

Cátia Henriques Callado  
Cecília Maria Rizzini  
Maura Da Cunha  
Yocie Yoneshigue Valentin

## Botânica II







Fundação

**CECIERJ**

Consórcio **cederj**

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

## Botânica II

**Volume 2 - Módulo 2**  
2ª edição revisada

Cátia Henriques Callado

Cecília Maria Rizzini

Maura Da Cunha

Yocie Yoneshigue Valentin



**SECRETARIA DE  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



**Ministério  
da Educação**



**Apoio:**



# Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

Rua Visconde de Niterói, 1364 – Mangueira – Rio de Janeiro, RJ – CEP 20943-001

Tel.: (21) 2334-1569 Fax: (21) 2568-0725

## Presidente

Masako Oya Masuda

## Vice-presidente

Mirian Crapez

## Coordenação do Curso de Biologia

UENF - Milton Kanashiro

UFRJ - Ricardo Iglesias Rios

UERJ - Celly Saba

## Material Didático

### ELABORAÇÃO DE CONTEÚDO

Cátia Henriques Callado

Cecília Maria Rizzini

Maura Da Cunha

Yocie Yoneshigue Valentin

Cristina Nassar (convidada)

### COORDENAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL

Cristine Costa Barreto

### DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL E

#### REVISÃO

Anna Carolina da Matta Machado

Marcia Pinheiro

### COORDENAÇÃO DE LINGUAGEM

Maria Angélica Alves

### REVISÃO TÉCNICA

Marta Abdala

## Departamento de Produção

### EDITORA

Tereza Queiroz

### COORDENAÇÃO EDITORIAL

Jane Castellani

### COPIDESQUE

Nilce Rangel Del Rio

### REVISÃO TIPOGRÁFICA

Kátia Ferreira dos Santos

Patrícia Paula

### COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO

Jorge Moura

### PROGRAMAÇÃO VISUAL

Yozo Kono

### ILUSTRAÇÃO

Jefferson Caçador

### CAPA

Eduardo Bordoni

### PRODUÇÃO GRÁFICA

Oséias Ferraz

Patricia Seabra

Copyright © 2005, Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

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

C156b

Callado, Cátia Henriques.

Botânica II. v. 2 / Cátia Henriques Callado. – 2.ed. rev. – Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.

142p.; 19 x 26,5 cm.

ISBN: 978-85-7648-668-8

1. Flores. 2. Frutos. 3. Diversidade morfológica.

I. Rizzini, Cecília Maria. II. Cunha, Maura Da. III. Valentin, Yocie Yoneshigue. II. Título.

CDD: 581

2010/1

Referências Bibliográficas e catalogação na fonte, de acordo com as normas da ABNT.

# Governo do Estado do Rio de Janeiro

**Governador**  
Sérgio Cabral Filho

**Secretário de Estado de Ciência e Tecnologia**  
Alexandre Cardoso

## Universidades Consorciadas

**UENF - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO**  
Reitor: Almy Junior Cordeiro de Carvalho

**UERJ - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO  
RIO DE JANEIRO**  
Reitor: Ricardo Vieiralves

**UFF - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
Reitor: Roberto de Souza Salles

**UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
RIO DE JANEIRO**  
Reitor: Aloísio Teixeira

**UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL  
DO RIO DE JANEIRO**  
Reitor: Ricardo Motta Miranda

**UNIRIO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO  
DO RIO DE JANEIRO**  
Reitora: Malvina Tania Tuttman



**SUMÁRIO**

|  |            |
|--|------------|
| <b>Aula 11</b> – A diversidade da flor das Angiospermas: morfologia externa _____  | <b>7</b>   |
| <i>Cecília Maria Rizzini / Yocie Yoneshigue Valentin</i>   |            |
| <b>Aula 12</b> – Diversidade morfológica da flor – morfologia interna _____  | <b>31</b>  |
| <i>Cátia Henriques Callado / Maura Da Cunha</i>  |            |
| <b>Aula 13</b> – Diversidade morfológica da flor –<br>morfologia externa e interna (prática) _____                       | <b>47</b>  |
| <i>Cátia Henriques Callado / Cecília Maria Rizzini</i>   |            |
| <b>Aula 14</b> – A diversidade dos frutos: morfologia externa e interna _____  | <b>57</b>  |
| <i>Cecília Maria Rizzini / Cátia Henriques Callado</i>   |            |
| <b>Aula 15</b> – A diversidade dos frutos: morfologia externa e interna _____  | <b>73</b>  |
| <i>Cecília Maria Rizzini / Cátia Henriques Callado</i>   |            |
| <b>Aula 16</b> – Diversidade morfológica da semente _____  | <b>77</b>  |
| <i>Maura Da Cunha / Cátia Henriques Callado</i>  |            |
| <b>Aula 17</b> – Diversidade morfológica da semente (aula prática) _____   | <b>95</b>  |
| <i>Maura Da Cunha / Cátia Henriques Callado</i>  |            |
| <b>Aula 18</b> – De que forma a planta se defende contra patógenos,<br>variações do ambiente e injúrias mecânicas? _____ | <b>101</b> |
| <i>Maura Da Cunha / Cátia Henriques Callado</i>  |            |
| <b>Aula 19</b> – Por que as plantas apresentam estruturas secretoras? _____  | <b>121</b> |
| <i>Cátia Henriques Callado / Maura Da Cunha</i>  |            |
| <b>Referências</b> _____   | <b>139</b> |





# A diversidade da flor das Angiospermas: morfologia externa

AULA

11

## Meta da aula

Apresentar a diversidade da morfologia externa das flores das Angiospermas, destacando as diferenças entre as flores das Dicotiledôneas e das Monocotiledôneas.

# objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Descrever a diversidade da morfologia externa das flores das Angiospermas, utilizando as classificações existentes.
- Diferenciar as flores das Dicotiledôneas e as das Monocotiledôneas.

## Pré-requisitos

Alguns conceitos de reprodução (Aula 10) são necessários para o entendimento desta aula. Um deles é a polinização entomófila, que estudamos e que constitui um dos fatores que promovem a diversificação das flores das Angiospermas. Lembra-se? Caso não se lembre, releia o item referente à polinização, primeira etapa da reprodução dos Fanerógamos. É igualmente importante que você tenha assimilado as diferenças entre as flores das Gimnospermas e as das Angiospermas, descritas na primeira parte da Aula 10.

## INTRODUÇÃO

Quando fatores físicos e químicos como fotoperiodismo e hormônios, respectivamente, tornam a planta apta a florir, tecidos com características embrionárias entram em intensa atividade multiplicativa produzindo flores, como os meristemas caulinares.

Trata-se de folhas modificadas adaptadas para a reprodução sexuada dos vegetais Fanerógamos e originam-se de gemas caulinares terminais e axilares.

As flores podem estar isoladas nos ramos ou reunidas em inflorescências. Tanto as flores quanto as inflorescências podem estar protegidas por brácteas, que são folhas modificadas para a sua proteção. Nas Angiospermas, as folhas se modificam nas seguintes unidades reprodutivas: sépalas (cálice), pétalas (corola), estames (androceu) e carpelos (gineceu).

É interessante saber que a grande diversidade morfológica das flores das Angiospermas (Dicotiledôneas e Monocotiledôneas) tem importância na Taxonomia desses grupos. Sendo assim, é necessário que você conheça as classificações existentes dentro da diversidade de tipos morfológicos (tamanho, forma, número, inserção e união dos componentes florais). Por fim, você vai estudar os tipos mais comuns de inflorescências (conjunto de flores), que também se constituem em importantes **CARACTERES TAXONÔMICOS**.

A seguir, você verá como uma flor é constituída e como ela pode ser classificada de acordo com a presença ou ausência dos elementos que a compõem.

### CARACTERES TAXONÔMICOS

São caracteres utilizados na classificação dos seres vivos. Um caráter é qualquer atributo de um ser vivo, que pode ser considerado separadamente ou comparado com outros seres da mesma espécie ou de espécies diferentes.

### VERTICILO

Conjunto de peças, de origem foliar, colocadas no mesmo nível, ou seja, inseridas em um só nó caulinar.

## PARTES CONSTITUINTES DE UMA FLOR

Uma flor completa de Angiosperma possui pedicelo, receptáculo, **VERTICILOS** protetores e reprodutores.

A seguir, você estudará as partes constituintes de uma flor completa (**Figura 11.1**):

**Pedicelo:** é o eixo de sustentação da flor. Quando está ausente, a flor chamada sésstil ou apedicelada (ex.: pincel, Compositae).

**Receptáculo:** é uma dilatação do pedicelo onde se inserem os

verticilos protetores (cálice e corola) e reprodutores (androceu e gineceu).

**Cálice:** é o verticilo protetor mais externo, constituído por folhas modificadas denominadas *sépalas*. Geralmente o cálice é verde; quando apresenta outras colorações é chamado cálice petalóide (ex.: palma-de-santa-rita, Iridaceae). Quando possui as sépalas totais ou parcialmente concrecidas (unidas) entre si é denominado gamossépalo; se as sépalas estão livres entre si, dialissépalo. A presença de um segundo verticilo de cálice, denominado calículo, ocorre somente na família Malvaceae (hibisco). O calículo é dialissépalo, como você verá mais adiante.

**Corola:** é o verticilo protetor localizado mais internamente ao receptáculo; é constituído de folhas modificadas denominadas *pétalas*, geralmente coloridas (raramente verdes). Quando as pétalas estão total ou parcialmente unidas entre si, a corola é chamada gamopétala; quando livres entre si, chama-se dialipétala (ex.: hibisco, Malvaceae).

**Androceu:** é o aparelho reprodutor masculino; formado de unidades denominadas *estames*. Quando os estames estão completos, compõem-se de:

- Filete: eixo geralmente fino e alongado que sustenta a antera; é constituído por um tecido parenquimático envolvido por epiderme e contendo um feixe condutor.



O estame desprovido de filete é denominado estame séssil (só possui antera).

- Antera: parte fértil do estame (seção terminal) constituída, geralmente, por uma ou duas urnas chamadas *tecas* (monoteca ou biteca), no interior das quais formam-se os *sacos polínicos*, que por sua vez originam os *grãos de pólen*. As tecas são ligadas através de um tecido parenquimático – o *conectivo*; este também liga o filete à antera. Cada teca possui somente dois sacos polínicos.



O estaminódio é um estame estéril, quase sempre reduzido ao filete. Quando possui antera, esta não produz grão de pólen. Atenção! Não confunda com o termo estaminóide, que designa as estruturas semelhantes a estames (apêndices).

**Gineceu:** é o aparelho reprodutor feminino, formado de folhas modificadas denominadas *carpelos*. Quando os carpelos estão completos, compõem-se de:

- **Ovário:** formado por um ou mais carpelos que se fecham, delimitando cavidades denominadas *lóculos*, no interior das quais formam-se os óvulos.
- **Estilete:** filamento formado pelo prolongamento dos carpelos, sobre o qual fica o estigma. Por vezes, o estilete encontra-se ausente, ficando o estigma diretamente sobre o ovário. Através do estilete passa o *tubo polínico*, que germinou do grão de pólen, no estigma, após a polinização; em seu interior vão se originar os gametas masculinos (reveja a Aula 10). É raro, mas podemos encontrar flores com mais de um estilete.
- **Estigma:** dilatação do estilete, rica em substâncias mucilaginosas que facilitam a fixação e a germinação dos grãos de pólen. Em geral, o número de estigmas da flor corresponde ao número de carpelos que constituem o gineceu.

**!** O termo *pistilo* é utilizado como unidade estrutural do gineceu, ou seja, refere-se ao conjunto formado pelo ovário, estilete e estigma; o pistilo pode ser formado por um ou vários carpelos unidos.

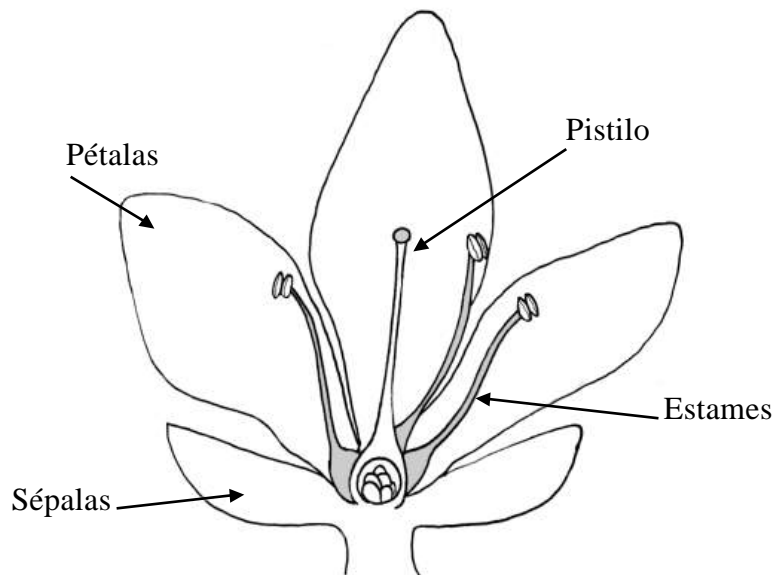


Figura 11.1: Partes constituintes de uma flor completa.

**ATIVIDADE 1**

Na **Figura 11.2**, aponte as partes constituintes da flor, colocando uma seta na estrutura e indicando seu nome.



**Figura 11.2:** Flor de hibisco (Malvaceae): (a) flor completa; (b) gineceu.

**COMENTÁRIO DA ATIVIDADE**

O hibisco é uma planta muito comum e bastante didática, embora tenha uma característica pouco comum nas flores das Angiospermas: a presença do cálculo. O cálculo é um outro tipo de cálice que difere do cálice verdadeiro por ser menor, externo e ter sépalos livres (dialissépalo). O cálice é mais interno e suas sépalos são unidas (gamossépalo). Ainda na **Figura 11.2.a**, você pode observar o tubo de estames (andróforo), pelo qual passa internamente o gineceu; dele você só pode visualizar os cinco estigmas.

Na **Figura 11.2.b** está representado o gineceu isoladamente, composto de um pistilo somente: um ovário, um estilete e cinco estigmas.

**RESPOSTAS**

Figura 11.2.a:

- *calículo*
- *cálice*
- *corola*
- *androceu*
- *gineceu*

Figura 11.2.b:

• *Gineceu com 1 pistilo (ovário, estilete e estigmas) passando por dentro do androceu.*

**PERIANTO**

É o conjunto formado pelos verticilos protetores quando eles são distintos em forma e cor.

**PERIGÔNIO**

É o conjunto formado pelos verticilos protetores quando eles são semelhantes entre si. Nesse caso, tanto as sépalas quanto as pétalas são chamadas tépalas.

## CLASSIFICAÇÃO DAS FLORES QUANTO À PRESENÇA DOS VERTICILOS DE PROTEÇÃO

Você verá que as classificações das flores das Angiospermas estão relacionadas à presença ou à ausência dos dois verticilos de proteção – o cálice e a corola. A flor pode ser diclamídea, monoclamídea ou aclamídea, como você verá a seguir:

**Diclamídea:** quando os dois verticilos de proteção – cálice e corola – estão presentes na flor. Pode ser classificada como heteroclamídea ou homoclamídea, segundo a presença de **PERIANTO** ou de **PERIGÔNIO**.

As flores periantadas (veja a **Figura 10.4**, da aula passada), denominadas heteroclamídeas, são comuns nas Angiospermas Dicotiledôneas. As flores perigoniadas são denominadas homoclamídeas e são típicas das Monocotiledôneas. Observe que na flor do lírio (**Figura 11.3**) você não distingue sépalas e pétalas.

Como na Natureza sempre ocorrem exceções, no hibisco (Malvaceae) surge o calículo, um terceiro verticilo, que faz com que a flor seja classificada como triclamiídea.

**Monoclamídea:** é a flor dotada de apenas um verticilo de proteção, geralmente o cálice. Pode ocorrer tanto em Dicotiledôneas quanto em Monocotiledôneas.

**Aclamídea:** é a flor desprovida de verticilos protetores, isto é, não possui cálice e corola (flores nuas ou aperiantadas). Ocorre em todas as flores das Gimnospermas, como vimos na aula passada (Aula 10), e em poucas Angiospermas Monocotiledôneas (ex.: capim-colonião, Gramineae) e

Dicotiledôneas (ex.: pimenta-do-reino, Piperaceae). Você viu na aula passada que as Gimnospermas e as gramíneas (Angiospermas) possuem polinização anemófila. Será que é por isso que suas flores são aclamídeas?



**Figura 11.3:** Flor do lírio (Liliaceae): perigoniada (homoclamídea) com tépalas livres entre si (dialitépala).

## CLASSIFICAÇÃO DAS FLORES QUANTO À PRESENÇA DOS VERTICILOS REPRODUTORES

Agora passaremos a estudar as classificações das flores quanto à presença dos verticilos de reprodução – o androceu e o gineceu.

**Hermafrodita:** possui androceu e gineceu funcionais. É típica das Angiospermas.

**Unissexual:** só possui um órgão reprodutor funcional. Pode ser masculina (flor estaminada) ou feminina (flor pistilada), dependendo do aparelho reprodutor presente. Ocorre em todas as Gimnospermas e em algumas Angiospermas (ex.: mamona, Euphorbiaceae).

## CLASSIFICAÇÃO DAS PLANTAS QUANTO AO SEXO

As plantas também são classificadas quanto à presença de flores hermafroditas e/ou unissexuadas (Figura 11.4).

**Andrógina:** apresenta todas as flores hermafroditas. Cerca de 70% das espécies de Angiospermas são andróginas. Não existem plantas andróginas nas Gimnospermas.

**Monóica:** possui flores unissexuais masculinas e femininas no mesmo indivíduo. Ocorre na maioria das Gimnospermas e em parte das Angiospermas (ex.: mamona, Euphorbiaceae).

**Dióica:** cada indivíduo de uma determinada espécie apresenta flores de um único sexo, ou seja, alguns indivíduos só possuem flores estaminadas e outros, somente flores pistiladas. Ocorre nas Gimnospermas (ex.: falso-sagu, Cycadaceae) e em parte das Angiospermas (ex.: mamão, Caricaceae).

**Polígama:** neste caso, há tanto flores andróginas quanto unissexuadas masculinas e/ou femininas. Ocorre somente em algumas Angiospermas (ex.: algumas margaridas, Compositae).

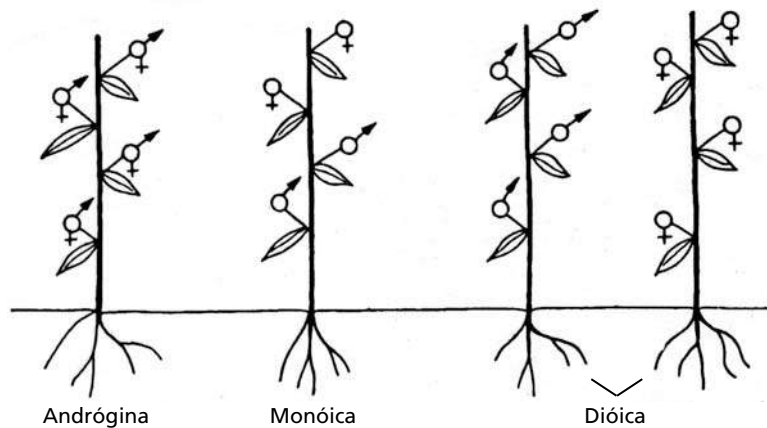


Figura 11.4: Classificação das plantas quanto ao sexo.

### ATIVIDADE 2



Classifique as flores das **Figuras 11.2 e 11.3** quanto à presença dos verticilos:

a) protetores:

Figura 11.2: \_\_\_\_\_

Figura 11.3: \_\_\_\_\_

b) reprodutores:

Figura 11.2: \_\_\_\_\_

Figura 11.3: \_\_\_\_\_

#### COMENTÁRIO DA ATIVIDADE

Atenção! A flor do hibisco (**Figura 11.2**), como você já viu, apresenta cálculo. Por isso, essa flor é classificada quanto à presença dos verticilos protetores como triclâmídea. Não esqueça que estamos considerando o cálculo como um terceiro verticilo, além do cálice e da corola.

Observe também os verticilos de proteção do lírio (**Figura 11.3**). Eles são indistinguíveis, mas claramente existem dois verticilos, daí a classificação dessa flor como diclâmídea monoclâmídea.



Atenção! Não confunda os prefixos “mono” (um) e “homo” (igual). *Monoclamídea* é uma palavra diferente de *homoclamídea*. Existe alguma dúvida de que as duas flores são hermafroditas? Há androceu e gineceu nas duas.

#### RESPOSTAS

- a) Figura 11.2: *triclamiéa heteroclamídea*  
 Figura 11.3: *diclamídea homoclamídea*  
 b) Figura 11.2: *flor hermafrodita*  
 Figura 11.3: *flor hermafrodita*

## CLASSIFICAÇÕES DO ANDROCEU

Existem inúmeras classificações para o androceu. Vamos estudar as mais importantes:

1. união dos estames;
2. inserção dos estames na flor;
3. posição dos estames na flor;
4. tamanho dos estames;
5. abertura das tecas da antera;
6. a relação entre o número de estames e de pétalas.

Atenção, essa última classificação constitui um importante caráter taxonômico para distinguir famílias botânicas.

### União dos estames

**Dialistêmones:** os estames estão livres entre si (veja as Figuras 11.6.a, b, c). Ex.: trombeta, Solanaceae.

**Gamostêmones:** os estames estão unidos entre si. Quando os estames de um androceu se unem pelos filetes, formam um tubo denominado *andróforo* (ex.: hibisco, Malvaceae, Figura 11.2). Se unidos pelas anteras, chamam-se *sinânteros* (ex.: margarida, Compositae).

### Inserção dos estames na flor

**Epipétalos:** são inseridos sobre as pétalas. Ex.: ipoméia, Convolvulaceae.

**Hipóginos:** são presos ao receptáculo, abaixo do ponto de inserção do ovário (veja a Figura 11.6.c). Ex.: hibisco, Malvaceae.

### FAUCE

Abertura da corola gamopétala, ou seja, início do tubo da corola.

## Posição dos estames na flor

**Inclusos:** são aqueles cujas anteras estão localizadas abaixo da FAUCE da corola (veja a **Figura 11.6.c**). Ex.: alamánda (Apocynaceae).

**Exclusos ou excertos:** são estames que possuem as anteras localizadas acima da fauce da corola, expostos ao meio (veja a **Figura 11.6.b**). Ex.: trombeta, Solanaceae.

## Tamanho dos estames

**Isodínamos:** todos os estames são do mesmo tamanho (veja a **Figura 11.6.a**). Ex.: trombeta, Solanaceae.

**Anisodínamos ou heterodínamos:** cada estame é de um tamanho (veja as **Figuras 11.6.b e 11.6.c**). Ex.: hibisco, Malvaceae.

**Didínamos:** são quatro estames iguais, dois a dois (ex.: ipê, Bignoniaceae).

**Tetradínamos:** são seis estames, sendo quatro com filetes maiores e dois de filetes menores. Ocorre na família Cruciferae (ex.: couve).

## Abertura (deiscência) da antera

a) **Rimosa:** quando cada teca se abre por uma fenda longitudinal. Tipo mais comum (ex.: hibisco, Malvaceae).

b) **Poricida:** quando a teca se abre por um poro (ex.: quaresmeira, Melastomataceae).

c) **Valvar:** quando a teca se abre por uma válvula. Ocorre na família Lauraceae (ex.: abacateiro).

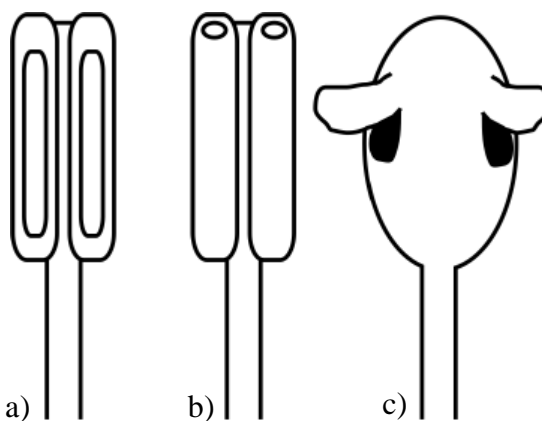


Figura 11.5: Tipos de deiscência da antera.

## Relação entre o número de estames e o de pétalas

**Isostêmones:** o número de estames é igual ao número de pétalas.  
Ex.: trombeta, Solanaceae.

**Oligostêmones:** o número de estames é menor que o número de pétalas.  
Ex.: sapatinho-de-vênus, Acanthaceae.

**Diplostêmones:** o número de estames é o dobro do número de pétalas.  
Ex.: feijão, leguminosae.

**Polistêmones:** o número de estames é maior que o número de pétalas, sem ser o dobro.  
Ex.: hibisco, Malvaceae.

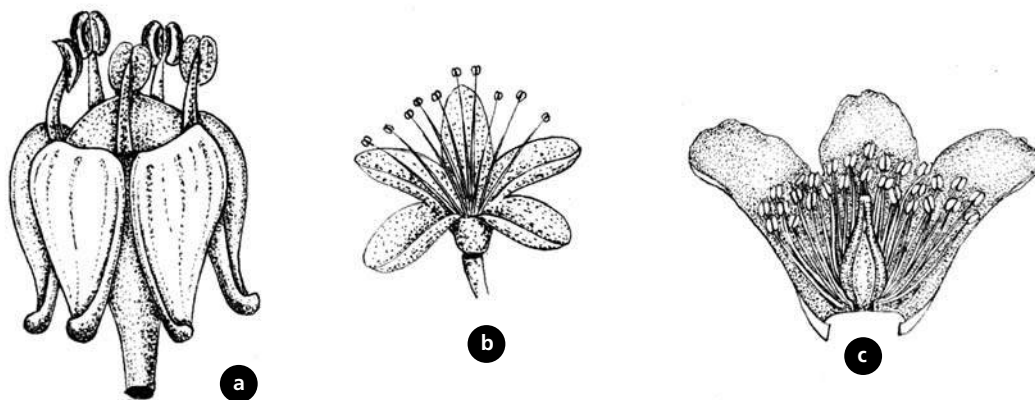


Figura 11.6: (a) Flor isostêmones; (b) flor diplostêmones; (c) flor polistêmones.

### ATIVIDADE 3



Classifique as flores das **Figuras 11.2 e 11.3** quanto ao androceu:

a) União dos estames:

Figura 11.2: \_\_\_\_\_

Figura 11.3: \_\_\_\_\_

b) Posição dos estames na flor:

Figura 11.2: \_\_\_\_\_

Figura 11.3: \_\_\_\_\_

c) Tamanho dos estames:

Figura 11.2: \_\_\_\_\_

Figura 11.3: \_\_\_\_\_

d) Relação entre o número de estames e pétalas:

Figura 11.2: \_\_\_\_\_

Figura 11.3: \_\_\_\_\_

#### COMENTÁRIO DA ATIVIDADE

O androceu das duas flores difere somente quanto à união dos estames e a relação do número de estames e de pétalas. Concorde? Você já viu que os inúmeros estames do hibisco (Figura 11.2) são unidos, formando o andrófo; como a flor possui somente cinco pétalas, ela é classificada quanto a relação do número de estames e pétalas como polistêmone.

#### RESPOSTAS

- a) Figura 11.2: gamostêmones  
Figura 11.3: dialistêmones
- b) Figura 11.2: exclusivos ou excertos  
Figura 11.3: exclusivos ou excertos
- c) Figura 11.2: anisodínamos  
Figura 11.3: anisodínamos
- d) 11.2: polistêmones  
11.3: isostêmones

## CLASSIFICAÇÕES DO GINECEU

As classificações do gineceu também são fundamentais para a identificação da família botânica das Angiospermas. As principais classificações estão relacionadas com o carpelo. Você entendeu bem o que é carpelo? Caso tenha alguma dúvida, releia o item "Partes constituintes de uma flor" (em Gineceu).

### Inserção do estilete no ovário

**Terminal:** o estilete parte do ápice do ovário. É o tipo mais comum.

**Basal ou ginobásico:** o estilete parte da base do ovário e ocorre na família Labiatae (*Salvia*).

### Concrescência dos carpelos entre si

**Gamocarpelar:** neste caso, os carpelos encontram-se unidos entre si. É o tipo mais comum.

**Dialicarpelar:** os carpelos estão livres entre si, total ou parcialmente. Ex.: folha-da-fortuna (Crassulaceae).

## Número de carpelos e de lóculos delimitados pelos carpelos

Se as flores com gineceu gamocarpelar possuem somente um pistilo, como você poderá determinar o número de carpelos? Primeiramente, será necessário verificar o número de estigmas da flor e depois fazer um corte transversal no ovário e contar o número de cavidades (lóculos). Se houver um só estigma e um lóculo no ovário, a flor é monocarpelar. Tendo mais de um estigma, este poderá ser ou não o número de carpelos; para confirmar é preciso fazer o corte transversal no ovário. Feito o corte, veja o que você poderá encontrar:

- Os carpelos do gineceu abertos internamente, existindo apenas um lóculo (ex.: violeta, *Violaceae*). Nesse caso, o número de carpelos é igual ao número de estigmas.
- Os carpelos do gineceu fechados internamente, existindo vários lóculos (ex.: tomate, *Solanaceae*). O número de carpelos é igual ao de lóculos, que geralmente corresponde à quantidade de estigmas. Estes, por vezes, constituem o dobro do número de lóculos (o que acontece em alguns hibiscos, como a “chupetinha”); mas o que vai valer mesmo, no final das contas, é o número de lóculos.

Se as flores são dialicarpelares, elas geralmente apresentam mais de um pistilo, e o número deles corresponde ao de carpelos. Na folhada-fortuna (*Crassulaceae*), por exemplo, há quatro pistilos. Cada um, obviamente, unilocular.

Sintetizando:

**Monocarpelar:** um pistilo e um lóculo no ovário.

**Bi, tri, tetra, penta ou multicarpelar:**

- um pistilo com mais de um estigma e somente um lóculo no ovário;
- um pistilo com somente um estigma e mais de um lóculo no ovário;
- mais de um pistilo.

## Número de óvulos por lóculo

Dentro de cada lóculo poderá existir um ou mais óvulos (**uni**, **biovular**, **tri**, **tetra**, **penta** e **multi** ou **pluriovular**), que podem originar uma ou mais sementes.

## Posição do ovário na flor

**Súpero ou livre:** quando o ovário está situado acima do receptáculo, e não tem paredes aderidas a ele. É o tipo mais comum na Natureza.

**Ífero ou aderente:** localiza-se no interior do receptáculo, em geral com suas paredes aderidas a ele. Ex.: café, Rubiaceae.

**Semi-ífero:** quando ocupa uma posição intermediária entre o ovário súpero e o ífero. É o tipo mais raro (ex.: quaresma, Melastomataceae).

### ATIVIDADE 4



Observando a figura a seguir (**Figura 11.7**), representada por um pistilo com dois estigmas, você seria capaz de indicar o número possível de carpelos?



**Figura 11.7:** Pistilo formado por ovário, estilete e dois estigmas.

#### COMENTÁRIO DA ATIVIDADE

A existência de dois estigmas nos permite supor que existem dois carpelos. Na verdade, o ideal seria confirmar o número de carpelos pelo corte transversal do ovário.

#### RESPOSTA

Dois carpelos

## SIMETRIA FLORAL

A maioria das flores é simétrica. A simetria está relacionada ao tipo de polinização. É um importante caráter taxonômico na classificação das flores das Angiospermas.

## Flor simétrica

Aquela que admite pelo menos um plano de simetria, o que permite dividi-la em duas partes iguais. Pode ser:

- zigomorfa ou bilateral: quando admite apenas um plano de simetria (Figura 11.8). Ex.: orquídea (Orchidaceae). (Veja a Figura 10.10, da aula passada.)



Figura 11.8: Flor com simetria zigomorfa.

- Flor actinomorfa ou radial: quando admite dois ou mais planos de simetria passando pelo seu eixo (Figura 11.9). Tipo mais freqüente de simetria. Ex.: lírio (Liliaceae). (Veja a Figura 11.3.)



