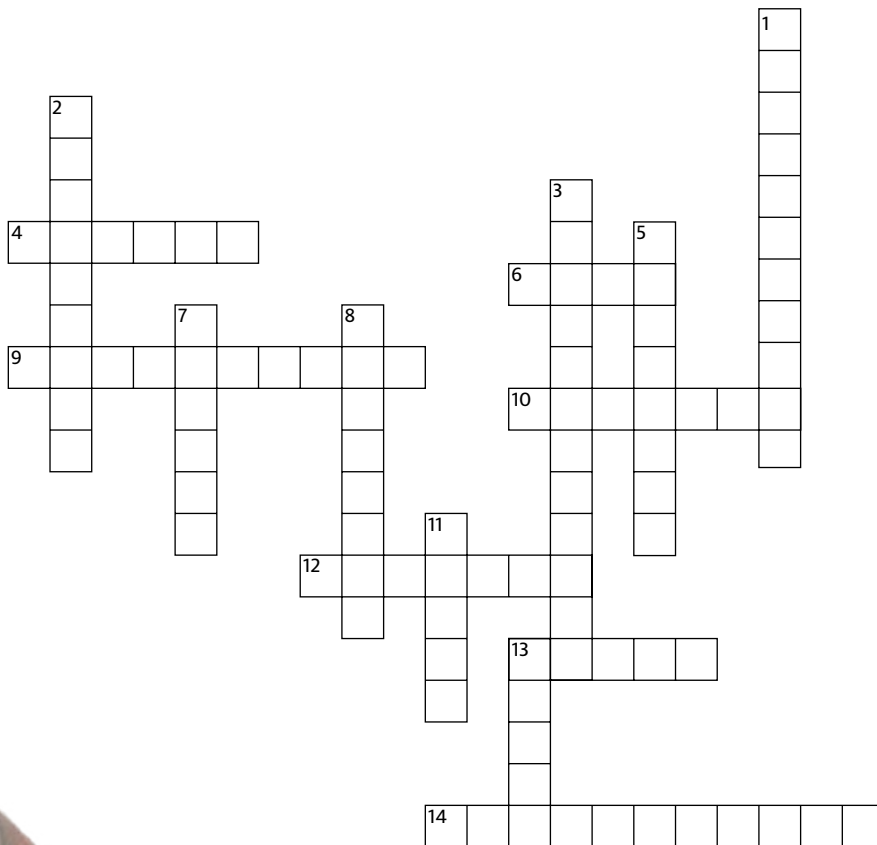
Neste capítulo, vimos que a raiz e o caule possuem características e funções indispensáveis para a adaptação das plantas ao ambiente terrestre. A raiz é o órgão que geralmente cresce no interior do solo, fixando a planta e absorvendo a água e os sais minerais do meio. As raízes podem, ainda, realizar funções de condução, armazenamento de reservas nutritivas e aeração. São quase sempre subterrâneas, no entanto, há plantas dotadas de raízes especiais, como as figueiras, com as suas raízes aéreas, e as plantas epífitas. Já o caule realiza a integração entre raízes e folhas, ou seja, promove o intercâmbio de água e de substâncias orgânicas entre esses órgãos. A organização básica de um caule consiste em um eixo de sustentação que apresenta nós, onde estão as gemas laterais, entrenós e gema apical situada no ápice do caule. Como as raízes, os caules também apresentam adaptações especiais, sendo classificados de acordo com sua forma e função. Muitas raízes e caules são utilizados na alimentação do homem devido ao armazenamento de reservas nutritivas.

Atividades



1. Quais as funções do caule e da raiz na planta? Cite pelo menos duas funções de cada órgão.
2. Cite as regiões de uma raiz e suas respectivas funções.
3. Quais as características morfológicas e fisiológicas que diferenciam caule e raiz?
4. Caracterize os dois tipos básicos de sistema radicular, próprios de eudicotiledôneas e de monocotiledôneas.
5. O que são raízes tuberosas? Exemplifique.
6. Normalmente, os caules e as raízes desenvolvem-se, respectivamente, acima e abaixo do solo. No entanto, determinadas plantas apresentam um padrão de crescimento diferenciado. Cite dois exemplos de caules subterrâneos e dois exemplos de raízes aéreas.
7. Resolva a palavra-cruzada abaixo:

- 1) Raízes típicas das monocotiledôneas.
- 2) Raiz encontrada em planta parasita.
- 3) Raiz encontrada em plantas de manguezal.
- 4) Caule típico das palmeiras.
- 5) Exemplo de raiz tuberosa.
- 6) Região meristemática responsável pelo crescimento do caule.
- 7) Exemplo de tubérculo.
- 8) Caule com geotropismo positivo.
- 9) Tipo de caule aéreo.
- 10) Modificação do caule semelhante à mola.
- 11) Tipo de caule da cebola.
- 12) Nome dado a uma planta com desenvolvimento arbustivo.
- 13) *Horizontal*: tipo de caule com nós e entrenós bem marcantes.
- 13) *Vertical*: região da raiz.
- 14) Raiz em forma de grampo ou gancho.



Capítulo 3

folha

Folha



O que são folhas?

As folhas são os órgãos vegetais responsáveis pelas funções metabólicas das plantas, como fotossíntese, respiração, transpiração e reserva de nutrientes, além de atuarem na proteção das gemas, na captura de nutrientes, na atração de polinizadores e na defesa da planta. Porém, sua função principal é abrigar os tecidos ricos em cloroplastos, organelas responsáveis pela fotossíntese.

Morfologicamente, uma folha completa é formada pelas seguintes estruturas (Figura 1):

- 1. Limbo ou lâmina:** parte geralmente achatada e verde, percorrida pelas nervuras. Possui simetria bilateral e é responsável pela captação de luz, gás carbônico e oxigênio. O limbo possui uma face superior, denominada adaxial, e uma face inferior, chamada de abaxial.
- 2. Pecíolo:** haste que sustenta o limbo e o prende ao caule. Uma folha é chamada de séssil quando não possui um pecíolo.
- 3. Bainha e estípulas:** a bainha corresponde à porção basal e alargada da folha, que abraça o caule. As estípulas são apêndices escamiformes ou semelhantes a folhas, que se desenvolvem na base de algumas folhas. Atribui-se às estípulas a função de auxiliar na proteção das gemas, mas elas podem estar ausentes.

A morfologia externa da folha tem valor adaptativo e varia conforme o ambiente em que a planta vive, podendo apresentar uma diversidade de formas e de estruturas, que são usadas na identificação das espécies (caracteres taxonômicos importantes). Um limbo amplo e delgado aumenta a eficiência na absorção de luz e de gás carbônico, mas também aumenta a perda de água, fator limitante para a sobrevivência. Assim,

Figura 1

Morfologia da folha.

- a) Folha de uma eudicotiledônea;
b) Folha de uma monocotiledônea.



Figura 1a

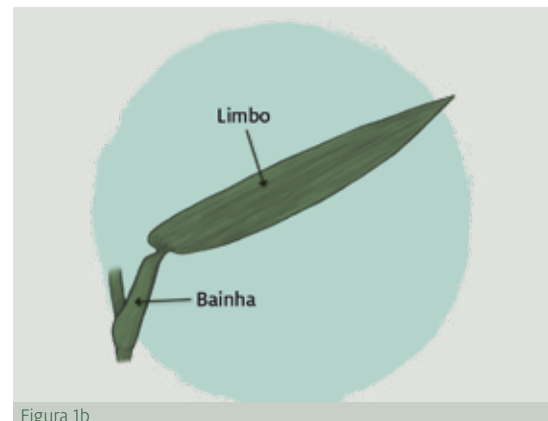


Figura 1b

em regiões secas, como na Caatinga, as plantas possuem as folhas com o limbo reduzido ou são modificadas em espinhos. Ao contrário, em áreas onde a umidade do ar é elevada, como ocorre na Floresta Atlântica, encontramos plantas com folhas de limbo amplo e delgado.

Como as folhas são classificadas?

A distribuição das nervuras (áreas onde estão os feixes vasculares) no limbo é chamada de **nervação** ou **venação**. As nervuras são responsáveis pela distribuição de água e nutrientes e também pela sustentação da folha. Normalmente, apenas uma nervura destaca-se como a maior e central, recebendo o nome de nervura **principal** (ou primária ou central). As nervuras que surgem a partir da nervura principal são denominadas de nervuras **laterais** (ou secundárias). Tradicionalmente, as folhas são classificadas, de acordo com a nervação, em: **uninérveas**, **peninérveas**, **palminérveas**, **curvinérveas** e **paralelinérveas**.

As folhas **uninérveas** são aquelas que apresentam apenas a nervura principal. Nas **peninérveas**, as nervuras laterais se originam ao longo da nervura principal, assemelhando-se a uma pena (Figura 2a). As folhas **palminérveas** possuem duas ou mais nervuras principais e laterais que saem todas do mesmo ponto, divergindo em várias direções (Figura 2b).

As folhas **curvinérveas** apresentam várias nervuras principais curvas, que partem da base da folha convergindo-se para o ápice (Figura 2c). Nas folhas **paralelinérveas**, as nervuras laterais são paralelas à principal, encontrando-se somente no ápice, como nas folhas da cana-de-açúcar, do milho e da bananeira (Figura 2d).

Figura 2

Tipos de nervação.

a) Folha peninérvea;

b) Folha palminérvea;

c) Folha curvinérvea;

d) Folha paralelinérvea.

Fotografias: Mariana Machado.



Figura 2a



Figura 2b



Figura 2c



Figura 2d

As folhas podem ser **simples** (Figura 3a) ou **compostas**. Nas folhas **simples**, o limbo não é dividido em partes distintas, embora possa ser profundamente lobado. Já o limbo das folhas **compostas** é dividido em folíolos, cada qual geralmente com seu próprio pecíolo, que é denominado peciólulo. Dois tipos de folhas compostas podem ser evidenciados: **folhas compostas pinadas** (Figura 3b), em que os folíolos partem de diferentes pontos, de ambos os lados de um eixo, a raque, de forma semelhante a uma pena; e **folhas compostas palmadas ou digitadas** (Figura 3c), quando os folíolos saem todos do mesmo ponto e a raque está ausente.



Uma vez que os folíolos são similares em aparência às folhas simples, algumas vezes é difícil determinar se a estrutura é um folíolo ou uma folha. Dois critérios podem ser usados para distinguir folíolos de folhas: (1) as gemas são encontradas nas axilas das folhas, mas não na axila dos folíolos, e (2) as folhas geralmente se projetam do caule em vários planos, enquanto os folíolos de uma dada folha estão todos no mesmo plano.

Uma folha composta pode ser ainda **bipinada ou recomposta** (Figura 4), quando cada folíolo também é pinado.

O arranjo das folhas ao longo do caule é chamado de **filotaxia** e também é uma característica taxonômica importante.

Figura 3

- a) Folha simples. Fotografia: Valquíria Dutra.
- b) Folha composta pinada. Fotografia: Valquíria Dutra.
- c) Folha composta palmada. Fotografia: Mariana Machado.



Figura 4

Folha bipinada. Fotografia: Mariana Machado.

Quando existe apenas uma folha por nó, a filotaxia é denominada de **alterna** (Figura 5a). Nas plantas que possuem um par de folhas por nó, a filotaxia é **oposta** (Figura 5b).



Figura 5a

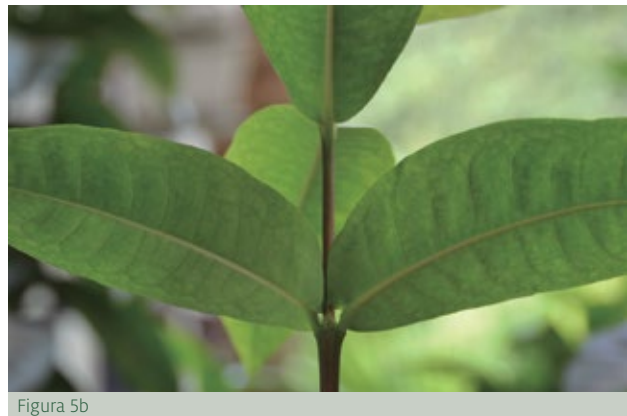


Figura 5b

Figura 5

a) Filotaxia alterna;

b) Filotaxia oposta.

Fotografias: Mariana Machado.

Na filotaxia **fasciculada**, duas ou mais folhas saem aparentemente de um mesmo ponto do nó, formando um feixe (Figura 6a). As plantas com filotaxia **rosulada** possuem entrenós muito curtos, dando a impressão de que a planta não tem caule e que as folhas saem todas do mesmo nó, ficando com um aspecto de roseta, como o abacaxi (Figura 6b), a alface, o repolho e as bromélias. A filotaxia **verticilada** possui três ou mais folhas em cada nó (Figura 6c).

As folhas podem passar por **modificações** e desempenhar funções diferentes daquelas comumente associadas a elas. Uma das modificações mais comuns é a formação de **gavinhas** (Figura 7), que auxiliam no suporte da planta. A maioria das gavinhas são folhas modificadas. Em legumes, tais como a ervilha (*Pisum sativum* L.), as gavinhas constituem o folíolo terminal da folha composta pinada.

As folhas também podem ser modificadas em **espinhos**, atuando na proteção da planta contra herbivoria. Os cactos possuem folhas com essa

adaptação (Figura 8). Além da proteção, as folhas modificadas em espinhos reduzem a perda de água pela transpiração.



Figura 6a



Figura 6b



Figura 6c



Figura 6

a) Filotaxia fasciculada;

b) Filotaxia rosulada;

c) Filotaxia verticilada.

Fotografias: Valquíria Dutra.

Figura 7

Gavinha. Fotografia: Mariana Machado.



Figura 8

Folhas transformadas em espinhos no *Melocactus violaceus* Pfeiff. (Cactaceae).

Fotografia: Valquíria Dutra.

Entre as folhas mais especializadas ou modificadas estão aquelas das plantas carnívoras, que assumem também a função de absorção de nutrientes. Nas dróseras (*Drosera* spp., Droseraceae), as **folhas insetívoras** (Figura 9a) possuem pelos glandulares que aprisionam e digerem pequenos insetos. Já no nepentes (*Nepenthes* spp., Nepenthaceae), ocorre uma metamorfose das folhas, que adquirem a forma de um tubo (ou jarra), denominado **ascídio** (Figura 9b). No interior desse tubo, encontra-se um suco digestivo que digere os animais que caem ali. Em plantas aquáticas, como a utriculária (*Utricularia* spp., Lentibulariaceae), as folhas são modificadas em pequenas vesículas, denominadas **utrículos** (Figura 9c), com a função de captura e digestão de pequenos animais aquáticos.

Figura 9

Folhas modificadas para captura de insetos em plantas carnívoras.

a) Folhas com pelos glandulares em *Drosera* sp.

Fotografia: Valquíria Dutra.

b) Ascídio em *Nepenthes* sp. Fotografia:

Valquíria Dutra.

c) Utrículos em *Utricularia striatula* Sm. Fonte:

Tropicos®. Fotografia: Peter B. Phillipson.



O QUE SÃO PLANTAS CARNÍVORAS?

Plantas carnívoras são plantas com a capacidade de capturar animais, por meio de enzimas digestivas, extraindo compostos nitrogenados para seu próprio aproveitamento. São normalmente habitantes de solos pobres e encharcados, com pouca disponibilidade de nitratos (essenciais para a síntese da molécula de clorofila), dependendo, assim, do nitrogênio contido nas proteínas dos animais.

As plantas carnívoras são nativas da faixa tropical, ocorrendo no Sudeste Asiático, na América e na Austrália, algumas no sul da Europa e na África, muito embora existam gêneros ou famílias inteiras adaptados ao clima temperado. As plantas carnívoras foram descobertas pela primeira vez no século XVIII, mais precisamente em 1768, quando o botânico inglês J. Ellis chamou a atenção para o espantoso e curioso processo de captura de insetos na *Dionaea muscipula*.

Desde essa data, mais de seis centenas de espécies de plantas foram estudadas e adicionadas à lista das plantas consideradas carnívoras. Essas plantas constituem um grupo botânico sem qualquer significado taxonômico, dado que o carnivorismo nas plantas parece ter resultado da evolução convergente, ou seja, ao longo dos tempos a seleção natural foi privilegiando a sobrevivência de plantas oriundas de famílias diferentes, mas que conseguiam capturar e digerir pequenos animais. Apesar dessa curiosa capacidade de se nutrir de animais (propriedade que era tida como exclusiva do reino animal), as plantas carnívoras mantêm todas as características de qualquer outro ser vivo do reino vegetal (são plantas verdes em que ocorre fotossíntese).

Contudo, para assegurar a sua sobrevivência, essas plantas necessitam de completar o seu metabolismo com os aminoácidos resultantes da digestão de pequenos animais, que ocorre nas folhas, em zonas glandulares, por intensa atividade de enzimas proteases e fosfatases que digerem as presas. Vários estudos têm demonstrado que a nutrição heterotrófica aumenta o crescimento e o desenvolvimento dessas plantas e que, em algumas espécies, parece ser essencial para que ocorra a floração, ou seja, a possibilidade de perpetuar a espécie.

Por essa razão, o carnivorismo nas plantas é encarado como uma adaptação nutricional relacionada com os solos deficientes em azoto, como acontece com as zonas pantanosas e turfeiras onde ocorre a maioria das plantas carnívoras conhecidas. As folhas das plantas carnívoras são normalmente o local de captura das presas, apresentando adaptações morfológicas e fisiológicas mais ou menos especializadas na atração, captura e digestão dos animais. As armadilhas estão, geralmente, recobertas por muco, uma espécie de cola que retém as presas, e podem possuir movimento, aumentando, dessa forma, a eficácia na captura dos insetos.

No entanto, não basta ter armadilhas eficazes, é preciso conseguir atrair até elas as presas, assim, é comum as plantas carnívoras exalarem odores característicos, de matéria orgânica em decomposição ou adocicados, que funcionam como chamariz para a maioria dos insetos.

Disponível em: <<http://mundoplantascarnivoras.blogspot.com.br/2009/09/mensagem-de-teste.html>>. Acesso em: 27 abr. 2015. (Adaptado).

A IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DAS FOLHAS

As folhas deveriam fazer parte das refeições de todas as pessoas. Além de fornecerem vitaminas, minerais e outros componentes bioativos que trazem benefícios para o nosso organismo, as folhas possuem alto teor de água, hidratam o corpo e são ricas em fibras. Essas ajudam no funcionamento do intestino, aumentam a saciedade, diminuem a absorção da gordura dos alimentos e o índice glicêmico da refeição. Ou seja, as fibras alteram a velocidade de absorção dos carboidratos que, ao serem absorvidos lentamente, prolongam a saciedade. Além disso, as folhas apresentam baixa caloria, contribuindo, assim, para a perda de peso.

Alguns exemplos de folhas que são comuns em nossa dieta são o alface (*Lactuca sativa* L., Asteraceae), o agrião (*Nasturtium officinale* R. Br., Brassicaceae) e a rúcula (*Eruca vesicaria* (L.) Cav., Brassicaceae). A folha de alface, além de fibras, contém quantidades razoáveis de betacaroteno, de vitaminas B1 e B2, de vitamina C e também dos minerais: cálcio, ferro e potássio. A rúcula é boa fonte de betacaroteno, de vitaminas C e K e de minerais, como potássio, ferro, manganês, magnésio, zinco e cobre. O agrião também está entre as folhas mais nutritivas. É riquíssimo em antioxidantes, bioflavonóides e boa fonte de betacaroteno (precursor da vitamina A) e de vitamina C. Além de vitaminas, contém boas quantidades dos minerais: ferro, magnésio e potássio, e é uma excelente fonte natural de cálcio.

O consumo de remédios à base de ervas e plantas medicinais é prática comum para cerca de 85% da população mundial, segundo estimativa da Organização Mundial da Saúde (OMS). A propriedade fitoterápica das plantas se deve ao acúmulo de metabólitos secundários em alguns de seus órgãos. Essas substâncias não estão relacionadas ao metabolismo principal das plantas, como o desenvolvimento e a reprodução, e podem ser tóxicas para os humanos. Entretanto, algumas plantas apresentam efeito medicinal, o que faz parte da sabedoria tradicional de muitos povos.

Entre os fitoterápicos à base de folhas, alguns bem conhecidos são os chás de boldo (*Plectranthus barbatus* Andrews, Lamiaceae) e de erva-cidreira (*Melissa officinalis* L., Lamiaceae). O boldo é usado para problemas digestivos, contra o mau funcionamento do fígado e contra os efeitos desagradáveis que podem ser causados pela ingestão de bebidas alcoólicas. O chá de erva-cidreira possui efeito calmante, sendo usado no tratamento do nervosismo, da agitação e dos distúrbios do sono.

As folhas são importantes para as plantas por exercerem papel crucial na transpiração e por serem os principais órgãos de realização da

fotossíntese. Nas folhas são produzidos os carboidratos e o oxigênio necessários para todos os seres vivos do planeta. Mas sua importância vai além, pois, para nós, são fontes ricas em nutrientes e em substâncias necessárias para a melhoria da saúde.

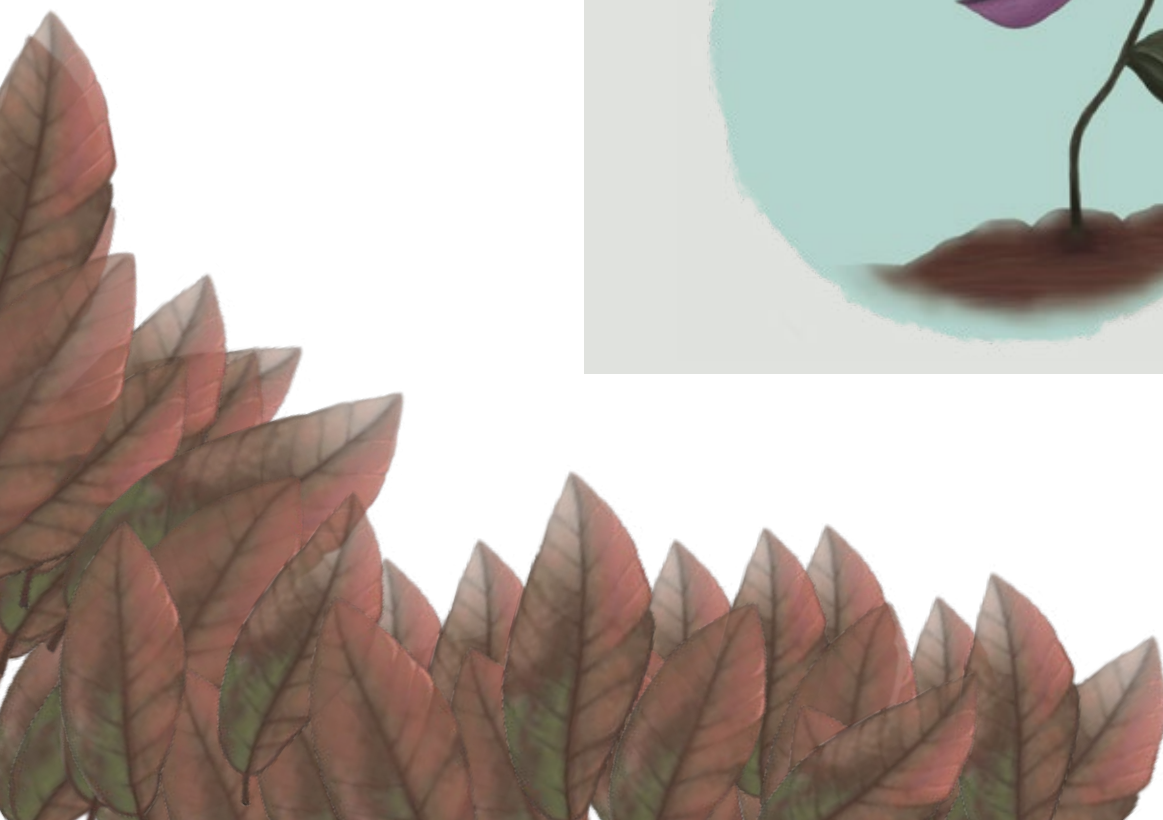
Síntese do Capítulo

Vimos, neste capítulo, que as folhas são órgãos responsáveis por realizar funções metabólicas essenciais à sobrevivência da planta. Em geral, essas estruturas apresentam aspecto laminar, uma especialização evolutiva para aumentar a captação luminosa e possibilitar a realização de sua principal função, a fotossíntese. Morfologicamente, existe uma grande variedade de formas e tamanhos foliares, conforme as adaptações aos diferentes tipos de ambientes, por isso, as folhas são muito utilizadas na identificação de espécies (taxonomia). Elas podem ser classificadas quanto à disposição no caule (filotaxia), quanto à distribuição das nervuras, bem como quanto ao tipo do limbo, sendo que, nas folhas simples, o limbo forma apenas uma lâmina, e, nas compostas, ele forma várias partes, conhecidas como folíolos. Algumas adaptações permitem às folhas desempenhar novas funções, como as gavinhas e os espinhos, que atuam, respectivamente, no suporte e na proteção da planta. As folhas são importantes na alimentação dos seres vivos, sendo amplamente utilizadas pelo homem.

Atividades



1. Cite as funções das folhas para os vegetais.
2. Esquematize uma folha completa e nomeie suas partes.
3. As folhas apresentam adaptações morfológicas que permitem a um vegetal habitar diferentes ambientes. Descreva como a lâmina foliar pode estar adaptada as suas funções de acordo com a disponibilidade de água e luz no ambiente.
4. O que são nervuras foliares? Como as folhas podem ser classificadas quanto às suas nervuras?
5. O que é filotaxia?
6. Cite dois exemplos de folhas modificadas e dê suas funções.
7. Por que a transformação de folhas em espinhos é uma adaptação a ambientes secos?
8. De acordo com o conceito de modificação foliar encontrado nas plantas carnívoras, analise o que há de errado neste desenho:



Anotações



Anote suas as dúvidas e curiosidades para que sejam discutidas no nosso fórum.

A series of horizontal lines for taking notes.







Capítulo 4

flor





Você conhece a estrutura e sabe qual a função da flor?

As angiospermas são conhecidas pela presença das flores, órgão responsável pela reprodução sexuada, que irá se desenvolver em fruto contendo as sementes. As flores surgiram relativamente tarde na evolução das plantas, derivando de modificações nos meristemas apicais e nas folhas que eles produziam, sendo o seu aparecimento, seguramente, um dos principais fatores que determinaram o sucesso e a grande diversidade das angiospermas.

Além da função reprodutiva, as flores são importantes nos estudos taxonômicos. Por serem um órgão que está menos sujeito aos efeitos das condições ambientais, as flores tendem a apresentar menor variação, dentro de cada espécie, diferentemente das folhas, por exemplo. Assim, os caracteres florais são importantes na filogenia e na classificação das angiospermas e são muito utilizados na construção de chaves de identificação, especialmente em nível de família.

As flores ainda apresentam elevada importância econômica, sendo utilizadas, por exemplo, na alimentação, como a couve-flor, o brócolis (variedades hortícolas de *Brassica cretica* Lam., Brassicaceae) e o açafrão (*Crocus sativus* L., Iridaceae), e como ornamentais, cultivadas pela beleza, desde os primórdios da humanidade, como as diversas espécies de lírio (*Lilium* spp., Liliaceae).

Se pensarmos na diversidade de angiospermas, que incluem cerca de 300 mil espécies e existem há mais de 140 milhões de anos, podemos imaginar a grande variedade morfológica que iremos encontrar nas flores, mas uma flor completa apresenta as seguintes partes constituintes (Figura 1):

1. Sépalas: são folhas estéreis, geralmente verdes, e se formam primeiro, na parte mais externa do receptáculo. Protegem as flores quando ainda estão no estágio de botão floral, antes de sua abertura. Podem ocorrer livres entre si, parcialmente ou totalmente fundidas. O conjunto de sépalas é chamado de **cálice**.

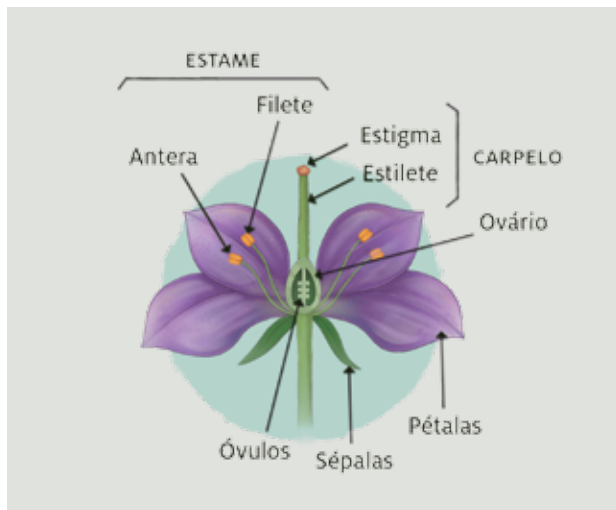


Figura 1. Morfologia da flor.

2. Pétalas: são folhas estéreis, geralmente vistosas e coloridas, que atuam na atração dos polinizadores. Elas se formam mais internamente que as sépalas e também podem ser livres ou fundidas. O conjunto de pétalas é chamado de **corola**.

O cálice e a corola são chamados de **verticilos externos ou protetores** e formam o **perianto**, que significa “em torno da flor”. Em algumas espécies pétalas e sépalas assemelham-se em cor e textura, sendo denominadas **tépalas**, e o conjunto de tépalas é chamado de **perigônio**.



Flor aclamídea do caule-azul. Fonte: goo.gl/fmLDLf. Fotografia: dogtooth77.



Flor monoclamídea da buganvília. Fotografia: Valquíria Dutra.



Flor diclamídea heteroclamídea da azaléia. Fotografia: Valquíria Dutra.

PARA SABER MAIS

Flor aclamídea: perianto ausente. Ex. caule-azul (*Andropogon gerardii* Vitman, Poaceae).

Flor monoclamídea: apenas um dos verticilos presente, geralmente cálice. Ex. buganvília (*Bougainvillea* spp., Nyctaginaceae).

Flor diclamídea: perianto presente.

Flor diclamídea homoclamídea: quando sépalas e pétalas são semelhantes em número, cor e forma. Ex. lírio (*Lilium* spp., Liliaceae).

Flor diclamídea heteroclamídea: quando as sépalas são diferentes das pétalas. Ex. azaléia (*Rhododendron indicum* (L.) Sweet, Ericaceae).

3. Estames: representam as folhas férteis masculinas, responsáveis pela produção de pólen, que se formam mais internamente ao perianto. O conjunto de estames forma o **androceu** (do grego: *andros* = homem e *oikos* = casa). Cada estame possui uma haste, o **filete**, geralmente longo, e que tem no ápice uma **antera**, que corresponde a uma porção dilatada onde são produzidos os **grãos de pólen**. Entre o filete e a antera, há um tecido denominado **conectivo**, que une as partes da antera (tecas) e também é a zona de inserção do filete na antera.

PARA SABER MAIS

Tamanho dos estames

Homodínamos: quando os estames apresentam o mesmo tamanho.

Heterodínamos: quando os estames possuem tamanhos diferentes.

União dos estames

Monadelfos: estames estão unidos entre si formando um feixe.

Diadelfos: estames unidos formando dois feixes.

Poliadelfos: estames unidos formando vários feixes.

Estaminódios: estames estéreis, geralmente de tamanho reduzido ou semelhante a uma pétala (estaminódio petaloide), que não produzem pólen.

4. Carpelos: representam as folhas férteis femininas, que contêm os óvulos e formam o **gineceu** (do grego: gynaikeïon = aposento das mulheres). Cada carpelo é formado por um **ovário**, região basal ou sub-basal que contém os óvulos e, após a fecundação, irá se desenvolver formando o fruto; uma parte tubular, o **estilete**, na extremidade do qual há uma dilatação chamada de **estigma**, estrutura cuja superfície recebe os grãos de pólen.

PARA SABER MAIS

O óvulo constitui o megasporângio, que contém a oosfera (gameta feminino). É uma estrutura complexa, formada por:

Funículo: cordão que liga o óvulo à placenta.

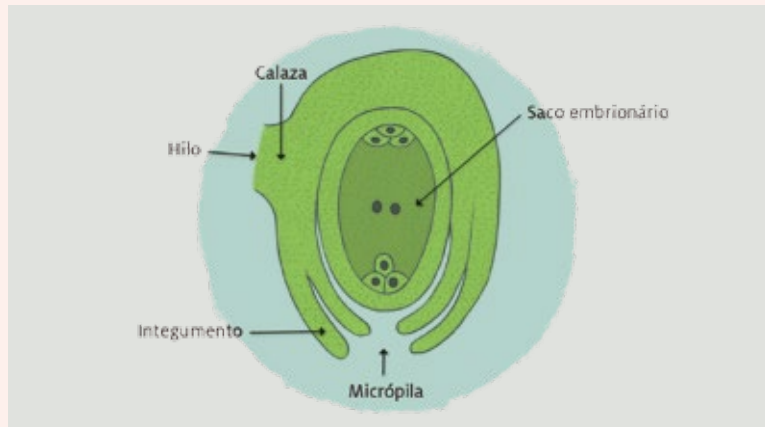
Hilo: local onde o funículo está ligado ao óvulo.

Calaza: porção basal da nucela, onde termina o feixe vascular do funículo.

Integumento: camada que envolve a nucela, possui uma abertura no ápice chamada micrópila. Um óvulo pode ter um ou dois integumentos.

Nucela: tecido avascular que envolve o saco embrionário.

Saco embrionário: região que contém a oosfera, as sinérgides, as antípodas e os núcleos polares.

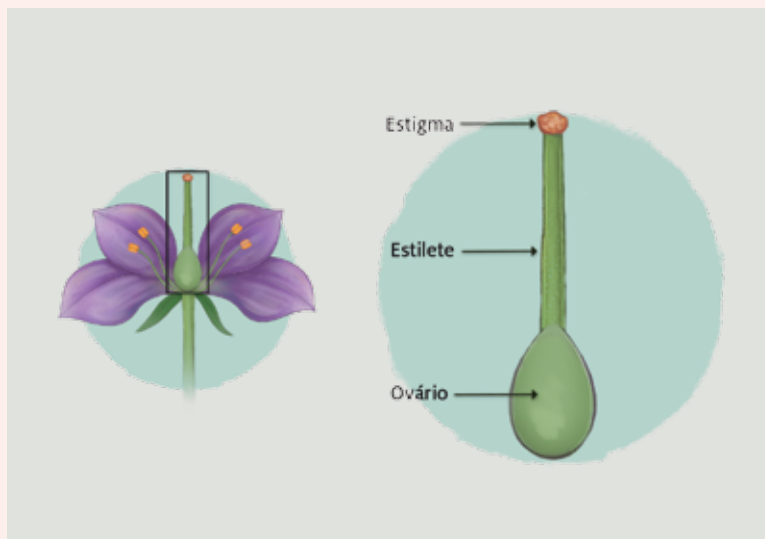


O gineceu pode apresentar um ou mais carpelos, que podem estar livres ou fundidos. Um carpelo livre ou um grupo de carpelos fundidos pode ser denominado **pistilo** (do latim: *pistillu* = instrumento em forma semelhante à mão-do-pilão).

O androceu e o gineceu são chamados de **verticilos internos ou reprodutores**.

PARA SABER MAIS

O pistilo é a unidade morfológica e o carpelo, a unidade estrutural. O correto é considerar o gineceu formado por pistilo(s) e cada pistilo formado por um ou mais carpelos.



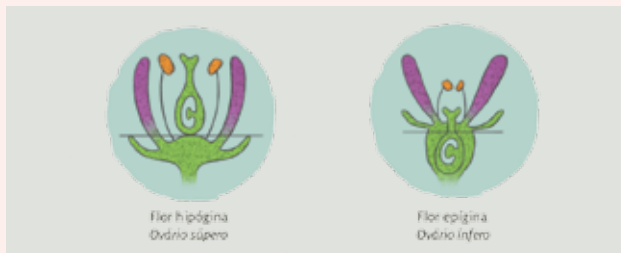
PARA SABER MAIS

Posição do ovário no receptáculo

Ovário súpero: estames, pétalas e sépalas estão ligados ao receptáculo em um ponto abaixo do ovário.

Ovário ínfero: estames, pétalas e sépalas estão unidos ao receptáculo em um ponto acima do ovário. Neste caso, o ovário encontra-se fundido à estrutura do receptáculo, não sendo visível quando se observa o fundo da flor.

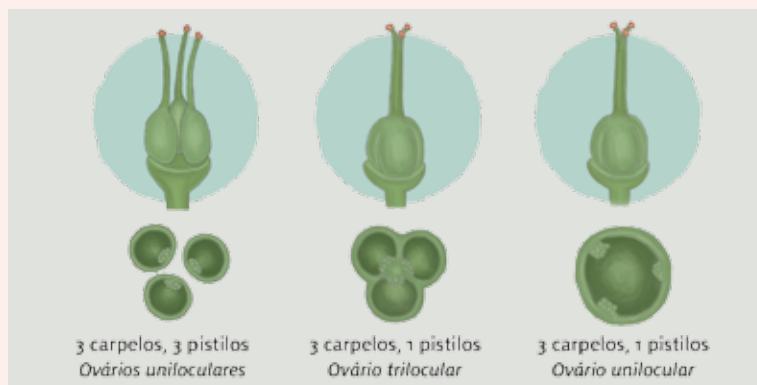
Número de lóculos e carpelos



Os **lóculos** são as cavidades existentes dentro do ovário, que contém os óvulos, e o seu número ajuda na identificação do número de carpelos. De acordo com o número de lóculos, podemos ter um ovário **unilocular** (um lóculo), **bilocular** (dois lóculos), **trilocular** (três lóculos) ou **plurilocular** (mais de três lóculos).

Os **carpelos** podem ser classificados, quanto à soldadura, em **dialicarpelares**, quando são constituídos de carpelos livres entre si, sendo formados, portanto, por vários pistilos; ou em **gamocarpelares** quando os carpelos estão unidos entre si, formando um só pistilo.

Quanto ao número de carpelos, o ovário pode ser classificado em **unicarpelar**, quando é formado por um único carpelo, **bicarpelar**, **tricarpelar** ou **pluricarpelar**, quando é constituído por 2, 3 ou mais carpelos soldados.





Placentação

A porção do ovário onde se originam os óvulos e na qual eles se mantêm fixados até a maturidade é denominada **placenta**. O arranjo das placentas é conhecido como **placentação**. Os tipos de placentação são:

Axial: em um ovário com mais de um lóculo, os óvulos estão dispostos no eixo central do ovário.

Parietal: os óvulos estão inseridos na parede do ovário.

Central-livre: os óvulos estão dipostos em um eixo central, em um ovário unilocular.

Pêndula ou apical: os óvulos estão inseridos no ápice do ovário

Ereta ou basal: os óvulos estão presos na base do ovário.

Então, como já foi dito acima, as flores que apresentam todos os quatro tipos de folhas modificadas: sépalas, pétalas, estames e carpelos, são chamadas de **completas** e as que não apresentam pelo menos uma dessas estruturas são chamadas de **incompletas**.

PARA SABER MAIS

As peças florais podem estar unidas entre si (conação) ou com as peças de outros verticilos (adnação).

Quando as partes florais do mesmo verticilo não estão soldadas, os prefixos *apo-* (separados) ou *diali-* (livres) podem ser usados para descrever essa condição.

Ex.: **apocárpicos** = carpelos separados

dialipétalas = pétalas livres

Quando as partes estão soldadas, empregam-se os prefixos *sin-* ou *sim-* (junto) ou *gamo* (unido).

Ex.: **sincárpicos** = carpelos unidos

gamopétalas = pétalas unidas

Além das estruturas mencionadas, uma flor normalmente possui um eixo caulinar denominado **pedúnculo floral**. As flores que não apresentam pedúnculo são denominadas de **sésseis**.

No ápice do pedúnculo há uma área dilatada, chamada de **receptáculo floral**, onde todas as peças florais estão inseridas. O receptáculo é um ramo modificado, constituído de nós e entrenós muito curtos, e pode ter o seu formato variado, alterando, assim, a morfologia da flor.

As flores de cladós basais, como a magnólia (*Magnolia champaca* (L.) Baill. ex Pierre, Magnoliaceae), geralmente apresentam um grande número de peças florais, e o receptáculo floral é alongado, com as peças dispostas ao seu redor, espiraladamente. Essas flores são chamadas de **acíclicas** (Figura 2a).

Nas flores dos cladós mais derivados, especialmente das eudicotiledôneas, como a quaresmeira (*Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn., Melastomataceae), ocorre uma redução do número de peças florais e um encurtamento do eixo floral, o que torna o receptáculo floral mais achatado. Nessas flores, as peças florais distribuem-se em um arranjo cíclico, ou seja, as peças de cada verticilo se inserem na mesma altura e formam vários círculos concêntricos. As flores são então denominadas **cíclicas** (Figura 2b).

