

## As briófitas (musgos, hepáticas e antóceros)

As briófitas são plantas primitivas que não produzem flores, frutos e sementes e também não produzem tecidos vasculares. Por esse motivo são chamadas plantas avasculares ou não-traqueófitas. A ausência do tecido condutor é a grande responsável pelo porte pequeno desses vegetais.

As briófitas são terrestres de ambientes úmidos, sombreados e quentes; algumas espécies vivem em água doce e não ocorrem no mar. No Brasil, um dos ambientes mais favoráveis para o crescimento dessa vegetação é a Mata Atlântica.

Nesses vegetais encontra-se uma nítida alternância de gerações em que o gametófito representa o vegetal verde, complexo e duradouro, enquanto o esporófito é um vegetal simples, transitório e dependente do gametófito feminino.

Os gametófitos produzem os órgãos reprodutores (gametângios) representados pelos arquegônios e anterídios. Esses gametângios diferem daqueles produzidos pelas algas porque apresentam uma epiderme estéril de revestimento e proteção dos gametas.

Os gametângios femininos são denominados arquegônios. São estruturas muito pequenas, têm a forma de uma garrafinha, sendo a região do gargalo chamada colo e a região do bojo, ventre.

O colo é preenchido por uma fileira de células colares e o ventre possui duas células: ventral e oosfera. Durante o amadurecimento do arquegônio, as células colares e ventral transformam-se em substâncias mucilaginosas, restando, no interior do ventre, a oosfera (gameta feminino).



Esquema do arquegônio, visto ao microscópio.

Os gametângios masculinos são denominados anterídios. São órgãos claviformes ou esféricos. Externamente, observa-se a epiderme, que envolve e protege um tecido formado por células diminutas, os andróцитos. Cada andrócito sofre uma metamorfose, originando uma célula espiralada e biflagelada denominada anterozóide (gameta masculino).

Para a fecundação, é indispensável a presença de água da chuva. Os anterídios liquefazem a sua epiderme, pondo em liberdade os anterozóides, que nadam, na água, com auxílio dos flagelos. Os anterozóides são atraídos para o arquegônio graças às substâncias químicas produzidas pelo órgão reprodutor feminino, sendo o fenômeno conhecido por quimiotactismo. Um anterozóide une-se, no ventre do arquegônio, com a oosfera, originando a célula-ovo ou zigoto. Ocorrida a fecundação, o zigoto desenvolve-se sobre o gametófito feminino, formando o esporófito. Este geralmente possui uma haste (seta), que suporta no ápice uma

região dilatada conhecida por cápsula (esporângio). No interior da cápsula ocorre meiose para a formação dos esporos. Os esporos são todos iguais, motivo pelo qual essas plantas são isosporadas.

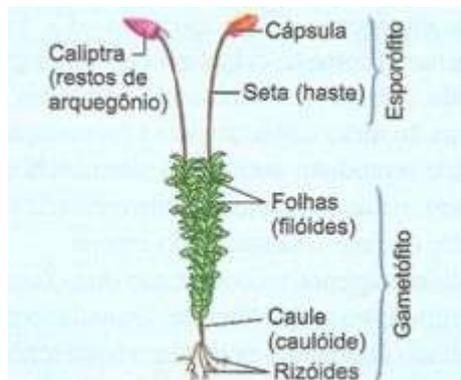
Nos musgos, a germinação dos esporos leva à formação de filamentos verdes, ramificados, com septos inclinados, denominados protonemas. Os protonemas formam espécies de "gemas", que crescem para a formação de gametófitos. Cada protonema é capaz de produzir muitos gametófitos.

Nas hepáticas, o gametófito pode reproduzir-se assexuadamente, formando propágulos. Estes representam espécies de brotos, formados no interior de umas chamadas conceptáculos. Cada propágulo é capaz de dar origem a um novo gametófito.

Quanto à classificação, as briófitas podem ser subdivididas em três grupos: Musci, Hepaticae e Anthocerotae.

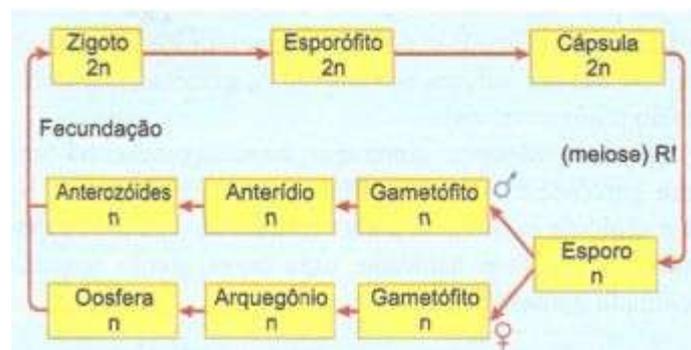
### Musci (musgos)

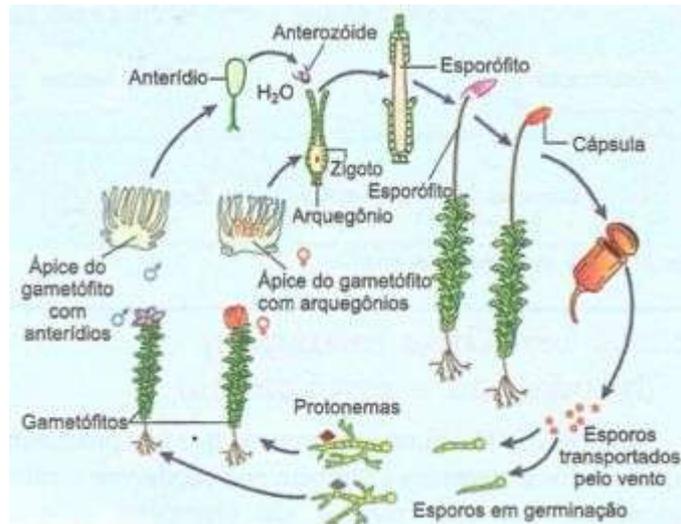
Os representantes desse grupo são os musgos, os vegetais mais conhecidos entre todas as briófitas. A planta conhecida por musgo é o gametófito organizado em rizóides, caule e folhas. Os maiores musgos chegam a atingir 20cm de comprimento, como ocorre com os musgos do gênero *Polytrichum*. Os musgos sempre ocorrem em grupos, que cobrem o solo, rochas, muros etc. Muitas espécies resistem ao dessecamento temporário e outras ainda suportam longos períodos de seca.



Aspecto do gametófito e do esporófito de um musgo.

O ciclo de vida de um musgo obedece ao seguinte esquema:





Ciclo reprodutor de um musgo.

### **Hepaticae (hepáticas)**

As hepáticas são vegetais que vivem em ambientes de muita umidade ou em água doce. O gametófito é taloso, prostrado e provido de rizóides na face interior. Um dos gêneros mais conhecidos é o *Marchantia*.

As plantas do gênero *Marchantia* vivem em solo ou rochas úmidas. O talo é lobado e ramificado dicotomicamente, apresentando estômatos primitivos na superfície superior. Os talos formam conceptáculos onde se desenvolvem os propágulos encarregados da reprodução assexuada do gametófito. Os arquegônios e anterídios formam-se em ramos especiais chamados, respectivamente, de arquegonióforos e anteridióforos.

Os arquegonióforos são facilmente reconhecidos porque produzem um chapéu provido de expansões que lembram dedos da mão. Os anteridióforos formam chapéus pouco recortados. Os esporófitos aparecem pendurados no chapéu feminino e podem ser divididos em pé, seta ou haste e cápsula. A cápsula produz, por meiose, esporos iguais.

### **Anthocerotae (antóceros)**

São plantas do gênero *Anthoceros*. O gametófito é taloso prostrado contra o solo úmido, onde se fixa através de rizóides.

### **Importância das briófitas**

- Decompõem as rochas sobre as quais se desenvolvem.
- Absorvem, como verdadeiras esponjas, grandes quantidades de água das chuvas, mantendo a superfície do solo úmida.
- Formam a turfa utilizada como combustível.

## **As pteridófitas (samambaias, avencas e selaginelas)**

São plantas terrestres de lugares úmidos, algumas vivem em água doce e não há espécies marinhas. Apresentam vasos para transporte de seiva (floema e xilema); são, portanto, plantas vasculares (traqueófitas).

Nas pteridófitas existe uma nítida metagênese (alternância de gerações) em que o esporófito representa o vegetal verde, complexo e duradouro, e o gametófito, uma planta verde, pouco complexa, transitória (vida curta), podendo ser monóica ou dióica. O gametófito também recebe o nome de prótalo.

**Esporófito:** é a planta mais desenvolvida e consta de raiz, caule e folha. Não forma flores, frutos e sementes.

**Raiz:** geralmente adventícia (origina-se do caule) e fasciculada. Apresenta floema e xilema.

**Caule:** geralmente subterrâneo, crescendo paralelamente à superfície do solo, do tipo rizóina. As vezes, ereto, podendo ou não apresentar ramificações. Na estrutura interna, ocorre uma casca, revestida pela epiderme e, centralmente, um cilindro vascular. Os feixes líbero-lenhosos têm o líber do lado externo, sem células anexas, o lenho está no centro e os vasos lenhosos são traqueídes escalariformes, anelares e espiraladas e muito raramente traqueias.

**Folhas:** nascem do caule e podem ser simples ou compostas, muitas vezes penadas. Têm tamanho variado, podendo atingir grandes dimensões. As folhas novas estão enroladas sob a forma de um báculo. Apresentam mesófilo com nervuras ramificadas. A epiderme tem estômatos e apresenta células com cloroplastos, contribuindo desta maneira para a fotossíntese.

De acordo com a função, as folhas podem ser:

**Trofofilos:** são folhas estéreis que realizam apenas a função de fotossíntese (folhas assimiladoras).

**Esporofilos:** são folhas férteis, relacionadas com a produção de esporângios.

**Trofoesporofilos:** realizam fotossíntese e produzem esporângios.

Quanto ao tipo de esporo produzido, as pteridófitas são divididas em dois grupos:

- **Isosporadas:** quando produzem esporos morfologicamente idênticos.

- **Heterosporadas:** quando produzem dois tipos de esporos: micrósporos e megásporos (macrósporos).

Gametófito ou Prótalo: são plantas verdes, muito pequenas, comparadas com o esporófito; de forma talosa e com poucas camadas de células parenquimáticas.

Os gametófitos podem ser monóicos ou dióicos.

Os órgãos reprodutores são anterídios de forma esférica e mais simples do que os das briófitas. Não têm pedúnculo e estão diretamente ligados ou mergulhados no interior do prótalo. O número de anterozóides em cada anterídio é menor do que nas briófitas e os anterozóides são espiralizados e geralmente pluriflagelados.

Os arquegônios também são mais simples do que os das briófitas. Têm forma de garrafa. Cada arquegônio forma apenas uma oosfera e fica parcialmente mergulhado no tecido do prótalo.

As pteridófitas dependem de água para a fecundação. Os anterozóides são atraídos até o arquegônio por fenômenos de quimiotactismo. Uma vez formado o zigoto, este desenvolve-se para formar, inicialmente, um embrião e, posteriormente, um novo esporófito.



Ciclo metagenético de uma pteridófita.

### Classificação das pteridófitas

As pteridófitas são divididas em quatro grupos:

- **Psilofitinea (Psilopsida):** plantas do gênero Psilotum.
- **Equisetinea (Sphenopsida):** plantas do gênero Equisetum (cavalinhas).
- **Licopodinea (Licopsida):** plantas do gênero Lycopodium e Selaginella.
- **Filicinea (Pteropsida):** é a classe mais numerosa e corresponde às plantas genericamente conhecidas por samambaias e avencas.



Face inferior de samambaia com soro

Alguns gêneros bem conhecidos:

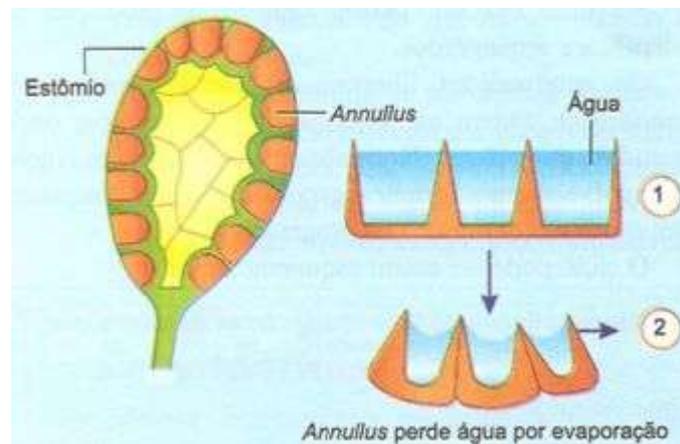
- Davailia:** renda portuguesa
- Dicksonia:** samambaiçu ou xaxim
- Nephrolepis:** paulistinha
- Plaiyeerium:** chifre-de-veado
- Polypodium:** samambaia de metro
- Adiantum:** avencas

## Ciclo de vida de pteridófitas isosporadas com prótalos monóicos (samambaias e avencas)

O esporófito é o vegetal formado por raízes, caule e folhas. Em certas épocas do ano desenvolvem-se, na face inferior (dorsal) das folhas, umas saliências denominadas soros. Os soros originam-se por proliferação das células epidérmicas. Os soros, quando vistos ao microscópio, mostram um conjunto de esporângios, protegidos por uma expansão do folíolo denominado indúcio (latim *indusiare* = cobrir).

O esporângio consta de uma cápsula geralmente arredondada munida de um pedúnculo. Apresenta externamente uma epiderme protetora e internamente um tecido esporígeno. As células deste tecido dividem-se por meio- se para formar, cada uma, 4 esporos haplóides.

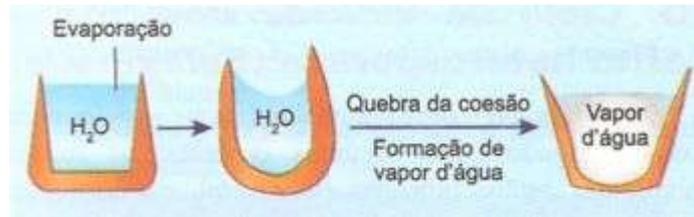
A deiscência do esporângio ocorre em dias quentes e com baixa umidade do ar. Na epiderme existe uma faixa de células denominadas annulus. Estas células mortas apresentam paredes reforçadas, espessadas, formando uma espécie de U e estão cheias de água.



Mecanismo de abertura do esporângio.

Quando os esporângios estão maduros, cessa o fornecimento de água para as células do annulus (1).

Estas células perdem água por evaporação e começam a murchar, provocando uma diminuição de volume (2), contraindo apenas a membrana externa, sem reforço. Disto resulta uma tendência de o anel tomar côncavo o lado normalmente convexo. O anel só pode realizar esta tendência depois de romper-se a parede do esporângio. Tal fato ocorre num lugar chamado **estômio**, formado por células totalmente desprovidas de reforços. Durante todos esses movimentos, não há rompimento da coesão das moléculas de água. Mas chega um momento em que as moléculas de água perdem a sua coesão, forma-se uma espécie de vácuo que será imediatamente substituído por uma bolha de vapor d'água. Agora as membranas são pressionadas e voltam à sua forma normal. Todo o anel volta à sua posição inicial e isto ocorre com violência, o que provoca a explosão do esporângio e o lançamento dos esporos no ar.



Mecanismo de abertura do esporângio.

Os esporos lançados no ar são transportados pelo vento.

Os esporos são células com citoplasma provido de substâncias de reserva, núcleo haplóide e duas ou três membranas celulósicas.

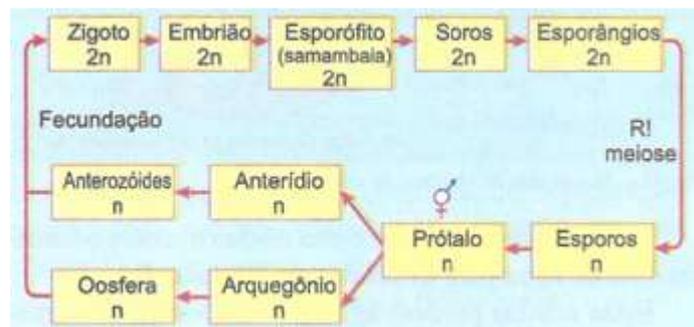
A membrana externa (exina) é cutinizada e a interna (intina), celulósica. A exina rompe-se quando ocorre a germinação do esporo. A célula divide-se repetidamente por mitoses para formar um gametófito laminar e geralmente cordiforme chamado prótalo.

O prótalo forma, na região inferior, os rizóides unicelulares, destinados à fixação e absorção de água e nutrientes minerais.

Na face inferior, ocorre também a produção de anterídios e arquegônios.

Os anterozóides libertam-se com a ruptura dos anterídios e nadam até alcançar os arquegônios, onde fecundam as oosferas. Normalmente, somente um zigoto desenvolve-se para formar o esporófito jovem. Enquanto isto, o prótalo desagrega-se progressivamente.

O ciclo pode ser assim esquematizado:



Ciclo metagenético de uma pteridófita isosporada.



Ciclo de vida da samambaia

## **As gimnospermas (pinheiros)**

As gimnospermas são plantas terrestres, principalmente em zonas temperadas (frias), ocorrendo em pequeno número em climas tropicais.

Apresentam metagênese pouco nítida na qual o esporófito é o vegetal verde, complexo e duradouro, e o gametófito, um vegetal muito reduzido e dependente do esporófito.

Formam flores e sementes, mas nunca produzem frutos. Daí o nome **gimnosperma** (gimnos = nu + sperma = semente).

Não dependem de água para a fecundação.

### **Organização do esporófito**

As gimnospermas são vegetais lenhosos de aspecto arbustivo ou arbóreo, neste caso formando árvores de grandes dimensões, como ocorre com as sequóias e os pinheiros. Não existem formas herbáceas.

O esporófito possui raiz, caule, folha, produzindo flores e sementes.

As raízes geralmente são do tipo axial ou pivotante.

Os caules pertencem ao tipo tronco, crescem em espessura, por atividade dos meristemas secundários: felogênio e câmbio.

As folhas são reduzidas em forma de escamas; são perenes e adaptadas a ambientes secos (xerófilas). As características xerofíticas dessas plantas são induzidas pelo frio.

### **Organização dos gametófitos**

Os gametófitos são dióicos, reduzidos em tamanho, tempo de vida e complexidade e dependentes do esporófito. Os gametófitos, na verdade, desenvolvem-se dentro dos óvulos produzidos nas inflorescências femininas.

O gametófito masculino é o tubo polínico ou micrófito, responsável pela formação dos gametas masculinos. Em Cycadinae e Ginkgoinae os gametas são anterozóides. Nas Coniferae os gametas masculinos são as células espermáticas contidas no tubo polínico.

O gametófito masculino é o saco embrionário ou macroprótalo, contido no interior do óvulo, que forma arquegônios rudimentares e oosferas como gametas femininos.

### **Estruturas dos órgãos reprodutores e reprodução**

Os **estróbilos** ou **inflorescências** são unissexuados; as plantas podem ser monóicas (pinheiro europeu) ou dióicas (pinheiro-do-paraná). As flores se reúnem em inflorescências masculinas (estróbilo ou cone macho) e em inflorescências femininas (estróbilo ou cone fêmea), que recebem o nome de pinhas.

**Estróbilo macho:** consta de um eixo em torno do qual se inserem os microesporofilos formadores dos microesporângios (sacos polínicos), dentro dos quais encontramos os grãos de pólen (microsporos). O grão de pólen é pluricelular e tem duas membranas, uma interna (intina) e outra externa (exina). A exina forma expansões cheias de ar (sacos aéreos). No interior do grão de pólen encontramos a célula geratriz, a vegetativa e as células acessórias.

A polinização é realizada exclusivamente pelo **vento**, fenômeno conhecido por **anemofilia**.



Estróbilo macho.

**Estróbilo fêmea:** consta de um eixo em torno do qual se inserem os megasporofilos (folhas cai-pelares), que se encarregam de produzir óvulos, em número variável.



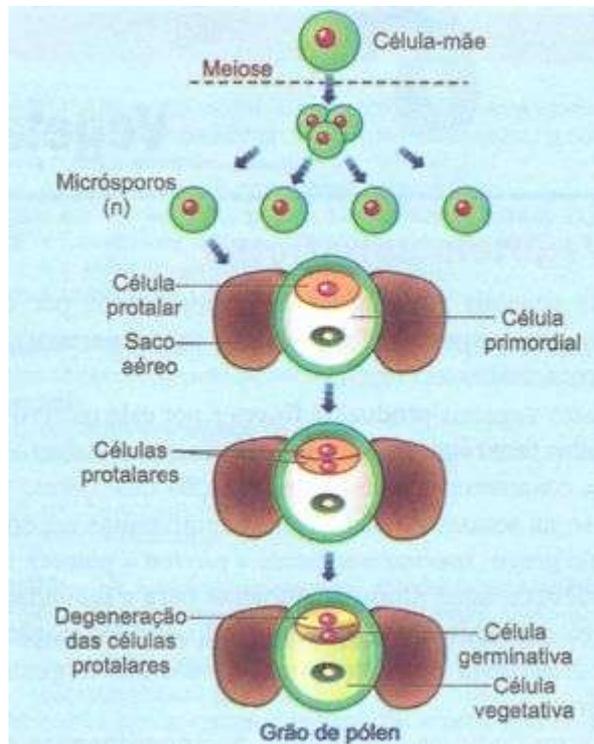
Estróbilo fêmea.

**Estrutura do óvulo:** o óvulo é revestido por único integumento. Abaixo da micrópila situa-se a câmara polínica destinada a receber os grãos de pólen. O integumento reveste o megasporângio. Uma célula do megasporângio sofre meiose, dando quatro células haplóides, das quais três degeneram e a que persiste (megásporo) divide-se por mitose e acaba por formar o megaprótalo (gametófito fêmea). Este forma arquegônios muito rudimentares e dentro deles aparecem oosferas.

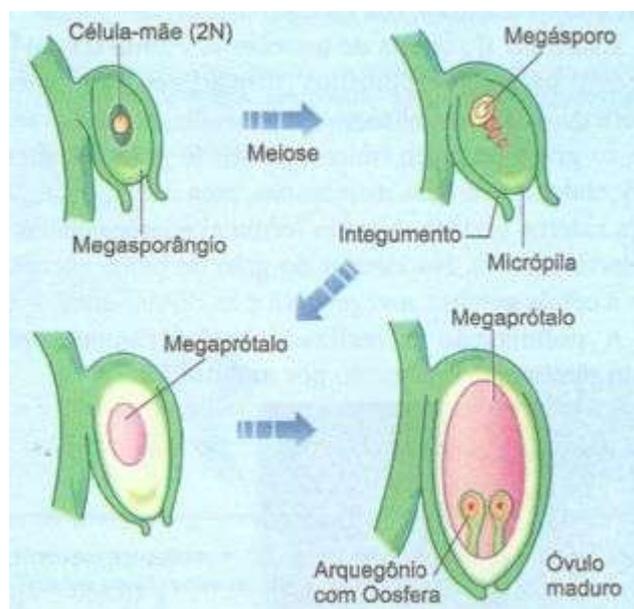
Desenvolvimento do óvulo de gimnosperma.

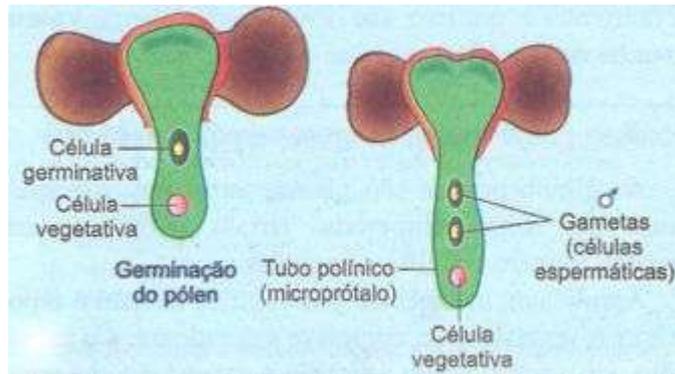
**Polinização:** feita pelo vento (anemofilia), o grão de pólen é transportado até a câmara polínica, onde germina.

**Formação do tubo polínico:** as células acessórias envolvem as células do grão de pólen, formando a parede do tubo polínico. A célula geratriz divide-se, dando origem a dois núcleos espermáticos (gametas masculinos).



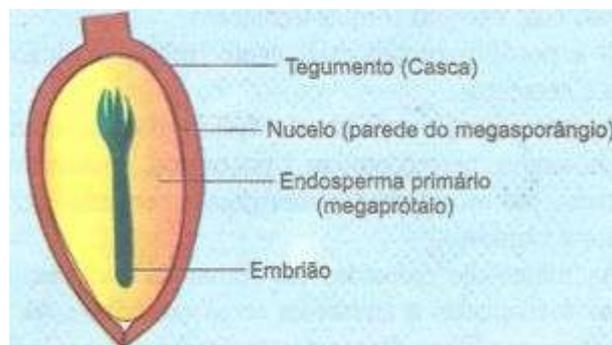
Formação do grão de pólen.





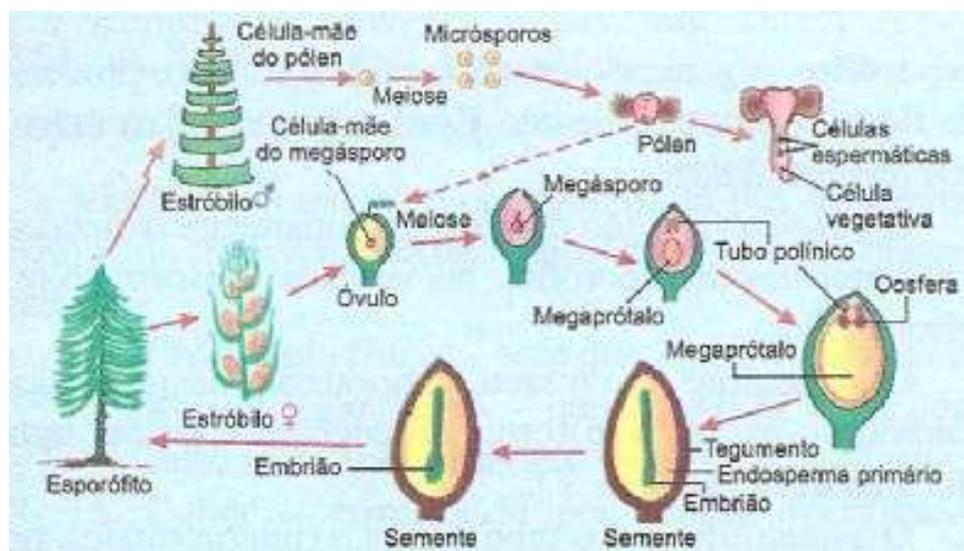
Formação do tubo polínico.