Figura 11.9: Flor com simetria actinomorfa.

## Flor assimétrica

Quando não admite nenhum plano de simetria. Ex.: Canna, Cannaceae (Figura 11.10).



Figura 11.10: Flor sem simetria.

### NÚMERO DE PEÇAS DOS VERTICILOS PROTETORES E REPRODUTORES

Por fim, você verá, a seguir, a classificação quanto ao número de elementos do cálice e da corola (verticilos de proteção) e do androceu e do gineceu (verticilos de reprodução). Observe que esta classificação separa as classes de Angiospermas: Monocotiledôneas e Dicotiledôneas.

**Flor trímera:** o número de peças dos verticilos corresponde a três ou a um múltiplo de três. Por exemplo: três sépalas, três pétalas, seis estames e três carpelos. Típica das Monocotiledôneas (ex.: lírio, Liliaceae).

**Flor tetrâmera:** o número de peças dos verticilos corresponde a quatro ou a um múltiplo de quatro. Ocorre nas Dicotiledôneas (ex.: folha-da-fortuna, Crassulaceae).

**Flor pentâmera:** o número de peças dos verticilos corresponde a cinco ou a um múltiplo de cinco. Presente nas Dicotiledôneas (ex.: hibisco, Malvaceae).





### ATIVIDADE 5

Leia o texto: ...flor actinomorfa com cinco sépalas livres, cinco pétalas concrescidas entre si, dez estames soldados pelos filetes, cujas anteras abrem-se por fendas longitudinais, ovário livre, formado por cinco folhas carpelares concrescidas, com um lóculo e muitos óvulos.

Considerando as características morfológicas descritas, classifique a flor, conforme a/o:

- número de peças dos verticilos: \_\_\_\_\_
- relação entre o número de estames e o número de pétalas: \_\_\_\_\_
- concrecência da corola: \_\_\_\_\_
- deiscência da antera: \_\_\_\_\_
- posição do ovário na flor: \_\_\_\_\_

#### COMENTÁRIO DA ATIVIDADE

Resolva essa questão localizando no texto a possível resposta para o tipo de classificação indicado nos itens de a a e. Por exemplo: qual a relação entre o número de estames e o número de pétalas dessa flor hipotética? Se a flor tem cinco pétalas e dez estames, ela é diplostêmone; qual a posição do ovário na flor? Se o ovário é livre, ele só pode ser súpero, pois o ovário ínfero é aderido ao receptáculo da flor.

#### RESPOSTAS

- Número de peças dos verticilos: pentâmera.
- Relação entre o número de estames e o número de pétalas: diplostêmones.
- Concrecência da corola: gamopétala.
- Deiscência da antera: rimosa.
- Posição do ovário na flor: súpero.



### ATIVIDADE 6

Diferencie as flores de Dicotiledôneas e Monocotiledôneas quanto ao número de peças dos verticilos protetores e reprodutores:

Dicotiledônea: \_\_\_\_\_

Monocotiledônea: \_\_\_\_\_

Agora que você já deve saber diferenciar as flores de Dicotiledôneas e de Monocotiledôneas quanto ao número de peças dos verticilos protetores e reprodutores, indique, a seguir, a que grupo de Angiospermas (classes) pertencem as flores das figuras:

a) Figura 11.2: \_\_\_\_\_

b) Figura 11.3: \_\_\_\_\_

#### COMENTÁRIO DA ATIVIDADE

*Você já aprendeu que as Angiospermas Monocotiledôneas possuem flores trímeras, ou seja, com três elementos (ou múltiplo de três), então essa é a resposta da Figura 11.3. Assim, qual será a resposta da Figura 11.2?*

#### RESPOSTAS

*Dicotiledônea: tetrâmera ou pentâmera*

*Monocotiledônea: trímera*

*a) Figura 11.2: Dicotiledônea*

*b) Figura 11.3: Monocotiledônea*

## TIPOS DE INFLORESCÊNCIA

Em algumas plantas, as flores são isoladas (solitárias), dispostas nos ramos ou nas axilas das folhas, não constituindo inflorescências; em outras, ao contrário, estão agrupadas em inflorescências. Estas últimas podem ser classificadas em dois grupos básicos: racemosas e cimosas. Esses dois tipos podem formar inflorescências compostas ou mistas, que você estudará mais adiante.

### Racemosas ou indefinidas

São inflorescências que apresentam um eixo principal denominado raque, em que se inserem as flores. Caracterizam-se como indefinidas, pois o eixo tem crescimento contínuo (teoricamente ilimitado), não terminando por uma flor e, à medida que cresce, origina novas flores. O mesmo ocorre com os eixos laterais, caso o eixo principal se ramifique, originando inflorescências compostas, que você verá mais adiante. A seguir, você conhecerá os tipos de inflorescências racemosas mais característicos:

**Cacho:** as flores possuem pedicelos de tamanhos semelhantes e se dispõem ao longo da raque (**Figura 11.11.a**). É comum nas Acanthaceae (sapatinho-de-vênus).

**Corimbo:** tipo de cacho em que as flores apresentam pedicelos de comprimento desigual, atingindo todas as flores numa mesma altura devido ao crescimento dos pedicelos das flores mais inferiores (**Figura 11.11.b**). Ex.: espatódea (Bignoniaceae).

**Umbela:** quando as flores pediceladas partem do ápice da raque. Os pedicelos longos e com aproximadamente o mesmo tamanho estão inseridos num mesmo ponto da raque (**Figura 11.11.c**). Ex.: palma-de-santa-rita, Iridaceae.

**Espiga:** as flores são sésseis (sem pedicelo) e estão inseridas ao longo da raque (**Figura 11.11.d**). Inflorescência típica das Gramineae (milho).

**Espádice:** tipo de espiga em que a raque é bem desenvolvida e protegida por uma bráctea, denominada espata. Ex.: antúrio, Araceae.

**Capítulo:** o eixo da inflorescência alarga-se no ápice formando um receptáculo discóide, onde se inserem as flores sésseis (**Figura 11.11.e**). Ocorre nas margaridas (Compositae).

## Cimosas ou definidas

As inflorescências são assim chamadas quando o eixo principal inicial ao terminar por uma flor cessa seu crescimento e origina outro(s) eixo(s) com o(s) qual(ais) ocorre a mesma coisa.

Os principais tipos são:

**Uníparas ou monocásio:** do eixo inicial parte uma única ramificação. Assim, na forma *helicóide* (**Figura 11.11.f**), as ramificações sucessivas surgem ora para um lado ora para outro e, na forma *escorpióide* (**Figura 11.11.g**), surgem sempre para o mesmo lado. Ex.: lírio (Liliaceae) – forma helicóide; algumas Compositae – forma escorpióide.

**Múltiplas:** do eixo inicial partem duas ou mais ramificações. Existem dois tipos:

- **Dicásio** (**Figura 11.11.h**), o eixo inicial termina por uma flor e se ramifica em dois outros eixos florais. Ex.: quaresma (Melastomataceae).
- **Pleiocásio**, o eixo inicial termina por uma flor e se ramifica mais de duas vezes. Ex.: ixora (Rubiaceae).

### Tipos particulares de cimosas

**Ciátio:** inflorescência que se caracteriza por possuir uma flor feminina central (aclamídea, pedicelo longo, reduzida ao ovário), circundada por flores masculinas (também aclamídeas e reduzidas a um único estame). Possui cinco brácteas unidas entre si, formando um involúcro em torno do conjunto. Típica de Euphorbiaceae (ex.: coroa-de-cristo).

**Sicônio:** inflorescência que possui um amplo receptáculo fechado, salvo na porção superior, em que se inserem as flores unissexuadas. A infrutescência (conjunto de frutos), que surge após a floração, chama-se também sicônio e será estudada na Aula 14. Característica do gênero *Ficus* (figo, Moraceae).

**Glómérulo:** quando várias flores com pedicelos muito curtos se aglomeram em um determinado ponto, ao longo do eixo comum, ou nos ramos. Comum tanto nas Mimosaceae (Leguminosae Mimosoideae) como na caliandra.

**Verticilastro:** quando várias flores de eixos curtos localizam-se na base de duas folhas ou brácteas opostas, e o conjunto se assemelha, a um verticilo. Típicas das Labiatae (*Salvia*).

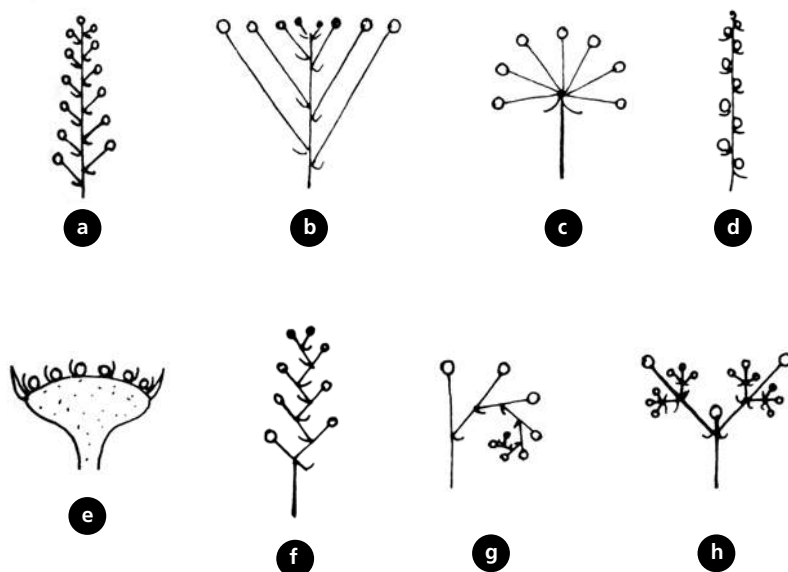
### Inflorescências compostas ou mistas

#### Compostas

Conjunto de mais de um tipo de inflorescência sem haver mistura entre racemosas e cimosas. Ex.: cacho composto no qual as ramificações vão diminuindo da base para o ápice, ficando o conjunto com um aspecto de pirâmide; é denominada Panícula. Típicas das Gramineae (capim).

#### Mistas

São combinações entre inflorescências racemosas e cimosas. Ex.: capítulos que se dispõem de forma escorpióide ao longo de um eixo (ex.: algumas Compositae).



**Figura 11.11:** Tipos de inflorescência: (a) cacho; (b) corimbo; (c) umbela; (d) espiga; (e) capítulo; (f) monocásio helicóide; (g) monocásio escorpióide; (h) dicásio.

### ATIVIDADE 7



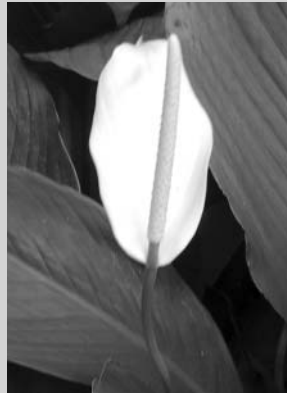
Reconheça nas figuras a seguir os tipos de inflorescência dessas plantas, citando se são racemosas ou cimosas e qual o subtipo.



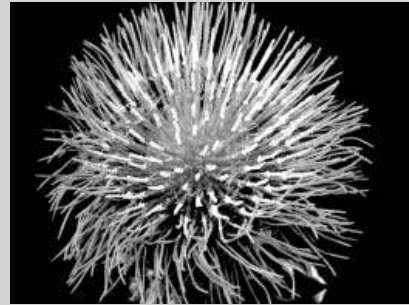
a) Figura 11.12.



b) Figura 11.13.



c) Figura 11.14.



d) Figura 11.15.

#### COMENTÁRIO DA ATIVIDADE

Identificar o tipo de inflorescência de uma planta nem sempre é fácil, mas escolhemos aqui os exemplos mais fáceis.

Na **Figura 11.12** é fácil de visualizar a existência de um eixo de crescimento indefinido: as flores da base são as mais velhas e, no ápice, elas ainda se encontram em botão. Portanto é uma inflorescência racemosa ou indefinida. O subtipo é o cacho: as flores se dispõem ao longo da raque. Você poderia confundir com a espiga, mas verá na **Figura 11.14** que esta é bem diferente.

A **Figura 11.13** está representada por uma margarida (*Compositae*). Agora você já sabe que a margarida não é uma flor e sim uma inflorescência do tipo racemosa, de subtipo capítulo. Os capítulos das margaridas podem ou não apresentar essas falsas pétalas formando uma coroa em volta do receptáculo dilatado; no caso dessa flor, e de muitas outras, elas são brancas. Essas “pétalas” podem ser simplesmente brácteas florais ou flores unissexuadas femininas estéreis; ambas constituem estruturas modificadas para atrair insetos na polinização. As flores verdadeiras são bem pequenas e encontram-se no próprio “miolo”; são hermafroditas e sésseis, isto é, não possuem pedicelo.

O espádice é um tipo de espiga protegida por uma bráctea (espata) colorida. Na **Figura 11.14**, a espata é branca. Tanto o espádice quanto a espiga possuem flores sésseis. Sendo assim, suas flores estão coladas na raque, que no caso do espádice, é carnosa.

A **Figura 11.15** é um glomérulo. Tem a aparência de um pom-pom. Os filamentos rosas das flores mais externas são estames (10 por flor). As flores localizadas mais internamente ainda estão em botão.

**RESPOSTAS**

- a) *Figura 11.12: racemosa cacho.*
- b) *Figura 11.13: racemosa capítulo.*
- c) *Figura 11.14: racemosa espádice.*
- d) *Figura 11.15: cimosa glomérulo.*

**RESUMO**

Uma flor completa é constituída de elementos protetores (cálice e corola) e reprodutores (androceu e gineceu).

Ela pode ser classificada de acordo com a presença ou ausência dos elementos que a compõem; por exemplo, a classificação dos verticilos protetores, que divide as espécies de Angiospermas em plantas com flores aclamídeas, monoclamídeas e diclamídeas. Da mesma forma, é fundamental na Taxonomia das Angiospermas, a classificação das espécies quanto à presença do sexo em plantas andróginas, monóicas, dióicas e polígamas.

Existem, também, classificações para o tamanho, a forma, o número, a inserção e a união dos componentes florais. Você estudou as principais. Diante da diversidade das Angiospermas no nosso planeta, você pode imaginar quantas mais existem!

Um conjunto de flores forma as inflorescências. Existem dois tipos básicos de inflorescências: racemosas ou indefinidas e cimosas ou definidas; ambas podem formar conjuntos de inflorescências compostas ou mistas.

As classificações existentes para flor e inflorescência são importantes na Taxonomia das Angiospermas. Sem elas não poderíamos nomear as plantas.

### **AUTO-AVALIAÇÃO**

Se você acertou todas as atividades, ótimo! Caso tenha tido dificuldades, releia os pontos duvidosos. Com certeza, o elemento da flor mais difícil de se estudar é o gineceu. Insista um pouco mais nessa parte. Lembre-se de que o treinamento prático fará com que você assimile mais facilmente a terminologia existente para a grande diversidade das flores das Angiospermas.

### **INFORMAÇÃO SOBRE AS PRÓXIMAS AULAS**

Na próxima aula, você estudará a diversidade da morfologia interna das flores das Angiospermas, ou seja, sua organização estrutural (Aula 12).

Posteriormente (Aula 13), você terá a oportunidade de vivenciar, na prática, os conceitos importantes na classificação morfológica das flores, e também das inflorescências. É visualizando e manuseando as plantas que os conceitos teóricos serão mais bem fixados. Você estudará também, na prática, a anatomia das flores.



# Diversidade morfológica da flor – morfologia interna

AULA

# 12

## Meta da aula

Caracterizar a morfologia interna da flor.

## objetivos

Esperamos que, após o estudo desta aula, você seja capaz de:

- Relacionar as diferenças existentes entre os ápices caulinares vegetativos e reprodutivos.
- Descrever a estrutura interna dos verticilos florais estéreis (sépalas e pétalas) e dos verticilos florais reprodutivos (estames e carpelos).

## Pré-requisitos

Para que você tenha um melhor aproveitamento desta aula, será necessário rever os conceitos de como caracterizar os tecidos vegetais (Aulas 6 a 10 de Botânica I); comparar as semelhanças e diferenças existentes no processo reprodutivo das plantas (Aulas 6 e 10 de Botânica II); aplicar os conhecimentos adquiridos sobre a morfologia externa da flor ( Aula 11 de Botânica II).

## INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, botânicos se questionaram a respeito da evolução morfológica da flor. Atualmente, a flor é definida como um ramo altamente modificado que apresenta folhas metamorfoseadas. Esse ramo é formado por uma haste, denominada pedicelo, que, normalmente, sofre uma dilatação na porção apical para constituir o receptáculo. A partir do receptáculo, emergem sépalas, pétalas, estames e carpelos, que são apêndices especializados do caule, ou seja, nada mais são que folhas modificadas. Como você já estudou na aula anterior, esses apêndices se reúnem formando o perianto (cálice e corola), o androceu (estames) e o gineceu (carpelos).



Lembre-se:

É inegável o papel fundamental que as flores desempenham na reprodução dos vegetais, favorecendo, em muitos casos, o aumento da variabilidade genética das espécies. Alia-se a esse aspecto, o fato de que a maioria das flores apresenta grande beleza o que, não raro, funciona como atrativo para diversos animais que efetuam a polinização (DONATO, 1988).

Acompanhe agora a afirmação:

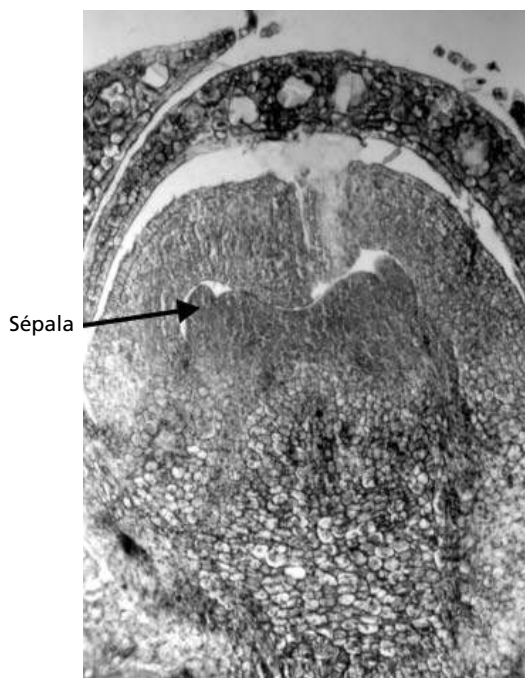
A flor representa um conjunto formado por caule e folhas modificadas.

O que muda, então, na estrutura anatômica desse órgão para que mesmo sendo homólogo aos caules e às folhas, desempenhe função tão distinta e específica? Até o final desta aula, você saberá!

## MERISTEMA APICAL CAULINAR REPRODUTIVO

Inicialmente, é preciso entender a transição que ocorre da fase vegetativa para a reprodutiva no meristema apical de caule.

A flor se desenvolve a partir de um ápice caulinar, lateral ou terminal. Imagina-se que a conjugação de vários fatores (ritmos internos, temperatura, precipitação, e principalmente, o fotoperíodo) pode causar essa mudança no ápice caulinar. Em muitas espécies, o ápice caulinar – meristema apical – se alarga bruscamente, e, em seguida, se achata (Figura 12.1). O caule alargado pode ser portador de uma única flor ou de duas ou mais flores, formando uma inflorescência.



**Figura 12.1:** Seção longitudinal do meristema apical caulinar reprodutivo de *Chorisia speciosa* (Paineira), evidenciando o início da diferenciação das sépalas. (Imagem cedida pela Dra. Ana Maria Donato.)

Em um ápice caulinar vegetativo, o meristema apical continua ativo mesmo depois de formar os primórdios foliares – crescimento indeterminado. Já em um ápice caulinar reprodutivo, ao contrário, o meristema apical forma todas as estruturas que constituem a flor ou a inflorescência em época determinada da fase de vida da planta – o período de floração – e cessa sua atividade, o que caracteriza o crescimento determinado.

Compare, então, as Figuras 12.1 e 12.2 com a Figura 6.2.a da Aula 6 de Botânica I. Note que, de maneira geral, um ápice caulinar vegetativo não difere muito de um ápice caulinar reprodutivo. Os órgãos florais iniciam-se como as folhas, por divisões periclinais de células localizadas abaixo da protoderme ou na própria. Em seguida, ocorrem inúmeras divisões anticlinais e periclinais (você não lembra o que significam essas divisões? Então, volte à Aula 6 de Botânica I; lá, você encontrará essas definições). O resultado é a formação de protuberâncias, que são os primórdios dos verticilos florais. Em via de regra, os órgãos florais são formados em uma ordem centrípeta, ou seja, em direção ao centro. Os mais jovens são, portanto, os órgãos formados junto ao ápice (Figura 12.2). Assim, surgem primeiro as sépalas, seguidas das pétalas, do androceu e do gineceu.

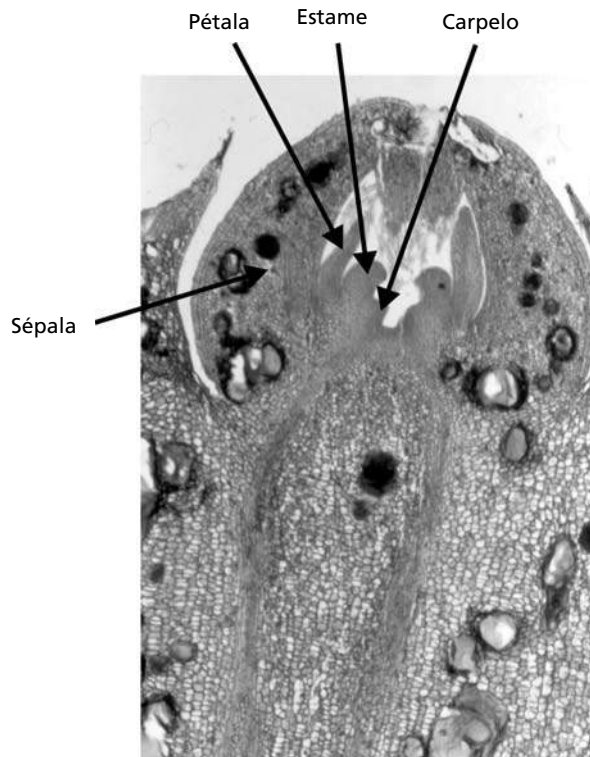


Figura 12.2: Seção longitudinal do meristema apical caulinar reprodutivo de *Chorisia speciosa* (Paineira), evidenciando primórdios de todos os verticilos florais. (Imagem cedida pela Dra. Ana Maria Donato.)

### ATIVIDADE 1



Agora, ao analisar um meristema apical caulinar, que características anatômicas o definem como vegetativo ou reprodutivo?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### RESPOSTA

Você estará no caminho certo, caso tenha apontado as seguintes características:

*Meristema apical caulinar reprodutivo*

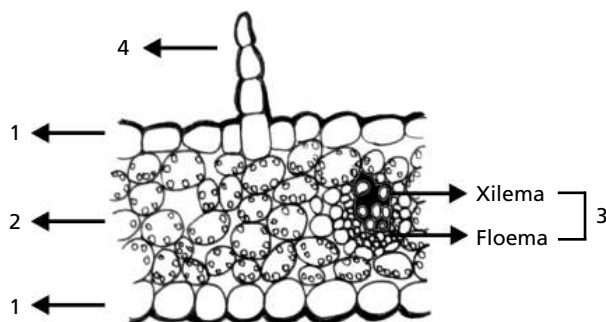
- achatamento da porção mais extrema do meristema apical e formação de um apêndice central margeado por outros apêndices laterais – crescimento determinado;
- ramificação do procâmbio em direção aos apêndices dispostos em uma ordem centrípeta, ou seja, das sépalas para as pétalas estames e gineceu.

*Meristema apical caulinar vegetativo*

- porção mais extrema do meristema apical proeminente e que se auto-conserva, sendo os apêndices formados apenas lateralmente – crescimento indeterminado; e
- ramificação do procâmbio em direção aos apêndices laterais em uma ordem **ACRÓPETA**, ou seja, para os primórdios foliares (veja essa característica na Aula 6 de Botânica I).

## HISTOLOGIA DAS SÉPALAS E PÉTALAS

As sépalas e pétalas não diferem basicamente de uma folha comum. De maneira geral, as sépalas são mais parecidas com as folhas fotossintetizantes, podendo apresentar uma estrutura dorsiventral representada pelos parênquimas, regular e lacunoso, ou uma estrutura homogênea, constituída apenas por parênquima regular (**Figura 12.3**) ou por parênquima fundamental. Já as pétalas diferem um pouco mais das folhas fotossintetizantes. Isso acontece porque, normalmente, as pétalas apresentam mesofilo formado por parênquima fundamental, que pode conter inúmeros espaços intercelulares (**Figura 12.4.a-b**), com células portadoras de cromoplastos, cristais, compostos fenólicos e outros **IDIOBLASTOS**. Estruturas secretoras internas como laticíferos e bolsas e canais secretores também podem estar presentes (**Figura 12.4.b**).



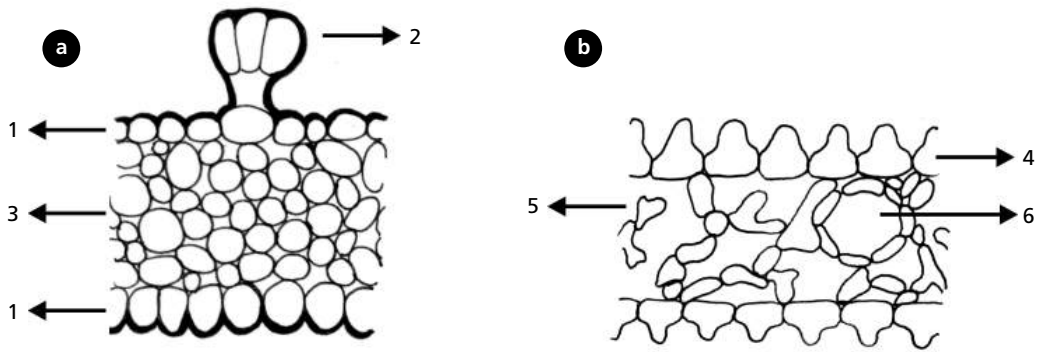
**Figura 12.3:** Representação esquemática de uma seção transversal de sépala, evidenciando: epiderme uniestratificada (1), mesofilo constituído por parênquima regular (2) e feixe vascular colateral desprovido de esclerênquima (3). Nota-se a presença de um tricoma tector unisseriado na epiderme da face adaxial (4).

### ACRÓPETA

Parte da planta que se desenvolve da base para o ápice; ou seja, de baixo para cima.

### IDIOBLASTO

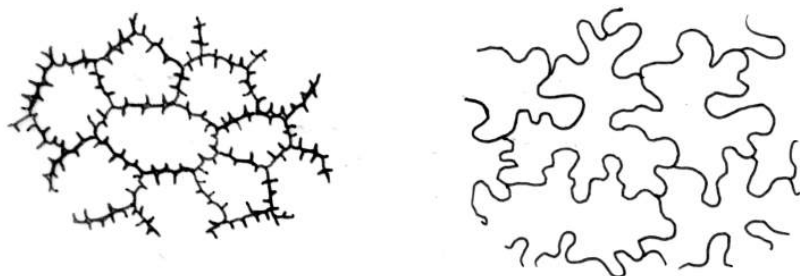
Célula de um tecido que difere das demais células adjacentes, seja em forma, tamanho, conteúdo, espessura da parede etc.



**Figura 12.4.a-b:** Representação esquemática de seções transversais de pétalas: (a) pétala com epiderme uniestratificada (1) e tricoma secretor na face adaxial (2), e mesofilo constituído por parênquima fundamental (3); (b) pétala com epiderme uniestratificada, formada por papilas que são mais proeminentes na face adaxial (4); mesofilo constituído por parênquima fundamental com conspícuos espaços intercelulares (5) e canais secretores (6).

O sistema vascular é pouco desenvolvido, sendo as nervuras quase sempre desprovidas de esclerênquima. A epiderme é constituída por células de paredes delgadas, sendo as paredes periclinais externas recobertas por cutícula e estratos cuticulares e as anticlinais apresentando contorno sinuoso, quando observadas em vista frontal (Figura 12.5). Na base das sépalas e pétalas e ao longo das nervuras, as paredes anticlinais podem ser retas. As papilas estão localizadas nas epidermes de sépalas e pétalas; as sépalas e pétalas são sempre mais freqüentes na epiderme adaxial (Figura 12.4.b). Os estômatos são escassos ou inexistentes. Podem ocorrer tricomas e diferentes tipos de pigmentos como, antocianina, antoxantina etc., visíveis na epiderme das sépalas e pétalas. Estruturas secretoras externas, como tricomas secretores (Figura 12.4.a), nectários e osmóforos também são encontrados em sépalas e pétalas.

Em algumas espécies, os elementos que formam o perianto (cálice e corola) não exibem distinção estrutural entre sépalas (cálice) e pétalas (corola). Esses apêndices florais são, então, denominados tépalas.



**Figura 12.5:** Representação esquemática das epidermes em pétalas – vista frontal.



## ATIVIDADE 2

Você seria capaz de indicar agora:

- Duas características relativas à importância desses verticilos florais para a reprodução?
- Duas diferenças entre esses verticilos florais e as folhas fotossintetizantes?

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

## RESPOSTAS

*Se você mencionou a presença de papilas e diferentes tipos de pigmentos, bem como de estruturas secretoras externas, (como tricomas glandulares, nectários e osmóforos), relacionadas à atração de polinizadores, você está certo. Parabéns! Caso tenha tido dificuldade em se lembrar dessas duas características, retorne o estudo do texto.*

*No que diz respeito às diferenças entre esses verticilos florais e as folhas fotossintetizantes, você deve relacionar duas entre as seguintes características:*

- *parênquima clorofiliano normalmente ausente;*
- *sistema vascular pouco desenvolvido;*
- *nervuras, quase sempre desprovidas de esclerênquima;*
- *estômatos escassos ou inexistentes;*
- *presença de diferentes tipos de pigmentos como: antocianina e antoxantina, responsáveis pelas cores vistosas de muitas corolas.*

## HISTOLOGIA DOS ESTAMES E CARPELOS

De modo geral, os estames e os carpelos são muito diferentes da estrutura das folhas.

## Estames

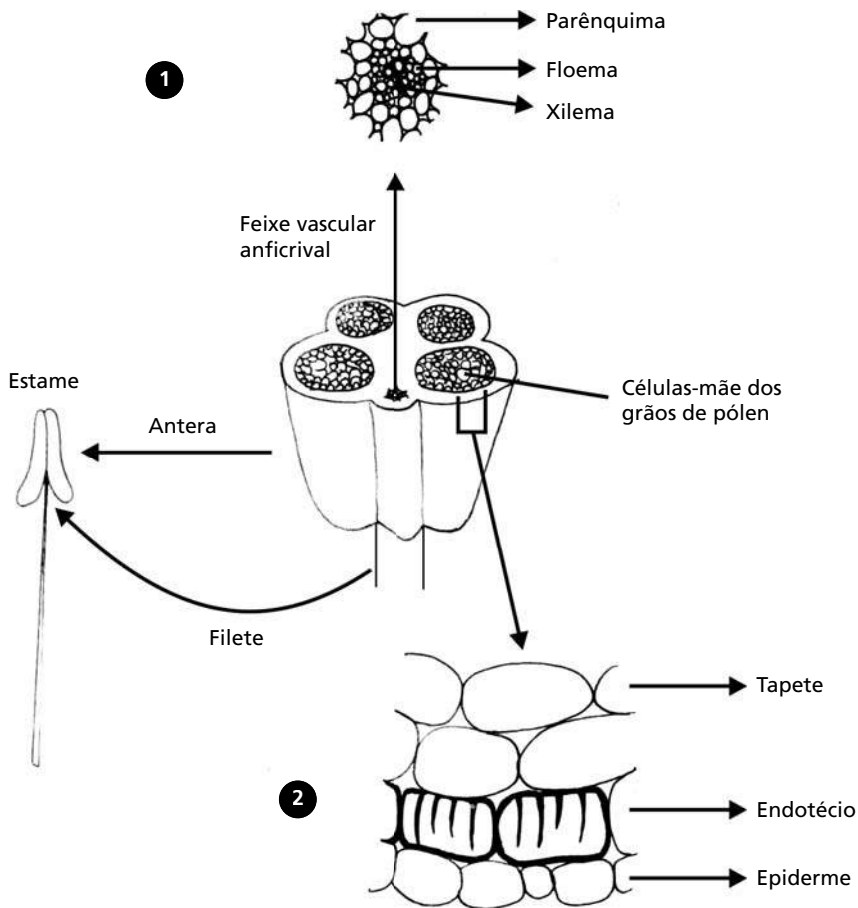
Algumas famílias mais primitivas (como *Austrobabaileaceae*, *Degeneriaceae* e *Himantandraceae* da ordem Magnoliales) possuem estames foliáceos, irrigados por três nervuras. Dos estames foliáceos, evoluíram os constituídos por filete, conectivo e antera (Figura 12.6).