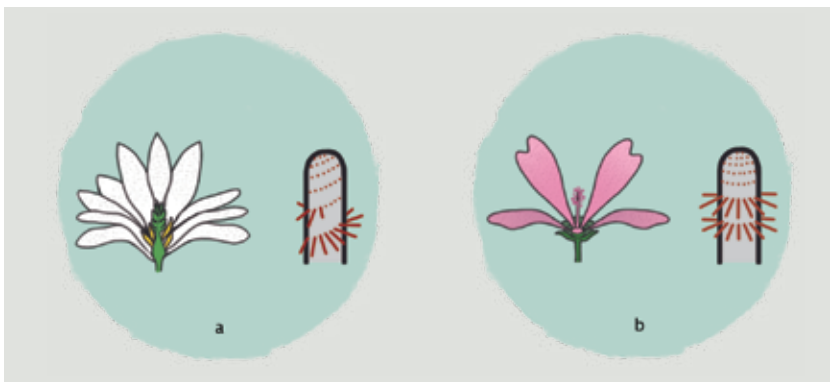


Figura 2 Disposição das peças florais.

a) Flor acíclica;

b) Flor cíclica.

As flores podem ainda, apresentar **brácteas** e **bractéolas**, localizadas geralmente na base do receptáculo floral. Essas estruturas são folhas modificadas que, muitas vezes são vistosas e podem desempenhar um papel importante no processo de polinização. São exemplos de brácteas (Figura 3), a espata do copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng., Araceae), a bráctea colorida da buganvília (*Bougainvillea* spp., Nyctaginaceae) e o calículo do hibisco.

Figura 3

Tipos de brácteas.

- a) Espata do copo-de-leite;
- b) Bráctea da buganvílea;
- c) Calículo do hibisco.

Fotografias: Valquíria Dutra.

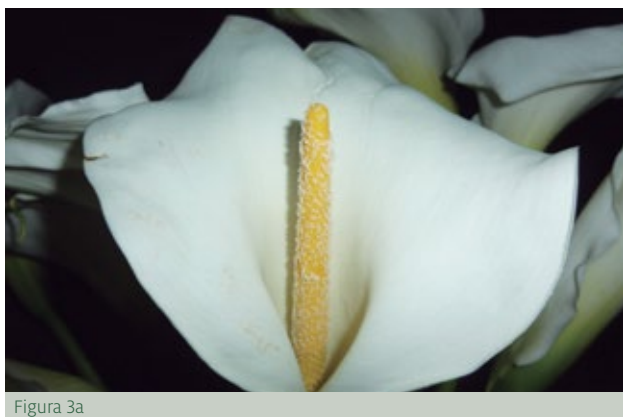


Figura 3a



Figura 3c

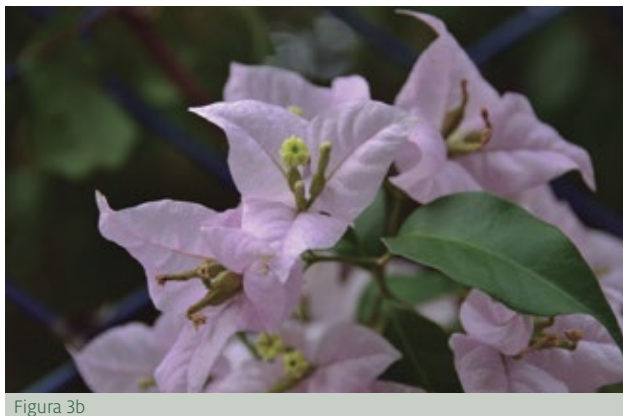


Figura 3b

Como as flores são classificadas?

As flores também podem ser classificadas de acordo com as estruturas de reprodução que apresentam. Uma flor **bissexuada** (Figura 4a), também chamada de perfeita ou hermafrodita, apresenta o gineceu e o androceu. Flores **unissexuadas**, denominadas imperfeitas, têm apenas estames ou carpelos. A flor **masculina** (Figura 4b), conhecida também como **estaminada**, apresenta somente os estames; e a flor **feminina** (Figura 4c), chamada de **pistilada**, só possui os carpelos.

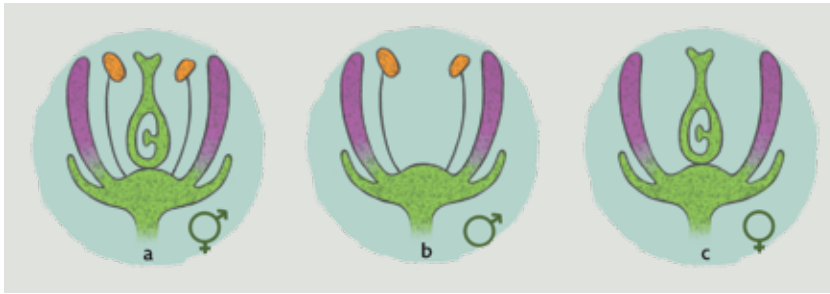


Figura 4

Classificação das flores quanto ao sexo.

- a) Flor bissexuada;
- b) Flor unissexuada masculina;
- c) Flor unissexuada feminina.

Se na mesma planta existem flores estaminadas e carpeladas, como no milho, a planta é chamada de **monoica** (do grego: *monos* = único e *oikos* = casa). Se as flores estaminadas e carpeladas, de uma mesma espécie, são encontradas em plantas distintas, a planta é denominada **dioica** (duas casas), como no azevím (*Ilex aquifolium* L., Aquifoliaceae).

A simetria das flores também pode variar. A simetria de uma flor, em particular, do seu perianto, pode ser entendida como a forma como o perianto pode ser dividido, em duas ou mais partes idênticas. Flores com simetria radial são chamadas de **actinomórficas** (Figura 5a). Nesse padrão de simetria, a flor apresenta mais de um plano de simetria, isto é, após um corte em qualquer plano imaginário que passe pelo eixo central da flor, sempre se obtém duas metades exatamente iguais. Muitas flores têm simetria bilateral, apresentando apenas um plano de simetria, portanto, um único plano imaginário passa no eixo central da flor, e a divide em duas metades iguais. Essas flores são chamadas de **zigomórficas** (Figura 5b). Existem, ainda, as flores **assimétricas** (Figura 5c), que não apresentam nenhum plano de simetria.



Figura 5a

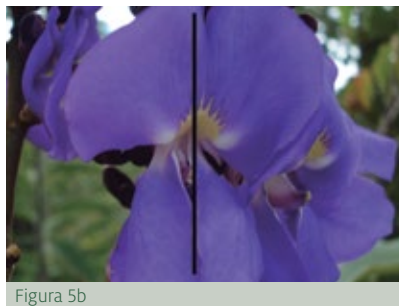


Figura 5b



Figura 5c

Figura 5

Tipos de simetria da flor.

- a) Flor actinomórfica de *Vinca* sp (Apocynaceae). Fotografia: Mariana Machado.
- b) Flor zigomórfica de *Dioclea violaceae* Mart. ex Benth. (Fabaceae). Fotografia: Valquíria Dutra.
- c) Flor assimétrica de *Chamaecrista* sp. (Fabaceae). Fotografia: Valquíria Dutra.

As flores podem ser classificadas com base no número de peças florais, sendo que, na maioria, existe uma correspondência entre o número de pétalas e de sépalas. Nas flores das monocotiledôneas, prevalece o número de três ou seus múltiplos para sépalas, pétalas, estames e carpelos. Essas flores são denominadas **trímeras** (Figura 6a). Na maioria das angiospermas, o número pode variar entre quatro, cinco ou seus múlti-

plos, sendo então chamadas de **tetrâmeras** (Figura 6b) e **pentâmeras** (Figura 6c), respectivamente.



Figura 6a



Figura 6b



Figura 6c

Figura 6

Classificação quanto ao número de peças florais.

- a) Flor trípeta da açucena (*Hippeastrum x hybridum* Hort., Amaryllidaceae).
- b) Flor tetrâmera da ixora (*Ixora coccinea* L., Rubiaceae).
- c) Flor pentâmera de *Kielmeyera* sp (Calophyllaceae).

Fotografias: Valquíria Dutra.

Uma ou várias flores?

Ao observar um girassol (*Helianthus annuus* L., Asteraceae), você imagina que está diante de uma flor. Será?

O pedúnculo floral pode possuir apenas uma flor ou um conjunto de flores, formando uma **inflorescência**. Nesta, cada flor está ligada por um **pedicelo** (que é um pequeno pedúnculo) ao eixo primário da inflorescência (Figura 7). Existem diversos tipos de inflorescências, com denominações que levam em conta o número de flores, sua disposição, a presença ou não de pedicelo, entre outros.

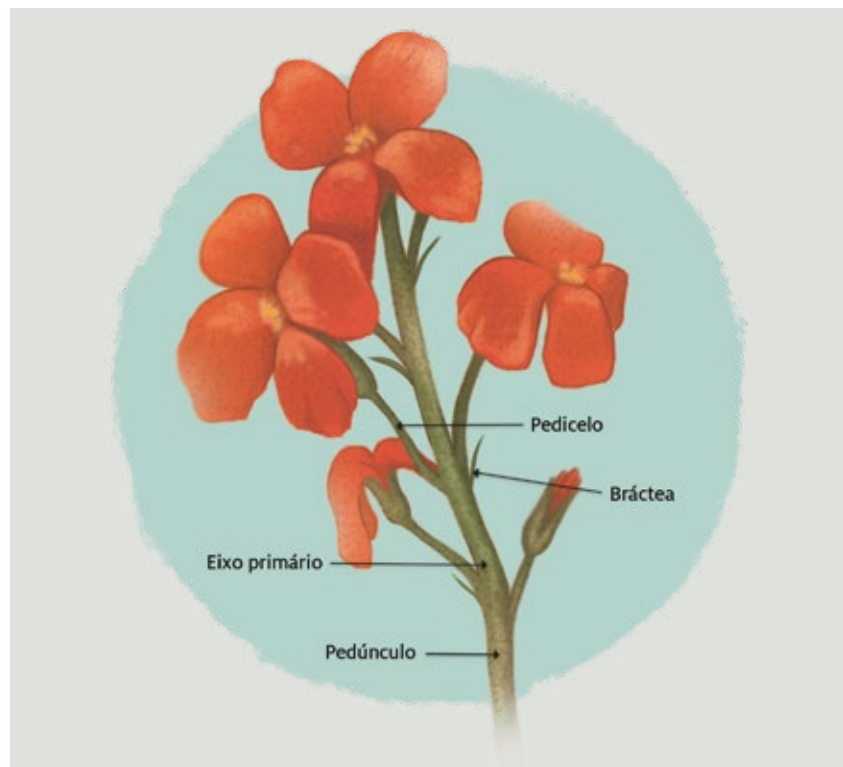


Figura 7

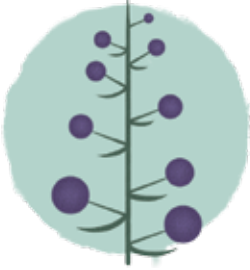
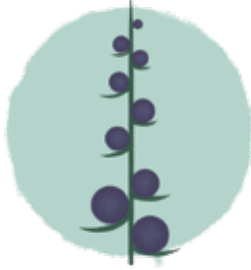
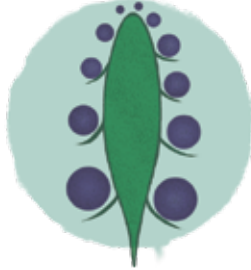
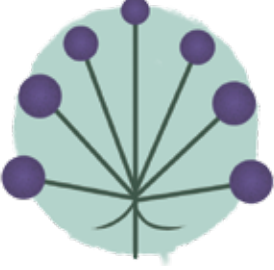


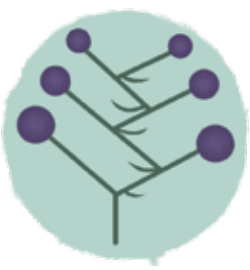


Morfologia da inflorescência.

Assim, quando olhamos um girassol, o que à primeira vista parece ser uma única flor é, na verdade, uma inflorescência. O girassol, e também as margaridas, as gérberas, os crisântemos e as dália apresenta um tipo especial de inflorescência: o capítulo. No capítulo, há uma base ou disco esverdeado onde estão inseridas várias flores de tamanhos e formas diferentes (Figura 8). O que achamos que são pétalas, na verdade, são pequenas flores que possuem uma das pétalas mais desenvolvida e as demais partes florais bem reduzidas. No centro, estão inseridas flores numerosas e pequenas.



Figura 8
Morfologia da inflorescência do girassol.

No quadro abaixo, são ilustrados os principais tipos de inflorescências.

 <p>Racemo ou cacho Possui flores com pedicelos, que se desenvolvem ao longo de um eixo principal, originando-se de vários pontos e atingindo alturas diferentes. Exemplo: chuva-de-ouro (<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) DC., Fabaceae)</p>	 <p>Espiga possui flores sésseis ou subsésseis, inseridas em diversas alturas ao longo do eixo primário. Exemplo: milho (<i>Zea mays</i> L., Poaceae)</p>	 <p>Espádice Variação da espiga, com eixo primário carnoso e envolvido por uma grande bráctea, denominada espata. Exemplo: copo-de-leite (<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng., Araceae)</p>
 <p>Umbela Possui flores com pedicelos, inseridas em um mesmo ponto do eixo primário, atingindo uma altura aproximadamente igual. Exemplo: salsa (<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss, Apiaceae)</p>	 <p>Corimbo Possui flores com pedicelos de tamanhos variados, inseridos em diversos níveis do eixo primário, mas atingindo uma altura aproximadamente igual. Exemplo: espatódea (<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv., Bignoniaceae)</p>	 <p>Capítulo Espiga achatada, formando um receptáculo côncavo, plano ou convexo, semelhante a um disco, onde se insere um conjunto de flores, rodeadas por um conjunto de brácteas (o periclélio). Exemplo: margarida (<i>Leucanthemum vulgare</i> (Vaill.) Lam., Asteraceae)</p>
 <p>Monocásio ou cima unípara O eixo primário origina um ramo com uma flor terminal e na sua base surge um eixo secundário, também com uma flor, e assim sucessivamente. Exemplo: lírio (<i>Lilium</i> sp, Liliaceae)</p>	 <p>Dicásio ou cima bípara O eixo primário origina um ramo com uma flor terminal e na sua base origina dois eixos secundários, opostos, também com uma flor, e assim sucessivamente. Exemplo: begônia (<i>Begonia</i> spp., Begoniaceae)</p>	 <p>Pleiochásio ou cima múltípara O eixo primário origina um ramo com uma flor terminal e na sua base surgem três ou mais eixos secundários, e assim sucessivamente. Exemplo: gerânio (<i>Pelargonium peltatum</i> (L.) L' Hér.)</p>

 <p>Panícula Inflorescência composta, formada por cacho de cachos. Exemplo: yuca (<i>Yucca gigantea</i> Lem., Asparagaceae)</p>	 <p>Cíatio Possui uma flor feminina, nua, pedicelada, rodeada por várias flores masculinas, que possuem apenas um estame, envolvidas por uma bráctea. Exemplo: coroa-de-cristo (<i>Euphorbia milii</i> Des Moul., Euphorbiaceae)</p>	 <p>Sicônio Receptáculo côncavo, formando uma cavidade quase fechada, que contém em seu interior numerosas flores unissexuais. Exemplo: figo (<i>Ficus carica</i> L., Moracea)</p>
---	--	--

Quadro 1

Principais tipos de inflorescências

A IMPORTÂNCIA DAS FLORES

As flores, além de importantes na reprodução das plantas, são úteis na alimentação de insetos, pássaros, animais e humanos e, ainda, fornecem substâncias para a medicina popular.

A principal função das flores é a reprodução das plantas. A maioria delas possui um conjunto de características que auxiliam na atração dos polinizadores, que irão se alimentar de seu pólen ou néctar. Há uma variedade de insetos que se alimentam do néctar das flores, mas a maioria deles são abelhas, vespas e borboletas.

Como as flores dependem da sua aparência para a polinização, algumas evoluíram para se tornar mais atraentes para os polinizadores. A orquídea-abelha (*Ophrys* spp., Orchidaceae), por exemplo, assemelha-se a uma abelha fêmea. Os hibiscos (*Hibiscus* spp., Malvaceae) e as trombeteiras (*Brugmansia suaveolens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Bercht. & J. Presl, Solanaceae) possuem flores com um formato que facilita a retirada do seu néctar e a transmissão do pólen por beija-flores e canarinhos. Os morcegos se alimentam do néctar e do pólen das flores da agave (*Agave* spp., Asparagaceae) e da pitaia (*Hylocereus* spp., Cactaceae). Essas plantas abrem suas flores à noite, liberando, assim, seu néctar e seu pólen para os morcegos.

Muitas flores são utilizadas também na alimentação humana. As pétalas de rosa (*Rosa* spp., Rosaceae) são usadas em culinária e chás há séculos, assim como as flores do lírio (*Lilium* spp., Liliaceae), do dente-de-leão (*Taraxacum* spp., Asteraceae), da margarida (*Bellis* spp.,



Flor da trombeteira. Fonte: <https://www.flickr.com/photos/scottzona/6938397055/>. Fotografia: Scott Zona



Flor da pitaia (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose, Cactaceae). Fonte: <https://www.flickr.com/photos/krolcarol/4212516206/in/photostream/>. Fotografia: Rosa Caroline Teixeira.



Flor da rosa. Fotografia: Valquíria Dutra.

Asteraceae), da hortelã (*Mentha spicata* L., Lamiaceae) e da camomila (*Matricaria chamomilla* L., Asteraceae). As inflorescências da cebolinha (*Allium cepa* L.), do alho (*A. sativum* L.), do manjeriço (*Ocimum* spp., Lamiaceae), do jasmim (*Jasminum* spp., Oleaceae), da alfazema (*Lavandula* spp., Lamiaceae), do orégano (*Origanum vulgare* L., Lamiaceae) e da sálvia (*Salvia* spp., Lamiaceae) podem ser usadas como ervas e temperos em pratos de culinária.

Muitas flores têm usos medicinais, como a begônia (*Begonia* spp., Begoniaceae), para eliminar toxinas do corpo, a calêndula (*Calendula* spp., Asteraceae), o girassol (*Helianthus annuus* L., Asteraceae) e a madressilva (*Lonicera* spp., Caprifoliaceae), para tratar dores de garganta e amigdalite. O aciano ou escovinha (*Cyanus segetum* Hill,

Asteraceae) pode ser usado para tratar acne, enquanto a valeriana (*Valeriana officinalis* L., Caprifoliaceae) e a papoula-californiana (*Eschscholzia californica* Cham., Papaveraceae) aliviam cólicas menstruais.

Disponível em: <http://www.ehow.com.br/importancia-flores-natureza-sobre_264367/>. Acesso em: 25 jun. 2015. (Adaptado).



Flores do manjeriço. Fotografia: Valquíria Dutra.



Flores da papoula-californiana. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kaldari_Eschscholzia_californica_o2.jpg. Fotografia: Kaldari.

Síntese do Capítulo

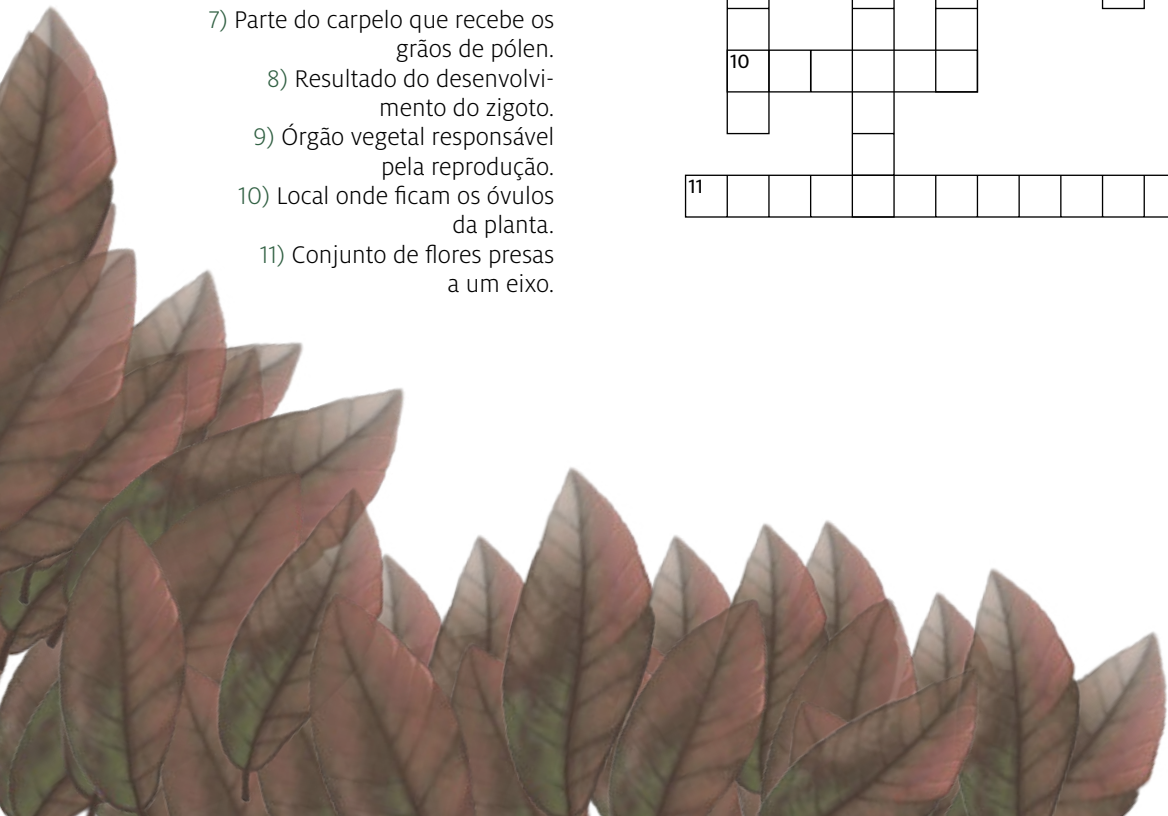
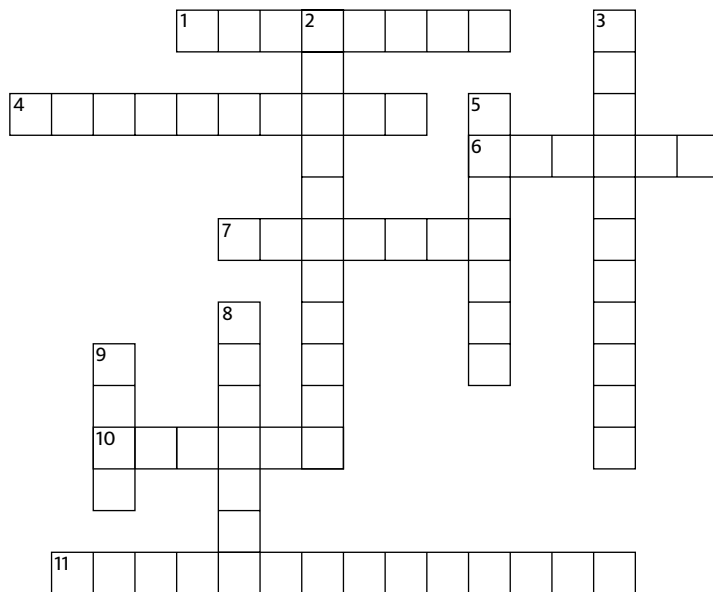
Neste capítulo, vimos que as flores são estruturas especializadas que possibilitam a eficiente reprodução sexuada das angiospermas. Nesse caso, o surgimento das flores facilitou a polinização por insetos e animais, e garantiu às angiospermas maior sucesso evolutivo. As flores apresentam elevada variabilidade em sua estrutura, sendo consideradas completas aquelas que possuem os quatro conjuntos de folhas modificadas, os verticilos florais: cálice, corola, androceu e gineceu, dispostos nessa ordem da periferia para o centro no receptáculo floral, que se prende ao caule por meio do pedúnculo. Na ausência de um ou mais verticilos, fala-se em flores incompletas. Quando esses elementos da flor estão dispostos em ciclos ao redor do gineceu, chama-se a flor de cíclica. Em clados das angiospermas basais, os elementos florais dispõem-se de maneira helicoidal em torno do eixo da flor, chamada de acíclica. As flores também são classificadas considerando critérios como: estruturas reprodutivas, simetria, número de peças florais e homogeneidade do perianto. As flores podem, ainda, estar agrupadas na planta, formando agregados diversos chamados inflorescência.

Atividades



1. Conceitue flor.
2. Esquematize e identifique as partes de uma flor completa.
3. Qual a diferença entre perianto e perigônio?
4. Quanto à disposição das peças florais, como as flores podem ser classificadas? Comente as diferenças evolutivas e cite exemplos.
5. Descreva as estruturas masculinas e as estruturas femininas de uma flor.
6. Quanto às estruturas reprodutivas, como as flores podem ser classificadas?
7. Quanto às estruturas reprodutivas, como as plantas podem ser classificadas?
8. Quanto à simetria, como as flores podem ser?
9. Resolva a palavra-cruzada abaixo:

- 1) Conjunto dos estames de uma flor.
- 2) Base que sustenta todos os elementos florais.
- 3) Transporte do grão de pólen até o estigma.
- 4) Encontro do núcleo masculino com o feminino.
- 5) Nome que se dá às pétalas e sépalas que têm o mesmo aspecto, tamanho e cor.
- 6) Tipo de inflorescência existente no milho.
- 7) Parte do carpelo que recebe os grãos de pólen.
- 8) Resultado do desenvolvimento do zigoto.
- 9) Órgão vegetal responsável pela reprodução.
- 10) Local onde ficam os óvulos da planta.
- 11) Conjunto de flores presas a um eixo.







Capítulo 5

frutos e sementes



Frutos e sementes

Nas angiospermas, as **sementes** são produzidas no interior do ovário, que, após a fecundação, se desenvolve produzindo o **fruto**. A função do fruto, inicialmente, é proteger a semente da perda de água e, também, do ataque de microrganismos e herbívoros, durante seu desenvolvimento. Quando a semente torna-se madura, o fruto assegura a propagação e perpetuação das espécies, por meio da dispersão das sementes para novas áreas. Essa ação é um aspecto fundamental da radiação evolutiva das angiospermas e pode ser realizada por meio de animais, do vento ou da água, como veremos no Capítulo 9.

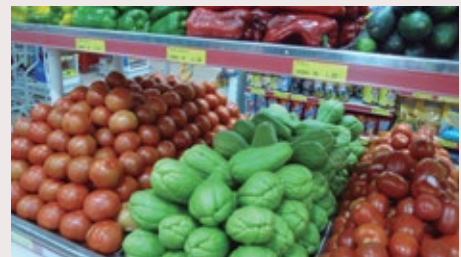
FRUTO OU FRUTA?

Fruto é o termo botânico aplicado ao órgão que tem função de proteger e disseminar sementes.

Já o termo fruta é utilizado, popularmente, para designar os frutos suculentos, doces ou azedos, como maçã, melancia e limão, enquanto os frutos que não possuem essas características, como tomate, vagem e abóbora, são comumente chamados de legumes.

Para exemplificar, o tomate é um fruto na terminologia botânica, ou seja, ele é desenvolvido a partir do ovário de uma flor. Porém, por não apresentar sabor adocicado, é considerado pelas pessoas como um legume. Além do tomate, a berinjela, o pepino, a vagem, o jiló e o pimentão são exemplos de frutos conhecidos por nós como legumes.

Disponível em: <<http://www.aprenda.bio.br/portal/?p=7194>>. Acesso em: 2 maio 2015. (Adaptado).



Frutas e legumes. Fotografia: Valquíria Dutra.

O que é o fruto?

O **fruto** é um órgão exclusivo das angiospermas e nada mais é do que um ovário maduro, juntamente com suas **estruturas acessórias** (receptáculo floral ou partes do perianto), por exemplo, o receptáculo carnoso e expandido do morango (*Fragaria x ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier, Rosaceae) e os eixos de inflorescência carnosos do figo (*Ficus carica* L., Moraceae).

Como foi explicado acima, o fruto tem um papel importante na dispersão das sementes, por isso, apresenta grande diversidade de tamanhos, formas, texturas e modos de abertura. Muitos são doces, coloridos e possuem aromas para atrair animais que, ao se alimentarem deles, levarão as suas sementes a maior ou menor distância. Também podem auxiliar na nutrição da semente durante a germinação. Outros frutos são secos e sofrem diferentes processos de abertura que permitem o lançamento das sementes a grandes distâncias.

Apesar da grande variação na sua morfologia, o fruto é constituído basicamente por quatro estruturas (Figura 1):

1. **Epicarpo:** camada mais externa originada da epiderme do ovário.
2. **Mesocarpo:** camada intermediária proveniente do tecido fundamen-

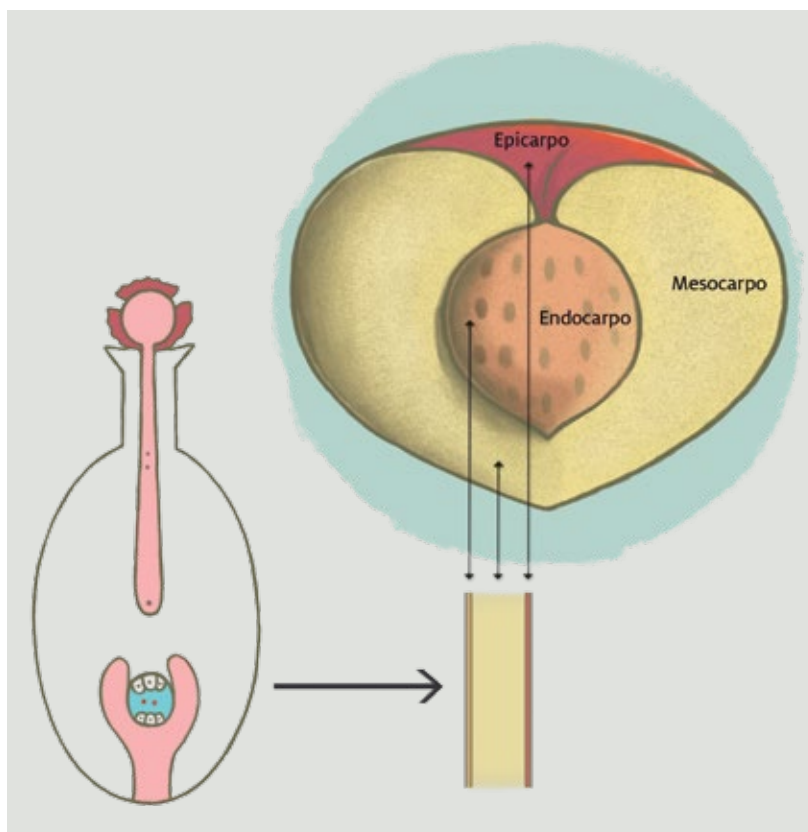
tal da parede do ovário. Nos frutos carnosos, é a camada que normalmente forma a parte comestível, por meio do acúmulo de reservas.

3. **Endocarpo:** camada mais interna, originada da parede interna do ovário, que se encontra em contato com as sementes.

O epicarpo, juntamente com o mesocarpo e com o endocarpo, forma a parede do fruto, chamada de **pericarpo**.

4. **Semente:** óvulo desenvolvido após a fecundação, contendo o embrião, o tegumento de proteção e, geralmente, uma reserva nutritiva.

Figura 1
Partes constituintes dos frutos.



ONDE ESTÃO AS SEMENTES?

Muitos frutos podem se desenvolver sem que tenha ocorrido a fecundação e, neste caso, não há formação de sementes. Esse fenômeno é conhecido como **partenocarpia**, e chamamos os frutos de **partenocárpicos**.

Ao descascar uma banana, você pode estar se perguntando: onde estão as sementes? Muitas pessoas acham que os pequenos pontos escuros no centro da banana são as sementes, mas na verdade não são.

A maioria das bananeiras cultivadas se reproduz de forma assexuada, por propagação vegetativa, a partir de seu rizoma, que é um tipo de caule subterrâneo. O conjunto de várias dessas folhas forma o que, popularmente, à primeira vista, chamamos de caule da bananeira.

Cada “caule” é capaz de formar ramos de flores que formam bananas, sem que haja fecundação de seus ovários. Então, aqueles pontinhos pretos que encontramos no interior da banana são óvulos não fecundados, e não sementes, como algumas pessoas acreditam.

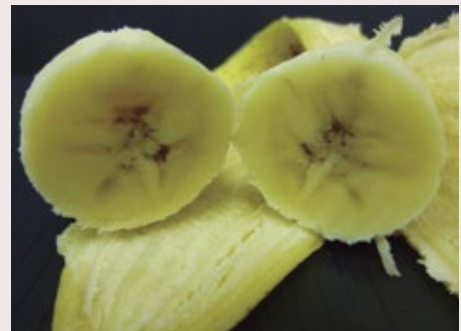
A vantagem de essas plantas se desenvolverem assim, além da ausência de sementes nas bananas, consiste no fato de que elas crescem e dão frutos mais rapidamente. A desvantagem é que, por serem idênticas à planta-mãe, se esta possuir alguma anomalia ou doença, elas também a terão.

As bananas com sementes só ocorrem nas espécies selvagens que, no Brasil, podem aparecer em regiões litorâneas de Mata Atlântica.

Diversos fatores podem influenciar na formação de frutos partenocárpicos, como: condições de temperatura, polinização por uma espécie geneticamente distante, propensão à poliembrionia etc.

A partenocarpia é bastante comum, especialmente em espécies com grande número de óvulos, como a banana, a laranja, a abóbora, o figo e o abacaxi.

Disponível em: <<http://biologiaacontecendo.blogspot.com.br/2012/04/o-misterio-das-bananas-com-e-sem.html>>. Acesso em: 2 maio 2015. (Adaptado).



Como classificar os frutos?

Os frutos podem ser classificados, de acordo com a origem, em três tipos básicos: **simples**, **agregados** e **múltiplos** (ou compostos). Os frutos **simples** são derivados de um único ovário (unicarpelar ou gamocarpelar), de uma única flor, como o tomate (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae, Figura 2a). Entre os três tipos de frutos, são de longe os mais diversos. Os frutos **agregados** se originam de uma única flor com vários carpelos livres (dialicarpelar). Como exemplos, temos a framboesa (*Rubus idaeus* L., Rosaceae), a fruta-do-conde (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill., Annonaceae) e a magnólia (*Magnolia champaca* (L.) Baill. ex Pierre, Magnoliaceae, Figura 2b). Os frutos **múltiplos** resultam da união do ovário de várias flores de uma inflorescência, como o abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr., Bromeliaceae) e o figo (Figura 2c).

Figura 2

a) Fruto simples do tomate;
b) Polifóliculo da magnólia;
c) Fruto múltiplo do figo.
Fotografias: Valquíria Dutra.



Figura 2a



Figura 2b



Figura 2c

Os frutos em que o conteúdo carnoso não se origina do ovário e sim de outras partes da flor, como o pedicelo, o hipanto ou outras partes acessórias, são chamados de **pseudofrutos**, como o caju (*Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae), em que a parte comestível é o pedúnculo (Figura 3a), e a maçã (*Malus domestica* Borkh., Rosaceae), em que o hipanto é a porção carnosa e comestível (Figura 3b).

Figura 3

Pseudofrutos.
a) Caju;
b) Maçã.

Fotografias: Valquíria Dutra.

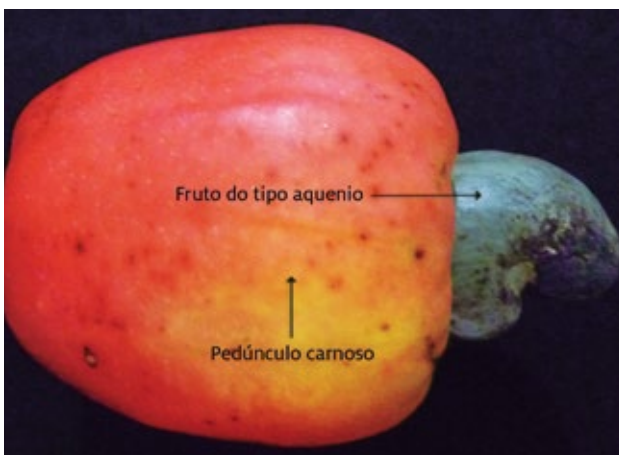


Figura 3a

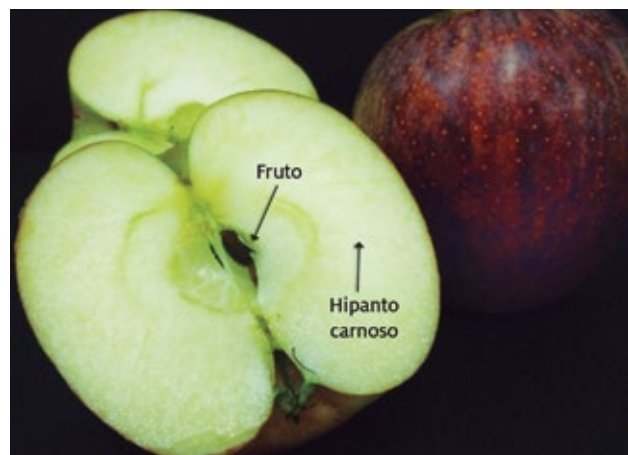


Figura 3b

Os frutos podem, ainda, ser classificados de acordo com a consistência do pericarpo. Chamamos de frutos **carnosos** aqueles que possuem o pericarpo espesso e succulento, como a laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, Rutaceae, Figura 4a), o melão (*Cucumis melo* L., Cucurbitaceae, Figura 4b) e o pêssigo (*Prunus persica* (L.) Batsch, Rosaceae, Figura 4c). Há dois tipos principais de frutos carnosos: bagas e drupas.

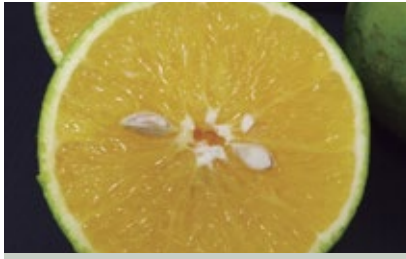


Figura 4a



Figura 4c



Figura 4b

Figura 4
Exemplos de frutos carnosos.
a) Baga da laranja;
b) Baga do melão;
c) Drupa do pêssigo.
Fotografias: Valquíria Dutra.

Já os frutos **secos** são os que possuem o pericarpo não-succulento, como o feijão-guandú (*Cajanus cajan* (L.) Millsp., Fabaceae, Figura 5a), o urucum (*Bixa orellana* L., Bixaceae, Figura 5b) e o dente-de-leão (*Taraxacum* spp., Asteraceae, Figura 5c). Os frutos secos podem ser classificados, ainda, de acordo com a sua deiscência (do latim: *dehiscere* = abrir). São chamados de **deiscentes** aqueles que se abrem quando maduros, de forma espontânea, e de **indeiscentes**, aqueles que não se abrem, permanecendo fechados durante o amadurecimento.



Figura 5a



Figura 5b



Figura 5c

Figura 5
Exemplos de frutos secos
a) Legume do feijão-guandú;
b) Cápsula do urucum;
c) Aquênio do dente-de-leão.
Fotografias: Valquíria Dutra.

No quadro abaixo são apresentados os principais tipos de frutos simples.

Nome	Descrição	Exemplos
Frutos simples carnosos		
Baga	Apresenta o pericarpo carnoso, de pouco a muito espessado, e possui de uma a várias sementes. Pode se originar de um gineceu unicarpelar ou gamocarpelar.	Uva, berinjela, tomate, goiaba, banana e mamão.
Drupa	Apresenta o epicarpo e o mesocarpo carnosos e o endocarpo lenhoso, fundido ao envoltório da semente e formando um caroço, com uma única semente no interior. Origina-se de um gineceu unicarpelar.	Azeitona, pêssego, cereja, coco e manga.
Frutos simples secos deiscentes		
Folículo	Proveniente de um gineceu unicarpelar, com ovário súpero, que se abre por uma fenda longitudinal. Geralmente apresenta numerosas sementes.	Chichá (Figura 6a) e cajueiro-bravo-da-serra.
Legume	Parecido com o folículo, também é derivado de um gineceu unicarpelar e de ovário súpero, porém, na sua maturação, abre-se por duas fendas longitudinais, que separam o fruto em duas metades. Geralmente apresenta numerosas sementes.	Ervilha, feijão, amendoim e alcaçuz-da-terra (Figura 6b).
Sfíliqua	Parecida com o legume, porém, é proveniente de um gineceu com dois carpelos, gamocarpelar e de ovário súpero. Abre-se por meio de duas fendas e as sementes ficam ligadas a um eixo central do fruto, denominado replum (a deiscência ocorre em quatro pontos diferentes). Geralmente apresenta numerosas sementes.	Mostarda, couve e ipê-de-jardim (Figura 6c).
Cápsula	Proveniente de um gineceu com dois ou mais carpelos, gamocarpelar. Geralmente apresenta numerosas sementes. Recebe nomes específicos de acordo com o padrão de abertura das fendas.	Lírio, tabaco, cedro (Figura 6d), papoula e sapucaia (Figura 6e).
Frutos simples secos indeiscentes		
Aquênio	Derivado de um gineceu unicarpelar, com um pericarpo fino e rígido, que contém apenas uma semente, ligada ao pericarpo em apenas um ponto na extremidade do fruto.	Girassol, picão e serralha.
Sâmara	Parecida com o aquênio, sendo proveniente de um gineceu unicarpelar, contendo apenas uma semente, porém, apresenta o pericarpo com projeções aladas, que permite a dispersão pelo vento.	Jacarandá (Figura 6f).
Cariopse	Proveniente de um gineceu gamocarpelar e com apenas uma semente, apresenta o pericarpo rígido e totalmente fundido à semente.	Milho, arroz e trigo.