**Fecundação:** a presença de várias oosferas no óvulo permite a fecundação por vários núcleos espermáticos de vários tubos polínicos, formando vários zigotos, mas apenas um embrião se desenvolve. (Nas giniospermas é freqüente a poliembriõnia, mas dos vários embriões formados apenas um se desenvolve.) Após a fecundação, o tecido do megaprótalo ( $n$ ) forma o endosperma primário, tecido cuja função é acumular reserva (o embrião das gimnospermas possui muitos cotilédones). O óvulo fecundado evolui e forma a semente, que não está protegida pelo fruto.



Organização geral de uma semente de gimnosperma.

Ciclo reprodutor de uma gimnosperma.



## **Classificação das gimnospermas**

Quanto à classificação, as gimnospermas possuem quatro grupos com representantes atuais:

**Cicadinae:** Os vegetais deste grupo são dotados de um tronco não-ramificado, com folhas geralmente penadas no ápice; são dióicas. Exemplo: Cicas.

**Ginkgoinae:** Neste grupo, há um único representante atual: Ginkgo biloba, encontrado na China e no Japão.

**Coniferae:** É o grupo mais importante atualmente. Exemplos: Araucaria, Pinus, Cedrus, Sequoia, Cupressus etc.

**Gnetinae:** Este grupo é representado por: Ephedra e Gnetum.

## **Importância das gimnospermas**

♦ As gimnospermas são muito utilizadas como plantas ornamentais em jardins residenciais e públicos. Algumas plantas do gênero Cycas (palmeirinhas-de-jardim) fornecem amido para a confecção do sagu).

♦ Fornecem madeira para a construção e fabricação de móveis.

♦ A madeira é utilizada na fabricação de papel.

♦ A resina dos pinheiros é utilizada na fabricação de desinfetantes e na perfumaria.

♦ O pinheiro Abies balsamea fornece o bálsamo-do-canadá, utilizado na preparação de lâminas nos laboratórios de análises.

♦ Os pinheiros chamados cedros-do-líbano possuem madeira muito resistente que era utilizada na construção naval. O famoso templo de Salomão foi construído com madeiras desse pinheiro.

♦ Alguns pinheiros como a araucária do sul do Brasil produzem sementes comestíveis, conhecida por pinhões.

♦ Alguns pinheiros do gênero Pinus produzem a terebintina, utilizada como solvente na fabricação de tintas e vernizes, além de outras aplicações.

♦ O âmbar é uma resina fóssil de coníferas.

## Angiospermas

Atualmente são conhecidas cerca de 350 mil espécies de plantas - desse total, mais de 250 mil são angiospermas.

A palavra angiosperma vem do grego *angeios*, que significa 'bolsa', e *sperma*, 'semente'. Essas plantas representam o grupo mais variado em número de espécies entre os componentes do reino Plantae ou Metaphyta.

### Flores e frutos: aquisições evolutivas

As angiospermas produzem **raiz, caule, folha, flor, semente e fruto**. Considerando essas estruturas, perceba que, em relação às gimnospermas, as angiospermas apresentam duas "novidades": as **flores** e os **frutos**.



**A flor e o fruto do maracujá**

As flores podem ser vistosas tanto pelo colorido quanto pela forma; muitas vezes também exalam odor agradável e produzem um líquido açucarado - o **néctar** - que serve de alimento para as abelhas e outros animais. Há também flores que não têm peças coloridas, não são perfumadas e nem produzem néctar.

Coloridas e perfumadas ou não, é das flores que as angiospermas produzem sementes e frutos.

### As partes da flor

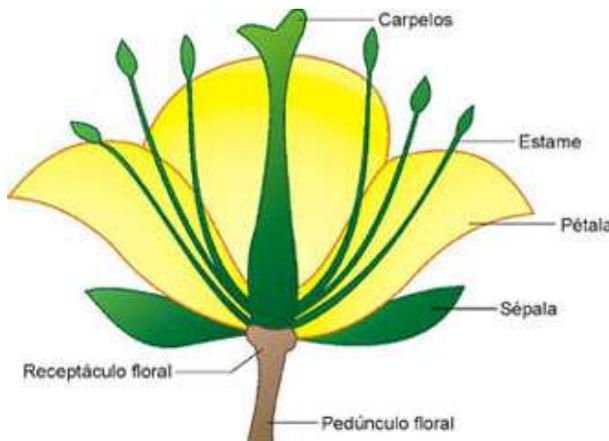
Os órgãos de suporte – órgãos que sustentam a flor, tais como:

- **pedúnculo** – liga a flor ao resto do ramo.
- **receptáculo** – dilatação na zona terminal do pedúnculo, onde se inserem as restantes peças florais.

### Órgãos de proteção

Órgãos que envolvem as peças reprodutoras propriamente ditas, protegendo-as e ajudando a atrair animais polinizadores. O conjunto dos órgãos de proteção designa-se **perianto**. Uma flor sem perianto diz-se nua.

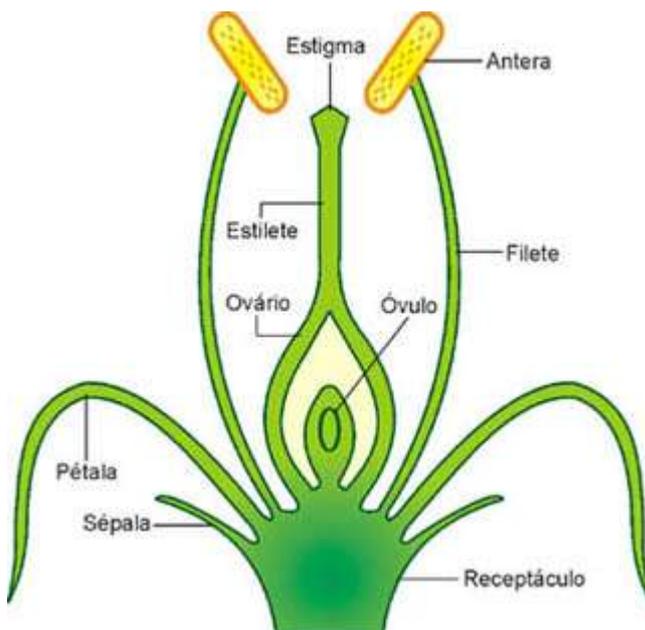
- **cálice** – conjunto de sépalas, as peças florais mais parecidas com folhas, pois geralmente são verdes. A sua função é proteger a flor quando em botão. A flor sem sépalas diz-se assépala. Se todo o perianto apresentar o mesmo aspecto (**tépalas**), e for semelhante a sépalas diz-se sepalóide. Neste caso diz-se que o perianto é indiferenciado.
- **corola** – conjunto de pétalas, peças florais geralmente coloridas e perfumadas, com glândulas produtoras de néctar na sua base, para atrair animais. A flor sem pétalas diz-se apétala. Se todo o perianto for igual (tépalas), e for semelhante a pétalas diz-se petalóide. Também neste caso, o perianto se designa indiferenciado.



### Órgãos de reprodução

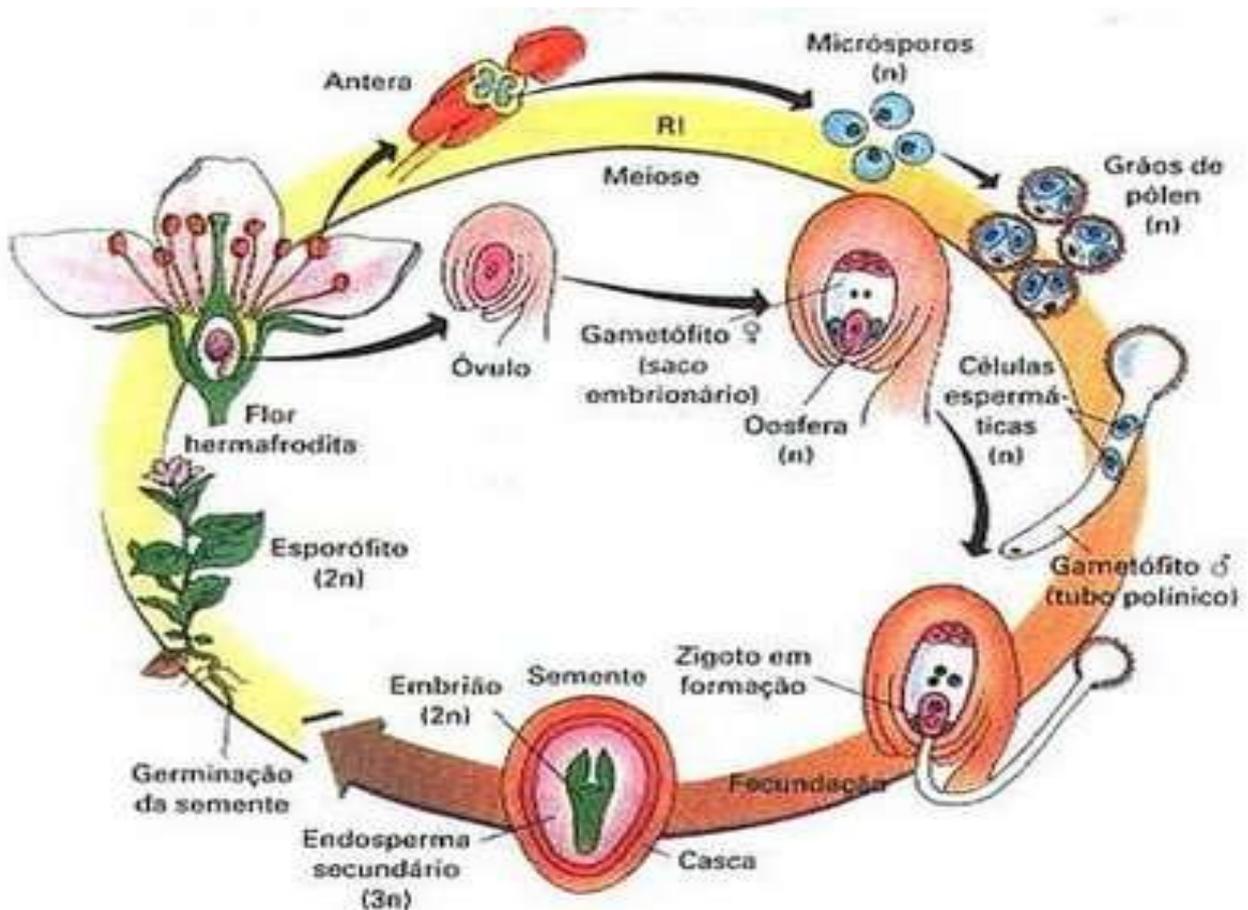
folhas férteis modificadas, localizadas mais ao centro da flor e designadas esporófilos. As folhas férteis masculinas formam o anel mais externo e as folhas férteis femininas o interno.

- **androceu** – parte masculina da flor, é o conjunto dos **estames**. Os estames são folhas modificadas, ou esporófilos, pois sustentam esporângios. São constituídas por um filete (corresponde ao pecíolo da folha) e pela antera (corresponde ao limbo da folha);
- **gineceu** – parte feminina da flor, é o conjunto de **carpelos**. Cada carpelo, ou esporófilo feminino, é constituído por uma zona alargada oca inferior designada ovário, local que contém óvulos. Após a fecundação, as paredes do ovário formam o fruto. O carpelo prolonga-se por uma zona estreita, o estilete, e termina numa zona alargada que recebe os grãos de pólen, designada estigma. Geralmente o **estigma** é mais alto que as anteras, de modo a dificultar a autopolinização.



Os **frutos** contêm e protegem as sementes e auxiliam na dispersão na natureza. Muitas vezes eles são coloridos, suculentos e atraem animais diversos, que os utiliza como alimento. As sementes engolidas pelos animais costumam atravessar o tubo digestivo intactas e são eliminadas no ambiente com as fezes, em geral em locais distantes da planta-mãe, pelo vento, por exemplo. Isso favorece a espécie na conquista de novos territórios.

## REPRODUÇÃO EM ANGIOSPERMAS



Nesse grupo, os órgãos de reprodução não estão mais reunidos em estróbilos, mas em flores, onde os estames representam os microsporofilos e os ovários, os macrosporofilos.

Como já foi dito, as angiospermas apresentam uma redução acentuada do megagametófito, nelas denominado saco embrionário; ele é formado a partir de uma tétrade de macrósporos originados por meiose, onde apenas um evolui, dividindo-se por 3 vezes seguidas, originando 8 núcleos, dos quais 3 se agrupam próximo à micrópila (duas sinérgides laterais e uma oosfera central); outros 3 migram para a extremidade oposta, constituindo antípodas; no centro do saco embrionário instalam-se os dois núcleos restantes, denominados núcleos polares da célula média.

O conjunto do saco embrionário, mais os dois tegumentos característicos desse grupo, forma o óvulo. Os micrósporos que darão origem aos grãos de pólen são formados no interior das anteras, que podem abrir-se por fendas ou poros para liberá-los, quando esses estão maduros.

Ao chegarem ao estigma de outra flor; os grãos de pólen começam a produzir o tubo polínico, que cresce através do estilete até o ovário, atravessa a micrópila do óvulo, lançando em seu interior duas células espermáticas; uma se funde com a oosfera, originando o zigoto e a outra se une aos núcleos polares, formando um tecido triploide, o endosperma, que freqüentemente acumula grande quantidade de reservas nutritivas (amido, óleo, açúcares, etc.).

O embrião é formado após sucessivas divisões do zigoto, nutrindo-se do endosperma. Obs.: Alguns autores italianos e argentinos, utilizam uma nomenclatura diferente para as

estruturas reprodutivas. Veja a tabela a seguir, com os sinônimos e as respectivas definições: Microsporo = androsporo > esporos que originam microgametófitos.

Macrosporo ou megasporo = ginosporo > esporos que originam macro ou megagametófitos. Microsporângio = androsporângio = saco polínico > esporângio produtor de microsporos. Macrosporângio = ginosporângio > esporângio produtor de megásporos. Microsporofilo = androsporofilo > estrutura de natureza foliar que sustenta 1 ou mais microsporângios.

Macrosporofilo = ginosporofilo > estrutura de natureza foliar que sustenta 1 ou mais megasporângios. Microgametofito - androfito = gametófito masculino (n) > pólen em estado triclular - representa a geração sexuada masculina, originada a partir do microsporo; suas estruturas reprodutivas são os gametas masculinos (anterozóides ou células espermáticas).

Macrogametofito ou megagametofito - ginofito = gametófito feminino (n) = saco embrionário maduro > representa a geração sexuada feminina, originada a partir do megásporo; suas estruturas reprodutivas são os gametas femininos (oosfera e célula média). Microstróbilo = androstróbilo > estróbilo (ramo modificado portando esporófilos) que produz microsporos. Macrostróbilo = ginostróbilo > estróbilo que produz macrosporos.

Anterídio = androgônio > gametângio masculino > produz gametas masculinos. Arquegônio = ginogônio > gametângio feminino > produz gametas femininos. Anterozóide ou células espermáticas > gametas masculinos, sendo o primeiro tipo com flagelos. Oosfera > gameta feminino.

### **Os dois grandes grupos de angiospermas**

As angiospermas foram subdivididas em duas classes: as **monocotiledôneas** e as **dicotiledôneas**.

São exemplos de angiospermas monocotiledôneas: capim, cana-de-açúcar, milho, arroz, trigo, aveias, cevada, bambu, centeio, lírio, alho, cebola, banana, bromélias e orquídeas.

São exemplos de angiospermas dicotiledôneas: feijão, amendoim, soja, ervilha, lentilha, grão-de-bico, pau-brasil, ipê, peroba, mogno, cerejeira, abacateiro, acerola, roseira, morango, pereira, macieira, algodoeiro, café, jenipapo, girassol e margarida.

### **Monocotiledôneas e dicotiledôneas: algumas diferenças**

Entre as angiospermas, verificam-se dois tipos básicos de raízes: **fasciculadas** e **pivotantes**.

**Raízes fasciculadas** - Também chamadas raízes em cabeleira, elas formam numa planta um conjunto de raízes finas que têm origem num único ponto. Não se percebe nesse conjunto de raízes uma raiz nitidamente mais desenvolvida que as demais: todas elas têm mais ou menos o mesmo grau de desenvolvimento. As raízes fasciculadas ocorrem nas **monocotiledôneas**.



**Raiz fasciculada e pivotante, respectivamente.**

**Raízes pivotantes** - Também chamadas raízes axiais, elas formam na planta uma raiz principal, geralmente maior que as demais e que penetra verticalmente no solo; da raiz principal partem raízes laterais, que também se ramificam. As raízes pivotantes ocorrem nas **dicotiledôneas**.

Em geral, nas angiospermas verificam-se dois tipos básicos de folhas: **paralelinérvea** e **reticulada**.



**Folhas paralelinérveas** - São comuns nas angiospermas monocotiledôneas. As nervuras se apresentam mais ou menos paralelas entre si.



**Folhas reticuladas** - Costumam ocorrer nas angiospermas dicotiledôneas. As nervuras se ramificam, formando uma espécie de rede.

Existem outras diferenças entre monocotiledôneas e dicotiledôneas, mas vamos destacar apenas a responsável pela denominação dos dois grupos.

O embrião da semente de angiosperma contém uma estrutura chamada **cotilédone**. O cotilédone é uma folha modificada, associada a nutrição das células embrionárias que poderão gerar uma nova planta.



- **Sementes de monocotiledôneas.** Nesse tipo de semente, como a do milho, existe um único cotilédone; daí o nome desse grupo de plantas ser monocotiledôneas (do grego *mónos*: 'um', 'único'). As substâncias que nutrem o embrião ficam armazenadas numa região denominada endosperma. O cotilédone transfere nutrientes para as células embrionárias em desenvolvimento.
- **Sementes de dicotiledôneas.** Nesse tipo de semente, como o feijão, existem dois cotilédones - o que justifica o nome do grupo, dicotiledôneas (do grego *dís*: 'dois'). O endosperma geralmente não se desenvolve nas sementes de dicotiledôneas; os dois cotilédones, então armazenam as substâncias necessárias para o desenvolvimento do embrião.

### Resumo: Monocotiledôneas vs Dicotiledôneas

	MONOCOTILEDÔNEAS	DICOTILEDÔNEAS
<b>raiz</b>	fasciculada ("cabeleira")	pivotante ou axial (principal)
<b>caule</b>	em geral, sem crescimento em espessura (colmo, rizoma, bulbo)	em geral, com crescimento em espessura (tronco)
<b>distribuição de vasos no caule</b>	feixes líbero-lenhosos "espalhados" (distribuição atactostélica = irregular)	feixes líbero-lenhosos dispostos em círculo (distribuição eustélica = regular)
<b>folha</b>	invaginante: bainha desenvolvida; uninérvia ou paralelinérvia.	peciolada: bainha reduzida; pecíolo; nervuras reticuladas ou peninérvias.
<b>Flor</b>	trímera (3 elementos ou múltiplos)	dímera, tetrâmera ou pentâmera
<b>embrião</b>	um cotilédone	2 cotilédones
<b>exemplos</b>	bambu; cana-de-açúcar; grama; milho; arroz; cebola; gengibre; coco; palmeiras.	eucalipto; abacate; morango; maçã; pera; feijão; ervilha; mamona; jacarandá; batata.

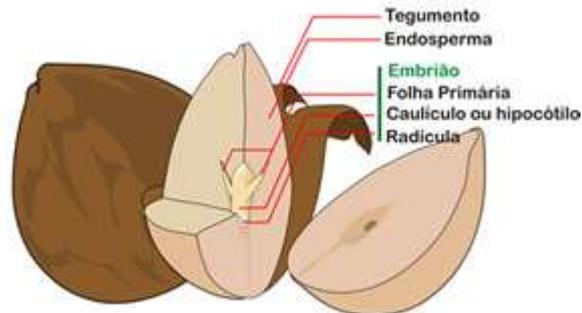
### Morfologia externa das plantas angiospermas

O corpo da maioria das plantas angiospermas é dividido em duas partes principais, uma localizada sob o solo, constituída pelas **raízes**, e outra área constituída pelo

**caule, folhas, flores e frutos.** As células das raízes, assim com as células de muito caules, não fazem fotossíntese e por isso dependem do alimento produzido nas células das folhas. O caule, folhas, flores e frutos, por sua vez, dependem da água e dos sais minerais absorvidos pelas raízes.

### A raiz

Quase sempre a raiz é originada a partir da **radícula do embrião**, localizado na semente.



Partes das semente

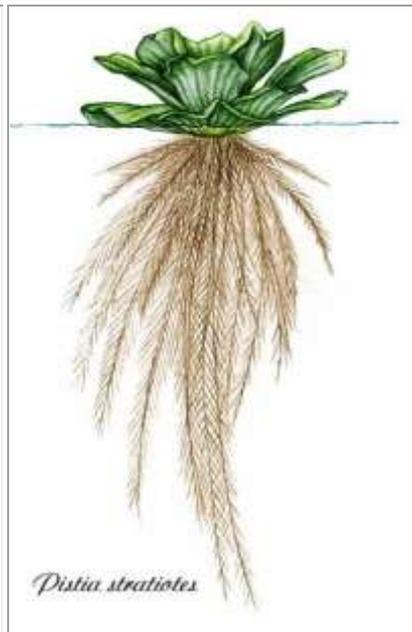
A partir dela surgem ramos secundários. No entanto, é freqüente surgirem raízes a partir de caules e mesmo de folhas. Essas raízes conhecidas como **adventícias** (do latim *advena* = que vem de fora, que nasce fora do lugar habitual), são comuns, por exemplo, na base de um pé de milho.



As raízes distribuem-se amplamente pelo solo, mas há algumas plantas que possuem **raízes aéreas**, comuns nas trepadeiras, bromélias, orquídeas, enquanto outras possuem **raízes submersas**, como os aguapés, comuns em represas.



**Raiz aérea**



**Raiz aquática**

Temos dois tipos básicos de sistema radicular: o **pivotante**, em que há uma raiz principal, e o **fasciculado**, em que os ramos radiculares são equivalentes em tamanho e aparência, não apresentando uma raiz principal.

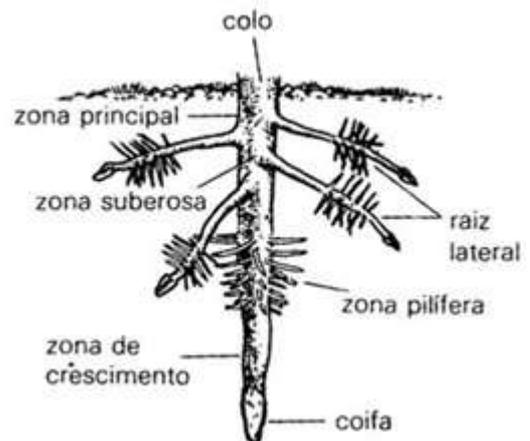
### Partes da raiz

A extremidade de uma raiz é envolta por um capuz de células denominado **coifa**, cuja função é proteger o **meristema radicular**, um tecido em que as células estão se multiplicando ativamente por mitose. É no meristema que são produzidos as novas células da raiz, o que possibilita o seu crescimento.

Logo após a extremidade, localiza-se a região onde as células surgidas por mitose crescem. Nessa região denominada **zona de distensão** ou de alongamento celular, a raiz apresenta a maior taxa de crescimento.

Após a zona de distensão situa-se a **zona pilífera** da raiz, que se caracteriza por apresentar células epidérmicas dotadas de projeções citoplasmáticas finas e alongadas, os pêlos absorventes. É através desses pelos que a raiz absorve a maior parte da água e dos sais minerais de que precisa.

Já a região de **ramos secundários** é aquela que se nota o brotamento de novas raízes que surgem de regiões internas da raiz principal.



## Tipos de Raízes

A principal função da raiz é a **absorção dos nutrientes** minerais, sendo que, no solo, também é responsável pela fixação do vegetal ao substrato. Alguns tipos de raízes, no entanto, também desempenham outras funções:

**Raízes tuberosas**, como as da mandioca, da batata-doce e do nabo **armazenam reservas alimentares**, principalmente na forma de grãos de amido, utilizadas durante a floração e a produção de frutos pela planta. Os agricultores colhem essas raízes antes da planta tenha chance de consumir as reservas armazenadas, utilizando-as na alimentação humana e de animais.



**Raízes respiratórias ou pneumatóforos** são adaptadas a **realização de trocas gasosas** com o ambiente. Esse tipo de raiz é encontrado em plantas como a *Avicena tomentosa*, que vive no solo encharcado e pobre em gás oxigênio nos manguezais. As raízes principais dessa planta crescem rente à superfície do solo e, de espaço em espaço, apresentam pneumatóforos, que crescem para cima, perpendicularmente ao solo. Durante a maré vazante os pneumatóforos ficam expostos e pode realizar trocas de gases com o ar.



**Raízes-suportes**, também chamadas raízes-escoras, **umentam a base de fixação da planta ao solo**. Algumas espécies de árvores possuem raízes tubulares, em forma de pranchas verticais, que aumentam a estabilidade da planta e fornecem maior superfície para respiração do sistema radicular.



**Raízes aéreas** são características de plantas epífitas, isto é, que vivem sobre outras plantas sem parasitá-las. Essas raízes podem atingir vários metros de comprimento antes de alcançar o solo, constituindo os cipós.



**Raízes sugadoras** são adaptadas à extração de alimentos de plantas hospedeiras, sendo características de plantas parasitas, como o cipó-chumbo e a erva-de-passarinho. As raízes sugadoras possuem um órgão de fixação, chamado apreensório, do qual partem finas projeções denominadas haustórios. Os **haustórios** penetram na planta hospedeira até atingir os vasos condutores de seiva, de onde extraem água e nutrientes de que a planta parasita necessita para sobreviver.