O filete tem estrutura extremamente simples. Sua epiderme é revestida por cutícula e estratos cuticulares e pode apresentar tricomas e estômatos.

É, na maior parte das vezes, provido de um único feixe vascular central, envolvido por parênquima fundamental. Esse feixe é frequentemente do tipo ANFICRIVAL (Figura 12.6).

O feixe vascular percorre o filete e termina cegamente no conectivo, ou seja, no ponto final da vascularização. O conectivo é a porção da antera localizada entre as duas tecas (Figura 12.6).

**!** Você se lembra, não?  
ANFICRIVAL é a denominação de um feixe vascular concêntrico, no qual o xilema ocupa a posição central, sendo envolvido pelo floema (Aula 23 de Botânica I).



**Figura 12.6:** Representação esquemática de um estame floral. Em detalhe, o feixe vascular anficrival (1) e a constituição parietal da teca (2).



As tecas estão relacionadas ao desenvolvimento dos sacos polínicos e apresentam três camadas celulares distintas (**Figura 12.6**):

- a mais externa é a epiderme;
- a subepidérmica é denominada endotécio; e
- a mais interna é o tapete.



Em algumas espécies pode existir uma camada adicional entre o endotécio e o tapete, denominada camada-média. Essa camada tem duração efêmera e, por vezes, pode ser semelhante ao endotécio na fase final do amadurecimento da antera.

O endotécio pode ser formado por células que apresentam espessamento secundário – lignina – das paredes anticlinais e periclinais internas. Tais espessamentos, quando observados em seção transversal, apresentam-se em forma de “U” (**Figura 12.6**).

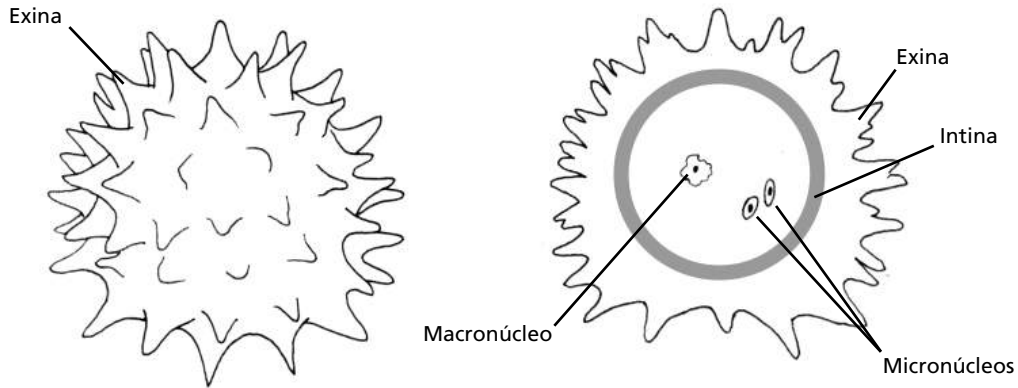
O endotécio formado por células com esse tipo de espessamento é responsável pela deiscência da antera e conseqüente liberação dos grãos de pólen. No mecanismo de deiscência, as células do endotécio perdem água e as paredes de cada uma delas se aproximam do centro, como resultado das forças de adesão entre as moléculas de água e as paredes celulares. A parede periclinal externa, por não possuir espessamentos, se encolhe mais fortemente. Como todas as células do endotécio perdem água quase ao mesmo tempo e todas as paredes periclinais externas se contraem fortemente, a antera se rompe. O rompimento ocorre em zonas especiais denominadas estômios.

O tapete é o tecido nutritivo dos grãos de pólen, constituído, freqüentemente, por células multinucleadas. Ele sofre desintegração com a maturação dos grãos de pólen; logo, na antera completamente desenvolvida, teremos apenas epiderme e endotécio.

Como você viu na Aula 10, o tapete envolve os sacos polínicos que contêm as células-mãe dos grãos de pólen (**Figura 12.6**). Essas células são diplóides e por meiose originam células haplóides, que são os grãos de pólen jovens (gametófito masculino ou microgametófito).

Já adulto, o grão de pólen apresenta-se revestido por duas paredes, a exina e a intina. A exina consiste em uma camada de **ESPOROLENINA**, substância que confere a ela grande resistência. Internamente, à exina, forma-se a intina, que é uma camada delgada de celulose (**Figura 12.7.a-b**). A parte externa da exina é esculpida em variados formatos e pode apresentar importância taxonômica para a segregação de espécies.

A natureza química da exina é um tanto obscura. Tem sido sugerida a possibilidade de a **ESPOROLENINA** ser composta de polímeros oxidados de carotenóides e ésteres.



**Figura 12.7:** Representação esquemática do grão de pólen em seção transversal. Grão de pólen com macro e micronúcleos.

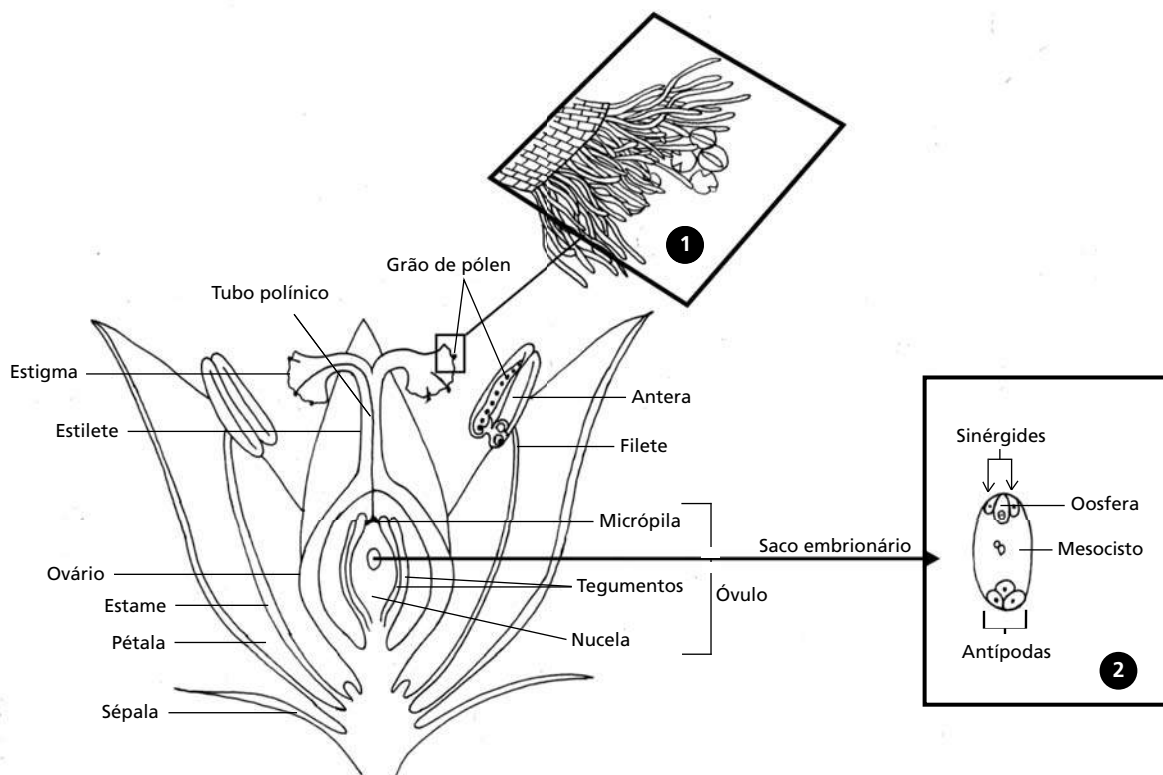
## Carpelos

Na aula anterior, você aprendeu que uma flor pode ter um ou mais carpelos e que eles podem ser livres ou soldados.

Anatomicamente, o carpelo é interpretado como estrutura foliar dobrada, cuja face adaxial fica encerrada e na qual, como você já sabe, é possível distinguir regiões específicas denominadas: estigma, estilete e ovário.

É importante perceber que o estigma e o estilete possuem características anatômicas e fisiológicas especiais, voltadas para facilitar a germinação do grão de pólen e a penetração do tubo polínico.

O estigma é a porção do carpelo receptora dos grãos de pólen. É formado basicamente por tecido secretor. A protoderme do estigma se diferencia em uma epiderme glandular. Essa epiderme pode ser papilosa ou pode ter tricomas (**Figura 12.8**) das mais variadas formas: curtos, longos, ramificados. As células epidérmicas podem secretar enzimas, lipídios, açúcares e aminoácidos, que realizam o reconhecimento químico dos grãos de pólen e propiciam um meio adequado à sua germinação.



**Figura 12.8:** Representação esquemática do crescimento do tubo polínico a partir do estigma até a região da micrópila no óvulo. Em detalhe, o estigma piloso, onde chegam os grãos de pólen (1), e o saco embrionário com a oosfera (2).

Você também já sabe (Aula 11) que o estigma pode ser sésil ou apresentar estilete. O estilete conecta o estigma ao ovário e, em geral, possui formato tubular. Sua epiderme é recoberta por cutícula e estratos cuticulares e pode apresentar estômatos. O sistema vascular está representado por um número variado de feixes vasculares, normalmente do tipo anficrival.

Um parênquima fundamental preenche a área entre a epiderme e o sistema vascular. Esse parênquima é, por muitas vezes, denominado tecido transmissor, pois sua função seria alimentar e permitir o crescimento do tubo polínico em direção ao óvulo, contribuindo para o encontro dos gametas masculinos e femininos no ovário – fecundação.

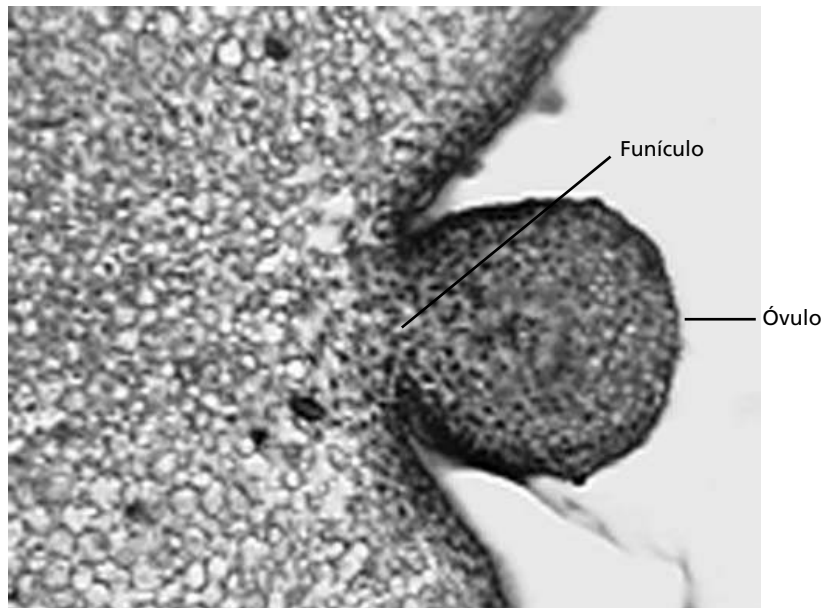
O ovário possui a função primordial de abrigar o/os óvulo/os (macrogametófito/os ou megagametófito/os) que contém/êm o gameta feminino e de proteger e nutrir o embrião ou os embriões. É a porção basal e dilatada do carpelo cuja estrutura é, de modo geral, pouco complexa.

A epiderme abaxial (externa) é uniestratificada e pode apresentar tricomas, estômatos não-funcionais e pigmentos de natureza variada.

A epiderme adaxial se modifica e, junto à camada subepidérmica, constitui o tecido placentário – placenta – onde o/os óvulo/os são formados (Figura 12.9).

O mesofilo é constituído por parênquima fundamental e a vascularização reflete a estrutura básica da folha, ou seja, um feixe dorsal e, normalmente, dois marginais.

Embora a epiderme foliar (e, portanto, também a do carpelo) seja dividida em adaxial e abaxial, como você já aprendeu na disciplina Botânica I, ela é contínua e única. Entretanto, essa epiderme apresenta organização distinta de acordo com a face foliar analisada. As diferenças constatadas são devidas a peculiaridades relativas às trocas gasosas, à captação de luz e à proteção contra a perda excessiva de água, no caso das folhas fotossintetizantes, e à formação dos óvulos e dos gametas femininos, no caso dos carpelos.



**Figura 12.9:** Seção transversal do ovário de jasmim-manga (*Plumeria sp.*), evidenciando um óvulo preso à placenta por meio do funículo.

Os óvulos se originam por divisões periclinais de células abaixo da epiderme da placenta, na face ventral (face adaxial) do ovário. Em princípio, se configuram como projeções arredondadas da placenta. Com as conseqüentes divisões celulares, o óvulo é “projetado” para fora da placenta, ficando ligado a ela através do funículo (**Figura 12.9**).

O óvulo apresenta-se constituído pela nucela, que é normalmente circundada por dois tegumentos: o interno secundina e o externo primina. (**Figura 12.8**). Há famílias que têm mais de dois tegumentos; outras possuem apenas um (unitegmentadas) e ainda existem aquelas que são ategumentadas, ou seja, não possuem tegumentos.

Algumas hipóteses foram formuladas a fim de justificar a existência de tegumentos na nucela e as reduções no número desses tegumentos. Supõe-se que eles serviam para a proteção da nucela em uma estrutura aberta do gineceu, no caso, para a proteção dos óvulos nus encontrados nas Gimnospermas – volte à Aula 10 e reveja essa característica das flores. Na estrutura atual, esses tegumentos podem se tornar um tecido nutritivo – o endotélio – após a fertilização do embrião. Como você já viu na Aula 10, os tegumentos deixam uma pequena abertura: a micrópila, que servirá de passagem para o tubo polínico contendo o gameta masculino (**Figura 12.8**).

Você compreendeu, então, que a flor é um órgão constituído por um eixo caulinar de crescimento limitado – o receptáculo – , que porta apêndices estéreis (sépalas e pétalas) e férteis (estames e carpelos) e que esses apêndices se modificaram durante a evolução das plantas terrestres, a fim de promoverem a fecundação.

Assim, com o surgimento das flores, característica distintiva das Angiospermas, essas modificações permitiram que a reprodução fosse realizada em condições semelhantes àsquelas encontradas no ambiente aquático, sem que os gametas masculinos e femininos necessitassem de um meio líquido livre para o seu deslocamento e conseqüente fecundação.

## RESUMO

A flor é um ramo altamente modificado de crescimento limitado e que porta apêndices estéreis (sépalas e pétalas) e férteis (estames e carpelos). As sépalas e pétalas não diferem basicamente de uma folha comum. De maneira geral, as sépalas são mais parecidas com as folhas fotossintetizantes e as pétalas possuem estruturas mais relacionadas à atração de polinizadores, tais como diferentes tipos de pigmento e de estruturas secretoras internas e externas. Os estames, por sua vez, são constituídos por filete, conectivo e anteras. Os grãos de pólen são produzidos nas tecas, que apresentam três camadas celulares distintas: epiderme, endotécio e tapete. O endotécio é responsável pela deiscência da antera e conseqüente liberação dos grãos de pólen. O tapete é o tecido nutritivo dos grãos de pólen. Já o carpelo é formado por estigma, estilete e ovário. O primeiro é a porção receptora dos grãos de pólen e é formado basicamente por tecido secretor; já o estilete, conecta o estigma ao ovário e permite o crescimento do tubo polínico em direção ao óvulo. O ovário possui a função primordial de proteger e nutrir o embrião ou os embriões.

## ATIVIDADE FINAL

1. Descreva a estrutura anatômica dos seguintes verticilos florais:

- a) sépalas e pétalas
- b) estames
- c) carpelos

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**RESPOSTA COMENTADA**

1. Como você já estudou, as sépalas e pétalas não diferem basicamente de uma folha tal como se conhece. Por outro lado, os estames e os carpelos apresentam morfologia bem diferente das folhas comuns.

a) De maneira geral, as sépalas são mais parecidas com as folhas fotossintetizantes, podendo apresentar uma estrutura dorsiventral representada pelos parênquimas regular e lacunoso. As pétalas diferem um pouco mais das folhas fotossintetizantes. Essas, normalmente, apresentam mesofilo formado por parênquima fundamental ou parênquima lacunoso, com células portadoras de cromoplastos, cristais, compostos fenólicos e outros idioplastos. Estruturas secretoras internas, como laticíferos e bolsas e canais secretores, podem estar presentes. O sistema vascular é pouco desenvolvido, sendo as nervuras normalmente desprovidas de esclerênquima. A epiderme é constituída por células de paredes delgadas; as paredes periclinais externas são recobertas por cutícula e estratos cuticulares e as paredes anticlinais, de contorno sinuoso. Papilas podem ocorrer nas epidermes de sépalas e pétalas, que são sempre mais freqüentes, essas últimas, na epiderme adaxial. Os estômatos são escassos ou inexistentes; ocasionalmente, podem ocorrer tricomas e diferentes tipos de pigmentos como antocianina, antoxantina etc. que são observados na epiderme das sépalas e pétalas. Estruturas secretoras externas, como nectários e osmóforos, podem estar presentes.

b) Os estames são constituídos por filete, conectivo e antera. O filete é extremamente simples em sua estrutura. Sua epiderme é revestida por cutícula e estratos cuticulares e pode apresentar tricomas e estômatos. É provido de um único feixe vascular central que é envolvido por parênquima fundamental. O feixe vascular percorre o filete e termina cegamente no conectivo, que é a porção da antera localizada entre as duas tecas que ela apresenta. As tecas apresentam três camadas celulares distintas: a epiderme, o endotécio e o tapete. O endotécio, normalmente, é formado por células que apresentam espessamento secundário – lignina – nas paredes anticlinais e periclinais internas. Os espessamentos dessas células, quando observados em seção transversal, apresentam-se em forma de “U”. O tapete é o tecido nutritivo dos grãos de pólen. Ele é constituído freqüentemente por células multinucleadas e sofre desintegração com a maturação dos grãos de pólen; na antera, completamente desenvolvida, pode ocorrer apenas epiderme e endotécio.

c) O carpelo é formado por estigma, estilete e ovário e é interpretado como estrutura foliar dobrada cuja face adaxial fica encerrada. O estigma é a porção do carpelo receptora dos grãos de pólen. É formado basicamente por tecido secretor. A epiderme pode ser papilosa ou ter tricomas das mais variadas formas: curtos, longos, ramificados. Já as células epidérmicas, podem secretar enzimas, lipídios, açúcares e aminoácidos que realizam o reconhecimento químico dos grãos de

*pólen e propiciam um meio adequado à sua germinação. O estilete conecta o estigma ao ovário e, em geral, possui formato tubular. Sua epiderme é recoberta por cutícula e estratos cuticulares e pode apresentar estômatos. O sistema vascular está normalmente representado por três feixes vasculares do tipo anfigasal. Um parênquima fundamental preenche a área entre a epiderme e o sistema vascular. Esse parênquima é, por alguns autores, denominado tecido transmissor, pois sua função seria a de alimentar e permitir o crescimento do tubo polínico em direção ao óvulo, contribuindo para o encontro dos gametas masculinos e femininos no ovário – fecundação. O ovário é a porção basal e dilatada do carpelo, cuja estrutura é, de modo geral, pouco complexa. A epiderme abaxial (externa) é uniestratificada e pode apresentar tricomas, estômatos não-funcionais e pigmentos de natureza variada. A epiderme adaxial se modifica e, junto à camada subepidérmica, constitui o tecido placentário – a placenta – onde o/os óvulo/os e seus embriões serão formados. O mesófilo é constituído por parênquima fundamental e a vascularização reflete a estrutura básica da folha, ou seja, um feixe dorsal e, normalmente, dois marginais.*

### INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, você conhecerá, por meio de aula prática, a diversidade morfológica das flores e as principais características anatômicas dos diferentes verticilos florais. Converse com o tutor do seu pólo e verifique todos os materiais que serão utilizados durante a prática; certifique-se dos itens que você precisará providenciar previamente. Aqui relacionamos alguns:

- flores de hibisco (*Hibiscus sp.*) em diferentes estágios de desenvolvimento;
- flores de jasmim-manga (*Plumeria sp.*);
- lupa manual, de preferência com aumento de 20x;
- lâminas de barbear (gilete);
- pinça;
- fragmentos de isopor;
- 1 (uma) placa de Petri e 8 (oito) vidros de relógio – ou outros recipientes, de vidro ou plástico semelhantes;
- lâminas de vidro para cortes histológicos;
- lamínulas;
- água destilada;
- hipoclorito de sódio 50%;
- água acética;
- glicerina 50%;
- esmalte de unha, de preferência incolor;
- pincel número 1.

Agora, não se esqueça de tirar todas as suas dúvidas sobre o assunto antes de dar o passo seguinte!



# Diversidade morfológica da flor – morfologia externa e interna (prática)

AULA

# 13

## Meta da aula

Caracterizar a diversidade da morfologia externa e interna das flores das Angiospermas.

## objetivos

Esperamos que, após esta aula, você seja capaz de:

- Descrever morfológicamente uma flor com base nas características dos verticilos protetores (cálise e corola) e reprodutores (androceu e gineceu).
- Identificar os tecidos e a organização interna desses verticilos.

## Pré-requisitos

Para que você tenha um melhor aproveitamento desta aula, será necessário: rever os conceitos de como caracterizar os tecidos vegetais (Aulas 6 a 10 de Botânica I); aplicar os conhecimentos adquiridos sobre a morfologia externa e interna da flor (Aulas 11 e 12 de Botânica II).

## INTRODUÇÃO

A estrutura de um verticilo floral obedece, em linhas gerais, aos mesmos padrões de uma folha fotossintetizante. Como você já sabe, as sépalas e as pétalas são mais semelhantes às folhas normais, enquanto os estames e carpelos sofreram consideráveis modificações, que permitiram produzir os gametas masculinos e femininos, bem como propiciar a fecundação e abrigar o embrião.

Vamos agora utilizar as flores de *Hibiscus sp.* (Malvaceae) (**Figura 13.1.a**) e de *Vinca sp.* (Apocynaceae) (**Figura 13.1.b**), popularmente conhecidas como hibisco e jasmim-manga, respectivamente, para o exame prático do conhecimento que você adquiriu sobre as flores.



Figura 13.1: Aspecto geral das flores analisadas nesta aula. (a) Flor de *Hibiscus sp.*; (b) flor de *Vinca sp.*

## PRÁTICA 1: MORFOLOGIA EXTERNA DA FLOR

### Materiais

1. flores de hibisco (*Hibiscus sp.*) em diferentes estágios de desenvolvimento;
2. lâminas de barbear (gilete);
3. microscópio estereoscópio ou lupa manual com aumento de 20x.



No decorrer das aulas práticas, você terá contato com lupas, microscópio óptico, lâminas etc. que os biólogos utilizam, freqüentemente, em trabalhos de campo, experiências em laboratórios e na sala de aula. Esses materiais, que você poderá adquirir para montar um kit básico, serão muito úteis para suas futuras aulas no Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Veja outros exemplos de materiais que devem compor seu kit: lupa manual; lâminas de barbear; pinça; fragmentos de isopor; placas de Petri e vidros de relógio – ou outros recipientes semelhantes de vidro ou plástico; lâminas de vidro para cortes histológicos; laminulas; água destilada; hipoclorito de sódio 50%; água acética; glicerina 50%; esmalte de unhas incolor; pincéis de diferentes espessuras.

## Procedimentos

1. Examine cada verticilo floral, observando:
  - a) sua inserção na flor;
  - b) sua união com os demais verticilos;
  - c) a união das peças de cada verticilo;
  - d) o número de peças de cada verticilo.
2. Retire cada peça do verticilo e as deixe reservadas, caso haja necessidade de revê-las.
3. Para observação da deiscência da antera, sugerimos sua visualização nas tecas do botão floral.
4. Para o corte transversal do ovário, onde será possível identificar o número de carpelos da flor, indicamos o uso de lâmina de barbear afiada. Ao fazer os cortes, mantenha-os na própria lâmina de barbear e leve-os, em seguida, para a observação sob lente de aumento.

**Agora faça as atividades a seguir!**

### ATIVIDADES



#### 1. Analisando os verticilos protetores

A flor do hibisco é:

- ( ) aclamídea;      ( ) monoclamídea;      ( ) diclamídea;  
 ( ) homoclamídea;      ( ) heteroclamídea.

Sua simetria é:

- ( ) actinomorfa ou radial;      ( ) zigomorfa ou bilateral.

O cálice apresenta:

Concrescência: \_\_\_\_\_

Número de sépalas: \_\_\_\_\_

A corola apresenta:

Concrescência: \_\_\_\_\_

Número de pétalas: \_\_\_\_\_

#### 2. Analisando os verticilos reprodutores

A flor é:

- ( ) hermafrodita;      ( ) unissexuada.

O androceu apresenta:

Concrescência: \_\_\_\_\_

Número de estames: \_\_\_\_\_

Quanto à soldadura dos estames:

- monadelfo;       mais de um tubo(poliadelfo);  
 sinandro.

Quanto ao tamanho dos estames:

- heterodínamo;     didínamo;  
 tetradínamo;     isodínamos.

Quanto à deiscência da antera:

- rimosa ou longitudinal;  
 valvar;               poricida.

Quanto ao número de tecas nas anteras:

- monotecas;       bitecas;       tetratecas.

Quanto ao número de estames em relação ao número de pétalas:

- oligostêmone;     isostêmone;  
 diplostêmone;     polistêmone.

O gineceu apresenta:

Concrescência: \_\_\_\_\_

Posição do ovário: \_\_\_\_\_

Número de carpelos: \_\_\_\_\_

Número de lóculos: \_\_\_\_\_

Número de óvulos: \_\_\_\_\_

## RESPOSTAS

1. Análise dos verticilos protetores:

A flor do hibisco é:

heteroclamídea.

Sua simetria é:

actinomorfa ou radial.

O cálice apresenta:

Concrescência: sim, ele é gamossépalo.

Número de sépalas: cinco sépalas.

A corola apresenta:

Concrescência: não, ela é dialipétala.

Número de pétalas: cinco pétalas unidas ao tubo de estames  
– andróforo – mas livres entre si.

2. Análise dos verticilos reprodutores:

A flor é:

hermafrodita.

O androceu apresenta:

concrescência: sim, ele é gamostêmone.

Número de estames:  $\infty$ .

Quanto à soldadura dos estames:

monadelfo.

Quanto ao tamanho dos estames:

(X) heterodínamo.

Quanto à deiscência da antera:

(X) rimosa ou longitudinal.

Quanto ao número de tecas nas anteras:

(X) monotecas.

Quanto ao número de estames em relação ao número de pétalas:

(X) polistêmone.

O gineceu apresenta:

Concrescência: gamocarpelar;

Posição do ovário: súpero;

Número de carpelos: cinco carpelos;

Número de lóculos: cinco lóculos;

Número de óvulos:  $\infty$  (infinito).

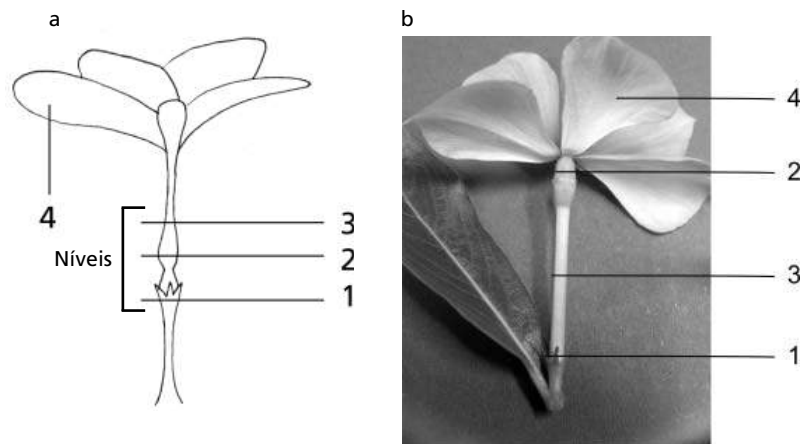
## PRÁTICA 2: MORFOLOGIA INTERNA DA FLOR

### Materiais necessários:

1. flores de jasmim-manga (*Plumeria sp.*);
2. fragmentos de isopor;
3. uma (1) placa de Petri;
4. oito (8) vidros de relógio;
5. lâminas de barbear (gilete);
6. lâminas de vidro para cortes histológicos;
7. lamínulas;
8. água destilada;
9. hipoclorito de sódio 50%;
10. água acética;
11. safrablau (9 safranina 1%: 1 astrablau 1%);
12. glicerina 50%;
13. esmalte de unha, de preferência incolor;
14. pincel número 1;
15. pinça.

## Procedimentos

1. Faça cortes transversais na flor de *Plumeria* sp. (a) ou *Vinca* sp (b) em diferentes níveis, seguindo a orientação da Figura 13.2.



**Figura 13.2:** Níveis de cortes necessários para o estudo anatômico da flor de *Plumeria* sp e *Vinca* sp.

Nível 1: Observando a flor de baixo para cima, verifique a primeira porção dilatada do tubo floral; o corte deve ser realizado na região do cálice, onde as extremidades das sépalas são livres. Você identificará pela presença de cinco pequenos “dentes”, ou seja, cinco sépalas.

Nível 2: O corte deve ser realizado na segunda porção dilatada do tubo floral, essa é a região das anteras.

Nível 3: O corte deve ser feito na porção em que as pétalas ainda estão fundidas.

Nível 4: Porção livre da pétala. **Atenção!** Nesse nível, não será necessário realizar cortes, apenas destacar a epiderme da pétala com uma pinça.

Note que recomendamos que o corte de nível 3 em *Vinca* sp seja feito abaixo do corte do nível 2. Isso porque a região das anteras de *Plumeria* sp é mais embaixo que em *Vinca* sp.

2. Confeccione, com os mesmos, as lâminas semipermanentes, e observe ao microscópio óptico.



## ATIVIDADES

1. No corte do Nível 1, localize, da periferia para o centro: sépalas, pétalas (Lembre-se! Nessa porção, as pétalas estão fundidas umas às outras) e carpelos. Esquematize e responda:

- Quantos carpelos constituem o gineceu?
- Quantos lóculos formam cada carpelo?
- Qual o número de camadas celulares que constituem a epiderme na face externa (abaxial) e na interna (adaxial)? Indique a placenta e identifique alguns óvulos.

Note que o ramo que você estiver utilizando possuir frutos, a visualização dos carpelos e lóculos é facilitada. Converse com seu tutor.

2. No corte do Nível 2, localize as pétalas e as anteras. Esquematize e responda:

- Quantas tecas existem em cada antera?
- Que características podem ser observadas nas camadas que revestem cada uma das tecas?

Identifique a epiderme, o endotécio, e, se possível, os grãos de pólen.

**Atenção! Caso você esteja observando um corte proveniente de um botão floral, talvez seja possível identificar o tapete ainda íntegro.**

3. No corte do Nível 3, observe o tubo formado pelas pétalas fundidas, esquematize e responda:

- Que característica “salta aos olhos” quando se compara a epiderme na face externa e na interna da corola?
- Qual a constituição do mesofilo?