Figura 6a



Figura 6b



Figura 6c



Figura 6d



Figura 6e



Figura 6f

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DOS FRUTOS: FRUTÍFERAS NATIVAS DO BRASIL

Embora o consumo de frutas nativas pela população brasileira seja antigo, é ainda muito pequeno quando comparado ao consumo de outras espécies introduzidas no país. A grande maioria das frutíferas foi pouco explorada e valorizada historicamente, consequência da mentalidade colonizada desenvolvida no país ao longo da nossa história. Boa parte dos costumes e hábitos das populações locais era considerada menos nobre que os hábitos dos colonizadores, vistos como mais evoluídos. Consequentemente, o consumo de frutas nativas ficou restrito às pequenas comunidades regionais.

Hoje, no entanto, o pensamento é diferente e espécies nativas da nossa flora têm sido cada vez mais apreciadas e valorizadas, tanto no país como no exterior. Algumas frutas que já estão sendo mais valorizadas no mercado são: o pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess., Caryocaraceae), o marolo (*Annona dioica* A. St.-Hil., Annonaceae) e a mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes, Apocynaceae), do Cerrado; o açaí (*Euterpe oleracea* Mart., Arecaceae) e o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum., Malvaceae), da Amazônia; o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda, Anacardiaceae) e o juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. Rhamnaceae), da Caatinga; a uvaia (*Eugenia uvalha* Cambess., Myrtaceae) e a gabirola (*Bocageopsis multiflora* (Mart.) R. E. Fr., Annonaceae), da Mata Atlântica.

Além da aplicação direta na alimentação humana, as frutas nativas são fundamentais para os animais da nossa fauna, principalmente aves e mamíferos. Em decorrência disso, espécies frutíferas nativas atrativas da fauna devem, necessariamente, estar presentes em plantios florestais destinados à restauração de matas ciliares e à recuperação de área degradadas, tanto em ambientes rurais quanto urbanos. As espécies da fauna (principalmente aves e morcegos), ao serem atraídas pelas espécies frutíferas plantadas,

Figura 6

Exemplos de frutos.

- a) Folículo do chichá (*Sterculia chicha* (Jacq.) H. Karst., Malvaceae);
- b) Legume do alcaçuz-da-terra (*Periandra mediterranea* (Vell.) Taub., Fabaceae);
- c) Siliqua do ipê-de-jardim (*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, Bignoniaceae);
- d) Cápsula do cedro (*Cedrela* sp, Meliaceae);
- e) Cápsula da sapucaia (*Lecythis* sp, Lecythidaceae);
- f) Sâmara do jacarandá (*Dalbergia* sp, Fabaceae).

Fotografias: Valquíria Dutra.

trazem consigo sementes ingeridas de plantas nativas da floresta e de outros locais. Ao defecarem nessas áreas, contribuem significativamente para o processo de regeneração e recomposição da floresta implantada.

Entretanto, para que esse processo ocorra, as espécies frutíferas a serem plantadas devem ser cuidadosamente escolhidas, privilegiando-se as nativas regionais (adaptadas às condições ecológicas locais) que produzam frutos consumidos por animais ainda existentes na região. Muitas vezes, por exemplo, não convém plantar espécies frutíferas nativas com frutos grandes, os quais são consumidos e dispersos por animais grandes que já não mais existem nas florestas remanescentes da região.

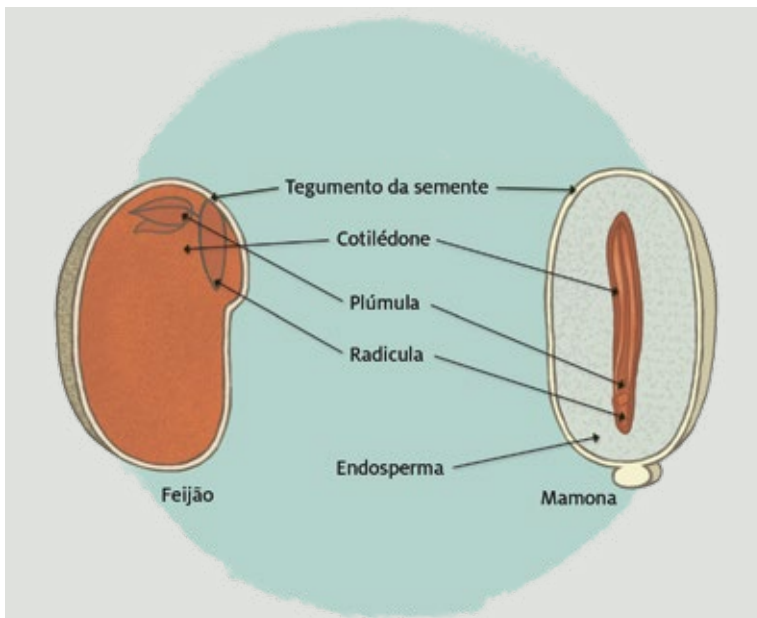
Valorizar as frutíferas nativas na recuperação de áreas e em sistemas agroflorestais é uma forma de preservar a diversidade florística e, conseqüentemente, faunística de cada região, conciliando as necessidades nutricionais da humanidade com a preservação da natureza.

Disponível em: <http://lerf.eco.br/img/publicacoes/2005_12%20arvores%20frutiferas%20nativas%20do%20Brasil.pdf>. Acesso em: 10 maio 2015. (Adaptado).

Você conhece a morfologia da semente?

A semente corresponde ao óvulo desenvolvido, contendo um embrião e frequentemente tecidos nutritivos. Morfologicamente, é formada pelas seguintes estruturas (Figura 7):

Figura 7
Partes constituintes da semente.



1. Tegumento: é o envoltório (casca) da semente. É formado pela testa (tegumento externo) e pelo tégmen (ou tégma, tegumento interno).

2. Amêndoa: é formada pelo embrião e pelas reservas.

O embrião é constituído por: radícula (raiz embrionária), caulículo (porção caulinar do embrião), gêmula ou plúmula (conjunto formado pelo ápice caulinar do embrião, com os primórdios das primeiras folhas da planta) e cotilédone (primeira ou primeiras folhas das fanerógamas, que ocasionalmente armazenam reservas para a germinação).

PARA SABER MAIS

Os tegumentos da semente desenvolvem-se a partir dos integumentos do óvulo. Frequentemente, tornam-se secos e duros, para proteger o embrião da radiação solar, das oscilações térmicas e da ação dos decompositores.

As sementes são classificadas, de acordo com o número de tegumentos, em:

Bitegumentadas: apresentam testa e tegma e são frequentes entre as angiospermas.

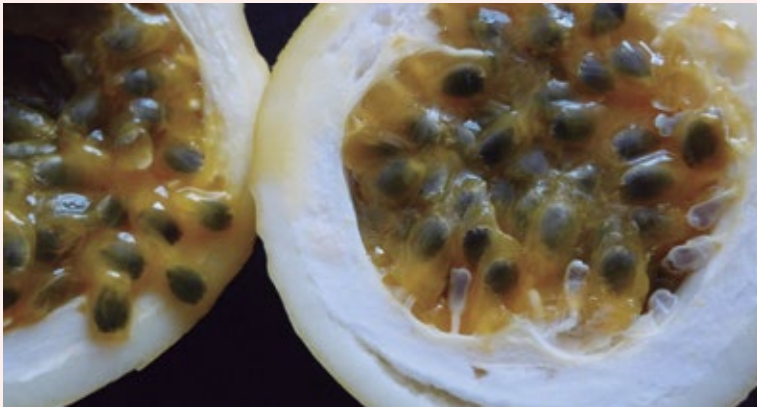
Unitegumentadas: apresentam apenas um tegumento e ocorrem nas gimnospermas.

Ategumentadas: não apresentam tegumentos e a semente é protegida diretamente pelo pericarpo do fruto. É comum nas gramíneas.

Algumas sementes podem apresentar tegumentos suplementares, como:

Arilo: estrutura carnosa formada a partir do funículo do óvulo, que pode cobrir toda a semente. Exemplo: maracujá.

Carúncula: estrutura carnosa de consistência mais firme que o arilo, situada no hilo de algumas sementes. Exemplo: mamoma.



Arilo do maracujá. Fotografia: Valquíria Dutra.

As sementes apresentam reservas

As sementes podem apresentar diferentes tipos de reservas energéticas, que serão utilizadas na formação ou durante o desenvolvimento do embrião.

Chamamos de **endosperma** ou **endosperma primário** o tecido nutritivo das gimnospermas, que é haploide e formado antes da fecundação. O **albume** ou **endosperma secundário** se forma após a fecundação, como

resultado da união dos núcleos polares ($2n$) e um dos gametas masculinos (n), originando um tecido triploide ($3n$) na dupla fecundação (este processo será visto com mais detalhes no Capítulo 9). O albume pode desaparecer durante a formação do embrião e, quanto à sua presença, as sementes são classificadas em **albuminadas** (quando apresentam albume) ou **exalbuminadas** (quando não possuem albume).

POR QUE TEM ÁGUA DENTRO DO COCO?

O fruto do coqueiro é uma drupa, formado de epicarpo (casca verde), que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, possuindo mais internamente uma camada dura, o endocarpo. A semente, envolvida pelo endocarpo, é constituída por uma camada fina de cor marrom, o tegumento, que envolve o albume sólido (polpa do coco), formando uma cavidade no seu interior onde está o albume líquido (água do coco), o tecido nutritivo que envolve o embrião.

O albume do coco-da-baía é peculiar porque suas células originais, quando começam a se multiplicar, dividem apenas seu núcleo, ao contrário de outros tipos que dividem a célula inteira. Esses núcleos que ficam soltos formam o albume líquido. À medida que o fruto vai amadurecendo, passa a ocorrer também a divisão do citoplasma, com formação da parede celular das células periféricas, dando origem à polpa. Esse processo começa a acontecer cerca de cinco meses depois do surgimento da semente e, após um ano, todo o líquido se solidifica.

A função da água de coco é nutrir o embrião durante seu desenvolvimento e a germinação da semente. Por isso sua composição é extremamente rica: minerais (ferro, fósforo, cálcio), vitamina C, complexo B, hormônios, proteínas, lipídios e açúcar.

Outro tipo de reserva que pode ser encontrado em algumas sementes é o **perisperma**, um tecido que, ao contrário do endosperma, não é formado pela dupla fecundação, e sim pelo desenvolvimento da nucela após a fecundação do óvulo. Pode ser a única reserva da semente, como na bananeira-de-jardim (*Canna indica* L., Cannaceae), ou ocorrer juntamente com o albume, como na pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L., Piperaceae).

As substâncias acumuladas como reserva nas sementes podem variar muito: no feijão (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae), por exemplo, as sementes são exalbuminadas e as reservas estão acumuladas na forma de amido nos cotilédones. Da mesma forma, acumulam-se óleos e proteínas nos

cotilédones do amendoim (*Arachis hypogaea* L., Fabaceae) e da soja (*Glycine max* (L.) Merr., Fabaceae), respectivamente. O albume acumula amido e óleos, respectivamente, nos cereais e na mamona (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae), e é o tipo de reserva encontrado nas sementes das gramíneas (plantas da família Poaceae), como o arroz (*Oryza sativa* L.), o milho (*Zea mays* L.), o trigo (*Triticum aestivum* L.) e o centeio (*Secale cereale* L.), essenciais na alimentação humana.

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DAS SEMENTES: SEMENTES DA AMAZÔNIA – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E EMPREENDEDORISMO.

As florestas são grandes produtoras de riquezas. Elas contribuem não só para a manutenção dos padrões ambientais do planeta, mas também para a subsistência dos seres humanos. A extração de recursos florestais causa grandes prejuízos se realizada sem um bom gerenciamento, entretanto, quando há uma gestão ambiental bem estabelecida, podemos desenvolver negócios de maneira sustentável. Uma atividade que vem crescendo na Região Amazônica é a produção das biojóias.

As biojóias são jóias feitas artesanalmente com sementes colhidas na floresta, beneficiadas e imunizadas pelos índios, seringueiros, colonos e ribeirinhos da região. Essas sementes, repassadas para os artesões locais, tornam-se por meio de fino acabamento, em peças maravilhosas.

Produzir uma biojóia é a arte de unir elementos vegetais com metais nobres e pedras preciosas e gemas coradas, para transformar sementes, pedaços de madeiras e outros materiais em verdadeiras jóias naturais. As sementes são lapidadas manualmente uma a uma e, quando necessário, tingidas. É necessário perceber a beleza nos pequenos detalhes e tirar partido do que a natureza criou, realçando com materiais de joalheria verdadeiras “pérolas” vegetais. As biojóias trazem as cores, formas e texturas da riquíssima flora brasileira, dando a quem as usa toda essa beleza e um ar muito natural.

As sementes mais adequadas para a fabricação de biojóias são as mais duras e de difícil germinação. Catadas no solo da floresta, elas se transformam em peças exclusivas dos artesãos da Amazônia, que traduzem beleza e arte em requintadas bijuterias coloridas. Entre as sementes utilizadas, temos: murmuru (*Astrocaryum* G. Mey., Arecaceae), jarina (*Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pav., Arecaceae), paxiubão (*Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav., Arecaceae), olho-de-boi (*Dioclea* Kunth, Fabaceae), jutaí (*Hymenaea* L., Fabaceae), buriti (*Mauritia flexuosa* L. f., Arecaceae), sibipiruna (*Poincianella*

pluviosa (DC.) L. P. Queiroz, Fabaceae), mulungu (*Erythrina* L., Fabaceae), entre centenas de outras sementes. Às sementes beneficiadas são juntados materiais nobres, como o ouro e a prata ou outros retirados da floresta.

Considerando a dificuldade social relativa ao desemprego no país, a atividade empreendedora ambiental pode ser uma alternativa consistente para muitos que não conseguem inserção no mercado de trabalho, assim como pode ser uma possível complementação de renda para os que já trabalham. Tal iniciativa acarreta nova visão na gestão dos recursos naturais, a qual possibilita, ao mesmo tempo, eficácia e eficiência na atividade econômica e a manutenção da diversidade e da estabilidade do meio ambiente, isto é, a ampliação produtiva e o aumento do bem-estar social sem o comprometimento dos recursos naturais e da qualidade de vida das gerações futuras.

Disponível em: <[http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/199_199_ARTIGO_SEMENTES_1_UNISA\[1\].pdf](http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/199_199_ARTIGO_SEMENTES_1_UNISA[1].pdf)>. Acesso em: 2 maio 2015. (Adaptado).

Síntese do Capítulo

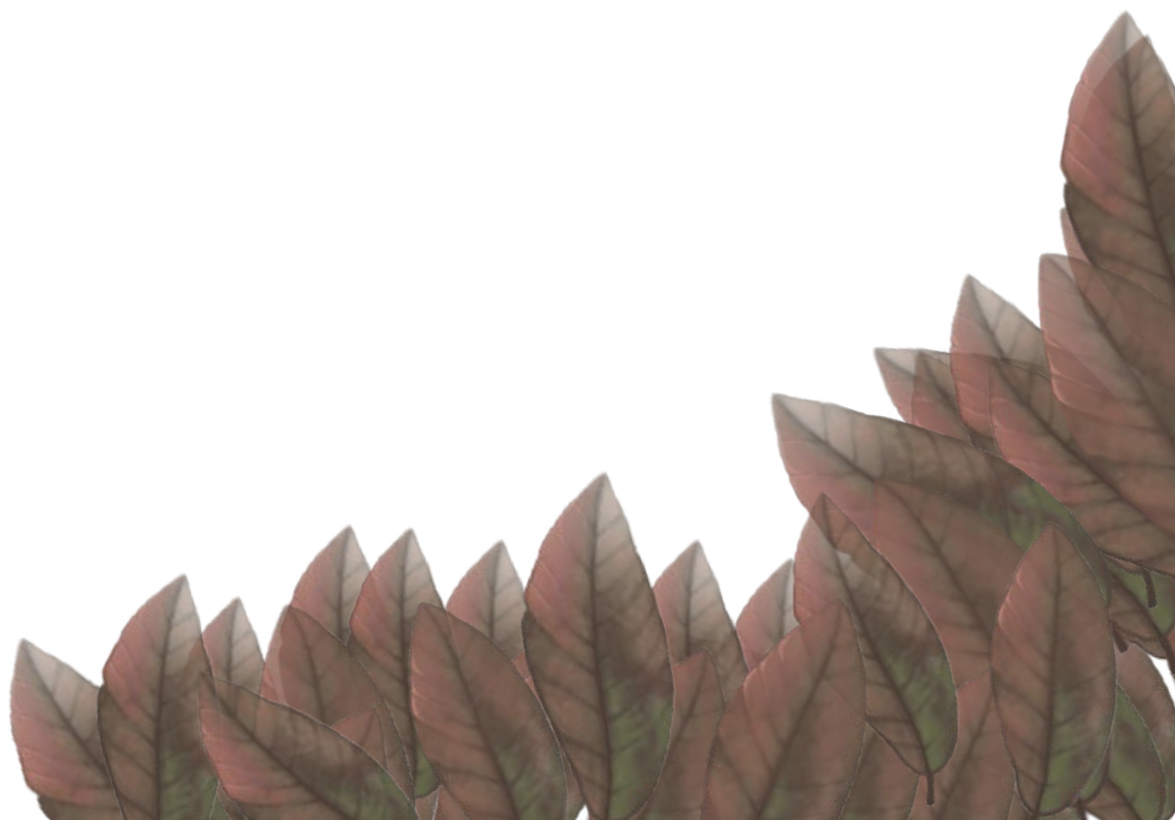
Neste capítulo, vimos que o fruto foi uma importante aquisição evolutiva das angiospermas. Para a formação do fruto, o ovário, após a fecundação, transforma-se em fruto, e os óvulos, em sementes. A parede do ovário desenvolve-se em pericarpo, o qual é formado por três camadas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo. A função do fruto é proteger a semente e facilitar a dispersão. Alguns frutos, como a banana e o abacaxi, desenvolvem-se sem a formação de sementes, e são chamados partenocárpicos. Os frutos podem ser classificados quanto à origem carpelar em simples, agregados e múltiplos; quanto à consistência, eles podem ser carnosos ou secos. Em algumas espécies, em vez do ovário, outras partes da flor tornam-se comestíveis após a fecundação e são denominadas pseudofrutos. A semente é constituída de um tegumento que envolve o embrião e as substâncias nutritivas, que são transferidas para o embrião pelos cotilédones. Nas gimnospermas, o endosperma é formado antes da fecundação (primário), enquanto nas angiospermas ele é formado após a fecundação (secundário). Outro tipo de reserva é o perisperma, formado pelo desenvolvimento da nucela após a fecundação do óvulo.

Atividades



1. Comente a importância do fruto para as angiospermas.
2. O que são frutos partenocárpico? Cite exemplos.
3. Explique por que a parte comestível do caju, da maçã e do morango são pseudofrutos.
4. O que são cotilédones?
5. Qual a importância do endosperma das sementes? Qual é a diferença entre o endosperma de gimnosperma e o endosperma de angiosperma?
6. Classifique os frutos abaixo:

Fruto	Classificação	
	Origem carpelar	Consistência do pericarpo
Pêssego		
Morango		
Feijão		
Jaca		
Milho		
Abacaxi		



Unidade 2

Diversidade Vegetal





Objetivos

- Apresentar as características dos grupos de plantas vasculares;
- Compreender aspectos gerais relacionados à morfologia e à reprodução das plantas vasculares;
- Conhecer os aspectos econômicos e ecológicos das plantas vasculares;
- Identificar características particulares das principais famílias de angiospermas do Espírito Santo.





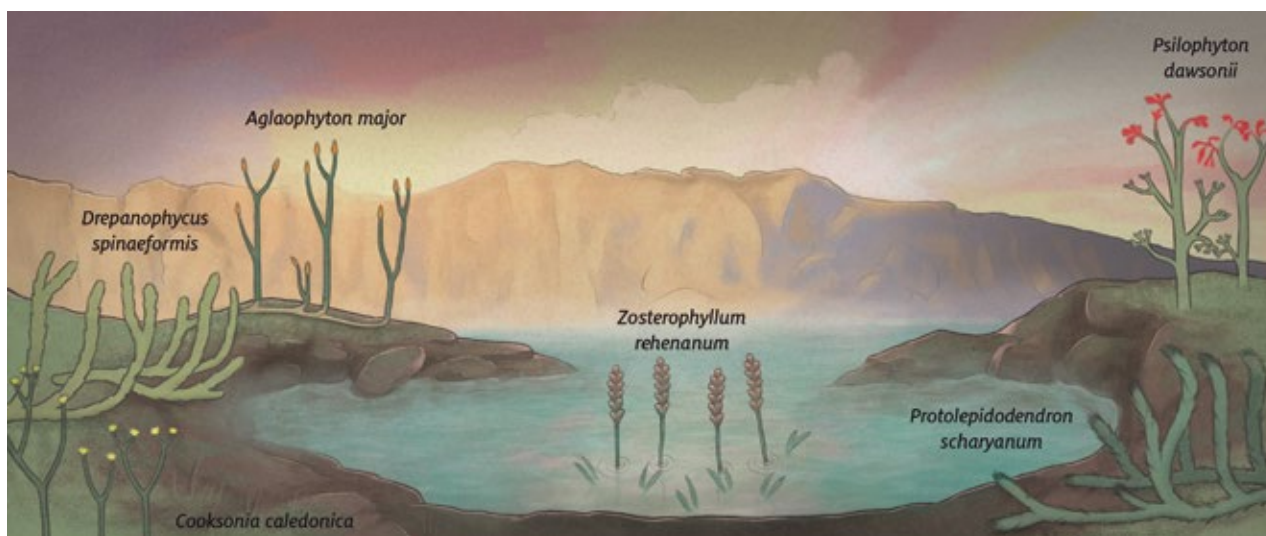
Capítulo 6

Plantas vasculares
sem sementes



Plantas vasculares sem sementes

As primeiras plantas vasculares surgiram há cerca de 400 milhões de anos, no período Devoniano (Anexo 1). Mais tarde, 40 milhões de anos depois, apareceram no registro fóssil as primeiras plantas sem sementes. Durante o Devoniano, diversas linhagens de plantas sem sementes prosperaram (Figura 1). Três dessas linhagens, as Rhyniophyta, as Zosterophyllophyta e as Trimerophytophyta, tornaram-se extintas no fim desse período.



Das linhagens existentes desde o período Devoniano, duas possuem representantes na flora atual: as licófitas (Filo Lycophyta), representadas principalmente pelos licopódios, e as monilófitas (Filo Monilophyta), que são as conhecidas samambaias. Essas linhagens, juntamente com as briófitas, dominaram o ambiente terrestre durante o Carbonífero (Figura 2), entre 363 a 290 milhões de anos. Nesse período, produziram grande quantidade da biomassa que formou a maior parte dos depósitos de carvão existentes em todo o mundo. Hoje possuem uma menor representatividade nos biomas do planeta devido à dominância das plantas com sementes.

Figura 1

Paisagem do Devoniano. No início do período Devoniano, entre 409 a 363 milhões de anos, plantas pequenas, sem folhas e com um sistema vascular simples, pertencentes a três filos diferentes (Rhyniophyta, Zosterophyllophyta e Trimerophytophyta), colonizaram as paisagens terrestres pantanosas.



Figura 2

Reconstrução de uma floresta pantanosa no período Carbonífero. A maioria das árvores pertencia às licófitas, mas também existiam monilófitas, como as cavalinhas gigantes e diversas samambaias.

Vimos, no Capítulo 1, algumas características da organização do corpo das plantas vasculares, como a presença de traqueídes e de diferentes tipos de folhas, que permitiram o sucesso na ocupação do ambiente terrestre. Agora, estudaremos os ciclos de vida e as características das plantas sem sementes que possuem representantes atuais, as licófitas e as monilófitas.

Como são os ciclos de vida encontrados nas plantas vasculares?

Todas as plantas vasculares apresentam alternância de gerações, apresentando uma fase diploide, ou **geração esporofítica**, e uma fase haploide, ou **geração gametofítica**, e são oogâmicas, isto é, possuem oosferas grandes e imóveis e anterozoides pequenos e móveis (Figura 3).

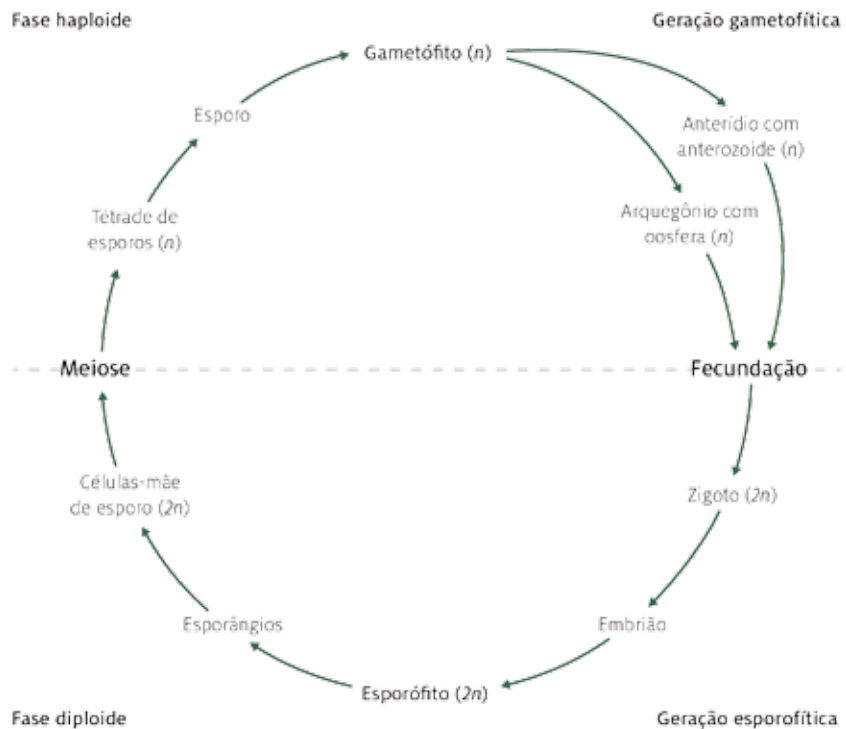


Figura 3

Ciclo de vida geral de uma planta vascular, mostrando uma alternância de gerações heteromórfica.

No ciclo de vida das plantas vasculares, existe um indivíduo produtor de esporos, ou seja, que se reproduz assexuadamente, e recebe o nome de **esporófito**. Esse indivíduo é **diploide**, ou seja, possui número cromossômico $2n$, e produz, por meio da meiose, os **esporos haploides** (número cromossômico n). A produção desses esporos no esporófito ocorre em uma câmara chamada **esporângio**.

Os esporos, quando germinam, se dividem por mitose, dando origem a outra geração, com indivíduos denominados **gametófitos**, que são haploides como os esporos e se reproduzem sexuadamente por gametas. Esses gametas são células produzidas por mitose, por isso, possuem a mesma quantidade de cromossomos, ou seja, também são haploides.

Nas plantas vasculares sem sementes, o gameta feminino recebe o nome de **oosfera** e é produzido e armazenado por uma estrutura chamada **arquegônio**. Já os gametas masculinos são os anterozoides, que são produzidos e liberados na água por estruturas chamadas **anterídios**. Os anterozoides são flagelados e utilizam a água para chegar até o arquegônio onde acontecerá a fecundação.

Na fecundação, ocorre a mistura dos cromossomos dos gametas masculino e feminino, gerando uma célula diploide, o **zigoto**, que se divide por mitose e dá origem ao esporófito diploide, reiniciando, assim, todo o ciclo de vida.

As plantas avasculares e a maioria das plantas vasculares sem sementes são chamadas de **homosporadas** (Figura 4), pois produzem um único tipo de esporo. Nessa condição mais basal da reprodução das plantas terrestres, chamada **homosporia**, os esporos produzidos pelos esporófitos dão origem a um único tipo de gametófito bissexuado, ou seja, esse gametófito possui arquegônios que produzem a oosfera, e também anterídios que produzem o anterozoide.

A homosporia é nitidamente a condição basal da qual evoluiu a **heterosporia**, produção de dois tipos de esporos, **micrósporos** e **megásporos**, em dois tipos diferentes de esporângios. Algumas licófitas, poucas monilófitas e todas as espermatófitas são **heterosporadas**. Nessas plantas, os esporângios que produzem os micrósporos, esporos que dão origem ao **microgametófito** (gametófito masculino), são denominados **microsporângios**. Por sua vez, os esporângios que produzem os megásporos, esporos que dão origem ao **megagametófito** (gametófito feminino), são chamados **megasporângios**.

O fato de a heterosporia ter evoluído repetidas vezes sugere que ela proporciona vantagens seletivas, provavelmente por favorecer a reprodução cruzada, o que garante variabilidade genética para os descendentes.

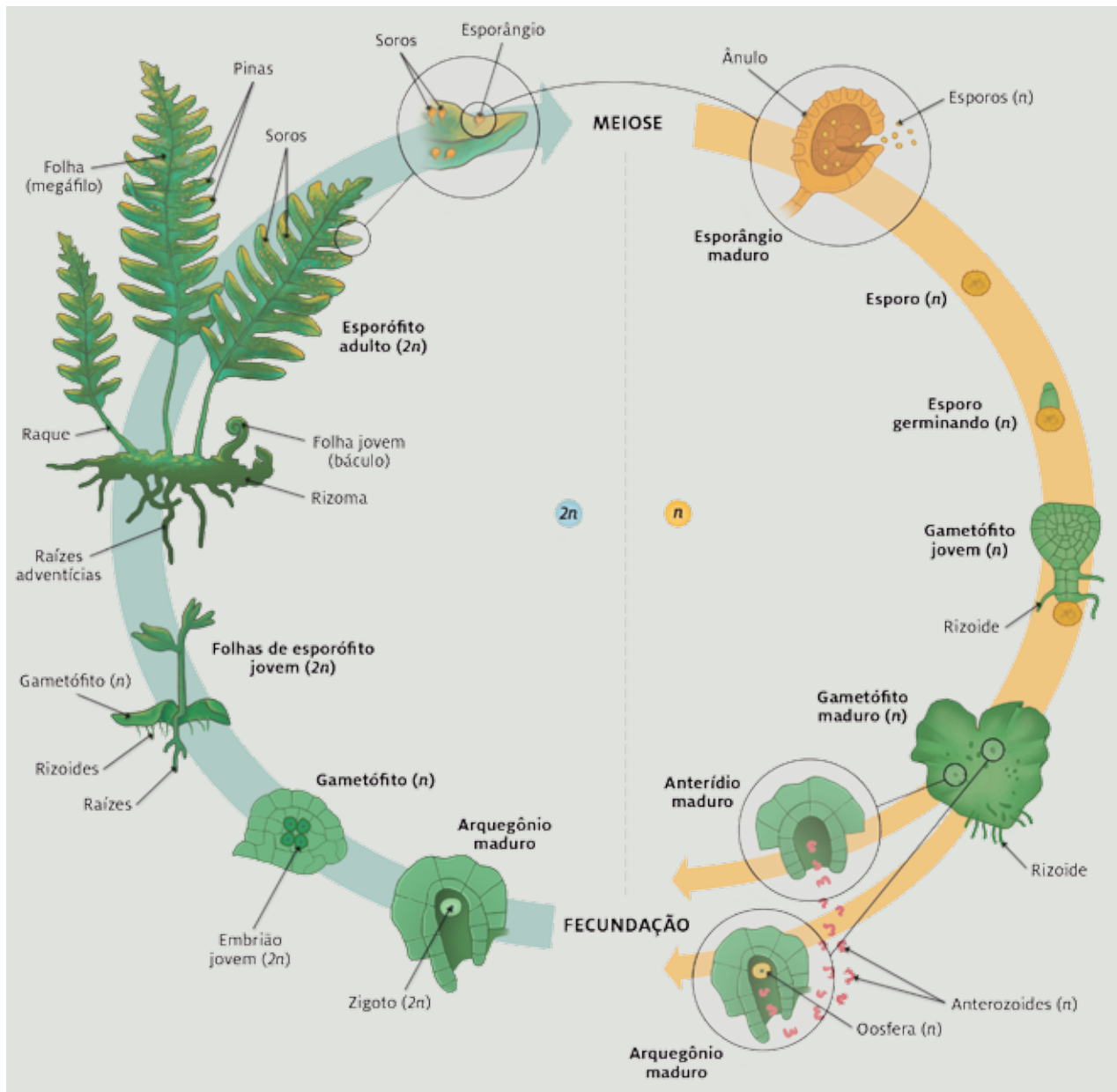


Figura 4
Ciclo de vida de uma samambaia homosporada.

Quais são as plantas vasculares sem sementes atuais?

As plantas vasculares sem sementes presentes na flora atual são classificadas em dois filos: Lycophyta, representado atualmente pelos licópodos, pelas selaginelas e pelos isoetes, e Monilophyta, representado atualmente pelas psilófitas, pelas cavalinhas e pelas samambaias.

O filo Monilophyta faz parte da linhagem das eufilófitas, formando um grupo monofilético com as plantas com sementes (Spermatophyta). As monilófitas possuem a folha do tipo megáfilo, enquanto as licófitas possuem a folha do tipo micrófilo (como visto no Capítulo 1).

- **Filo Lycophyta ou Lycopodiophyta**

As licófitas foram componentes dominantes da vegetação durante o período Carbonífero, com diversas espécies arborescentes, mas, atualmente, possuem cerca de 1.000 espécies, pertencentes a apenas três famílias: Lycopodiaceae P. Beauv. ex Mirb. (Figura 5), Selaginellaceae Willk. e Isoetaceae Rchb. F. No Brasil, ocorrem cerca de 140 espécies de licófitas.

As licófitas são plantas de pequeno porte, atingindo até 30 centímetros de altura. Suas folhas são micrófilas e seu caule se ramifica dicotomicamente. Quando férteis, produzem folhas que portam esporângios, denominadas **esporófilos**, que, frequentemente, agregam-se ao ápice das ramificações do caule e formam uma estrutura com aspecto de cone, chamada estróbilo. Os lycopódios são homosporados, enquanto as selagineas e os isoetes são heterosporados.



Figura 5
Representante de Lycophyta.
Fotografia: Valquíria Dutra.

PLANTAS DO CARBONÍFERO

Distribuído entre cerca de 360 e 280 milhões de anos atrás, o Carbonífero é marcado, nas áreas continentais, por intenso e conspícuo desenvolvimento de vegetais (especialmente licófitas, esfenófitas, pterófitas), que cobriram imensas regiões com luxuriantes florestas, várias delas providas de árvores com até 40 m de altura.

Exemplos de licófitas

Lepidodendrales: vegetais que viveram do Devoniano ao Triássico. Mas sua maior representatividade foi alcançada durante o Carbonífero, quando ti-



Reconstituição de
Lepidodendron sp.



Reconstituição de *Sigillaria* sp.



Reconstituição de *Calamites* sp.



Reconstituição de *Sphenophyllum*.

veram grande importância na flora euro-americana. Atingiram alturas de 25 até 40 metros. Boa parte dos carvões dessa época formaram-se às custas desses vegetais. Os *cannel coal* (carvões betuminosos) constituem-se quase exclusivamente de esporos de *Lepidodendrales*. Dois gêneros desta ordem são apresentados abaixo.

Lepidodendron: vegetal caracterizado por troncos cilíndricos, sempre providos de ramificações dicotômicas. Atingiam por vezes grandes dimensões, entre 25 e 40 metros de altura. Esses caules eram cobertos por cicatrizes de forma losangular, que eram locais de inserção de folhas, chamadas almofadas foliares.

Sigillaria: licófito de grande tamanho, com mais de 30 metros de altura e diâmetro de até 1 metro. Caracterizava-se por troncos colunares, apresentando escassa ramificação. Os ramos terminavam em tufos de folhas alongadas, entre 30 e 60 centímetros de comprimento. As almofadas foliares eram usualmente hexagonais.

Exemplos de esfenófitas

Os representantes mais antigos deste grupo de vegetais pteridofíticos datam do Devoniano. Apresentam o caule articulado, isto é, dotado de nós e entrenós. O único sobrevivente recente é o gênero *Equisetum*, popularmente conhecido como “cavalinha”. Dois gêneros desse grupo são apresentados abaixo.

Calamites: esfenófitas arborescentes, que chegavam a atingir entre 20 e 30 metros de altura, em média. Entretanto, era mais comum alcançarem apenas cerca de 6 metros. Eram rizomáticas, além de dotadas de raízes adventícias. *Calamites* distribuem-se do Neo-Carbonífero ao Neo-Permiano.

Sphenophyllum: pequeno vegetal esfenofítico que, provavelmente, formava densos tapetes no assoalho das florestas paludais do Carbonífero, pois algumas de suas espécies parecem ter tido hábito rastejante. Esse hábito é justificado pela presença de raízes adventícias, situadas nos nós. As folhas eram pequenas e dispostas em verticilos de 6 ou 9 elementos, às vezes mais. Os bordos eram denteados.

Filicíneas

Caracterizaram-se pelo grande desenvolvimento das frondes em relação ao caule e por esporângios localizados sob estas folhas.

Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/museupaleonto/carbonifero.htm>. Acesso em: 3 maio 2015 (Adaptado).

• Filo Monilophyta – Classe Psilotopsida

A classe Psilotopsida é constituída por duas ordens: a Ophioglossales e a Psilotales.

A ordem Ophioglossales é constituída por quatro gêneros e por 70 a 90 espécies, que ocorrem nos trópicos e em regiões temperadas, especialmente em áreas com eventos de distúrbios. As plantas dessa ordem possuem uma única folha, dividida em uma porção fotossintetizante e em uma porção portadora de esporos, produzida a partir de um rizoma. São plantas homosporadas.

A ordem Psilotales inclui 15 espécies atuais pertencentes a uma única família, Psilotaceae, e a dois gêneros: *Psilotum* Sw. (Figura 6) e *Tmesipteris* Bernh. No Brasil, ocorre apenas uma espécie, a *Psilotum nudum* (L.) P. Beauv.

As psilófitas não apresentam raízes e possuem folhas reduzidas. O esporófito consiste em uma porção aérea simples ou ramificada dicotomicamente. As folhas são em formato de escamas, em *Psilotum*, e maiores, em *Tmesipteris*. A ancoragem dessas plantas no substrato se dá por meio de um sistema de caules subterrâneos que produzem gemas. No caso do gênero *Psilotum*, as folhas são tão reduzidas que a fotossíntese é realizada pelo caule. Devido a essas características, por muito tempo se pensou que as psilófitas eram uma linhagem das plantas vasculares basais. Entretanto, os dados moleculares mostraram que as psilófitas compartilham um ancestral comum mais recente, e que pertencem ao clado das monilófitas. As psilófitas são, também, plantas homosporadas.



Figura 6

Psilotum nudum (L.) P. Beauv. Fonte: www.flickr.com/photos/dracophyllum/3658697417/in/photostream/. Fotografia: Gordon K. A. Dickson.

- **Filo Monilophyta – Classe Equisetopsida**

As equisetófitas, também conhecidas como cavalinhas, existem, assim como as licófitas, desde o período Devoniano, quando apresentavam espécies arbóreas com até 18 metros de altura. Atualmente são representadas por cerca de 15 espécies, todas pertencentes à família Equisetaceae Michx. ex DC. e ao gênero *Equisetum* L. (Figura 7). No Brasil, ocorre apenas uma espécie, *Equisetum giganteum* L., encontrada em áreas brejosas.

As folhas das equisetófitas são reduzidas e formam pequenos verticilos nos nós do caule, que é o responsável pela fotossíntese. As plantas dessa classe apresentam raízes e os seus esporângios formam estróbilos no ápice das ramificações do caule. São plantas homosporadas.



Figura 7

Equisetum bogotense Kunth. Fonte: Tropicos®.
Fotografia: Rodolfo Vásquez.

- **Filo Monilophyta – Classe Polipodiopsida**

A classe Polipodiopsida inclui a maioria das espécies que conhecemos como samambaias e corresponde ao grupo mais bem-sucedido das plantas vasculares sem sementes. Está representada atualmente por cerca de

35 famílias, 320 gêneros e 14.000 espécies, o que representa menos de 5% das plantas vasculares atuais. Mas, assim como as licófitas, as Polipodiopsida foram muito abundantes no período Carbonífero, há cerca de 360 milhões de anos. No Brasil, há cerca de 1.000 espécies dessas plantas e as famílias com maior diversidade são: Pteridaceae (Figura 8a, b), Dryopteridaceae, Polypodiaceae (Figura 8c), Thelypteridaceae, Hymenophyllaceae, Aspleniaceae, Anemiaceae, Selaginellaceae, Lycopodiaceae e Cyatheaceae. Essas famílias, juntas, são responsáveis por cerca de 80% das espécies e por 87% do endemismo registrados no Brasil.