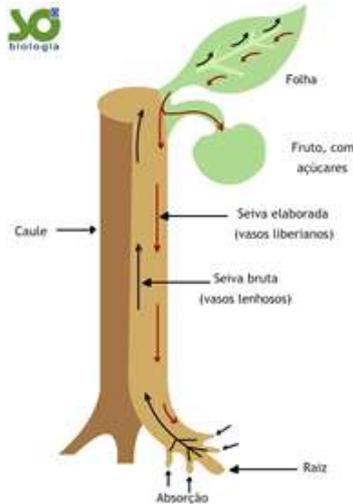
No caso de a planta ser hemiparasita, a exemplo da **erva-de-passarinho** (é clorofilada, e portanto autótrofa), somente a seiva bruta (água e minerais), que transita pelos vasos lenhosos do xilema, é retirada da planta hospedeira.



## Caule

### As funções do caule

O caule realiza a integração de raízes e folhas, tanto do ponto de vista estrutural como funcional. Em outras palavras, além de constituir a estrutura física onde se inserem raízes e folhas, o caule desempenha as funções de **condução de água e sais minerais das raízes para as folhas**, e de **condução de matéria orgânica das folhas para as raízes**.



Caules jovens têm células clorofiladas e são revestidos por uma epiderme uniestratificada, isto é, formada por uma única camada (estrato) de células. Plantas que apresentam pequeno crescimento em espessura, como as gramíneas, por exemplo, também apresentam caules revestidos pela **epiderme** e esta pode ainda apresentar sobre si, externamente, uma cutícula protetora.

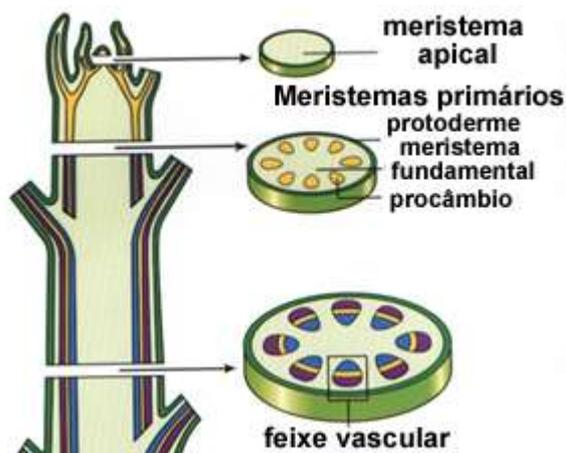
Já em plantas que crescem muito em espessura, transformando-se em arbustos ou árvores, a epiderme é substituída por um revestimento complexo, formado por vários tecidos. O tecido mais externo é formado por células mortas, que conferem o aspecto áspero e opaco aos troncos das árvores. Esse revestimento multitecidual, denominado **periderme**, acompanha o crescimento em espessura dos troncos.

Os caules são, em geral, estruturas aéreas, que crescem verticalmente em relação ao solo. Existem, no entanto, caules que crescem horizontalmente, muitas vezes, subterraneamente.

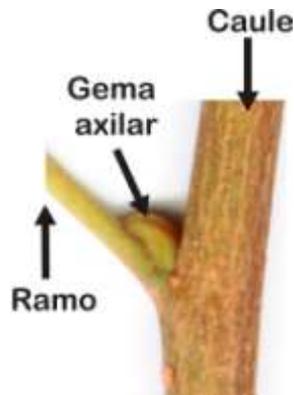
**Caules subterrâneos podem ser distinguidos de raízes porque apresentam gemas ou botões vegetativos, a partir dos quais podem se desenvolver ramos e folhas.**

## Gemas

As **gemas caulinares** são formadas por grupos de **células meristemáticas**, capazes de se multiplicar ativamente por **mitose**. Um conjunto de células meristemáticas forma um meristema, motivo pela qual as gemas caulinares também são chamadas **meristemas caulinares**.



No ápice do caule (e de cada ramo) existe sempre uma gema (ou meristema) apical, que permite o crescimento em extensão graças à multiplicação das células meristemáticas. À medida que o caule cresce diferenciam-se lateralmente, regiões onde surgem folhas e **gemas axilares** (ou laterais). As regiões onde se inserem as folhas e as gemas são denominadas nós e os espaços entre os nós são chamados entrenós.



As gemas axilares são meristemas localizados no caule, junto ao ângulo formado entre a folha e o ramo, que os botânicos denominaram "**axila**" foliar. As gemas axilares permanecem inativas durante certo período, denominado dormência após o qual podem entrar em atividade, originando ramos laterais

### Tipos de caules

**Troncos** são caules robustos, desenvolvidos na parte inferior e ramificados no ápice. São encontrados na maioria das árvores e arbustos do grupo das dicotiledôneas.



**Estipes** são caules geralmente não ramificados, que apresentam em seu ápice um tufo de folhas. São típicos das palmeiras.



**Colmos** são caules não-ramificados que se distinguem dos estipes por apresentarem, em toda a sua extensão, divisão nítida em gomos. Os gomos dos colmos podem ser ocos como no bambu, ou cheios como no milho ou na cana-de-açúcar.



**Caules trepadores** estão presentes em plantas trepadeiras e crescem enrolados sobre diversos tipos de suporte. Esse tipo de caule representa uma adaptação à obtenção de locais mais iluminados, em que há mais luz para a fotossíntese.



**Estolão ou estolho** é um tipo de caule que cresce paralelamente ao chão, produzindo gemas de espaço em espaço. Essas gema podem formar raízes e folhas e originar novas plantas.



**Rizomas** são caules subterrâneos que acumulam substâncias nutritivas. Em alguns rizomas ocorre acúmulo de material nutritivo em certas regiões, formando tubérculos. Rizomas podem ser distinguidos de raízes pelo fato de apresentarem gemas laterais. O gengibre, usado como tempero na cozinha oriental, é um caule tipo rizoma.

Na **bananeira**, o caule é um rizoma e a parte aérea é constituída exclusivamente por folhas. Um única vez na vida de uma bananeira um ramo caulinar cresce para fora do solo, dentro do conjunto de folhas, e forma em seu ápice uma inflorescência que se transforma em um cacho com várias pencas de bananas.

A **batata-inglesa** possui um caule subterrâneo que forma tubérculos, as batatas, um dos alimentos mais consumidos no mundo.



**Bulbos** são estruturas complexas formadas pelo caule e por folhas modificadas. Os bulbos costumam ser classificados em três tipos: tunicado, escamoso e cheio.

O exemplo clássico de bulbo tunicado é a cebola, cuja porção central, chamada prato, é pouco desenvolvida. Da parte superior do prato partem folhas modificadas, muito ricas em substâncias nutritivas: são os catafilos, que formam a cabeça da cebola. Da porção inferior do prato partem as raízes.

O bulbo escamoso difere do tunicado pelo fato dos catafilos se disporem como escamas parcialmente sobrepostas. Esse tipo de bulbo é encontrado no lírio.

No caso do bulbo cheio, as escamas são menos numerosas e revestem o bulbo como se fosse uma casca. Bulbos cheios estão presentes na palma.



**Cladódios** são caules modificados, adaptados à realização de fotossíntese. As plantas que os possuem perderam as folhas no curso da evolução, geralmente como adaptação a regiões de clima seco. A ausência de folhas permite à planta economizar parte da água que será perdida por evaporação.



**Gavinhas** são ramos modificados que servem para a fixação de plantas trepadeiras. Ao encontrar um substrato adequado as gavinhas crescem enrolando-se sobre ele.

Espinhos são ramos curtos, resistentes e com ponta afiada, cuja função é proteger a planta, afastando dela animais que poderiam danificá-la. Os espinhos tanto podem surgir por modificações de folhas, como nas cactáceas, como se originar do caule. Nesse caso forma-se nas axilas das folhas, a partir de uma gema axilar, como ocorre nos limoeiros e laranjeiras.

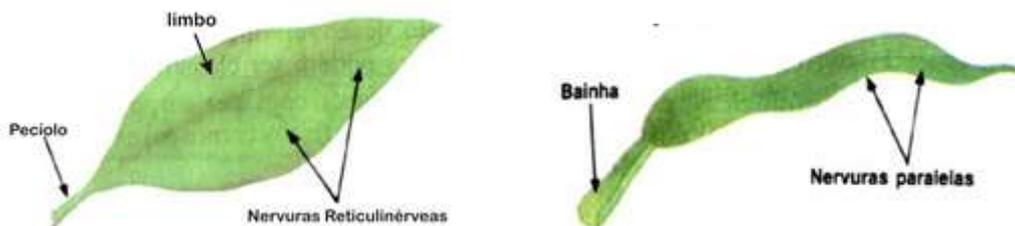
Nas roseiras não há espinhos verdadeiros e sim acúleos, estruturas afiadas originadas da epiderme, o que explica serem facilmente destacáveis da planta, ao contrário dos espinhos.



**A folha: local da fotossíntese**

De formato extremamente variável, uma folha completa é formada por um "cabinho", o **pecíolo**, e uma superfície achatada dotada de duas faces, o **limbo** percorrido pelas **nervuras**. A principal função da folha é servir como local em que é realizada a fotossíntese. Em algumas plantas, existem folhas modificadas e que exercem funções especializadas, como as folhas aprisionadoras de insetos das plantas insetívoras, e os espinhos dos cactos.

Uma folha é sempre originada a partir de um **gema lateral** do caule. Existem dois tipos básicos de folhas quanto ao tipo de nervura que apresentam: as **paralelinérveas**, típicas das monocotiledôneas, e as **reticulínérveas**, comuns em eudicotiledôneas.



**Eudicotiledôneas** são uma das duas principais classes de angiospermas; inicialmente contidas dentro do grupo das dicotiledôneas, que foi desmembrado por não ser monofilético. O prefixo *eu* significa *verdadeiro*, portanto este termo designaria as plantas que realmente apresentam **dois cotilédones**. Esse grupo difere-se do antigo dicotiledônea por apresentar somente plantas que apresentem grão de pólen triaperturado, característica derivada de um ancestral comum, que torna o grupo monofilético

## Algumas estruturas foliares especiais

Em algumas plantas, principalmente monocotiledôneas, não há um tecido propriamente dito, mas um estrutura conhecida pelo nome de **bainha**, que serve de elemento de ligação da folha à planta. É o caso, por exemplo, da folha de milho. Já em eudicotiledôneas, próximas aos pecíolos existem estruturas de formatos diversos – podem ser pontiagudas, laminares ou com a forma de espinhos – conhecidas por **estípulas**.



O formato e a cor das folhas são muito variáveis e algumas delas chamam a atenção por sua estrutura peculiar. É o caso por exemplo, das **folhas modificadas presentes em plantas carnívoras**, cuja adaptação auxilia na captura de insetos. Também é especialmente interessante a coloração de certas **brácteas**, pequenas folhas modificadas na base das flores, apresentam: de tão coloridas, elas atuam como importante elemento para **atração dos insetos**.



**Dionaea Muscipula**- Planta carnívora

## Plantas descíduas e abscisão foliar



Em muitas espécies de angiospermas, principalmente nas adaptadas a regiões temperadas, as folhas caem no outono e renascem na primavera. Plantas que perdem as folhas em determinada estação do ano são chamadas **decíduas** ou **caducifólias**. Plantas que não perdem as folhas são chamadas de **perenes**. A queda das folhas no outono é interpretada como uma **adaptação ao frio intenso e à neve**. Em vez de ter as folhas lesadas pelo frio do inverno, a planta as derruba "deliberadamente" no outono, em um processo por ela controlado.

A queda das folhas ocorre por meio de um processo chamado **abscisão foliar**. Inicialmente forma-se um tecido cicatricial na região do pecíolo que une a folha ao caule, o tecido de abscisão, que interrompe gradativamente a passagem de água e nutrientes minerais do caule para a folha. A planta, assim, perde as folhas com o mínimo de prejuízo e reduz a atividade metabólica durante todo o inverno. Na primavera, surgem novos primórdios foliares junto às gemas dormentes, que logo se desenvolvem em folhas.

### Classificação das folhas

As folhas podem ser classificadas de diversas maneiras: **de acordo com a sua disposição no caule, a forma do limbo, a forma da borda etc.**

#### Filotaxia

Filotaxia é o modo como as folhas estão arranjadas no caule. Existem três tipos básicos de filotaxia: **oposta**, **verticilada** e **alternada**.

A filotaxia é oposta quando existem duas folhas por nó, inseridas em regiões opostas. Quando três ou mais folhas inserem-se no mesmo nó, a filotaxia é chamada verticilada. Quando as folhas se inserem em regiões ligeiramente deslocadas entre si, em nós sucessivos, descrevendo uma hélice, a filotaxia é chamada alternada.



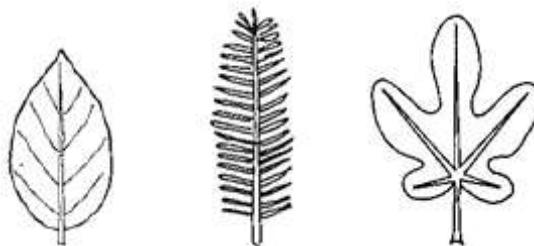
Folha oposta



Folha verticilada

#### Tipos de limbo

O limbo pode ser **simples** (não-dividido) ou **composto**, dividido em dois, três ou mais folíolos. Caso os folíolos de um limbo composto partam todos de um mesmo ponto do pecíolo, dispendo-se como os dedos de uma mão, a folha é chamada de **palmada**.



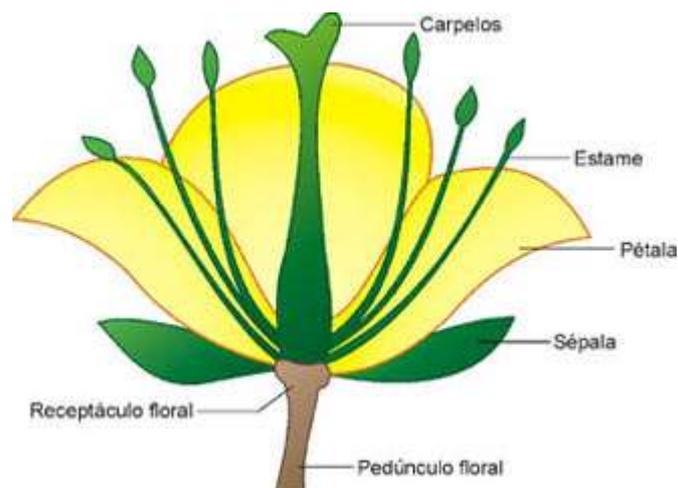
Quando os folíolos se dispõem ao longo do pecíolo, a folha é chamada de **penada**. As folhas penadas podem terminar em um único folíolo, sendo chamadas **imparipenadas**, ou em dois folíolos, sendo chamadas **paripenadas**.

A forma e o tipo de borda do limbo são outras características utilizadas na classificação de folhas.

### Flor

A flor é o órgão reprodutivo das plantas angiospermas. Flores que apresentam órgãos reprodutores de ambos os sexos, masculino e feminino, são chamadas de **hermafroditas (ou monóica)**. Já as flores que apresentam órgãos reprodutores de apenas um dos sexos (masculino ou feminino) são chamadas de **dióica**.

Uma flor hermafrodita é geralmente constituída por quatro conjuntos de folhas modificadas, os **verticilos florais**. Os verticilos se inserem em um ramo especializado, denominado **receptáculo floral**. Os quatro verticilos florais são o **cálice**, constituído pelas sépalas, a **corola**, constituída pelas pétalas, o **androceu**, constituído pelos estames, e o **gineceu**, constituído pelos carpelos.



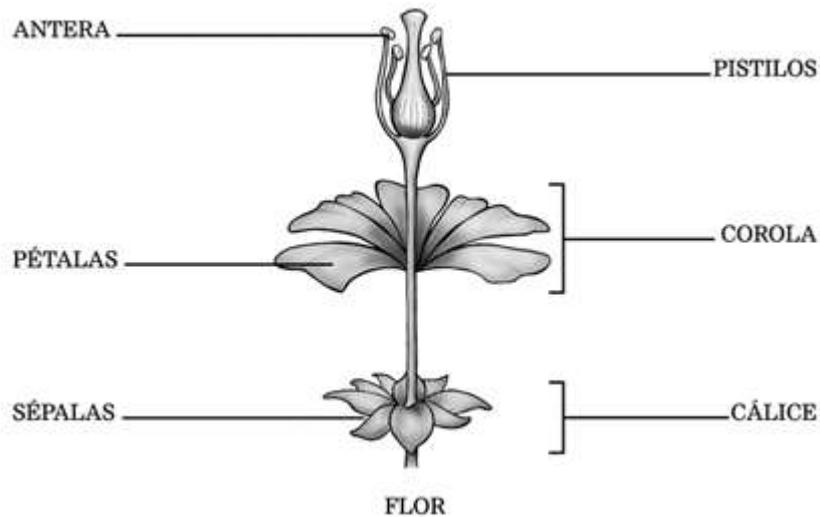
### Flores completas e incompletas

Uma flor que apresenta os quatro verticilos florais, ou seja, **cálice, corola, androceu e gineceu**, é uma flor **completa**. Quando falta um ou mais desses componentes a flor é chamada **incompleta**.

### Cálice, corola e perianto

As sépalas são geralmente verdes e lembram folhas. São as partes mais externas da flor e a sua função é cobrir e proteger o botão floral antes dele se abrir. **O conjunto de sépalas forma o cálice floral.**

Pétalas são estruturas geralmente coloridas e delicadas e se localizam internamente às sépalas. **O conjunto de pétalas forma a corola.**

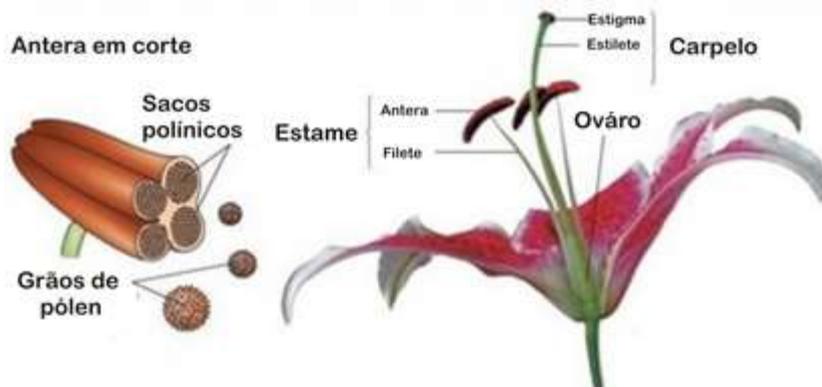
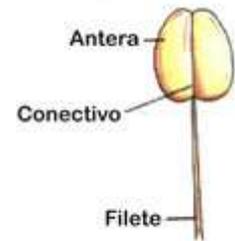


O conjunto formado pelos dois verticilos florais mais externos, o cálice e a corola, é denominado **perianto** (do grego *Peri*, em torno, e *anthos*, flor).

### Estames

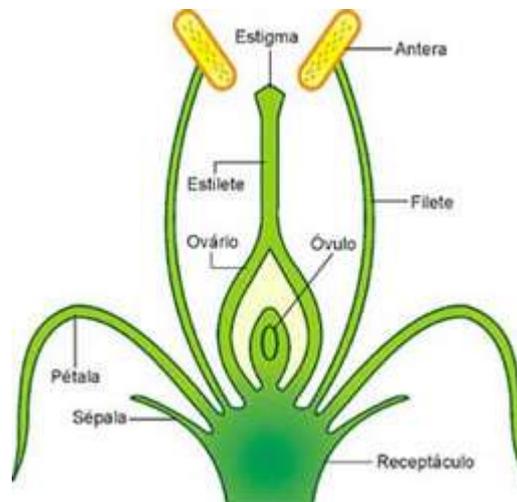
**Estames** são folhas modificadas, onde se formam os gametas masculinos da flor. O conjunto de estames forma o **androceu** (do grego *andros*, homem, masculino). Um estame geralmente apresenta uma parte alongada, o **filete**, e uma parte terminal dilatada, a **antera**.

O interior da antera é geralmente dividido em quatro cavidades, dentro das quais se formam os grãos de pólen. No interior de cada grão de pólen forma-se dois gametas masculinos, denominados **núcleos espermáticos**. Quando a flor está madura, as anteras se abrem e libertam os grãos de pólen.



## Carpelos

**Carpelos** são folhas modificadas, em que se formam os gametas femininos da flor. Um ou mais carpelos formam uma estrutura em forma de vaso, o **pistilo**. Este apresenta uma região basal dilatada, o **ovário**, do qual parte um tubo, o estilete, que termina em uma região dilatada, o **estigma**. O conjunto de pistilos de uma flor constitui o **gineceu** (do grego *gynkos*, mulher, feminino).



O pistilo pode ser constituído por um, dois ou mais carpelos, dependendo do tipo de flor. Em geral, o número de câmaras internas que o ovário apresenta corresponde ao número de carpelos que se fundiram para formá-lo. No interior do ovário formam-se um ou mais **óvulos**.

Os óvulos vegetais são estruturas complexas, constituídas por muitas células. Nisso os óvulos vegetais diferem dos óvulos animais, que são estruturas unicelulares. No interior de cada óvulo vegetal se encontra uma célula especializada, a **oosfera**, que é o gameta feminino propriamente dito.

## Diagramas florais

O número dos tipos de peças florais estudadas é variável de flor para flor e pode ser representado esquematicamente por um diagrama. Cada tipo pode ser representado por 3, 4 ou 5 peças ou múltiplos desses números. Na flor do hibisco, por exemplo, uma planta comum em jardins, há 5 sépalas, 5 pétalas, um número múltiplo de 5 estames e um pistilo cujo ovário é dividido em 5 lojas.

## Inflorescências

Em algumas plantas muitas flores se agrupam em um mesmo ramo, formando conjuntos denominados inflorescências.



**Flor do brócolis**

### **Formação dos frutos e das sementes**

#### **Para que servem as flores?**

Após a polinização e a fecundação, a flor sofre uma modificação extraordinária. De todos os componentes que foram vistos anteriormente, acabam sobrando apenas o pedúnculo e o ovário. Todo o restante degenera. O ovário sofre uma grande modificação, se desenvolve e agora dizemos que virou **fruto**. Em seu interior os **óvulos viram sementes**.

Assim, a grande novidade das angiospermas, em termos de reprodução, é a presença dos frutos. Todos os componentes da flor que estudamos participa do processo reprodutivo que culminará na produção de sementes dentro do fruto. Em toda a angiosperma é assim, mas deve-se se lembrar que existe variações: há diferentes formatos de frutos e diferentes quantidades ou até mesmo nenhuma semente.

Quando a planta tem inflorescências para a reprodução, os frutos formados também ficarão reunidos e constituirão as infrutescências. É o caso do cacho de uvas, da amora, da jaca e da espiga de milho.

### **Como ocorre a formação dos frutos**

#### **Polinização e fecundação**

**Polinização** é o transporte dos grãos de pólen das anteras, onde eles se formam, até o estigma, geralmente de uma outra flor. A polinização é o primeiro passo para a aproximação dos gametas femininos e masculinos, essencial para que a fecundação ocorra.

O transporte do pólen, até o estigma é feito por **agentes polinizadores**, que podem ser o vento, os insetos ou os pássaros.

#### **Anemofilia**

A **polinização pelo vento** é chamada de anemofilia (do grego *anemos*, vento). Há diversas adaptações que favorecem esse tipo de polinização. As flores de plantas anemófilas geralmente tem **estigmas plumosos**, que oferecem maior superfície para receber os grãos de pólen. Suas anteras geralmente possuem filetes longos e flexíveis que oscilam ao vento, o que facilita a dispersão do pólen. Além disso, as plantas anemófilas costumam produzir grande quantidade de grãos de pólen, o que aumenta as chances de polinização.

## Entomofilia e ornitofilia

A polinização por insetos é chamada entomofilia (do grego *entomos*, inseto) e a polinização por aves, ornitofilia (do grego *ornithos*, aves). As flores polinizadas por animais geralmente possuem características que atraem os polinizadores, tais como corola vistosa, glândulas odoríferas e produtoras de substâncias açucaradas (néctar). Existem até mesmo flores que produzem dois tipos de estames, um com grãos de pólen férteis mas pouco atraentes e outro com pólen atraente e comestível. O animal à procura do pólen comestível, se impregna com o pólen fértil, transportando-o de uma flor para a outra.



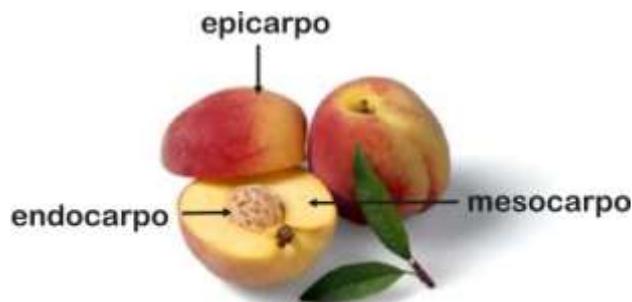
### Frutos e sementes

Os **frutos surgem do desenvolvimento dos ovários**, geralmente após a fecundação dos óvulos. Em geral, a transformação do ovário em fruta é induzida por hormônios liberados pelos embriões em desenvolvimento. Existem casos, porém, em que ocorre a formação de frutos sem que tenha havido polinização.

### Partes do fruto

Um fruto é constituído por duas partes principais: o **pericarpo**, resultante do desenvolvimento das paredes do ovário, e as **sementes**, resultantes do desenvolvimento dos óvulos fecundados.

O pericarpo compõe-se de três camadas: **epicarpo** (camada mais externa), **mesocarpo** (camada intermediária) e **endocarpo** (camada mais interna). Em geral o mesocarpo é a parte do fruto que mais se desenvolve, sintetizando e acumulando substâncias nutritivas, principalmente açúcares.



## Classificação dos frutos

Diversas características são utilizadas para se classificar os frutos, entre elas o tipo de pericarpo, se o fruto abre-se ou não espontaneamente para liberar as sementes, etc.

Frutos que apresentam pericarpo suculento são denominados carnosos e podem ser do tipo baga, quando se originam de ovários uni ou multicarpelares com sementes livres (ex.: tomate, abóbora, uva e laranja), ou do tipo drupa, quando se originam de ovários unicarpelares, com sementes aderidas ao endocarpo duro (ex.: azeitona, pêssego, ameixa e amêndoa).