4. Destaque, com o auxílio de uma pinça, a epiderme de uma pétala na sua porção livre, o que corresponde ao Nível 4; monte uma lâmina semi-permanente e observe ao microscópio óptico.

h. Esquematize a epiderme em vista frontal e descreva o traçado das paredes anticlinais:

## COMENTÁRIOS

*Sugestão:*

*Se você teve dificuldades em lembrar o significado dos termos citados nas duas práticas realizadas, que tal, então, elaborar um pequeno glossário com breves definições que lhe possam auxiliar.*

*Veja bem, nesta aula, você viu a importância de se ter um kit básico de materiais para análise da morfologia externa e interna das plantas e, também, a necessidade de um glossário de bolso que deverá ser incrementado, mais adiante, com as características dos frutos e sementes. O **kit básico de análise** e o **glossário** serão muito úteis para que você seja capaz de realizar estas atividades, e também para a provisão de subsídios visando à descrição de uma determinada espécie botânica.*

**RESPOSTAS**

1.

a) *Dois carpelos.*

b) *Dois lóculos.*

c) *A epiderme abaxial é uniestratificada e a adaxial apresenta de três a quatro camadas celulares, formando a placenta em que os óvulos se prendem.*

2.

d) *Duas tecas.*

e) *A epiderme é uniestratificada; o endotécio é formado por várias camadas de células portadoras de espessamento secundário – lignina; e o tapete, que é o tecido nutritivo dos grãos de pólen, sofreu desintegração na teca da flor madura e está presente na teca do botão floral. Alguns grãos de pólen são observados na preparação.*

3.

f) *A presença de inúmeros tricomas na epiderme adaxial.*

g) *O mesofilo é homogêneo, constituído por parênquima fundamental, que apresenta muitos espaços intercelulares na porção voltada para face abaxial.*

4.

h) *A epiderme, em vista frontal, apresenta paredes anticlinais com invaginações – traçado sinuoso.*

## ATIVIDADES FINAIS

Se você achou fácil, ótimo! Caso tenha tido dificuldades na definição dos termos de classificação, será necessário rever esses conceitos nas Aulas 11 e 12. Agora tente repetir essa prática utilizando seu kit básico de análise e seu glossário para classificar outros exemplos de flor. Discuta os resultados encontrados com outros colegas da disciplina.

Em suas novas investigações, você poderá também utilizar as questões formuladas a seguir para classificar outras flores em solitárias ou em inflorescências. Nesta última situação, inflorescência, classifique também quanto a seus diferentes tipos. Você encontrará uma descrição morfológica detalhada no livro *Botânica: Introdução à taxonomia vegetal*; se tiver chance, não deixe de consultá-lo.



Quanto ao número de flores por ramo:

- flor solitária.
- inflorescência simples;
- inflorescência composta.

Quanto ao tipo de inflorescência:

- racemosas ou indefinida;
- cimosas ou definida.

Para inflorescências racemosas ou indefinida:

- cacho;
- corimbo;
- espiga;
- espádice;
- amento;
- umbela;
- capítulo.

Para inflorescências cimosas ou definida:

- monocásio;
- dicásio;
- pleiocásio;
- glomérulo;
- ciátio;
- sicônio.

### INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, você conhecerá a diversidade morfológica dos frutos e suas principais características anatômicas. Não se esqueça de tirar todas as dúvidas sobre as características morfológicas da flor, antes de dar o passo seguinte!



# A diversidade dos frutos: morfologia externa e interna

AULA

14

## Meta da aula

Apresentar a diversidade morfológica externa e interna dos frutos das Angiospermas.

## objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Listar os principais agentes dispersantes dos frutos das Angiospermas.
- Diferenciar os principais tipos de frutos das Angiospermas, classificando-os quanto à origem, à consistência e à abertura.
- Descrever a estrutura interna dos frutos.

## Pré-requisitos

As Aulas 10, 11 e 12 têm conceitos importantes que serão necessários para um melhor aproveitamento desta aula. É fundamental que você tenha aprendido que o fruto é o desenvolvimento do ovário e as sementes são oriundas dos óvulos. Reveja na Aula 10 a formação dessas estruturas. Também será necessário fazer uma revisão do texto que trata do gineceu das flores das Angiospermas, tanto na aula teórica (Aula 11) quanto na prática (Aula 13), em que os conceitos teóricos sobre reprodução foram aplicados.

Na parte do estudo anatômico dos frutos, será necessário reler os conceitos sobre a caracterização dos tecidos vegetais (Aulas 5 a 10 de Botânica I).

## INTRODUÇÃO

O fruto é o desenvolvimento do ovário, que ocorre geralmente após a fecundação dos óvulos, conforme você já viu na Aula 10. Algumas vezes pode haver o desenvolvimento do ovário sem ter ocorrido a fecundação dos óvulos; nesses casos, os frutos são conhecidos como partenocárpicos e neles não há sementes, ou, se houver, elas são estéreis. Tal fato é freqüente em plantas cultivadas para consumo dos frutos.

Existe grande diversidade na estrutura dos frutos; muitas vezes, ela depende diretamente das variações existentes na organização estrutural do gineceu (veja Aula 11). No entanto, nem sempre o “fruto” corresponde exclusivamente ao ovário desenvolvido, visto que outras estruturas podem neles estar presentes. Na maçã e na pêra (espécies da família Rosaceae), por exemplo, a parte comestível é, na verdade, o receptáculo floral, que se hipertrofia e envolve completamente o verdadeiro fruto.

Popularmente, denominam-se “frutas” os frutos saborosos que normalmente podem ser comidos ao natural (*crus*) e, como você já sabe, nem sempre eles correspondem ao fruto verdadeiro. Você já leu, na Aula 10, que o verdadeiro fruto se desenvolve a partir do gineceu, que, por sua vez, é formado a partir do ovário; após a fecundação, depois que o óvulo passa a abrigar o embrião, o ovário se hipertrofia originando o fruto.

As paredes do ovário, ao se desenvolverem, sofrem profundas modificações e dão origem aos envoltórios do fruto – epicarpo, mesocarpo e endocarpo – cujo conjunto constitui o pericarpo (*carpo* = fruto; do grego *karpós*, do latim *carpu*). Abordaremos alguns aspectos da estrutura interna dos frutos após a análise do estudo da sua dispersão e, também, da classificação existente para a grande diversidade de frutos.

## PRINCIPAIS AGENTES DISPERSANTES DOS FRUTOS

Os frutos são órgãos disseminadores das Angiospermas que promovem a dispersão das sementes. Assim, sua morfologia está intimamente relacionada a essa função dispersante, cujos agentes são:

**VENTO:** os frutos apresentam estruturas aladas (semelhantes a asas) que funcionam como planadores, como a sâmara (ex.: araribá, *Leguminosae*). Em alguns casos são as sementes que possuem asas (ex.: *Aspidosperma*, *Apocynaceae*) ou plumas (ex.: paineira, *Bombacaceae*) e o fruto se abre espontaneamente, deixando-as livres.

**Animais:** os frutos são ingeridos por animais e as sementes são rejeitadas ou, então, eliminadas pelas fezes (ex.: erva-de-passarinho, *Loranthaceae*). Alguns são providos de cerdas, espinhos ou substâncias mucilaginosas, que contribuem para sua fixação no animal, facilitando seu transporte (ex.: carrapicho, *Leguminosae*).

**Água:** alguns frutos apresentam características que lhes favorecem a dispersão pela água. O coco-da-baía (*Palmae* ou *Arecaceae*), por exemplo, possui um revestimento fibroso que retém ar, facilitando a sua flutuação.

**Mecânica:** os frutos se abrem bruscamente lançando as sementes a distância (ex.: melão-de-são-caetano, *Cucurbitaceae*).

**Putrefação:** os envoltórios do fruto apodrecem liberando as sementes e fornecendo ótimo substrato para sua germinação. Ocorre nos frutos carnosos (bagas, drupas).

Na Aula 16, você estudará com mais detalhes a disseminação dos frutos e sementes e verá que existe uma nomenclatura específica para cada tipo de agente dispersante. Verá também que o homem pode ser um dispersor de frutos e sementes, de forma acidental, ou mesmo, proposital.



Algumas sementes germinam ainda no interior do fruto (germinação interna), e a nova planta encontra nele alimento suficiente para o início de sua vida.

### ATIVIDADE 1



Diversos frutos exibem características anatomofisiológicas que contribuem para dispersão de suas sementes. Assim, para cada tipo de dispersão citado, indique com suas palavras as características ou tipo de fruto que pode sofrer tal processo:

a. por animais

---

b. pelo vento

---

c. pela água

---



---

**RESPOSTA COMENTADA**

*Se a dispersão do fruto ocorre através de animais, ele terá de apresentar estruturas que favoreçam a fixação do fruto no animal, tais como: cerdas, espinhos etc.*

*Da mesma forma, os frutos dispersos pelo vento terão que possuir estruturas aladas e os frutos transportados pela água, estruturas que contêm ar, para promover a flutuação.*

**RESPOSTAS**

*a. Por animais: presença de cerdas, espinhos ou substâncias mucilaginosas que contribuem para sua fixação ao animal, facilitando o seu transporte.*

*b. Pelo vento: presença de estruturas aladas, que funcionam como planadores.*

*c. Pela água: retenção de ar para facilitar a flutuação.*

## **PARTES CONSTITUINTES DO FRUTO**

Os frutos são formados por pedúnculo e pelo pericarpo. O pedúnculo é o eixo que sustenta o fruto; corresponde ao pedicelo da flor. O pericarpo, conjunto dos envoltórios do fruto (corresponde às paredes do ovário), é formado por três camadas:

- epicarpo: revestimento externo;
- mesocarpo: camada mediana frequentemente bem desenvolvida;
- endocarpo: camada mais interna onde se fixam as sementes.

Como você já aprendeu nas Aulas 12 e 13, o ovário apresenta epiderme abaxial (externa), epiderme adaxial (interna) e um mesofilo constituído normalmente por parênquima fundamental. A epiderme externa pode apresentar tricomas, estômatos e pigmentos de natureza variada; a epiderme interna junto à camada subepidérmica constitui a placenta, onde os embriões são formados após a fecundação.

No fruto, a epiderme externa transforma-se no *epicarpo* ou *exocarpo*; o mesofilo, no *mesocarpo* e a epiderme interna, no *endocarpo*. O conjunto dessas três camadas é denominado *pericarpo*. Abrigada no interior do pericarpo está a semente que, como você aprenderá mais adiante, na Aula 16, é formada pelo embrião e seus tegumentos.

Existem divergências sobre a origem das três camadas que formam o pericarpo, pois em muitos frutos, a formação, tanto do epicarpo como do endocarpo, envolve tecidos subjacentes à epiderme. Nesta aula, adotaremos a terminologia mais comum, que você verá mais adiante.

## HISTOLOGIA DO PERICARPO

O epicarpo é o tecido protetor externo do fruto, normalmente formado por uma epiderme uniestratificada recoberta por cutícula e estratos cuticulares. Essa superfície pode apresentar tricomas e estômatos de tipos variados. Suas células são passíveis de sofrer esclerificação ou de ocorrer a instalação de uma periderme.

O mesocarpo apresenta uma constituição muito variada, representando, freqüentemente, a parte comestível do fruto. Na flor, o mesofilo consiste principalmente de parênquima fundamental entremeado por feixes vasculares. Durante o desenvolvimento do fruto, esse mesofilo pode sofrer considerável modificação histológica, com o acréscimo de novos tecidos – parênquima, colênquima e esclerênquima – e a conseqüente formação do mesocarpo. O mesocarpo pode ser apenas parenquimático e rico em lipídios e açúcares. Pode apresentar idioblastos e inúmeras estruturas secretoras, tais como: canais resiníferos, bolsas oleíferas ou laticíferos. O esclerênquima pode ocorrer como um estrato subepidérmico de esclereídes – hipoderme – ou como grupos de esclereídes dispersos pelo mesocarpo. Os esclereídes tendem a aumentar com o amadurecimento do fruto. O mesocarpo também pode conter fibras, como você verá mais adiante no fruto noz.



A pêra (*Pyrus mallus*), que é um pseudofruto, apresenta inúmeros grupos de esclereídes em sua parte comestível, o que pode ser comprovado pela consistência de areia que a polpa adquire com o amadurecimento do "fruto".

O sistema condutor repete, em linhas gerais, a distribuição encontrada no ovário e pode sofrer ramificações posteriores, principalmente quando o mesocarpo apresenta muitas camadas celulares.

O endocarpo, assim como o mesocarpo, pode apresentar constituição tecidual variável. É possível ser representado apenas por uma epiderme uniestratificada, por parênquima ou por esclerênquima – esclereídes ou fibras – ou pela combinação desses tecidos.

Se você não se lembrou do significado dos termos citados neste item, localize-os nas Aulas 6 a 10 e faça um pequeno glossário.



## ATIVIDADE 2

Descreva, com suas palavras, as principais características das três camadas histológicas que formam o pericarpo.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### RESPOSTA COMENTADA

*Você só conseguirá responder a esta questão se fizer um glossário dos termos anatômicos utilizados. Faça uma síntese da histologia do pericarpo, usando o significado das palavras do seu glossário.*

### RESPOSTAS

*O epicarpo é o tecido protetor externo do fruto, geralmente formado por uma epiderme uniestratificada recoberta por cutícula e estratos cuticulares. O epicarpo pode ou não apresentar tricomas e estômatos de tipos variados. Suas células podem sofrer esclerificação ou pode mesmo ocorrer a instalação de uma periderme.*

*O mesocarpo representa, muito freqüentemente, a parte comestível do fruto. Sua constituição é variada, podendo apresentar parênquima, colênquima e esclerênquima em diferentes combinações, além de idioblastos e estruturas secretoras.*

*O endocarpo, assim como o mesocarpo, apresenta constituição tecidual variável. Pode ser representado apenas por uma epiderme uniestratificada, por parênquima ou por esclerênquima – esclerêideos ou fibras – ou pela combinação desses tecidos. No fruto tipo drupa, o endocarpo constitui o “caroço” do fruto.*

## CLASSIFICAÇÃO DOS FRUTOS QUANTO À SUA ORIGEM

Os frutos podem ser classificados em **simples**, **múltiplos**, **compostos** e **complexos**.



## Fruto Simples

Resulta de um ovário unicarpelar ou de um ovário multicarpelar e gamocarpelar de uma flor só. Pode ser classificado quanto à consistência em carnosos e secos, e quanto à deiscência (abertura) em deiscentes (que se abrem espontaneamente) e indeiscentes (que não se abrem).

Há, na classificação dos frutos simples, duas subdivisões: frutos simples carnosos e frutos simples secos.

### Frutos simples carnosos

São frutos indeiscentes, que apresentam pericarpo carnoso ou semicarnoso:

**Baga:** apresenta o pericarpo carnoso com o epicarpo membranáceo; o mesocarpo carnudo e mais ou menos sucoso e o endocarpo muito tênue. Em geral é polispérmico, ou seja, tem várias sementes. Ex.: tomate, uva, caqui, mamão, banana etc. Existem dois subtipos de baga, também denominados pseudobagas, que têm nomes especiais: peponídeo (melão, melancia) e hesperídeo (laranja, limão, tangerina).



**Figura 14.1:** Fruto simples carnoso do tipo baga (tomate, *Solanaceae*).

**Drupa:** é semicarnoso, em geral monospérmico; possui epicarpo membranáceo; mesocarpo carnudo e endocarpo esclerificado – o caroço (comum nas espécies da família *Rosaceae*). Ex.: pêssego, ameixa, azeitona.



**Figura 14.2:** Fruto simples semicarnoso do tipo drupa (abacate, *Lauraceae*).

### Frutos simples secos

Podem ser indeiscentes ou deiscentes.

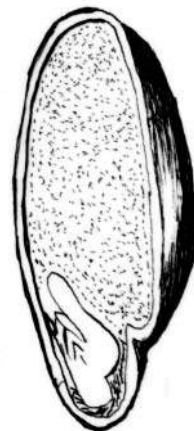
#### Frutos simples secos indeiscentes

**Aquênio:** fruto unilocular, monospermico, com pericarpo reduzido. A semente se fixa ao endocarpo por um pequeno pedúnculo. Característico da família *Compositae* (ex.: girassol).



**Figura 14.3:** Fruto simples seco indeiscente do tipo aquênio (margarida, *Compositae*).

**Cariopse:** unilocular, monospermico com pericarpo reduzido. A semente está completamente aderida ao endocarpo. Característico da família *Gramineae* (ex.: milho, trigo, arroz).



**Figura 14.4:** Fruto simples seco indeiscente do tipo cariopse (milho, *Gramineae*).

**Sâmara:** fruto proveniente de um gineceu com dois ou mais carpelos, com o pericarpo prolongado em expansões laterais semelhantes a asas.



**Figura 14.5:** Fruto simples seco indeiscente do tipo sâmara (ex.: araribá, *Leguminosae*).

**Noz:** quando apresenta o mesocarpo fibroso. Ex.: coco-da-baía.



**Figura 14.6:** Fruto simples seco indeiscente do tipo noz (avelã).

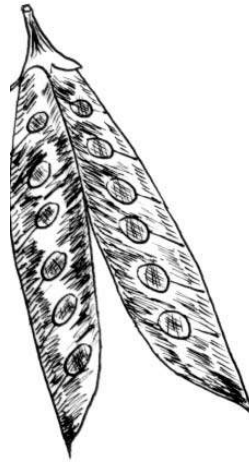
Frutos simples secos deiscentes

**Folículo:** unicarpelar, polispérmico, abrindo-se por uma fenda longitudinal.



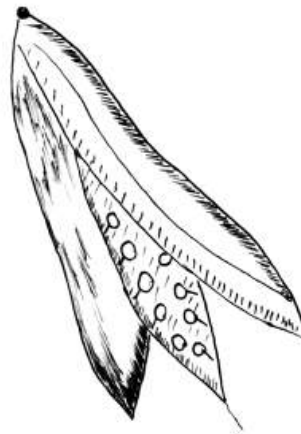
**Figura 14.7:** Fruto simples seco deiscente do tipo folículo (*Leguminosae*).

**Legume:** unicarpelar, polispérmico, abrindo-se por duas fendas longitudinais; característico das espécies da família *Leguminosae*.



**Figura 14.8:** Fruto simples seco deiscente do tipo legume (*Leguminosae*).

**Síliqua:** bicarpelar, bilocular, polispérmico, abrindo-se por dois lóculos separados por um falso septo (ou replo) formado a partir das placentas parietais. A sua deiscência se faz normalmente por quatro fendas longitudinais (característico das espécies da família *Cruciferae*).



**Figura 14.9:** Fruto simples seco deiscente do tipo síliqua.

**Cápsula:** pluricarpelar, com muitos lóculos no ovário (plurilocular), polispérmico, abrindo-se por várias fendas longitudinais.



Figura 14.10: Fruto simples seco deiscente do tipo cápsula.

**Pixídio:** quando se abre por uma fenda transversal, liberando uma tampa denominada opérculo que deixa livre uma abertura circular por onde saem as sementes. Comum na família *Lecythidaceae*.



Figura 14.11: Fruto simples seco deiscente do tipo pixídio (*Lecythidaceae*).

## Fruto Múltiplo

Resulta de ovários de uma flor dialicarpelar. Cada ovário origina um fruto. Ex.: framboesa (polidrupa), morango (poliaquênio), magnólia (polifolículo).



Figura 14.12: Fruto múltiplo do tipo polifolículo da magnólia (*Magnoliaceae*).

### Fruto Composto (infrutescência)

Resulta do desenvolvimento de várias flores de uma inflorescência, ocorrendo uma concrecência de suas partes. Ex.: abacaxi (*Bromeliaceae*), jaca e figo (*Moraceae*).



O abacaxi e a jaca são infrutescências denominadas sorose, constituídas pela fusão de bagas. O figo está incluído no grupo dos frutos compostos (infrutescências) e tem o nome especial de sicônio; possui um receptáculo carnoso, internamente oco, dentro do qual se acham os verdadeiros frutos: pequenos aquênios duros.

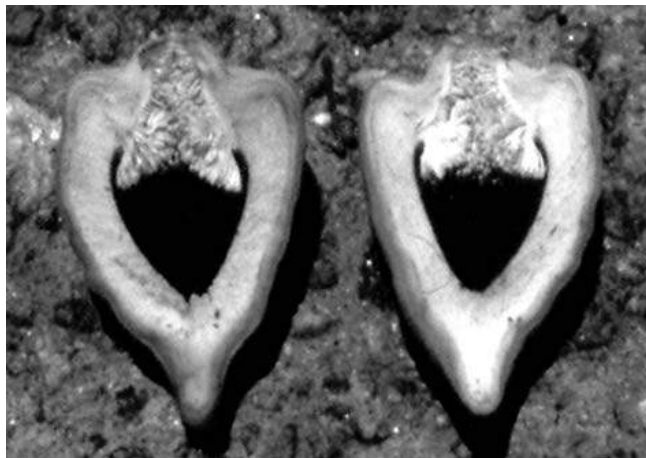


Figura 14.13: Fruto composto (infrutescência) do tipo sicônio (*Ficus sp.*, *Moraceae*).

### Fruto Complexo (pseudofruto)

Quando, além do ovário, desenvolvem-se, também, outras partes da flor como, por exemplo, o pedicelo, no caju, e o receptáculo, na pêra e na maçã (o fruto tem o nome especial pomo).



Figura 14.14: Fruto complexo (pseudofruto) do tipo pomo (pêra, *Rosaceae*).



### ATIVIDADE 3

Corresponda a primeira coluna com a segunda:

- |  |              |
|--|--------------|
| a. Fruto seco deiscente, pluricarpelar, plurilocular, polispérmico | ( ) drupa    |
| b. Fruto seco deiscente, unicarpelar, polispérmico                 | ( ) baga     |
| c. Fruto semicarnoso, em geral monospérmico                        | ( ) legume   |
| d. Fruto seco indeiscente unicarpelar, monospérmico                | ( ) cápsula  |
| e. Fruto carnoso, em geral polispérmico                            | ( ) cariopse |

#### RESPOSTA COMENTADA

*Para responder a esta questão, separe, inicialmente, os frutos secos (legume, cápsula e cariopse) dos carnosos (baga e drupa).*

*Dentro do grupo dos frutos secos, você terá que saber quais são os deiscentes (legume e cápsula) e quais são os indeiscentes (somente cariopse). Agora fica fácil distinguir um legume de uma cápsula! O legume é unicarpelar e a cápsula, pluricarpelar.*

*No caso dos frutos carnosos, lembre-se de que a baga geralmente é polispérmica; a drupa é considerada um fruto semicarnoso e possui somente uma semente.*

#### RESPOSTAS

- |  |                |
|--|----------------|
| a. Fruto seco deiscente, pluricarpelar, plurilocular, polispérmico | ( c ) drupa    |
| b. Fruto seco deiscente, unicarpelar, polispérmico                 | ( e ) baga     |
| c. Fruto semicarnoso, em geral monospérmico                        | ( b ) legume   |
| d. Fruto seco indeiscente unicarpelar, monospérmico                | ( a ) cápsula  |
| e. Fruto carnoso, em geral polispérmico                            | ( d ) cariopse |

### ATIVIDADE 4



Se você fizer uma salada de frutas com laranja, mamão, banana, maçã, uva e abacaxi, que tipo de fruto estaria predominando? \_\_\_\_\_

#### RESPOSTA COMENTADA

*Se você classificar cada fruto desta salada de frutas quanto à origem, verá que a maior parte deles é simples (laranja, mamão, banana e uva). Lembre-se de que a maçã é um pseudofruto (fruto complexo) e o abacaxi, uma infrutescência (fruto composto ou múltiplo).*

*Agora, classifique os frutos simples quanto à consistência. É fácil ver que a laranja, o mamão, a banana e a uva são frutos carnosos, do tipo baga. Portanto, sua salada de frutas é composta, em sua maioria, de bagas.*

**RESPOSTA***Baga***ALGUNS EXEMPLOS DA ANATOMIA DE FRUTOS**

Como você já aprendeu, os frutos recebem classificações baseadas em sua morfologia e uma das principais classificações divide os frutos em secos e carnosos. Agora que você já conhece a nomenclatura de muitos deles, vamos analisar a histologia do pericarpo de três exemplos de frutos com essas características.

O legume é o tipo de fruto seco mais conhecido. É um fruto deiscente, vulgarmente chamado vagem, típico da família *Leguminosae*. Em seu pericarpo se observa um epicarpo constituído por epiderme com uma a duas camadas de células de paredes espessadas, recobertas por cutícula e estratos cuticulares na parede periclinal externa; tricomas e estômatos também podem estar presentes na parede externa do fruto. O mesocarpo, geralmente de natureza parenquimática, tem células de paredes delgadas. O endocarpo possui células de paredes espessadas. O legume apresenta duas **linhas de deiscência**, uma na região da sutura das margens do carpelo (sutura dos bordos foliares) e outra ao longo da nervura mediana dos carpelos.



Só para lembrar: linhas de deiscência são aquelas margens da vagem, descartadas no preparo desse legume para o cozimento.

A baga é o fruto carnoso mais conhecido. Um exemplo de baga é a uva (*Vitaceae*), como você já viu na classificação apresentada anteriormente. O epicarpo (casca da uva) é representado por uma epiderme uniestratificada, sem pêlos (glabra), com células recobertas por cutícula, estratos cuticulares e cera. O mesocarpo carnoso é constituído por células parenquimáticas de paredes delgadas, dotadas de conteúdo aquoso, rico em açúcares, formando uma polpa suculenta. O endocarpo é semelhante ao mesocarpo, com poucas camadas de células parenquimáticas, e envolvendo as sementes (polpa da semente).

Um outro exemplo de fruto carnoso é a drupa. Como você já viu, é um fruto considerado semicarnoso. O pêssego (*Rosaceae*) é um exemplo clássico de drupa. Este fruto apresenta pericarpo formado por



um epicarpo com epiderme uniestratificada com estômatos e numerosos tricomas (casca com muitos pêlos). O mesocarpo parenquimático tem várias camadas de células portadoras de paredes delgadas, que formam a polpa suculenta do fruto. O endocarpo **PÉTREO** (conhecido como “caroço”) é formado por macroesclereídes. É interessante notar que ao separarmos a semente do fruto maduro, o endocarpo pétreo permanece aderido ao tegumento da semente, embora ele não faça parte da semente.

### PÉTREO

Com aparência ou resistência de pedra.



### ATIVIDADE 5

Indique nas **Figura 14.1** e **14.2** as três camadas do pericarpo:

- Epicarpo:
- Mesocarpo:
- Endocarpo:

### RESPOSTA COMENTADA

O epicarpo do tomate (**Figura 14.1**) é a casca. O mesocarpo corresponde a polpa consistente colada à casca, mais ou menos espessa. O endocarpo constitui a polpa aquosa em contato com as sementes.

No abacate (**Figura 14.2**), o epicarpo é a casca; o mesocarpo é a polpa comestível e o endocarpo pétreo está aderido à semente (caroço).

### RESPOSTAS

**Figura 14.1:**

- Casca;
- Polpa consistente colada à casca;
- Polpa aquosa em contato com as sementes.

**Figura 14.2:**

- Casca;
- Polpa comestível;
- Endocarpo pétreo aderido à semente (caroço).

## CONCLUSÃO

Você acabou de conhecer um pouco a morfologia interna de alguns frutos comuns na Natureza. Com isso, você já pode tentar identificar nos frutos que consome no seu dia-a-dia suas partes constituintes. Não se esqueça de que, antes disso, você precisa classificá-los pela sua morfologia externa. Esse é um exercício fundamental para seu aprendizado, já que a diversidade morfológica das Angiospermas é muito grande.

## RESUMO

Existem vários agentes que dispersam os frutos e, conseqüentemente, as sementes. São eles: animais, água, vento, homem.

As classificações existentes para a grande diversidade de frutos são: quanto à origem (frutos simples, múltiplos, compostos e complexos), consistência (secos e carnosos) e deiscência dos frutos (deiscentes e indeiscentes).

As três regiões que compõem o pericarpo (parede do fruto) são o epicarpo ou exocarpo, o mesocarpo e o endocarpo. A constituição histológica do pericarpo determina os diferentes tipos de frutos e a sua deiscência.

## AUTO-AVALIAÇÃO

Se você acertou todas as atividades, parabéns! Caso tenha tido dificuldades, releia os pontos duvidosos. Lembre-se de que o treinamento prático fará com que você assimile mais facilmente a terminologia existente para a grande diversidade de frutos das Angiospermas.

Como você viu nesta aula, as frutas são freqüentemente frutos carnosos, do tipo baga. Os frutos secos são mais difíceis de classificar, mas têm a vantagem de poderem ser conservados para eventuais consultas a especialistas. Portanto, faça sua pequena coleção de frutos. Basta acondicioná-los com naftalina. Seus futuros alunos irão aproveitar muito!

## INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, você terá a oportunidade de conhecer na prática a diversidade morfológica dos frutos e as principais características anatômicas do pericarpo. Para essa aula, você precisará de alguns frutos. Veja, na Aula 15, o material necessário. Não se esqueça de tirar todas as suas dúvidas sobre o assunto antes de dar o passo seguinte!

# A diversidade dos frutos: morfologia externa e interna

AULA

# 15

## Meta da aula

Caracterizar a diversidade da morfologia externa e interna dos frutos das Angiospermas.

# objetivos

Esperamos que, após esta aula, você seja capaz de:

- Diferençar os principais tipos de frutos das Angiospermas, classificando-os quanto à origem.
- Identificar a estrutura interna dos frutos.

## Pré-requisitos

Para que você tenha um melhor aproveitamento desta aula, será necessário rever os conceitos sobre morfologia externa e interna do fruto, que você estudou na aula passada.



**PRÁTICA 1: MORFOLOGIA EXTERNA DO FRUTO**

Identifique, nas figuras a seguir, o tipo de fruto quanto à origem:

- Fruto simples e carnoso:
  - Baga
  - Drupa
- Fruto simples, seco e deiscente:
  - Folículo
  - Legume
  - Síliqua
  - Cápsula
  - Pixídio
- Fruto simples, seco e indeiscente:
  - Aquênio
  - Cariopse
  - Sâmara
- Fruto múltiplo
- Fruto composto
- Fruto complexo



1. **Figura 15.1:** Abacaxi (*Bromeliaceae*)

Tipo de fruto: \_\_\_\_\_



2. **Figura 15.2:** Banana (*Musaceae*)

Tipo de fruto: \_\_\_\_\_



3. **Figura 15.3:** Fruto das *Leguminosae*

Tipo de fruto: \_\_\_\_\_



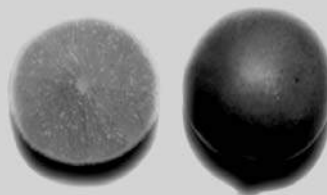
4. **Figura 15.4:** Melão (*Cucurbitaceae*)

Tipo de fruto: \_\_\_\_\_



5. **Figura 15.5:** Milho (*Gramineae*)

Tipo de fruto: \_\_\_\_\_



6. **Figura 15.6:** Limão (*Rutaceae*)

Tipo de fruto: \_\_\_\_\_

#### COMENTÁRIO DA ATIVIDADE

O único fruto desta atividade que não é comestível é o do tipo legume (**Figura 15.3**). Mas atenção! Existem frutos do tipo legume que são muito saborosos, como por exemplo: vagem, feijão, ervilha, lentilha, soja, amendoim etc. Agora você já sabe que poucos “legumes” que você consome são da família Leguminosa e são frutos do tipo legume. Entre os frutos carnosos que incluímos nessa questão, a *baga* (**Figura 15.2**) e as *pseudobagas* (**Figuras 15.4 e 15.6**) são os frutos mais frequentes. Você já viu que a *baga* é o fruto carnosos mais comum. O abacaxi é um exemplo de fruto composto. Os demais frutos são classificados como simples.