Figura 8a



Figura 8b



Figura 8c

As Polipodiopsida apresentam grande variedade de formas de vida, podendo ser herbáceas terrestres, arborescentes, epífitas e até mesmo aquáticas. Suas folhas são do tipo megáfilo e recebem o nome de **frondes**, que, geralmente, produzem os esporângios em suas faces abaxiais, em agrupamentos denominados **soros**. As frondes frequentemente são compostas, divididas em folíolos ou pinas, e ligadas a uma raque, que é a extensão do pecíolo. Em muitas espécies, as frondes jovens são enroladas, formando o que se conhece como báculos. Muitas espécies possuem um caule prostrado, denominado **rizoma**, do qual emergem as frondes e as raízes (Figura 9). A maioria das espécies é homosporada e as samambaias aquáticas são heterosporadas.

Figura 8

Representantes de Polipodiopsida.

- a) Avenca (*Adiantum poiretii* Wikstr., Pteridaceae). Fonte: http://herbarium.duke.edu/uploads/media_items/adiantum-poiretii.original.jpg. Fotografia: Carl Rothfels.
- b) *Doryopteris* sp (Pteridaceae). Fotografia: Valquíria Dutra.
- c) Cipó-cabeludo (*Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel., Polypodiaceae). Fonte: <http://www.fernsoftheworld.com/2015/07/21/microgramma-vacciniifolia/>. Fotografia: N. P. Smith.

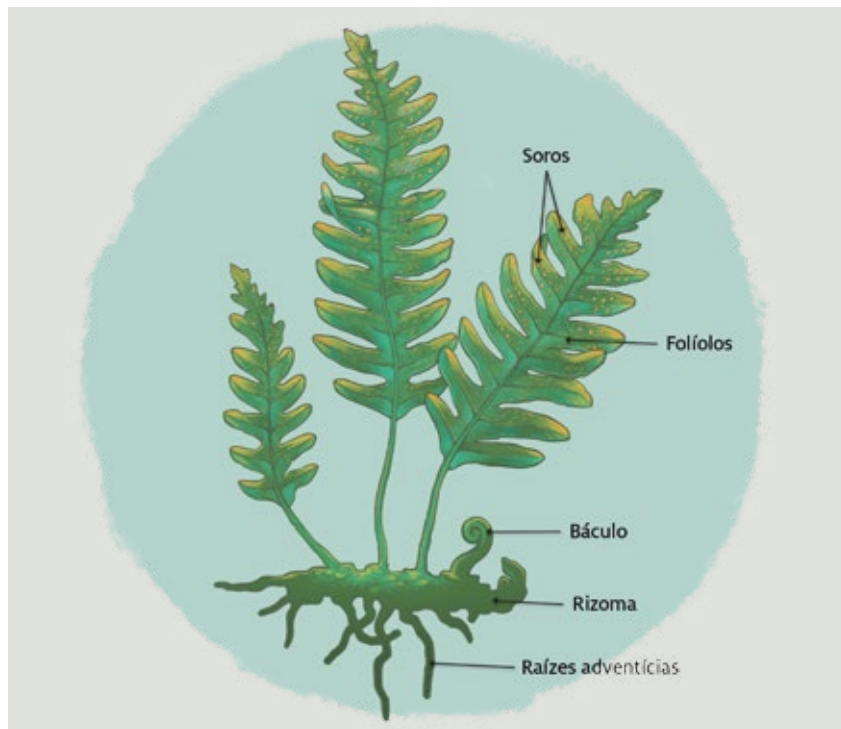


Figura 9
Partes constituintes de uma samambaia.

POR QUE O XAXIM SE TORNOU UMA ESPÉCIE EM EXTINÇÃO?



Dicksonia sellowiana. Fonte: <http://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/8466-2/>. Fotografia: Gerson L. Lopes

Nativo da América Central e da Mata Atlântica (especialmente dos estados de Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, no Brasil), resistente ao frio, com tronco espesso e folhas grandes, o xaxim ou samambaiçu, *Dicksonia sellowiana* Hook., se diferencia de outras espécies de samambaias. Apesar de ter um crescimento lento, até 100 anos para crescer 1 metro, esse tipo de planta pode atingir 10 metros de altura.

Por conta de sua beleza, de sua praticidade e de seus diferenciais a exploração do seu caule para fabricação de vasos se tornou bastante comum, bem como sua utilização em projetos de jardins e construções. O modismo do uso do xaxim como suporte para orquídeas e bromélias também surgiu por ser ele muito mais barato do que um vaso de barro.

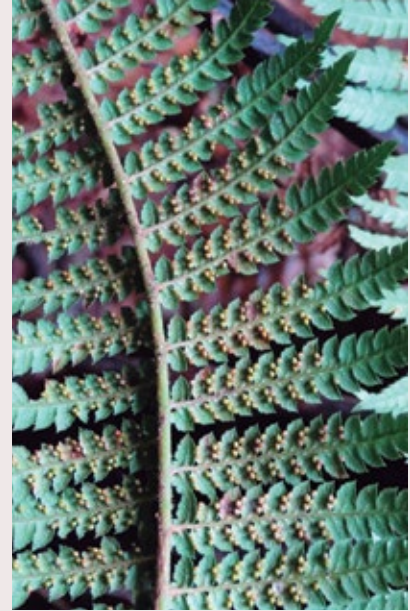
Essas atividades levaram o xaxim a entrar na lista das espécies ameaçadas de extinção do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Isso porque, além da exploração desenfreada, ao ser retirada de seu habitat natural e plantada em lugares inadequados, a planta morre rapidamente, diminuindo a população da espécie e aumentando o risco de seu desaparecimento.

Em 2001, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) proibiu a extração e exploração do xaxim. Isso levou as empresas especializadas em jardinagem a buscarem alternativas para as plantas e arranjos. Entre as soluções encontradas estão o nó de pinheiro, a casca de pinus, a palha de coco e a fibra do coco verde reciclada, todas provenientes de reaproveitamento de resíduos.

Além disso, há algumas iniciativas para a preservação da planta. Como o xaxim se encontra, preferencialmente, no sul do Brasil, o Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata, da Pontifícia Universidade Católica (PUC-RS), mantém uma área de replantio de xaxim. Ao todo, a iniciativa conta com mais de 2.000 exemplares no município de São Francisco de Paula.

A prefeitura de São Paulo também tomou medidas para a proteção ambiental da planta. Em 2002, a gestão promulgou uma lei que proíbe a comercialização e industrialização de vasos, estacas e plantas oriundas do xaxim.

Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/xaxim-tornou-especie-extincao/>>. Acesso em: 03 maio 2015. (Adaptado).



Fronde do xaxim. Fonte: <http://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/8466-2/>.
Fotografia: Gerson L. Lopes

A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DAS SAMAMBAIAS

Embora pouco representadas na flora atual, as samambaias são muito utilizadas pelo homem e são importantes econômica e ecologicamente.

Os representantes fósseis desse grupo, que dominaram o Carbonífero e chegavam a ter 30 a 40 metros de altura, possuem grande importância, pois formaram grande parte das reservas de carvão mineral que o homem utiliza como combustível atualmente.

Entre os representantes atuais, muitos são utilizados na alimentação, especialmente na culinária oriental (warabi), sendo consumidos tanto folhas jovens como partes do rizoma.

Algumas espécies são usadas como medicinais, como a *Lycopodiella cernua* (L.) Pic. Serm. (Lycopodiaceae), empregada como diurética, anti-diarréica, adstringente, anti-inflamatória e anti-reumática, e a *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel. (Polypodiaceae), indicada como adstringente para o tratamento de hemorragias, diarreias, disenterias, hematúrias e derramamento de sangue pelo nariz, fazendo parte da composição química de um xarope comercializado em farmácias, indicado para o tratamento de doenças do aparelho respiratório.

Devido à beleza de algumas frondes, muitas espécies de samambaias são utilizadas para fins ornamentais, especialmente as avencas.

Ecologicamente, espécies de *Azolla* Lam. (Salviniaceae), samambaias aquáticas, possuem associação, em suas raízes, com cianobactérias fixadoras de nitrogênio e são utilizadas para o enriquecimento do solo em plantações de arroz no Oriente.

As samambaias também são utilizadas no controle da erosão do solo e auxiliam na manutenção da umidade no interior da floresta, absorvendo água pelas raízes e distribuindo-a ao solo e ao ar, permitindo o desenvolvimento da microfauna e da microflora do substrato, extremamente necessárias para o equilíbrio ecológico do ambiente.

Algumas espécies, como *Salvinia adnata* Desv. (Salviniaceae) e *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (Dennstaedtiaceae), são plantas invasoras e podem ocupar grandes áreas em ambientes aquáticos e em áreas queimadas, respectivamente. Essas espécies podem funcionar como bioindicadoras de problemas ambientais.

BROTO DE SAMAMBAIA: TÃO TÓXICO QUANTO NATURAL



Folha do *Pteridium aquilinum*. Fonte: <https://www.flickr.com/photos/bathyporeia/albums/72157639606339286>.
Fotografia: Hans Hillewaert.

Existe uma crença generalizada de que alimentos naturais são inócuos à saúde, em contraposição aos industrializados, estes “cheios de química”. No entanto, os alimentos naturais possuem fatores anti-fisiológicos, que prejudicam a absorção ou o aproveitamento dos nutrientes da dieta, além de existir a possibilidade de eles conterem substâncias realmente tóxicas, com consequências potencialmente graves para seus consumidores.

O “broto de samambaia” é um alimento altamente consumido em Minas Gerais e em regiões do Espírito Santo, pela população local. Também é consumido em São Paulo e no norte do Paraná, sempre por população de origem oriental, principalmente japonesa. No oriente, seu consumo é altamente disseminado, chegando ao ponto de o Japão, onde é chamado “warabi”, importá-lo para suprir sua demanda.

A parte comestível são as folhas jovens, imaturas, da samambaia *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, quando ainda se encontram com a ponta curvada (báculos).

Onde está o perigo?

A toxicidade do *P. aquilinum* é conhecida desde o século XIX e, nas últimas décadas, vários trabalhos têm sido realizados para verificar o grau de risco a que estão submetidos os consumi-

dores dessa planta. Foram feitos inúmeros testes, em laboratório, sempre com resultados positivos. A patologia mais encontrada são os tumores, tanto benignos quanto malignos, localizados, na maioria das vezes, no intestino delgado, mais precisamente no íleo, e também na bexiga. Considerável parte desses trabalhos foi feita no Japão, devido ao interesse dos pesquisadores desse país no assunto, em função do alto consumo do vegetal pela população. Testaram-se então várias possibilidades, tais como as diversas partes da planta (talos, folhas, rizoma), diferentes tipos de processamento (fervuras múltiplas, com ou sem alcalinização da água de cocção), a própria água de cocção (usada por alguns como remédio contra o reumatismo) e diferentes esquemas dietéticos (altas doses/períodos curtos, baixas doses/períodos longos). Os resultados obtidos foram sempre semelhantes e indicam uma alta carcinogenicidade do vegetal, que pode estar relacionada ao princípio ativo ptaquilosídeo. No entanto, as pesquisas nessa área continuam e outras substâncias podem ainda estar envolvidas.

A Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto se interessou pelo assunto, uma vez que o broto de samambaia é prato tradicional na região de Ouro Preto, sendo consumido tanto pela população rural quanto pela população urbana. Foi encontrada alta toxicidade para animais de laboratório. Do ponto de vista epidemiológico foram realizados estudos de caso e controles com pacientes de câncer de esôfago e estômago, consumidores ou não do vegetal, levando também em consideração hábitos como consumo de bebida alcoólica e tabagismo. Constatou-se que o consumo do broto de samambaia, associado ao uso de bebidas alcoólicas e ao tabagismo, aumenta em 3,5 vezes o risco de desenvolvimento desses tipos de câncer.

Em conclusão, pode-se afirmar que o broto de samambaia, apesar de ser alimento natural, representa grave risco para seus consumidores, sendo infrutíferas as tentativas de eliminar ou mesmo reduzir a sua carcinogenicidade. Devemos bani-lo da alimentação humana por meio de ações que considerem tanto o aspecto cultural de seu consumo quanto o fato de ser utilizado como alimento por populações carentes.

Disponível em: <<http://alimentacaoviva.blogspot.com.br/2008/04/broto-de-samambaia-to-txico-quanto.html>>. Acesso em: 3 maio 2015. (Adaptado).



Broto do *Pteridium aquilinum*. Fonte: <http://www.brc.ac.uk/plantatlas/index.php?q=node/1195>.

Fotografia: M. Cotterill.

Síntese do Capítulo

Neste capítulo, vimos que as plantas vasculares sem sementes colonizaram a Terra a partir do período Devoniano. Entre estas plantas se destacam as extintas linhagens Rhyniophyta, Zosterophyllophyta e Trimerophytophyta. Na flora atual estão Lycophyta e Monilophyta, que viveram no período Carbonífero, quando contribuíram para a formação do carvão. O ciclo de vida das plantas vasculares apresenta alternância de gerações, ou seja, alternam-se gerações de indivíduos haploides e diploides. O indivíduo diploide, conhecido como esporófito, produz por meiose os esporos haploides em estruturas chamadas esporângios. Os esporos germinam e, por mitose, originam o gametófito, que produz o gameta haploide feminino (oosfera), e os gametas haploides masculinos (anterozoides). As plantas vasculares sem sementes ainda dependem da água para sua reprodução. Os anterozoides são flagelados e precisam nadar até a oosfera para fecundá-la. A fecundação dos gametas origina um zigoto diploide. Este se desenvolve e cresce por meio de sucessivas mitoses, formando o esporófito. As plantas homosporadas produzem apenas um tipo de esporo, que, após germinação, origina gametófitos bissexuados. As heterosporadas, por sua vez, produzem micrósporos e megásporos, que originam gametófitos sexualmente diferenciados (microgametófito e megagametófito).

Atividades



1. Relacione cada conceito com sua respectiva definição:

<input type="checkbox"/> Embrião	a) Indivíduo multicelular haploide no ciclo de vida das plantas.
<input type="checkbox"/> Esporo	b) Indivíduo diploide que se desenvolve a partir do zigoto no ciclo de vida das plantas.
<input type="checkbox"/> Esporófito	c) Célula haploide que se funde com outra para originar o zigoto.
<input type="checkbox"/> Gameta	d) Célula haploide que se multiplica por mitose e origina o indivíduo multicelular haploide.
<input type="checkbox"/> Gametófito	e) Fase imatura de uma planta que se desenvolve na planta genitora, nutrindo-se de substâncias fornecidas por ela.

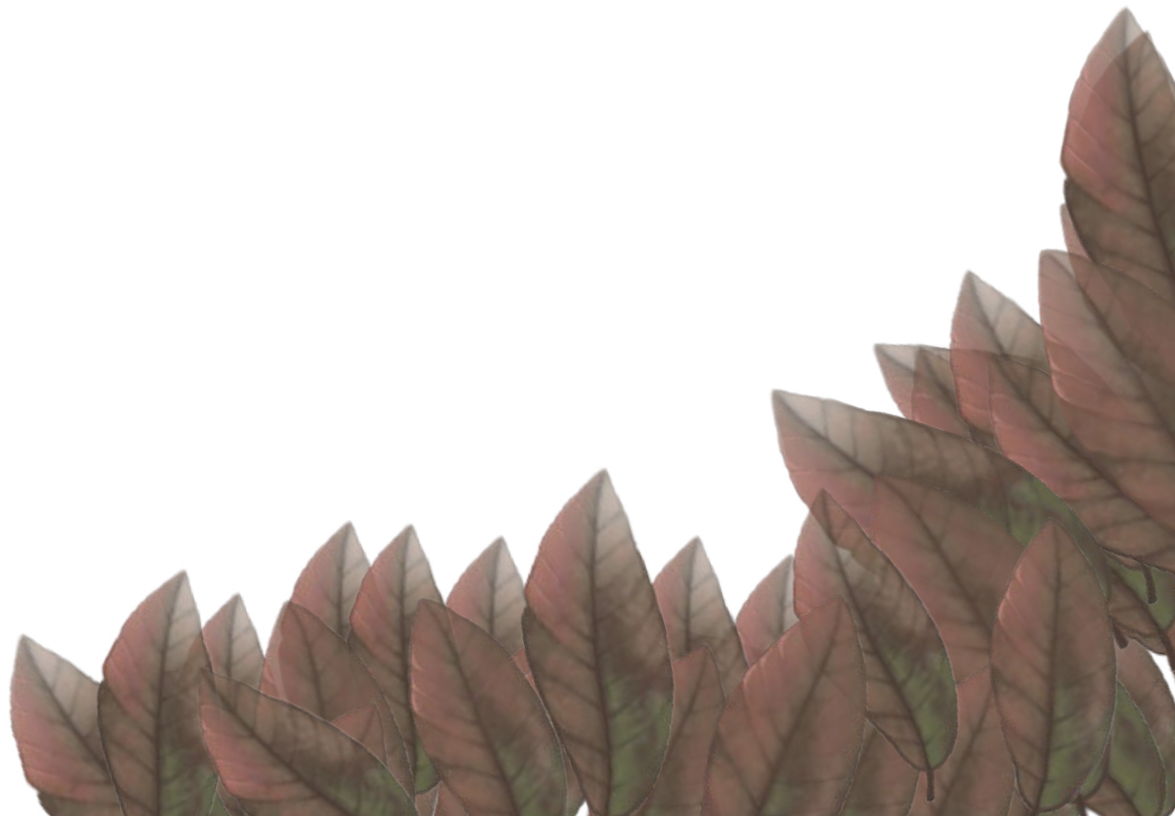
2. O que são: anterídios, arquegônios, anterozoides e oosfera?

3. Descreva brevemente o ciclo de vida com alternância de gerações das plantas.

4. O que significa homosporia e heterosporia? Cite exemplos.

5. O que torna as plantas vasculares sem sementes dependentes de água para reprodução?

6. Descreva sucintamente os grupos de plantas vasculares sem sementes atuais. Cite exemplos.







Capítulo 7

Gimnospermas



Gimnospermas



Que características distinguem as plantas com sementes?

Nas plantas vasculares sem sementes, percebemos que o esporófito é fase predominante no ciclo de vida e diferentemente das plantas avasculares, não depende do gametófito para sua nutrição. Nas plantas vasculares com sementes ou **espermatófitas**, isso se intensifica, pois nesse grupo é o gametófito que se torna dependente do esporófito.

Nas plantas avasculares e nas vasculares sem sementes, a água foi sempre um fator limitante, visto que, como todos os demais seres vivos, seus ancestrais são oriundos da água. Essas plantas são totalmente dependentes de um meio aquoso para sua reprodução, pois os anterozóides produzidos pelos anterídios precisam nadar para encontrar a oosfera produzida por um arquegônio. Esse problema foi resolvido nas espermatófitas. Como?

As plantas com sementes são **heterosporadas**, ou seja, produzem megásporos e micrósporos, que originarão megagametófitos e microgametófitos, respectivamente, como vimos no Capítulo 6. Porém a maior inovação que surgiu nessas plantas foi a retenção do gametófito feminino (megagametófito) pelo esporófito, formando uma estrutura denominada óvulo, que irá se desenvolver em **semente**. Portanto, diferentemente das plantas sem sementes, o gametófito feminino não se desenvolve independente do esporófito; ele germina e produz as oosferas preso ao corpo do esporófito.

Mas como o microgametófito irá fecundar o megagametófito, se ele está retido no esporófito?

Durante a evolução das espermatófitas, o microgametófito modificou-se em uma estrutura chamada **grão de pólen**, adaptada para fecundar o megagametófito sem o intermédio de um meio aquoso.

Após a fecundação, o embrião fica em um estado latente, protegido contra a dissecação e o atrito do meio externo e com substâncias de reserva para sua nutrição, no interior da semente. Seu desenvolvimento

fica temporariamente suspenso até que a semente encontre um local com as condições ideais para a sua germinação. Anatomicamente, uma nova característica surgiu nas espermatófitas, auxiliando também no sucesso evolutivo desse grupo: o **crescimento secundário**. Nesse tipo de crescimento, os tecidos condutores (xilema e floema) se proliferam extensivamente, principalmente o xilema, formando o que comumente chamamos de **lenho**. Isso permite a essas plantas um suporte para crescerem mais em relação a outras plantas e captarem mais luz para a fotossíntese. Mesmo que alguns grupos recentes tenham perdido essa condição, todas as espermatófitas basais possuíam o crescimento secundário.

Atualmente, existem cinco filos de espermatófitas, quatro desses, Cycadophyta, Ginkgophyta, Coniferophyta e Gnetophyta, são tipicamente conhecidos como **gimnospermas** (do grego: *gymno* = nu, *sperm* = semente), pois a semente não está protegida por um fruto, sendo, portanto, “nua”. As plantas do filo Anthophyta são conhecidas como **angiospermas** por apresentarem as sementes protegidas por um fruto e serão estudadas no próximo capítulo. As relações filogenéticas entre as divisões das espermatófitas ainda não estão totalmente esclarecidas.

Quem são as gimnospermas atuais?

As gimnospermas atuais estão representadas por cerca de 760 espécies e quatro filos: Cycadophyta (cicadáceas), Ginkgophyta (ginkgos), Coniferophyta (coníferas) e Gnetophyta (gnetófitas). As relações filogenéticas entre esses filos são incertas, mas análises moleculares recentes indicam que são monofiléticos.

• Filo Cycadophyta

São cerca de 11 gêneros e 140 espécies de cicadófitas atualmente no mundo, ocorrendo nos trópicos e subtropicais. No Brasil, o gênero *Zamia* L. é o único nativo e está presente principalmente na Floresta Amazônica e em parte do Cerrado, mas diversas espécies exóticas são cultivadas como ornamentais.

As cicadófitas são plantas parecidas com palmeiras (Figura 1), pois apresentam as folhas agrupadas no ápice do caule, e dioicas, ou seja, possuem as estruturas reprodutivas femininas e masculinas em plantas separadas. O pólen, após germinar, libera anterozoides, assim como as samambaias. Provavelmente, as cicadófitas são a linhagem mais antiga de espermatófitas entre as divisões atuais. Seus tecidos são altamente tóxicos, pois contém grandes quantidades de compostos neurotóxicos e carcinogênicos.



Figura 1a



Figura 1b

• Filo Ginkgophyta

O filo Ginkgophyta é representado por uma única espécie no mundo: a *Ginkgo biloba* L. (Figura 2), nativa da Coreia, da China e do Japão, sendo a única sobrevivente atual de um gênero que não sofreu alterações nos últimos 150 milhões de anos. Provavelmente, estaria extinta se não tivesse sido cultivada em pátios dos templos chineses por centenas de milhares de anos.

A *G. biloba* é fácil de ser reconhecida por possuir folhas em forma de leque, decíduas. Além disso, são árvores de crescimento lento, podendo alcançar mais de 30 metros de altura. Os megasporângios e os microsporângios crescem em indivíduos diferentes, e o grão de pólen, após germinar, libera anterozoides que nadam até a oosfera, assim como as cicadófitas. Os megasporângios produzem sementes que possuem um envoltório carnoso, lembrando um fruto.

Figura 1

Cycas revoluta Thunb. (Cycadaceae).

a) Aspecto da planta. Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/Cycas_Revoluta_Museo_Larreta.jpg. Fotografia: Roberto Fiadone.

b) Estróbilo ovulado. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cycas_revoluta_Thunb._-_C5%A1i%C5%A1ka.JPG. Fotografia: Mercy.

Figura 2

Ginkgo biloba (Ginkgoaceae).

a) Folhas. Fonte: <http://woodyplants.wikidot.com/ginkgo-biloba>. Fotografia: Steve Baskauf.

b) Sementes carnosas. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ginkgo_biloba_007.jpg. Fotografia: H. Zell.



Figura 2a



Figura 2b

PESQUISADORES AMERICANOS DESCOBREM QUE GINKGO BILOBA NÃO ATIVA MEMÓRIA

Pesquisadores americanos descobrem que o *Ginkgo biloba* não tem efeito para ativar a memória. Ele é um remédio natural muito usado no mundo inteiro para aumentar a circulação de sangue no cérebro. O estudo acompanhou, durante seis anos, mais de três mil idosos saudáveis, com mais de 72 anos. Metade recebeu um placebo, uma substância sem efeito. A outra metade tomou 240 miligramas de *G. biloba* por dia, em duas doses.

Nem os pacientes, nem os médicos, sabiam quem estava recebendo placebo ou o *Ginkgo*. É o maior e mais longo estudo realizado sobre o *G. biloba*, uma planta muito usada na medicina chinesa. Mas os pesquisadores só avaliaram os efeitos da planta sobre a memória e atividade mental.

O resultado publicado no periódico da Associação Americana de Medicina mostra que o suplemento não teve nenhuma eficácia. O médico Steven Dekosky, da Universidade da Virgínia, que comandou a pesquisa, ficou decepcionado porque o objetivo era provar os efeitos benéficos do *Ginkgo*. Mas a conclusão é que ele não apresenta nenhum benefício.

O doutor Dekosky ressalva que os pesquisadores não encontraram nenhum efeito adverso da substância, que pode ser tomada sem problemas.

Nos Estados Unidos, as empresas que vendem *G. biloba*, com a promessa de que o suplemento ajuda a ativar a memória, faturam por ano US\$ 250 milhões. Um dos fabricantes, ao saber que o novo estudo não encontrou nenhum efeito, sugeriu que os interessados aguardem o resultado de outra pesquisa, que está sendo realizada na França, antes de abandonarem o *G. biloba*.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) disse que o *G. biloba* é registrado no Brasil como medicamento fitoterápico e que é usado no tratamento de vertigens e zumbidos provocados por problemas circulatórios ou por insuficiência vascular cerebral. Segundo a agência, não existe nenhum questionamento, aqui no Brasil, sobre a eficácia do produto.

Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/o,,MUL1429693-5598,00-PESQUISADORES+AMERICANOS+DESCOBREM+QUE+GINKGO+BILOBA+NAO+ATIVA+MEMORIA.html>>. Acesso em: 4 maio 2015. (Adaptado).

- **Filo Gnetophyta**

As gnetófitas atuais estão representadas por três famílias, com cerca de 75 espécies e três gêneros, extremamente diferentes na aparência externa.

Apresentam algumas semelhanças com as angiospermas, como a ausência de arquegônios no gametófito feminino e a presença de elementos de vaso no xilema, diferentemente das demais gimnospermas.

O *Gnetum* L. (Gnetaceae) possui distribuição tropical, ocorrendo no Brasil apenas na Floresta Amazônica. As plantas desse gênero são trepadeiras, arbustos ou árvores, com folhas grandes e coriáceas, que lembram algumas angiospermas (Figura 3).



Figura 3

Gnetum gnemon, L. Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Melinjo_\(Gnetum_gnemon\)_6863727669.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Melinjo_(Gnetum_gnemon)_6863727669.jpg).
Fotografia: Guido Bohne

A *Ephedra* Tourn. ex L. (Ephedraceae) ocorre principalmente em regiões áridas e desérticas. No Brasil, a única espécie nativa é *Ephedra tweediana* C. A. Mey. (Figura 4), com distribuição restrita ao Rio Grande do Sul. Possui hábito arbustivo, caule aparentemente articulado e folhas pequenas, lembrando uma cavalinha.



Figura 4

Ephedra tweediana. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ephedra_tweediana_2.JPG. Fotografia: A. Barra.

O gênero *Welwitschia* Hook. f. (Welwitschiaceae) possui uma única espécie, a *Welwitschia mirabilis* Hook. f. (Figura 5), nativa do deserto da Namíbia. É uma planta peculiar, que permanece quase totalmente enterrada no solo arenoso. A parte que fica acima do solo consiste em um disco côncavo que produz duas folhas longas em forma de fita. Na margem do disco, possui um tecido meristemático de onde crescem os estróbilos.



Figura 5

Welwitschia mirabilis. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Welwitschia_Trail_Ende.JPG. Fotografia: Harald Süpfle.

• Filo Coniferophyta

O filo Coniferophyta possui o maior número de espécies entre as gimnospermas atuais, cerca de 630, reunidas em 70 gêneros. No Brasil, existem apenas duas famílias nativas: a Podocarpaceae e a Araucariaceae, esta com apenas uma espécie, a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, conhecida como pinheiro-brasileiro ou pinheiro-do-paraná, que ocorre principalmente no Sul do Brasil e em parte da região Sudeste.

A ARAUCÁRIA E O PLANALTO SUL BRASILEIRO

A *Araucaria angustifolia*, o pinheiro-do-paraná ou pinheiro-brasileiro, é a única espécie do gênero *Araucaria* encontrada no Brasil. É uma árvore alta, com 20 a 50 metros, endêmica dos planaltos do sul do país, muito importante para a ecologia e cultura dessa região. Para seu desenvolvimento, a araucária só aceita verões pouco quentes e invernos frios. Por isso, é típica de regiões temperadas e de altitude elevada.

Os agentes disseminadores dos pinhões são os próprios animais que deles se alimentam. O mais emblemático deles é a gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*, Vieillot, 1818), ave barulhenta de plumagem azul e topete preto, que faz provisões das sementes em troncos de xaxim e no solo, onde ela não mais os busca, permitindo a germinação.

Os papagaios e outros psitacídeos levam nos bicos pinhões para fazerem sua refeição. Em meio à algazarra festiva de seus hábitos, deixam cair sementes aqui e acolá. Os roedores também disseminam os pinhões. Eles os levam para a toca, onde a umidade e a terra fofa fornecem um ambiente propício para a germinação. As cutias, os ratos, os ouriços, os preás e as pacas são os que melhor desempenham esse papel. Também os bugios e macacos, ao alimentarem-se nas copas das árvores e deslocarem-se por elas, vão espalhando sementes.

Pesquisas históricas e arqueológicas sobre as populações indígenas que viveram no planalto sul brasileiro, de 6.000 anos atrás até os nossos dias, registram a importância do pinhão no cotidiano desses grupos. Restos de cascas de pinhões aparecem em meio aos carvões das fogueiras acesas pelos antigos habitantes das matas com araucária.

A procura pela madeira excelente dessa espécie provocou a imigração para Santa Catarina e para o Paraná de levadas migratórias do sul e do leste. Na época, movidos pela necessidade e cobiça, ainda que desconhecedores dos problemas ecológico-ambientais, esses migrantes lançaram-se ao corte dessa imensa fonte de riqueza que lhes forneceu capital para posterior e diversificada industrialização. O uso da madeira de araucária foi amplo e muito se exportou esse produto. Hoje esse uso está quase abandonado, salvo para alguns construtores inconscientes dos danos ambientais que provocam.

O pinhão constitui um alimento muito valioso e tem efeito medicinal, combatendo a azia e a anemia, além de outros males. Essa espécie é também usada na reposição de mata ciliar em locais sem inundação. Apresenta boa deposição de resíduos orgânicos, sendo indicada nos casos de reflorestamento para recuperação ambiental.

Até meados da década de 1980 não existiam grandes restrições à exploração indiscriminada das florestas de araucária. Nos chamados “Planos de Exploração Florestal”, era permitida a supressão de praticamente todos os indivíduos com diâmetros acima de 40 cm. Hoje, substituíram-se os “Planos de Exploração” pelos “Planos de Manejo Florestal em Regime de Rendimento Sustentado”, que trazem em seu bojo princípios da perpetuidade e da conservação da floresta.

Nos dias de hoje existe uma área reduzida de florestas de araucárias em boas condições de conservação. Os cortes promovidos devem respeitar a capacidade de restauração da floresta.



Araucaria angustifolia. Fotografia: Valquiria Dutra.



Estróbilos da araucária. Fonte: <http://tropical.theferns.info/image.php?id=Araucaria+angustifolia>. Fotografia: Janaína de Oliveira.



Sementes da araucária. Fonte: <http://tropical.theferns.info/image.php?id=Araucaria+angustifolia>. Fotografia: Rodrigo Morante.

Práticas de manejo que extrapolem a recomposição natural da floresta devem ser sumariamente condenadas. O manejo florestal deve ser entendido como um elemento decisivo para perpetuar a sobrevivência da *A. angustifolia*, uma vez que pode contribuir para estimular a regeneração natural, aumentando também as taxas de crescimento das árvores remanescentes e diminuindo as taxas de mortalidade natural na floresta.

A. angustifolia é uma espécie chave para a caracterização da paisagem das matas da região sul do país. O morador do planalto, quando viaja para outras terras, ao retornar e divisar as primeiras silhuetas da araucária no horizonte, percebe que chegou em sua casa. O pinhão imprime, na convivência dos moradores, hábitos e momentos inesquecíveis. O homem rural, quer da colônia, quer dos campos, e os moradores das cidades da região sempre terão na sua lembrança o pinhão assado ou cozido no aconchego do lar, em dias sombrios de inverno, ou a sapecada de grimpas, quase uma festa de São João para os habitantes dessas paragens.

Fonte: Basso, C. M. G. A araucária e a paisagem do planalto sul brasileiro. Revista de Direito Público, Londrina, v. 5, n. 2, p. 1-11. 2010. (Adaptado).

As coníferas incluem os pinheiros, os ciprestes e os pinus (Figura 6). Possuem as folhas reunidas em agrupamentos denominados fascículos; são simples, estreitas e em formato de agulhas. Os estróbilos ovulados são lenhosos e podem atingir até 60cm de comprimento. Algumas coníferas contêm sementes com estruturas carnosas, como os podocarpos, que possuem um receptáculo carnoso que favorece a dispersão por pássaros e assemelha-se a um fruto (Figura 7).



Figura 6
Folhas e estróbilo de *Pinus elliottii* Engelm.
(Pinaceae). Fotografia: Mariana Machado.



Figura 7

Sementes de *Podocarpus totara* G.Benn. ex D.Don. (Podocarpaceae). Fonte: http://ketenewplymouth.peoplesnetworknz.info/friends_of_te_henui/images/show/14220-podocarpus-totara-lowland-totaratotara-fruit-berries. Fotografia: Phil Bendle.

ESPÉCIES DE CONÍFERAS ESTÃO AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NO BRASIL

Caracterizadas por suas copas em forma de cone, folhas pontiagudas e bastante escuras, as coníferas são consideradas espécies-chave para diferentes ecossistemas em todo o mundo, e também na captura do carbono no planeta. Apesar de presentes no hemisfério norte e em regiões frias ou temperadas, várias espécies apresentam crítico estado de conservação, conforme a Lista Vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, na sigla em inglês), divulgada em julho.

De acordo com o levantamento internacional, 34% dos cedros, ciprestes, abetos e outras coníferas estão ameaçados de extinção — aumento de 4% em comparação com a última avaliação, feita em 1998. Philip Thomas, coordenador do grupo especialista em coníferas da IUCN, salienta que 27 variedades no mundo aparecem como criticamente ameaçadas de extinção, entre elas, a *Araucaria angustifolia*, conhecida como pinheiro-brasileiro ou pinheiro-do-paraná. Ela ocorre principalmente em Santa Catarina, no Paraná e no Rio Grande do Sul, mas também pode ser encontrada em São Paulo e em Minas Gerais, além de algumas regiões no Paraguai e na Argentina.

Encontrada em regiões com altitude a partir de 500 metros, a araucária pode atingir até 40 metros de altura. Ela é responsável por proteger plantas menores, que precisam de áreas de sombra, e serve como base para a alimentação de roedores e pássaros. No inverno, o pinhão (semente da araucária) é a única fonte de alimento para várias espécies e de renda de muitas famílias.



Araucaria angustifolia. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Araucaria_angustifolia_MariadaFe_Brazil.jpg. Fotografia: Mariense



Podocarpus sellowii. Fonte: Flora Digital do Rio Grande do Sul. Fotografia: Susana Dreveck & Marcio Verdi.



Semente com receptáculo carnoso do Podocarpus sellowii. Fonte: Flora Digital do Rio Grande do Sul. Fotografia: Anita Stival dos Santos.

No total, nove espécies de coníferas brasileiras integram a Lista Vermelha da IUCN. Além da araucária, outras duas são citadas como ameaçadas: a *Podocarpus sellowii* Klotzsch ex Endl. e a *Podocarpus transiens* (Pilg.) de Laub. (Podocarpaceae), popularmente conhecidas como pinheiros-bravos. Elas ocorrem nas regiões Sul e Sudeste. A segunda também está presente na Bahia e em Goiás, conforme Gustavo Martinelli, coordenador do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNC Flora).

As mudanças climáticas têm dificultado a sobrevivência das coníferas pelo mundo. “Pragas e doenças estão se tornando cada vez mais uma ameaça, especialmente em áreas que experimentam eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, ou em áreas onde as temperaturas médias estão subindo”, ressalta Thomas.

No Brasil, a principal causa do desmatamento é a conversão das áreas de floresta em pastagens ou sua utilização para a agricultura ou para o plantio de florestas de pinus e eucaliptos para a indústria de papel e celulose, destaca Martinelli.

Segundo a IUCN, a araucária já perdeu 97% do seu ambiente original no Brasil. A cobertura dessas árvores correspondia a cerca de 40% da Floresta Ombrófila Mista, que compõe o bioma da Mata Atlântica, explica Yeda Maria Malheiros de Oliveira, engenheira florestal da Embrapa Florestas.

Segundo especialistas, o processo de extinção às vezes pode ser difícil de se observar. “A vulnerabilidade tem muito mais a ver com a erosão genética do que com a quantidade de árvores. Na região onde a araucária vive, é difícil encontrar uma área com cerca de mil hectares. A maioria é entre cinco e dez”, diz Oliveira. Por causa da ação humana, a araucária fica ilhada em áreas fragmentadas, o que pode comprometer a variabilidade genética e o surgimento de novos exemplares.

A legislação ambiental brasileira proíbe o corte das araucárias, o que, segundo especialistas, ironicamente acaba prejudicando o desenvolvimento da espécie. “Muitos produtores rurais cortam as araucárias quando pequenas, porque acham que não poderão usar a área do entorno se existir uma planta dessa espécie”, diz Oliveira.

Na opinião do engenheiro florestal Alexandre Vibrans, responsável pelo Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, políticas públicas deveriam ser criadas para permitir a exploração sustentável e incentivar o plantio de araucárias, “com melhoramento genético e aumento da produtividade, para que seu reflorestamento possa ser competitivo com os plantios das espécies exóticas, como o pinus”.

Disponível em: <<http://dw.de/p/196mZ>>. Acesso em: 04 maio 2015. (Adaptado).

Como é o ciclo de vida das gimnospermas?

Utilizaremos o ciclo de vida dos pinheiros para ilustrar a reprodução das gimnospermas (Figura 8). Por não apresentar flores, a reprodução das coníferas ocorre por meio de **estróbilos**, estruturas em forma de cone com um eixo central e escamas, que podem ser ovulados ou microsporangiados, portadores de grãos de pólen. O estróbilo que produz óvulos é chamado de **megastróbilo**, e o que produz pólen é chamado de **microstróbilo**, por geralmente ser de tamanho menor que o megastróbilo.

Nos microstróbilos, cada microsporângio contém centenas de **microsporócitos** ($2n$). Cada microsporócito, após sofrer meiose, produzirá quatro micrósporos (n), que se desenvolverão em um grão de pólen com quatro células (duas células protalares, uma célula geradora e uma célula espermatogênica), que constituem o microgametófito. Em vez de água, os grãos de pólen utilizam a dispersão pelo vento para chegarem aos óvulos dos megastróbilos. A entrada do pólen no óvulo se dá por meio da micrópila, uma abertura no ápice do óvulo.

Após a entrada do grão de pólen pela micrópila, uma célula chamada megasporócito ($2n$) se divide, por meiose, dentro do óvulo, produzindo quatro megásporos (n). Geralmente, um único megásporo se torna funcional, germinando dentro do óvulo e dando origem ao megagametófito, com arquegônios que produzirão as oosferas.

Enquanto o megagametófito se desenvolve dentro do megasporângio, o grão de pólen germina dentro da micrópila, produzindo um tubo polínico com dois gametas masculinos. Esse processo demora cerca de um ano e, após aproximadamente 15 meses da polinização, um gameta fecunda a oosfera, gerando o zigoto ($2n$), e o outro gameta se degenera. Por meio de mitose, o zigoto se divide e forma o embrião. Muitas vezes, vários grãos de pólen formam tubos polínicos no óvulo, fecundando outras oosferas e formando mais embriões, processo chamado de **poliembrionia**, mas, normalmente, apenas o embrião mais vigoroso se desenvolve.

Durante o desenvolvimento do embrião, o óvulo converte-se em semente, apresentando um tegumento de revestimento, um embrião e uma reserva de alimento do tecido do megagametófito (haploide). A dispersão da semente ocorre, muitas vezes, pelo vento. Por isso, algumas espécies possuem sementes aladas. Também podem ser dispersas por animais que buscam se alimentar das sementes, como ocorre com o pinheiro-do-paraná, cuja dispersão ocorre por meio das gralhas-azuis.