Frutos que apresentam endocarpo não suculento são chamados de secos e podem ser deiscentes, quando se abrem ao amadurecer, liberando suas sementes, ou indeiscentes, quando não se abrem ao se tornar maduros.

Os frutos podem ser classificados de acordo com o tipo de pericarpo que apresentam:	De acordo com a sua deiscência os frutos podem ser: <a href="http://www.sobiologia.com.br">www.sobiologia.com.br</a>	Os frutos podem ser classificados de acordo com o número de sementes que apresentam:
<p><b>Frutos secos</b> Pericarpos pobres em água, sem substâncias nutritivas encontradas geralmente acumuladas na semente. Ex.:ervilha, castanha...</p> 	<p><b>Frutos deiscentes</b> O pericarpo abre quando o fruto está maduro, permitindo a saída das sementes. Ex.:ervilha...</p> 	<p><b>Frutos monospérmicos</b> Quando possuem apenas uma semente. Ex.:pêssego, abacate...</p> 
<p><b>Frutos Carnosos</b> Pericarpos ricos em água, e em substâncias nutritivas constituindo, geralmente o mesocarpo Ex. : maçã, limão...</p> 	<p><b>Frutos indeiscentes</b> O pericarpo não abre, não permitindo a saída das sementes. Ex.: laranja, maçã...</p> 	<p><b>Frutos polispérmicos</b> Quando possuem mais de uma semente. Ex.:laranja, melão...</p> 

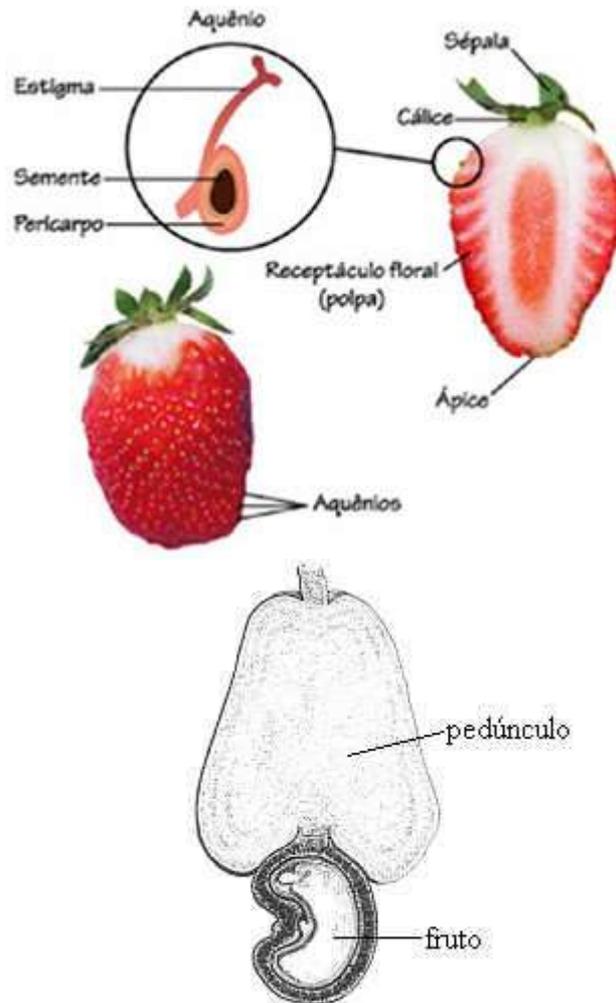
## A diferença de fruta e fruto

O que se conhece popularmente por "**frutas**" não tem significado botânico. Fruta é aquilo que tem sabor agradável, às vezes azedo, às vezes doce. É o caso da laranja, pêssego, caju, banana, pêra, maçã, morango, amora. Note que nem toda fruta é fruto verdadeiro.

Já o tomate, a berinjela, o jiló e a abobrinha, entre outros, são frutos verdadeiros, mas não são frutas...

## Pseudofrutos e frutos partenocárpicos

Nos **pseudofrutos** a **porção comestível não corresponde ao ovário desenvolvido**. No caju, ocorre hipertrofia do pedúnculo floral. Na maçã, na pêra e no morango, é o receptáculo floral que se desenvolve.



Assim, ao comer a polpa de um abacate ou de uma manga você está se alimentando do fruto verdadeiro. No entanto, ao saborear um caju ou uma maçã, você está mastigando o pseudofruto.

No caso da banana e da laranja de umbigo (baiana), o fruto é **partenocárpico**, corresponde ao ovário desenvolvido sem fecundação, logo, sem sementes.

## Origem e estrutura da semente

A **semente** é o óvulo modificado e desenvolvido. Toda a semente possui um envoltório, mais ou menos rígido, um embrião inativo da futura planta e um material de reserva alimentar chamado **endosperma** ou albúmen.

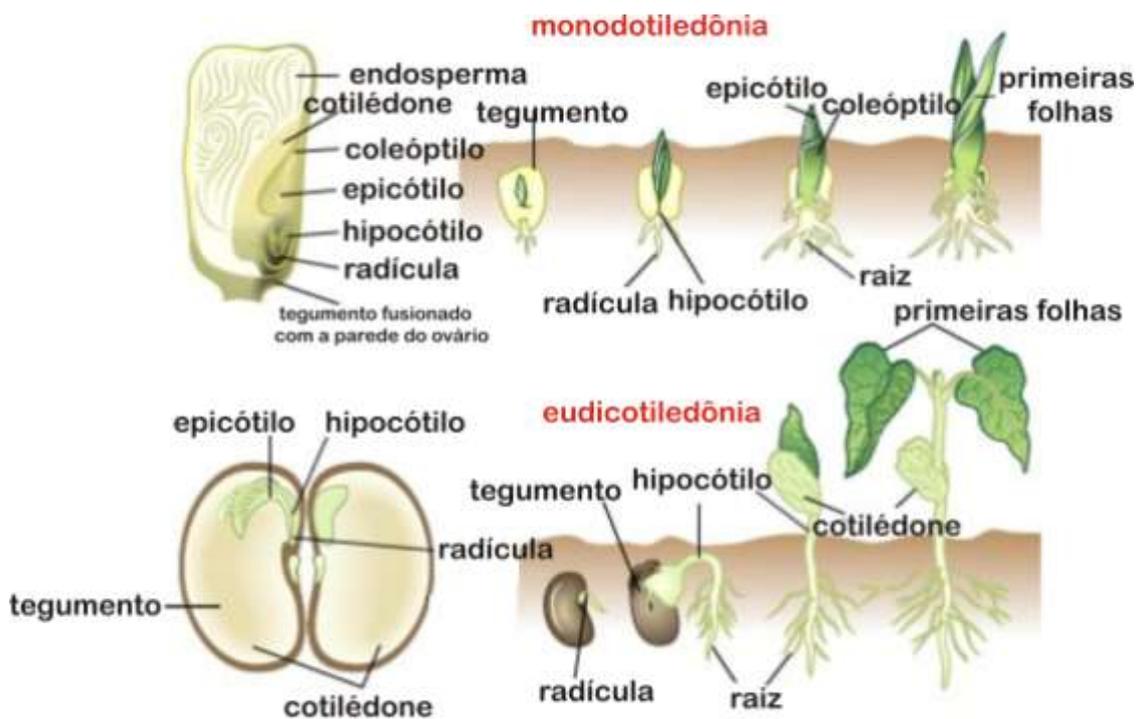
Em condições ambientais favoráveis, principalmente de umidade, ocorre a hidratação da semente e pode ser iniciada a germinação.

## Os cotilédones

Todo o embrião contido em uma semente de angiosperma é um eixo formado por duas extremidades:

- A **radícula**, que é a primeira estrutura a emergir, quando o embrião germina; e
- O **caulículo**, responsável pela formação das primeiras folhas embrionárias.

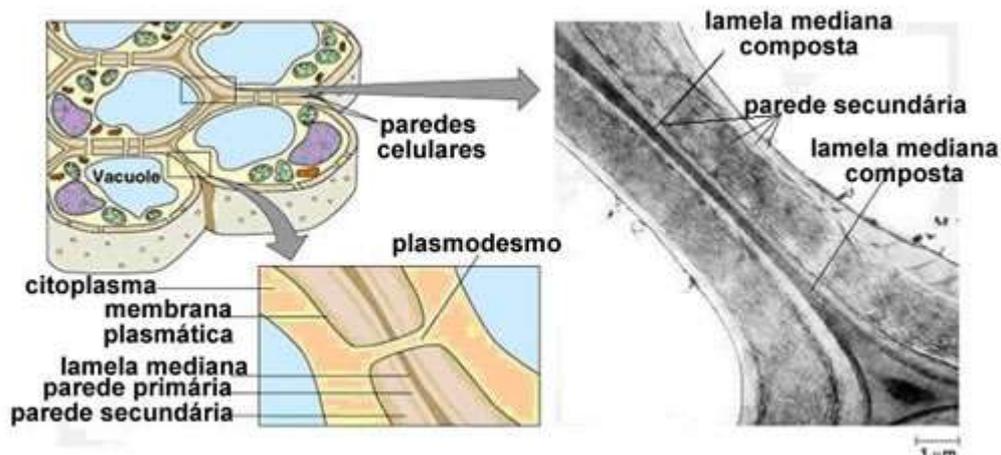
Uma “folha” embrionária merece especial atenção. É o **cotilédone**. Algumas angiospermas possuem dois cotilédones, outras possuem apenas um. Plantas que possuem dois cotilédones, são chamadas de eudicotiledôneas e plantas que possuem um cotilédone são chamadas de monocotiledôneas. Os cotilédones inserem-se no **caulículo**, que dará origem ao caule.



### A célula vegetal

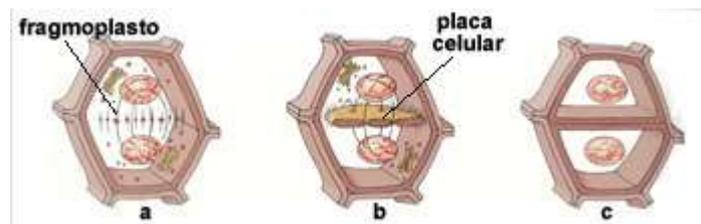
A compreensão da anatomia e da fisiologia das plantas depende, fundamentalmente, do conhecimento sobre a organização e o funcionamento de suas células.

As células das plantas vegetais apresentam pelo menos duas características que permitem distingui-las claramente das células animais: **possuem um envoltório externo rígido, a parede celular**, e um orgânulo citoplasmático responsável pela fotossíntese, **o plasto**. Além disso, quando adultas, a maioria das células vegetais possui uma grande bolsa membranosa na região central do citoplasma, o **vacúolo central**, que acumula uma substância aquosa de sais e açúcares.



### Parede da célula vegetal

A **parede celular** começa a se formar ainda na **telófase** da mitose que dá origem à célula vegetal. Bolsas membranosas oriundas do aparelho de Golgi, repletas de substâncias gelatinosas denominadas **pectinas**, acumulam-se na região central da célula em divisão e se fundem, originando uma placa chamada **fragmoplasto**. Enquanto a telófase avança, o fragmoplasto vai crescendo pela fusão de bolsas de pectina em suas bordas. Durante esse crescimento centrífugo (isto é, do centro para fora), forma-se poros no fragmoplasto, por onde passa fios de hialoplasma, que põe em comunicação os conteúdos das futuras células vizinhas. Essas pontes hialoplasmáticas são os plasmodesmos (do grego *plasmos*, líquido, relativo ao citoplasma, e *desmos*, ponte, união).

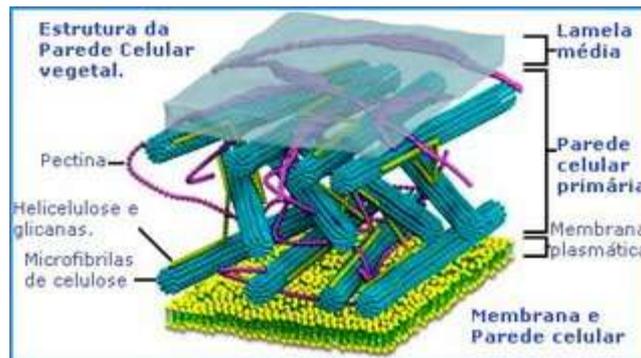


O fragmoplasto atua como uma espécie de “forma” para a construção das paredes celulósicas. Cada célula irmã-secreta celulose sobre o fragmoplasto e vai construindo, de seu lado, uma parede celulósica própria. A camada de pectinas, que foi a primeira separação entre as células-irmãs, atua agora como um cimento intercelular, passando a se chamar **lamela média**.

### Estrutura da parede celular vegetal

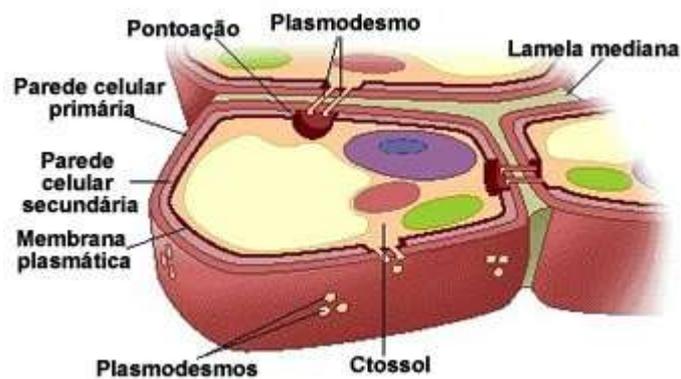
A parede da célula vegetal é constituída por longas e resistentes microfibrilas de **celulose**. Uma microfibrila reúne entre sessenta e setenta moléculas de celulose, cada qual, constituída, por sua vez, por quinhentas moléculas de **glicose** encadeadas linearmente. As microfibrilas de celulose mantêm-se unidas por uma matriz formada por **glicoproteínas** (proteínas ligadas á açucres) e por dois polissacarídeos, **hemicelulose** e **pectina**. Esta estruturação molecular lembra o concreto armado, onde longas e resistentes varetas de ferro, correspondentes as

microfibrilas celulósicas, ficam mergulhadas em uma argamassa de cimento e pedras, correspondente à matriz de glicoproteínas, hemicelulose e pectina.

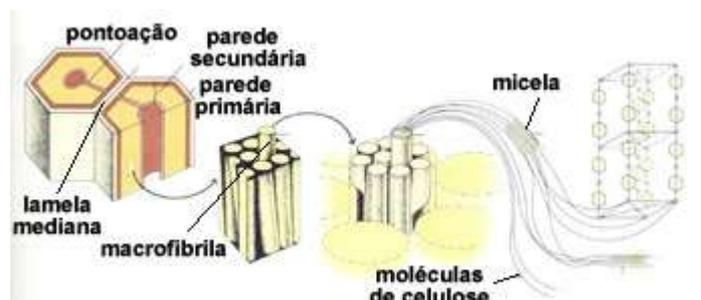


### Paredes primárias e secundárias

A parede celulósica secretada logo após a divisão celular é a **parede primária**. Essa parede é elástica e acompanha o crescimento celular. Depois que a célula atingiu o seu tamanho e forma definitivos, ela secreta uma nova parede internamente à parede primária. Essa é a **parede secundária**.



As especializações das células das plantas estão sempre associadas à estrutura das paredes celulares. Nos diferentes tecidos vegetais as células têm paredes diferentes de diferentes espessuras, organização e composição química, que determinam não só a forma como também as funções das células.



# HISTOLOGIA VEGETAL

## Tecidos vegetais

Um violento temporal, uma seca prolongada, um animal herbívoro ou qualquer outro agente agressivo do meio, têm que ser enfrentados pela planta imóvel, ao contrário de um animal, que pode se refugiar em lugar seguro até que as condições ambientais se normalizem.

Os tecidos protetores, ou de revestimento, de uma traqueófito são a **epiderme** e o **súber**. A eficiência deles pode garantir a proteção da planta contra diversos agentes agressivos do meio.

### O súber

É um tecido de revestimento existente em raízes e troncos – portanto em plantas arborescentes adultas, espesso, formado por várias camadas de células mortas. A morte celular, nesse caso é devida a impregnação de grossas camadas de **suberina** (um material lipídico) nas paredes da célula que fica, assim, oca. Como armazena ar, o súber funciona como um excelente isolante térmico, além de exercer, é claro, um eficiente papel protetor.

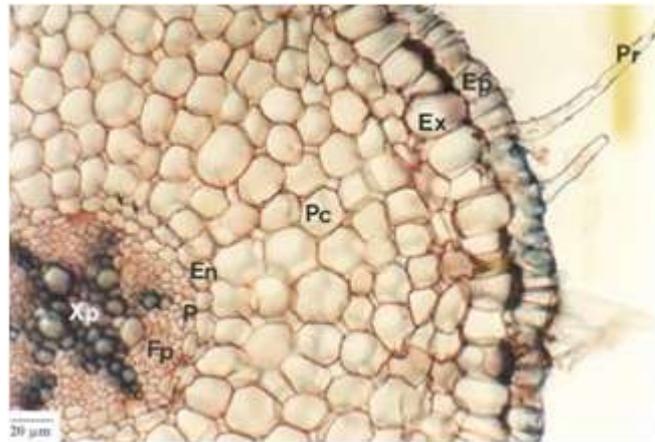


**Ritidoma**

O tronco de uma árvore periodicamente cresce em espessura. Esse crescimento força a ruptura do súber que racha em muitos pontos e acaba se destacando, juntamente com outros tecidos. Antes, porém, a árvore elabora novo súber que substituirá o que vai cair. A este material periodicamente destacado dá-se o nome de **ritidoma**.

### A epiderme

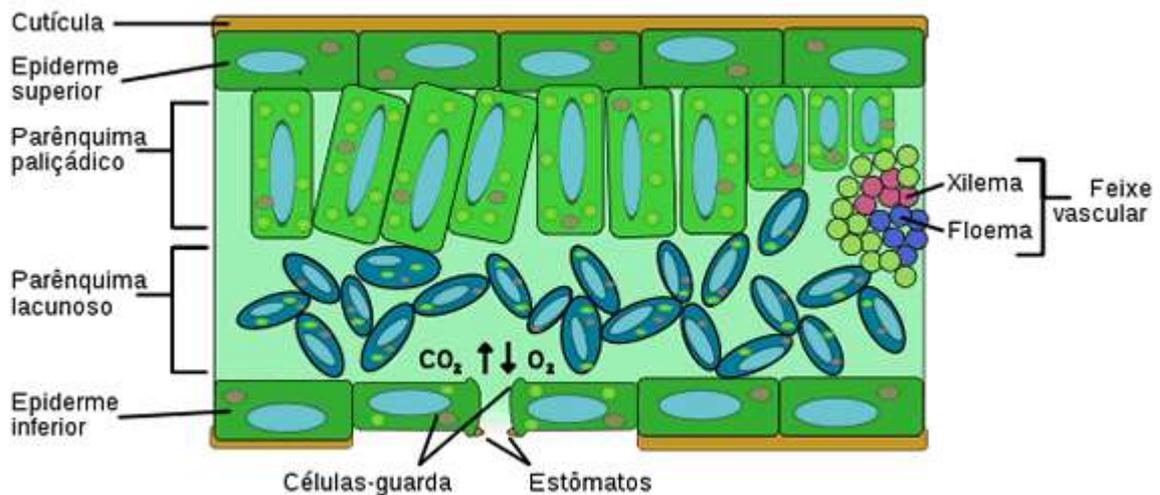
A epiderme das plantas vasculares é um tecido formado, de modo geral, por uma única camada de células de formato irregular, achatadas, vivas e aclorofiladas. É um tecido de revestimento típico de órgãos jovens (raiz, caule e folhas). A epiderme de uma raiz mostra uma camada cilíndrica de revestimento, com uma zona pilífera, cujos pelos nada mais são do que extensões de uma célula epidérmica.



**Corte transversal da raiz primária de *Mandevilla velutina*. Ep = epiderme; Pr = pêlos radicular; Ex = exoderme; Pc = parênquima cortical; En = endoderme; P = periciclo; Xp = xilema primária; Fp = floema primário.**

Caules jovens também são revestidos por uma fina epiderme não-dotada, porém, de pelos.

É na folha que a epiderme possui notáveis especializações: sendo um órgão de face dupla, possui duas epidermes, a superior e a inferior.



As células epidérmicas secretam para o exterior substâncias impermeabilizantes, que formam uma película de revestimento denominada cutícula. O principal componente da **cutícula** é a cutina, um polímero feito de moléculas de ácidos graxos. Além de evitar a perda de água, a cutícula protege a planta contra infecções e traumas mecânicos.

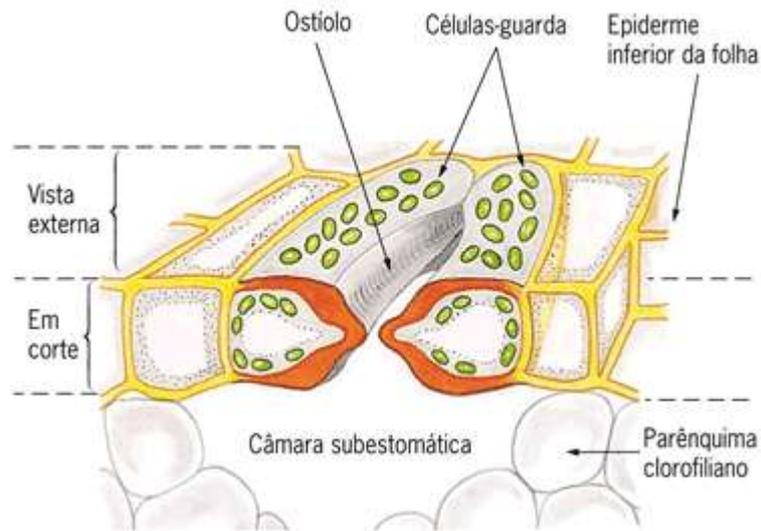
### Os anexos da epiderme

Diferenciam-se na epiderme estruturas como estômatos, tricomas, hidatódios e acúleos.

### Estômatos

Sem dúvida, os estômatos são os anexos mais importantes relacionados com a troca de gases e água entre as folhas e o meio. As células estomáticas são as únicas na epiderme que possuem clorofila. Um estômato visto de cima, assemelha-

se a dois feijões dispostos com as concavidades frente a frente: são as duas células estomáticas ou células-guarda, que possuem parede celular mais espessa na face côncava e cuja disposição deixa entre elas um espaço denominado fenda estomática ou ostíolo.



Ao lado de cada **célula-guarda** há uma anexa, que não tem cloroplastos – é uma célula epidérmica comum. Em corte transversal, verifica-se que a fenda estomática dá acesso a um espaço, a **câmara estomática**, intercomunicante com os espaços aéreos do parênquima foliar de preenchimento.

**Atenção!** A troca de gases entre a planta e o meio ocorre através dos estômatos da epiderme e de uma estrutura chamada lenticelas presentes no súber. As lenticelas são pequenas aberturas que facilitam o ingresso e a saída de gases nas raízes e caules suberificados.

### Tricomas

Os tricomas são geralmente estruturas especializadas contra a perda de água por excesso de transpiração, ocorrendo em planta de clima quente. Podem ser, no entanto, secretores, produzindo secreções oleosas, digestivas ou urticantes. As plantas carnívoras possuem **tricomas "digestivos"** e a urtiga, planta que provoca irritação da pele, possui tricomas urticantes.



## Acúleos

Os acúleos, estruturas pontiagudas com função de proteção da planta contra predadores, são frequentemente confundido com espinhos, que são folhas ou ramos modificados. Os acúleos são fáceis de destacar e **são provenientes da epiderme**. Podem ser encontrados nas roseiras.

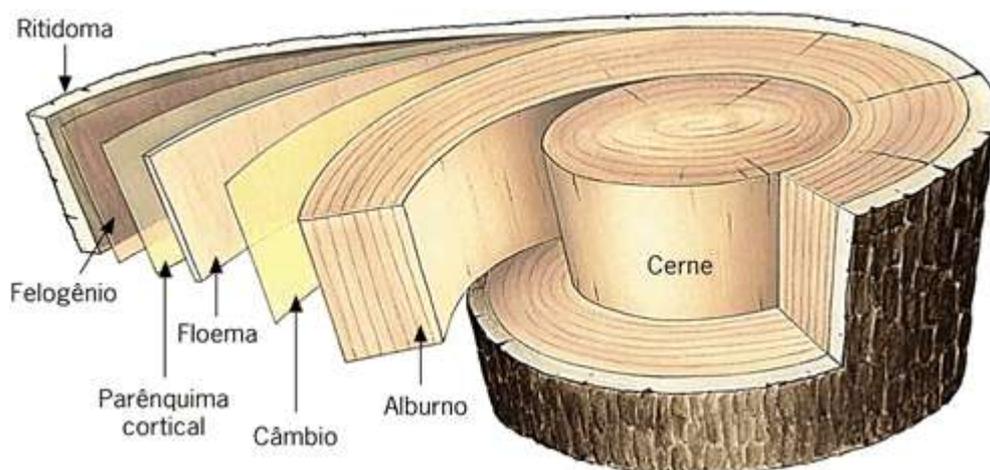


## Hidatódios

Hidatódios são estômatos modificados, especializados em eliminar excessos líquidos da planta. Os hidatódios geralmente presentes nas bordas das folhas, onde, pela manhã, é possível observar as gotas de líquido que eles eliminam, fenômeno conhecido como **gutação**.

### A sustentação das traqueófitas

O porte das traqueófitas só foi possível por adaptações que tornaram possível a sustentação do organismo vivo e a disponibilidade e transporte de água para todas as células.



A sustentação de uma traqueófitas é devida à existência de tecidos especializados para essa função: o **colênquima** e o **esclerênquima**.

## O Colênquima

As células do colênquima são alongadas, irregulares e encontram-se dispostas em forma de feixes. Quando cortadas transversalmente, têm aspecto variado. São vivas, nucleadas, e a parede apresenta reforços de celulose, mais intensos nos cantos internos da célula, conferindo certa resistência ao esmagamento lateral. O colênquima é um **tecido flexível**, localizado mais externamente no corpo do vegetal e encontrado em estruturas jovens como pecíolo de folhas, extremidade do caule, raízes, frutos e flores.