#### RESPOSTAS

1. Fruto composto (inflorescência): sorose.
2. Fruto simples e carnosos: *baga*.
3. Fruto simples seco deiscente: legume.
4. Fruto simples e carnosos: *pseudobaga* pepônico.
5. Fruto simples seco indeiscente: *cariopse*.
6. Fruto simples e carnosos: *pseudobaga* hesperídeo.



### PRÁTICA 2: MORFOLOGIA INTERNA DO FRUTO

#### Introdução

No fruto, a epiderme externa transforma-se no epicarpo ou exocarpo; o mesofilo no mesocarpo e a epiderme interna, no endocarpo. O conjunto dessas três camadas é denominado pericarpo e abriga, em seu interior, a semente. Como você já aprendeu, os frutos recebem classificações baseadas em sua morfologia. Uma das principais divide os frutos em secos e carnosos. Nesta prática, você vai analisar o pericarpo de um fruto seco deiscente, do tipo legume.

#### Materiais

1. Frutos não muito maduros de vagem (*Leguminosae*);
2. uma placa de Petri;

3. lâminas de barbear (gilete);
4. lâminas de vidro para cortes histológicos;
5. laminulas;
6. água destilada;
7. pincel.

#### **Procedimento**

- Faça cortes transversais na região mediana da vagem; selecione os mais delgados e confeccione, com eles, lâminas semi-permanentes. Observe-as ao microscópio óptico.
- Localize e esquematize da periferia para o centro: epicarpo, mesocarpo e endocarpo.

#### **COMENTÁRIO DA ATIVIDADE**

Observe o epicarpo constituído por epiderme, uma camada de células de paredes espessadas recobertas por cutícula, e estratos cuticulares na parede periclinal externa. Tricomas e estômatos também podem estar presentes. O mesocarpo se destaca por apresentar o maior número de camadas celulares e combinar parênquima, esclerêides e fibras.

Assim como o epicarpo, o endocarpo também é uniestratificado, com células de paredes delgadas. Note as linhas de deiscência na região da sutura das margens do carpelo (sutura dos bordos foliares) e na nervura mediana dos carpelos. Verifique que essas linhas nada mais são do que feixes vasculares que irrigam o fruto e suas sementes.

No amadurecimento desse legume, as células do pericarpo perdem água até sua completa desidratação, o que promove uma retração no pericarpo.

Assim, nos feixes vasculares, por constituírem pontos de maior resistência e rigidez, o pericarpo se rompe. Em seguida, este se rompe nos feixes vasculares, pontos de maior resistência e rigidez.

## **RESUMO**

As classificações existentes para a grande diversidade de frutos são: quanto à origem (frutos simples, múltiplos, compostos e complexos), à consistência (secos e carnosos) e à deiscência (deiscentes e indeiscentes).

As três regiões que compõem o pericarpo (parede do fruto) são o epicarpo ou exocarpo, o mesocarpo e o endocarpo. Agora você sabe que a constituição histológica do pericarpo determina os diferentes tipos de frutos e a sua deiscência.

## **INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA**

Na próxima aula, você vai conhecer a diversidade morfológica das sementes dos Fanerógamos e suas principais características anatômicas.

# Diversidade morfológica da semente

AULA

# 16

## Meta da aula

Caracterizar morfológica e anatomicamente os diferentes tipos de sementes.

## objetivos

Esperamos que, após o estudo da diversidade morfológica das sementes, você seja capaz de:

- Descrever o desenvolvimento da semente.
- Identificar suas partes constituintes e seus tecidos vegetais.
- Estabelecer seus diferentes tipos de disseminação.

## Pré-requisitos

Para que você tenha um melhor aproveitamento desta aula, é necessário rever conceitos de como caracterizar os tecidos vegetais (Aula 6 a 10 – Botânica I) e comparar as semelhanças e diferenças existentes no processo reprodutivo das Angiospermas e Gimnospermas (Aula 10 – Botânica II).

## INTRODUÇÃO

Dando prosseguimento ao estudo da diversidade morfológica de órgãos reprodutivos encontrados em plantas, esta aula apresenta para você a diversidade morfológica das sementes. A semente constitui a unidade reprodutiva das espermatófitas (Angiospermas e Gimnospermas), cuja função está relacionada com a dispersão e com a sobrevivência das espécies. Esse órgão reprodutivo é o óvulo desenvolvido após a **fecundação**; ele contém o embrião, com ou sem reservas nutritivas, e é protegido pelo tegumento (como você verá mais adiante). Para que ocorra o desenvolvimento da semente é necessário que a flor seja **fertilizada**.

Fertilização ou fecundação é o processo que ocorre somente após a polinização e a união de gametas. Após o estigma ter recebido o grão de pólen, ele germina e forma o tubo polínico. Esse tubo cresce até atingir o ovário, levando dois núcleos espermáticos que, ao penetrarem no óvulo através da micrópila, vão se fundir com a oosfera e com os núcleos polares.

As sementes variam em tamanho, forma, coloração e ornamentações do tegumento. Você está se lembrando de alguma semente? Por exemplo, a do feijão, a do milho, a do tomate, a do maracujá. Qual a cor da semente do feijão? Essas variações são importantes na identificação das sementes, podendo também estar relacionadas com a sua dispersão.

### NUCELA OU NUCELO

Tecido nutritivo do saco embrionário, correspondente ao megasporângio. Você não se lembrou? Então é melhor rever alguns conceitos na Aula 12!

### SUSPENSOR

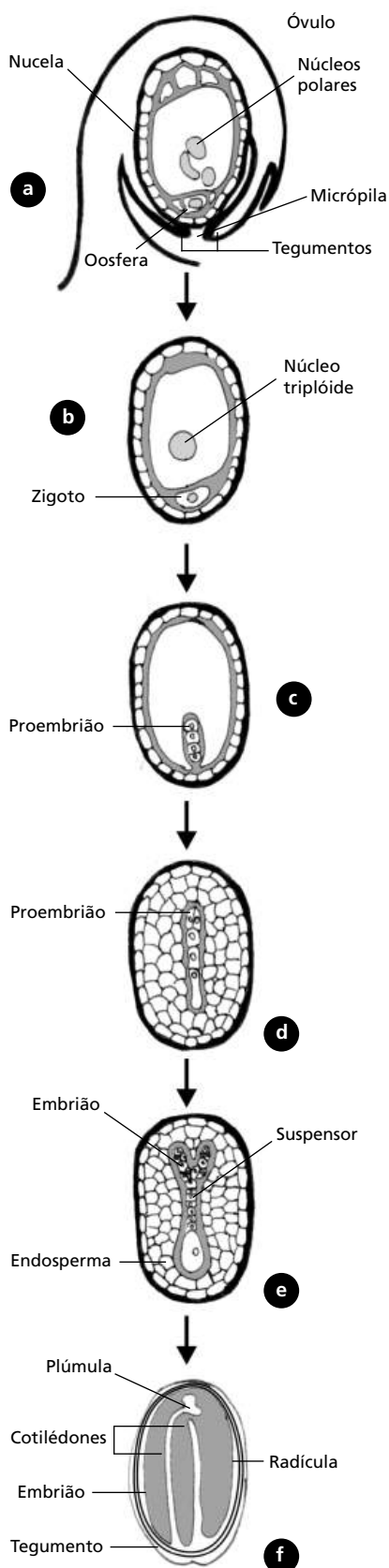
Ocorre na base do embrião. Possui tamanho e forma variável e tem função de empurrar o embrião até o tecido de reserva e absorver substâncias nutritivas da placenta, dos tegumentos ou da nucela.

## COMO OCORRE O DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE?

Na formação do embrião, o zigoto diplóide, proveniente da fusão do microgameta com a oosfera, divide-se em duas células:

- a mais externa, encostada na região da **NUCELA** passa por divisões sucessivas formando um cordão, o **SUSPENSOR**. Um dos lados do suspensor se liga aos sacos embrionários, recebendo destas substâncias nutritivas; o suspensor tem vida curta; no caso do feijão, menos de um dia.
- a mais interna, concomitantemente, passa por divisões sucessivas formando o embrião, que dará origem à futura planta.





A formação de reservas ocorre ao mesmo tempo que os fenômenos descritos anteriormente. O núcleo triplóide, proveniente da fusão do 2º núcleo espermático com os núcleos polares, passa por divisões sucessivas formando um tecido de reserva, o endosperma ou albume. A formação do tegumento acontece, geralmente, através da transformação dos tegumentos do óvulo, originando o revestimento protetor da semente (Figura 16.1).

## DESENVOLVIMENTO DE SEMENTES DE ANGIOSPERMAS E GIMNOSPERMAS

É importante que você saiba as diferenças encontradas nesses dois grupos (você já viu as diferenças encontradas no caule, nas folhas e nas flores em aulas anteriores). As sementes de Angiospermas derivam do óvulo como resultado de processo conhecido como dupla fecundação. Isso ocorre quando um dos gametas masculinos se une ao núcleo da oosfera, dando origem ao zigoto diplóide e, posteriormente, ao embrião, enquanto o outro se funde com os dois núcleos polares do saco embrionário (fusão tripla), dando origem ao endosperma triplóide.

Já as sementes de Gimnospermas são chamadas sementes nuas, como você já estudou na Aula 10. Ainda nos óvulos, e também depois da fecundação, as sementes não são guardadas no interior de um carpelo – ovário, como ocorre nas Angiospermas, mas se desenvolvem sobre esporófitos, escamas ou estruturas equivalentes (Figura 16.2).

**Figura 16.1:** Esquema da formação do embrião e do endosperma nas sementes de Angiospermas: (a) óvulo após a fecundação; (b) após a fusão do gameta masculino com oosfera ocorre a formação de zigoto diplóide e endosperma triplóide; (c) e (d) etapa de desenvolvimento do proembrião; (e) desenvolvimento do embrião propriamente dito; (f) nesta etapa, o embrião formará o eixo hipocótilo-radícula, a plúmula e dois cotilédones.

**!** Mas se as Gimnospermas apresentam sementes nuas, como o embrião é protegido e nutrido? Após a fecundação, o embrião formado permanece envolvido pelo tecido nutritivo do gametófito feminino e pelo tegumento do óvulo, que dará origem ao tegumento da semente (não lembrou? Então é melhor você rever a Aula 10!).

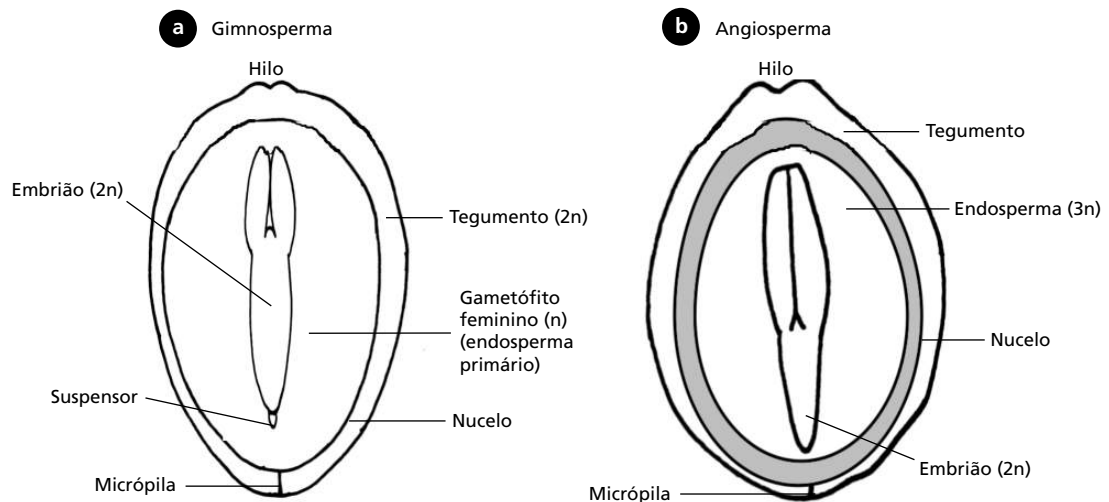


Figura 16.2: Esquema de sementes abertas: (a) semente de Gimnospermas; (b) semente de Angiospermas.

## PARTES CONSTITUINTES DA SEMENTE

Nunca é demais lembrar que a semente é constituída pelo embrião, endosperma e tegumento. O tegumento também é conhecido como testa (tegumento externo) ou tegma (tegumento interno). O embrião apresenta um eixo no qual em um extremo se localiza a radícula e, no outro, a **PLÚMULA** (primórdios foliares). Quando as sementes deixam o fruto, você observa uma pequena cicatriz. Ela é resultante da abscisão da semente e é denominada hilo. Tem formas e colorações diferentes dependendo da espécie, como, por exemplo, a cicatriz branca encontrada na semente de feijão (Figura 16.3 e 16.4.a). A rafe é a estrutura que faz a ligação entre a semente e a placenta no fruto (Figura 16.4.a), ou seja, trata-se de um prolongamento do funículo. Essa estrutura é reconhecida externamente na semente como uma depressão ou saliência contendo feixe vascular que, em geral, termina na calaza. A calaza pode ainda apresentar prolongamentos ou mesmo se ramificar.

### PLÚMULA

Representa a parte do embrião vegetal que corresponde à gema apical e que originará a parte aérea da planta.



Figura 16.3: Sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*). Hilo (seta).

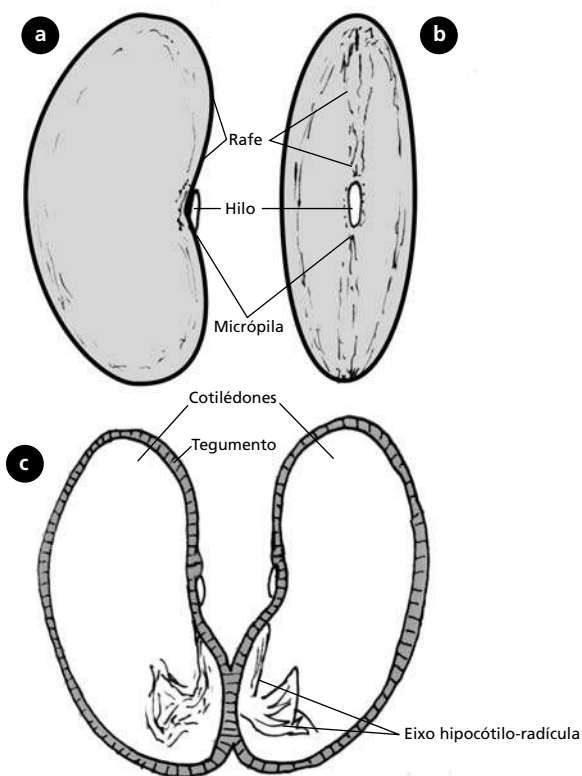


Figura 16.4: Esquema de uma semente de feijão (*Phaseolus vulgaris*): vista externa lateral (a) e frontal (b) da semente mostrando a rafe e o hilo e a micrópila; (c) corte transversal da semente mostrando tegumento, cotilédones, e eixo hipocótilo-radícula.

## Tegumentos

Os tegumentos formam um invólucro que reveste e protege a semente contra danos físicos, químicos e biológicos; por exemplo, contra o ataque de predadores. Eles variam muito em estrutura podendo ser membranáceos (delgados), papiráceos (formando papilas) ou coreáceos (tegumentos mais resistentes). Algumas sementes apresentam tegumento com camadas mucilaginosas, que estão relacionadas à aderência a animais e sua fixação ao solo.

A semente pode ser classificada de acordo com o número de tegumentos que possui:

- bitegumentada: quando é constituída de testa (externo) e tegma (interno), como nas sementes encontradas na maioria das Angiospermas;
- unitegumentada: quando é constituída apenas de um tegumento, como as sementes encontradas na maioria das Gimnospermas;
- ategumentada: quando não apresenta nenhum tegumento, estando a semente protegida diretamente pelo pericarpo, como, por exemplo, as sementes encontradas nas lorantáceas.

Algumas sementes ainda podem ter um tegumento suplementar, como no caso do maracujá (*Passiflora sp.*). Esse é um tipo de semente em que a parte comestível é o arilo da semente. Isso mesmo, aquela parte amarela que você come ou faz suco é uma excrescência carnosa que faz parte da semente! Ela se forma no funículo ou no hilo, e cobre total ou parcialmente a semente (você saberá mais sobre esse assunto no tópico Estruturas especiais encontradas na superfície da semente, desta aula).

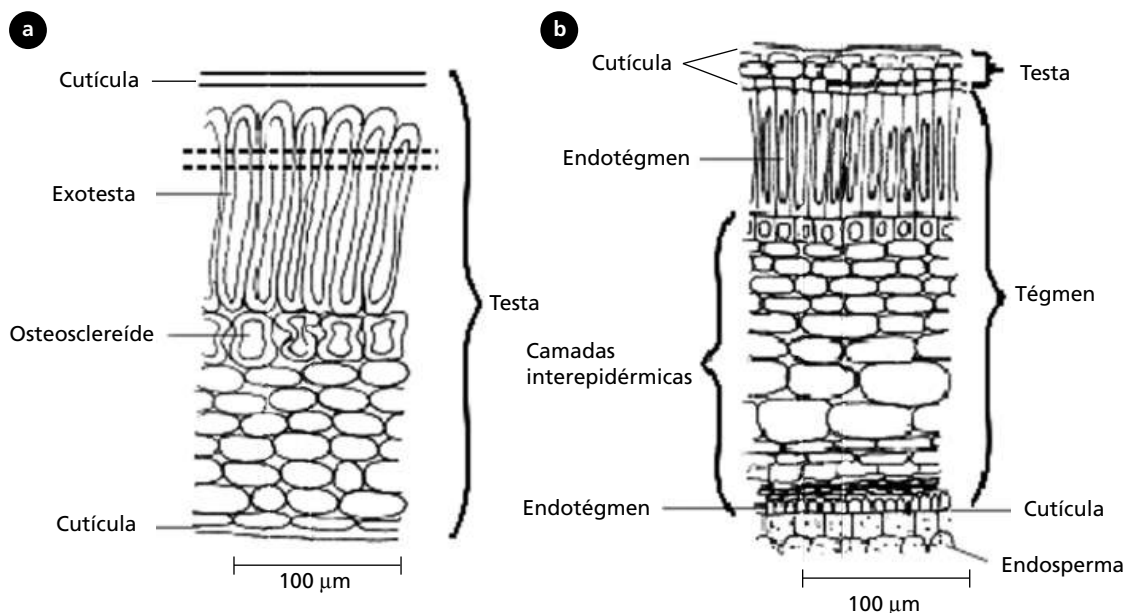
Diferentes tipos de células contribuem como elementos estruturais dos tegumentos das sementes e esse fator dependerá da maneira como esses tegumentos se desenvolvem e do conjunto de características de cada espécie. Tais tipos celulares apresentam-se dispostos em camadas ou arrançados em grupos, como elementos idioblásticos. Os tegumentos contêm tecidos mecânicos que conferem rigidez à casca da semente. Além disso, possuem células parenquimáticas que funcionam como armazenamento de reservas. **IDIOBLASTOS TANÍFEROS** são encontrados com freqüência nas camadas mais externas e podem estar relacionados com a proteção a predadores e microrganismos.

### **IDIOBLASTOS TANÍFEROS**

Você já aprendeu que um idioblasto é uma célula de um tecido que difere das demais células adjacentes seja em forma, tamanho, conteúdo, espessura da parede etc. Então, um idioblasto tanífero é uma dessas células que apresenta conteúdo de tanino.

Os tegumentos da semente podem ser classificados conforme a posição das camadas de tecido mecânico:

1. sementes testais – a principal camada de tecido mecânico está presente na testa, ou seja em uma das camadas do tegumento externo. Subdividem-se em exotestal (camada mais externa – **Figura 16.5.a**), mesotestal (camada central) e endotestal (camada mais interna);
2. sementes tégmicas – a principal camada de tecido mecânico está presente no tegma, ou seja, em uma das camadas do tegumento interno. Podem ser subdivididas em exotégmica (camada mais externa do tegma – **Figura 16.5.b**), mesotégmica (camada central) e endotégmica (camada mais interna do tegma).



**Figura 16.5:** Esquema de cortes anatômicos de tegumentos de sementes maduras: (a) semente testal de *Liecaena leucocephala*, mostrando camada de esclerênquima na exotesta; (b) semente tégmica de *Hibiscus sculentus*, mostrando camada de esclerênquima no exotégmico.



### ATIVIDADE 1

Você acabou de estudar os tecidos de revestimento da semente! Então, você pode responder como ocorre a formação do tegumento da semente? Quais são os tecidos encontrados nos tegumentos? Qual sua importância?

#### COMENTÁRIO

*Você estará no caminho certo caso tenha mencionado a origem dessa estrutura antes da fecundação e sua função na semente! Será interessante rever os tecidos mecânicos e suas funções nas plantas e saber que tipos podemos encontrar. Para auxiliá-lo nesta atividade, reveja os tecidos de sustentação, na Aula 8 (sistema fundamental) da Botânica I.*

#### RESPOSTA

*A formação do tegumento ocorre, geralmente, através da transformação dos tegumentos do óvulo em revestimento protetor da semente. Os tegumentos apresentam tecidos mecânicos, células parenquimáticas e idioblastos. Juntos, esses tecidos conferem rigidez à casca da semente; funcionam também armazenando reservas; e podem estar relacionados a mecanismos de defesa da semente em resposta a fatores bióticos e abióticos.*

## Reservas da semente

As sementes são dotadas de compartimentos com tecidos especializados em reserva. Esses tecidos contêm reservas nutritivas que são utilizadas pelo embrião durante seu desenvolvimento. Há vários tipos de tecidos de reserva encontrados nas sementes. São eles:

- albume ou endosperma secundário: é o tecido nutritivo resultante da segunda fecundação que ocorre nas Angiospermas. Você deve estar se lembrando, mas não custa comentar mais uma vez que o núcleo triploide formado após a fecundação forma esse tecido por divisões sucessivas. Além disso, o albume pode permanecer na semente ou desaparecer durante a formação do embrião como, por exemplo, na semente do milho (*Zea mays*);

- perisperma é o tecido originado pela parte da nucela. Encontra-se posicionado internamente aos tegumentos e pode persistir, algumas vezes, na semente madura, fazendo papel de tecido de reserva. O perisperma pode ser a única reserva da semente como ocorre na família Cannaceae ou juntamente com o albume; por exemplo, na família da pimenta (Piperaceae), em que forma o perisperma;
- endosperma ou endosperma primário é o tecido originado do megagametófito e, portanto, haplóide. Anterior à fecundação, é encontrado nas Gimnospermas.

As sementes ainda podem ser classificadas quanto à presença de albume, como albuminadas (com tecidos de reserva), ou exalbuminadas (sem tecidos de reserva, como no caso das orquídeas).

Resumindo, você estudou e descobriu que o endosperma pode ser totalmente consumido pelo embrião em desenvolvimento ou nele persistir, tendo como principais funções absorver e acumular reservas nutritivas. Geralmente, suas células são pequenas, de paredes celulares finas, e têm conteúdo de reserva como grãos de amido ou grãos de aleurona.

## Embrião

Após a fecundação, o zigoto inicia uma série de divisões celulares dando origem ao embrião. Esse período é bastante variável podendo durar poucas horas ou meses. A semente pode apresentar mais de um embrião – poliembrionia – como ocorre, por exemplo, na manga (*Mangifera indica*).

O desenvolvimento do embrião pode ser dividido em duas fases:

- proembrião (Figura 16.1.c e d) – é o estágio em que o embrião permanece radialmente simétrico. Nessa fase, ele aparece com poucas células, antes que se inicie a diferenciação dos cotilédones e do eixo embrionário;
- embrião propriamente dito (Figura 16.1.e) – fase em que o embrião maduro diferencia um corpo principal e uma porção basal, o suspensor. Enquanto o suspensor empurra o embrião para o tecido nutritivo, o corpo principal se diferencia em cotilédone e em eixo embrionário (Figura 16.6).

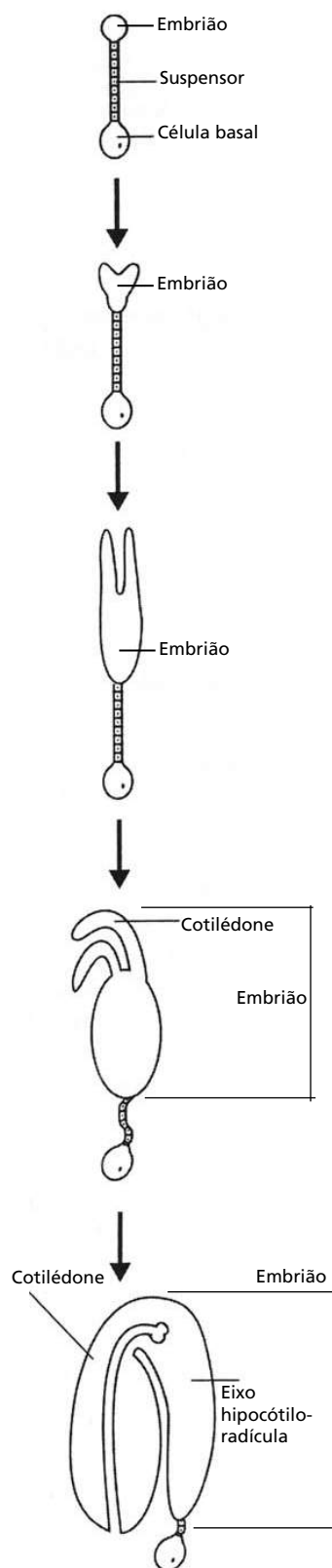


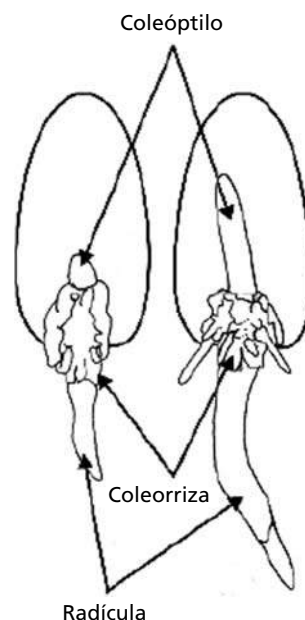
Figura 16.6: Desenvolvimento do embrião em dicotiledôneas.

O embrião pode formar **um** cotilédone, que caracteriza as Monocotiledôneas; **dois** cotilédones em posição lateral, que caracterizam as Dicotiledôneas; ou **vários** cotilédones, o que ocorre em algumas Gimnospermas como, por exemplo, em *Pinus sp.*

O embrião dará origem ao eixo hipocótilo-radícula, a plúmula, o epicótilo e um ou mais cotilédones (Figura 16.1.f e 16.6). A radícula é uma raiz rudimentar; o hipocótilo é a porção do eixo no qual acontece a transição da estrutura da raiz para o caule; a plúmula ou gêmula é um cone vegetativo apical com primórdios das primeiras folhas propriamente dita; o caulículo ou epicótilo, que é a porção caulinar do embrião; e um ou mais cotilédones, que são as folhas embrionárias.

Nas Monocotiledôneas, em que o embrião forma apenas um cotilédone, encontramos peculiaridades, como:

- coleóptilo – bainha que reveste a plúmula (Figura 16.7);
- coleorriza – bainha que reveste a radícula (Figura 16.7);
- escutelo – o cotilédone das Monocotiledôneas não tem função de armazenar, mas sim de transferir nutrientes para o embrião em desenvolvimento;
- razão endosperma/embrião – o endosperma das sementes de Monocotiledôneas ocupa maior porção na semente.



**Figura 16.7:** Germinação de semente de trigo (*Triticum aestivum*). Observe a localização do coleóptilo e da coleorriza.





Na semente de trigo (*Triticum aestivum*), o endosperma ocupa 80%, já nas sementes de mamona (*Ricinus communis*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*), as reservas do endosperma são absorvidas, acumulando-se nos cotilédones.



## ATIVIDADE 2

Você estudou com detalhes todo o desenvolvimento da semente! Agora volte à **Figura 16.1** e faça um resumo apenas observando-a.

### COMENTÁRIO

*Você conseguiu fazer o resumo com facilidade? Ótimo, vamos continuar a aula! Mas se teve alguma dificuldade, vamos lembrar alguns assuntos! Para o desenvolvimento da semente, você precisa saber a origem do tegumento, do embrião e do endosperma nas sementes (no caso da figura em questão – nas Angiospermas). É necessário acompanhar o que ocorre com óvulo após a fecundação, e também a etapa de desenvolvimento do proembrião e o que esse embrião formará!*

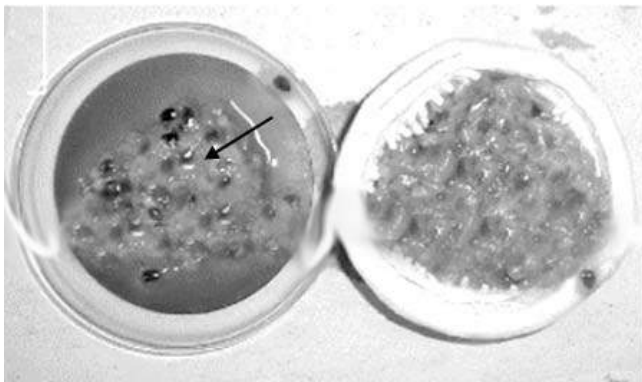
### RESPOSTA

*A Figura 16.1 mostra o desenvolvimento da semente e a formação do embrião, dos tegumentos e do endosperma nas Angiospermas. Para que ocorra o desenvolvimento da semente é necessário que a flor seja fecundada; ou seja, após o estigma ter recebido o grão de pólen, ele germina e forma o tubo polínico. Esse tubo cresce até atingir o ovário, levando dois núcleos espermáticos que, ao penetrarem no óvulo através da micrópila, vão se fundir com a oosfera e com os núcleos polares. Após a fusão do gameta masculino com a oosfera ocorre a formação de zigoto diplóide e endosperma triplóide. O óvulo desenvolvido após a fecundação, contendo o embrião com reservas nutritivas, é protegido pelo tegumento. Ocorre, então, o desenvolvimento do proembrião, que é o estágio em que o embrião permanece radialmente simétrico. Essa etapa dará origem ao embrião propriamente dito. Assim, no embrião maduro, você observará um corpo principal e uma porção basal (também denominada suspensor). Enquanto o suspensor empurra o embrião para o tecido nutritivo, o corpo principal se diferencia em cotilédone e em eixo embrionário.*

## ESTRUTURAS ESPECIAIS ENCONTRADAS NAS SEMENTES

Essas estruturas se desenvolvem a partir do óvulo e geralmente estão relacionadas com a dispersão da semente, são elas:

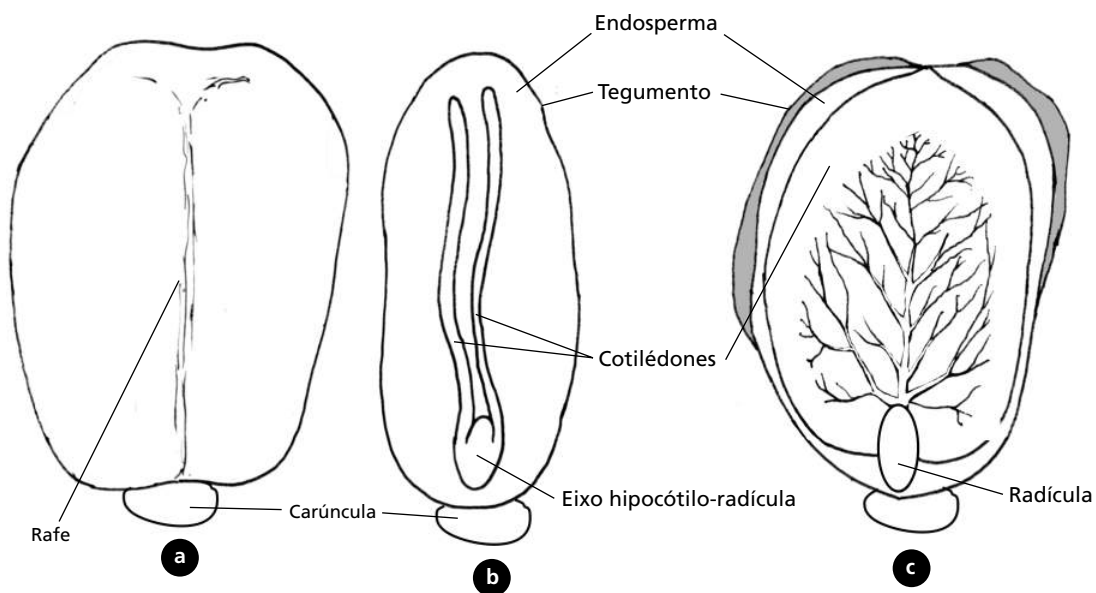
- asas – também conhecidas como alas, representam uma expansão local da testa ou do envoltório da semente. Essas sementes aladas estão relacionadas com a dispersão pelo vento;
- tricomas – sementes com presença de tricomas em sua superfície. Esse tipo de estrutura está, de modo geral, relacionado com a dispersão. Ou seja, dependendo de sua forma, essa estrutura pode estar ligada à dispersão através da aderência em animais (epizoocoria); como exemplo, pode-se citar, as sementes com tricomas em forma de gancho;
- sarcotesta – sementes que apresentam a testa carnosa e comestível, como o mamão (*Carica papaya*) e a romã (*Punica granatum*);



**Figura 16.8:** Fruto de Maracujá (*Passiflora sp.*). Observe o arilo (seta) envolvendo o tegumento escuro da semente.

- apêndices carnosos – podem também ser chamados tegumento suplementar. São eles:

1. arilo: excrescência carnosa que se forma no funículo ou no hilo, e cobre a semente total ou parcialmente; por exemplo, a encontrada em semente de maracujá (*Passiflora sp.*) (**Figura 16.8**);
2. arilóide: excrescência que se origina do tegumento em torno da micrópila; apresenta-se extensa e envolve parcial ou totalmente a semente; é encontrada na noz-moscada (*Myristica fragans*);
3. carúncula (**Figura 16.9.a e b**): excrescência do tegumento que aparece junto à micrópila, porém de pequenas dimensões; é encontrada em sementes de mamona (*Ricinus communis*);
4. estrofiolo: tecido carnoso restrito às cristas, ao longo da rafe, como ocorre em algumas Sapindaceae.