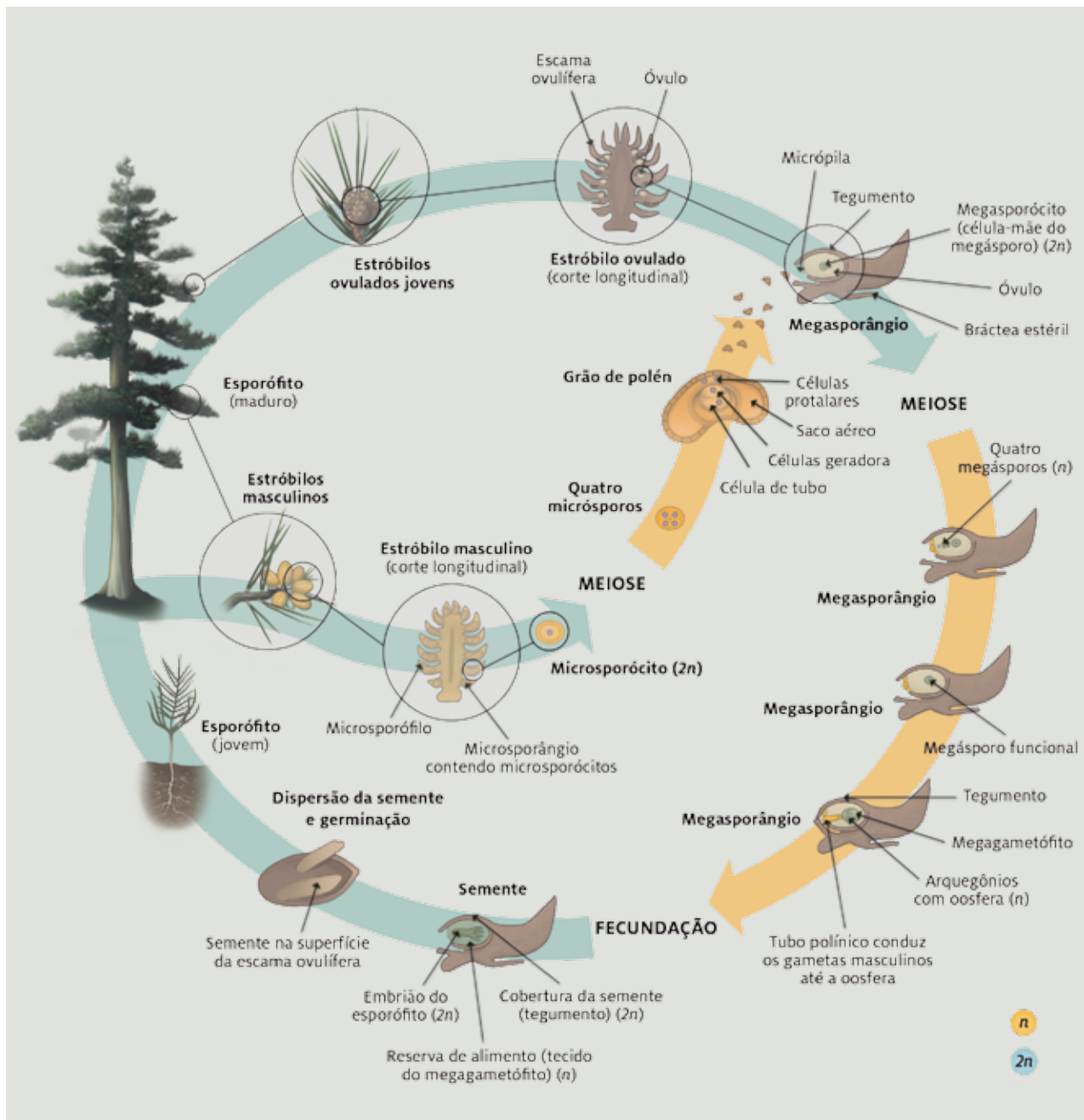


Figura 8 Ciclo de vida de um pinheiro.

O ciclo de vida das coníferas é bem ilustrativo para entender a reprodução nas gimnospermas, entretanto, algumas peculiaridades ocorrem no ciclo de vida dos outros filos. Nas cicadófitas e nas ginkgófitas, os gametas masculinos são anterozoides flagelados, liberados pelo grão de pólen ao germinar na micrópila. Já nas gnetófitas, ocorre a ausência de arquegônios, uma característica também observada nas angiospermas.

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DAS GIMNOSPERMAS

As gimnospermas são pouco representadas na flora atual, mas nem por isso deixam de ser um grupo de plantas com uma grande importância econômica. Entre suas espécies, existem inúmeras que são utilizadas para fins ornamentais e para produção de madeira, por constituírem, sob o ponto de vista tecnológico, o grupo das “madeiras macias” ou “madeiras de fibras longas”, entre outros usos.

Entre as espécies utilizadas como ornamentais podem ser citadas a palma-de-ramos ou sagu-de-jardim (*Cycas revoluta* Thunb., Cycadaceae), o cedro-japonês (*Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don., Cupressaceae), a tuia-azul (*Chamaecyparis pisifera* (Siebold & Zucc.) Endl., Cupressaceae), a tuia-vulgar (*Thuja occidentalis* L., Cupressaceae) e as espécies do gênero *Cedrus* Link (Pinaceae), cultivadas com frequência em praças e jardins no Sul do Brasil.

Na produção de madeira, destacam-se os abetos, como a *Abies alba* Mill. (Pinaceae), produtora de uma madeira valiosa para confecção de tampos de instrumentos musicais. O *Cedrus atlantica* (Endl.) produz uma madeira de boa qualidade utilizada para carpintaria, para a fabricação de móveis de jardim e revestimentos, e a madeira do *C. deodora* (Roxb.) Loud. é usada na construção civil, em telhas, em dormentes, em móveis e em trabalhos de carpintaria. Diversas espécies de *Pinus* L. (Pinaceae) produzem uma madeira de qualidade, valorizada para fins construtivos e mobiliários. Entre as espécies de Cupressaceae, destacam-se o pinheiro-chinês (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.), que possui uma madeira leve, uniforme e resistente, sendo empregada para construção em geral, miolo de compensados, caixotaria, revestimentos internos e palitos de fósforo, e o cipreste (*Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl.), que possui uma madeira de excelente qualidade e resistente ao contato com o solo. O pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii* Klotz. ex. Endl., Podocarpaceae) possui uma madeira leve, macia, branco-amarelada, que serve para a construção civil e para a fabricação de móveis, de caixotaria, de embalagens para alimentos, de lápis e de palitos de fósforo. Já a *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze (Araucariaceae) possui uma madeira que é indicada para tabuados, compensados, caixotaria, palitos, instrumentos musicais, carpintaria e marcenaria. O teixo (*Taxus baccata* L., Taxaceae), por sua vez, é indicado para a confecção de esculturas e de peças torneadas.

Na fabricação de celulose, são utilizadas espécies de *Pinus*, como o *P. echinata* Mill. e o *P. taeda* L., além da *Cryptomeria japonica*. Também existem espécies utilizadas na alimentação, como o sagu-de-jardim, que fornece matéria-prima para preparação do sagu, e o *P. pinea* L., o pinoli, usado

na culinária, especialmente do Oriente Médio, no recheio de quibes, e na Itália, para o preparo do pesto genovês.

A espécie *Larix decidua* Mill. (Pinaceae) produz a terebentina-veneziana, um solvente constituído principalmente por terpenos, que é utilizado na mistura de tintas, vernizes e polidores. Da *Abies balsamea* (L.) Mill., é extraído o bálsamo-do-Canadá, uma solução viscosa, apolar e tóxica usada na preparação de lâminas permanentes utilizadas em microscopia.

Apesar de amplamente utilizadas em reflorestamento, em razão do fácil cultivo, as espécies *Pinus elliottii* Engelm e *P. taeda* podem causar impactos ecológicos em vegetações abertas, pois são heliófilas, isto é, precisam de muita luz, levando a uma total substituição da vegetação original. Os povoamentos de *Pinus* spp. tendem a ser monoespecíficos, impedindo a instalação de outras formas de vegetação. Eles aumentam a acidez do solo e alteram os ecossistemas abertos, como os campos e as restingas, tornando-os ecossistemas fechados (florestais), o que ocasiona a perda de biodiversidade por sombreamento. Além disso, a deposição de serrapilheira de lenta decomposição dificulta a germinação de espécies nativas. Por isso, aconselha-se que o uso dessas espécies seja destinado exclusivamente para a produção comercial, cessando o uso ornamental, de paisagismo rodoviário ou de sombreamento.

SEQUOIA-GIGANTE, A MAIOR ÁRVORE DO MUNDO



Sequoiadendron giganteum. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sequoiadendron_giganteum_-_Domaine_de_Montreuil_1.jpg. Fotografia: Phildic.

Visitar o Parque Nacional da Sequoia no Condado de Tulare, Califórnia, EUA, é uma experiência realmente notável. Numa altitude de 1.800 m.a.m. (metros acima do nível do mar), pode-se adentrar a chamada floresta gigante, uma floresta que nos remete à aurora da pré-história. Diversas árvores gigantescas erguem-se do solo como colunas monstruosas em direção ao céu. Com cerca de 80 m de altura e 7 m de diâmetro, essas árvores, chamadas de sequoias-gigantes (*Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J. Buchholz, Cupressaceae), são consideradas as maiores do mundo em volume total de madeira.

Estima-se que a maior sequoia do planeta, batizada de General Sherman em homenagem a um general da Guerra Civil Americana, tenha 84 m de altura, 7,7 m de diâmetro, 1.487 m³ de madeira e 2.700 anos de idade. Uma árvore realmente massiva. No entanto, existem registros de sequoias que já atingiram quase 100 m de altura e 17 m de diâmetro.

A casca dessas árvores pode ter até 90 cm de espessura na base do tronco, o que as protege tanto de herbívoros quanto do fogo. Suas

folhas são aciculadas, como as dos pinheiros, e as sementes nuas se desenvolvem em cones ou estróbilos. Uma árvore gigante é capaz de produzir centenas de milhares dessas sementes a cada ano e as dispersa com ajuda do vento e de animais como esquilos e besouros.

No século XIX, várias delas foram derrubadas para fins comerciais. Porém, sua madeira, apesar de abundante, se mostrou frágil e inadequada para a construção, sendo usada no máximo para postes, cercas ou palitos de fósforo. A visão de enormes sequoias derrubadas e a enorme quantidade de madeira desperdiçada nos bosques causou uma forte comoção pública que acabou por mobilizar esforços de conservação da espécie. Por isso, ainda existem tantas sequoias preservadas em reservas e parques pelos Estados Unidos. Além disso, a facilidade de cultivo permitiu que exemplares fossem plantados para fins ornamentais em várias partes do mundo, como Inglaterra, Alemanha, Canadá e Austrália. Portanto, podemos esperar ainda muitos anos de existência para essa magnífica espécie.

Disponível em: <<http://www.revistavitanaturalis.com/artigos/botanica/sequoia-gigante-a-maior-arvore-do-mundo/>>. Acesso em: 2 maio 2015. (Adaptado).

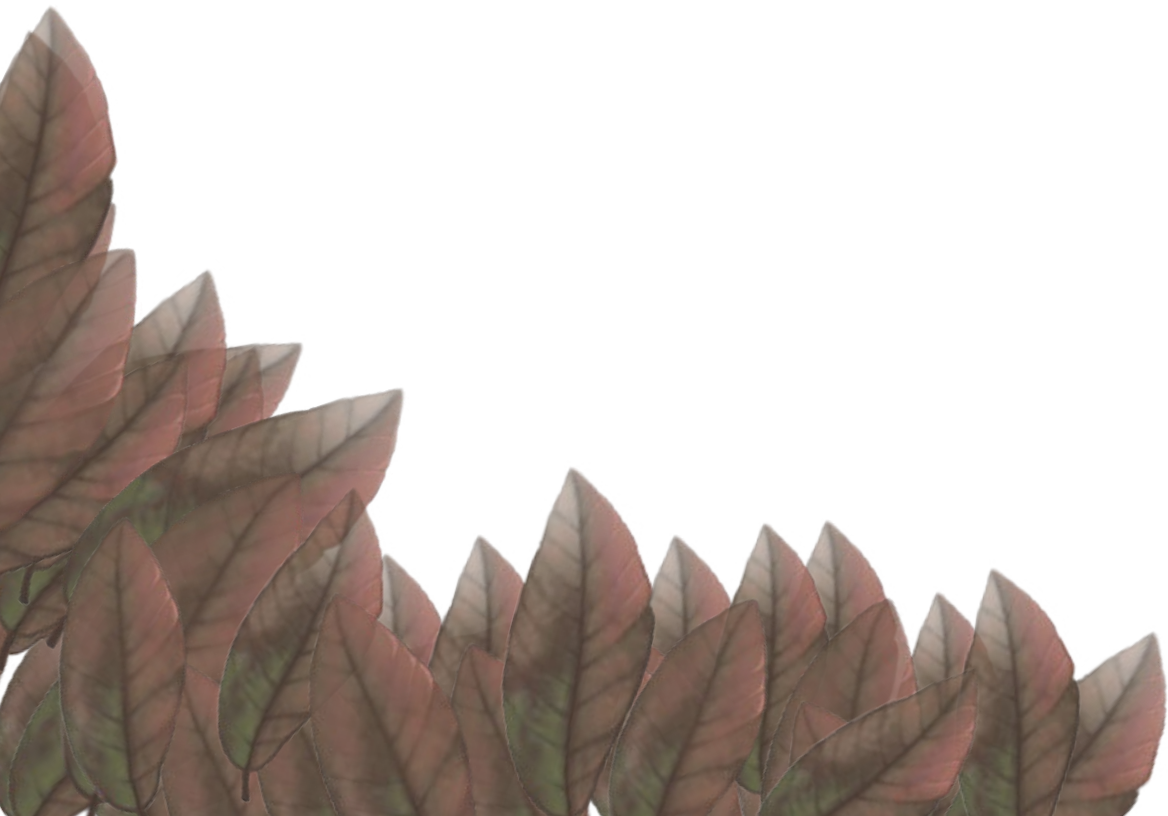
Síntese do Capítulo

Neste capítulo, vimos que as espermatófitas são as plantas com sementes. Elas dividem-se em gimnospermas, com óvulos expostos; e angiospermas, com óvulos inclusos em um ovário. Na evolução das plantas, as gimnospermas foram as primeiras a apresentar as adaptações que permitiram a independência da água para a reprodução sexuada. A grande novidade evolutiva das gimnospermas em relação às plantas existentes na época foi o surgimento do óvulo que, após a fecundação, dá origem à semente. Além disso, outra vantagem à sobrevivência em ambientes mais secos foi o surgimento dos grãos de pólen. Essas estruturas correspondem ao gametófito masculino e são transportadas pelo vento até o óvulo. Ao entrarem em contato com o gametófito feminino, germinam e formam o tubo polínico, que transporta os gametas masculinos até a oosfera. O óvulo fecundado se desenvolve, formando a semente. Outra novidade evolutiva do grupo foi o crescimento, em espessura, do caule devido à proliferação dos tecidos condutores (crescimento secundário), o que auxiliou no aparecimento de plantas maiores, que captam mais luz para fotossíntese. Na flora atual há quatro filos de gimnospermas, sendo os pinheiros os principais representantes.

Atividades



1. Comente as mudanças evolutivas que possibilitaram o predomínio das plantas com sementes em relação às demais.
2. Por que a aquisição de sementes foi uma grande conquista das gimnospermas?
3. O que são estróbilos?
4. Qual é a importância do tubo polínico para as gimnospermas?
5. Compare as samambaias e os pinheiros quanto à dependência da água para a reprodução.
6. “As gimnospermas são plantas que produzem sementes nuas.” Justifique essa afirmativa.

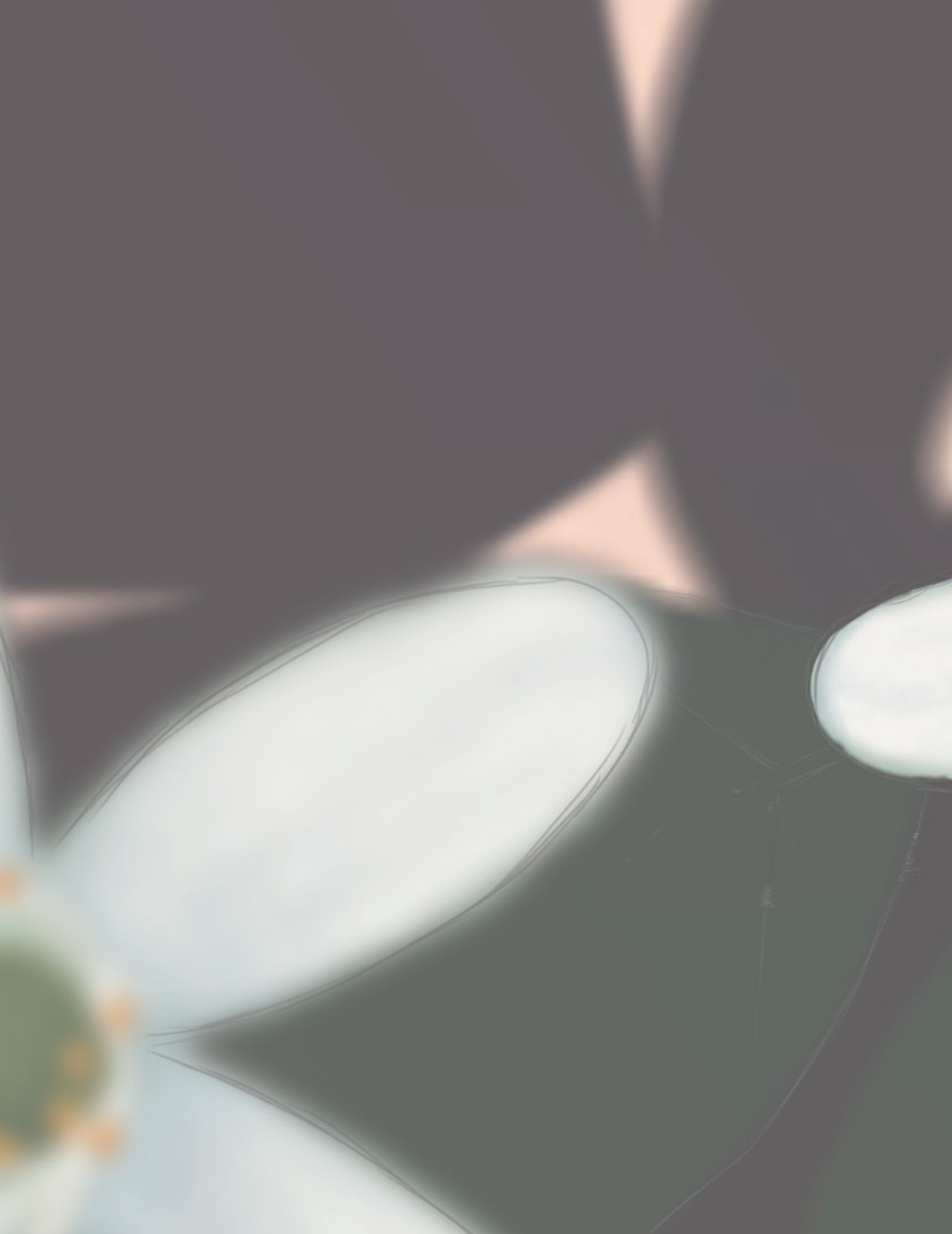






Capítulo 8

Angiospermas



Angiospermas

As plantas com flores são conhecidas como **angiospermas** (do grego: *angeion* = vaso, recipiente, e *sperma* = semente), e pertencem ao filo **Anthophyta**. Estão presentes em todos os ambientes e representam mais de 90% das espécies atuais. São pelo menos 300.000 espécies, podendo chegar a 450.000, e são, de longe, o maior grupo de organismos fotossintetizantes, como árvores, arbustos, gramados, frutas, legumes, flores ornamentais etc.

Apresentam uma enorme diversidade de formas e caracterizam-se pela presença da **flor**: um ramo determinado que contém os esporófilos, como estudamos no Capítulo 4.

RELEBRANDO



Esporófilo: folha modificada ou órgão semelhante à folha que porta os esporângios, estrutura onde os esporos são produzidos. Nas angiospermas, corresponde aos estames e aos carpelos (ver Capítulo 4).

As angiospermas formam um grupo monofilético, apresentando um número de características em comum entre as diferentes espécies, o que é uma evidência clara da sua origem a partir de um ancestral único. Apresentam como sinapomorfias: [1] as sementes formadas no interior de um carpelo, com uma superfície estigmática para a germinação do pólen, [2] o gametófito feminino muito reduzido (Figura 1), que consiste, na maioria dos casos, em apenas oito núcleos (dois núcleos polares, duas sinérgides junto à oosfera, o gameta feminino, e três antípodas) contidos em sete células e [3] dupla fecundação, com formação de um tecido nutritivo triplóide (endosperma).

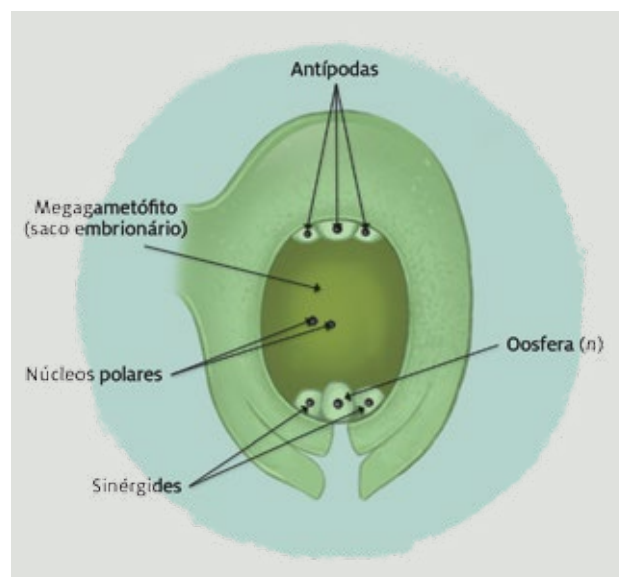


Figura 1
Esquema do óvulo das angiospermas com detalhe do gametófito feminino.

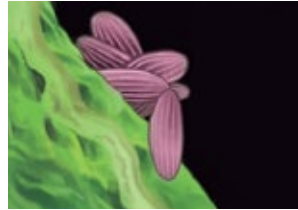
As angiospermas, tradicionalmente, foram classificadas em **dicotiledôneas**, caracterizadas por um crescimento secundário formando um anel no lenho, venação reticulada, dois cotilédones, geralmente com flores pentâmeras ou tetrâmeras (Figura 2), e **monocotiledôneas**, com apenas um cotilédone, sistema vascular disperso, venação paralelinérvea e flores trímeras (Figura 2). Estudos filogenéticos, realizados em meados dos anos 1990, contestaram essa classificação. O monofiletismo das monocotiledôneas foi confirmado, mas as dicotiledôneas seriam parafiléticas. Desde então, um novo grupo, as **eudicotiledôneas**, passou a ser reconhecido. Esse grupo é fortemente sustentado por análises filogenéticas e reconhecido, principalmente, pelos grãos de pólen tricolpados ou derivados desse.

VOCÊ SABIA?

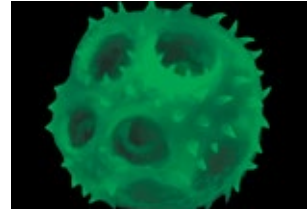


Pólen monossulcado é o grão de pólen que apresenta apenas uma abertura na exina (camada externa do pólen).

Pólen tricolpado é aquele que possui três aberturas na exina.



Pólen monossulcado.



Pólen tricolpado.

	Sementes	Flores	Folhas	Caules	Sistema radicular
Monocotiledôneas	 Um cotilédone	 Trímeras (peças florais em múltiplo de 3)	 Paralelinérveas	 Feixes vasculares dispersos	 Fasciculado
Dicotiledôneas	 Dois cotilédones	 Pentâmeras ou tetrâmeras (peças florais em múltiplo de 5 ou 4)	 Reticulinérveas	 Feixes vasculares em círculo	 Pivotante

Figura 2

Características que diferenciam as monocotiledôneas das dicotiledôneas.

RELEMBRANDO

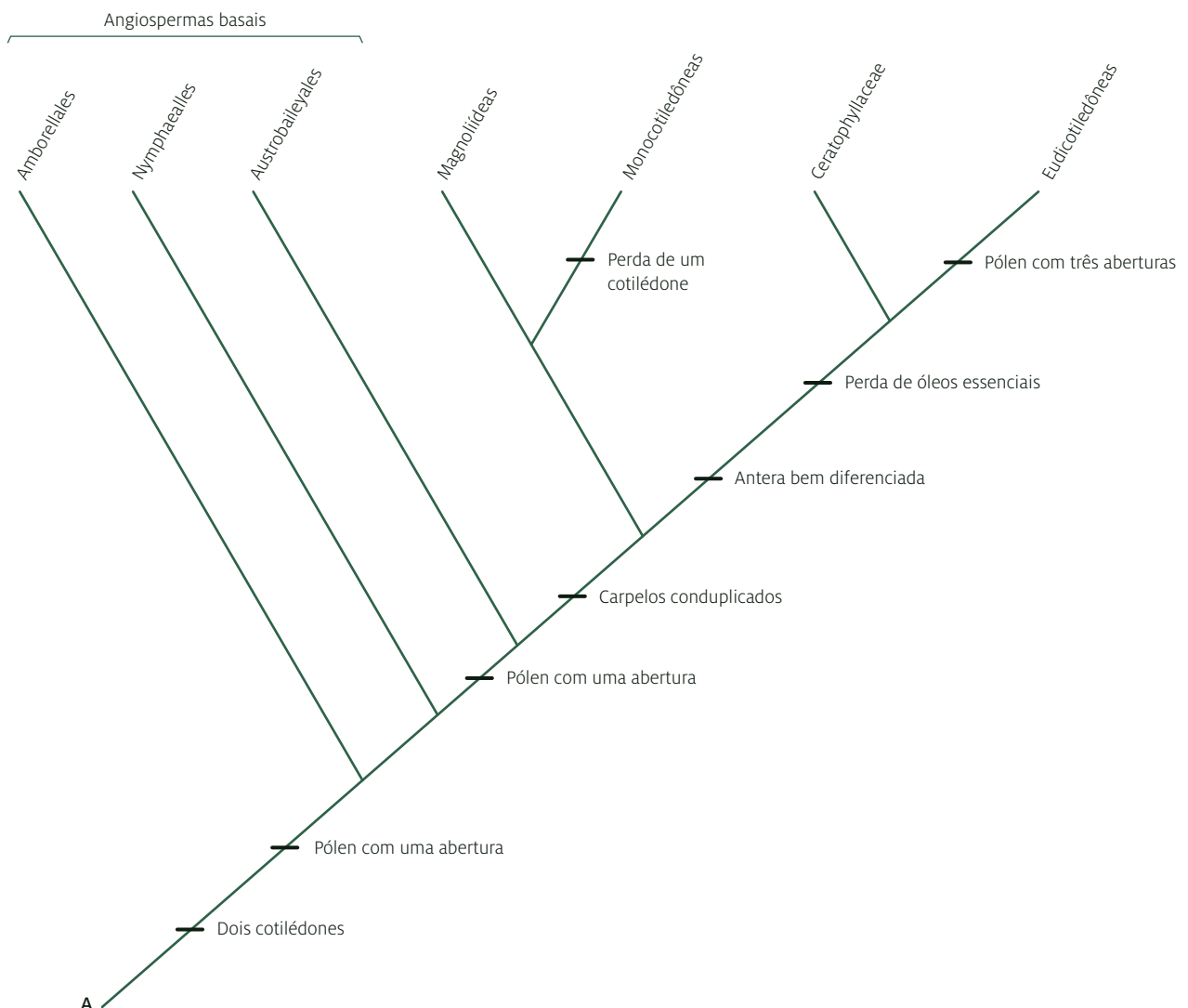


Grupo parafilético: conjunto de indivíduos que compartilham um ancestral comum com outras espécies, ou seja, contém um ancestral e alguns, mas não todos, dos seus descendentes. Não são grupamentos taxonomicamente válidos e, por isso, não são aceitos nas classificações.

Nessa nova classificação, as angiospermas passaram a abranger quatro grupos: as **angiospermas basais**, com 0,5% das angiospermas, seguido por um clado denominado euangiospermas, composto por: **magnoliídeas**, contendo 2,5% das angiospermas, **monocotiledôneas**, com cerca de 28%, e **eudicotiledôneas**, com os 69% restantes (Figura 3). As principais características desses grupos encontram-se resumidas na tabela 1.

Figura 3

Relações filogenéticas entre as angiospermas. Fonte: NABORS, M. W. **Introdução à botânica**. Tradução Marco Aurelio Sivero Mayworm. São Paulo: Roca, 2012. (Adaptado).



	Angiospermas basais	Magnoliídeas	Monocotiledôneas	Eudicotiledôneas
Flores	Geralmente, organização espiralada; geralmente, numerosas peças florais; anteras e filetes pouco diferenciados.	Geralmente, organização espiralada; poucas a numerosas peças florais; anteras e filetes pouco diferenciados.	Geralmente, organização verticilada; peças florais geralmente em múltiplos de três; anteras e filetes geralmente bem diferenciados.	Geralmente, organização verticilada; peças florais geralmente em múltiplos de quatro ou cinco; anteras e filetes geralmente bem diferenciados.
Pólen	Uma abertura.	Uma abertura.	Uma abertura.	Três aberturas.
Sementes	Dois cotilédones.	Dois cotilédones.	Um cotilédone.	Dois cotilédones.
Venação foliar	Reticulada.	Reticulada.	Paralela.	Reticulada.
Feixes vasculares no caule	Geralmente, em forma de anel.	Geralmente, em forma de anel.	Distribuição difusa.	Geralmente, em forma de anel.
Sistema radicular	Geralmente, pivotante.	Geralmente, pivotante.	Geralmente, fasciculado.	Geralmente, pivotante.

Tabela 1

Comparação dos quatro principais grupos de angiospermas. Fonte: NABORS, M. W. **Introdução à botânica**. Tradução Marco Aurelio Sivero Mayworm. São Paulo: Roca, 2012. (Adaptado).

INVESTIGAÇÕES FILOGENÉTICAS ENTRE AS ANGIOSPERMAS

Entre 1991 e 1992, Douglas Soltis e Mark Chase iniciaram um grande projeto para investigar as relações filogenéticas entre as angiospermas. Quarenta e dois pesquisadores se integraram ao projeto, e juntos publicaram o primeiro trabalho relevante e compreensível em sistemática molecular na botânica, utilizando o gene plastidial *rbcl* (Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcl* — publicado no *Annals of the Missouri Botanical Garden*, volume 80, pág. 528–580. Para ler na íntegra, acesse: <http://www.biodiversitylibrary.org/item/89029#page/554/mode/1up>).

As análises do *rbcl* foram seguidas pelas do DNAr 18S e do *atpB*. Mathews e Donoghue, em 1999, utilizaram genes parálogos para detectar a raiz das angiospermas sem que para isso tivessem que fazer uso das gimnospermas na polarização da topologia (The root of angiosperm phylogeny inferred from duplicate phytochrome genes — publicado na *Science*, volume 286, pág. 947–950. Para ler na íntegra, acesse: http://phylodiversity.net/donoghue/publications/MJD_papers/1999/087_Mathews_Science99.pdf). Eles obtiveram a *Amborella* como a primeira linhagem a divergir na evolução do grupo.

Análises combinadas de regiões incluídas nos três genomas confirmaram esse resultado, indicando um grado formado por *Amborella*, seguido por Nymphaeales, e um clado constituído de Illiciales, Trimeniaceae e Austrobaileyaceae, que passou a ser conhecido como grado ANITA.

Origem das angiospermas

Darwin, em uma carta escrita para Hooker, em 1879, considerou a origem das angiospermas um “mistério abominável”, pois a origem das angiospermas no registro fóssil foi repentina, contradizendo a sua hipótese de evolução gradual dos seres vivos. Desde então, desvendar esse mistério tem representado um dos grandes desafios da botânica.

Uma questão importante para a investigação da origem das angiospermas é que elas são monofiléticas. Essa monofilia pode ser justificada pelo grande número de similaridades que compartilham, pois é mais provável que essas similaridades tenham surgido a partir de um ancestral comum, do que independentemente em diversos grupos.

Para a procura da origem das angiospermas, os pesquisadores utilizam o registro fóssil, a morfologia comparada e a filogenia de grupos atuais e fósseis relacionados evolutivamente.

As angiospermas atuais, segundo os registros fósseis, teriam surgido há cerca de 140 m.a., no Cretáceo Inferior. Há cerca de 90 m.a., no Terciário, já dominavam os ambientes terrestres. Os estudos filogenéticos indicam uma origem mais antiga, entre 400–500 m.a., mas não existem evidências fósseis que comprovem uma origem anterior ao Cretáceo.

E como as angiospermas se espalharam por todos os ambientes terrestres? Para entender como foi a irradiação das angiospermas, é preciso lembrar como estavam o clima e a geografia da Terra no final do Jurássico e no início do Cretáceo, momento marcado por um intenso movimento das placas continentais (Figura 4). Eventos importantes marcaram o Cretáceo, e foram importantes para essa irradiação, como a desintegração da Pangea Paleozóica, o desaparecimento dos dinossauros e a diversificação dos mamíferos e insetos.

VOCÊ SABIA?

O termo irradiação se refere a uma grande diversificação em um curto espaço de tempo, que pode resultar em numerosas espécies ou em poucas muito distintas entre si. Nesse último caso, é chamada de irradiação adaptativa.

O início da desintegração da Pangea abriu um caminho oceânico equatorial (Mar Tethys), dividindo a Terra em dois supercontinentes: a Laurásia (América do Norte, Europa e Ásia, com exceção da Índia) e o Gondwana (América do Sul, África, Madagascar, Índia, Antártica e Austrália).

Essa alteração nas posições dos continentes modificou os corredores terrestres e as correntes marinhas, e ainda provocou um aumento do vulcanismo, causando aumento das concentrações de CO₂ na atmosfera, das temperaturas e das chuvas ácidas. E como essas mudanças influenciaram a irradiação das angiospermas?

Apesar de separados, os continentes provavelmente ainda estavam ligados por corredores: um na América do Sul com a do Norte, e outro na África com a Laurásia. Esses corredores podem ter favorecido uma migração das angiospermas entre essas regiões e a ocupação de diversas áreas. Além disso, as mudanças na atmosfera podem ter contribuído para a expansão e para o domínio das angiospermas, pois elas possuem metabolismos fotossintéticos mais eficientes que as demais plantas terrestres. Essa irradiação teve início no Cretáceo Inferior e se manifestou principalmente no Cretáceo Superior, há cerca de 100 m.a.

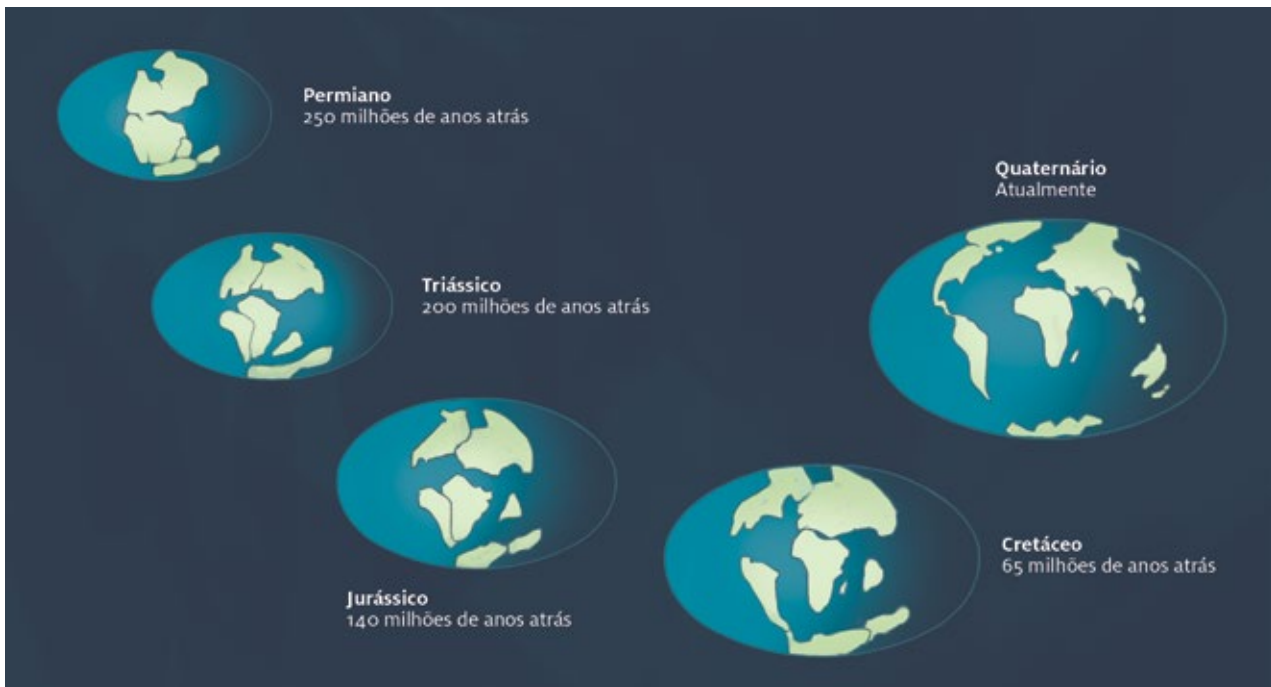


Figura 4 Deriva continental da Pangeia até os dias atuais.

Com relação aos dinossauros, durante o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior, a fauna de herbívoros de grande porte (aqueles com mais de uma tonelada), representava 95% de toda a biomassa de vertebrados. Esses herbívoros, como os saurópodes (dinossauros enormes, com um pescoço comprido que terminava em uma cabeça pequena), viviam em regiões abertas e consumiam cerca de 200 kg de folhagem por dia. A atividade desses dinossauros significava uma perturbação constante do ambiente.

Durante o Cretáceo, a quantidade de saurópodes começou a cair e surgiram os ornitópodes, inicialmente pequenos herbívoros terrícolas,

que cresceram em tamanho e tornaram-se os herbívoros mais bem sucedidos do Cretáceo. Ao final desse período, a proporção entre herbívoros de grande e pequeno porte era quase a mesma. Além disso, começou a aumentar o número de pequenos mamíferos, que apresentavam metabolismo alto e exigiam mais energia. Eles se alimentavam de frutos e sementes, que possuem maiores taxas energéticas. Esses fatores diminuíram a perturbação no ambiente e favoreceram o crescimento das angiospermas.

No limite entre o Cretáceo e o Terciário, um evento de extinção em massa dizimou 60% da diversidade da Terra, incluindo os dinossauros, e com a diminuição dos ambientes perturbados, as angiospermas puderam ocupar ambientes mais fechados, como o interior das matas.

Apesar de os dinossauros e de as angiospermas terem vivido no mesmo período, todas as deduções sobre a relação entre esses grupos são simplesmente circunstanciais, e foram baseadas principalmente na morfologia fóssil dos animais, tipo de dente e crânio, pois nem os coprólitos de dinossauros apresentam sinais de angiospermas.

VOCÊ SABIA?

Coprólito é uma categoria muito importante de fósseis, capaz de fornecer informações preciosas aos paleontólogos. Corresponde a fezes fossilizadas de certos animais. Pelo exame desses fósseis, os paleontólogos podem encontrar fragmentos de material que os organismos utilizavam em sua dieta, por exemplo, restos vegetais, que trarão informações da vegetação do local naquele período geológico, e restos de outros animais, no caso dos carnívoros. Estudando esses fósseis, os paleontólogos poderão recuperar grande parte das informações daquele paleoambiente, podendo estabelecer, até mesmo, parte da cadeia alimentar entre os organismos.

Outro fator importante que levou à diversificação das angiospermas foi o aparecimento de mecanismos adaptativos que favoreceram a polinização cruzada, que estudaremos no próximo capítulo, por meio dos insetos, que começaram a apresentar características especializadas para se alimentarem das estruturas reprodutivas das plantas.

A realização de polinização e de dispersão por animais é considerada importante para as plantas, pois promove isolamento reprodutivo, colonização de novos ambientes e diminuição das chances de extinção.

Diversidade das angiospermas

As angiospermas são extremamente diversas, tanto nas suas características vegetativas, quanto nas reprodutivas. Podemos encontrar, por exemplo, espécies de 1 mm de comprimento, como as do gênero *Wolffia* Horkel ex Schleid (Araceae), conhecidas popularmente como lentilhas d'água, e outras com mais de 100 m de altura, como os eucaliptos (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae). Sabemos que essa diversidade de formas se deve a diversos processos que permitiram a irradiação e a diversificação destas plantas e levaram a seu sucesso evolutivo. Vamos conhecer, agora, um pouco de cada um dos principais grupos que compõem o filo Anthophyta.