## O Esclerênquima

O esclerênquima é um **tecido mais rígido que o colênquima**, encontrado em diferentes locais do corpo de uma planta. As células do esclerênquima possuem um espessamento secundário nas paredes devido à impregnação de **lignina**. As células mais comuns do esclerênquima são as **fibras** e os **esclerídeos**, também chamados escleritos.

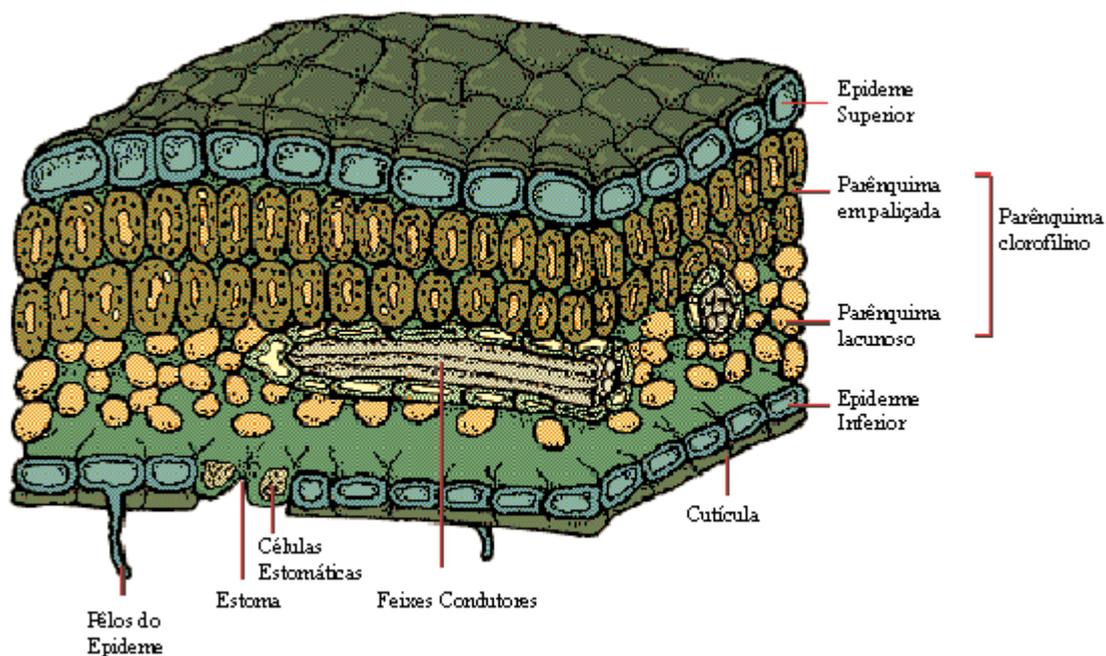
## Estrutura interna das folhas

A folha é totalmente revestida pela epiderme, e seu interior, denominado mesófilo (do grego, *mesos*, meio e *phylon*, folha), é constituído por parênquima clorofiliano, tecidos condutores e tecidos de sustentação.

O parênquima clorofiliano foliar pode ser, em geral de dois tipos:

- **palisádico** - constituído por células prismáticas e justapostos como uma paliçada, e
- **lacunoso** - constituído por células de forma irregular, que deixam espaços ou lacunas entre si.

Pode haver parênquima paliádico junto à epiderme de ambas as faces da folha, ou, como é mais comum, parênquima paliádico junto a epiderme da face superior e lacunoso junto à inferior.



## Nervuras foliares

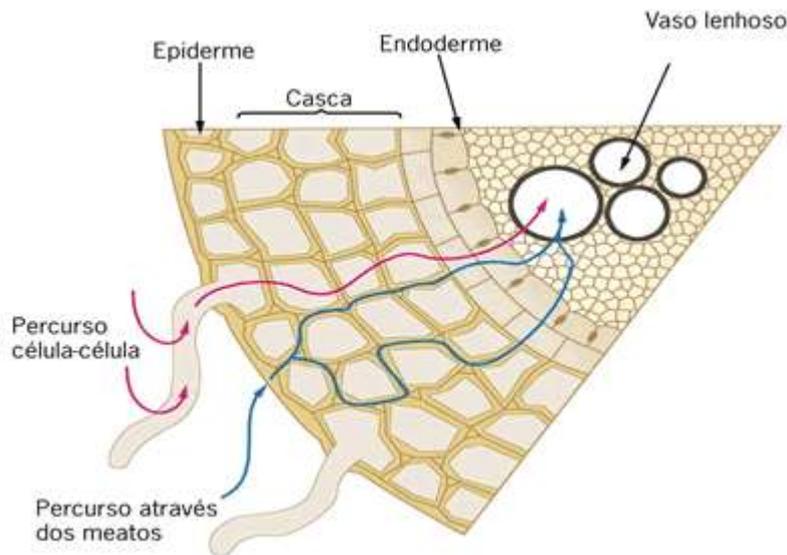
Os tecidos condutores presentes na folha encontram-se agrupados em **feixes libero-lenhosos**, nos quais o xilema está voltado para a epiderme superior e o floema, para a epiderme inferior. Os feixes condutores mais grossos formam as nervuras foliares, visíveis a olho nu.

### Os Tecidos Condutores de Água e de Nutrientes em Traqueófitas

Além das trocas gasosas, um dos maiores problemas de um vegetal terrestre relaciona-se à disponibilidade de água e sua perda, pois para a realização da fotossíntese é fundamental que se consiga, além do gás carbônico, a água. O problema de perda de água através das folhas é, em parte, minimizado pela presença de **cutículas lipídicas**, nas faces expostas das epidermes, que as impermeabilizam. Porém, isso dificulta as trocas gasosas.

A existência nas traqueófitas de aberturas epidérmicas reguláveis (os **estômatos**) que permitem as trocas gasosas e ao mesmo tempo ajudam a evitar perdas excessivas de vapor de água é um mecanismo adaptativo importante.

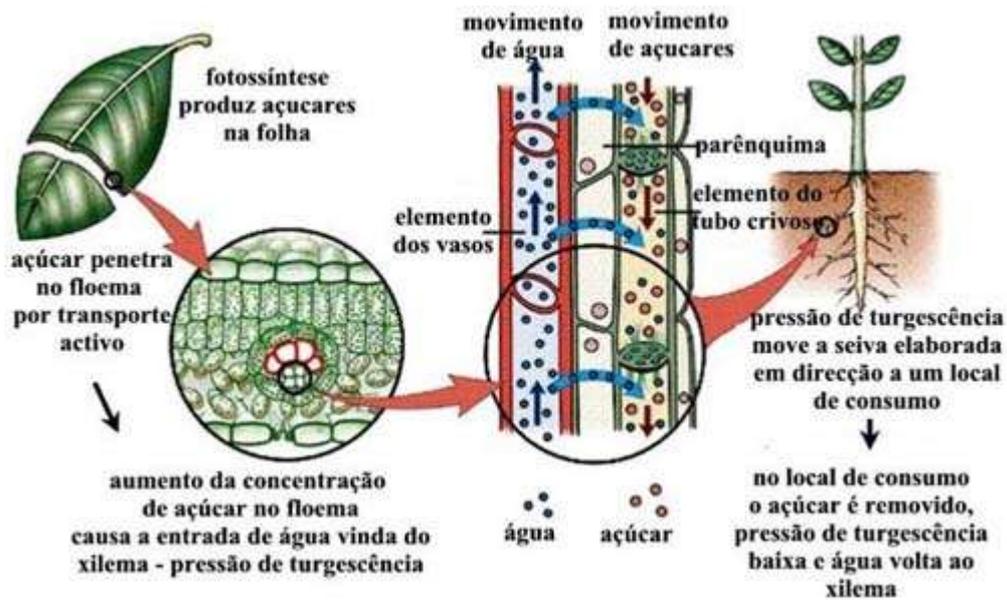
O transporte de água e nutrientes em uma traqueófito ocorre em parte por difusão de célula à célula e, na maior parte do trajeto, ocorre no interior de vasos condutores.



Inicialmente, ocorre a absorção de água e nutrientes minerais pela zona pilífera da raiz. Os diferentes tipos de íons são obtidos ativa ou passivamente e a água é absorvida por **osmose**.

Forma-se uma solução aquosa mineral, a **seiva bruta ou seiva inorgânica**. Essa solução caminha de célula a célula radicular até atingir os **vasos do xilema** (ou lenho) existentes no centro da raiz. A partir daí, o transporte dessa seiva ocorre integralmente dentro dos vasos lenhosos até as folhas. Lá chegando, os nutrientes e a água difundem-se até as células e são utilizados no processo da fotossíntese.

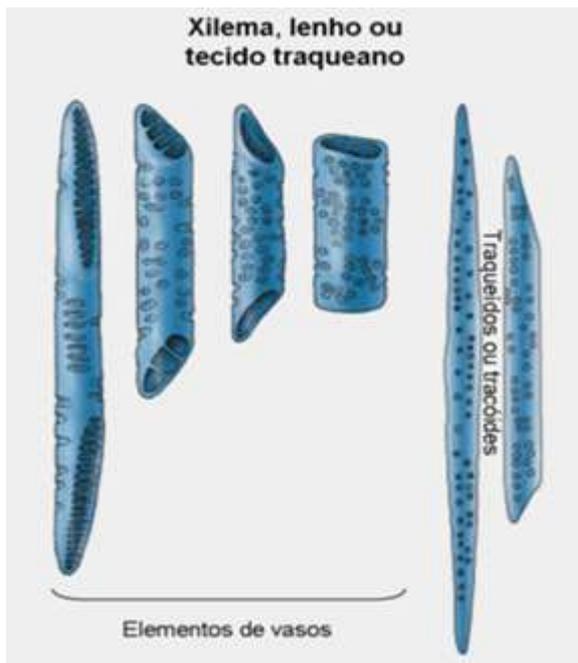
Os compostos orgânicos elaborados nas células do parênquima clorofiliano das folhas difundem-se para outro conjunto de vasos do tecido condutor chamado **floema** ou líber. No interior dos vasos liberianos, essa seiva orgânica ou seiva elaborada é conduzida até atingir as células do caule, de um fruto, de um broto em formação, de uma raiz etc., onde é utilizada ou armazenada.



### O xilema

Os vasos condutores de seiva inorgânica são formados por **células mortas**. A morte celular é devida à impregnação da célula por **lignina**, um composto aromático altamente impermeabilizante. A célula deixa de receber nutrientes e morre. Desfaz-se o conteúdo interno da célula, que acaba ficando oca e com as paredes duras já que a lignina possui, também, a propriedade de endurecer a parede celular. A deposição de lignina na parede não é uniforme. A célula, então, endurecida e oca, serve como elemento condutor. Existe, ainda, um parênquima (tecido vivo) interposto que separa grupos de células condutoras. Acredita-se que essas células parenquimáticas secretem diferentes tipos de substâncias que provavelmente auxiliam a preservação dos vasos mortos do xilema.

Existem dois tipos de células condutoras no xilema: **traqueíde** e **elemento de vaso traqueário** (ou xilemático ou, ainda, lenhoso).



- **Traqueídes** são células extremamente finas, de pequeno comprimento (em média 4 mm) e diâmetro reduzido (da ordem de 2 mm). Quando funcionais, as traqueídes estão agrupadas em feixes e as extremidades de umas tocam as das outras. Na extremidade de cada traqueíde, assim como lateralmente, há uma série de pontuações ou poros (pequeníssimos orifícios) que permitem a passagem de seiva no sentido longitudinal e lateral.
- Menores que as traqueídes (em média de 1 a 3 mm), porém mais longos (até 300 mm), os **elementos de vaso** também possuem pontuações laterais que permitem a passagem da seiva. Sua principal característica é que em suas extremidades as paredes são perfuradas, isto é, não há parede divisória totalmente isolante entre uma e outra célula. O vaso formado pela reunião de diversos elementos de vaso é conhecido como traquéia. O nome traquéia para o vaso condutor é derivado da semelhança que os reforços de lignina do vaso apresentam com os reforços de cartilagem da traquéia humana e os de quitina dos insetos.

### A condução da seiva inorgânica

Vimos que as raízes absorvem água do solo através da região dos pelos absorventes ou zona pilífera. Desta, a água atravessa as células do córtex, endoderme e periciclo da raiz. Na endoderme o fluxo da água pode ser facilitado pela existência das chamadas células de passagem. A água atinge os vasos do xilema e, a partir desses vasos, atinge a folha. Na folha, ou ela é usada na fotossíntese ou é liberada na transpiração.

Atribui-se a condução da seiva inorgânica (ou bruta) a alguns mecanismos: pressão da raiz, sucção exercida pelas folhas e capilaridade.

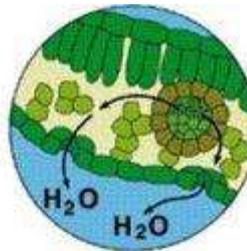
- **A pressão da raiz** – O movimento da água através da raiz é considerado como resultante de um mecanismo osmótico. A água que está no solo entra na célula do pêlo radicular, cuja concentração é maior que a da solução do solo. A célula radicular é menos concentrada que a célula cortical. Esta, por sua vez, é menos concentrada que a célula endodérmica e, assim por diante, até chegar ao vaso do xilema, cuja solução aquosa é mais concentrada de todas nesse nível. Assim, é como se a água fosse osmoticamente bombeada, até atingir os vasos do xilema.
- **A sucção exercida pelas folhas** – A hipótese mais aceita, atualmente, para o deslocamento da seiva do xilema é baseada na "sucção" de água que a copa exerce. Esta "sucção" está relacionada com os processos de transpiração e fotossíntese que ocorrem nas folhas. Para que essa "aspiração" seja eficiente, dois pré-requisitos são fundamentais: inexistência de ar nos vasos de xilema e uma força de coesão entre as moléculas de água. A coesão entre as moléculas de água faz com que elas permaneçam unidas umas às outras e suportem forças extraordinárias, como o próprio peso da coluna líquida no interior dos vasos, que poderiam levá-las a separar-se. A existência de ar nos vasos do xilema romperia essa união e

levaria à formação de bolhas que impediriam a ascensão da seiva lenhosa. As paredes dos vasos lenhosos igualmente atraem as moléculas de água e essa adesão, juntamente com a coesão, são fatores fundamentais na manutenção de uma nova coluna contínua de água no interior do vaso.

- **A transpiração e a fotossíntese** removem constantemente água da planta. Essa extração gera uma tensão entre as moléculas de água já que a coesão entre elas impede que se separem. A parede do vaso também é tracionada devido à adesão existente entre ela e as moléculas de água. Para que se mantenha a continuidade da coluna líquida, a reposição das moléculas de água retiradas da copa deve ser feita pela raiz, que, assim, abastece constantemente o xilema.
- **O efeito da capilaridade na condução da seiva** – Os vasos lenhosos são muito delgados, possuem diâmetro capilar. Assim, a ascensão do xilema ocorre, em parte, por capilaridade. No entanto, por esse mecanismo, a água atinge alturas bem inferiores a 1 metro e, isoladamente, esse fato é insuficiente para explicar a subida da seiva inorgânica.

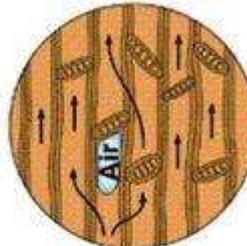
## Transpiração

evaporação de água para o ar  
diminui o potencial  
hídrico na folha



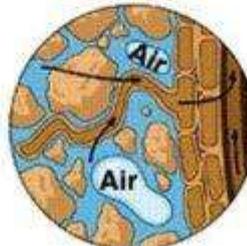
## Coesão

coluna de água no xilema  
é mantida por coesão das  
moléculas de água nos  
elementos dos vasos

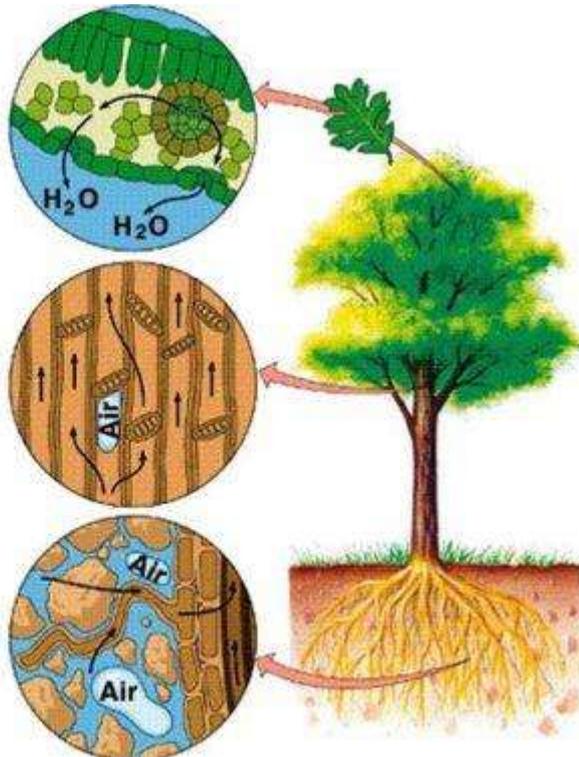


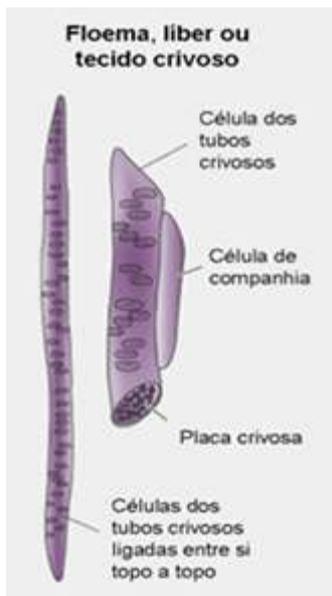
## Tensão

baixo potencial hídrico na raiz  
provoca a entrada de água do  
solo, que se desloca por osmose  
até à medula



## O floema





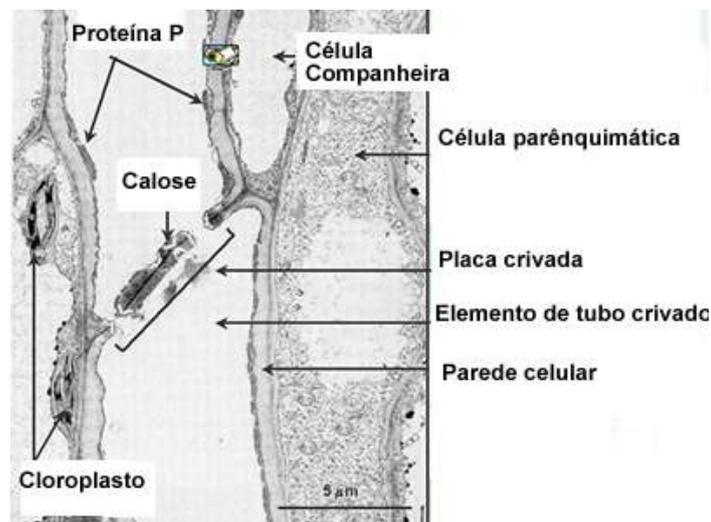
Os vasos do floema (também chamado de **líber**) são formados por **células vivas**, cuja parede possui apenas a membrana esquelética celulósica típica das células vegetais e uma fina membrana plasmática. São células altamente especializadas e que perdem o núcleo no decorrer do processo de diferenciação. O seu interior é ocupado pela seiva elaborada (ou seiva orgânica) e por muitas fibras de proteínas, típicas do floema. A passagem da seiva orgânica de célula a célula é facilitada pela existência de **placas crivadas** nas paredes terminais das células que se tocam. Através dos crivos, flui a seiva elaborada de uma célula para outra, juntamente com finos filamentos citoplasmáticos, **os plasmodesmos**.

Os orifícios das placas crivadas são revestidos por **calose**. Polissacarídeo que obstrui os crivos quando, em alguns vegetais, periodicamente, os vasos crivados ficam sem função. Ao retornarem à atividade, esse calo é desfeito.

Lateralmente aos tubos crivados, existem algumas células delgadas, nucleadas, chamadas de companheiras, cujo núcleo passa a dirigir também a vida das células condutoras.

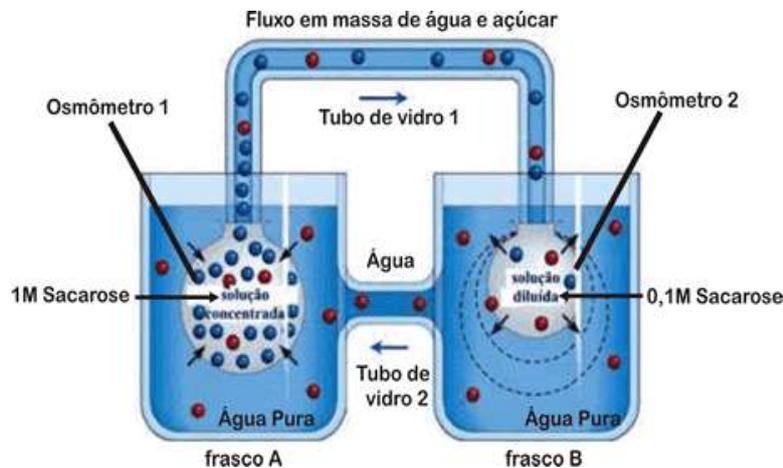
## A condução da seiva elaborada

A seiva orgânica, elaborada no parênquima das folhas, é lançada nos tubos crivados do floema e conduzida a todas as partes da planta que não são auto-suficientes. O transporte é orientado principalmente para a raiz, podendo haver algum movimento em direção ao ápice do caule e folhas em desenvolvimento. De modo geral, os materiais orgânicos são translocados para órgãos consumidores e de reserva, podendo haver inversão do movimento (isto é, dos órgãos de reserva para regiões em crescimento), quando necessário.



## A hipótese de Münch

A hipótese mais aceita atualmente para a condução da seiva elaborada é a que foi formulada por Münch e se baseia na movimentação de toda a solução do floema, incluindo água e solutos. É a hipótese do *arrastamento mecânico* da solução, também chamada de hipótese do fluxo em massa da solução. Por essa hipótese, o transporte de compostos orgânicos seria devido a um deslocamento rápido de moléculas de água que arrastariam, no seu movimento, as moléculas em solução. A compreensão dessa hipótese fica mais fácil acompanhando-se o modelo sugerido por Münch para a sua explicação.



a figura,

que haverá ingresso de água por osmose, do frasco A para o osmômetro 1, e do frasco B para o osmômetro 2. No entanto, como a solução do osmômetro 1 é mais concentrada, a velocidade de passagem de água do frasco A para o osmômetro 1 é maior. Assim, a água tenderá a se dirigir para o tubo de vidro 1 com velocidade, arrastando moléculas de açúcar. Como o osmômetro 2 passa a receber mais água, esta passa para o frasco B. Do frasco B, a água passa para o tubo de vidro 2, em direção ao frasco A. Podemos fazer a correspondência entre o modelo anterior e uma planta:

Observando  
conclui-se

- Tubo de vidro 1 corresponde ao floema e o tubo de vidro 2 ao xilema;
- Osmômetro 1 corresponde a uma célula do parênquima foliar e o osmômetro 2, a uma célula da raiz;
- Frasco A representa a folha, enquanto o frasco B representa a raiz;
- As células do parênquima foliar realizam fotossíntese e produzem glicose. A concentração dessas células aumenta, o que faz com que absorvam água do xilema das nervuras. O excesso de água absorvida é deslocado para o floema, arrastando moléculas de açúcar em direção aos centros consumidores ou de reserva.

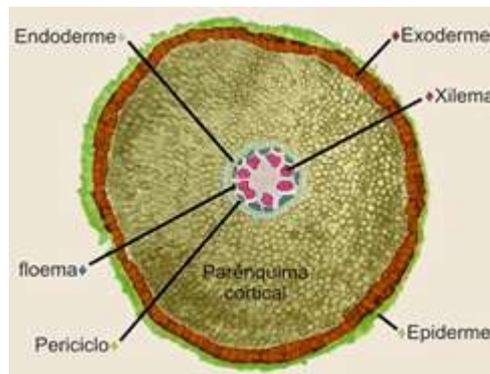
## Organização dos Tecidos nas Raízes e nos Caules

Raízes e caules jovens, cortados transversalmente, mostram que são formados por uma reunião de tecidos. A disposição desses tecidos é específica em cada órgão e constitui uma estrutura interna primária típica de cada um deles. Uma estrutura secundária, mais complexa, pode ser vista quando ocorre um aumento no diâmetro do caule e da raiz.

## Estrutura primária da raiz

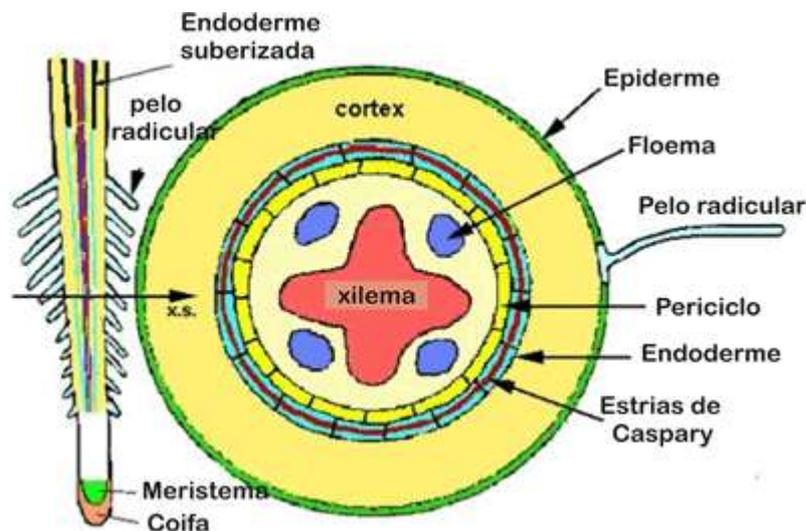
Se acompanhássemos uma célula meristemática que terminou de surgir por mitose na extremidade de uma raiz, veríamos que ela vai se alongando, ao mesmo tempo que vai se distanciando da extremidade em decorrência do surgimento de novas células. A maior taxa de crescimento em extensão de uma raiz, ocorrerá, portanto, na região situada pouco acima da região meristemática, denominada de zona de distensão.