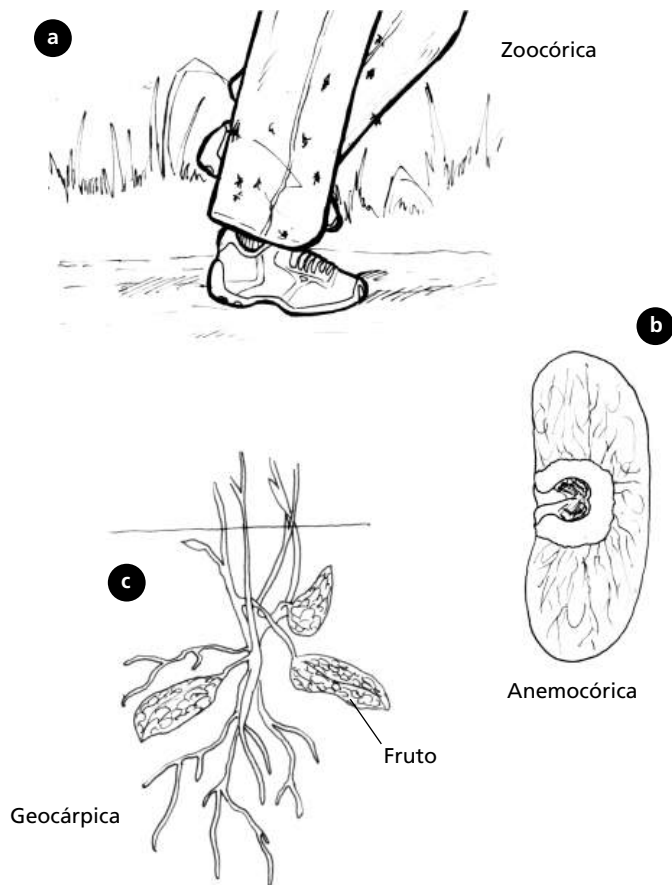
**Figura 16.9:** Esquema de uma semente de mamona (*Ricinus communis*): (a) vista frontal da semente, mostrando a rafe e carúncula; (b) corte transversal, mostrando endosperma, cotilédones, embrião e eixo hipocótilo-radícula; (c) cotilédones desenvolvidos.

## DISSEMINAÇÃO DAS SEMENTES E DOS FRUTOS

É o processo pelo qual os diásporos são dispersos, isto é, são transportados ou lançados da planta que os originou para uma maior ou menor distância. Os diásporos são unidades orgânicas (sementes, frutos ou propágulos) destinadas à propagação das espécies. Os tipos de disseminação são:

1. **zoocoria:** quando é feita com auxílio dos animais. Sementes com pêlos ou espinhos que aderem ao corpo dos animais, como ocorre com o carrapicho (*Zornia diphylla*). Podem também ser ingeridas por aves, macacos, entre outros animais; as sementes são disseminadas junto às fezes como, por exemplo, a erva de passarinho (**Figura 16.10.a**);
2. **anemocoria:** quando a disseminação é feita através do vento. Ocorre em sementes, geralmente, pequenas e leves; por exemplo, as das orquídeas. As sementes também podem apresentar expansões aliformes como pente-de-macaco (*Pithecoctenium echinatum* – **Figura 16.10.b**) ou tricomas com aspecto de pára-quadras, encontrados nas sementes de língua-de-vaca (*Chaptalia nutans*);

3. hidrocoria: quando é feita com auxílio da água. Normalmente, as sementes e os frutos apresentam cutícula impermeável como o coco, por exemplo (*Cocos nucifera*). Podem também apresentar tecidos especializados em flutuação (aerênquima), como ocorre em sementes de *Hermandia guianensis*;
4. autocoria: quando é feita pela própria planta. Para que isso ocorra, os frutos tendem a se abrir com grande pressão, lançando as sementes a uma distância. Exemplo: disseminação de sementes em frutos de beijo-de-frade (*Impatiens balsamina*);
5. barocoria: quando a disseminação é feita pela ação da gravidade. Para que isso ocorra, o diásporo (semente ou fruto) tem de ser pesado, como o abacate;
6. geocarpia: quando a disseminação é feita através de pedúnculos que enterram seus próprios frutos no solo após a fecundação, como ocorre no amendoim (*Arachis sp.* – Figura 16.10.c).



**Figura 16.10:** Formas de dispersão de sementes: (a) sementes sendo levadas nas calças de um homem (antropocoria); (b) sementes de pente-de-macaco com expansões aliformes (anemocoria); (c) frutos de amendoim enterrados no solo (geocarpia).

**RESUMO**

A diversidade morfológica das sementes consta da análise de seu desenvolvimento, do estudo de suas partes constituintes e da investigação de tipos de tecidos vegetais encontrados.

A semente constitui a unidade reprodutiva das espermatófitas (Angiospermas e Gimnospermas), cuja função está relacionada com a dispersão e a sobrevivência das espécies. Esse órgão reprodutivo é o óvulo desenvolvido após a fecundação, contendo embrião, com ou sem reservas nutritivas, protegido pelo tegumento.

As sementes variam em tamanho, forma, coloração e ornamentações da testa. Essas variações são importantes em sua identificação, podendo estar, também, relacionadas com a sua dispersão. Existem vários tipos de disseminação de sementes, processo pelo qual os diásporos (frutos ou sementes) são dispersos, isto é, são transportados ou lançados da planta para perpetuação das espécies.

**ATIVIDADES FINAIS**

1. O que é suspensor? Qual sua função na semente?

---

---

---

---

---

---

2. Descreva os três tecidos de reservas que podem ser encontrados na semente.

---

---

---

---

---

---

### 3. Defina zoocoria e autocoria.

---

---

---

---

---

---

---

---

#### COMENTÁRIOS

*Para a Atividade 1, você primeiro precisa localizar o suspensor! Lembra-se? Vamos, então, para **Figura 16.1**. Em que estágio de desenvolvimento do embrião o suspensor aparece? No início do desenvolvimento ou quando está completamente desenvolvido? O suspensor auxilia o embrião a se nutrir? Se você está acompanhando o raciocínio, já pode responder à pergunta! Se ainda tem dúvidas, reveja o texto!*

*A segunda Atividade é uma questão descritiva; se voltar ao texto, você a encontrará; porém, personalize sua resposta, tentando resolvê-la com exemplos novos.*

*Na Atividade 3, você deverá saber definir alguns tipos de disseminação das sementes. Tente lembrar, associando os sufixos aos nomes. Que tal, lembrou?*

#### RESPOSTAS

*1. Suspensor é a porção basal do embrião maduro, podendo apresentar tamanho e forma variável. Sua função é empurrar o embrião em direção ao tecido de reserva absorvendo substâncias nutritivas da placenta, dos tegumentos ou da nucela para a sobrevivência do embrião.*

*2. As sementes apresentam tecidos de reserva especializados. Utilizam esse material nutritivo durante o desenvolvimento do embrião; é classificado em: albume ou endosperma secundário, que é o tecido nutritivo resultante da dupla fecundação que ocorre nas Angiospermas; perisperma, tecido originado pela parte da nucela que se localiza internamente aos tegumentos; e o endosperma ou endosperma primário, tecido originado do megagametófito e encontrado apenas nas Gimnospermas.*

*3. São processos pelos quais os diásporos (frutos ou sementes) são dispersos, isto é, são transportados ou lançados da planta que os originou. A zoocoria ocorre quando essa disseminação é feita com auxílio dos animais; já a autocoria, quando é realizada pela própria planta.*

## AUTO-AVALIAÇÃO

Você deve tentar responder às atividades propostas no decorrer desta aula e as atividades finais. Utilize exemplos fornecidos na aula, isso facilitará o acompanhamento do assunto. A Atividade 1 é bastante fácil; é apenas um alerta para testar a sua capacidade de assimilação do conteúdo exposto. A segunda, no entanto, é um pouco mais complexa, pois você deverá resumir tudo o que foi dito até aquele momento. Se não conseguir fazer essa atividade, não passe adiante! Volte aos conceitos da aula sobre flor e à origem das partes constituintes da semente. Refaça o resumo sobre o que ocorre nas Gimnospermas, isso será um bom exercício!

## INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Na Aula 17, você poderá conhecer alguns tipos de sementes estudados nesta aula através de uma aula prática, identificando suas partes constituintes. Não se esqueça de tirar todas as suas dúvidas sobre o assunto com o tutor! Para essa aula também será necessário que você relacione três sementes, à sua escolha (ex.: sementes de feijão). Dê uma olhadinha na aula para ver o que você precisa fazer com elas.





# Diversidade morfológica da semente (aula prática)

AULA

# 17

## Meta da aula

Apresentar diferentes tipos de semente e suas partes constituintes.

## objetivos

Esperamos que após a realização das experiências com as sementes propostas nesta aula, você seja capaz de:

- Identificar as partes constituintes da semente.
- Descrever os tipos de tecidos vegetais encontrados nas sementes.
- Relacionar a forma e a estrutura da semente com os diferentes processos de dispersão.

## Pré-requisitos

Para que você tenha um melhor aproveitamento desta aula, é necessário rever os principais conceitos sobre flor, fruto e semente, apresentados nas Aulas 11, 12, 14 e 16.

## INTRODUÇÃO

A semente constitui a unidade reprodutiva das espermatófitas (Angiospermas e Gimnospermas), cuja função está relacionada com a dispersão e a sobrevivência das espécies. A semente é o óvulo maduro da flor após a fecundação e é constituído por embrião e endosperma, protegidos por tegumento.

Nas Angiospermas, as sementes encontram-se fechadas em frutos e derivam do óvulo como resultado de um processo conhecido como dupla fecundação.

As sementes de Gimnospermas são chamadas sementes nuas, pois os óvulos, e, conseqüentemente, as sementes fecundadas, não são guardados no interior de um carpelo (se você não lembra, reveja esse assunto na Aula 10).

A semente apresenta grande variedade de tamanhos e formas entre as espécies. Essas variações estão relacionadas à sua dispersão pelo vento, animais, água, entre outros. Podem também estar relacionadas a condições adversas do meio ambiente, como, a disponibilidade de água (excesso ou falta), por exemplo. Por um lado, esse fato implica um aumento no tamanho das sementes, pois elas carregam o estoque de água necessário para as primeiras etapas do desenvolvimento da nova planta. Por outro lado, implica um aumento do tempo de dormência da semente, o que permite que ela germine apenas quando as condições ambientais se tornem favoráveis; nesse caso, as sementes apresentam pequenas dimensões.

Ao ler a introdução desta aula sobre sementes, você deve ter se lembrado de conceitos como o de suspensor (relativo ao desenvolvimento da semente); as diferenças existentes no desenvolvimento de sementes de Angiospermas e de Gimnospermas; definições sobre as partes constituintes das sementes e formas de dispersão desse órgão. Se você não se lembrou, antes da atividade presencial obrigatória, reveja esses conceitos na Aula 16.

## PROCEDIMENTOS

- forme um grupo com mais dois colegas;
- leia atentamente os procedimentos de cada atividade proposta e discuta, minuciosamente, com os colegas e depois com seu tutor presencial todos os resultados encontrados.

## MATERIAL A SER USADO NAS PRÁTICAS

1. sementes de feijão (*Phaseolous vulgaris*);
2. algodão;
3. copos descartáveis;
4. fragmentos de isopor;
5. uma (1) placa de Petri;
4. lâminas de barbear;
5. pincel nº 5;
6. lâminas de vidro para cortes histológicos;
7. lamínulas;
8. água destilada;
9. microscópio óptico.



Atenção! Como o grupo tem no mínimo três alunos, escolha sementes diferentes e compare!

### Prática 1:

- adquira uma semente de feijão (*Phaseolous vulgaris*);
- na véspera desta aula, deixe-a em um copo com água durante 24 horas;
- faça cortes anatômicos bem finos na semente, com o auxílio de uma lâmina de barbear;
- com o auxílio de um pincel, coloque os cortes entre lâmina e lamínula com uma gota de água;
- observe e esquematize ao microscópio óptico, com objetivas de 10X e 40X, os tipos celulares encontrados.

### Prática 2:

- colete sementes que possuam estruturas especiais para a dispersão pelo vento e por animais (pegue exemplos de seu cotidiano). Se não lembra de nenhum, volte à Aula 16; nela você vai encontrar esses exemplos;
- discuta com os colegas outras formas de dispersão, correlacionando com formas e tamanhos diferentes das sementes.

## AUTO-AVALIAÇÃO

Você deve tentar fazer as atividades que foram propostas aqui e discutir questões relacionadas ao conteúdo. Aproveite esta aula, que é uma atividade presencial obrigatória, para discutir com os colegas e tirar as dúvidas com o tutor. Utilize exemplos da Aula 16, isso facilitará o acompanhamento do assunto. Na Prática 1 é um pouco mais complexa, pois você deverá ter experiência em cortes histológicos, mas não desista ao primeiro corte ruim; praticando, você conseguirá cortes bem finos e a observação dos tecidos será bem mais fácil. A Prática 2 dependerá de você; ou seja, dependerá do que você coletou para a aula. Se você não conseguir fazer essas atividades, não passe adiante! Tire dúvidas com seu tutor!

## INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, você conhecerá de que forma as plantas se defendem contra patógenos, variações de temperatura e injúrias mecânicas. Essa caracterização será feita através do estudo das respostas estruturais causadas por estresses bióticos (como a invasão de patógenos), e abióticos (como o excesso de luz e a disponibilidade de água). Você também conhecerá barreiras de resistências encontradas nas plantas.



# De que forma a planta se defende contra patógenos, variações do ambiente e injúrias mecânicas?

AULA

# 18

## Meta da aula

Apresentar as formas de defesa das plantas contra as variações do ambiente e o ataque de patógenos.

## objetivos

Esperamos que, após esta aula, você seja capaz de:

- Caracterizar respostas estruturais de plantas submetidas a estresses bióticos e abióticos.
- Identificar barreiras de resistência encontradas nas plantas.

## Pré-requisitos

Para que você tenha um melhor aproveitamento desta aula, é necessário rever conceitos de como caracterizar os tecidos vegetais (Aulas 6 a 10) e também os conceitos apresentados nas aulas de adaptação de raízes (Aula 19), caule (Aula 24) e folhas (Aula 30), de Botânica I.

## INTRODUÇÃO

Você já aprendeu que as plantas são organismos que necessitam retirar do ambiente nutrientes essenciais à sua existência. Para isso, esses organismos carecem de interações de seus domínios aéreos e subterrâneos com o meio ambiente, tornando-as suscetíveis a parasitas, patógenos e a mudanças de fatores ambientais como, por exemplo, excesso ou falta de água e luz. As plantas, entretanto, possuem a capacidade de responder adequadamente a muitos desses desafios, o que torna a análise do seu sistema de defesa um campo de estudo bastante amplo e interessante.

Você sabe que as plantas são sedentárias por isso, protegem-se através de mecanismos de defesa físicos e químicos. Estes podem ser constitutivos, fazendo parte do plano normal de desenvolvimento da planta ou, ainda, induzidos, quando são sintetizados em resposta a um estímulo ambiental.

Nesta aula, você conhecerá um pouco da resposta anatômica e ultra-estrutural dos mecanismos de defesa constitutivos e induzidos que as plantas utilizam como resposta a diferentes tipos de estresse:

- os bióticos, como o ataque de patógenos e parasitas;
- os abióticos, como os efeitos de metais pesados, radiações e falta ou excesso de água (estresse hídrico).

Muito do que vai ser comentado aqui, você já viu em outros tópicos de aulas anteriores de Botânica I e II; porém, o enfoque agora é o mecanismo de defesa de plantas submetidas a esses tipos de estresses ou, em outras palavras, entender como as plantas se defendem.

Apesar da aparente passividade, associada ao caráter sésil, as plantas são capazes de perceber e responder a agressões, conseguindo, freqüentemente, sobreviver, mesmo que seu desenvolvimento seja prejudicado. As plantas, assim como os animais, estão sujeitas a agressões causadas por agentes abióticos e bióticos, que alteram seu padrão fisiológico e adaptativo (**Figura 18.1**).



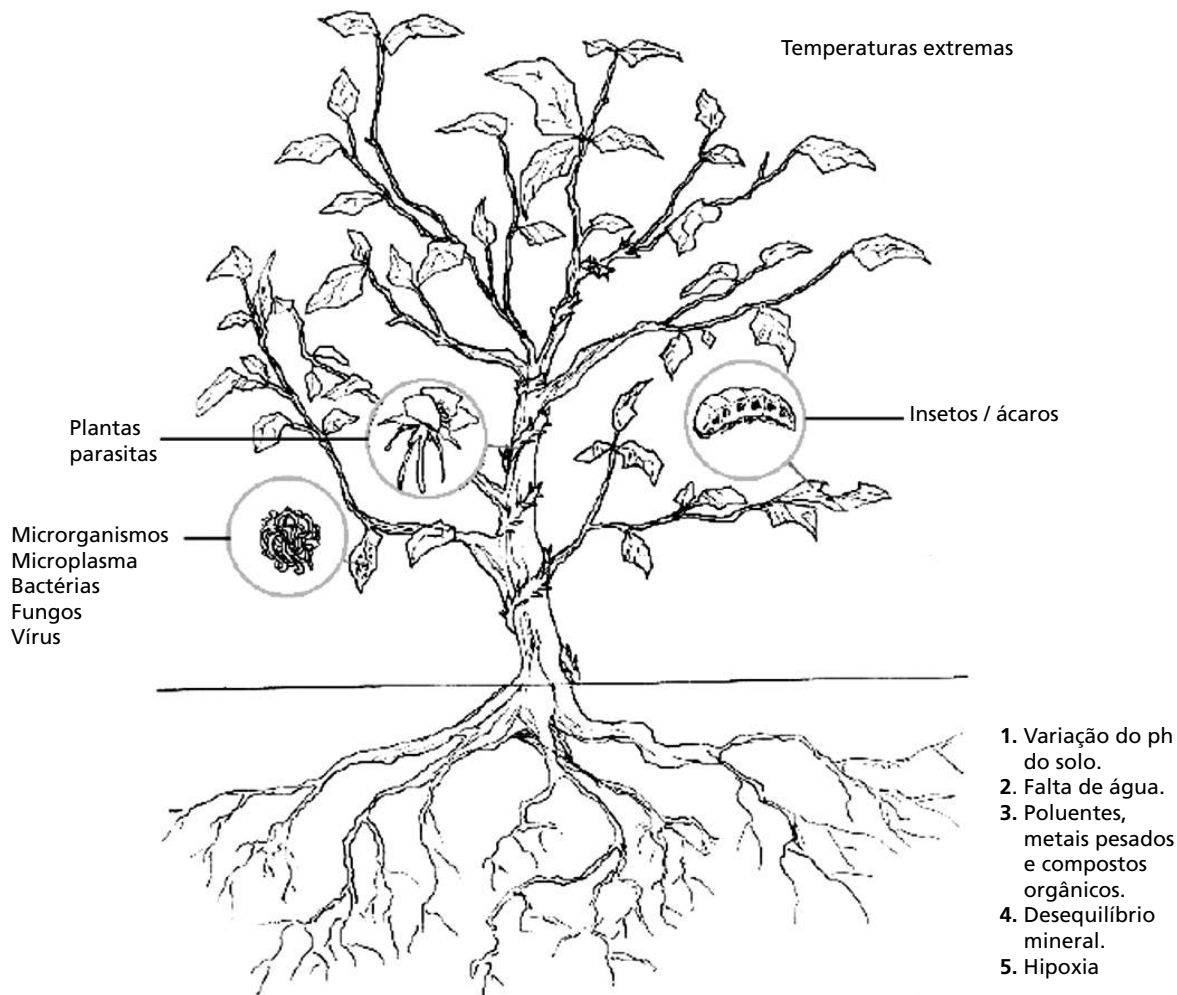


Figura 18.1: Agentes responsáveis pelo estresse vegetal.

## COMO A PAREDE CELULAR CONSTITUI UMA BARREIRA DE RESISTÊNCIA?

A parede celular confere forma e rigidez à célula vegetal. Essa parede é modificada durante o crescimento e desenvolvimento da célula (você não lembra por quê? Melhor rever, na Aula 5 de Botânica I, o tópico que trata da parede celular). A primeira barreira de resistência é, sem dúvida nenhuma, a parede periclinal externa das células epidérmicas. Ela pode ser distinguida de todos os outros tipos de paredes celulares encontradas nas plantas pela presença de uma fina camada, composta, predominantemente, de lipídios que se depositam na superfície da parede. Essa camada é a cutícula, formada, basicamente, por dois grupos de substâncias lipídicas: cutinas insolúveis e poliméricas, e ceras solúveis.

Essas últimas, quando depositadas sobre a superfície externa, recebem a denominação cera epicuticular e, quando embebidas na matriz de cutina, cera cuticular.

É fácil você imaginar, então, que a superfície das plantas possui um papel fundamental na defesa contra patógenos, interrupção do movimento apoplástico e intensa radiação (rever Aula 5, em Botânica I). Nem sempre essa parede periclinal externa funciona como barreira física. Muitas infecções, como as causadas por fungos, penetram diretamente na cutícula. Alguns patógenos entram nas plantas através de estômatos ou outras aberturas, um dos casos em que isso ocorre é, na hora da formação da raiz secundária, quando acontece uma ruptura natural na superfície da raiz. O reconhecimento da entrada do patógeno é muito importante para a planta se proteger, possibilitando a rápida mobilização de suas defesas estruturais e bioquímicas.

A hidrofobicidade das ceras epicuticulares, por exemplo, pode fazer o papel de barreira física, já que reduz a possibilidade de acúmulo de água sobre as células epidérmicas, evitando, conseqüentemente, a existência de um ambiente propício para o estabelecimento de fungos patogênicos. Mas é sempre bom lembrar a importância não só da composição da cera, mas também a topografia da superfície das paredes celulares de diferentes espécies (você não lembra? Reveja, então, a Aula 7 de Botânica I).



A formação de papilas pela deposição de calose no lado interior da parede periclinal externa, após o início da penetração de um fungo patogênico, é um exemplo de defesa estrutural induzida. A formação dessa “parede de calose” é uma barreira física que protege a planta da entrada do patógeno, já que as hifas ficam completamente cercadas, o que impossibilita seu crescimento. Entretanto, muitas vezes o organismo invasor consegue ultrapassar essa barreira.

E a periderme? Você lembra que nas plantas com crescimento secundário, o tecido de revestimento primário é substituído pela periderme que fará o papel de tecido protetor? Se não lembra, é melhor consultar a Aula 7, na Botânica I. Resumindo, a periderme tem como limite para o meio externo o súber, que é um tecido morto com paredes suberificadas, que impermeabilizam e conferem maior resistência mecânica.

## E AS CÉLULAS EPIDÉRMICAS, FUNCIONAM COMO BARREIRAS FÍSICAS?

Um bom exemplo disso é o aumento de pigmentos como, por exemplo, a antocianina e os carotenóides em células epidérmicas de plantas que se desenvolvem em ambientes com elevada incidência de luz. Esses pigmentos funcionam como verdadeiros filtros solares naturais das plantas, constituindo uma barreira contra a fotorradiação excessiva.

## POR QUE AS PLANTAS FORMAM INCLUSÕES CRISTALINAS EM SUAS CÉLULAS?

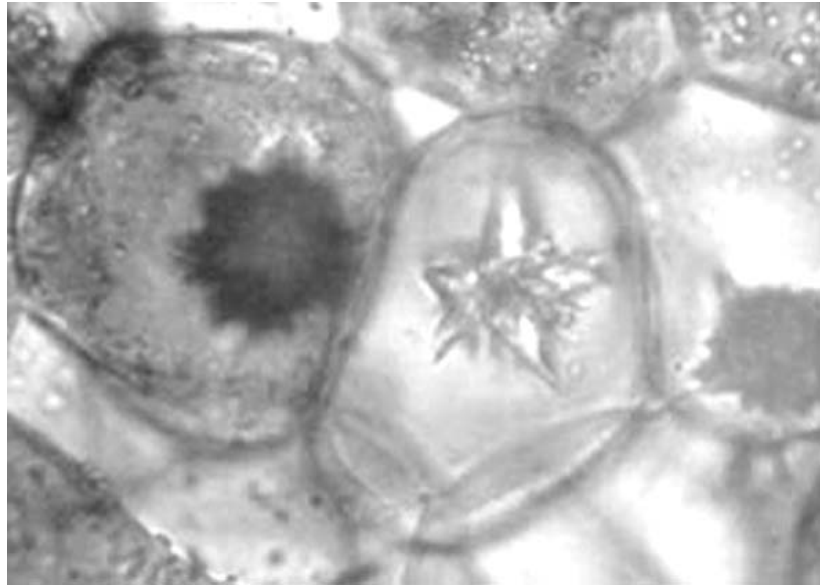
Os cristais de oxalato de cálcio são encontrados, freqüentemente, nas células vegetais dos diversos órgãos e tecidos. Apresentam-se de diferentes formas, tais como: drusas (**Figura 18.2**), prismáticos, estilóides e areia cristalífera. Quando nos referimos a inclusões cristalinas em vegetais, pensamos logo em características taxonômicas, ou seja, que essas inclusões são típicas de determinadas famílias (ex.: cristais do tipo ráfides, estilóides e prismáticos são típicos da família Rubiaceae), ou pensamos em defesa contra herbivoria. Mas, você já parou para pensar por que as plantas formam essas inclusões? Elas podem representar uma defesa contra herbivoria, porém não são todos os cristais que desempenham essa função. Os feixes de ráfides (**Figura 18.3**), por exemplo, devido à sua forma, e quando possuem extremidades bem afiladas, podem machucar o trato digestivo de alguns predadores.

Você se lembra do comigo-ninguém-pode (*Diefenbachya* sp.)?

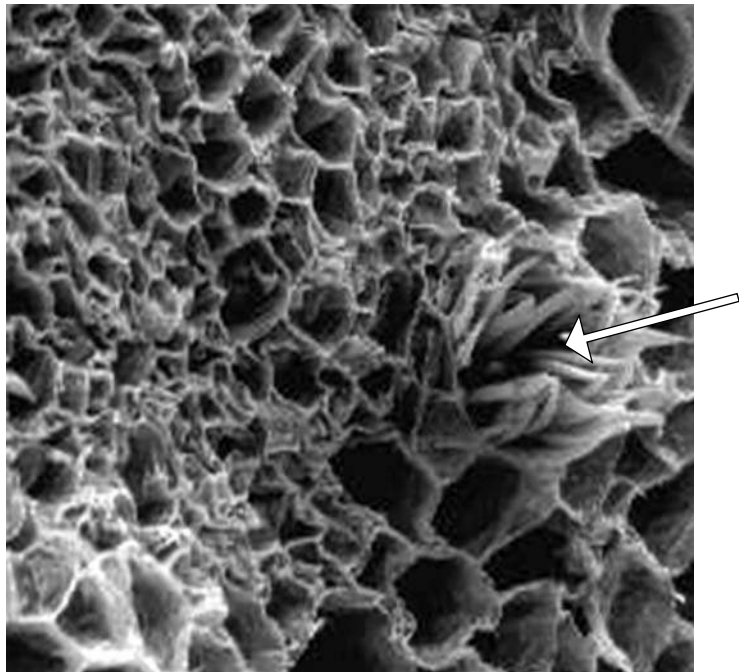
Essa planta apresenta feixes de ráfides associados a substâncias tóxicas presentes em suas células. Nesse caso, o cristal provoca lesões na mucosa do trato digestivo de predadores, e essa substância tóxica é que efetivamente realiza a defesa da planta, por promover edema de glote no predador.

Outra função atribuída às inclusões cristalinas seria a de remover o excesso de oxalato do sistema metabólico da planta, o que poderia ser letal. Porém, o mais provável é que a real função dessas inclusões seja a manutenção dos níveis de cálcio no citosol, pois, altos níveis deste íon poderiam ter efeitos danosos para célula. O cálcio, então, associa-se ao oxalato e é transportado para o vacúolo; e só no vacúolo ocorre a formação do cristal.

**Botânica II** | De que forma a planta se defende contra patógenos, variações do ambiente e injúrias mecânicas?



**Figura 18.2:** Cristal do tipo drusa em *Datura sp.* (500x). (Imagem cedida pela Dra. Maura Da Cunha.)



**Figura 18.3:** Cristal do tipo ráfide (seta) no estilete de *Psychotria nuda* (Rubiaceae). Microscopia eletrônica de varredura (750x). (Imagem cedida pela mestre Denise Espellet Klein.)



## QUAL A FUNÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS NAS PLANTAS?

Hoje são conhecidos mais de 50 mil metabólitos secundários, incluindo fenóis de grande diversidade, encontrados principalmente nos vacúolos (Figura 18.4) das células vegetais. Eles são bastante diversos em diferentes tecidos, às vezes em uma mesma espécie. Sua função na planta está relacionada à manutenção da homogeneidade do citoplasma e proteção contra dessecação, desidratação e ação de predadores (estes compostos podem deter a alimentação de insetos, interagindo e degradando as proteínas).

Os compostos fenólicos podem ser divididos em:

- aqueles que são sintetizados durante o desenvolvimento normal dos tecidos vegetais;
- aqueles que são sintetizados pela planta, em resposta a uma injúria mecânica, infecção por patógenos ou outros estresses.

Esses compostos são conhecidos por formarem associações não só com proteínas, mas também com celulose, pectinas, amido e alcalóides, podendo assim estar relacionados às diferentes funções. Eles também têm sido considerados como uma característica química de importância taxonômica, ou seja, utilizada para separar *taxa*.

Existem vários tipos de compostos fenólicos como, por exemplo, os taninos, as antocianinas e os alcalóides. Os taninos são componentes polifenólicos encontrados em diferentes partes das plantas, sendo abundantes nas folhas. São encontrados no citoplasma e no vacúolo das células vegetais.