• Angiospermas basais

As angiospermas basais correspondem a um pequeno grupo que contém as angiospermas não-monocotiledôneas e não-tricolpadas. Não é um grupo monofilético e é formado pelas ordens Amborellales, Nymphaeales e Austrobaileyales. As espécies incluídas nessas ordens são ervas ou arbustos lenhosos, com flores bissexuadas, de simetria actinomorfa, com peças florais dispostas em espiral e semelhantes entre si, isto é, as flores são acíclicas e monoclamídeas. Todas possuem características consideradas basais entre as angiospermas, como o grão de pólen monossulcado e os carpelos cujas margens são seladas por uma secreção (e não fundidos por uma camada de células epidérmicas, como nas demais angiospermas).

Entre as angiospermas basais, destacam-se, em termos de importância econômica, as espécies de Nymphaeaceae, como as ninfeias (*Nymphaea* spp., Figura 5), os nenúfares (*Nuphar* spp.) e as vitória-régias (*Victoria* spp.), utilizadas como ornamentais em fontes de jardins; e o anis-estrelado (*Illicium verum* Hook. f., Schisandraceae), planta de onde se extrai o óleo de anis.

Figura 5

Nymphaea lotus L., espécie da família Nymphaeaceae encontrada em vários estados brasileiros.

a) Ambiente. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ischia_la_Mortella_Nymphaea_lotus_1130756.JPG. Fotografia: Lalupa.

b) Detalhe. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nymphaea_lotus4.JPG. Fotografia: Meneerke Bloem.



Figura 5a



Figura 5b

AMBORELLA TRICHOPODA: A ÚNICA ESPÉCIE DA ORDEM AMBORELLALES

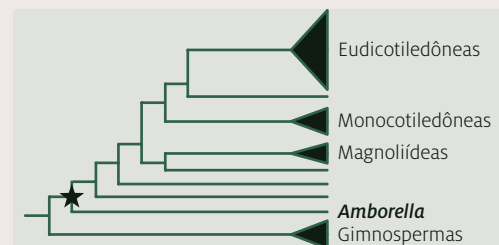
Crescendo à sombra de florestas da Nova Caledônia, a *Amborella trichopoda* Baill., é um arbusto endêmico dessa região, uma pequena ilha a cerca de 750 milhas da costa da Austrália, no sul do Oceano Pacífico. Pertence à família Amborellaceae, a mais antiga das angiospermas que ainda possui um membro vivo.

Apresenta flores pequenas, sem distinção de sépalas e pétalas, unissexuadas, com flores estaminadas e carpeladas em plantas separadas. As flores carpeladas contêm estames estéreis (estaminódios), o que pode ser um indicativo de que a *Amborella* evoluiu de ancestrais com flores bissexuadas. Entre outros caracteres primitivos, a *Amborella* não apresenta vasos no tecido condutor, sendo as traqueídes seu único sistema condutor de água, e é a única espécie que possui o saco embrionário com oito células e nove núcleos.

Análises moleculares mostram que essa espécie pertence a uma linha evolutiva que surgiu antes das demais angiospermas basais. Por isso, representa uma importante referência para o estudo da evolução das plantas.



Região da Nova Caledônia.



Posição da *Amborella* na árvore filogenética das espermatófitas.

• Magnoliídeas

As magnoliídeas são o primeiro clado monofilético formado na análise do APGIII (ver anexo II), com quatro ordens, 20 famílias e cerca de 8.000 espécies. São consideradas, junto com as angiospermas basais, como o grupo que retém o maior número de caracteres plesiomórficos dentre as angiospermas. Em geral, são plantas lenhosas, possuem flores com numerosas partes; seu perianto é espiralado ou em verticilos de 3, e os estames, geralmente, laminares.

RELEMBRANDO



Caracteres plesiomórficos: caracteres pré-existentes, ou seja, correspondem aos caracteres mais primitivos apresentados por um clado ou táxon. São considerados como condição ancestral.

Entre as principais famílias do clado das magnoliídeas estão: a Magnoliaceae (família da magnólia), a Piperaceae (família da pimenta-do-

Figura 6

a) Fruto da graviola (*Annona squamosa*).

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Immature_custard_apple_\(annona_squamosa\)_at_Midhilapuri_01.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Immature_custard_apple_(annona_squamosa)_at_Midhilapuri_01.jpg). Fotografia:

Srichakra Pranav.

b) Inflorescência da pimenta-do-reino (*Piper nigrum*). Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Piper_nigrum_003.JPG.

Fotografia: H. Zell.

c) Flores do ylang-ylang (*Cananga odorata*), utilizados na fabricação de perfumes e sabonetes por apresentarem propriedades antioxidantes e tonificantes. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cananga_odorata_02.JPG. Fotografia: Pinus.

-reino), a Annonaceae (família da graviola), e a Lauraceae (família do abacate, do louro, da canela). Algumas espécies destacam-se pela importância econômica, produzindo frutos comestíveis, como a graviola (*Annona squamosa* L., Annonaceae, Figura 6a) e o abacate (*Persea americana* Mill., Lauraceae). Outras são usadas como especiarias, como o louro (*Laurus nobilis* L., Lauraceae, Figura 6b), a canela (*Cinnamomum verum* J. Presl, Lauraceae) e a pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L., Piperaceae). Também existem espécies utilizadas na perfumaria, como o pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke, Lauraceae) e o ylang-ylang (*Cananga odorata* (Lam.) Hook. f. & Thomson, Annonaceae, Figura 6c), além de muitas outras utilizadas como ornamentais e madeiras.



Figura 6a



Figura 6c



Figura 6b

• Monocotiledôneas

As monocotiledôneas compreendem 22% das angiospermas, reunidas em 10 ordens, 81 famílias e cerca de 59.300 espécies. São reconhecidas como monofiléticas em todos os estudos recentes. Possuem, geralmente, hábito herbáceo, folhas com venação paralela, com bainha, embrião com um único cotilédone, caules com feixes vasculares esparsos, sistema radicular adventício e flores trímeras. Também possuem o pólen monossulcado.

Entre elas estão plantas bem conhecidas, como as aráceas (Figura 7a), os lírios (*Lilium* ssp. Liliaceae, Figura 7b), as orquídeas (Orchidaceae), as palmeiras (Arecaceae, Figura 7c) e as gramíneas (Poaceae), esta última talvez seja a mais importante, economicamente, de todas as plantas, incluindo o arroz (*Oryza sativa* L.), o milho (*Zea mays* L.), o trigo (*Triticum* spp.) e a cevada (*Hordeum vulgare* L.).



Figura 7a



Figura 7b



Figura 7c

• Eudicotiledôneas

As eudicotiledôneas formam um grande grupo monofilético, delimitado por uma apomorfia palinológica, o pólen tricolpado (ou tipos derivados deste), e por caracteres moleculares. Correspondem a 69% de todas as angiospermas e costumam ser divididas em dois grupos: as **eudicotiledôneas basais** e as **eudicotiledôneas-núcleo**, que ainda incluem dois clados principais: as **rosídeas** e as **asterídeas**.

Figura 7

- a) Inflorescência do antúrio (*Anthurium* sp, Araceae). Fotografia: Valquíria Dutra.
- b) Flor do lírio (*Lilium* sp, Liliaceae). Fotografia: Valquíria Dutra.
- c) Frutos do açaizeiro-do-Amazonas (*Euterpe precatoria* Mart., Arecaceae). Fonte: http://frutasnativasdaamazonia.blogspot.com.br/2012_03_01_archive.html. Fotografia: Afonso Rabelo.

RELEMBRANDO



Apomorfia: estado de caráter derivado, ou seja, característica mais recente derivada de outra já existente.

As **rosídeas** compreendem cerca de 55.000 espécies e 13–16 ordens. A monofilia desse clado é sustentada apenas por dados moleculares, mas há uma tendência de seus membros possuírem perianto com as peças florais livres, estames em número maior que as pétalas (diplostêmones ou polistêmones), óvulos com dois tegumentos e nucela com duas ou mais camadas de células (crassinucelados).

Pertencem a esse clado diversas famílias de plantas importantes economicamente, utilizadas na alimentação: feijão (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae, Figura 8a), ervilha (*Pisum sativum* L., Fabaceae), amendoim (*Arachis hypogaea* L., Leguminosae), maçã (*Mallus* spp., Rosaceae), pera (*Pyrus* spp., Rosaceae), cerejeira (*Prunus* spp., Rosaceae, Figura 8b), uva (*Vitis* spp., Vitaceae), acerola (*Malpighia emarginata* DC., Malpighiaceae), laranja (*Citrus × aurantium* L., Rutaceae, Figura 8c); algumas madeiras de lei: mogno (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae), cedro-branco (*Cedrela fissilis* Vell., Meliaceae), e também a planta símbolo de nosso país, o pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam., Fabaceae).



Figura 8a

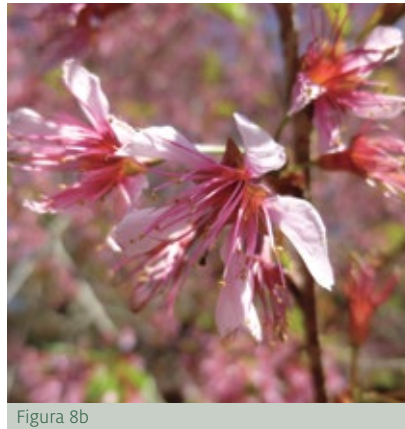


Figura 8b

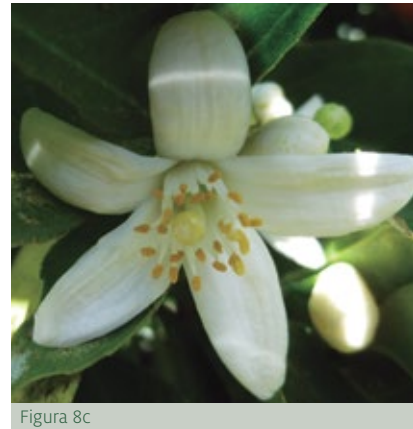


Figura 8c

Figura 8

- a) Flores do feijão. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pisum_sativum_flowers_1.jpg. Fotografia: Jamain.
 b) Flores da cerejeira. Fotografia: Valquíria Dutra.
 c) Flores da laranjeira. Fotografia: Valquíria Dutra.

As **asterídeas** estão agrupadas em 10 ordens e cerca de 80.000 espécies, reunidas pela presença de compostos químicos chamados iridoides, pela corola com as peças soldadas (gamopétalas), pelos óvulos com um tegumento, e com a nucela formada por uma única camada de células (tenuinucelados).

Nesse clado, incluem-se duas das cinco famílias mais ricas em espécies, entre as angiospermas: Asteraceae, a família do girassol, com cerca de 23.000 espécies, e Rubiaceae, a família do café, com cerca de 13.000 espécies. Devido à presença dos iridoides, muitas asterídeas são utilizadas na medicina popular, como a erva-cidreira (*Melissa officinalis* L., Lamiaceae), a hortelã (*Mentha spicata* L., Lamiaceae), a erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill., Apiaceae), a camomila (*Matricaria chamomilla* L., Asteraceae) e o guaco (*Mikania* spp., Asteraceae).



Figura 9a



Figura 9b



Figura 9c

A IMPORTÂNCIA DAS ANGIOSPERMAS

As angiospermas constituem a base da sobrevivência do homem e da maioria dos animais, sem contar a sua importância biológica, como produtores primários.

Na alimentação humana, são utilizadas suas raízes, como a cenoura, a mandioca e a batata-doce, seus caules, como a cana e a batata-inglesa, suas folhas, como a couve e a alface, seus frutos e sementes, como o mamão, a laranja, a banana, o feijão e a soja.

Apresentam numerosas aplicações industriais, como na indústria de açúcar e álcool (cana), na fabricação de bebidas (uva, cevada, laranja), na indústria madeireira (ipê, peroba, imbuia, jacarandá), e na indústria têxtil (linho, algodão), entre outras.

Também são usadas na fabricação de fármacos, fornecendo substâncias terapêuticas, como a menta, a camomila, e a erva-cidreira, além de alcalóides, como a morfina, extraída da papoula, e estimulantes, como o guaraná e o ginseng.

As angiospermas também são utilizadas como ornamentais, com suas belas folhagens (como a dracena, o comigo-ninguém-pode e o tinhorão) e flores (rosas, lírios, orquídeas, cravos, margaridas etc.).

Figura 9

a) Inflorescência da hortelã. Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gr%C3%BCne_Minze_\(Mentha_spicata\)_\(03\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gr%C3%BCne_Minze_(Mentha_spicata)_(03).jpg). Fotografia: Puusterke.

b) Flores da erva-doce. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Foeniculum_vulgare_C.jpg. Fotografia: Wouter Hagens.

c) Camomila. Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Matricaria_chamomilla_\(8824767912\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Matricaria_chamomilla_(8824767912).jpg). Fotografia: Tsiegretlop.

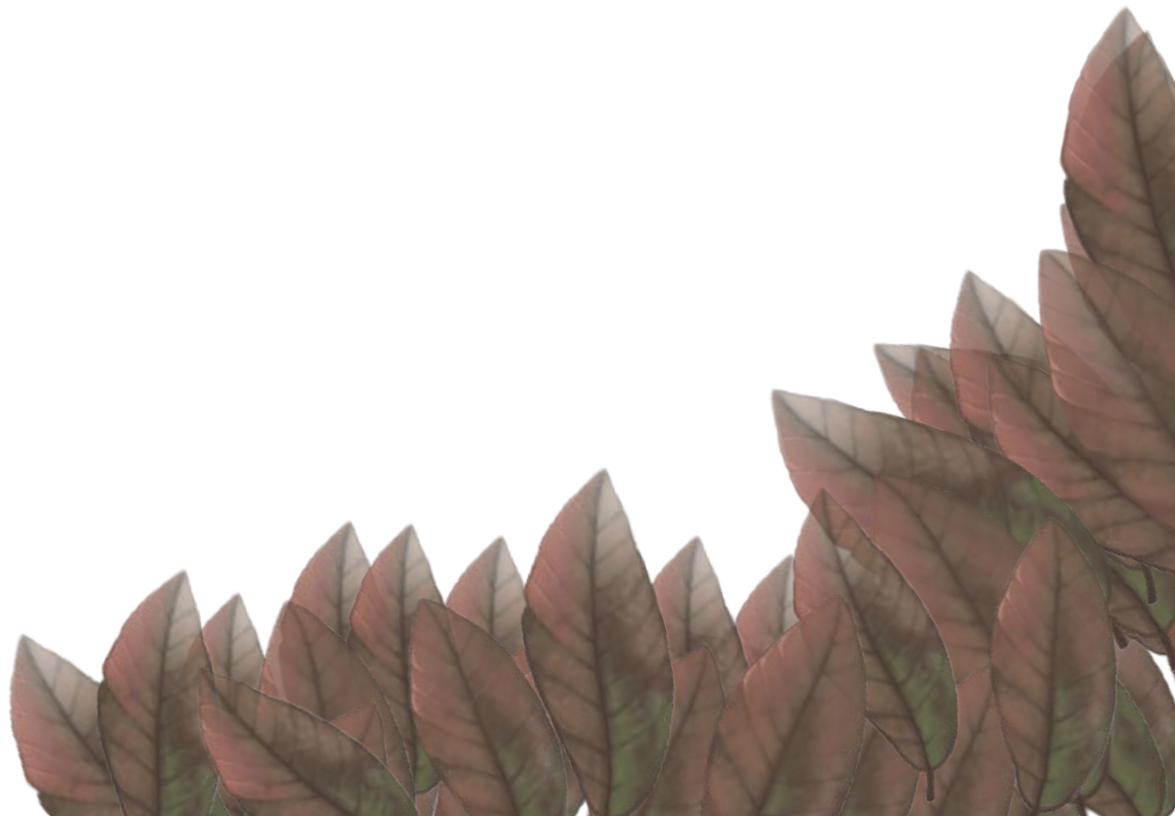
Síntese do Capítulo

Neste capítulo, vimos que as angiospermas são as plantas dominantes no planeta e que formam a maior parte da vegetação. São espermatófitas com flores e fruto. Suas sementes, ao contrário das gimnospermas, ficam protegidas no interior do fruto. Foram tradicionalmente divididas em dois grandes grupos: monocotiledôneas e dicotiledôneas. Atualmente, análises filogenéticas sustentam uma nova classificação em angiospermas basais, magnoliídeas, monocotiledôneas e eudicotiledôneas. Apesar da grande variedade, as angiospermas são monofiléticas, ou seja, compartilham um mesmo ancestral. A origem do grupo é investigada utilizando-se o registro fóssil, a morfologia comparada e as informações filogenéticas. Os mais antigos fósseis identificados como angiospermas datam do Cretáceo, quando ocorreu a grande diversificação do grupo (irradiação). O surgimento e a irradiação das angiospermas coincidiram com importantes eventos desse período, como o início da divisão do supercontinente da Pangea Paleozoica, a extinção dos dinossauros e a diversificação dos mamíferos e insetos, com o aparecimento de mecanismos adaptativos que favoreceram a polinização e a dispersão.

Atividades



1. Quais são as sinapomorfias das angiospermas? Por que tais características são consideradas sinapomorfias?
2. A divisão das angiospermas em monocotiledôneas e dicotiledôneas não se justifica mais. Por quê?
3. Caracterize e diferencie os quatro principais grupos de angiospermas.
4. Quais características das angiospermas são compartilhadas com as gimnospermas?
5. Quais são as aquisições evolutivas, ligadas à reprodução, que distinguem angiospermas de gimnospermas?
6. Quais eventos geológicos e evolutivos contribuíram para o surgimento e a diversificação das angiospermas na Terra? Explique.







Capítulo 3

Reprodução sexuada
nas angiospermas



Reprodução sexuada nas angiospermas

A reprodução é uma etapa fundamental para a manutenção da vida na Terra. Desde a provável origem da vida no nosso planeta, há cerca de 3,8 milhões de anos, os organismos desenvolveram dois padrões distintos de reprodução: a **reprodução assexuada**, que resulta em uma progênie idêntica a um único organismo parental; e a **reprodução sexuada**, que promove a recombinação gênica e resulta em uma progênie geneticamente variada, devido à combinação de genomas dos dois organismos parentais.

As etapas que ocorrem na reprodução sexuada, como a junção dos genomas e a recombinação gênica, são semelhantes em quase todos os organismos que se reproduzem sexuadamente, inclusive em nós, humanos. Mas, nas plantas, o ciclo de vida apresenta uma característica diferente: a alternância de gerações entre esporófitos e gametófitos, que vocês já viram nas briófitas, samambaias e gimnospermas.

Nas angiospermas, essa alternância de gerações é ainda mais modificada do que a encontrada nas gimnospermas, pois os gametófitos são mais reduzidos em tamanho e número de células: o **microgametófito** maduro é formado por três células, e o **megagametófito**, que fica retido, durante toda a sua existência, no interior dos tecidos do esporófito, na maioria das angiospermas é formado por sete células.

Como os gametófitos são pequenos, uma menor quantidade de energia é gasta pela planta para produzi-los, o que pode ser uma vantagem seletiva.

Mas como é ciclo de vida das angiospermas?

Assim como em todos os ciclos de vida encontrados nas plantas, os estágios-chave da reprodução são a meiose e a fecundação, com o crescimento ocorrendo por mitose ao longo do ciclo de vida.

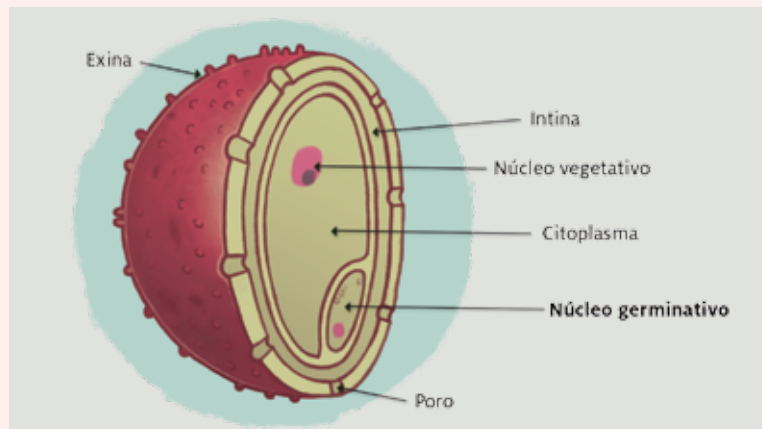
O processo de **microsporogênese** (Figura 1a), no qual ocorrerá a formação dos **micrósporos** (precursores unicelulares dos grãos de pólen, veja no quadro abaixo sobre a estrutura do grão de pólen), ocorrerá no interior do saco polínico da antera (microsporângio). Cada antera possui quatro **microsporângios**, que possuem no seu interior **microsporócitos** ($2n$).

Esses microsporócitos irão sofrer meiose, produzindo, portanto, quatro micrósporos haploides. A microsporogênese é, então, completada com a formação dos micrósporos unicelulares. Inicia-se, em seguida, a **microgametogênese** (Figura 1b), que é a formação do microgametófito até o estágio final, tricelular, do desenvolvimento. Nesse processo, os micrósporos se dividem mitoticamente, formando uma célula vegetativa grande (célula do tubo) e uma **célula geradora** pequena. Esse grão de pólen bicelular é o microgametófito imaturo. O desenvolvimento final do grão de pólen inclui o crescimento do tubo polínico, que ocorre após o grão de pólen ser depositado em um estigma receptivo da flor, e a divisão da célula geradora (caso ainda não tenha ocorrido), formando os dois gametas masculinos. O grão de pólen germinado com o núcleo da célula vegetativa e os dois gametas masculinos constituem o microgametófito maduro.

PARA SABER MAIS

O grão de pólen é formado por uma camada externa chamada **exina**, impregnada por esporopolenina e, por isso, muito resistente, e por uma parede interna conhecida como **intina**.

O tamanho e a forma do pólen variam e a exina apresenta padrões característicos em cada espécie de angiosperma. É por isso que os cientistas conseguem analisar os grãos de pólen e identificar espécies que causam uma determinada alergia ou reconstruir um ambiente com plantas que viveram há milhões de anos.



O estágio mostrado na Figura 1c ilustra a **meiosporogênese**, que envolve meiose e resulta na formação de **megásporos** no interior do **megasporângio**. Nas angiospermas, os megasporângios são encontrados no interior do ovário, que contém um ou vários óvulos. Cada óvulo consiste

em um megasporângio, também chamado de nucelo, que possui em seu interior um **megasporócito** (célula-mãe de megásporo, $2n$). Esse sofre meiose e forma quatro megásporos haploides, os quais se dispõem em tétrade linear. Com isso, a megasporogênese está concluída. Na maioria das plantas com sementes, três dos quatro megásporos degeneram. Aquele mais distante da micrópila sobrevive e irá se desenvolver no megagametófito, iniciando o processo de **megagametogênese** (Figura 1d), que é o desenvolvimento do **megásporo no saco embrionário**. O megásporo funcional cresce ao mesmo tempo em que se dá a expansão do nucelo, e o núcleo do megásporo se divide mitoticamente. Ao final do terceiro ciclo mitótico, os oito núcleos se organizam em dois grupos de quatro, um grupo próximo da extremidade micropilar do megagametófito e outro na extremidade oposta. Um núcleo de cada grupo migra, então, para o centro da célula e são denominados **núcleos polares**. Os três núcleos restantes do polo micropilar se organizam formando uma **oosfera**, que é o gameta feminino, acompanhada por duas células de vida curta, denominadas **sinérgides**, as quais atuarão no processo de fecundação. As três células do polo oposto formam as **antípodas**, que não possuem uma função conhecida. Termina, aqui, o processo de megagametogênese, com a formação do megagametófito maduro, constituído por sete células e oito núcleos, que é conhecido por saco embrionário, pois o embrião se desenvolverá nele após a fecundação.

Depois que o grão de pólen entra em contato com o estigma, processo denominado de **polinização**, a célula do tubo se alonga e produz o **tubo polínico**, que cresce em um período de horas a alguns dias. O tubo cresce através do chamado “tecido de transmissão” no estilete e no interior de uma das sinérgides, que pode produzir substâncias que atraem o tubo polínico em crescimento. Os dois gametas masculinos não-flagelados passam, através do tubo polínico, para o interior de uma sinérgide.

A seguir, ocorre a **fecundação**, com um gameta masculino se deslocando da sinérgide para se unir à oosfera, resultando em um **zigoto** que se desenvolverá no embrião; e com o segundo gameta masculino se fundindo aos dois núcleos da célula central do saco embrionário, formando um núcleo triploide, que irá gerar o endosperma secundário que alimenta o embrião em desenvolvimento. Essa forma particular de fecundação, que leva à formação de um embrião e do endosperma secundário, é uma característica diferencial das angiospermas e é denominada **dupla fecundação**.

Como resultado da dupla fecundação, vários processos são iniciados para o desenvolvimento da semente e do fruto: (1) o núcleo primário do endosperma divide-se, formando-se o endosperma; (2) o zigoto desen-

volve-se no embrião; (3) os tegumentos desenvolvem-se na testa da semente; e (4) a parede do ovário e as estruturas relacionadas desenvolvem-se no fruto. Finalmente, quando maduro, o fruto libera a semente, que irá germinar e formar o esporófito, que, na maturidade, produzirá as flores.

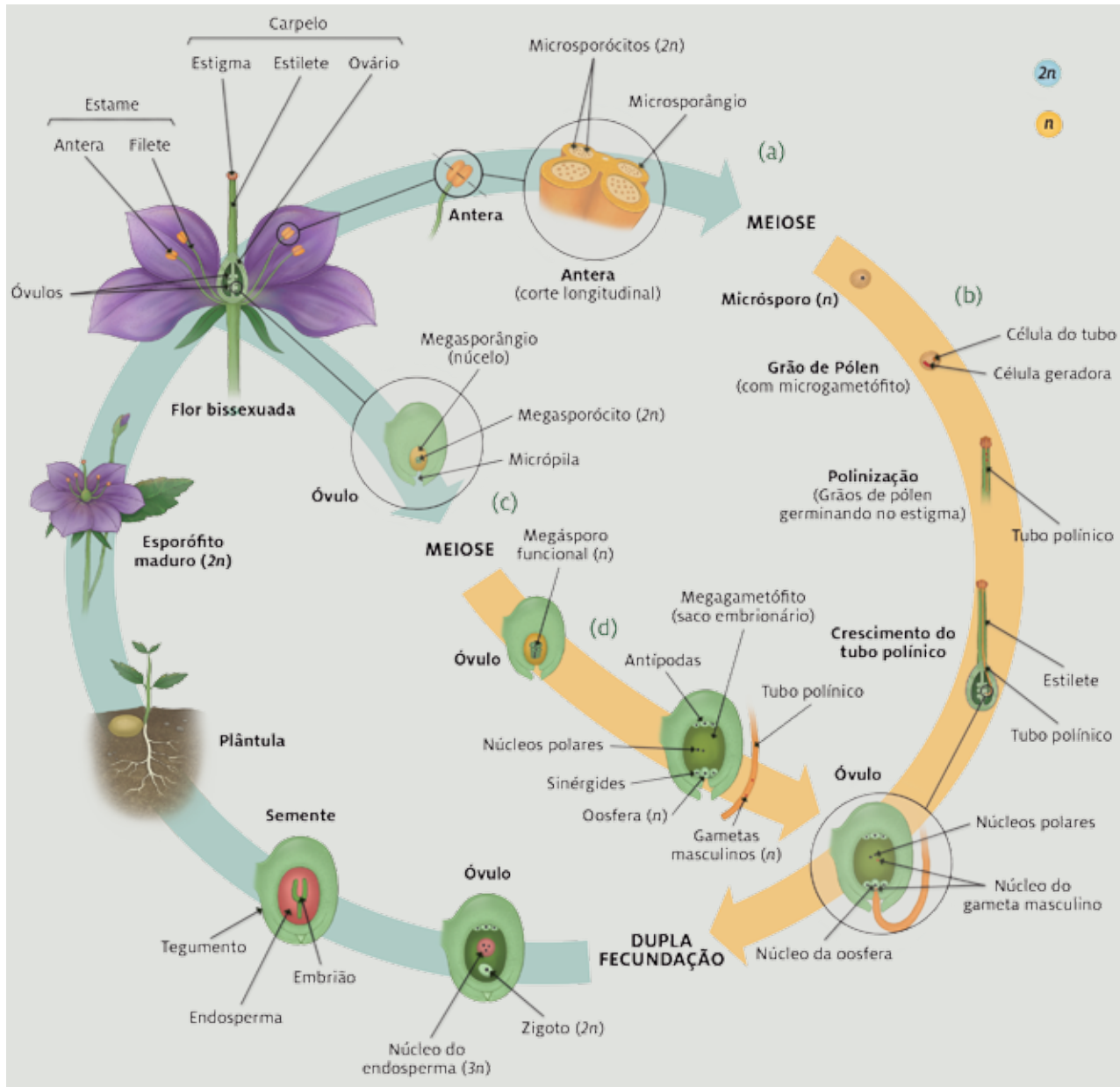


Figura 1

Ciclo de vida de uma angiosperma típica.

- a) Microsporogênese;
- b) Microgametogênese;
- c) Megasporogênese;
- d) Megagametogênese.

Como as plantas se reproduzem?

Como acabamos de estudar, a fecundação nas angiospermas é realizada em três fases: a polinização, a formação do tubo polínico e a fecundação propriamente dita (Figura 2).

A polinização é o processo de transporte do grão de pólen da antera até o estigma da flor. Esse processo é chamado de polinização indireta, pois o pólen é depositado sobre o estigma e, após o crescimento do tubo polínico, os dois gametas, sem mobilidade própria, são levados até o gametófito feminino.

A fecundação propriamente dita é quando ocorre a fusão do gameta masculino (núcleo espermático) com o gameta feminino (oosfera), processo também denominado de singamia.

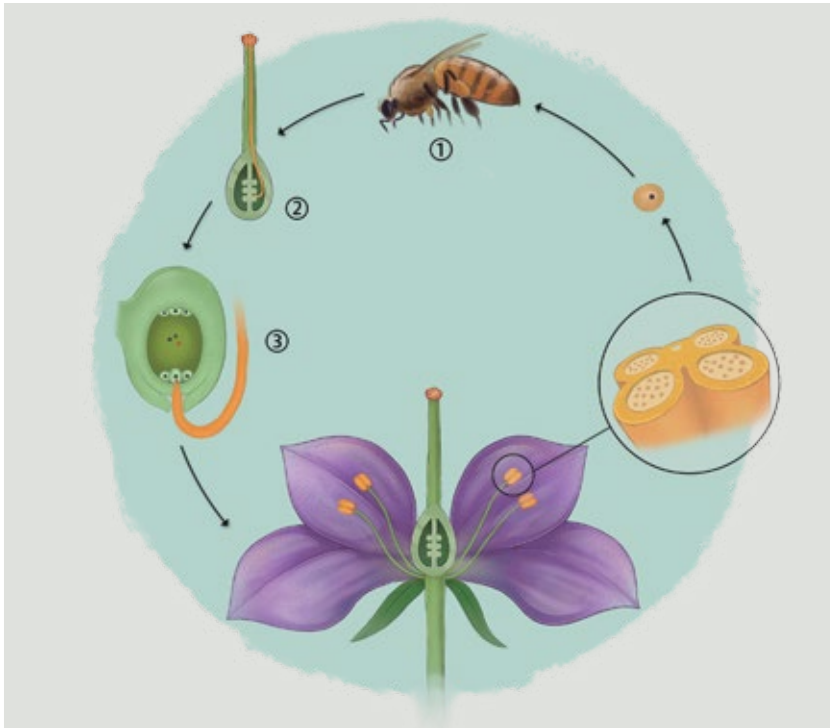


Figura 2

Fases da fecundação nas angiospermas.

- 1) Polinização;
- 2) Formação do tubo polínico;
- 3) Fecundação.

O processo de polinização pode ocorrer por dois processos: a **autopolinização** e a **polinização cruzada** (Figura 3).

Na autopolinização, muitas vezes chamada de autofecundação, uma flor é polinizada pelo próprio pólen ou pelo pólen de outra flor da mesma planta. Nesse caso, não são necessários polinizadores ou outros indivíduos para a reprodução, e as plantas podem se estabelecer em áreas isoladas da população em geral, o que, por vezes, resulta na disseminação mais rápida da espécie. Contudo, algumas desvantagens desse processo é a redução da variabilidade genética e a possibilidade de algumas sementes não serem viáveis devido ao pareamento de alelos recessivos prejudiciais.

Como as plantas, diferentemente da maioria dos animais, não podem se mover de um lugar para outro para encontrar um parceiro reprodutivo, elas desenvolveram um conjunto de características que, na prática, lhes proporcionam mobilidade e favorecem o processo de polinização cruzada.

Esse conjunto de características, normalmente ligadas à flor, auxilia na atração de vetores para a transferência do pólen de uma planta para outra. Esse tipo de polinização reduz a chance de alelos recessivos prejudiciais serem pareados no mesmo organismo, e sua maior vantagem é a diversidade genética que resulta na mistura de genótipos com diferentes alelos na fecundação. A polinização cruzada é reforçada por vários mecanismos, dependendo se a espécie tem flores uni ou bissexuadas. Entre as espécies que possuem flores unissexuadas, há necessidade de se fazer a polinização cruzada, pois flores masculinas e femininas estão em plantas separadas.



Figura 3 Padrão de polinização nas angiospermas.
a) Autopolinização;
b) Polinização cruzada.

Os vetores para a polinização cruzada podem ser diversos, e o conjunto de características compartilhadas entre vetores e plantas é chamado de **síndrome de polinização**. As síndromes de polinização podem ser abióticas, quando realizadas pelo vento ou água, ou bióticas, quando realizadas por animais.

Muitas espécies de angiospermas, assim com as gimnospermas, são polinizadas pelo vento, em um processo conhecido como **anemofilia**. As flores dessas espécies são pequenas, com perianto ausente ou reduzido, sem aroma ou néctar, e produzem grãos de pólen muito pequenos e em grandes quantidades. As anteras ficam expostas e os filetes são longos, finos e flexíveis. O estigma geralmente é penado, com superfície grande para capturar o grão de pólen.

Na síndrome chamada **hidrofilia**, a polinização é realizada pela água, e ocorre em algumas espécies de plantas aquáticas que vivem submersas. Nessas plantas, o grão de pólen é liberado na água e capturado pelos estigmas.

Os casos mais especializados de polinização envolvem a participação de diferentes tipos de animais, o que chamamos de **zoofilia**. Entre os vetores mais conhecidos estão os insetos, entre os quais se destacam as abelhas (**melitofilia**), com interessantes adaptações para a coleta e trans-

porte de pólen; as aves (**ornitofilia**), como os beija-flores, com seus bicos e línguas longos, que lhes permitem atingir o fundo de corolas tubulares estreitas, e os mamíferos, como os morcegos (**quiropterofilia**), que polinizam as flores que só abrem à noite.

No quadro abaixo, são apresentadas as diferentes síndromes florais, juntamente com as características das flores envolvidas em cada uma dessas síndromes.

Psicofilia	Melitofilia
 <p data-bbox="386 972 662 1000">Polinização por borboletas</p> <p data-bbox="217 1004 786 1115">Flores com abertura diurna, odor fraco, geralmente fresco, agradável, colorido vivo, incluindo vermelho, actinomorfas. Néctar abundante, bem escondido em tubos ou esporas. Guias de néctar presentes.</p>	 <p data-bbox="1032 972 1276 1000">Polinização por abelhas</p> <p data-bbox="846 1004 1461 1115">Flores com abertura diurna, odor fresco, agradável, coloração amarela, azul ou violeta, podendo apresentar pétala modificada em plataforma de pouso. Néctar em quantidades moderadas. Guias de néctar geralmente presentes.</p>
Quiropterofilia	Ornitofilia
 <p data-bbox="391 1495 657 1523">Polinização por morcegos</p> <p data-bbox="217 1527 824 1638">Flores com abertura noturna, odor à noite, cor frequentemente parda, algumas vezes esbranquiçada ou creme, isoladas, grandes e rígidas, ou em inflorescências com flores pequenas. Néctar e pólen abundantes.</p>	 <p data-bbox="1027 1495 1281 1523">Polinização por pássaros</p> <p data-bbox="846 1527 1456 1638">Flores com abertura diurna, sem odor, cores vivas, frequentemente vermelhas ou com cores contrastantes, paredes das flores resistentes, filetes rígidos ou unidos. Néctar escondido e abundante, algumas vezes em tubos profundos ou cálcar.</p>

E depois da formação das sementes?

Com o aparecimento das sementes, as plantas aumentaram sua capacidade de ocupar diferentes ambientes e, assim como as flores, os frutos e as sementes também evoluíram em relação aos diversos agentes dispersores. A dispersão pode ocorrer de diferentes formas, e os **diásporos**,

Psicofilia

Lantana camara L. (Verbenaceae);

Melitofilia

Centrosema coriaceum Benth. (Fabaceae);

Quiropterofilia

Hymenaca sp (Fabaceae);

Ornitofilia

Sinningia magnifica (Otto & A. Dietr.) Wiehler (Gesneriaceae).

Fotografia: Valquíria Dutra.

como chamamos a unidade de dispersão (que podem ser a semente, o fruto ou partes da planta-mãe), possuem diversos artifícios para que sejam levados o mais distante possível da planta-mãe.

Assim como na polinização, existem diversas síndromes de dispersão, que podem ser abióticas ou bióticas. A **anemocoria** é a dispersão pelo vento e as espécies com essa síndrome possuem estruturas que possibilitam que os diásporos sejam levados pelo vento, como asas, alas e estruturas plumosas. Além disso, os diásporos são leves e podem ser pequenos e reduzidos, permitindo a dispersão à longa distância. Um exemplo é o dente-de-leão (*Taraxacum* spp., Asteraceae, Figura 4), em que o cálice das flores é modificado em uma estrutura denominada *pappus*, que é plumoso e auxilia o transporte dos frutos pelo vento.



Figura 4
Diásporos do dente-de-leão. Fotografia:
Valquíria Dutra.

Na **hidrocoria**, a dispersão é realizada pela água. Os diásporos são impermeáveis e adaptados à flutuação ou são levados a longas distâncias por enxurradas e chuvas. Um exemplo bem conhecido é o coco-da-baía (*Cocos nucifera* L., Arecaceae), que é adaptado à flutuação e pode sobreviver por longos períodos, sendo levado para diversos lugares, por meio das correntes oceânicas.

A **zoocoria** é a dispersão realizada por animais. Os diásporos, nessa síndrome, apresentam atributos capazes de atrair os dispersores, servindo de alimento ou fixando-se ao corpo deles. Muitas das espécies zocóricas possuem cores vivas e aromas atrativos, com sabor adocicado. A evolução desses frutos implica em uma coevolução de animais e plantas, assim como estudamos na polinização.

PARA SABER MAIS

Endozoocoria: dispersão realizada por meio da ingestão e posterior liberação do diásporo.

Sinzoocoria: os diásporos são carregados, principalmente pela boca.

Epizoocoria: os diásporos são carregados acidentalmente.

No quadro abaixo, as diferentes síndromes de dispersão e as principais características dos seus diásporos são apresentadas.

Mirmecocoria	Ictiocoria	Saurocoria
Dispersão por formigas Diásporos apresentam apêndice comestível, como o elaiossomo, parte macia que, geralmente, possui substância oleosa (como a carúncula das sementes de mamona).	Dispersão por peixes Diásporos esponjosos, para garantir flutuabilidade, cobertos por camada comestível. Comum em espécies que crescem às margens de rios. Podem ser comidos por peixes como pacu, tambaqui ou piracanjuba.	Dispersão por répteis, como tartarugas e lagartos Diásporos com cheiro fermentado ou rançoso, coloração laranja ou vermelha, nascem próximos do solo ou caem quando maduros, com sementes pequenas e envoltas por tecidos suculentos.
Quiropterocoria	Ornitocoria	Mamaliocoria
Dispersão por morcegos Diásporos expostos, tipo baga, com coloração marrom, preto ou verde, com odor rançoso.	Dispersão por pássaros Diásporos com parte comestível atrativa, com proteção externa contra deglutição prematura e proteção interna contra a digestão da semente. Possuem casca fechada e dura e ausência de odor.	Dispersão por mamíferos Diásporos geralmente grandes, com cores vivas, do tipo baga ou drupa, às vezes secos, em alguns casos com as mesmas características dos frutos ornitocóricos.

Existe, ainda, um tipo de dispersão denominado **autocoria**, que é a dispersão promovida pela própria planta. Um exemplo é a maria-sem-vergonha (*Impatiens walleriana* Hook. f., Balsaminaceae, Figura 5), que possui frutos com torção explosiva, espalhando as sementes a distâncias consideráveis.

Figura 5

Frutos da maria-sem-vergonha.

a) Antes da dispersão;

b) Após a dispersão.

Fotografias: Valquíria Dutra.