Após crescerem as células iniciam a sua diferenciação. Na região mais interna, por exemplo, terá início a diferenciação dos tecidos condutores, enquanto na região mais externa diferenciam-se parênquimas e tecidos de revestimento.



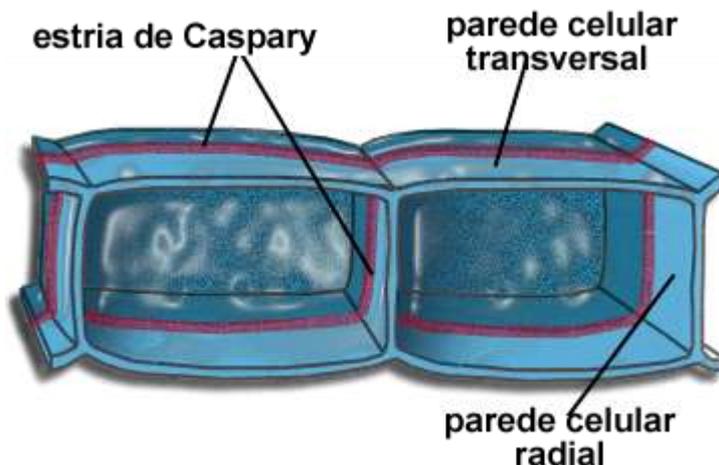
## Córtex

A região mais periférica da raiz jovem diferenciam-se em **epiderme**, tecido formado por uma única camada de células achatadas e justapostas. Na região abaixo da epiderme, chamada **córtex**, diferenciam-se o **parênquima cortical**, constituído por várias camadas de células relativamente pouco especializadas.



## Cilindro central

A parte interna da raiz é o cilindro central, composto principalmente por elementos condutores (**protoxilema e protofloema**), fibras e parênquima. O cilindro central é delimitado pela endoderme, uma camada de células bem ajustadas e dotadas de reforços especiais nas paredes, as **estrias de Caspary**. Essas estrias são como cintas de celulose que unem firmemente as células vizinhas, vedando completamente os espaços entre elas. Assim, para penetrar no cilindro central, toda e qualquer substância tem que atravessar diretamente as células endodérmicas, uma vez que as estrias de caspary fecham os interstícios intercelulares.

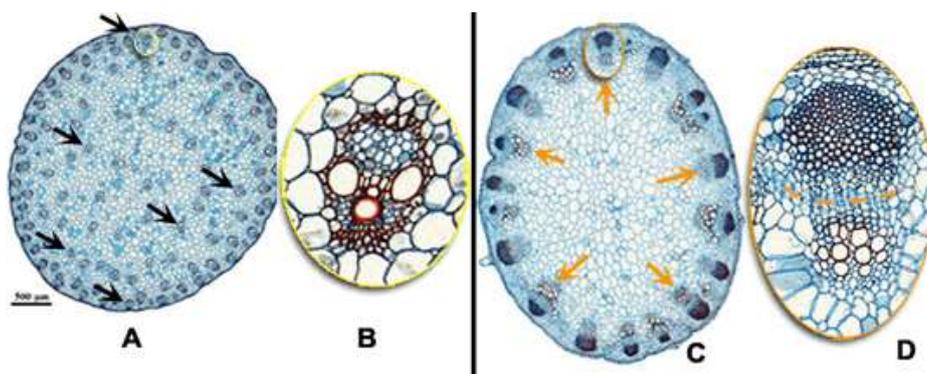


Logo abaixo da endoderme situa-se uma camada de células de paredes finas chamada periciclo, que delimita o cilindro central, onde se localizam o xilema e o floema. A maneira como os tecidos condutores se dispõem no cilindro central é um dos critérios para distinguir dicotiledôneas de monocotiledôneas.

## Raízes de mono e dicotiledôneas

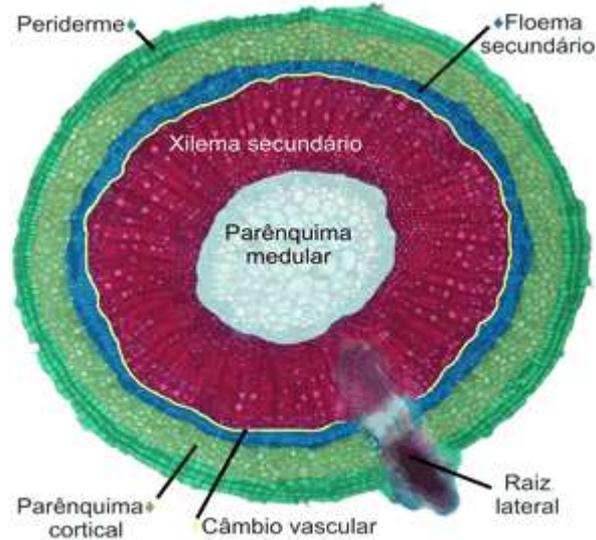
Na maioria das plantas dicotiledôneas o xilema se concentra na região mais interna do cilindro central. Quando se observa um corte transversal à raiz, vê-se que o protoxilema ocupa uma área em forma de cruz ou estrela, cujas pontas encostam no periciclo. O protofloema encontra-se nos vértices formados pelos "braços" da cruz. Entre o protoxilema e o protofloema há um meristema primário chamado procâmbio. Os demais espaços dentro do cilindro central são preenchidos por parênquima.

Nas plantas monocotiledôneas, o centro da raiz é ocupado por uma medula constituída por parênquima medular e os vasos lenhosos e liberianos dispõem-se ao redor.



## Estrutura secundária

O **crescimento em espessura** da raiz pode ser chamado de crescimento secundário, para distingui-lo do crescimento em extensão. Em linhas gerais, durante o crescimento secundário desenvolvem-se cilindros de células meristemáticas que permitem o surgimento de novos tecidos radiculares. Os dois tecidos meristemáticos envolvidos no crescimento secundário da raiz são o **câmbio vascular**, que permite o crescimento do cilindro central, e o câmbio suberógeno ou felogênio, que permite o crescimento da **periderme** (casca).



## Câmbio vascular

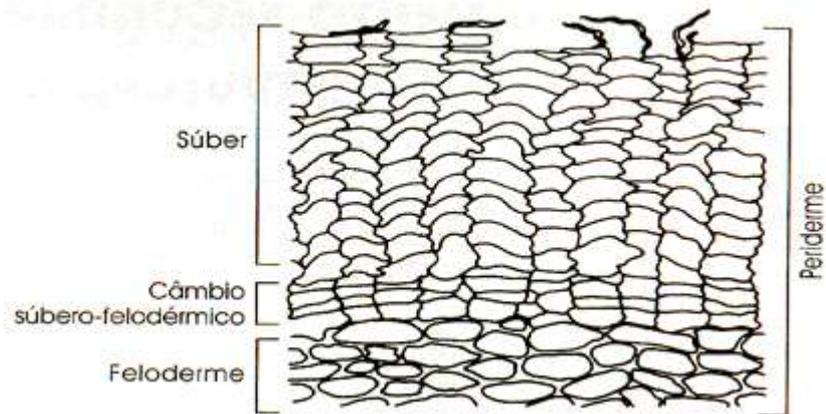
O câmbio vascular (do latim *vasculum*, vaso) é assim chamado porque origina novos vasos condutores durante o crescimento secundário da raiz. O câmbio vascular forma-se a partir do procâmbio e do periciclo, que se conjugam e delimitam uma área interna do cilindro central, onde só há xilema. Ao se multiplicar ativamente, as células do câmbio vascular originam vasos xilemáticos para a região mais interna e vasos floemáticos para a região mais externa. Aos poucos a área delimitada pelo câmbio vai tornando-se cada vez mais cilíndrica.

**O câmbio vascular da raiz é um meristema de origem mista, primária e secundária. Isso porque tem origem tanto no procâmbio, um meristema primário, quanto do periciclo, um tecido já diferenciado que sofre dediferenciação.**

## Câmbio suberógeno ou felogênio

O câmbio suberógeno, também chamado de felogênio (do grego *phellos*, cortiça, e *genos*, que gera), é um cilindro de células meristemáticas localizado na região cortical da raiz, sob a epiderme. O felogênio é um meristema secundário, uma vez que tem origem por dediferenciação de células do parênquima cortical.

Como vimos, a atividade do felogênio produz feloderme e súber, este último um tecido morto que protege externamente raízes e caules com crescimento secundário.



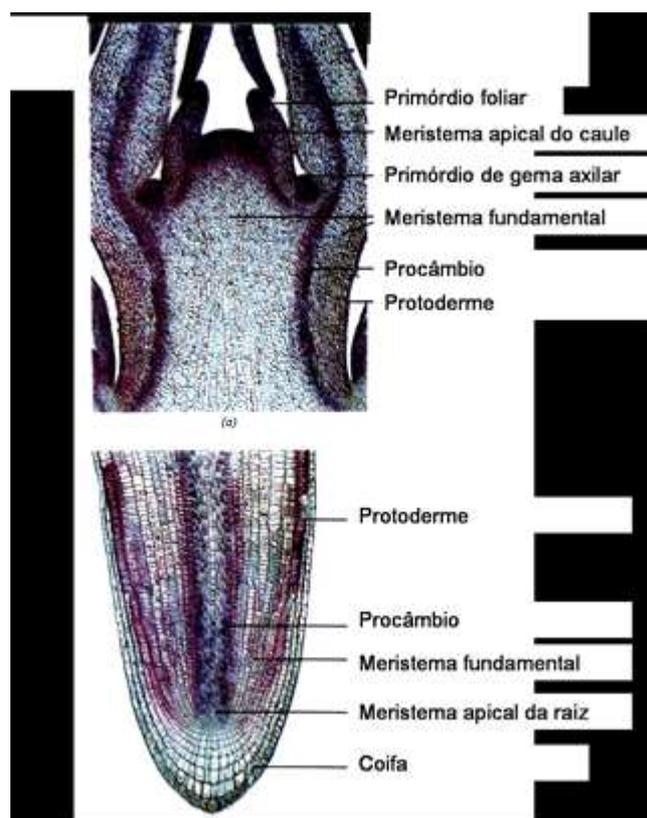
### Estrutura interna do caule

Como na raiz, a parte mais jovem de um caule é a que se localiza junto à extremidade, onde ocorre a multiplicação das células do **meristema apical**, que permite o crescimento em extensão.

Logo abaixo da zona meristemática apical as células iniciam o processo de diferenciação celular, que leva ao aparecimento dos diversos tecidos que compõem o caule.

### Origem das gemas axilares

Nem todas as células produzidas pelo meristema apical sofrem diferenciação. À medida que o caule cresce, permanecem grupos de células meristemáticas sob a epiderme, pouco acima do ponto de inserção das folhas. Esses grupos de células formam, nas axilas das folhas, protuberâncias chamadas **gemas axilares ou laterais**.



## Estrutura primária

### Feixes líbero-lenhosos

Caules que não cresceram, em espessura apresentam estrutura primária, caracterizada pela presença de feixes líbero-lenhosos localizados entre as células do parênquima que preenchem seu interior.

**Cada feixe líbero-lenhoso possui elementos do líber (floema) voltados para fora e elementos do lenho (xilema) voltados para dentro.**

Nas plantas monocotiledôneas, que geralmente não apresentam crescimento secundário, os feixes condutores são distribuídos de maneira difusa no interior do caule. Já nas dicotiledôneas os feixes líbero-lenhosos distribuem-se regularmente, formando um cilindro.

### Câmbio fascicular

Nos feixes líbero-lenhosos das dicotiledôneas, o floema está voltado para o exterior do caule e o xilema para o interior. Entre o floema e o xilema de um feixe há um tecido meristemático: o câmbio vascular e o câmbio suberógeno ou felogênio.

### Câmbio vascular

O Câmbio vascular do caule forma-se a partir do câmbio fascicular e do câmbio interfascicular, este último um tecido meristemático secundário, resultante da dediferenciação de células parenquimáticas localizadas entre os feixes líbero-lenhosos. O câmbio fascicular passa a delimitar, assim, uma área interna do caule onde só há xilema e parênquima. Como na raiz, as células do câmbio vascular originam vasos xilemáticos para a região mais interna e vasos floemáticos para a região mais externa. Aos poucos, a área delimitada pelo câmbio vai se tornando cada vez mais cilíndrica.

O câmbio vascular do caule, como o da raiz, também é um meristema de origem mista, primária e secundária. Isso porque tem origem tanto do câmbio fascicular, um meristema primário, quanto do câmbio interfascicular, um meristema que surgiu da dediferenciação de células parenquimáticas.

### Câmbio suberógeno ou felogênio

**A atividade do câmbio vascular faz com que o caule vá progressivamente aumentando de espessura.** Para acompanhar esse crescimento em diâmetro, células do parênquima cortical sofrem dediferenciação e originam um cilindro de meristema secundário, o **felogênio**. Como vimos, a atividade do felogênio produz **feloderme** para o interior e **súber** para o exterior, formando a periderme, que passa a revestir o caule.

### Anéis anuais

**Nas regiões de clima temperado, a atividade do câmbio varia no decorrer do ano.** A atividade cambial é muito intensa durante a primavera e o verão, diminuindo progressivamente no outono até cessar por completo no inverno. No fim do verão, quando está encerrando mais um ciclo de atividade, o câmbio produz vasos lenhosos de paredes grossas e lúmen estreito, que constituem o lenho estival. Na primavera, ao retomar o seu funcionamento depois do repouso invernal, o câmbio produz vasos lenhosos de paredes delgadas e lúmen grande, que constituem o lenho primaveril.

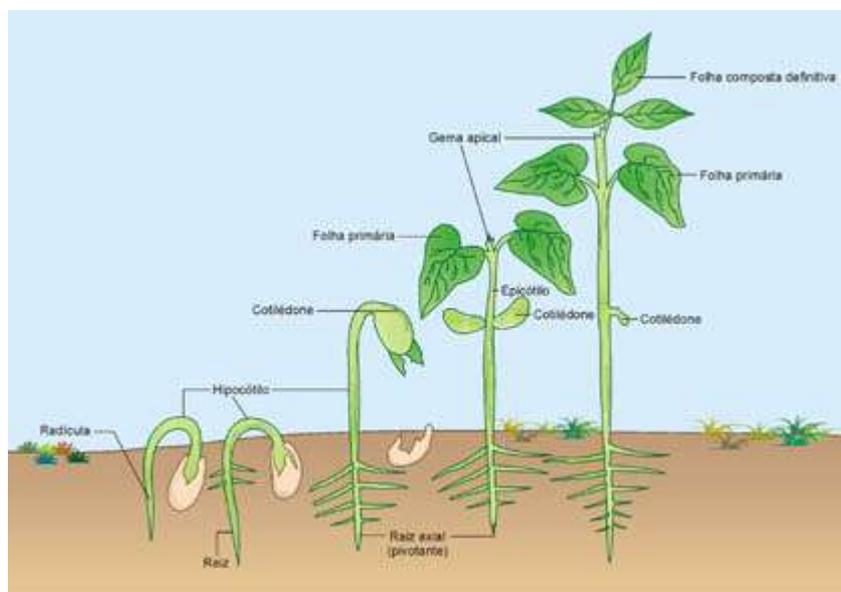


Troncos de árvores que vivem em regiões temperadas apresentam, portanto, anéis de lenho primaveril. Quando esses troncos são observados em corte transversal, esses anéis são facilmente identificáveis e **o número de pares de anéis corresponde à idade da árvore.**

### Crescimento e desenvolvimento

O crescimento de uma planta começa a partir da germinação da semente. A hidratação da semente, por exemplo, ativa o embrião. As reservas contidas no endosperma ou nos cotilédones são hidrolisadas por ação enzimática. As células embrionárias recebem os nutrientes necessários, o metabolismo aumenta e são iniciadas as divisões celulares que conduzirão ao crescimento.

A radícula é a primeira estrutura a imergir; a seguir, exterioriza-se o caulículo e a plântula inicia um longo processo que culminará no vegetal adulto.



**Qual a diferença entre crescimento e desenvolvimento?**

Esses dois termos são frequentemente utilizados como sinônimos. No entanto, há uma diferença entre eles:

- O **crescimento** corresponde a um crescimento irreversível no tamanho de um vegetal, e se dá a partir do acréscimo de células resultantes das divisões mitóticas, além do tamanho individual de cada célula. De modo geral, o crescimento também envolve aumento do volume e da massa do vegetal. O crescimento envolve parâmetros quantitativos mensuráveis (tamanho, massa e volume).
- O **desenvolvimento** consiste no surgimento dos diferentes tipos celulares e dos diversos tecidos componentes dos órgãos vegetais. É certamente um fenômeno relacionado ao processo de diferenciação celular. O desenvolvimento envolve aspectos quantitativos, relacionados ao aumento da complexidade do vegetal.

**A ocorrência desses dois processos é simultânea. Um vegetal cresce e se desenvolve ao mesmo tempo.**

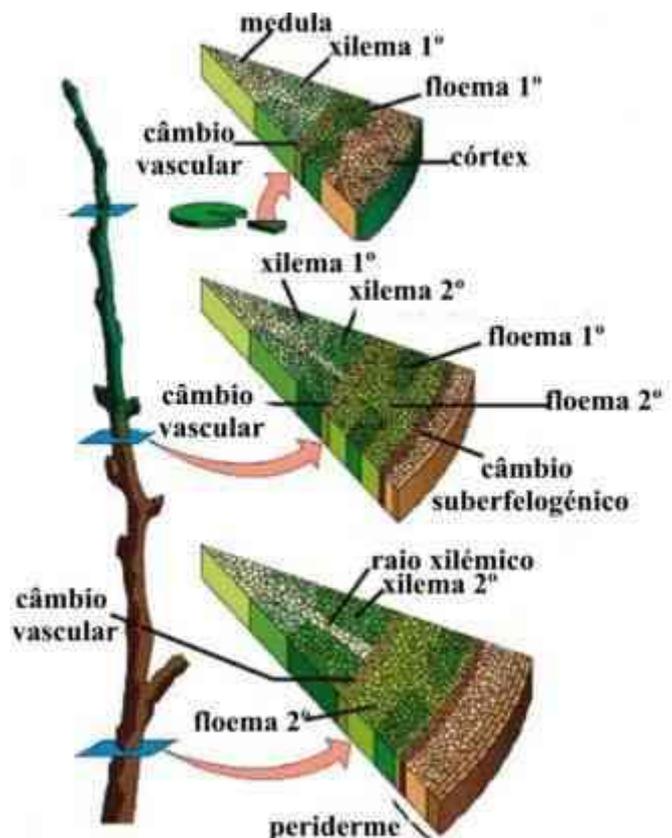
### O meristema

**Todos os tipos de células que compõem uma planta tiveram origem a partir de tecidos meristemáticos, formados por células que têm uma parede primária fina, pequenos vacúolos e grande capacidade de realizar mitose.**

As células dos tecidos diferenciados, ainda que não tenham morrido durante a diferenciação (como o súber, o xilema, por exemplo), perdem a capacidade de se multiplicar por mitose. As células meristemáticas se multiplicam e se diferenciam, originando os diversos tecidos permanentes da planta, cujas células não mais se dividem.

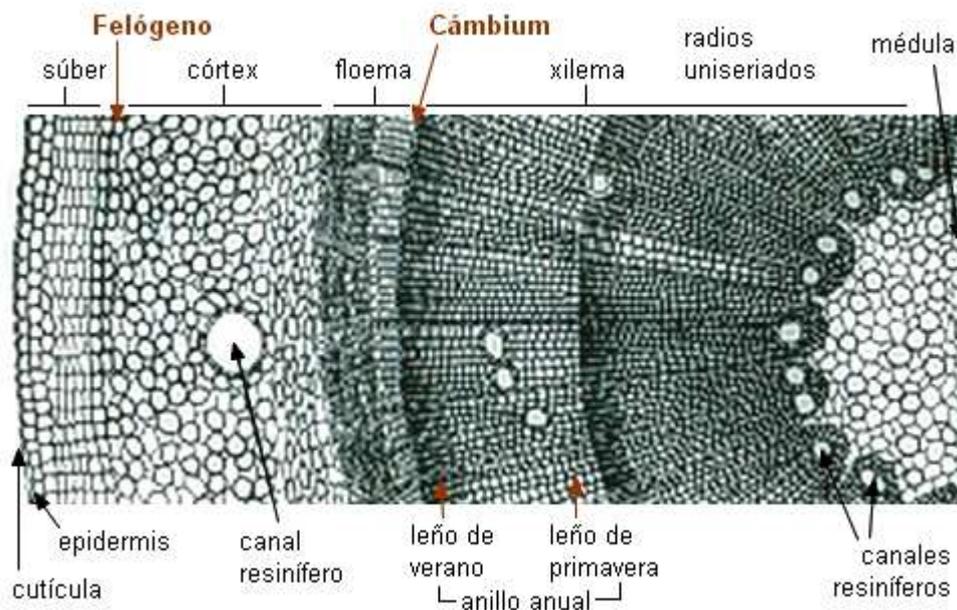
#### Meristema primários

Em certos locais das plantas, como nos ápices da raiz e do caule, existem tecidos meristemáticos que descendem diretamente das primeiras células embrionárias, presentes na semente. Esses são os meristemas primários. O caule cresce em comprimento graças à atividade de um meristema primário presente em seu ápice, o **meristema apical caulinar**. Já o meristema responsável pelo crescimento em comprimento da raiz não é terminal, mas está protegido sob um capuz celular chamado de **coifa**. Por isso é denominado **meristema subapical radicular**.



## Meristemas secundários

Meristemas secundários são os que surgem a partir de células diferenciadas, geralmente parenquimáticas, que readquirem a capacidade mitótica, fenômeno que os botânicos denominam **desdiferenciação**. O felôgênio que constitui a periderme, por exemplo, é um exemplo de meristema secundário, que surge pela desdiferenciação de células do parênquima localizadas sob a epiderme. A multiplicação das células do felôgênio origina a feloderme e o súber que compõem a periderme.



## Os Hormônios Vegetais

Uma planta precisa de diversos fatores, internos e externos, para crescer e se desenvolver, e isto inclui diferenciar-se e adquirir formas, originando uma variedade de células, tecidos e órgãos.

Como exemplos de fatores externos que afetam o crescimento e desenvolvimento de vegetais, podemos citar **luz** (energia solar), **dióxido de carbono**, **água** e **minerais**, incluindo o nitrogênio atmosférico (fixado por bactérias fixadoras e cianofíceas), **temperatura**, **comprimento do dia** e **gravidade**.

Os fatores internos são basicamente químicos e serão discutidos neste texto. Os principais fatores internos são os chamados **hormônios vegetais** ou **fitormônios**, substâncias químicas que atuam sobre a divisão, alongação e diferenciação celular.

Hormônios vegetais são substâncias orgânicas que desempenham uma importante função na regulação do crescimento. No geral, são substâncias que atuam ou não diretamente sobre os tecidos e órgãos que os produzem (existem hormônios que são transportados para outros locais, não atuando em seus locais de síntese), ativos em quantidades muito pequenas, produzindo respostas fisiológicas específicas (floração, crescimento, amadurecimento de frutos etc).

**A palavra hormônio vem a partir do termo grego *horman*, que significa "excitar". Entretanto, existem hormônios inibitórios. Sendo assim, é mais conveniente considerá-los como sendo reguladores químicos.**

A atuação dos reguladores químicos depende não apenas de suas composições químicas, mas também de como eles são "percebidos" pelos respectivos tecidos-alvo, de forma que um mesmo hormônio vegetal pode causar diferentes efeitos dependendo do local no qual estiver atuando (diferentes tecidos e órgãos), da concentração destes hormônios e da época de desenvolvimento de um mesmo tecido.

### **Os grupos de fitormônios conhecidos atualmente**

Cinco grupos ou classes de hormônios vegetais (ou fitormônios) são reconhecidos:

1. [Auxinas](#)
2. [Citocininas](#)
3. [Giberelinas](#)
4. [Acido abscísico](#)
5. [Etileno](#)

### **Os Hormônios Vegetais**

Uma planta precisa de diversos fatores, internos e externos, para crescer e se desenvolver, e isto inclui diferenciar-se e adquirir formas, originando uma variedade de células, tecidos e órgãos.

Como exemplos de fatores externos que afetam o crescimento e desenvolvimento de vegetais, podemos citar **luz** (energia solar), **dióxido de carbono**, **água** e **minerais**, incluindo o nitrogênio atmosférico (fixado por bactérias fixadoras e cianofíceas), **temperatura**, **comprimento do dia** e **gravidade**.

Os fatores internos são basicamente químicos e serão discutidos neste texto. Os principais fatores internos são os chamados **hormônios vegetais** ou **fitormônios**, substâncias químicas que atuam sobre a divisão, alongação e diferenciação celular.

Hormônios vegetais são substâncias orgânicas que desempenham uma importante função na regulação do crescimento. No geral, são substâncias que atuam ou não diretamente sobre os tecidos e órgãos que os produzem (existem hormônios que são transportados para outros locais, não atuando em seus locais de síntese), ativos em quantidades muito pequenas, produzindo respostas fisiológicas específicas (floração, crescimento, amadurecimento de frutos etc).

**A palavra hormônio vem a partir do termo grego *horman*, que significa "excitar". Entretanto, existem hormônios inibitórios. Sendo assim, é mais conveniente considerá-los como sendo reguladores químicos.**

A atuação dos reguladores químicos depende não apenas de suas composições químicas, mas também de como eles são "percebidos" pelos respectivos tecidos-alvo, de forma que um mesmo hormônio vegetal pode causar diferentes efeitos dependendo do local no qual estiver atuando (diferentes tecidos e órgãos), da concentração destes hormônios e da época de desenvolvimento de um mesmo tecido.