Podem ser classificados em:

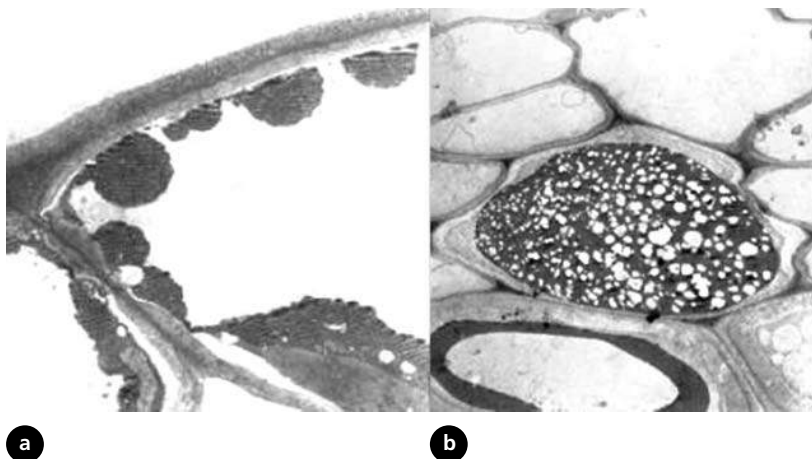
- hidrolisados, que depois de hidrólise produzem carboidratos e ácidos fenólicos; e
- condensados, que contêm pouco ou nenhum carboidrato.

Os taninos desempenham uma série de funções nas plantas, dentre elas, a defesa contra patógenos e fatores abióticos desfavoráveis.

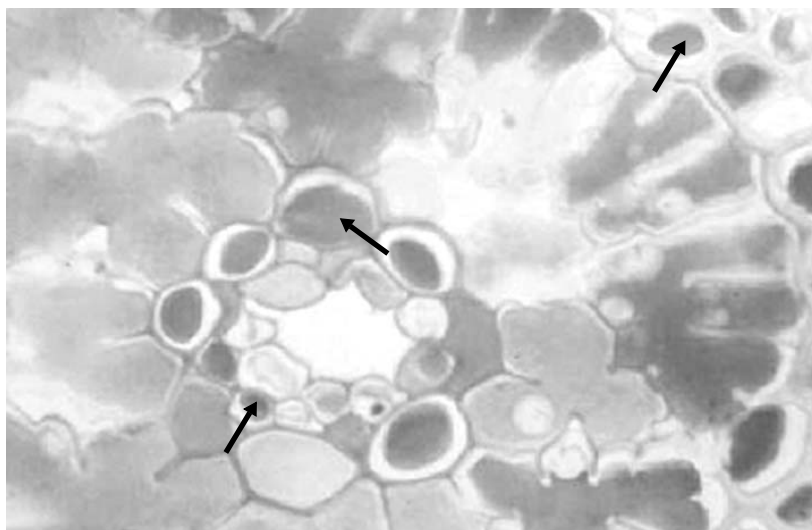
A produção, a translocação e o estoque de taninos condensados (proantocianidinas) são dispendiosos para a planta, pois a síntese dos taninos compete com o ciclo de Krebs e com a produção de proteínas, reduzindo a sua produtividade.

!

Então, por que a planta gasta esta energia? Os níveis altos de taninos são produzidos somente em casos em que o benefício (defesa direta de um órgão ou da planta toda) é mais alto que o custo (capacidade baixa de energia/proteína para manutenção e reprodução da planta).



**Figura 18.4:** Microscopia eletrônica de transmissão da lâmina foliar de *Rustia formosa* (Rubiaceae). (a) Célula do mesofilo com a formação de compostos fenólicos no vacúolo; (b) células parenquimáticas no sistema vascular com compostos fenólicos no vacúolo. (Imagens cedidas por Emilio de Castro Miguel.)



**Figura 18.5:** Corte transversal da folha de *Pinus* sp. Observe a coloração do conteúdo (compostos fenólicos) de várias células e tecidos (setas). (Imagem cedida pela Dra. Maura Da Cunha.)

## **E O SISTEMA VASCULAR, COMO FUNCIONA EM RESPOSTA A UM ESTRESSE?**

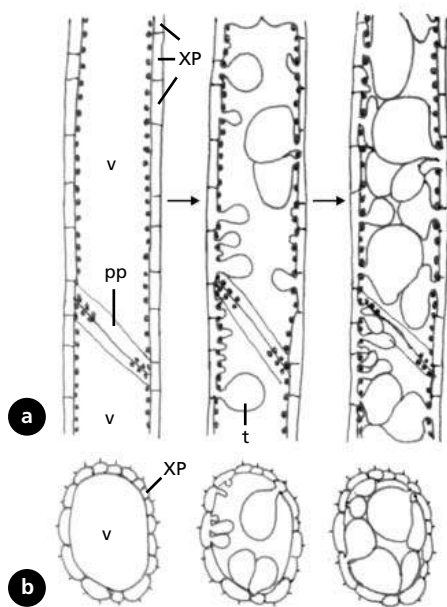
No floema, uma pequena quantidade de calose é depositada na superfície da placa crivada ou revestindo os poros. O papel da calose tem sido reportado como de defesa, pois a calose parece se acumular nos poros, interferindo na translocação. A calose pode ser sintetizada muito rapidamente, à semelhança da proteína-P (rever na Aula 10 de Botânica I). Ela pode se acumular nas áreas crivadas em resposta a injúrias e/ou estar depositada em placas crivadas de elementos de tubos crivados velhos, não funcionais. Em ambos os casos, sua função parece estar ligada à obliteração dos elementos de tubos crivados que tenham sido injuriados ou que não sejam funcionais. Deste modo, a calose contribui para a integridade do sistema de translocação.

Os plastídios encontrados nos elementos de tubo crivado são organelas persistentes até a maturidade dessas células. Eles são separados em dois tipos, dependendo do seu conteúdo: plastídio do tipo S, comum às Dicotiledôneas, contendo somente amido e plastídio tipo P, característico das Monocotiledôneas, somente com proteínas ou com proteínas e amido.

A função das inclusões protéicas dos plastídios das Monocotiledôneas está envolvida, provavelmente, com um mecanismo de obstrução das áreas crivadas; quando os elementos de tubo crivado são danificados por injúria ou ação de herbívoros, o envoltório do plastídio rompe-se e o conteúdo protéico oblitera os poros da placa crivada.

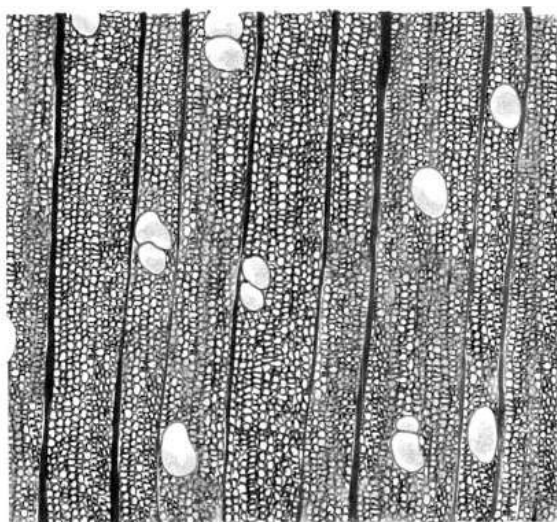
No xilema, um exemplo de mecanismo de resistência é o desenvolvimento de tilos em elementos de vasos. Como você aprendeu na Aula 9 de Botânica I, os tilos se formam quando uma ou mais células parenquimáticas, adjacentes a um elemento de vaso inativo, projeta seu protoplasto através das pontoações para o interior do elemento do vaso, obliterando-o (Figuras 18.6 e 18.7). A ocorrência dos tilos evita o fenômeno da cavitação (formação de bolhas de ar) em situações de déficit hídrico, o que impediria o transporte de água pelos elementos condutores contíguos, ainda ativos. Os tilos também são considerados um mecanismo de defesa da planta contra microrganismos, por propiciarem a compartimentalização e o conseqüente isolamento das áreas atacadas. A formação dos tilos, em resposta a ferimentos e ataques de agentes destruidores da madeira – xilófagos –, é um processo naturalmente rápido de autodefesa.





v = Elemento de vaso.  
 XP = Parede do elemento de vaso.  
 pp = Placa de perfuração.  
 t = Tilose.

**Figura 18.6:** Tilose nos elementos de vaso do xilema. Esquema de elementos de vasos com tilos em corte longitudinal (a) e transversal (b). Observe elementos de vaso com tilose (seta).



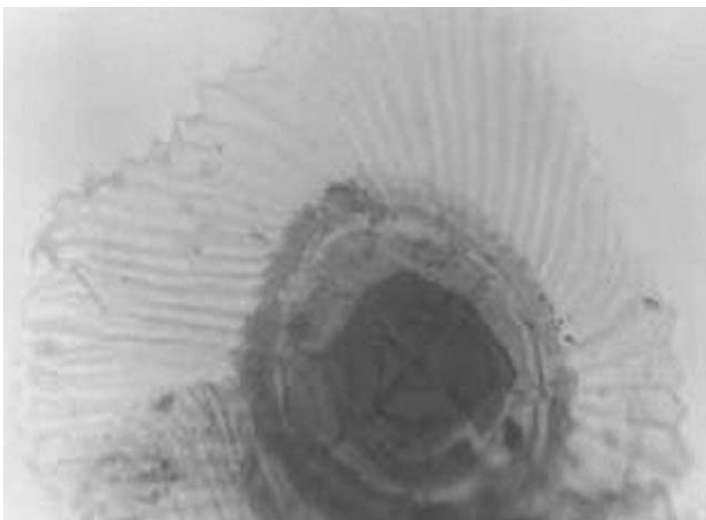
**Figura 18.7:** corte transversal do lenho de *Xilopia sericea* (Annonaceae).

A formação de tilos é uma resposta típica das Angiospermas e ocorre em elementos de vaso e raramente em fibras. Nas Gimnospermas, que não possuem tantas células parenquimáticas, o sistema de defesa contra a cavitação é a compartimentalização de células condutoras. Os traqueídes lesionados ou atacados por microrganismos respondem com o tamponamento das pontoações areoladas, como o torus, ou seja, o torus se desloca, fechando a abertura da pontoação em poucos minutos.

### E OS TRICOMAS? SÃO BARREIRAS FÍSICAS DE RESISTÊNCIA?

Conforme você estudou em Botânica I, na aula sobre o sistema de revestimento (Aula 7), os tricomas são estruturas encontradas na epiderme de vários órgãos da planta. Os tipos e as funções dessas estruturas são extremamente variáveis e a sua presença tem sido também relacionada ao ambiente. Os tricomas podem exercer função protetora, reduzindo a velocidade de transpiração. Eles apresentam importância taxonômica e também funcionam como um aumento de superfície de absorção. Na barba-de-velho, uma bromeliácea epífita, que normalmente se desenvolve sobre pedras e até mesmo nos fios de eletricidade, nas cidades (você já deve ter visto algumas dessas bromélias por aí), possui folhas pequenas e toda superfície epidérmica é recoberta por tricomas do tipo escama (Figura 18.8). Cada tricoma escamiforme se sobrepõe ao outro, formando uma camada contínua. Como essa espécie tem de retirar da atmosfera toda a água e sais minerais necessários ao seu metabolismo, e também evitar a

perda de água para a atmosfera circundante, esses tricomas apresentam uma resposta diretamente relacionada à umidade relativa do ar.

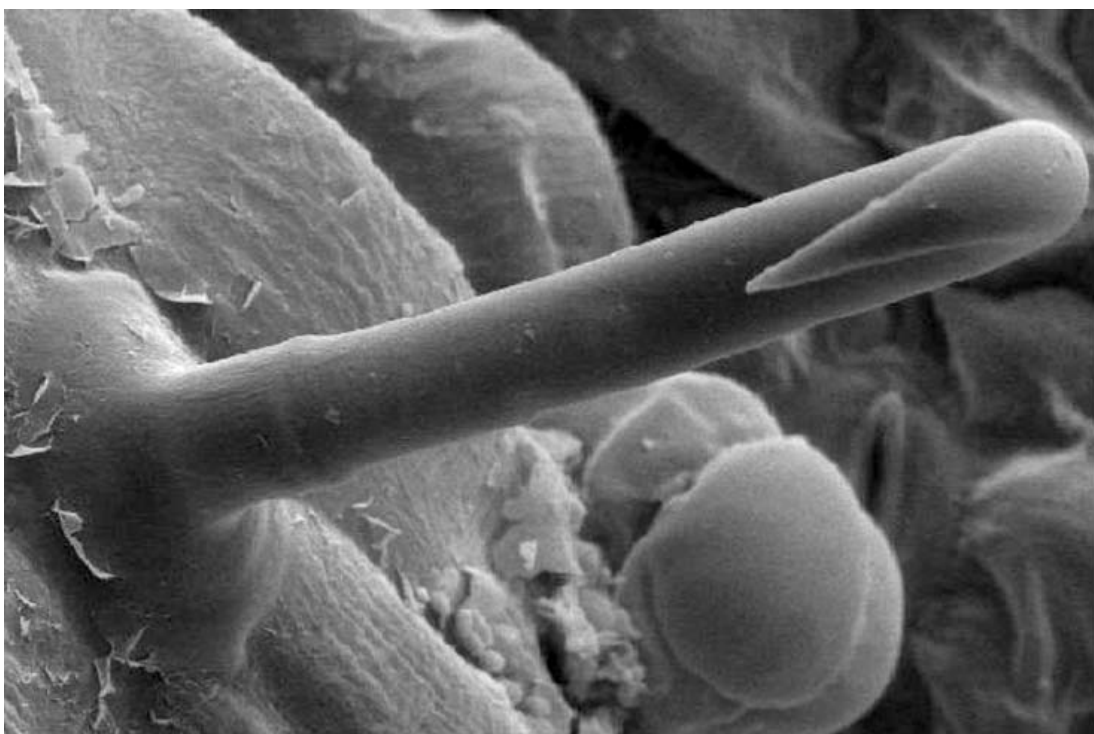


**Figura 18.8:** Tricoma tipo escama em *Tillandsia usneoides* (Bromeliaceae).

Por exemplo, se o ambiente está suficientemente úmido para que as taxas transpiratórias da planta permaneçam baixas, o tricoma é elevado sobre às demais células epidérmicas, exibindo uma porção parietal livre do revestimento de cutina e cera. Esse comportamento permite que a água da atmosfera possa ser absorvida por esse tricoma. Note aqui uma pequena semelhança com os pêlos radiculares.

Ao contrário, quando o ambiente está seco, devido à perda de água das células do mesofilo, esses tricomas são puxados para baixo e se colam às demais células epidérmicas, exibindo apenas a face recoberta por estratos cuticulares, cutícula e cera, o que, conseqüentemente, restringe a perda de água.

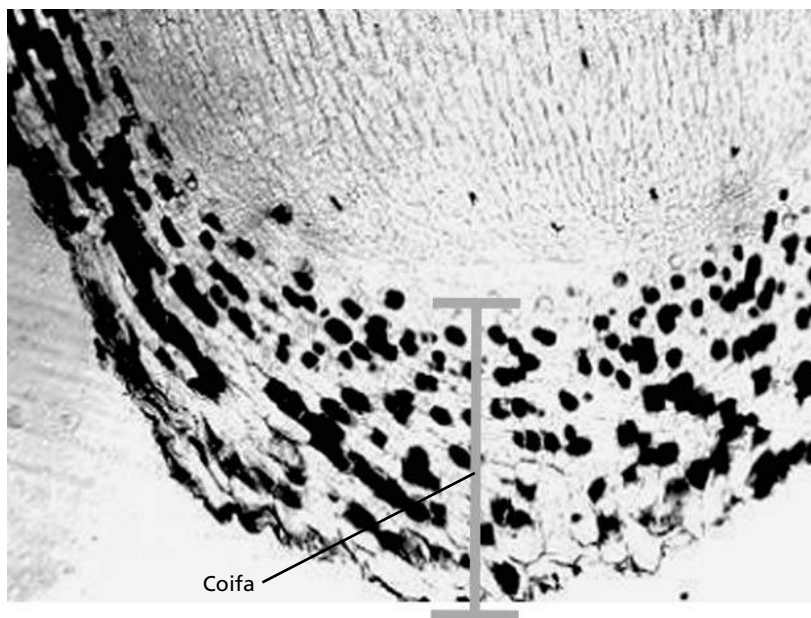
Os tricomas também têm um papel no mecanismo de defesa contra herbivoria. Um bom exemplo são os tricomas encontrados na folha do feijão, que são do tipo em gancho (Figura 18.9). Eles apresentam forma que evita a passagem de predadores pela superfície da folha.



**Figura 18.9:** Tricoma em forma de gancho em folha de feijão (*Phaseolus vulgaris*). (Imagem cedida pelo mestre André de Oliveira Carvalho.)

### A COIFA É UMA BARREIRA FÍSICA?

Sim, ela é uma barreira física do ápice radicular, ou seja, ela protege as células meristemáticas da ponta da raiz (você lembrou? Não? Então, dê uma olhadinha na Aula 18 de Botânica I, no texto que trata da origem e formação dos tecidos). A coifa das raízes subterrâneas protege o ápice do atrito com o solo. Existem coifas que apresentam células secretoras de mucilagem e as raízes utilizam essa secreção para facilitar suas intrusões no solo. As raízes aéreas que apresentam coifa podem ter, em suas células, compostos fenólicos que irão proteger o ápice da raiz de ataque de patógenos e da dessecação (Figura 18.10).

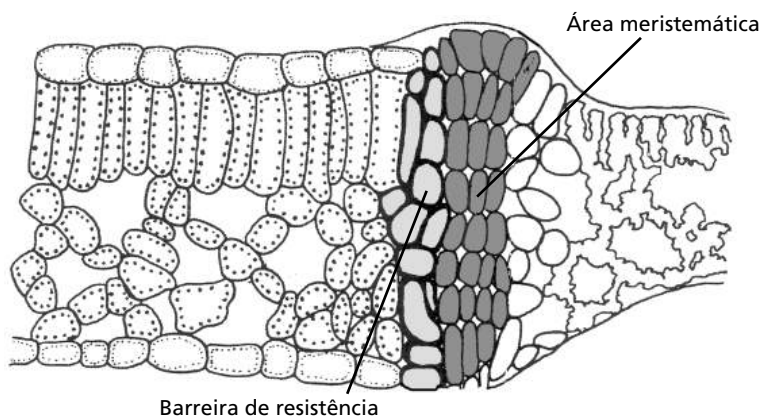


**Figura 18.10:** Corte longitudinal do ápice subapical da raiz de uma Araceae. Observe as células da coifa com conteúdo (compostos fenólicos). (Imagem cedida pela Dra. Maura Da Cunha.)

### COMO FORMAR UMA CAMADA DE PROTEÇÃO APÓS UMA INFECÇÃO?

A formação de camada de abscisão pode estar relacionada a uma área de foco de uma infecção. Geralmente, quando ocorre uma infecção por patógenos, existe uma degradação da parede celular, da lamela média, o aumento de volume de células e o afrouxamento do sistema vascular. No começo, há uma degradação da lamela média, tiloses nos elementos traqueais, placa crivada do floema com calose, separação da lamela média e expansão das células parenquimáticas corticais. Ou seja, está ocorrendo a organização de uma camada de proteção após infecção.

Resumindo, ocorre uma atividade meristemática após injúria mecânica ou infecção. Há formação de camadas de células parenquimáticas por divisão celular e aumento de volume e deposição de suberina, lignina ou compostos fenólicos para a formação da nova barreira (Figura 18.11).



**Figura 18.11:** Área de foco da doença onde está sendo formada uma camada protetora para abscisão.

## ATIVIDADE 2



Você observou bem a **Figura 18.11**? Reparou que área meristemática está perto do foco da infecção? Por quê?

---



---



---



---



---



---

## COMENTÁRIO

*Você soube responder rápido? Não? E também não entendeu por que fizemos essa pergunta! Então, vamos relembrar alguns conceitos! Você se lembra do felogênio? Não? Então, volte à aula de meristema (Aula 6 de Botânica II). Bom! Então, lembrou que o felogênio é um tecido meristemático secundário e que forma células de súber para o exterior? Esse súber é o tecido de revestimento e proteção. Isto te ajudou? Será que agora você responde?*

**RESPOSTA**

*A região meristemática está perto da infecção, originando células novas para o lado oposto porque, neste sentido, essas células novas têm tempo de se diferenciar, criando uma barreira de resistência e provocando a compartimentalização da infecção.*

**ELICIADORAS**

São substâncias encontradas nas plantas, responsáveis por reconhecer substâncias produzidas por microrganismos invasores, sinalizando uma resposta da planta.

## REAÇÕES CITOLÓGICAS COM A INVASÃO DE PARASITAS

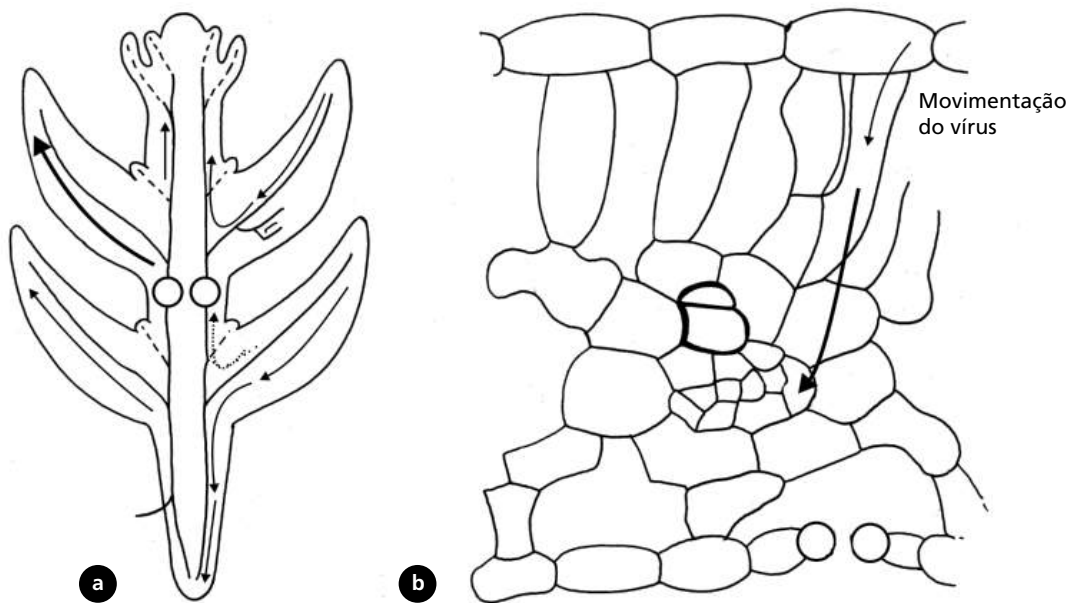
As plantas são capazes de reconhecer diversas substâncias na sua superfície, que são produzidas por microrganismos como, por exemplo, oligossacarídeos, peptídeos, e glicopeptídios. Várias dessas substâncias são conhecidas como **ELICIADORAS**, pois desempenham um importante papel na identificação de invasão por parte do vegetal. A relação entre a função e a estrutura das cutículas, por exemplo, relata não só a propriedade repelente de componentes da cera epicuticular, como também a presença de moléculas que sinalizam a planta como hospedeira para um determinado invasor; temos, por exemplo, os frutos de abacate, que apresentam em sua superfície um álcool primário de cadeia longa, estimulando o desenvolvimento do apressório de um fungo (*Colletotrichum gloeosporioides*).

## MOVIMENTO DE VÍRUS EM PLANTAS

Você já sabe que os vírus são parasitas obrigatórios e que estão relacionados a várias doenças destrutivas em plantas. Esses vírus são, geralmente, transmitidos por insetos e podem estar distribuídos em três classes na planta:

- vírus que apresentam distribuição em diversos tecidos do sistema fundamental e sistema vascular;
- vírus que são restritos ao tecido floemático;
- vírus que são restritos ao tecido xilemático.

Os vírus, para conseguir seu alimento, podem se difundir rapidamente na planta através dos elementos de transporte a longa distância do sistema vascular (**Figura 18.12.a**) ou podem chegar ao sistema vascular através da passagem célula por célula, transporte a curta distância, até o floema (**Figura 18.12.b**).



**Figura 18.12:** Movimento de vírus através da planta. (a) Disseminação do vírus por meio de vasos condutores; (b) disseminação do vírus de célula a célula até o floema.

E o que ocorre com os tecidos vegetais infectados por vírus?

Muitos são os sintomas; os mais conhecidos são: redução na lâmina foliar, desorganização dos cloroplastos, formação de corpos multivesiculosos nos vacúolos, desorganização de peroxissomo e desorganização do núcleo, levando à morte celular.

### ATIVIDADE 3



Se o vírus leva à morte celular, como as plantas se defendem desse tipo de infecção?

---



---



---



---



---



---

### COMENTÁRIO

*Essa foi fácil? Não? Você não conseguiu responder? Então, reveja alguns conceitos desta aula! Lembre-se de compartimentalização da infecção! E também lembre-se de que os vírus são capazes de conseguir outra estratégia!*

## CONCLUSÃO

Você aprendeu que as plantas são sedentárias. A interação destas com o meio ambiente, em domínios aéreos e subterrâneos, facilitou a entrada de parasitas e patógenos. Também, para sobreviver, as plantas se adaptaram a mudanças de fatores abióticos. Vocês, então, conheceram na aula de hoje, como as plantas protegem-se por meio de mecanismos de defesa físicos e químicos (dos fatores abióticos e bióticos). É sempre bom lembrar que esses mecanismos podem ser constitutivos, fazendo parte do plano normal de desenvolvimento da planta ou, ainda, induzidos, quando são sintetizados em resposta a um estímulo ambiental. Lembramos, também, que ainda existem muitos estudos sendo feitos sobre os aspectos apresentados nesta aula.

## RESUMO

A interação de plantas com o meio ambiente, em domínios aéreos e subterrâneos, facilitou a entrada de parasitas e patógenos. Também, para sobreviver, se adaptaram a mudanças de fatores abióticos. As plantas possuem, então, a capacidade de responder adequadamente a muitos desses desafios, o que torna a análise do sistema de defesa nas plantas um campo de estudo bastante amplo e interessante. Para isso, a planta utiliza barreiras de resistências, como a parede celular, sendo, sem dúvida, a parede periclinal externa a primeira barreira de resistência da planta, a forma e conteúdo das células epidérmicas, os tricomas, as inclusões cristalinas, os compostos fenólicos etc. As plantas podem também responder aos estresses bióticos e abióticos com aumento de síntese de compostos fenólicos, reações citológicas de defesa e formar camada protetora após uma infecção etc.

## ATIVIDADES FINAIS

1. O que são defesas constitutivas e induzidas? Dê exemplos.

---

---

---

---

---

---





## Botânica II | De que forma a planta se defende contra patógenos, variações do ambiente e injúrias mecânicas?

2. Os tricomas são estruturas encontradas na epiderme de vários órgãos da planta. Os tipos e as funções dessas estruturas são extremamente variáveis. Os tricomas podem exercer função protetora, reduzindo a velocidade de transpiração. Eles apresentam importância taxonômica e também funcionam com um aumento de superfície de absorção. Por exemplo, se o ambiente está suficientemente úmido para que suas taxas transpiratórias sejam baixas, o tricoma é elevado sobre as demais células epidérmicas, exibindo uma porção parietal livre do revestimento de cutina e cera. Esse comportamento permite que a água da atmosfera possa ser absorvida por esse tricoma. Os tricomas também têm um papel no mecanismo de defesa contra herbivoria. Um bom exemplo são os tricomas encontrados na folha do feijão, que são do tipo em gancho.

3. Sim, ocorre uma atividade meristemática após injúria mecânica ou infecção no local da infecção. Há formação de camadas de células parenquimáticas por divisão celular e aumento de volume dessas células. Após, ocorre deposição de suberina ou lignina ou compostos fenólicos, formando uma nova barreira.

### AUTO-AVALIAÇÃO

Você deve responder a todas atividades propostas nesta aula e, principalmente, às questões de avaliação, ao final do conteúdo. Utilize exemplos feitos na aula, isso facilitará o acompanhamento do assunto. Você já viu muito dos assuntos expostos aqui nas aulas anteriores de Botânica, porém estamos oferecendo a você um novo enfoque. Você deve lembrar que as plantas por serem sedentárias devem apresentar mecanismos de defesas contra patógenos e fatores abióticos adversos. A Atividade 1 é muito interessante, você precisa relacionar assuntos de outras aulas como conceitos da aula de Célula Vegetal e Aulas 21 e 22 da Botânica I. Procure, é claro, tirar as dúvidas com os tutores presenciais e a distância. A Atividade 2 é bastante fácil; basta você se lembrar de como se forma um tecido novo a partir de tecidos já diferenciados. Se você não conseguir fazer essa atividade, não passe adiante! Procure seu tutor e tire todas suas dúvidas!

### INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Na Aula 19, você conhecerá os vários tipos de estruturas secretoras encontrados na planta, tanto nos órgãos vegetativos quando nos reprodutivos. Vamos saber como classificá-las e também identificar suas funções na planta, inclusive na defesa.

# Por que as plantas apresentam estruturas secretoras?

AULA

# 19

## Meta da aula

Caracterizar e classificar as funções das estruturas secretoras presentes nas plantas.

## objetivos

Esperamos que, após o estudo desta aula, você seja capaz de:

- Descrever os diferentes tipos de estruturas secretoras.
- Caracterizar os tecidos e as células vegetais encontrados em uma estrutura secretora.
- Relacionar as funções dessas estruturas na planta.

## Pré-requisitos

Para que você tenha um melhor aproveitamento nesta aula, é necessário rever conceitos sobre a célula vegetal (Aula 5 de Botânica I) e os tecidos vegetais (Aulas 6 – 10 de Botânica I).

## INTRODUÇÃO

Todas as células vivas do corpo vegetal apresentam atividade secretora como parte integrante do seu metabolismo. A formação da parede celular, os processos de cutinização, cuticularização, suberificação, deposição de ceras e migração de substâncias específicas do citoplasma para o vacúolo estão incluídos dentre as atividades secretoras, porém esse tipo de secreção não será o enfoque desta aula (você já aprendeu esse assunto no curso de Botânica I). Nesta aula, você vai estudar as células, grupos de células e estruturas que secretam substâncias específicas de determinadas espécies vegetais.

Muitas plantas secretam substância de grande importância econômica, como o óleo aromático da hortelã-pimenta (*Mentha sp.*), do qual se extrai o mentol, usado na medicina; a borracha retirada do látex da seringueira (*Hevea brasiliensis*) e o ópio preparado a partir do látex da papoula (*Papaver sp.*).

A secreção é um complexo fenômeno de separação ou isolamento de determinadas substâncias do protoplasto das células. Esse processo é dividido em três etapas básicas:

- síntese ou formação da substância;
- acúmulo em compartimentos nas células; e
- liberação ou eliminação, seja para espaços intercelulares ou para a superfície externa do vegetal.

As estruturas secretoras estão presentes nos diferentes órgãos e tecidos vegetais. O mesmo tipo de estrutura secretora pode estar presente em todos os órgãos de um vegetal ou confinado a um único órgão, além de, muitas vezes, ser característico de determinados grupos taxonômicos, como por exemplo: os laticíferos das Euforbiaceae e as bolsas secretoras das Myrtaceae e Lauraceae.

As estruturas secretoras diferem consideravelmente umas das outras, seja por sua forma, sua localização na planta ou pelas substâncias secretadas. De maneira geral, as estruturas secretoras são divididas, de acordo com a posição do corpo do vegetal, em externas e internas.

As estruturas secretoras externas eliminam substâncias para o exterior do corpo vegetal. Já as estruturas secretoras internas são aquelas que acumulam ou eliminam substâncias internamente, ou seja, na própria célula, ou em espaços intercelulares especiais, como, por exemplo, o lúmen de bolsas secretoras ou canais resiníferos.