Figura 5a



Figura 5b

Síntese do Capítulo

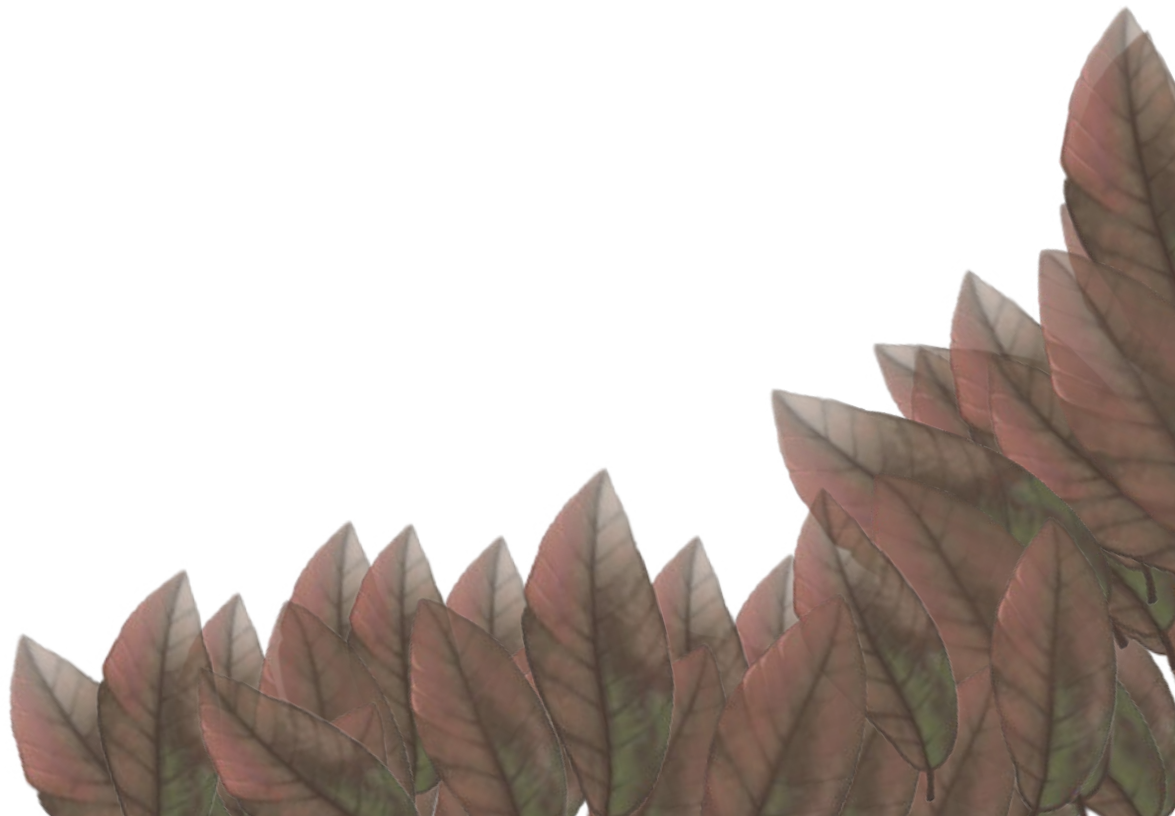
Neste capítulo, vimos que os eventos evolutivos que surgiram nas gimnospermas, relacionados à independência de água para reprodução sexuada, persistiram de forma ainda mais eficiente. Nas angiospermas, surgiram novas estruturas, o ovário e o fruto, responsáveis pela proteção do óvulo e da semente, respectivamente, além de características particulares no ciclo de vida, como a redução ainda maior dos gametófitos. A produção de flores garantiu um modo eficiente de reprodução sexuada e favoreceu a polinização cruzada, sendo que algumas plantas realizam a autopolinização. A polinização é o transporte dos grãos de pólen desde as anteras até o estigma da flor. Esse processo pode ser realizado por diversos tipos de agentes polinizadores: vento (anemofilia), água (hidrofilia) e animais (zoofilia). No estigma, o grão de pólen germina e forma o tubo polínico que libera as duas células espermáticas. A seguir, ocorre um tipo de fecundação característico das angiospermas, a dupla fecundação, e inicia-se uma série de modificações que culminam na formação da semente e do fruto. O surgimento do fruto contribui de forma eficiente na proteção e dispersão da semente, seja pela reserva nutritiva que atrai animais (zoocoria), seja por agentes abióticos como vento e água (anemocoria e hidrocoria, respectivamente).

Atividades



1. Quais são as principais aquisições evolutivas, ligadas à reprodução, que distinguem angiospermas e gimnospermas? Comente as vantagens adaptativas dessas aquisições.
2. Descreva sucintamente a dupla fecundação que ocorre nas angiospermas. Qual a sua importância?
3. Explique o papel do grão de pólen no processo de formação das sementes.
4. Quais são as estratégias utilizadas pelas plantas para possibilitar a polinização? E quais são usadas para a dispersão das sementes?
5. As plantas desenvolveram diversas adaptações à polinização. Dessa forma, descreva como seria a polinização das flores abaixo:
 - a) perfumada, com corola grande e colorida.
 - b) sem perfume, sem corola colorida e com grande quantidade de pólen.
6. Monte um esquema, colocando os seguintes eventos na ordem correta:

fecundação — expansão do tubo polínico — formação dos micrósporos —
ingestão do fruto por um animal — floração — desenvolvimento da parede
do ovário — desenvolvimento da semente — polinização







Capítulo 10

Principais famílias de angiospermas
da flora do Espírito Santo



Principais famílias de angiospermas da flora do Espírito Santo

O estado do Espírito Santo está incluído no bioma da Mata Atlântica. A Mata Atlântica é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano e é considerada um dos 35 Hotspots mundiais de biodiversidade. Atualmente, devido ao processo de crescimento econômico, essa floresta está restrita a fragmentos de vegetação ao longo do Estado, ocupando aproximadamente 11% de sua área original (Figura 1).



Figura 1

Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no estado do Espírito Santo. Fonte: Fundação SOS Mata Atlântica. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período 2008–2010**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas-relatorio2008-2010parcial.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2015.

VOCÊ SABIA?



Hotspots são áreas com elevada ação antrópica e que possuem um grande número espécies endêmicas, isto é espécies exclusivas de um determinado local.

Segundo a Conservação Internacional, para uma área ser considerada hotspots, deve apresentar pelo menos dois critérios: ter no mínimo 1.500 espécies de plantas vasculares endêmicas e ter 30% ou menos da sua vegetação original.

Mesmo com a elevada ação antrópica, a Mata Atlântica no Espírito Santo possui uma extraordinária biodiversidade devido à influência de fatores abióticos, como altitude, temperatura, umidade e diferentes tipos de solos. Esses fatores, associados a questões históricas, levaram à ocorrência de uma alta diversidade de espécies de plantas e de animais, como aves, borboletas e anfíbios. Apenas de plantas, são conhecidas cerca de 5.470 espécies, representando 16% do total de espécies da flora brasileira, subordinadas a 182 famílias de angiospermas. Essas espécies ocorrem em diferentes tipos vegetacionais encontrados no Estado: a floresta ombrófila, a floresta estacional semidecidual, as formações pioneiras (brejos, restingas, mangues) e o refúgio vegetacional (Figura 2).

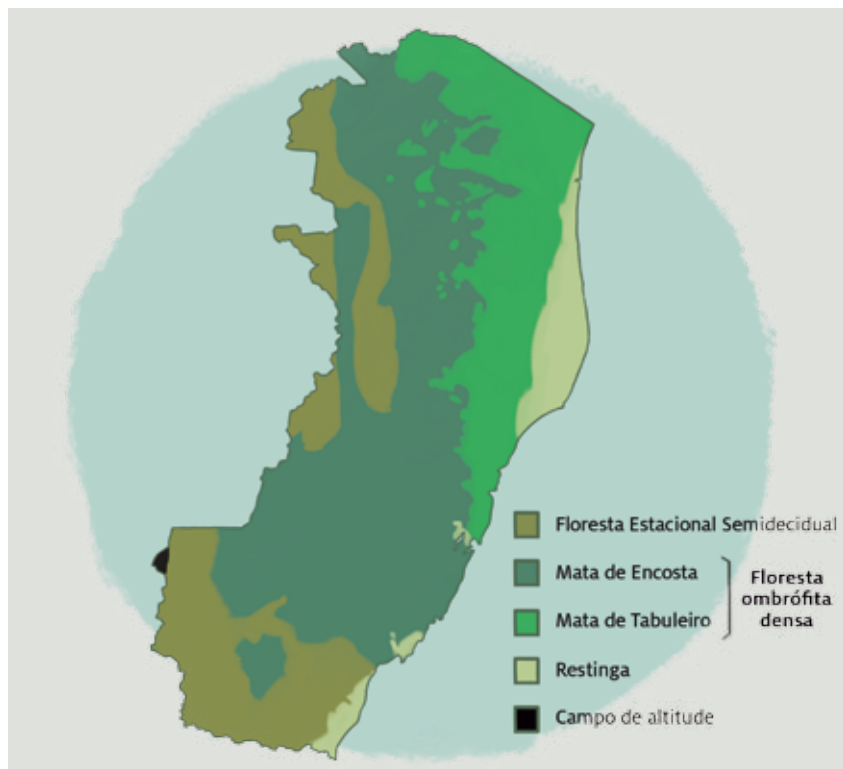


Figura 2

Mapa das principais formações vegetacionais do Espírito Santo, de acordo com IBGE (2004) e Thomaz (2010). (Adaptado).

Vamos abordar, agora, as características diagnósticas, a distribuição geográfica e os aspectos econômicos e ecológicos das 10 famílias de angiospermas com maior número de espécies na flora do Espírito Santo.

• **Orchidaceae (Monocotiledônea)**

As orquídeas são reconhecidas pelo androceu e gineceu fundidos, formando a coluna, e pela flor zigomorfa, sendo uma das pétalas distinta das demais e denominada de labelo. Nas regiões tropicais, são comuns as orquídeas epífitas, que possuem um caule espessado formando um pseudobulbo.

Possuem ampla distribuição, porém são mais diversas nas regiões tropicais. É a família mais rica em número de espécies no Espírito Santo e a segunda no Brasil.

As espécies são muito cultivadas como ornamentais. A essência de baunilha natural é extraída dos frutos de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews.

As flores são polinizadas principalmente por insetos, mas também ocorre por aves. Os frutos do tipo cápsula possuem sementes numerosas e minúsculas, que são dispersas pelo vento.

• **Fabaceae ou Leguminosae (Eudicotiledônea, Rosídea)**

As leguminosas são reconhecidas pelas folhas compostas, apresentando pulvino, pelo gineceu unicarpelar e pelo fruto do tipo legume.

Ocorrem em uma ampla diversidade de habitats em todo o mundo. É a segunda família mais rica em número de espécies no Espírito Santo e a primeira no Brasil.

Muitas espécies de Fabaceae são alimentícias como o amendoim, o feijão, a soja, o grão-de-bico, a ervilha, o tamarindo e a lentilha. Entretanto alguns gêneros como *Abrus* Adans. e *Astragalus* L. são altamente venenosos. Muitas espécies são importantes como forrageiras, por exemplo, a alfafa, o trevo e a fava. Devido sua capacidade de fixar nitrogênio, muitas espécies são utilizadas na rotação de cultura para maior disponibilidade deste nutriente no solo. Muitas espécies são utilizadas como ornamentais como as conhecidas pata-de-vaca, chuva-de-ouro e o flamboyant. Gomas e resinas são extraídas de espécies dos gêneros *Acacia* Mill. e *Hymenaea* L. Outras espécies são fontes de madeira de ótima qualidade, como as espécies do gênero *Dalbergia* L. f. e *Pterocarpus* Jacq.

A polinização em Fabaceae é realizada principalmente por abelhas, mas também por outros insetos, aves e morcegos. Possui uma grande diversidade de mecanismos de dispersão dos diásporos. A maioria das espécies possui o fruto seco do tipo legume que podem dispersar as sementes ejetando-as a longas distâncias, em algumas espécies as semen-

tes são dispersas por aves. Alguns gêneros possuem frutos carnosos que são dispersos por vertebrados.

PAU-BRASIL – *CAESALPINIA ECHINATA* LAM.

Árvore-símbolo do Brasil, durante o período colonial sua madeira foi uma das principais fontes de renda do país. Atualmente, o pau-brasil tem sido mais utilizado em projetos paisagísticos, devido à sua beleza.

Essa árvore floresce de setembro a outubro, quando suas flores amarelas, levemente perfumadas, fazem um belo contraste com o verde das folhas. É uma planta típica do interior de florestas primárias e prefere os terrenos secos, tanto que é inexistente em cordilheiras marítimas.

O pau-brasil é uma leguminosa, mas seus frutos, não-comestíveis, são recobertos por uma casca grossa e espinhosa, de cor verde-amarronzada. A madeira, que já foi muito utilizada na construção civil e naval, hoje é basicamente empregada na construção de arcos de violino. Do lenho também é possível extrair a brasileína, um tipo de corante, usado na tintura de roupas.

Também conhecida como ibirapitanga, orabutã, pau-rosado ou pau-de-pernambuco, essa árvore que pode chegar até os 12 metros de altura, tem o desenvolvimento moderado no campo e não ultrapassa os dois metros de altura aos dois anos de idade.

Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/flora/noticia/2015/03/pau-brasil.html>>. Acesso em: 17 jun. 2015. (Adaptado).

• **Bromeliaceae (Monocotiledônea)**

As bromeliáceas são ervas terrestres ou epífitas, facilmente reconhecidas pelas folhas paralelinérveas, formando densas rosetas.

Ocorrem principalmente nas regiões tropicais e temperadas das Américas, com grande diversidade nas florestas montanas. É a terceira família mais diversa, em número de espécies, do Espírito Santo e a sétima no Brasil.

As bromélias são muito utilizadas como ornamentais e os frutos de *Ananas comosus* (L.) Merr. (abacaxi) são amplamente consumidos na alimentação humana.

As flores das bromélias são polinizadas por diversos insetos, aves e, ocasionalmente, por morcegos. Na família, ocorrem gêneros com frutos carnosos e secos, as sementes das bagas são dispersas por aves e mamíferos, e as das cápsulas são aladas e dispersas pelo vento.

ALCANTAREA GALACTEA (BROMELIACEAE), UMA NOVA ESPÉCIE DE BROMÉLIA GIGANTE PARA O BRASIL

A bromélia *Alcantarea galactea* é uma espécie recentemente descrita, encontrada em uma região restrita no Brasil. Thiago Coser e os demais coautores deram esse nome para a espécie devido à sua visibilidade a grandes distâncias e pelo significado da palavra grega *galactea* (lácteo), em referência à sua coloração alva. Por causa do grande tamanho das plantas e da coloração distinta (resultado de uma grossa camada de cera epicuticular nas folhas e brácteas), as populações dessa espécie podem ser vistas de fotografias aéreas do Google Earth.

A. galactea possui as folhas dispostas em rosetas, que se espalham vegetativamente por meio de brotos basais. As flores amarelas crescem em pedúnculos laterais, dicotomicamente, em uma inflorescência subereta ou ligeiramente pêndula, coberta por brácteas. Os estames são longos, assim como em outras espécies do gênero, sugerindo que a espécie seja polinizada por morcegos. *A. galactea* assemelha-se a outras espécies dentro do gênero, particularmente à *A. odorata* e *A. patriae*. Porém, essas espécies ocorrem geograficamente isoladas, e diferem no hábito, na cor, na forma e no tamanho da inflorescência, na morfologia da bráctea e na organização dos estames.

A. galactea é uma espécie rupícola, isto é, cresce entre rochas, em altitudes entre 300–650 m, em um inselberg granítico. Até o momento, é conhecida apenas uma população, com centenas de indivíduos, no município de Alfredo Chaves, Espírito Santo, em uma área que foi alterada para plantação de café, para pastagem e para extração de granito. Por causa da diminuição da vegetação original no seu entorno, a população dos polinizadores dessa espécie pode estar comprometida. Por isso, a espécie pode ser considerada ameaçada de extinção, de acordo com a IUCN (International Union for Conservation of Nature), juntamente com a área de ocorrência restrita, o pequeno tamanho da população, e o declínio potencial na qualidade do habitat.

Disponível em: <<http://www.botanicalgarden.ubc.ca/potd/2013/07/alcantarea-galactea.php>>. Acesso em: 17 jun. 2015. (Adaptado).

- **Myrtaceae (Eudicotiledônea, Rosídea)**

As espécies de Myrtaceae são facilmente reconhecidas pelo tronco esfoliante e pelas folhas opostas, com pontuações translúcidas. As flores geralmente são polistêmones, e o ovário é ínfero.

Ocorrem em regiões tropicais da África, da Ásia e das Américas, em grande diversidade de habitats. No Espírito Santo, é a quarta família mais rica em número de espécies e a oitava no Brasil.

Muitas espécies possuem frutos comestíveis, tais como a goiabeira, o jambeiro, a pitangueira e a jabuticabeira. O cravo da Índia provém dos botões florais de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry e a pimenta-da-Jamaica provém da *Pimenta dioica* (L.) Merr. As espécies do gênero *Eucalyptus* L'Hér. são utilizadas na produção de madeira e na extração de celulose, além de fornecer óleos aromáticos. Algumas espécies são usadas como ornamentais, tais como as *Callistemon* sp. (escova-de-garrafa).

As flores são polinizadas por diversos insetos, aves ou mamíferos. A família apresenta gêneros com frutos carnosos e secos; as bagas são dispersas por aves e mamíferos, e as cápsulas possuem sementes pequenas e frequentemente aladas que são dispersas pelo vento ou pela água.

• **Rubiaceae (Eudicotiledônea, Asterídea)**

A maioria das espécies de Rubiaceae é facilmente reconhecida pelas folhas opostas e pelas estípulas interpeciolares.

Espécies dessa família ocorrem em praticamente qualquer lugar do mundo, porém são mais diversas em regiões tropicais e subtropicais. No Espírito Santo e no Brasil, Rubiaceae é a quinta família mais rica em número de espécies.

Diversas espécies de Rubiaceae possuem importância econômica. O cafeeiro (*Coffea* L.) produz sementes que são torradas para produzir o café. Já o jenipapeiro (*Genipa americana* L.) também é amplamente conhecido no Brasil; seus frutos são usados principalmente na produção de doces e licores. Algumas espécies são medicinais, como as do gênero *Cinchona*, do qual se retira o quinino, substância utilizada no tratamento da malária. Por possuir inflorescências vistosas, algumas espécies são utilizadas como ornamentais. As mais conhecidas, nesse aspecto, são dos gêneros *Ixora* L., *Mussaenda* Burm. ex L. e *Gardenia* J. Ellis.

A maioria das espécies é polinizada por insetos, aves e morcegos em busca de néctar. A família apresenta gêneros com frutos carnosos e secos. Os frutos carnosos são tipicamente dispersos por aves e os frutos capsulares possuem sementes pequenas ou aladas que são dispersas pelo vento. Os frutos de algumas espécies de *Galium* L. possuem pelos em forma de gancho e são transportados por animais.

- **Asteraceae (Eudicotiledônea, Asterídea)**

As asteráceas são facilmente reconhecidas pelas inflorescências do tipo capítulo. Ocorrem em praticamente qualquer lugar do mundo, sendo muito comuns em habitats temperados, tropicais montanos, secos e abertos. No Espírito Santo, a Asteraceae é a sexta família mais rica em número de espécies, e a terceira no Brasil.

Muitas espécies são alimentícias, tais como a alface, a alcachofra, a chicória e o girassol. Devido às propriedades químicas de suas espécies, muitas são utilizadas na produção de especiarias, inseticidas e fitoterápicos. Além disso, também são cultivadas como ornamentais, como o crisântemo (*Leucanthecium* sp.), o girassol (*Helianthus* sp.), a margarida (*Crisanthemum* sp.) e a calêndula (*Calendula* sp.).

As flores das asteráceas são pequenas e se organizam em inflorescências do tipo capítulo, que geralmente atraem variados insetos polinizadores. Os frutos são diminutos, secos e indeiscentes, sendo dispersos pelo vento, como no dente-de-leão, ou transportados por animais, como no picão-preto.

DESCOBERTA NOVA ESPÉCIE DE PLANTA NO CAPARAÓ

Uma nova espécie de planta foi descoberta no Parque Nacional (Parna) do Caparaó, unidade de conservação (UC) localizada na divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Com nome científico de *Baccharis hemiptera*, a nova espécie da família Asteraceae é um tipo bastante peculiar de carqueja, pois apresenta porte arbustivo, podendo alcançar até 2,5 m de altura, enquanto as carquejas mais comuns são pequenos subarbustos com cerca de 0,5 m a 1 m.

A descoberta foi feita durante estudos da flora do parque realizados pelo biólogo Gustavo Heiden, doutorando em Botânica pela Universidade de São Paulo (USP), em parceria com o biólogo Ângelo Alberto Schneider, doutor em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O fato chama a atenção para a riqueza biológica ainda pouco conhecida do parque. Caparaó é uma UC fértil em plantas do gênero *Baccharis* (carquejas, vassouras e alecrins-do-campo), contando com aproximadamente 20 espécies. Nos campos de altitude da UC, está o limite norte de distribuição de várias espécies desse grupo de plantas, além de serem encontradas outras espécies raras e restritas ao sudeste do Brasil.

Com a nova espécie, o Caparaó passa a guardar três espécies endêmicas (só existentes no local) do gênero *Baccharis*. Antes, já haviam sido registradas a *Baccharis opuntioides*, uma espécie de carqueja que ocorre em campos e afloramentos rochosos, e a *Baccharis dubia*, um pequeno arbusto do grupo dos alecrins-do-campo, restrito a afloramentos rochosos úmidos.

Segundo Heiden, a descoberta reforça a importância das unidades de conservação, em especial do Parque do Caparaó. “Essas unidades abrigam espécies raras e endêmicas ou, mesmo, ainda desconhecidas pela ciência. O acesso dos pesquisadores, permitindo um trabalho em conjunto com a equipe de gestores das UCs para o reconhecimento e preservação do patrimônio biológico do país, é de suma importância”, disse o pesquisador.

Em 2012, o Parque do Caparaó recebeu 95 solicitações de pesquisa por meio do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (Sisbio), do Instituto Chico Mendes, figurando como a quinta unidade mais procurada com essa finalidade, dentre as 312 UCs federais administradas pelo Instituto.

Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=4025&Itemid=172>. Acesso em: 20 jun. 2015. (Adaptado).

- **Poaceae (Monocotiledônea)**

As poáceas ou gramíneas são, geralmente, ervas graminiformes, reconhecidas pelo caule e escapo circular e pela folha paralelinérvea com bainha aberta.

As espécies de Poaceae podem ser encontradas em praticamente qualquer lugar do mundo, com ocorrência em diversos ambientes. No Espírito Santo, é a sétima família mais rica em número de espécies, e a quarta no Brasil.

É a família mais utilizada na alimentação humana, pois inclui o arroz (*Oryza sativa* L.), o trigo (*Triticum aestivum* L.), o milho (*Zea mays* L.), a aveia (*Avena sativa* L.), o centeio (*Secale cereale* L.), a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), entre outras. Também é utilizada na alimentação do gado e de outros rebanhos. Algumas espécies são medicinais, como o capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf). É usada, também, como gramado e no paisagismo.

A polinização das espécies de Poaceae é feita basicamente pelo vento; por este motivo, as flores não são vistosas. O fruto é geralmente leve, sendo disperso também pelo vento.

- **Melastomataceae (Eudicotiledôneas, Rosídea)**

A maioria das espécies de Melastomataceae é reconhecida pelas folhas opostas, curvinérveas, e pelas anteras falciformes.

A família distribui-se em regiões tropicais da África, da Ásia e das Américas, sendo muito comum em regiões tropicais montanas. Muitas espécies são típicas de ambientes nos primeiros estágios sucessionais. No Espírito Santo, é a oitava família mais rica em número de espécies, e a sexta no Brasil.

Alguns gêneros possuem espécies de flores vistosas, sendo utilizadas como ornamentais. A mais conhecida, nesse aspecto, é a quaresmeira-roxa (*Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn.).

A polinização das espécies de Melastomataceae é basicamente realizada por abelhas coletoras de pólen. A família apresenta gêneros com frutos carnosos e secos; as sementes das bagas são dispersas principalmente por aves, mamíferos e lagartos, já as sementes dos frutos capsulares são dispersas pelo vento e pela chuva.

• **Cyperaceae (Monocotiledôneas)**

As espécies de Cyperaceae são geralmente ervas graminiformes, reconhecidas pelo caule e escapo triangular e pela folha paralelinérvea com bainha fechada.

Ocorrem em praticamente qualquer lugar do mundo, sendo frequente em locais encharcados. No Espírito Santo, é a nona família mais rica em número de espécies.

Algumas espécies dessa família possuem importância econômica. A espécie *Cyperus papyrus* L. era utilizada na confecção do papiro; hoje, é cultivada apenas como planta ornamental. Muitas espécies do gênero *Cyperus* L. são invasoras de culturas, conhecidas como tiririca ou tiriricão. Algumas espécies são utilizadas na confecção de perfumes, como a priprioa (*Cyperus articulatus* L.).

A maioria das espécies de Cyperaceae é polinizada pelo vento; por isso não apresentam flores vistosas. O fruto do tipo aquênio é geralmente disperso pela água, pelo transporte de animais, devido à aderência nos pelos, ou pelo vento.

• **Solanaceae (Eudicotiledônea, Asterídea)**

As solanáceas são geralmente reconhecidas pela corola radial, gamopétala e plicada (com linhas de dobradura). As folhas são simples, alternas e sem estípulas. O fruto é geralmente baga ou cápsula.

A família é amplamente distribuída, sendo mais diversa nos neotrópicos. No Espírito Santo, é a décima família mais rica em número de espécies.

A maioria das espécies de Solanaceae é venenosa e muitas são fontes de narcóticos, como a *Nicotiana* sp. (fumo) e a *Atropa* sp. (beladona). A família também fornece frutos comestíveis, como os pimentões e as

pimentas (*Capsicum* sp), o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e a berinjela (*Solanum melongena* L.). Os tubérculos de *Solanum tuberosum* L. (batata-inglesa) são importantes fontes de amido. Alguns gêneros são usados como ornamentais, entre esses, um dos mais conhecidos é o *Petunia* Juss.

As flores das espécies de Solanaceae são vistosas, atraindo vários tipos de insetos em busca de néctar ou de pólen, dependendo do gênero. Os frutos capsulares possuem sementes pequenas que são dispersas pelo vento ou pela chuva; já as bagas são dispersas por vários vertebrados.

Síntese do Capítulo

Neste capítulo, vimos que o Espírito Santo está coberto pela vegetação de Mata Atlântica, que possui vários tipos vegetacionais, entre eles as restingas, as florestas ombrófilas e as florestas semidecíduas. Além da diversidade de tipos vegetacionais, fatores abióticos e históricos promoveram a existência de uma flora muito rica no Estado, com cerca de 5.470 espécies listadas até o momento, reunidas em 182 famílias de angiospermas. Entre essas famílias, 10 se destacam por abranger cerca de 50% do total de espécies encontradas no Espírito Santo, entre elas, famílias de elevada importância alimentícia, como a Fabaceae, a Poaceae, a Asteraceae, a Solanaceae e a Myrtaceae, e muito utilizadas como ornamentais, como a Orchidaceae, a Bromeliaceae e a Melastomataceae.

Atividades



1. Observe as ilustrações e, após a análise das estruturas e dos ramos ilustrados, corra a chave para identificar a qual família pertence cada planta.



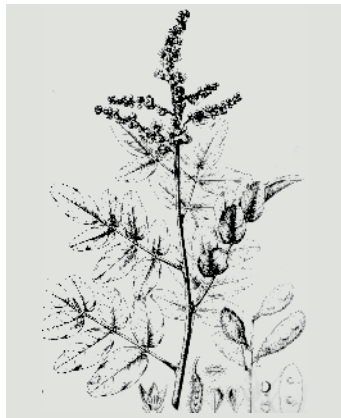
Família: _____



Família: _____



Família: _____

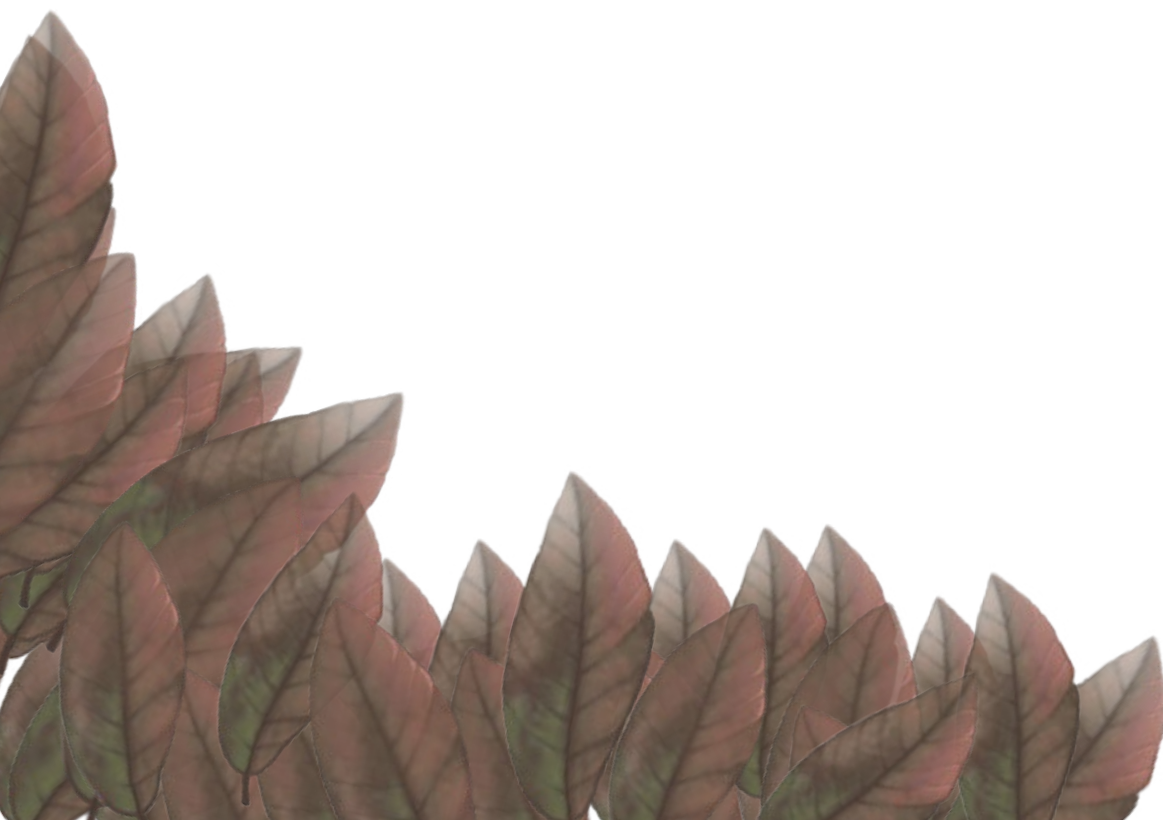


Família: _____



- Chave para identificação das famílias de angiospermas com maior número de espécies no Espírito Santo

1. Folhas	2
1'. Folhas compostas	Fabaceae
2. Folhas alternas ou rosuladas	3
2'. Folhas opostas	8
3. Folhas paralelinérveas	4
3'. Folhas peninérveas	7
4. Flores vistosas, diclamídeas	5
4'. Flores pequenas, aclamídeas	6
5. Folhas alternas	Orchidaceae
5'. Folhas rosuladas	Bromeliaceae
6. Ramos cilíndricos	Poaceae
6'. Ramos triangulares	Cyperaceae
7. Flores vistosas, corola plicada	Solanaceae
7'. Flores pequenas, corola não plicada	Asteraceae
8. Estípulas ausentes	9
8'. Estípulas interpeciolares	Rubiaceae
9. Folhas curvinérveas	Melastomataceae
9'. Folhas peninérveas	Myrtaceae







Anexos

Anexos 1, 2 e 3



Anexo 1: Eras Geológicas

Era	Período	Época	Formas de vida	Climas e principais eventos físicos
Cenozoico (65 mma)	Quaternário (1,6 mma)	Recente (0,01 mma)	Surgimento do homem moderno. Extinção de muitos mamíferos e de aves de grande porte.	Flutuação entre frio e ameno. Mais de duas dúzias de avanços e recuos glaciais. Soerguimento de muitas cadeias de montanhas.
		Pleistoceno (1,6 mma)	Aparecimento do homem.	
	Terciário (65 mma)	Plioceno (5,2 mma)	Surgimento dos ancestrais hominídeos. Aridez, com formação de desertos.	Frio. Muitos soerguimentos e formação de montanhas; a glaciação começa no Hemisfério Norte. O soerguimento do Panamá une a América do Norte à América do Sul.
		Mioceno (23,2 mma)	Surgimento dos mamíferos graminívoros e macacos. Expansão das pradarias, à medida que as florestas recuam.	Moderado. Glaciações extensivas começam novamente no Hemisfério Sul.
		Oligoceno (35,4 mma)	Surgimento de primatas, outros mamíferos e muitos gêneros atuais de plantas.	Elevação dos Alpes e do Himalaia. A América do Sul separa-se da Antártica. Vulcões nas montanhas rochosas.
		Eoceno (56,5 mma)	Formação inicial das pradarias. Disseminação extensiva de mamíferos e aves.	Ameno a muito quente. A Austrália se separa da Antártica; a Índia colide com a Ásia.
	Paleoceno (65 mma)	Mamíferos, aves e insetos polinizadores se diversificam. Angiospermas se tornam as plantas dominantes.	Ameno a frio. Grande parte dos mares continentais, extensos e rasos, desaparece.	
Mesozoico (245 mma)	Cretáceo (145 mma)	Surgimento das angiospermas. Era dos répteis. Muitos grupos de organismos (incluindo os dinossauros) tornam-se extintos.	Clima uniforme em todo o período. Níveis dos mares elevados. A África e a América do Sul se separam.	
	Jurássico (208 mma)	Dinossauros se diversificam. Surgimento das aves. Gimnospermas, em especial as cicadófitas.	Ameno. Os níveis dos continentes são baixos, com grandes áreas cobertas pelos mares.	
	Triássico (245 mma)	As gimnospermas tornam-se as plantas dominantes, formando florestas de gimnospermas e samambaias. Surgimento dos mamíferos e dinossauros.	Continents montanhosos, unidos num supercontinente. Extensas áreas áridas.	
Paleozoico (570 mma)	Permiano (290 mma)	Origem das coníferas, cicadófitas e ginkgos; desaparecem os tipos de florestas anteriores. Os répteis diversificam-se. Muitos animais marinhos e terrestres passam pela maior extinção em massa no final do período.	No início do período, glaciação extensiva no Hemisfério Sul; soerguimento dos Apalaches. Aridez marcante em algumas áreas.	
	Carbonífero (362 mma)	Florestas de plantas vasculares sem sementes se difundem. Os anfíbios aparecem no ambiente terrestre. Origem dos répteis. Era dos anfíbios.	Quente, com pequena variação sazonal nos trópicos; nível das terras baixo, áreas alagadas, com formação de depósitos de carvão.	
	Devoniano (408 mma)	Era dos peixes. Diversificação das plantas terrestres. Primeira aparição de insetos; extinção das plantas vasculares primitivas.	Mares sobre a maior parte das terras, com montanhas localmente.	
	Siluriano (439 mma)	O período começa com um importante evento de extinção. Surgem as primeiras plantas fósseis e os primeiros peixes cartilagosos.	Ameno. Topografia continental, em geral, plana.	

Paleozoico (570 mma)	Ordoviciano (510 mma)		O período começa com o primeiro evento de extinção. Plantas e animais colonizam o ambiente terrestre. Crustáceos fósseis mais antigos. Diversificação de moluscos.	Ameno. Mares rasos, continentes, em geral com topografia plana; os mares cobrem boa parte do atual território dos Estados Unidos. Glaciação da África no final do período.
	Cambriano (570 mma)		Surgimento da maioria dos filos de animais modernos. Evolução dos esqueletos externos dos animais. Evolução dos cordados.	Ameno. Extensos mares invadindo os continentes existentes.
Pré-cambriano (4.500 mma)			Origem da vida (pelo menos há 3,5 bilhões de anos) e dos eucariotos (pelo menos há 1,5 bilhão de anos). Surgimento de algas, fungos e invertebrados.	Extensivo bombardeamento de meteoritos e instabilidade geológica nas primeiras fases. Formação da crosta terrestre e início dos movimentos continentais.

- **Modificado de:**

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Raven – Biologia Vegetal**. Tradução Ana Claudia M. Vieira et al. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

NABORS, M. W. **Introdução à botânica**. Tradução Marco Aurelio Sivero Mayworm. São Paulo: Roca, 2012.

Anexo II: Sistemática vegetal e nomenclatura botânica

Sistemática vegetal é o ramo da botânica que estuda e descreve a variação dos organismos e suas causas, além de interpretar dados para a criação dos sistemas de classificação.

No conceito antigo, era uma ciência que se restringia ao estudo de fragmentos de plantas, depositados nos herbários, com base apenas na morfologia desses espécimes. Na sistemática moderna, se apoia na morfologia interna e externa das plantas, e também em caracteres genéticos, ecológicos, fitogeográficos, a fim de estabelecer as afinidades e os graus de parentesco existentes entre os diferentes grupos de plantas.

A sistemática vegetal possui um papel importante para as ciências que utilizam as plantas, pois dá os nomes às espécies que são conhecidas, estuda a distribuição dessas e as relações existentes entre os grupos taxonômicos, além de outros pontos de interesse (Figura 1). O conhecimento gerado pela sistemática vegetal influencia todas as áreas da Botânica. Como exemplo de sua importância, podemos destacar os estudos dos farmacologistas, que, ao analisarem a presença de substâncias com propriedades medicinais, precisam da identificação correta das espécies.

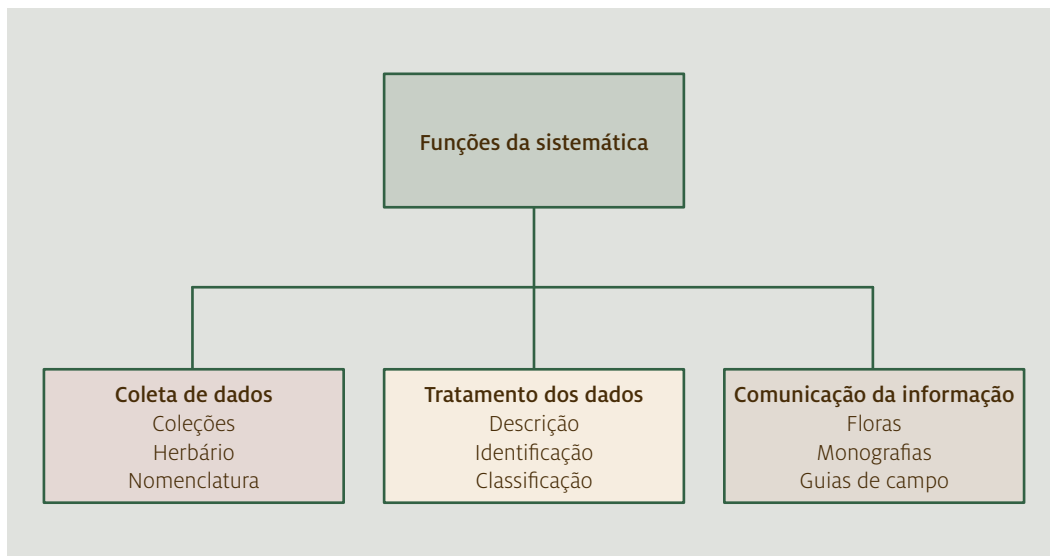


Figura 1
Diversas funções da sistemática vegetal.

A sistemática vegetal é composta por três componentes: classificação, nomenclatura e identificação.

A **classificação** trata da ordenação das plantas em categorias hierárquicas, segundo as afinidades naturais ou grau de parentesco, em um sistema de classificação.

A **nomenclatura** trata do emprego correto dos nomes das plantas. É regida por um código, que inclui um conjunto de princípios, regras e recomendações aprovados em congressos internacionais de Botânica.

A **identificação** é a determinação de qualquer material botânico como idêntico ou semelhante a outro já conhecido. Pode ser feita com o auxílio de chaves de identificação, da literatura ou pela comparação com outro espécime de identidade conhecida.

• Como é feita a classificação?

Vocês já estudaram sobre classificação biológica, mas vamos abordar aqui alguns pontos importantes da história da classificação botânica.

Um sistema de classificação pode ser criado com objetivos diferentes. Cada um em si tem um princípio filosófico e normativo próprio e emprega conjuntos de caracteres distintos. Diversos sistemas de classificação foram propostos ao longo dos séculos; por isso, a história da classificação das plantas pode ser dividida em cinco fases.

A **fase antiga** durou de 300 aC a 1500 dC. A classificação era elaborada por comunidades antigas, para organizar as plantas utilizadas como alimentos, medicamentos, em cultos religiosos etc. Theophrastus foi o principal autor desse período.