## Os grupos de fitormônios conhecidos atualmente

Cinco grupos ou classes de hormônios vegetais (ou fitormônios) são reconhecidos:

1. [Auxinas](#)
2. [Citocininas](#)
3. [Giberelinas](#)
4. [Acido abscísico](#)
5. [Etileno](#)

### As Auxinas

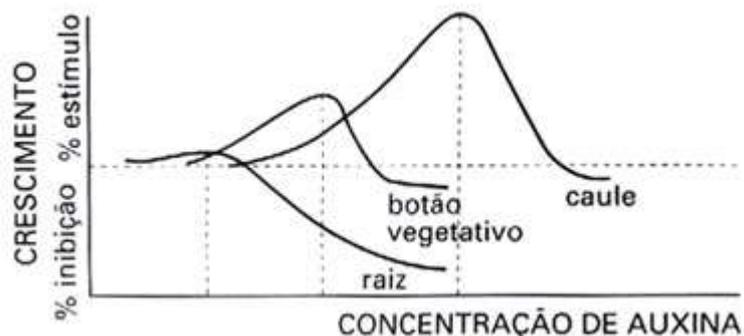
Os hormônio vegetais mais conhecidos são as **auxinas**, substâncias relacionadas à regulação do crescimento. Das auxinas, a mais conhecida é o **AIA – ácido indolilacético**.

O AIA nos vegetais não é produzido apenas em **coleótilos** (Dá-se o nome de coleótilo a primeira porção de planta que aparece à superfície do solo. Este desenvolve-se segundo a luz. Se a sua intensidade for constante, a planta irá-se desenvolver na vertical, se for iluminada lateralmente os coleótilos irão crescer na direção da luz, curvando-se). Sua produção também ocorre em **embriões nas sementes**, em **tubos polínicos**, e até pelas **células da parede de ovários** em desenvolvimento. Na planta adulta, é produzindo nas **gemas apicais**, principalmente as caulinares.

O transporte do AIA é polar, isto é, ocorre apenas nos locais de produção para os locais de ação por meio de células parenquimáticas especiais. O AIA age em pequeníssima quantidade, na ordem de milionésimos de mg, estimulando o crescimento.

#### Uma dose ótima para estimular o crescimento do caule pode inibir o crescimento da raiz.

- A raiz e o caule de uma mesma planta reagem diferentemente ao mesmo hormônio:  
A dose ótima para o crescimento da raiz é inferior à dose ótima para o crescimento do caule. A raiz, então, é mais sensível ao AIA do que o caule;
- A dose ótima para o crescimento do caule é inibitória para o crescimento da raiz e também inibe o crescimento das gemas laterais.



## Efeito das auxinas

### Na dominância apical

As auxinas atuam nos genes das células vegetais, estimulando a síntese de enzimas que promovem o amolecimento da parede celular, possibilitando a distensão das células. A forma do corpo de muitas plantas, principalmente as do grupo perene é definida pela ação hormonal. A gema apical, que atua no crescimento longitudinal do caule, produz auxina na superfície para inibir as gemas laterais, deixando-as dormentes. Eliminando-se a gema apical, o crescimento passará a ser promovido pelas gemas laterais ativadas pela ausência de auxina. O vegetal apresentará, então, forma copada: pouca altura e mais galhos.

### No crescimento sob a luz

Coleóptilos submetidos à iluminação unilateral apresentaram um crescimento em direção oposta à da luz. O **AIA** desloca-se do lado iluminado para o não iluminado, exercendo aí o seu efeito. A curvatura do coleóptilo será tanto maior quanto maior for o tempo de iluminação, já que mais AIA acaba atingindo o lado oposto. Se um coleóptilo for iluminado uniformemente, ele crescerá em linha reta, o mesmo acontecendo se ele for deixado no escuro.

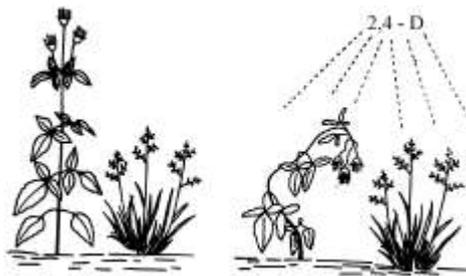
### Geotropismo

O geotropismo é uma resposta dos órgãos vegetais à força da gravidade. Esta resposta resulta no crescimento da parte aérea da planta na direção oposta à força da gravidade (geotropismo negativo) e no crescimento das raízes na direção da força gravitacional (geotropismo positivo). O geotropismo no caule parece estar de acordo com a teoria de Cholodny-Went.

Quando a planta é colocada em posição horizontal, o acúmulo de auxinas na parte inferior do caule provoca um maior crescimento dessa parte, ocorrendo curvatura em uma direção oposta à força da gravidade, fazendo com que o caule se dirija para cima. Na raiz em posição horizontal ocorre um maior alongamento na parte superior comparada à inferior, provocando curvatura da raiz na direção da força gravitacional. Há pouca evidência de que ocorra uma distribuição assimétrica de AIA natural em raízes colocadas em posição horizontal.

### Outros efeitos das auxinas

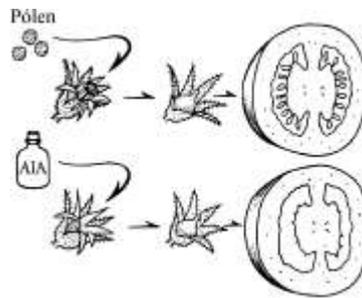
- A aplicação de auxinas sobre a superfície do caule promove a formação de **raízes adventícias**, o que é útil na propagação vegetativa por meio de estacas.
- O nível de auxinas nos **tecidos do ovário** sobe sensivelmente por ocasião da fecundação, promovendo o desenvolvimento do fruto.
- A **auxina sintética** 2,4-D (ácido 2,4-diclofenoxiacético) é utilizada como herbicida e atua somente em plantas eudicotiledôneas.



## Partenocarpia

Na natureza, é comum o desenvolvimento de ovários sem que tenha havido a formação das sementes. É o caso da banana. A auxina existe na parede do ovário e também nos tubos polínicos é que garante o crescimento do fruto.

Artificialmente, é possível **produzir frutos partenocárpicos** por meio da aplicação de auxinas diretamente nos ovários, retirando-se previamente os estames para evitar polinização. Isso é feito para se obter uvas, melancias, e tomates sem sementes.



## Ácido Abscísico - Abscisão Foliar

A queda das folhas de uma planta decídua pode ocorrer em resposta a sinais do meio ambiente, tais como curtos ou baixas temperaturas no outono, ou devido a condições adversas ao desenvolvimento vegetal. A folha jovem tem a capacidade de sintetizar níveis de auxinas relativamente altos; durante a senescência, **a síntese de auxinas no limbo foliar diminui consideravelmente, o que promove o rompimento do pecíolo na camada de abscisão.**



Durante a senescência, ao mesmo tempo que diminui o fluxo de auxinas no pecíolo, ocorre um aumento na produção de **etileno** na região de abscisão. A queda no nível de auxinas aparentemente torna as células da região de abscisão mais sensíveis à ação do etileno. O etileno também inibe o transporte de auxinas no pecíolo e provoca a síntese e o transporte de enzimas que atuam na parede celular (celulases) e na lamela média (pectinases). A dissolução parcial ou total da parede celular e da lamela média torna a região de abscisão enfraquecida, do ponto de vista mecânico. Basta neste momento um vento moderado para causar a quebra do feixe vascular e completar a separação da folha do restante da planta.

A abscisão de frutos é muito semelhante à abscisão foliar, somente que nos frutos e em algumas folhas ocorre, antes da abscisão, um aumento no nível de **ácido abscísico**. Este hormônio vegetal poderia promover a síntese de etileno e, possivelmente, a síntese das enzimas que atuam na parede celular e lamela média.

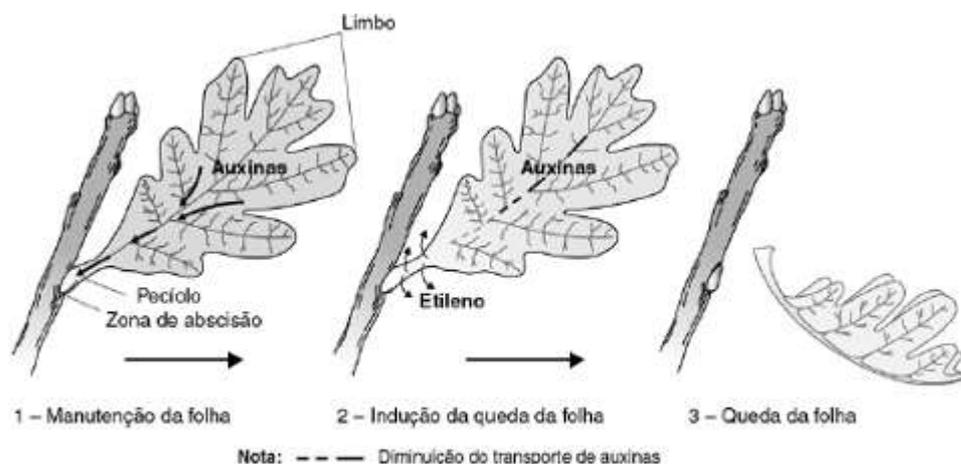


Figura 2

## Etileno

O etileno é um hidrocarboneto insaturado, de natureza gasosa, regulador do crescimento e que atua como hormônio. Sua produção em uma planta normal ocorre praticamente em todas as células e **se torna mais abundante nas flores após a polinização e nos frutos em amadurecimento**. Sua síntese também se verifica em células danificadas.

Uma banana madura, colocada junto a outras verdes, acelera o amadurecimento das outras por causa do etileno que ela desprende. Por isso, os floricultores costumam armazenar frutos em câmaras onde é evitado o acúmulo de etileno no ar, retardando, assim, o amadurecimento.

Outro modo de se evitar o amadurecimento dos frutos é enriquecer o ar do armazém com gás carbônico (já que esse gás antagoniza os efeitos do etileno) ou impedir a oxigenação dos frutos (o nível baixo de oxigênio reduz a taxa de síntese de etileno).

O etileno também está envolvido com a queda – abscisão – de folhas e frutos. Esse processo começa com a redução do teor de AIA da folha, seguido pela produção do etileno. Ele estimula a síntese de celulase, enzima que digere as paredes celulósicas, na região de abscisão do pecíolo. Nessa região surge um meristema de abscisão, em que as células derivadas organizam uma cicatriz que fechará a lacuna produzida com a queda da folha ou do fruto.

## As Giberelinas

A história inicial das giberelinas foi um produto exclusivo dos cientistas japoneses. Em 1926, E.Kurosawa estudava uma doença de arroz (*Oryza sativa*) denominada de doença das "plantinhas loucas", na qual a planta crescia rapidamente, era alta, com coloração pálida e adoentada, com tendência a cair. Kurosawa descobriu que a causa de tal doença era uma substância produzida por uma espécie de fungo, ***Gibberella fujikuroi***, o qual parasitava as plântulas.

A giberelina foi assim denominada e isolada em 1934. As giberelinas estão presentes possivelmente em todas as plantas, por todas as suas partes e em diferentes concentrações, sendo que as mais altas concentrações estão em sementes ainda imaturas. Mais de 78 giberelinas já foram isoladas e identificadas

quimicamente. O grupo mais bem estudado é o GA3 (conhecido por ácido giberélico), que é também produzido pelo fungo *Gibberella fujikuroi*.

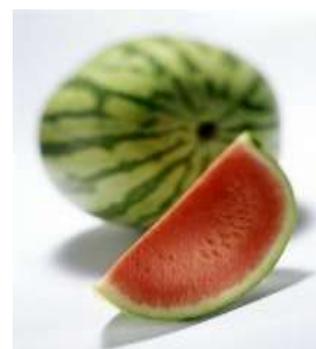
**As giberelinas têm efeitos drásticos no alongamento dos caules e folhas de plantas intactas, através da estimulação tanto da divisão celular como do alongamento celular.**

### Locais de produção das giberelinas no vegetal

As giberelinas são produzidas em tecidos jovens do sistema caulinar e sementes em desenvolvimento. É incerto se sua síntese ocorre também nas raízes. Após a síntese, as giberelinas são provavelmente transportadas pelo xilema e floema.

### Giberelinas e os mutantes anões

Aplicando giberelina em plantas anãs, verifica-se que elas se tornam indistinguíveis das plantas de altura normal (plantas não mutantes), indicando que as plantas anãs (mutantes) são incapazes de sintetizar giberelinas e que o crescimento dos tecidos requer este regulador.



### Giberelinas e as sementes

Em muitas espécies de plantas, incluindo o alface, o tabaco e a aveia selvagem, as giberelinas quebram a dormência das sementes, promovendo o crescimento do embrião e a emergência da plântula. Especificamente, as giberelinas estimulam o alongamento celular, fazendo com que a radícula rompa o tegumento da semente.

### Aplicações práticas das giberelinas

1. Giberelinas podem ser usadas na quebra de dormência de sementes de várias espécies de vegetais, acelerando a germinação uniforme de plantações. Em sementes de cevada e outras gramíneas, a giberelina produzida pelo embrião acelera a digestão em reservas nutritivas contidas no endosperma (região rica em reservas), pois estimula a produção de enzimas hidrolíticas.
2. Giberelinas podem ser usadas para antecipar a produção de sementes em plantas bienais. Juntamente com as citocininas, desempenham importante papel no processo de germinação de sementes.
3. Giberelinas, assim como auxinas, podem causar o desenvolvimento de frutos partenocárpicos (sem sementes), incluindo maçã, abóbora, berinjela e groselha. A maior aplicação comercial das giberelinas é na produção de uvas para a mesa. O ácido giberélico promove a produção de frutos grandes, sem sementes, soltos entre si.
4. Giberelinas estimulam o florescimento de plantas de dia longo (PDL) e bienais.

### Na agricultura

1. Auxinas e giberelinas sintéticas: pulverizadas nas culturas, estas substâncias provocam a floração simultânea de plantações de abacaxi, evitam a queda prematura de laranjas e permitem a formação de uvas sem sementes.

Aumentam ainda o tempo de armazenamento de batatas, impedindo o brotamento de suas gemas.

2. Experimentos para a produção de cultura de tecidos vegetais com auxinas e citocininas em soluções nutritivas contendo sais minerais, açúcar, vitaminas e aminoácidos. A partir disso, são produzidas grandes massas de tecidos (calos) de maçã, pêra, cenoura, batata e outros. Com estes calos, podem ser obtidas novas plantas, selecionadas e isentas de parasitas. Experimentos clássicos realizados em 1950 foram feitos para obter clones (plantas geneticamente iguais, obtidas a partir de células somáticas de um único vegetal) de cenouras por cultura de tecidos.
3. Utilização de hormônios vegetais como herbicidas seletivos: alguns deles, como a 2,4 -D (ácido dicloro-fenoxiacético, uma auxina sintética) são inócuos para gramíneas como arroz, trigo, centeio, porém matam ervas daninhas de folhas largas como carrapichos, picões, dentes-de-leão.

### Para outras finalidades

4. Alguns hormônios sintéticos podem ser tóxicos para os animais e o homem; seu uso indiscriminado pode desencadear efeitos colaterais nocivos as comunidades e aos ecossistemas. E outra auxina sintética, a 2,4,5-T ( ácido tricloro-fenoxiacético), usado como agente desfolhante na guerra do Vietnã. Foi demonstrado que esta substância é responsável por deformações nos embriões dos mamíferos. Os efeitos perigosos da substância decorrem de sua contaminação por traços de benzodioxina, substância que se forma durante a fabricação do hormônio. Pesquisas recentes mostram que apenas cinco partes por trilhão de dioxina podem aumentar significativamente a probabilidade de ocorrência de cânceres de vários tipos.

### Citocininas

Uma quarta classe de hormônios vegetais é a das citocininas, assim chamadas porque **estimula a divisão celular** (citocinese).

As citocininas são produzidas nas raízes e transportadas através do xilema para todas as partes da planta. Embriões e frutos também produzem as citocininas.

### Funções das citocininas

O papel das citocininas no desenvolvimento das plantas tem sido estudado em culturas de tecidos. Quando um fragmento de uma planta, um pedaço de parênquima, por exemplo, é colocado em um meio de cultura contendo todos os nutrientes essenciais à sua sobrevivência as células podem crescer mas não se dividem. Se adicionarmos apenas citocinina a esse meio, nada acontece, mas se adicionarmos também auxina, as células passam a se dividir e podem se diferenciar em diversos órgãos.

O tipo de órgão que surge em uma cultura de tecidos vegetais depende da relação entre as quantidades de citocina e auxina adicionadas ao meio. Quando as concentrações dos dois hormônios são iguais, as células se multiplicam mas não se diferenciam, formando uma massa de células denominada calo. Se a concentração de auxina for maior que a de citocina, o calo forma raízes. Se, por outro lado, a concentração de citocina for maior do que a de auxina, o calo forma brotos.

As citocinas também atuam em associação com as auxinas no **controle da dominância apical**. Nesse caso, os dois hormônios tem efeitos antagônicos. As auxinas que descem pelo caule inibem o desenvolvimento das gemas laterais,

enquanto as citocinas que vêm das raízes estimulam as gemas a se desenvolverem. Quando a gema apical é removida, cessa a ação das auxinas e as citocinas induzem o desenvolvimento das gemas laterais. Uma vez iniciado o desenvolvimento das gemas laterais não mais pode ser inibido. O fato de as gemas mais baixas do caule saírem da dormência antes das mais altas tem a ver com o fato de elas estarem mais próximas das raízes, onde são produzidas as citocinas.

As citocinas também **retardam o envelhecimento** das plantas. Ramos e flores cortados e colocados em água envelhecem rapidamente pela falta desse hormônio. A adição de citocina na água dos vasos faz com que as flores cortadas durem bem mais tempo. É uma prática comum no comércio de plantas pulverizar citocina sobre as flores colhidas com a finalidade de retardar o seu envelhecimento.

### **Senescência**

A senescência consiste no conjunto de mudanças que provocam a deterioração e a morte da célula vegetal. Em plantas multicelulares, a senescência ocorre após a juvenilidade (crescimento vegetativo) e a maturidade (reprodução) e é rápida em plantas perenes, de acordo com o programa genético característico de cada tipo de planta. A senescência é também sensível à influência de fatores do meio ambiente tais como dias curtos, baixa luminosidade, baixas e altas temperaturas, baixos níveis de nutrientes essenciais e sais tóxicos no solo.

A senescência consiste no conjunto de mudanças que provocam a deterioração e a morte da célula vegetal. Em plantas multicelulares, a senescência ocorre após a juvenilidade (crescimento vegetativo) e a maturidade (reprodução) e é rápida em plantas perenes, de acordo com o programa genético característico de cada tipo de planta. A senescência é também sensível à influência de fatores do meio ambiente tais como dias curtos, baixa luminosidade, baixas e altas temperaturas, baixos níveis de nutrientes essenciais e sais tóxicos no solo.

A senescência consiste no conjunto de mudanças que provocam a deterioração e a morte da célula vegetal. Em plantas multicelulares, a senescência ocorre após a juvenilidade (crescimento vegetativo) e a maturidade (reprodução) e é rápida em plantas perenes, de acordo com o programa genético característico de cada tipo de planta. A senescência é também sensível à influência de fatores do meio ambiente tais como dias curtos, baixa luminosidade, baixas e altas temperaturas, baixos níveis de nutrientes essenciais e sais tóxicos no solo.

A senescência e a morte podem ocorrer aproximadamente ao mesmo tempo em toda a planta, no caso de plantas anuais (milho, soja) e algumas plantas perenes (agave, bambu), que florescem uma vez e morrem logo depois, ou podem ocorrer somente na parte aérea das plantas bianuais e herbáceas perenes, nas quais as partes subterrâneas se mantêm vivas e servem como reservas para o crescimento do ano seguinte e podem ocorrer somente nas folhas e frutos de plantas lenhosas perenes. Estas plantas florescem todo ano e sua senescência total e a morte levam muitos anos.

Em plantas com senescência total, ela se dá logo depois da floração e da frutificação. A retirada de flores e de frutos adia a senescência e provoca um

retorno ao rápido crescimento vegetativo característico da fase anterior à floração. Nos cereais (milho, trigo) a senescência é facilmente observada, já que acontece quase simultaneamente em milhões de plantas.

A senescência não ocorre ao acaso e quando ela é total está mais relacionada a fatores internos da planta que a fatores do meio ambiente. As mudanças que se observam nessa fase são parte de um mecanismo de transferência de nutrientes de partes da planta como a folha, para outras partes como os frutos, as sementes e o caule. Frequentemente, a senescência das folhas e dos frutos é acompanhada de sua abscisão.

Uma causa possível da senescência da planta poderia ser a grande mobilização de nutrientes e citocininas na direção dos frutos e das sementes. A morte da parte vegetativa da planta seria a consequência dessa mobilização dirigida pela atividade as auxinas produzidas pelos frutos. A retirada de flores e de frutos atrasa e pode até evitar a senescência. Essa mobilização poderia também ser considerada como um efeito e não como uma causa da senescência. A teoria da mobilização não explica por que a presença de flores masculinas em plantas masculinas provoca o início da senescência enquanto a retirada dessas flores a retarda.

A aplicação de retardadores do crescimento tem como efeito a aceleração da iniciação floral e da floração de certas plantas. No abacaxizeiro, as aplicações de etileno, de compostos que liberam etileno em contato com a planta (ethephon) ou de auxinas que induzem a produção de etileno pela planta, provocam a iniciação floral e a floração. No repolho, entretanto, a floração está associada a um rápido crescimento vegetativo. Isto mostra que nem sempre a diminuição da taxa de crescimento está intimamente associada à iniciação floral, à floração e à frutificação. Na realidade, além do fato de que ela faz parte do programa genético da planta e que está sujeita, em certos casos, a fatores do meio ambiente, pouco se conhece sobre as causas profundas da senescência.

### **Fotoperiodismo**

Diversas etapas do desenvolvimento das plantas ocorrem em épocas determinadas do ano. A época da floração, por exemplo, é característica para cada espécie: é comum ouvirmos dizer que tal planta floresce em agosto, outra em setembro e assim por diante.

#### **Como as plantas sabem a época em que devem florescer?**

O estímulo ambiental que as plantas utilizam com mais frequência é o foto período, isto é, a relação entre a duração dos dias (período iluminado) e das noites (período escuro). A resposta fisiológica a essa relação é chamada fotoperiodismo.

De acordo com a maneira como o fotoperiodismo afeta a floração, as plantas podem ser classificadas em três tipos principais: **plantas de dia curto**, **plantas de dia longo** e **plantas indiferentes**.

### Plantas de dia curto

Plantas de dia curto são aquelas que florescem quando a duração da noite (período escuro) é igual ou maior do que determinado valor, denominado fotoperíodo crítico. Plantas de dia curto florescem no fim do verão, no outono ou no inverno.



### Plantas de dia longo

Plantas de dia longo são as que florescem quando submetidas a períodos de escuridão inferiores ao fotoperíodo crítico. Plantas desse tipo das quais a alface é um exemplo, florescem no fim da primavera ou no verão. Para algumas plantas basta uma única exposição ao fotoperíodo indutor para florescer, enquanto outras precisam de vários dias sucessivos de fotoperíodos adequados.



Algumas plantas só respondem ao fotoperíodo depois de receber algum outro tipo de estimulação. O trigo de inverno, por exemplo, não florescerá ao menos que fique exposto por várias semanas à temperaturas inferiores a 10°C. Essa necessidade de frio para florescer ou uma semente germinar, é comum a muitas plantas de clima temperado, sendo chamada de vernalização. Se, após a vernalização, o trigo de inverno for submetidos a períodos indutores menores que o fotoperíodo crítico, ele florescerá.

### Plantas indiferentes

Existem plantas que florescem independente do fotoperíodo. Nesse caso, a floração ocorre em resposta a outros estímulos. O tomate e o feijão de corda são exemplos de plantas indiferentes.

## Fitocromos e a Percepção da Luz

O fato de as plantas responderem a estímulos luminosos significa que elas são capazes de perceber a luz. **O fotorreceptor envolvido no fotoperiodismo, bem como em muitos outros tipos de resposta à luz, é o fitocromo, uma proteína de cor azul-esverdeada.**

### Tipos de fitocromos

O fitocromo existe em duas formas interconversíveis, uma inativa, chamada **fitocromo R**, e outra ativa, chamada **fitocromo F**. O fitocromo R (do inglês, *Red*, vermelho) se transforma em fitocromo F (do inglês, *far-red*, vermelho-longo) ao absorver luz vermelha de comprimento de onda na faixa dos 660 nanômetros. O fitocromo F, por sua vez, transforma-se em fitocromo R ao absorver luz vermelha de comprimento de onda na faixa dos 730 nanômetros (vermelho de onda mais longa).

A luz solar contém ambos os comprimentos de onda (vermelho e vermelho-longo). Por isso durante o dia as plantas apresentam as duas formas de fitocromos (R e F), com predominância do fitocromo F. À noite, o fitocromo F, mais instável, converte-se espontaneamente em fitocromo R. Dependendo da duração do período de escuridão, essa conversão pode ser total, de modo que a planta ao fim de um longo período de escuridão, pode apresentar apenas fitocromo R.

### Papel do fitocromo na floração

**Nas plantas de dia curto o fitocromo F é um inibidor da floração.** Plantas de dia curto florescem em estações do ano que as noites são longas, porque, durante o período prolongado de escuridão, o fitocromo F converte-se espontaneamente em fitocromo R, deixando de inibir a floração. Uma breve exposição de luz (cerca de 10 minutos) durante o período de escuridão é o suficiente para impedir a floração de plantas de dia curto, pois, nesse período o fitocromo R é convertido em fitocromo F.

**Nas plantas de dia longo o fitocromo F é um indutor de floração.** Assim, plantas de dia longo só florescem se o período de escuridão não forem muito prolongados, de modo que não haja conversão total de fitocromo F em R. Já em estações do ano que as noites são longas, as plantas de dia longo não florescem, porque todo o fitocromo F é convertido em fitocromo R, que não induz a floração.

### Fitocromos e germinação

Os fitocromos também estão envolvidos em outros processos fisiológicos das plantas, entre elas a germinação das sementes. As sementes de diversas espécies de plantas precisam ser expostas à luz para germinar. Isso porque a germinação é induzida pelo fitocromo F, formado durante o período de exposição à luz.

## Movimentos Vegetais

Os movimentos dos vegetais respondem à ação de hormônios ou de fatores ambientais como substâncias químicas, luz solar ou choques mecânicos. Estes movimentos podem ser do tipo crescimento e curvatura e do tipo locomoção.

### Movimentos de Crescimento e Curvatura

Estes movimentos podem ser do tipo **tropismos** e **nastismos**.

## Tropismos

Os **tropismos** são movimentos orientados em relação à fonte de estímulo. Estão relacionados com a ação das auxinas.