Essas estruturas podem se desenvolver a partir de diversos tipos de tecidos meristemáticos, como você estudará a seguir. Você observará essas estruturas, levando em consideração não só a morfologia, mas também sua posição e seu funcionamento, o que dificulta sua classificação. Outro fator complicador é que, em geral, elas sofrem um processo de transformação relativamente rápido, com isso, a estrutura, a ultra-estrutura e o conteúdo bioquímico podem ser modificados em dias ou até em horas.

## O QUE SÃO EXSUDATOS EM PLANTAS?

Os exsudatos representam os produtos resultantes do metabolismo especial das plantas. Diferem quanto à composição química e chamam atenção não apenas pela sua função na planta, como também pelo seu aproveitamento econômico.

Você já deve ter ouvido falar de um perfume muito famoso, o Chanel nº 5, não? Pois bem, o fixador desse perfume, que por sinal é geralmente a porção mais cara do produto, é um óleo essencial extraído da madeira de *Aniba roseodora*, uma Lauraceae endêmica da Floresta Amazônica. Essa planta quase entrou em extinção devido a sua exploração desordenada em torno da década de 1970.

Veja a composição de alguns exemplos de exsudatos:

- as resinas são uma mistura de terpenos, ésteres e fenóis;
- o látex apresenta composição diversa e você pode encontrar: carboidratos, ácidos, sais, alcalóides, esteróis, lipídios, taninos, mucilagens, terpenos, borracha, proteínas, vitaminas, cristais e grãos de amido. Ele tem, freqüentemente, coloração branca leitosa, mas pode ser incolor, amarelo ou laranja, sendo a sua coloração um caráter taxonômico utilizado na sistemática das Aráceas e também do gênero *Ficus*. Esse exsudato é um fluido leitoso encontrado nos laticíferos.

- as gomas e mucilagens têm composições similares que constituem os heteropolissacarídeos complexos e compostos protéicos.

Lembre-se de que diferentes espécies exsudam diferentes produtos. Por isso é necessário conhecer a composição bioquímica, a forma de produção das substâncias exsudadas e o mecanismo pelo qual o exsudato é secretado das células. Sabe-se que algumas plantas incrementam sua proteção através de substâncias exsudadas. O aumento da produção de goma na árvore do caju, que possui diversas enzimas, representa um sintoma em resposta à infecção microbiana.



Atualmente é bem aceito que a liberação de látex ou de gomas em tecidos que sofreram lesão representa uma combinação de impedimentos físicos e químicos para os herbívoros que se alimentam dessas plantas. Diversas substâncias relacionadas à defesa têm sido detectadas no látex de muitas espécies e parecem possuir atividades antifúngicas, bactericidas e inseticidas, como, por exemplo, as encontradas no látex de mandioca (*Manihot glaziovii*).

### ATIVIDADE 1



Se você tiver chance de acessar a internet, pesquise pelo menos dez exemplos de plantas exploradas pelo valor de suas substâncias secretadas. Identifique algumas espécies que são cultivadas para a venda no mercado externo. Qual a importância econômica das plantas encontradas? Qual o benefício da substância secretada para a planta?

---

---

---

---

---

---

---

---

### COMENTÁRIO

*Simule uma dinâmica de grupo. Organize com mais dois colegas a pesquisa na internet (procure colegas que tenham acesso à internet ou vá a seu pólo para pesquisar). Após a busca, você deverá estabelecer uma relação entre as plantas e as estruturas secretoras encontradas. É preciso saber o tipo de estrutura secretora, a posição que ela ocupa na planta e o tipo de substância que ela produz. Anote as dúvidas e converse com os tutores presencial e a distância.*



#### COMENTÁRIO

*Você já conheceu todo o processo de secreção das estruturas secretoras, porém não se esqueça de correlacionar o metabolismo celular desse tipo celular. No final da questão, você deve correlacionar dois exemplos de estruturas secretoras. Não se preocupe, essas estruturas serão apresentadas, em detalhes, ainda nesta aula. Mas antes de seguir adiante, veja que diferenças você já é capaz de identificar.*

#### RESPOSTA

*A secreção é um complexo fenômeno de separação ou isolamento de determinadas substâncias do protoplasto das células. Esse processo pode ser dividido em três etapas básicas: síntese ou formação da substância; acúmulo em compartimentos nas células; e liberação ou eliminação da secreção. As estruturas secretoras podem ser divididas em externas e internas. As externas podem ser exemplificadas pelos tricomas glandulares ou secretores. São células ou conjunto de células capazes de secretar uma grande variedade de compostos exsudados. Os tricomas glandulares, em geral, são formados por um pedúnculo que sustenta a “cabeça” secretora dessa estrutura. As estruturas secretoras internas podem ser exemplificadas pelos laticíferos. Esses tubos são células ou uma série de células interconectadas, que apresentam em seu interior uma suspensão de composição complexa denominada látex. O látex pode atuar no bloqueio de ferimentos e na defesa contra herbívoros. Os laticíferos encontram-se distribuídos através do corpo da planta ou restritos a certos tecidos e comumente estão associados ao floema.*

## TIPOS DE TECIDO SECRETOR

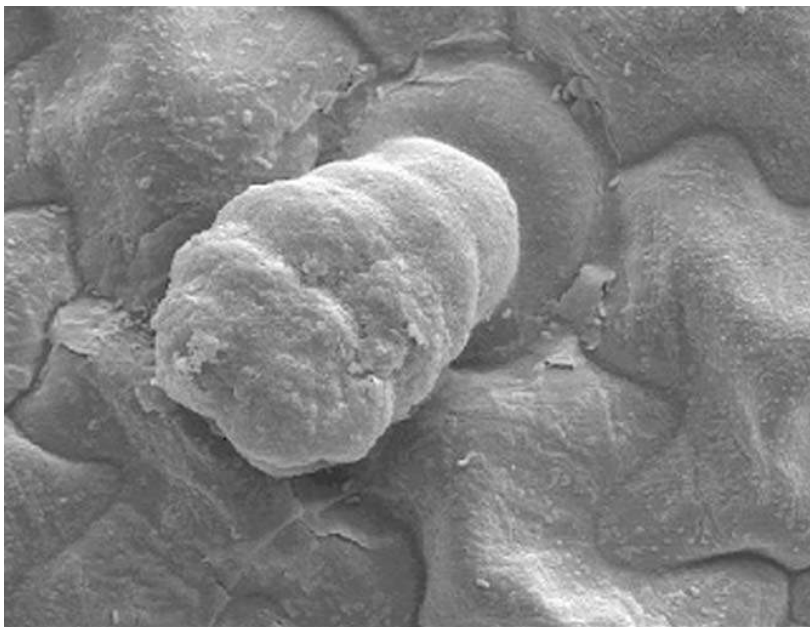
De acordo com a posição na planta, o tipo de exsudato e da estrutura morfológica, as estruturas secretoras vegetais podem ser classificadas em externas e internas.

### Estruturas secretoras externas

#### Tricomas secretores ou glandulares

Você já conhece os tricomas e suas funções de outras aulas (Aula 7 – Botânica I e Aula 18 – Botânica II). Você lembrou, então, que os tricomas glandulares (**Figura 19.1**) são células ou conjunto de células capazes de secretar uma grande variedade de compostos exsudados e que possuem diversas funções? Eles são encontrados com frequência em várias partes da planta.





**Figura 19.1:** Tricoma glandular de feijão (*Phaseolus vulgaris*). Microscopia eletrônica de varredura. (Imagem cedida pelo mestre André de Oliveira Carvalho.)

Essas estruturas secretoras podem acumular substâncias secundárias que são liberadas em contato com fungos e/ou herbívoros, atuando na defesa da planta.

Os tricomas glandulares são formados por um pedúnculo que sustenta a “cabeça” secretora dessa estrutura. As plantas carnívoras, por exemplo, apresentam em sua superfície, tricomas glandulares que secretam substâncias que auxiliam a “grudar” suas presas para depois serem digeridas. Essas substâncias são armazenadas entre a cutícula e a parede celular, e liberadas pelo rompimento da cutícula ou através de poros.

Os tricomas secretores ocorrem em diversas famílias botânicas e podem secretar diferentes substâncias, muitas dessas com utilização econômica (aplicação nas indústrias química, de cosméticos, farmacêutica etc.), conheça algumas:

- *Lavandula vera* (óleo – perfumaria);
- *Urtica urens* (substância tóxica devido a presença de histamina e acetilcolina – proteção);
- *Mentha piperita* (mentol – culinária).

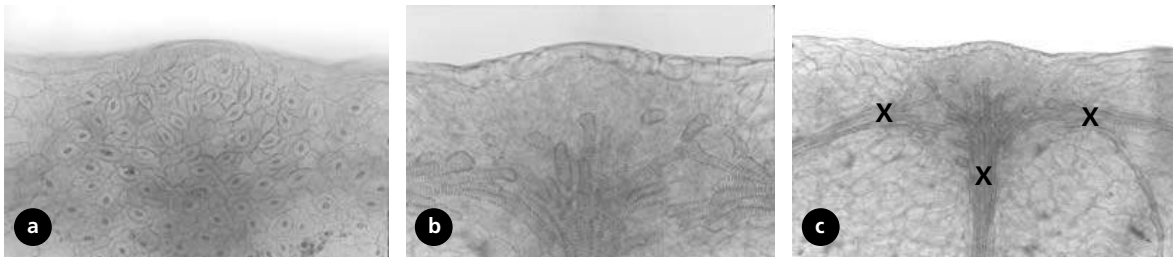
### GUTAÇÃO

Saída de água no estado líquido pelos hidatódios. A água sobe por pressão durante a noite (portanto, em ausência de transpiração). Para que ocorra, o solo deve ter muita água disponível e a atmosfera estar muito úmida. A pressão de raiz eleva a coluna de água dentro do xilema até que esta seja eliminada através dos hidatódios.

### Hidatódios

Estruturas encontradas, freqüentemente, em folhas, geralmente nos bordos, ápices ou dentes marginais da lâmina foliar. Secretam água na forma líquida (**GUTAÇÃO**). Na verdade, o produto é uma solução aquosa portadora de sais e alguns ácidos orgânicos provenientes de terminações vasculares constituídas apenas de elementos traqueais.

A água desprendida pelo xilema é lançada por um mesofilo modificado, o epitema, que consiste de células de paredes delgadas, citoplasma denso, desprovidas de cloroplastos e dotada de espaços intercelulares. Posteriormente, a água é liberada para o meio externo de forma passiva, através de aberturas na epiderme, normalmente, de um ou mais estômatos (**Figura 19.2**), cujas células estomáticas perderam o poder de controlar a abertura e o fechamento do estômato, ficando constantemente abertas.



**Figura 19.2:** Vista frontal dos estômatos inativos do hidatódio (a). Note as traqueídes terminais do xilema (X) irrigando a região (b e c). (Imagem cedida pela Dra. Cátia Henriques Callado.)

### Nectários

São estruturas que produzem uma solução açucarada, chamada néctar, rica em glicose, frutose e sacarose. Além de ser constituída por diferentes açúcares, há na composição do néctar: mucilagem, aminoácidos, íons, proteínas e ácidos orgânicos.

Os nectários possuem a função de atrair polinizadores ou, no caso das plantas insetívoras, atrair os insetos para alimentação.

Ocorrem principalmente em plantas polinizadas por insetos e pássaros e podem ocorrer nas flores (nectários florais) ou em partes vegetativas da planta, como folhas, estípulas, pedicelos e caules de estrutura primária (nectários extraflorais).

Os nectários florais estão relacionados à atração de polinizadores, enquanto os nectários extra-florais podem propiciar a defesa indireta do vegetal. Isto ocorre, por exemplo, na associação de algumas plantas com formigas que se alimentam do néctar secretado. Esses insetos não são agentes polinizadores, mas devido ao seu caráter territorialista, atuam defendendo a planta contra seus inimigos naturais.

Os nectários podem ser apenas uma superfície glandular ou consistir em uma estrutura diferenciada, sendo classificados em nectários não-estruturados, quando o tecido nectarífero não difere dos tecidos adjacentes ou em nectários estruturados, quando o tecido nectarífero difere dos tecidos adjacentes.

Em geral, o tecido vascular está situado próximo aos nectários e existe uma relação entre a quantidade de floema e xilema do feixe vascular próximo ao nectário e à composição do néctar. Se houver predomínio de elementos do floema, o néctar pode conter mais de 50% de açúcares, se, ao contrário, predominar elementos do xilema, a quantidade de açúcares pode baixar até 8%.

O néctar é secretado por mecanismo ativo e sugere-se que as vesículas oriundas do retículo endoplasmático e do complexo de Golgi realizem o transporte até a membrana plasmática.

O néctar pode ser liberado diretamente por difusão através da ruptura da cutícula ou por estômatos inativos como em *Coffea arabica* (café).

### Glândulas de sal

São estruturas que secretam soluções salinas, encontradas, geralmente, em plantas halófitas (plantas do mangue e do deserto). O exemplo mais comum de glândula de sal é o da *Avicenia sp.*, planta de manguezal, na qual as células excretam o excesso de sal utilizando na corrente transpiratória (para saber mais sobre esse assunto, reveja Aula 29 de Botânica I).



As glândulas de sal não possuem um modelo único de estrutura e nem um método padrão de liberação do sal.

Em *Avicenia sp.*, por exemplo, as células secretoras possuem cutícula dotada de poros, pelos quais a substância secretada é ativamente liberada para fora da superfície das células. Ocorrem células denominadas coletoras, que fazem a comunicação das células secretoras com o mesofilo, as paredes dessas células possuem numerosos plasmodesmas. Os íons de sal são transportados por meio da via simplástica, acumulam-se nas microvesículas, que se fundem com a membrana plasmática e migram para os poros cuticulares que secretam o sal.

### Glândulas de mucilagem ou gomas

Essas glândulas podem secretar mucilagem ou gomas. Nas células secretoras de goma de *Lannea coromandelica* (Anacardiaceae), o citoplasma é rico em ribossomos, retículo endoplasmático rugoso, mitocôndrias, vacúolos e gotas lipídicas. As glândulas de resina da estípula de *Populus deltóides* começam a secretar enquanto ainda estão no ápice caulinar, mas é difícil determinar o exato momento em que isso ocorre, pois uma considerável quantidade de secreção já está presente no ápice devido à atividade de estípulas mais velhas.

### Glândulas digestivas

São as glândulas encontradas em plantas insetívoras. Elas secretam enzimas proteolíticas que digerem suas presas.

As plantas carnívoras ou insetívoras se diferenciam das demais pela sua capacidade de complementar a alimentação ingerindo proteínas animais. Mas, ao contrário do que se pensa, as plantas carnívoras são vegetais pequenos, incapazes de “devorar” animais de grande porte. De modo geral, suas presas não passam de pequenos insetos, ou, no máximo, girinos ou larvas. São organismos autotróficos; ou seja, que conseguem sintetizar seu próprio alimento como as outras plantas, mas, por viverem em solos pobres, buscaram formas alternativas de alimento. Em geral, essas plantas se desenvolvem em locais cujos solos são pobres em nutrientes, como ambientes úmidos e sombreados, podendo se desenvolver também dentro d’água. Uma vez capturados por essas plantas, os insetos são degradados por enzimas proteolíticas (capazes de digerir proteínas), que são secretadas pelas glândulas digestivas.



Figura 19.3: *Drosera Linearis*.

### Osmóforos

São estruturas localizadas nas epidermes de pétalas e sépalas, responsáveis pelos odores ou perfumes. Morfologicamente, as células dessas estruturas secretoras, não diferem muito das demais células epidérmicas, são apenas um pouco menores e de citoplasma mais denso. Essas células são especializadas na produção e secreção de substâncias odoríferas, atuando como guias para polinizadores. O aroma é promovido por **TERPENOS** de baixo peso molecular, volátil, e secretado por células epidérmicas e subepidérmicas. Esses terpenos estão sob a forma de gotículas no citoplasma, e em determinadas temperaturas são liberados para o meio externo. Ocorrem, por exemplo, em espécies das famílias Orchidaceae, Aristolochiaceae, Araceae etc.

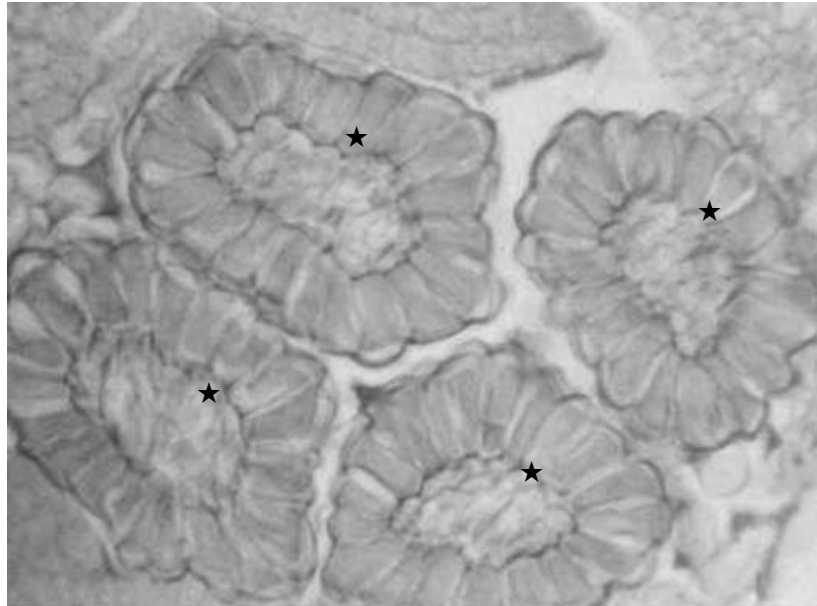
### Coléteres

São estruturas secretoras que podem ser encontradas em diversas famílias de Angiospermae. Os coléteres são constituídos por um eixo central alongado, formado por parênquima fundamental, circundado por células epidérmicas responsáveis pela secreção (Figura 19.4). Esse exsudato protege o meristema, que fica, algumas vezes, completamente coberto.

#### TERPENOS

Compostos do metabolismo secundário de plantas. Denominação geral de monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos e triterpenos.

As substâncias secretadas por esse tipo de estrutura são transportadas através de vesículas para a membrana plasmática, formando invaginações na membrana plasmática. A partir daí são liberadas para o exterior da célula. Com isso, caracteriza-se uma secreção exógena merócrina do tipo granulócrina.

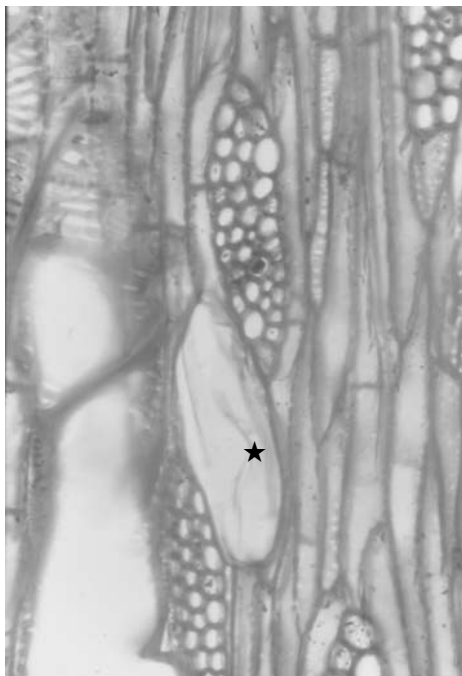


**Figura 19.4:** Coléteres (estrela) do ápice caulinar de *Psychotria velloziana* (Rubiaceae). (Imagem cedida pela Dra. Maura Da Cunha.)

## Estruturas secretoras internas

### Células secretoras (Figura 19.5)

Essas células podem ser encontradas em todos os órgãos vegetais nos mais variados tecidos. Elas podem formar uma camada de células contínua ou idioblastos isolados. Apresentam núcleo relativamente grande, citoplasma denso e grande variedade de conteúdos, como, por exemplo, óleos (lembre-se da *Aniba roseadora* e do Chanel n° 5!), mucilagem, tanino etc. Possuem grande importância no ponto de vista ecológico, como defesa contra patógenos e herbívoros (veja Aula 18 de Botânica II).

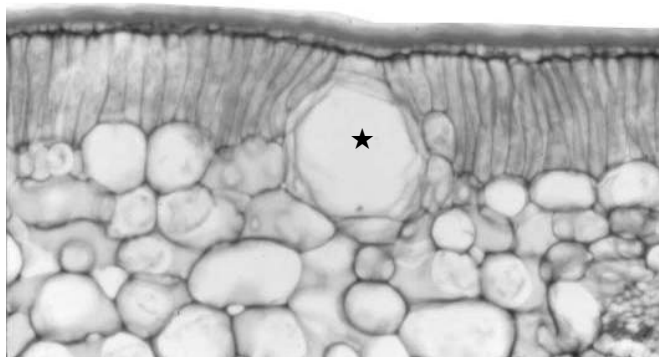


**Figura 19.5:** Detalhe da célula oleífera (estrela) na madeira de *Anaueria brasiliense* (Lauraceae). (Imagem cedida pela Dra. Cátia Henriques Callado.)

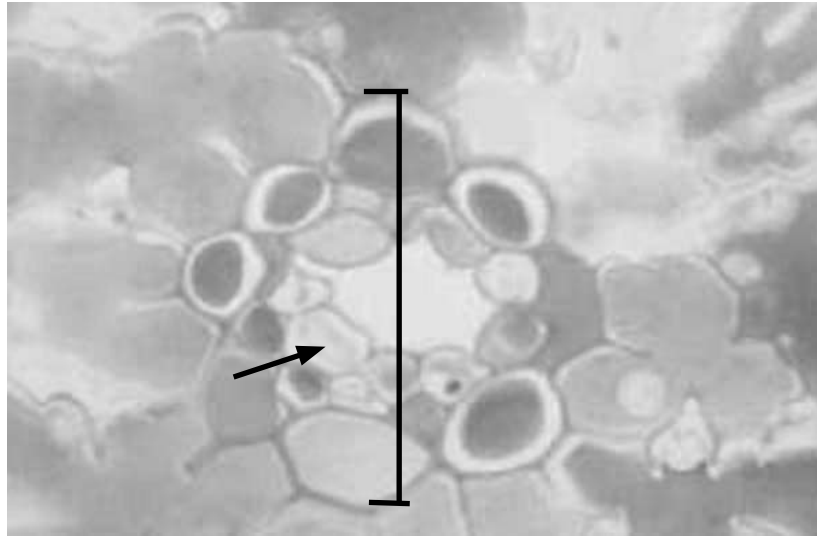
### Cavidades secretoras

Diferem das células secretoras pelo fato de serem resultado da dissolução de células (cavidade lisígena) ou da separação das mesmas (cavidade esquizógena), ou ainda da combinação desses dois processos (cavidade esquisolizógena).

Podem ser divididas em: bolsa (Figura 19.6) e canais ou ductos secretores (Figura 19.7). As bolsas secretoras são de formato isodiamétrico e os ductos ou canais são estruturas alongadas de tamanho variado. A forma e a localização das cavidades secretoras e o tipo de exsudato têm grande importância taxonômica.



**Figura 19.6:** Detalhe de uma bolsa secretora de óleo (estrela) no mesofilo de *Eugenia cuprea* (Myrtaceae). (Imagem cedida pela Dra. Cátia Henriques Callado.)



**Figura 19.7:** Corte transversal da folha de *Pinus sp.* Observe um ducto resinífero (seta). (Imagem cedida pela Dra. Maura Da Cunha.)

### Laticíferos

Os laticíferos são estruturas secretoras, em forma de tubo, que podem ser constituídos por uma única célula ou por séries de células interconectadas. Os laticíferos estão presentes em 20 famílias botânicas, distribuídas em cerca de 900 gêneros. Esses tubos apresentam em seu interior uma suspensão de composição complexa denominada látex. O látex pode atuar no bloqueio de ferimentos e na defesa contra herbívoros.

Os laticíferos encontram-se distribuídos através do corpo da planta ou restritos a certos tecidos e comumente estão associados ao floema. Eles podem ser divididos em:

- laticíferos articulados: consistem de uma célula ou série de células interconectadas, usualmente alongadas, nas quais ocorre a dissolução parcial ou total das paredes celulares terminais;
- laticíferos não-articulados (**Figura 19.8**): são constituídos por células que apresentam crescimento longitudinal, intrromendo-se por entre outras células, separando-as ao nível da lamela média. Esse tipo de crescimento é denominado intrusivo.



Os laticíferos encontrados, por exemplo, em *Chamaesyce thymifolia* (Euphorbiaceae) apresentam em suas células não-diferenciadas: citoplasma denso, mitocôndrias abundantes, retículo endoplasmático, complexo de Golgi e pequenos vacúolos; as células de laticíferos diferenciados apresentam degeneração destas organelas, restando partículas de látex envolto por membrana.



**Figura 19.8:** Corte transversal do caule de *Chamaesyce thymifolia*. Observe o laticífero (L) com conteúdo (látex). (Imagem cedida pela Dra. Maura Da Cunha.)

## CONCLUSÃO

Estrutura secretora é um assunto bastante interessante, pois engloba várias áreas da Biologia, como a Biologia Celular e a Bioquímica da secreção. Outro dado importante é a função dessas estruturas para as plantas e a importância econômica desses vegetais.

## RESUMO

As estruturas secretoras estão presentes nos diferentes órgãos e tecidos vegetais. Essas estruturas secretam substâncias específicas, como o óleo de plantas aromáticas (como o mentol), os açúcares que constituem o néctar das plantas, as enzimas digestivas das plantas insetívoras, o látex de onde é extraída a borracha da seringueira etc. Nas plantas encontramos células ou grupos de células que apresentam características citológicas específicas para síntese da secreção. Em geral, essas células são caracterizadas pela presença de citoplasma denso, núcleo conspícuo, mitocôndrias numerosas, abundância de retículo endoplasmático e complexo de Golgi e inúmeros vacúolos. A secreção é um fenômeno complexo de separação ou isolamento de determinadas substâncias do protoplasto das células. Esse processo pode ser dividido em três etapas básicas: síntese da substância; acúmulo em compartimentos nas células; e liberação ou eliminação. As estruturas secretoras podem ser classificadas, de acordo com a posição na planta, o tipo de exsudato e a estrutura morfológica, em: estruturas secretoras externas (ex.: tricomas, hidatódios e nectários) e internas (ex.: laticíferos, cavidades secretoras).

## ATIVIDADES FINAIS

1. Caracterize as células secretoras.

---

---

---

---

---

---

---

2. Que tipos de exsudatos são encontrados nas plantas? Exemplifique.

---

---

---

---

---

---

---

**COMENTÁRIOS**

*Na primeira atividade, você deverá caracterizar uma célula secretora. Pense nas características desse tipo celular, comparando-o com outras células encontradas na planta. Será mais fácil se você conseguir relacionar essas estruturas com a função e também com o tipo de exsudato. Na segunda atividade, utilize os exemplos citados durante esta aula.*

**RESPOSTAS**

*1. As células secretoras, em geral, são caracterizadas pela presença de um citoplasma denso, núcleo conspícuo, grande número de mitocôndrias, abundância de retículo endoplasmático e do complexo de Golgi e inúmeros vacúolos. O tráfego de membranas entre o retículo endoplasmático (RE), complexo de Golgi e membrana plasmática nesse tipo celular é intenso devido à síntese, deslocamento e secreção do exsudato.*

*2. Você pode encontrar: resinas (uma mistura de terpenos, ésteres e fenóis); o látex, que apresenta composição diversa, (carboidratos, ácidos, sais, alcalóides, esteróis, lipídios, taninos, mucilagens, terpenos, proteínas, vitaminas, cristais e grãos de amido) e as gomas e mucilagens, que têm composições similares, representadas por heteropolissacarídeos complexos e compostos protéicos ( ex.: goma do cajueiro).*

**AUTO-AVALIAÇÃO**

Você deve tentar responder às atividades propostas nesta aula e às atividades finais. Utilize exemplos feitos na aula, isso facilitará o acompanhamento do assunto. A Atividade 1 é bastante fácil, basta você procurar na internet sobre o assunto. Simule uma dinâmica de grupo com seus colegas (organize um estudo dirigido com questões formuladas por pessoas diferentes do grupo ou pelo tutor presencial) e procure, é claro, tirar as dúvidas com seus tutores, presencial e a distância. A Atividade 2 é um pouco mais complexa, pois você deverá resumir tudo o que foi dito até aquele momento. Se você não conseguir, realizá-la, não passe adiante! Volte aos conceitos da aula de Célula Vegetal (Botânica I). Bom trabalho!

### **INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA**

Na Aula 20, você saberá como as plantas crescem e de que forma esse crescimento é regulado. Antes de passar para próxima aula, não se esqueça de tirar todas as suas dúvidas sobre o assunto desta aula com o tutor!

**Botânica II**

# Referências

## Aula 11

---

AGAREZ, Fernando V.; RIZZINI, Cecília M.; PEREIRA, C. *Angiospermae*: taxonomia, morfologia, reprodução, chave para determinação das famílias. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições, 1994, 256 p.

RIZZINI, Cecília M.; AGAREZ, Fernando V.; MEDEIROS, Rodrigo. *Glossário dos vegetais com flores*. Rio de Janeiro: Aquarius NADC/Fundação Bio-Rio, 2003.

## Aula 12

---

DONATO, A. M. *Anatomia e morfogênese da flor de Chorisia speciosa St. Hil. (Bombacaceae)*. 1988. 152f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1988.

FAHN, Abraham. *Anatomia vegetal*. Madrid: H. Blume, 1974.

## Aula 14

---

AGAREZ, Fernando Vieira; RIZZINI, Cecília Maria; PEREIRA, Célio. *Angiospermae*: taxonomia, morfologia, reprodução, chave para determinação das famílias. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições, 1994.

RIZZINI, Cecília Maria; AGAREZ, Fernando Vieira; MEDEIROS, Rodrigo Jesus. *Glossário dos vegetais com flores*. Rio de Janeiro: Aquarius NADC/Fundação Bio-Rio, 2003.

## Aula 16

---

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz; CARMELLO-GUERREIRO, Sandra Maria. *Anatomia vegetal*. Viçosa: UFV, 2003.

ESAU, Katherine. *Anatomia vegetal*. 3.ed. Barcelona: Omega, 1985.

MAUSETH, James. *Plant anatomy*. California: Cummings Publishing Company, 1988.

NULTSCH, Wilhelm. *Botânica geral*. 10. ed. rev. e atual. Trad. Paulo Luiz de Oliveira. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

RAVEN, Peter; EVERT, Ray; EICHHORN, Susan. *Biologia vegetal*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

VIDAL, Waldomiro; VIDAL, Maria Rosária. *Botânica - organografia: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos*. 4. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2000.

WEIER, Tomas Elliot et al. *Botany: an introduction to plant biology*. 6. ed. New York: John Wiley & Sons, 1982.

---

## Aula 18

AGRIOS, George N. *Plant pathology*. London: Academic Press, 1997. 635 p.

DICKISON, William C. *Integrative plant anatomy*. San Diego: Harcourt Academic Press, 2000. 533 p.

MAUSETH James D. *Plant anatomy*. Menlo Park: Cummings Publishing Company, 1988. 560 p.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. *Biologia vegetal*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

---

## Aula 19

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz; CARMELLO-GUERREIRO, Sandra Maria. *Anatomia vegetal*. Viçosa: UFV, 2003.

DICKISON, William C. *Integrative plant anatomy*. San Diego: Harcourt Academic Press, 2000.

ESAU, Katherine. *Anatomia vegetal*. 3. ed. Barcelona: Omega, 1985.

FAHN, Abraham. *Secretory tissues in plants*. London: Academic Press, 1979.

\_\_\_\_\_. Secretory tissues in vascular plants. *New Phytol*, New York, v. 108, p. 229-257, 1988.

\_\_\_\_\_. *Plant anatomy*. Oxford: Pergamon Press, 1990.

MAUSETH James D. *Plant anatomy*. California: Cummings Publishing Company, 1988.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. *Biologia vegetal*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.





ISBN 978-85-7648-668-8



9 788576 486688



**UENF**  
Universidade Estadual  
do Norte Fluminense



Universidade Federal Fluminense

**uff**



**UNIRIO**



SECRETARIA DE  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA



Ministério  
da Educação