Na **fase dos herbalistas**, período entre 1500 a 1580, várias obras foram publicadas sobre plantas utilizadas pelo homem, como alimentos e remédios, graças à invenção da Imprensa na Europa. Essas obras possuíam descrições e ilustrações originais das espécies. Os autores mais importantes dessa fase foram: Brunfels (1530), Bock (1539), Fuchs (1542), L'Obel (1570) e L'Ecluse (1601). Brunfels foi o primeiro a descrever e ilustrar as plantas, marcando o início do estudo científico das plantas.

O nome dado a essa fase deve-se ao nome herbolário, como eram conhecidas as pessoas que conheciam e vendiam plantas medicinais, e as obras produzidas ficaram conhecidas como herbais ou herbários.

Os **sistemas artificiais**, publicados entre 1580 e 1760, foram elaborados com base em um ou poucos caracteres. Tinham como objetivo apenas posicionar uma planta dentro de uma classificação, sem nenhuma preocupação em mostrar relações de afinidades. Nesse período, são reconhecidos os primeiros taxonomistas, destacando-se Andrea Caesalpino (1519–1603), os irmãos suíços Jean Bauhin (1541–1631) e Gaspar Bauhin (1560–1624), John Ray (1628–1705) e Lineu (1707–1778).

No final do século XVIII, os botânicos começaram a perceber a existência de afinidades naturais entre as plantas. Foram propostos, então,

entre 1760 e 1880, os **sistemas naturais**, que agrupavam as plantas com base em suas afinidades, por meio de numerosas características observadas nesse período, utilizando-se um instrumental ótico melhorado. Entretanto, esses sistemas ainda refletiam o dogma do criacionismo. Entre os sistemas naturais publicados, podemos destacar os da família De Jussieu: Antoine (1686–1758), Bernard (1699–1776) e Joseph (1704–1799), os da família De Candolle: Augustin Pyramus (1778–1841) e Alphonse (1806–1893), além de George Bentham (1800–1884) e Joseph Dalton Hooker (1817–1911).

Após a publicação da obra “The Origin of Species”, de Charles Darwin, os conceitos de evolução passaram a ser incorporados nos sistemas de classificação. Surgiram, então, em 1880, os **sistemas filogenéticos**, que são utilizados até os dias atuais. Esses sistemas consideram que as espécies não são criações imutáveis, mas dinâmicas, formadas por sistemas populacionais que mudam ao longo do tempo e que formam linhagens de organismos aparentados.

Os sistemas filogenéticos mais conhecidos são os de Engler (última edição em 1964), Takhtajan (1977, 1980), Cronquist (1981, 1988), Dahlgren (1985) e Judd e colaboradores (1999). Com exceção dos dois últimos, os demais não possuíam uma base metodológica cladística e são denominados mais especificamente como gradistas.

A sistemática filogenética, baseada na cladística, foi incorporada como paradigma na botânica a partir da década de 1990, quando diversos trabalhos integradores resultaram em um grande número de informações, vindas de fontes diversas, como a morfologia, a anatomia, a genética, a química, a biologia molecular etc, e levaram a um progresso no entendimento da evolução das plantas e, conseqüentemente, de sua classificação.

Entre os sistemas filogenéticos, vale destacar o de Adolf Engler (1844–1930), que incluiu chaves e ilustrações para todas as famílias de plantas e foi muito utilizado. O sistema de classificação de Arthur Cronquist (1919–1992), por sua vez, considerou a existência de 383 famílias de angiospermas, reunidas em 83 ordens. Devido à simplicidade na organização, tornou-se o sistema de classificação mais didático e é utilizado até hoje. Há, também, a proposta de sistema de classificação do APG (Angiosperm Phylogeny Group, 1998, 2003, 2009), que reuniu esforços de diversos pesquisadores para a produção de um sistema filogenético moderno, baseado em análise cladística, utilizando tanto caracteres estruturais quanto moleculares.

• Para que utilizamos o Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Fungos e Plantas?

O Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Fungos e Plantas estabelece um método estável de denominação dos grupos taxonômicos, evitando e rejeitando nomes errados e aqueles que podem causar confusão. É revisto e atualizado a cada seis anos, nos Congressos Internacionais de Botânica. A cada nova edição do Código, todas as anteriores são anuladas. Toda a nomenclatura botânica está baseada em seis princípios, 62 artigos e numerosas recomendações.

Os **princípios** são a base da nomenclatura, e qualquer nome que não atenda a algum desses princípios deve ser rejeitado. São eles:

1. É independente da nomenclatura Zoológica e Bacteriológica.
2. A aplicação de nomes de grupos taxonômicos é determinada por meio de tipos nomenclaturais.
3. A nomenclatura de um grupo taxonômico está baseada na prioridade de publicação. Esse princípio determina que, na existência de dois ou mais nomes para o mesmo táxon, considera-se legítimo o mais antigo. A data de 1º de maio de 1753, quando foi publicada a primeira edição do *Species Plantarum*, por Lineu, é considerada o ponto de partida para os estudos nomenclaturais.
4. Cada grupo taxonômico tem apenas um nome correto, qual seja, o nome mais antigo que esteja conforme as regras, exceto em casos específicos. Existem algumas exceções, denominadas de nomes conservados (*nomina conservanda*), como o nome das famílias Gramineae (=Poaceae), Leguminosae (=Fabaceae), Compositae (=Asteraceae), para as quais nomes alternativos são permitidos.
5. Os nomes científicos de grupos taxonômicos são tratados em latim, independentemente de sua origem.
6. As Regras de Nomenclatura são retroativas, a menos que expressamente limitadas.

Os **artigos** do Código compõem o detalhamento dos princípios e devem ser obedecidos. Os nomes que violam algum artigo precisam ser rejeitados, pois são ilegítimos. Os artigos podem ser complementados por **recomendações**, que tratam de pontos complementares, padronizam o trabalho nomenclatural e indicam o melhor procedimento a ser seguido.

Anexo III: Coleta de material botânico e coleções botânicas

Qualquer estudo que envolva as plantas, seja ele florístico, anatômico, molecular, fisiológico, fitoquímico, ecológico, entre outros, demanda precisão quanto à identificação taxonômica. A existência de coleções botânicas facilita a correta identificação das espécies, por meio da comparação entre o espécime que se tem com os espécimes depositados no acervo, já corretamente identificados. Além disso, as coleções documentam a riqueza florística de uma região, estado ou país e são utilizadas como fonte de informações para pesquisas em diferentes áreas, como na taxonomia, na ecologia, na biogeografia e na etnobotânica.

Para que as amostras sejam depositadas nas coleções e tenham longa durabilidade, é preciso saber coletar e preparar corretamente o material. A seguir, são apresentadas as técnicas de coleta e herborização, e as coleções botânicas que auxiliam nos estudos das plantas.

• **Coleta de plantas vasculares e herborização**

A coleta de material botânico exige o emprego de técnicas específicas, de acordo com a natureza do material a ser coletado. Abaixo, listamos os principais materiais utilizados na coleta de exemplares de plantas vasculares.

1. **Autorização de coleta emitida por instituição competente:** deve ser concedida pelo Sisbio (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade, <http://www.icmbio.gov.br/sisbio/>), no caso de coleta em unidades de conservação nacionais; pelo IEMA (Instituto Estadual de Meio Ambiente, <http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp?pagina=17183>), para as unidades de conservação do estado do Espírito Santo; pelos municípios, nos casos de unidades de conservação municipais. Para áreas particulares, o dono da propriedade deve autorizar a realização de coletas.
2. **Binóculo:** ajuda na localização de plantas férteis e na identificação dos espécimes em campo.
3. **Podão (Figura 1a):** utilizado para a coleta de ramos, flores e frutos em árvores e em pontos altos e de difícil acesso.
4. **Tesoura de poda (Figura 1b):** usada para a coleta de espécimes herbáceos e arbustivos e também para aparar o material coletado, diminuindo o tamanho e o número de ramos necessários para a montagem das exsiccatas.
5. **Canivete ou faca:** empregados para o corte de amostras pequenas e de partes delicadas das plantas. Também ajudam na retirada da casca para verificação da presença de látex, cores e odores.

6. **Facão:** usado para a abertura ou limpeza de trilhas e para o corte de casca das árvores.
7. **Fita crepe:** serve para identificar, com o número do indivíduo, o material coletado.
8. **Sacos plásticos:** utilizados para acondicionar o material coletado em campo.
9. **Lápis ou caneta de tinta permanente:** usados para anotações no caderno de coleta e para identificar os materiais coletados.
10. **GPS:** empregado para a obtenção das coordenadas e da altitude do ponto de coleta dos espécimes.
11. **Pá:** usada para a coleta de caules subterrâneos e raízes.
12. **Luvas de couro:** utilizadas para a proteção individual durante a coleta de espécimes com espinho, como cactáceas.
13. **Perneiras de couro:** usadas para a proteção individual contra animais peçonhentos, substituindo as botas de cano longo.
14. **Caderno de campo (Figura 1c):** usado para anotações referentes ao local da coleta e ao exemplar coletado. Precisa ser resistente e pequeno, para ser transportado facilmente.

Cada coletor deve ter seu caderno de campo, contendo uma numeração crescente e sequencial. Cada número corresponde a um espécime coletado e contém as informações sobre os dados da planta. O nome do coletor é composto pelo seu sobrenome precedido das iniciais do nome e deve ser acompanhado pelo número do seu caderno. Exemplo: Diego Tavares Iglesias = D. T. Iglesias, 510.

No caderno de coleta, todas as informações importantes para a identificação da planta devem ser anotadas, como: o hábito de crescimento, as características do tronco, a presença de cheiro e de látex, a cor da flor, e outras características do espécime que serão perdidas após a herborização.

Além das características do indivíduo coletado, no caderno de coleta também devem ser registradas as informações sobre a coleta, como: o local, a data de coleta, o tipo de vegetação, as coordenadas geográficas, os coletores e o nome vulgar.

15. **Prensa de madeira trançada e folhas de jornal:** utilizados para a herborização da amostra coletada. A prensa de madeira deve ter 45 x 30 cm e ser construída com ripas de 3 cm de largura, espaçadas de 2 x 2 cm. Esse formato permite a desidratação da amostra em um tempo menor, evitando o enrugamento do material coletado. As folhas de jornal são usadas para separar ramo por ramo e facilitam a absorção da água eliminada na desidratação da amostra. Cada folha deve conter o nome e o número do coletor.



Figura 1a



Figura 1b

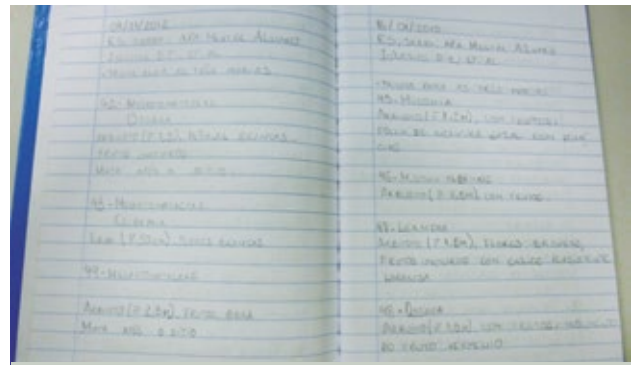


Figura 1c

• Herborização

A herborização consiste nos processos de prensagem, secagem e montagem do material vegetal coletado, com a finalidade de preservá-lo, no formato de exsicata (Figura 2), para posterior inclusão na coleção de plantas.

No processo de prensagem, os espécimes coletados são colocados nas prensas de madeira, logo após a coleta ou no final do dia de trabalho, para serem desidratados. As amostras colocadas nos jornais devem ter em média o tamanho de 35 x 25 cm e estarem férteis, isto é, com flores e/ou frutos. Quando a amostra ultrapassar esse tamanho, por conter folhas ou ramos muito grandes, esses devem ser cortados ou dobrados, no caso em que o corte ocasione a perda de partes essenciais da amostra. Os jornais devem ser corretamente identificados com o nome do coletor e o número de coleta. A prensa é então montada contendo a seguinte sequência: uma das grades da prensa (Figura 3a), jornal contendo uma amostra (Figura 3b), papelão (Figura 3c e 3d), jornal contendo uma amostra, papelão, e assim sucessivamente, até a última amostra em jornal ser colocada. Em seguida, coloca-se a outra grade da prensa (Figura 3e) e amarra-se a pilha, com um conjunto de cordas (Figura 3f), de modo que o material fique sob pressão. A prensa, então, está pronta para ser colocada na estufa e iniciar o processo de secagem.

Figura 1

- a) Utilização do podão;
- b) Utilização da tesoura de poda;
- c) Caderno de campo.

Fotografias: Valquíria Dutra.

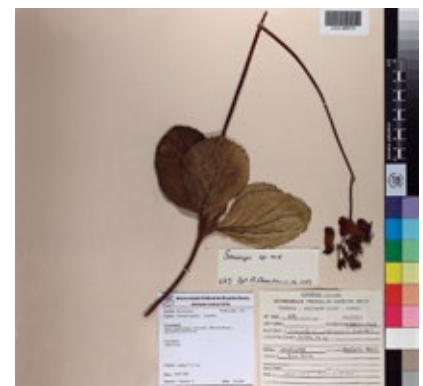


Figura 2

Exsicata do holótipo de *Sinningia agnensis* Chautems, depositado no Herbário VIES.



Figura 3a



Figura 3b



Figura 3c



Figura 3d



Figura 3e



Figura 3f

Figura 3

Seqüência do processo de prensagem de material botânico. Fotografias: Valquíria Dutra.

No processo de secagem, as amostras coletadas são desidratadas em estufas, a 60°C, que podem ser de resistência elétrica ou aquecidas por lâmpadas (Figura 4). Esse processo deve acontecer o mais cedo possível, evitando a queda das partes da amostra e também a proliferação de fungos. A secagem deve ser verificada com frequência, pois o tempo de secagem varia de acordo com a natureza da amostra e também com o tipo de estufa. As amostras serão consideradas secas quando estiverem rígidas ao serem suspensas e sem umidade. Após a secagem, as amostras coletadas estão prontas para serem montadas.



Figura 4

Estufa de madeira aquecida por lâmpada. Fotografia: Valquíria Dutra.

A montagem da amostra (confeção da exsicata, Figura 5a à e) é realizada em papel cartão branco, de 42 x 28 cm, onde a planta é costurada ou colada. A fixação com linha e agulha é preferencial, pois permite que o material seja manuseado com mais segurança. Folhas, flores e frutos que se soltarem durante o processo de herborização podem ser acondicionados em envelopes fixados no canto superior esquerdo do papel cartão. No canto inferior direito do papel cartão, é colada a etiqueta com a identificação da espécie, o número de tombo do herbário e todos os dados anotados em campo. A exsicata, juntamente com as duplicatas dispostas em um jornal, é então protegida por uma capa, feita geralmente de papel Kraft.



Figura 5a



Figura 5b



Figura 5c

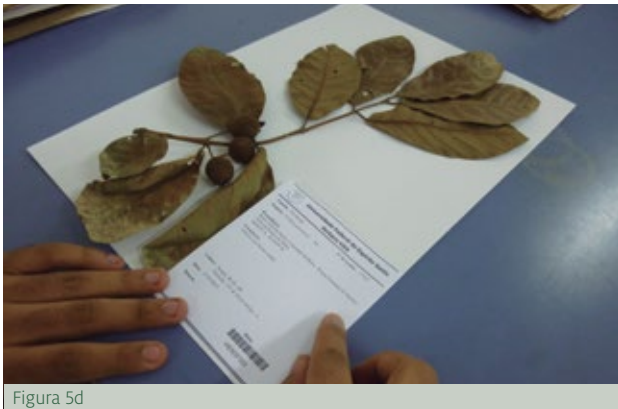


Figura 5d



Figura 5e

Figura 5

Sequência do processo de montagem da exsicata. Fotografias: Valquíria Dutra.

• Coleções botânicas

As coleções botânicas podem ser vivas ou preservadas e incluem os arboretos, os jardins botânicos, os bancos de germoplasma e DNA, e os herbários, que podem ter várias coleções associadas, como as xilotecas e as carpotecas. Essas coleções, além de serem utilizadas pelos pesquisadores, podem auxiliar no ensino de botânica para alunos de ensino básico, fundamental e médio, pois facilitam a compreensão e a comparação de tipos e formas diferentes encontrados nos vegetais, o reconhecimento de famílias de plantas regionais, além de estimular o gosto pelas aulas práticas e de tornar o ensino de botânica mais interessante. Vamos conhecer agora cada uma dessas coleções.

Os **arboretos** são áreas destinadas ao cultivo de uma coleção de árvores, arbustos e outras plantas, como medicinais e ornamentais. Portanto, são coleções vivas, ordenadas e identificadas cientificamente, e documentadas. São abertos ao público para realização de pesquisas, como material paradidático etc. Podem ou não fazer parte de um jardim botânico.

No Brasil, por exemplo, a Ceplac (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira) mantém três arboretos, no estado da Bahia, que fornecem subsídios à cacauicultura e à instalação de sistemas agroflorestais. São eles: 1. Estação Ecológica Pau-Brasil (Espab), em Porto Seguro; 2. Estação Experimental Arnaldo Medeiros (Esarm), em Ilhéus; 3. Estação Sóstenes de Miranda (Esomi), no Recôncavo Baiano.

Os **jardins botânicos** também são áreas destinadas à coleção de plantas e também são coleções vivas. São utilizados na conservação de espécies vegetais, tanto *in situ*, isto é, dentro de seus habitats naturais, quanto *ex situ*, ou seja, fora de seus ambientes naturais. A conservação *ex situ* representa uma importante ferramenta para a conservação da biodiversidade, oferecendo material para pesquisa em biologia de conservação, reintrodução de espécies, reabastecimento, restauração, entre outros.

Os jardins botânicos surgiram na Europa, no século XVI, com o objetivo de estudar espécies utilizadas como medicinais, representando o início das coleções botânicas para fins científicos. No Brasil, o primeiro jardim botânico foi criado pelos holandeses, em Recife, Pernambuco, entre 1635–1654. Posteriormente, foram fundados: o Jardim Botânico de Belém, Pará, em 1798; o Jardim Botânico de Vila Rica (atualmente Ouro Preto, Minas Gerais), em 1799; e o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (Figura 6), constituído pelo príncipe regente português D. João, em 1808, para aclimação de espécies vegetais provenientes de outras partes do mundo.



Figura 6

Vista do Chafariz Central no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, RJ. Fotografia: Valquíria Dutra.

Vários jardins botânicos são conhecidos mundialmente, servindo, principalmente, para suporte às pesquisas botânicas. Para conhecer alguns deles, acesse os sites indicados abaixo.

1. Jardim Botânico do Rio de Janeiro — localizado na cidade do Rio de Janeiro, RJ — visite a trilha virtual em: <http://ebendinger.jbrj.gov.br/>.

2. Jardim Botânico de Curitiba (Figura 7) — localizado na cidade de Curitiba, PR — visite esse jardim botânico no site: <http://jardimbotanicocuritiba.com.br/>.

3. Jardim Botânico de São Paulo — localizado na cidade de São Paulo, SP — conheça esse jardim botânico no site: <http://jardimbotanico.sp.gov.br/o-jardim/historico-do-jardim-botanico/>.

4. The New York Botanical Garden (Figura 8) — localizado no Bronx, um distrito de Nova Iorque, EUA — visite esse jardim botânico no site: <http://www.nybg.org/>.

5. Jardim Botânico da Ajuda — fundado em meados do século XVIII, em Lisboa, Portugal — conheça esse jardim botânico no site: <http://www.isa.ulisboa.pt/visitantes/jardim-botanico-da-ajuda>.

6. Kew Royal Botanic Gardens — localizado em Kew, na Inglaterra — visite esse jardim botânico no site: <http://www.kew.org/>.



Figura 7

Vista da estufa no Jardim Botânico de Curitiba, PR. Fotografia: Valquíria Dutra.



Figura 8a



Figura 8b

Figura 8

Enid A. Haupt Conservatory, no Jardim Botânico de Nova Iorque, aberto em 1902, onde plantas de todo o mundo podem ser visitadas. a) Vista externa; b) Vista da coleção de plantas das floretas tropicais.

Fotografias: Valquíria Dutra.

Os **bancos de germoplasma** são coleções científicas que conservam o patrimônio genético das plantas, para seu uso de imediato ou para utilização futura.

Existem vários tipos de bancos de germoplasma, que serão utilizados de acordo com o tipo de amostra a ser preservada, como: os bancos de sementes, que conservam sementes em condições controladas de tempera-

tura e umidade; os bancos de campo, que conservam espécies que possuem sementes que não podem ser armazenadas como no banco de sementes, pois não sobrevivem à secagem e ao congelamento; e os bancos *in vitro*, coleções de germoplasma que conservam meristemas ou outros tecidos de plantas em condições que diminuem o crescimento das amostras.

Os **bancos de DNA** são utilizados para a estocagem de material genético para trabalhos futuros, como os estudos de variabilidade populacional e filogenia molecular. Nesses bancos, o DNA extraído das plantas é armazenado em ultrafreezers a -80°C.

Os **herbários** são coleções de plantas ou de fungos, ou de parte desses, devidamente desidratados ou preservados em meio líquido, e utilizados para estudos da flora ou da micota de uma região, país ou continente, pois documentam a ocorrência, a distribuição geográfica, as características ecológicas, como período de floração e frutificação, e a variação morfológica de populações e espécies. Por essa razão, são essenciais para as pesquisas na área de sistemática. Os fragmentos de material herborizado também são utilizados em estudos dos grãos de pólen (palinológicos), anatômicos, moleculares, entre outros.

Os herbários também podem apresentar coleções associadas. A coleção de madeiras é denominada xiloteca e apresenta um conjunto de amostras preparadas segundo técnicas específicas para esse tipo de material. Já a coleção de frutos é chamada de carpoteca, e a de sementes, de espermoteca. A coleção de amostras de grãos de pólen é conhecida como palinoteca. Existem, ainda, as coleções de fotografias, chamadas de fototecas; as de fungos, que são as micotecas; e as de lâminas, denominadas laminários.

Os maiores herbários do mundo e brasileiros, com o número de exemplares em seus acervos

Kew Garden (K): Inglaterra	8.000.000
Muséum national d'Histoire naturelle (P): França	6.000.000
The New York Botanical Garden (NY): Estados Unidos	5.700.000
Missouri Botanical Garden (MO): Estados Unidos	5.500.000
Smithsonian Institution (US): Estados Unidos	3.500.000
Field Museum (F): Estados Unidos	2.500.000
Maiores herbário brasileiros	
Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB): Rio de Janeiro	600.000
Museu Nacional do Rio de Janeiro (RB): Rio de Janeiro	550.000
Instituto de Botânica de São Paulo (SP): São Paulo	450.000
Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM): Curitiba	400.000
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA): Manaus	255.500
Museu Paraense Emilio Goeldi (MG): Belém	210.000

Na Brasil, existem 188 herbários ativos, que reúnem um acervo de mais de 8.000.000 de espécimes. No estado do Espírito Santo, contamos com três herbários, que documentam, principalmente, a flora do Estado. São eles: o Herbário do Museu de Biologia Mello Leitão (MBML), em Santa Teresa; o Herbário da Reserva da Vale (CVRD), em Linhares; e o Herbário da Universidade Federal do Espírito Santo (VIES), que possui uma coleção central em Vitória e duas sub-curadorias, uma em Jerônimo Monteiro e outra em São Mateus.

O Herbário VIES (Figura 9) foi fundado em 23 de setembro de 1991, porém, o início de sua coleção remonta à década de 1980. Está indexado sob a sigla VIES junto ao *Index Herbariorum*, cadastro internacional de herbários. Desde 2007, a coleção está disponível para consulta no *speciesLink*, site do Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA). Está vinculado ao INCT-Herbário Virtual de Plantas e Fungos, desde 2009, e também integra a Rede Capixaba de Biodiversidade, a Rede Brasileira de Herbários, ligada à Sociedade Botânica do Brasil, e o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SIBBr). Apresenta um acervo com mais de 35 mil espécimes de fanerógamas, fungos, licófitas e algas, além de 38 tipos nomenclaturais. Constitui uma importante coleção das restingas do Estado e uma das mais representativas do Brasil, em relação à flora desse ambiente. Além disso, dá suporte a diversas pesquisas, seja por meio do depósito de material testemunho, fornecendo informações sobre fitogeografia e morfologia das espécies, ou oferecendo estágios, que promovem a formação de recursos humanos na área de Botânica. Informações sobre o Herbário VIES e consulta ao acervo estão disponíveis no site: <http://vies.webnode.com/>.



Figura 9a



Figura 9c



Figura 9b


Figura 9


- a) Instalações do Herbário VIES em Vitória;
- b) Disposição das exsicatas nos armários;
- c) Exsicata digitalizada.

Fotografias: Valquíria Dutra.



Referências

- BARAZETTI, V. M. et al. **Arboreto do Ceplac** – espécies arbóreas potenciais ao sistema agrossilvicultural cacauero. *Unoesc & Ciência – ACET*, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 31–46, 2011.
- BARBOSA, J. M. **De Folha em Folha**: Fruta ou fruto? Disponível em: <<http://www.aprenda.bio.br/portal/?p=7194>>. Acesso em: 2 maio 2015.
- BARROSO, G. M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. v. 1.
- BASSO, C. M. G. A araucária e a paisagem do planalto sul brasileiro. *Revista de Direito Público*, Londrina, v. 5, n. 2, p. 1–11. 2010.
- BERTOLUCCI, P. **Alface, rúcula, agrião e acelga são aliados da dieta e ricos em nutrientes**. Disponível em: <<http://www.minhavidacom.br/alimentacao/materias/17534-alface-rucula-agriao-e-acelga-sao-aliados-da-dieta-e-ricos-em-nutrientes>>. Acesso em: 5 maio 2015.
- BESPALHOK C. F. et al. **Uso e conservação do germoplasma**. Disponível em: <www.bespa.agrarias.ufpr.br/conteudo>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- BICUDO, C. E. M.; PRADO, J. **Código Internacional de Nomenclatura para algas, fungos e plantas (Código de Melbourne)**. Rima: São Carlos, 2013.
- BRASIL. Ministério da saúde. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- CARVALHO, W. et al. Uma visão sobre a estrutura, composição e biodegradação da madeira. *Química Nova*, São Paulo, v. 32, n. 8, p. 2191–2195, 2009.
- 



CAVASSAN, O. **Métodos de coleta e tratamento de material botânico**. Disponível em: <<http://www.fc.unesp.br/Home/PosGraduacao/MestradoDoutorado/EducacaoparaaCiencia/revistacienciaeeducacao/cev4art6.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

CHOW, F. **Introdução à Biologia das Criptógamas**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 2007.

COTA, A. P. **Técnicas de coletas, herborização e inventário florístico de arbóreas**. Disponível em: <ftp://www.ufv.br/def/disciplinas/ENF448/aula_8_9_fitossociologia/Apostila-ManFlo.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2015.

CPMA. **Coleção de Plantas Medicinais e Aromáticas**. Disponível em: <http://webdrm.cpqba.unicamp.br/cpma/banco_dna.php>. Acesso em: 10 jun. 2015.

ESTUDAMOS. **A importância das angiospermas**. Disponível em: <<https://estudamos.wordpress.com/2011/03/15/a-importancia-das-angiospermas/>>. Acesso em: 19 maio 2015.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Raven – Biologia Vegetal**. Tradução Ana Cláudia M. Vieira et al. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de Coleta, Preservação e Herborização de Material Botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1984.

FORZZA, R. C. et al. **Catálogo de Plantas e fungos do Brasil, vol. 1**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.



FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2008–2010**. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas-relatorio2008-2010parcial.pdf> Acesso em: 17 jun. 2015.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica Período 2012-2013. 2014**. Disponível em: <http://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2014/05/atlas_2012-2013_relatorio_tecnico_20141.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2015.


FURLAN, C. M.; MOURISA, L. B. M. M.; FERREIRA, M. S. As plantas no dia-a-dia. In: SANTOS, D. Y. A. C.; CECCANTINI, G. (Org.). **Proposta para o ensino de botânica**: curso para atualização de professores da rede pública de ensino. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004. p. 9–11.

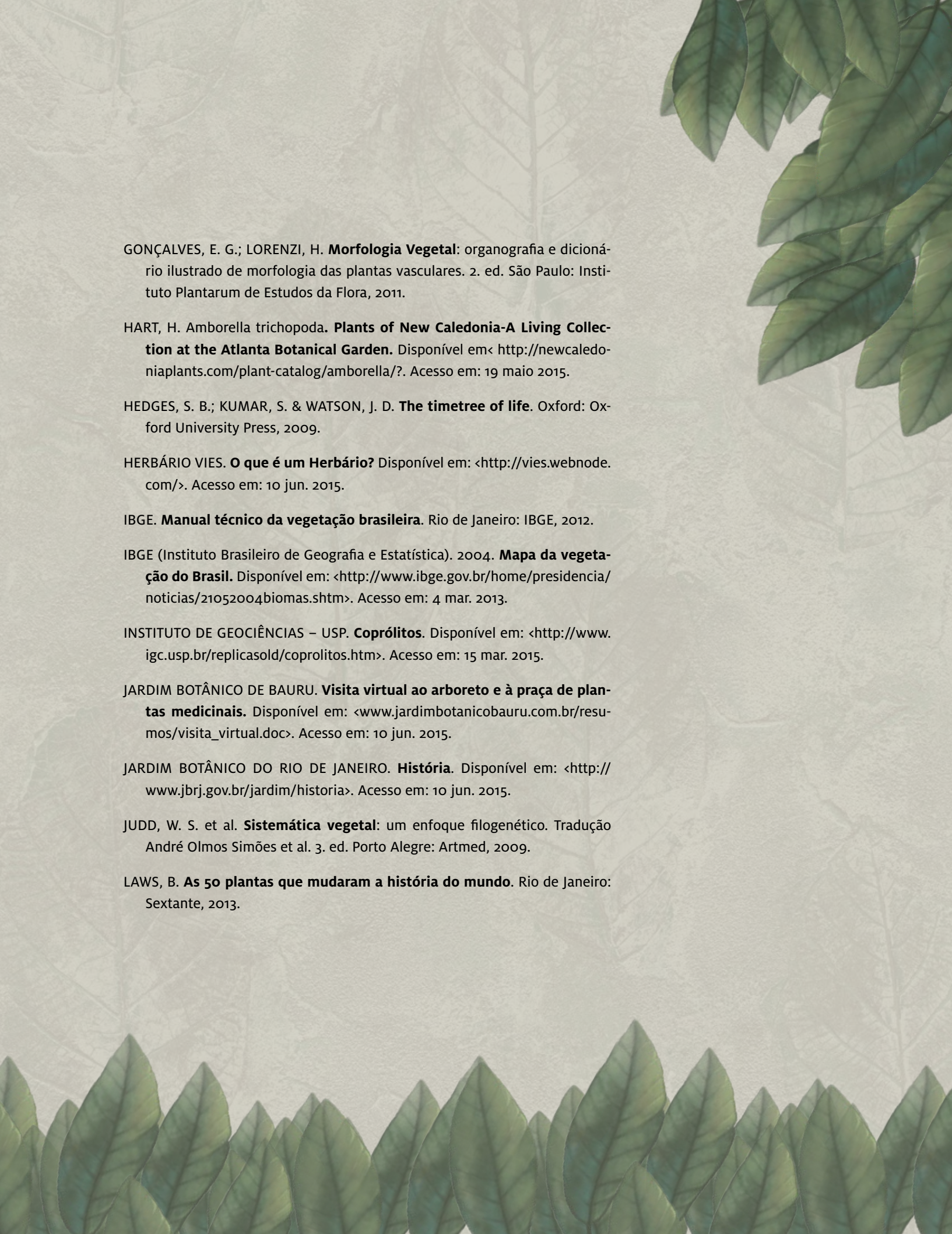
G1. **Pau-brasil**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/flora/noticia/2015/03/pau-brasil.html>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

G1. **Pesquisadores americanos descobrem que *Ginkgo biloba* não ativa memória**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Brazil/o,,MUL1429693-5598,00-PESQUISADORES+AMERICANOS+DESCOBREM+QUE+GINKGO+BILOBA+NAO+ATIVA+MEMORIA.html>>. Acesso em: 4 maio 2015.

GERREIRO, L. **Broto de Samambaia**: tão tóxico quanto natural. Disponível em: <<http://alimentacaoviva.blogspot.com.br/2008/04/broto-de-samambaia-to-txico-quanto.html>>. Acesso em: 3 maio 2015.

GOMES, E. L. **O mistério das bananas com ou sem sementes**: partenocarpia vegetativa. Disponível em: <<http://biologiaacontecendo.blogspot.com.br/2012/04/o-misterio-das-bananas-com-e-sem.html>>. Acesso em: 2 maio 2015.





GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia Vegetal**: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. 2. ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011.

HART, H. *Amborella trichopoda*. **Plants of New Caledonia-A Living Collection at the Atlanta Botanical Garden**. Disponível em: <<http://newcaledoniaplants.com/plant-catalog/amborella/>>. Acesso em: 19 maio 2015.

HEDGES, S. B.; KUMAR, S. & WATSON, J. D. **The timetree of life**. Oxford: Oxford University Press, 2009.

HERBÁRIO VIES. **O que é um Herbário?** Disponível em: <<http://vies.webnode.com/>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2004. **Mapa da vegetação do Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.shtm>>. Acesso em: 4 mar. 2013.


INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – USP. **Coprolitos**. Disponível em: <<http://www.igc.usp.br/replicasold/coprolitos.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

JARDIM BOTÂNICO DE BAURU. **Visita virtual ao arboreto e à praça de plantas medicinais**. Disponível em: <www.jardimbotanicobauru.com.br/resumos/visita_virtual.doc>. Acesso em: 10 jun. 2015.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **História**. Disponível em: <<http://www.jbrj.gov.br/jardim/historia>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

JUDD, W. S. et al. **Sistemática vegetal**: um enfoque filogenético. Tradução André Olmos Simões et al. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

LAWS, B. **As 50 plantas que mudaram a história do mundo**. Rio de Janeiro: Sextante, 2013.



LIMA, C. C. A.; SILVA, L. J.; CASTRO, W. S. **Apostila de morfologia externa vegetal**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

LIMA, R. A.; MAGALHÃES, S. A.; SANTOS, M. R. A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais utilizadas na cidade de Vilhena, Rondônia. **Pesquisa & Criação**, Rondônia, v. 10, n. 2, p. 165–179, 2011.

LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. **Lista do Brasil**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 11 jun. 2015.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. Arlington: Conservation International, 2005.

MOSQUIM, D. *Alcantarea galactea*. Disponível em: <<http://www.botanical-garden.ubc.ca/potd/2013/07/alcantarea-galactea.php>>. Acesso em: 17 jun. 2015.


MUSEU NACIONAL DE HISTÓRIA NATURAL. **Banco de germoplasma**. Disponível em: <http://www.mnhn.ul.pt/portal/page?_pageid=418,1391346&_dad=portal&_schema=PORTAL>. Acesso em: 10 jun. 2015.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853–858, 2000.

NABORS, M. W. **Introdução à botânica**. Tradução Marco Aurelio Sivero Mayworm. São Paulo: Roca, 2012.

NICOLETTI, J. **Três espécies de coníferas estão ameaçadas de extinção no Brasil**. Disponível em: <<http://dw.de/p/196mZ>>. Acesso em: 4 maio 2015.

O MUNDO DAS PLANTAS CARNÍVORAS. **O que são plantas carnívoras?** Disponível em: <<http://mundoplantascarnivoras.blogspot.com.br/2009/09/mensagem-de-teste.html>>. Acesso em: 27 abr. 2015.



OLIVEIRA, E. C. **Introdução à Biologia Vegetal**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

PASSOS, E. E. M.; CARDOSO, B. T.; ARAGÃO, W. M. Qualidade do fruto de três cultivares de coqueiro. **Comunicado técnico Embrapa Tabuleiros Costeiros**, Aracaju, n. 98, dez. 2009. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2009/cot_98.pdf>. Acesso em: 2 maio 2015.

PEIXOTO, A. L.; MAIA, L. C. **Manual de procedimentos para herbários**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2013.

PENSAMENTO VERDE. **Por que o xaxim se tornou uma espécie em extinção?** Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/xaxim-tornou-especie-extincao/>>. Acesso em: 3 maio 2015.


PINTO, F. **Descoberta nova espécie de planta no Caparaó**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=4025&Itemid=172>. Acesso em: 20 jun. 2015.

PROENÇA, F. **Sequoia-gigante, a maior árvore do mundo**. Disponível em: <<http://www.revistavitanaturalis.com/artigos/botanica/sequoia-gigante-a-maior-arvore-do-mundo/>>. Acesso em: 2 maio 2015.

REDE BRASILEIRA DE HERBÁRIOS. **Catálogo da Rede Brasileira de Herbários**. Disponível em: <<http://www.botanica.org.br/rbh>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

SANO, P. T.; MORI, L. **Biologia – Pró-Universitário**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2004.

SANTOS, E. B. Perguntas Superintrigantes – Coco. **Super**, São Paulo, n. 53, fev. 1992. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/superarquivo/?edn=053E-d&yr=1992a&mt=fevereirom&ys=1992y>>. Acesso em: 2 maio 2015.



SANTOS, M. G.; SYLVESTRE, L. S. Aspectos florísticos e econômicos das pteridófitas de um afloramento rochoso do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n.1, p. 115–124, 2006.

SILVA, L. A. M. **Tópicos sobre técnicas de coleta de material botânico e manejo de herbário**. Disponível em: <http://nead.uesc.br/arquivos/Biologia/modulo_7_bloco_1/1_unidade/material_apoio/4_herbario_texto_da_apresent.doc>. Acesso em: 10 jun. 2015.

SILVA, R. M. A. **Evolução da Taxonomia Vegetal: Perspectiva Histórica**. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/4517639/evolucao-da-taxonomia-vegetal>>. Acesso em: 3 mar. 2015.

SIMPSON, M. G. **Plant systematics**. London: Elsevier Academic Press, 2006.


SOUZA, V. C.; FLORES, T. B.; LORENZI, H. **Introdução à botânica: morfologia**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2013.

SPADA, A. **A importância das flores na natureza**. Disponível em: <http://www.ehow.com.br/importancia-flores-natureza-sobre_264367/>. Acesso em: 25 jun. 2015.

STACE, C. A. **Plant taxonomy and biosystematics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

STEHMANN, J. R. et al. **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009.

STUESSY, T.F. **Plant taxonomy – the systematic evaluation of comparative data**. New York: Columbia University Press, 2009.



TABARELLI, M. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, p. 132–138, 2005.

TAVERNAR, S. R.; LISBOA, T. C. **Desenvolvimento sustentável e empreendedorismo: o beneficiamento e comercialização de sementes da Amazônia no município de Porto Velho, RO**. Disponível em: <[http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/199_199_ARTIGO_SEMENTES_1_UNISA\[1\].pdf](http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/199_199_ARTIGO_SEMENTES_1_UNISA[1].pdf)>. Acesso em: 2 maio 2015.

THOMAZ, L.D. A Mata Atlântica no estado do Espírito Santo, Brasil: de Vasco Fernandes Coutinho ao século 21. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão** (Nova Série), v. 27, p. 5–20, 2010.

THOMAZ, L. D. et al. **Morfologia vegetal**: organografia. Vitória: EDUFES, 2009.

VALE DOS CONTOS. **Parque Vale dos Contos: Cultura, Saúde e Educação**. Disponível em: <<http://www.valedoscontos.com.br/institucional>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R. Árvores frutíferas nativas do Brasil. Disponível em: <http://lerf.eco.br/img/publicacoes/2005_12%20arvores%20frutiferas%20nativas%20do%20Brasil.pdf>. Acesso em: 10 maio 2015.

ZECCA, A. G. D. **Botânica Agrícola**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/72484797/APOSTILA-COMPLETA-DE-BOTANICA-AGRICOLA#scribd>>. Acesso em: 1 jul. 2015.



**Laboratório
de Design Instrucional**

TIPOGRAFIA Milo Pro, Milo Serif Pro e Oliver

CAPA papel supremo 300g/m²

MIOLO papel Offset 90g/m²



Valquíria Ferreira Dutra

Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Ouro Preto (MG). Mestre e Doutora em Botânica pela Universidade Federal de Viçosa (MG). Professora Adjunta do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo, na área de Botânica, desde 2011.

Diego Tavares Iglesias

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Técnico administrativo do Herbário VIES, do Departamento de Ciências Biológicas da UFES, desde 2013.

Aline Pitol Chagas

Bacharela e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo. Mestre em Botânica pela Universidade Federal de Viçosa (MG). Bióloga da Prefeitura Municipal de Cariacica (ES), desde 2013.

Luciana Dias Thomaz

Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo. Mestre e Doutora em Ciências Biológicas, na área de Biologia Vegetal, pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP-Rio Claro/SP). Professora Titular do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo, na área de Botânica, desde 1997.



ISBN 978-85-63765-33-8



www.neaad.ufes.br
(27) 4009 2208