### Fototropismo

Movimento orientado pela direção da luz. Existe uma curvatura do vegetal em relação à luz, podendo ser em direção ou contrária a ela, dependendo do órgão vegetal e da concentração do hormônio auxina. O caule apresenta um fototropismo positivo, enquanto que a raiz apresenta fototropismo negativo.

### Quimiotropismo

Movimento orientado em relação a substâncias químicas do meio.

### Tigmotropismo

Movimento orientado por um choque mecânico ou suporte mecânico, como acontece com as gavinhas de chuchu e maracujá que se enrolam quando entram em contato com algum suporte mecânico

## Nastismos

Os **nastismos** são movimentos que não são orientados em relação à fonte de estímulo. Dependem da simetria interna do órgão, que devem ter disposição dorso - ventral como as folhas dos vegetais.

### Fotonastismo

Movimento das pétalas das flores que fazem movimento de curvatura para a base da corola. Este movimento não é orientado pela direção da luz, sendo sempre para a base da flor. Existem as flores que abrem durante o dia, fechando-se à noite como a "onze horas" e aquelas que fazem o contrário como a "dama da noite".

### Tigmonastismo e Quimionastismo

Movimentos que ocorrem em plantas insetívoras ou mais comumente plantas carnívoras, que, em contato com um inseto, fecham suas folhas com tentáculos ou com pêlos urticantes, e logo em seguida liberam secreções digestivas que atacam o inseto. Às vezes substâncias químicas liberadas pelo inseto é que provocam esta reação.



### **Seismonastia**

Movimento verificado nos folíolos das folhas de plantas do tipo sensitiva ou mimosa, que, ao sofrerem um abalo com a mão de uma pessoa ou com o vento, fecham seus folíolos. Este movimento é explicado pela diferença de turgescência entre as células de parênquima aquoso que estas folhas apresentam.

### **Movimentos de Locomoção ou Deslocamento**

Movimentos de deslocamento de células ou organismos que são orientados em relação à fonte de estímulo, podendo ser positivos ou negativos, sendo definidos como **tactismos**.

#### **Quimiotactismo**

Movimento orientado em relação a substâncias químicas como ocorre com o anterozoóide em direção ao arquegônio.

#### **Aerotactismo**

Movimento orientado em relação à fonte de oxigênio, como ocorre de modo positivo com bactérias aeróbicas.

#### **Fototactismo**

Movimento orientado em relação à luz, como ocorre com os cloroplastos na célula vegetal.

## **Nutrição Vegetal**

### **Como as plantas se nutrem**

A nutrição das plantas é **autotrófica**, nisso diferindo da nutrição animal, que é heterotrófica. Enquanto os animais obtêm alimento comendo outros seres vivos, as plantas fabricam elas mesmas a matéria orgânica que lhes servem de alimento. Para isso utilizam gás carbônico proveniente do ar e água e sais minerais (nutrição inorgânica) retirados do solo.

### **Nutrição inorgânica**

Quando falamos de nutrição inorgânica, na verdade estamos nos referindo à **absorção dos nutrientes minerais** essenciais para um bom desenvolvimento vegetal. Esses nutrientes existem no substrato em que a planta vive (solo, água e, eventualmente, meio aéreo) e a sua absorção é realizada principalmente pelas raízes. Muitas vezes, as folhas também executam esse papel. A absorção radicular é efetuada a partir da zona pilífera, região na qual a superfície de absorção é aumentada pela existência dos pelos absorventes.

Quando um nutriente é utilizado em grande quantidade por um vegetal, ele é considerado um **macronutriente**. Se for utilizado em pequena quantidade, é considerado um **micronutriente**. Esses termos não se relacionam com o tamanho do nutriente, e sim com a quantidade em que são utilizados.

Entre os micronutrientes, podem ser citados o manganês, o cobre, o zinco e o ferro.

A tabela abaixo resume o papel de alguns macronutrientes no organismo vegetal.

Nutriente	Papel Fisiológico
<b>Nitrogênio (N)</b>	Essencial para a síntese protéica e de ácidos nucléicos.
<b>Fósforo (P)</b>	Essencial para a síntese de ATP e de ácidos nucléicos.
<b>Potássio (K)</b>	Relacionados as trocas iônicas entre a célula e o meio; envolvido nos movimentos de abertura dos estômatos.
<b>Enxofre (S)</b>	Utilizado para a síntese de aminoácidos essenciais.
<b>Magnésio (Mg)</b>	Componente da molécula de clorofila.

### O húmus

A decomposição de restos vegetais no solo, realizada por fungos, bactérias, minhocas, insetos etc., resulta na mineralização dos nutrientes (carbono, nitrogênio, fósforo, enxofre, etc.), que são diretamente assimilados pelas plantas ou formam outros compostos.



O húmus estabiliza a estrutura dos solo, aumentando a sua aptidão para absorver os íons minerais (potássio, amônio, magnésio e cálcio) e regulariza a umidade, constituindo assim agente insubstituível de fertilidade e conservação do solo.

### Nutrição orgânica – fotossíntese

A fotossíntese ocorre principalmente nas folhas de uma traqueófito. É conveniente, agora, dar uma noção da morfologia interna desse órgão relacionado com a nutrição orgânica.

Duas epidermes, formadas por células achatadas, revestem uma camada interna constituída basicamente por dois tecidos: o **tecido de preenchimento** e o **tecido condutor**. O tecido de preenchimento é conhecido como parênquima e é, em geral, constituído por duas camadas de células clorofiladas, vivas.

A camada próxima à epiderme superior possui células organizadas em uma paliçada e, por isso, recebe o nome de parênquima paliçádico. A outra camada, próxima à epiderme inferior, possuem células irregulares que se dispõem deixando lacunas entre si, o que dá a essa camada um aspecto de esponja – é o parênquima lacunoso. As células dessas camadas são ricas em cloroplastos. O tecido condutor

compõe as nervuras. Aqui, os vasos dispõem-se em feixes de tecidos condutores, embainhados por células parenquimáticas especiais.

Há dois tipos de vasos: os que trazem para a folha a água necessária para a fotossíntese, além de outras substâncias inorgânicas – vasos do xilema – e os que conduzem o alimento produzido pelas folhas para o caule e para a raiz – vasos do floema.

Cabe ao parênquima clorofiliano (outro nome dado ao conjunto formado pelo parênquima paliádico e parênquima lacunoso) o papel de nutrir o vegetal como os alimentos orgânicos necessários a sua sobrevivência, a partir da realização da fotossíntese.

As etapas clara e escura da fotossíntese ocorrem nos cloroplastos. Na fase de claro (ou fotoquímica) há a participação da água e da luz, com liberação de oxigênio e produção de ATP e NADPH<sub>2</sub>. Na fase escura (ou puramente química), ocorre o ciclo de Calvin ou ciclo das pentoses, durante a qual há uma sequência de reações com a participação do gás carbônico e com a utilização do ATP e do NADPH<sub>2</sub>, produzidas na fase clara, resultando em moléculas de glicose.

**Para saber mais da fotossíntese acesse o conteúdo Fotossíntese no índice de Biologia.**

**1.** (MACK-SP) No quadro abaixo estão enumeradas algumas características que podem ou não estar presentes nos vários grupos de vegetais.

<b>Característica</b>	<b>Briófitas</b>	<b>Pteridófitas</b>
I Meiose gamética	Sim	Sim
II Fase gametofítica predominante	Sim	Não
III Presença de tecidos condutores	Não	Sim
IV Necessidade de água para reprodução	Sim	Não

Estão corretas apenas:

- a) I e II.
- b) II e III
- c) I e III.
- d) III e IV.
- e) II e IV.

**2.** (UFPE) O Reino Vegetal foi dividido informalmente em dois grandes grupos: Criptógamos e Fanerógamos, considerando-se principalmente os aspectos reprodutivos. Abaixo, há uma série de exemplos de vegetais, identificados por algarismos e algumas de suas principais características:

- 1) Plantas vasculares, com sementes, porém sem frutos.
- 2) Plantas com sistema condutor de seiva, com flores, sementes e frutos.
- 3) Plantas com sistema condutor, com raízes e sem sementes.
- 4) Plantas avasculares, com rizóides e sem sementes.

As características descritas pelos algarismos de 1 a 4 representam, respectivamente:

- a) gimnospermas, angiospermas, pteridófitas e briófitas.
- b) pteridófitas, angiospermas, gimnospermas e briófitas.
- c) pteridófitas, angiospermas, briófitas e gimnospermas.
- d) angiospermas, gimnospermas, pteridófitas e briófitas.
- e) angiospermas, gimnospermas, briófitas e pteridófitas.

**3.** (UFPB) Entre as adaptações dos vegetais à vida terrestre, uma das mais importantes está relacionada com o desenvolvimento da reprodução sexuada independente do meio aquático. Sob este aspecto, os vegetais terrestres que conseguiram superar a dependência da água para a fecundação dos gametas foram apenas as:

- a) pteridófitas.
- b) gimnospermas.
- c) briófitas.
- d) angiospermas.
- e) gimnospermas e angiospermas.

**4.** (UCDB-MT) São plantas vasculares:

- a) pteridófitas, musgos e hepáticas.
- b) hepáticas e angiospermas.
- c) antóceros, hepáticas e musgos.
- X** d) pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.
- e) apenas as angiospermas.

**5.** (Cefet-MG) Raízes, caules, flores, folhas, sementes e frutos estão presentes **apenas** nas:

- a) gimnospermas.
- b) coníferas.
- c) briófitas.
- d) pteridófitas.
- e) angiospermas.

**6.** (PUC-RS) São vegetais que apresentam estruturas chamadas rizóides, as quais, servindo à fixação, também se relacionam à condução da água e dos sais minerais para o corpo da planta. Apresentam sempre pequeno porte, em decorrência da falta de um sistema vascular. Nenhum dos seus representantes é encontrado no meio marinho.

O texto acima se aplica a um estudo:

- a) das pteridófitas.
- b) dos mixofitos.
- c) das briófitas.
- d) das clorofitas.
- e) das gimnospermas.

**7.** (Fatec-SP) Considere as seguintes características dos vegetais:

- I. sistema vascular;
- II. grãos de pólen e tubo polínico;
- III. sementes nuas.

Dessas, são comuns às gimnospermas e angiospermas:

- a) somente I.
- b) somente II.
- c) somente III.
- d) I e II apenas.
- e) I, II e III.

8. (UCDB-MT) Considerando a grande variabilidade das

Coluna A	Coluna B
I – corolas vistosas	a – vento
II – estigmas plumosos	b – pássaros
III – flores que abrem à noite	c – mosca-varejeira
IV – cheiro de carniça	d – morcego

A associação correta é:

- a) I-b; II-c; III-a; IV-d
- b) I-c; II-b; III-d; IV-a
- c) I-b; II-a; III-d; IV-c
- d) I-a; II-d; III-b; IV-c
- e) I-d; II-a; III-c; IV-b

9. (Fuvest-SP) Um horticultor deseja obter indivíduos geneticamente idênticos (clones) a uma samambaia comercialmente valiosa. Para alcançar esse objetivo ele deve:

- a) cultivar os esporos produzidos por essa samambaia.
- b) induzir artificialmente a autofecundação dessa samambaia.
- c) implantar núcleos de esporos dessa samambaia em oosferas anucleadas de outras plantas.
- d) introduzir DNA extraído de folhas dessa samambaia em zigotos de outras plantas.
- e) obter fragmentos de rizoma (caule) dessa samambaia e cultivá-los.

10. (PUC-RS) Nas regiões dos manguezais é comum se encontrar raízes que crescem verticalmente do solo e vão atingir o nível da maré alta. Elas desenvolvem estruturas para permitir a vida nestes locais e se relacionam com:

- a) melhor flutuação.
- b) trocas gasosas.
- c) o acúmulo de reservas nutritivas.
- d) a fixação das folhas.
- e) o aproveitamento do sal marinho.

11. (UFRS) Existem plantas que, por suas características morfológicas, são mais adaptadas à função de conter a erosão do solo, como em encostas de morros, taludes e beiras de estradas. Entre as plantas indicadas para este fim, costuma-se utilizar espécies do grupo das Gramíneas.

Indique a alternativa que apresenta uma característica que corresponde ao grupo acima citado.

- a) folhas sem bainha
- b) sementes com dois cotilédones
- c) flores pentâmeras
- d) raízes fasciculadas
- e) folhas peninérveas

12. (UCDB-MT) Apresentam função de fixação:

- a) espinhos
- b) acúleos
- c) gavinhas

- d) estípulas  
e) coifa

**13.** (Unifesp-SP) Que partes de uma planta são ingeridas em uma refeição constituída de batatinha, cenoura, milho verde, grãos de feijão e alcachofra?

	<b>batatinha</b>	<b>cenoura</b>	<b>milho verde</b>	<b>grãos de feijão</b>	<b>alcachofra</b>
a)	raiz	caule	fruto	fruto	inflorescência
b)	Raiz	raiz	semente	semente	flor
c)	Caule	raiz	semente	fruto	flor
X d)	Caule	raiz	fruto	semente	inflorescência
e)	Caule	caule	semente	fruto	inflorescência

**14.** (UFES) Com relação ao transporte de seivas nas plantas vasculares, pode-se afirmar que:

- I – o floema é constituído por elementos de vasos e traqueídeos;  
II – a seiva elaborada é constituída, principalmente, de água e sais minerais;  
III – a seiva bruta é transportada das raízes às folhas através dos vasos lenhosos;  
IV – os vasos liberianos, em geral, ocupam a posição mais externa do caule, transportando produtos da fotossíntese.

Está(ão) **correta(s)**:

- a) I e II.  
b) III e IV.  
c) apenas III.  
d) apenas IV.  
e) I, II, III e IV.

**15.** (UNI-RIO) Plantas jovens e muito semelhantes foram de início cultivadas num meio nutritivo sem a presença de nitrogênio. A partir de determinado momento, foram regadas com uma solução de nitrato, em que o elemento nitrogênio era radioativo. A intervalos regulares, retiraram-se algumas plantas e investigou-se nelas a presença de matéria radioativa em cortes realizados ao nível das raízes e ao nível da folha.

O quadro resume os resultados obtidos.

Tempo (em horas)		0	12	18	120	126
Raiz	Seiva bruta	-	+	+	+	+
	Seiva elaborada	-	-	-	-	+
Folha	Seiva bruta	-	-	+	+	+
	Seiva elaborada	-	-	-	+	+

Resultado: presença (+) ou ausência (-) de radiação.

Após a análise dos resultados, foram feitas as afirmativas abaixo.

I – O nitrogênio, fazendo parte da seiva bruta, passou, através do xilema, da raiz às folhas.

II – O elemento nitrogênio encontra-se sob a forma orgânica no xilema.

III – Após a realização da fotossíntese, fazendo parte da seiva elaborada, o nitrogênio passou, através do floema, das folhas à raiz.

IV – No floema, o nitrogênio encontra-se sob a forma mineral.

As afirmativas corretas são:

- a) I e II, apenas.
- b) I e III, apenas.
- c) I e IV, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) II e IV, apenas.

**16.** (UFSC) Parênquimas são tecidos vegetais que preenchem os espaços entre a epiderme e os tecidos condutores. Faça a associação **correta** entre os parênquimas vegetais e a principal função que desempenham.

Parênquimas	Função
A – medular	I – reserva de água
B – clorofiliano	II – preenchimento
C – amilífero	III – reserva de ar
D – aquífero	IV – assimilação
E – aerênquima	V – reserva de amido

- 01. A – II
- 02. B – IV
- 04. C – V
- 08. D – III
- 16. E – I

Dê como resposta a soma dos números referentes às associações corretas. 7

**17.** (UFAL) Considere as duas listas abaixo:

- I. nectários
- II. vasos lenhosos
- III. fibras esclerenquimáticas
- IV. epiderme com cutícula
- a. sustentação
- b. condução
- c. secreção
- d. proteção

Indique a alternativa que associa corretamente as estruturas mencionadas à respectiva função.

- a) I-b; II-a; III-c; IV-d.
- b) I-b; II-c; III-d; IV-a.
- c) I-c; II-a; III-b; IV-d.
- d) I-c; II-b; III-a; IV-d.
- e) I-d; II-b; III-c; IV-a.

**18.** (UFRJ) Em pesquisas desenvolvidas com eucaliptos, constatou-se que a partir das gemas de um único ramo podem-se gerar cerca de 200000 novas plantas, em aproximadamente 200 dias, enquanto os métodos tradicionais permitem a obtenção de apenas cerca de cem mudas a partir de um mesmo ramo. A cultura de tecido é feita a partir:

- a) de células meristemáticas.
- b) de células da epiderme.
- c) de células do súber.
- d) de células do esclerênquima.
- e) de células do lenho.

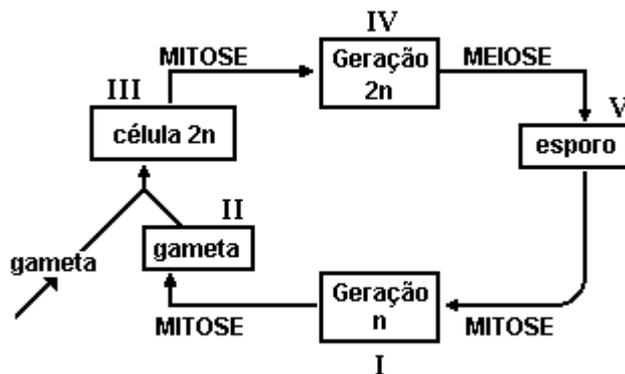
**19.** (UFMS) Com relação às células e tecidos das plantas vasculares, é correto afirmar que:

- 01) na epiderme das plantas vasculares podem-se encontrar estômatos e tricomas.  
 02) o xilema está relacionado com armazenamento e transporte de alimentos.  
 04) o floema está relacionado com a condução de água, sendo responsável pelo movimento ascendente.  
 08) os nectários florais e extraflorais são exemplos de estruturas secretoras.  
 16) as células do esclerênquima apresentam paredes secundárias espessas e geralmente lignificadas.  
 32) o conjunto xilema-floema forma um sistema vascular contínuo que percorre a planta inteira.  
 Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.  
 57

**20.** (PUC-RS) A professora apresentou aos alunos a seguinte tarefa: trazer um exemplar de uma espécie qualquer de angiosperma que apresentasse como características:

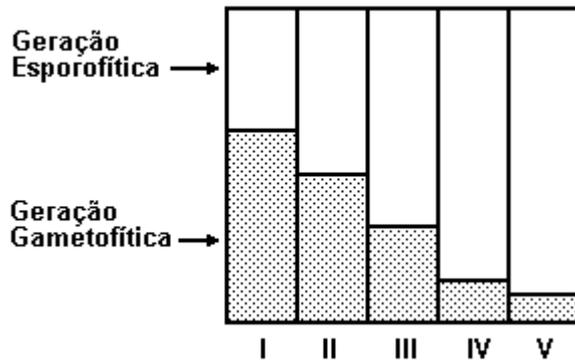
1. corpo rico em aerênquima;
  2. epiderme muito pouco diferenciada;
  3. caule com poucos feixes liberolenhosos;
  4. sistema radicial do tipo fasciculado com raízes muito finas e compridas.
- Com grande probabilidade, cumpriu essa tarefa o aluno que procurou essa planta em um ambiente:
- a) rochoso.
  - b) desértico.
  - c) aquático.
  - d) subterrâneo.
  - e) arenoso.

**21.** Temos a seguir esquematizado o ciclo de vida de uma determinada planta terrestre. Analisando esse ciclo e desprezando a ocorrência de mutações, pode-se prever que os componentes com a mesma constituição genética são indicados por:



- a) I, II e III.
- b) I, II e V.
- c) I, III e IV.
- d) II, III e IV.
- e) III, IV e V.

**22.** O esquema a seguir mostra a relação entre o desenvolvimento das gerações esporofítica e gametofítica, em diversos tipos de vegetais.



Nesse esquema, I e V representam, respectivamente, as

- pteridófitas e as angiospermas.
- pteridófitas e as gimnospermas.
- briófitas e as pteridófitas.
- briófitas e as algas.
- briófitas e as antocerotas.

**23.** Com relação às plantas, relacione as colunas:

- Fanerógamas
- Espermatófitas
- Criptógamas
- Traqueófitas

- (    ) não possuem flores nem sementes  
 (    ) possuem sementes  
 (    ) possuem vasos condutores de seiva  
 (    ) possuem flores e sementes

A seqüência correta é:

- 3, 1, 4 e 2
- 2, 3, 1 e 4
- 3, 2, 4 e 1
- 1, 2, 4 e 3
- 2, 1, 3 e 4

**24.** Os possíveis ancestrais das plantas com flor descendem de um grupo de algas verdes.

Considerando-se essa informação, é INCORRETO afirmar que os DOIS grupos mencionados têm EM COMUM

- a clorofila como pigmento fotossintetizante.
- a parede celular com celulose.
- o glicogênio como fonte de energia.
- os pigmentos acessórios de diversas cores.

**25.** Entre as Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas, a geração dominante é, respectivamente:

- esporofítica, gametofítica, esporofítica, gametofítica.
- gametofítica, esporofítica, gametofítica, esporofítica.
- esporofítica, esporofítica, esporofítica, gametofítica.
- gametofítica, gametofítica, gametofítica, esporofítica.
- gametofítica, esporofítica, esporofítica, esporofítica.

**26.** Em relação aos indivíduos do reino vegetal, pode-se afirmar que os(as):

- a) briófitas não dependem diretamente da água para sua reprodução.
- b) fungos são vegetais aclorofilados.
- c) flores dos pteridófitas são frutos modificados.
- d) gimnospermas possuem flores e frutos verdadeiros.
- e) frutos dos angiospermas se originam a partir do desenvolvimento do ovário.

**27.** Muitas espécies de angiospermas apresentam diferentes estratégias reprodutivas. Como exemplo, podemos citar a ocorrência de plantas dióicas, indivíduos com amadurecimento do androceu e gineceu em épocas diferentes e também a presença de estames abaixo do estigma. Essas estratégias são importantes para:

- a) garantir a variabilidade genética.
- b) impedir a fecundação.
- c) impedir a polinização cruzada.
- d) aumentar a auto-fecundação.
- e) aumentar a dispersão de sementes.

**28.** Numa angiosperma, encontramos células haplóides:

- a) no fruto.
- b) na semente.
- c) no gametófito.
- d) no endosperma.
- e) no cotilédone.

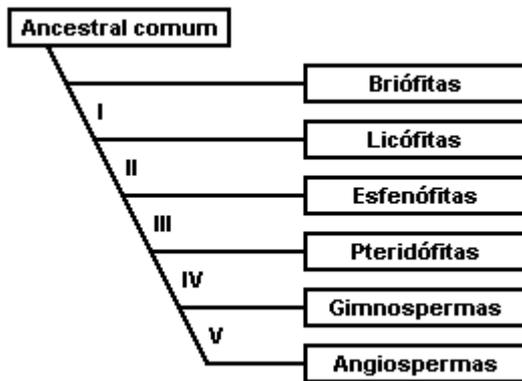
**29.** São organismos que apresentam dependência de água para a fecundação:

- a) pteridófitas e angiospermas.
- b) briófitas e gimnospermas.
- c) pteridófitas e gimnospermas.
- d) briófitas e pteridófitas.
- e) gimnospermas e angiospermas.

**30.** A observação de um grupo de plantas mostra que ele produz flores. Esse grupo pode ser de:

- a) Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas.
- b) Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas.
- c) Gimnospermas e Angiospermas.
- d) Pteridófitas e Angiospermas.
- e) Angiospermas, somente.

31.



As sementes surgiram em um determinado momento da evolução das plantas, representada pelo gráfico acima. Qual o número correspondente a este momento?

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

**32.** A '*Araucaria angustifolia*', gimnosperma nativa da região sul do Brasil, produz anualmente cerca de 80 cones femininos, cada um originando em média 90 pinhões.

Com base nessas informações, preencha as lacunas a seguir.

As plantas femininas das araucárias produzem ....., cada um deles originando muitos pinhões. O pinhão corresponde ....., que é constituído(a) por casca, ..... e .....

Assinale a alternativa que preenche corretamente essas lacunas, na ordem em que aparecem.

- a) megásporos - ao fruto - ovário - endosperma
- b) estróbilos - à semente - embrião - endosperma
- c) estróbilos - ao fruto - semente - cotilédone
- d) megasporângios - à inflorescência - embrião - tegumento
- e) megásporos - à semente - zigoto - cone

**33.** Os pulgões são insetos afídeos que retiram dos caules das plantas uma solução rica em açúcares. O tecido da planta de onde os insetos extraem alimento é:

- a) o câmbio.
- b) o xilema.
- c) o floema.
- d) a endoderme.
- e) o periciclo.

**34.** Associe as estruturas vegetais com suas funções:

- 1 - Secreção células
- 2 - Proteção
- 3 - Sustentação
- 4 - Condução

- ( ) células crivadas
- ( ) acúleos
- ( ) nectários
- ( ) hidatódios
- ( ) esclereidos

A associação correta é:

- a) 1 - 2 - 1 - 3 - 4
- b) 3 - 1 - 2 - 4 - 3
- c) 4 - 1 - 3 - 3 - 2
- d) 4 - 2 - 1 - 1 - 2
- e) 4 - 2 - 1 - 1 - 3

**35.** O pequeno porte das briófitas deve-se, fundamentalmente, à falta de

- a) estruturas para absorção de água e sais.
- b) tecidos condutores de seiva.
- c) alternância de gerações.
- d) reprodução sexuada.
- e) flores.

**36.** Para demonstrar a ocorrência de mitoses em uma planta, um professor deve utilizar preparações feitas com

- a) meristema apical de raiz.
- b) parênquima clorofilado.
- c) medula de caule.
- d) epiderme superior de folha.
- e) células crivadas do floema.

**37.** Nos vegetais, os tecidos que podem ser comparados, funcionalmente, com os tecidos conjuntivos dos animais são os tecidos:

- a) secretores.
- b) meristemáticos.
- c) de proteção.
- d) mecânicos.
- e) parenquimáticos.

**38.** Os tecidos vasculares dos caules dos vegetais como os da bananeira, por exemplo, agrupam-se em unidades chamadas feixes. Cada feixe é constituído por elementos do xilema, do floema e, geralmente, por fibras do esclerênquima. Impregnação por lignina ocorre somente em células do

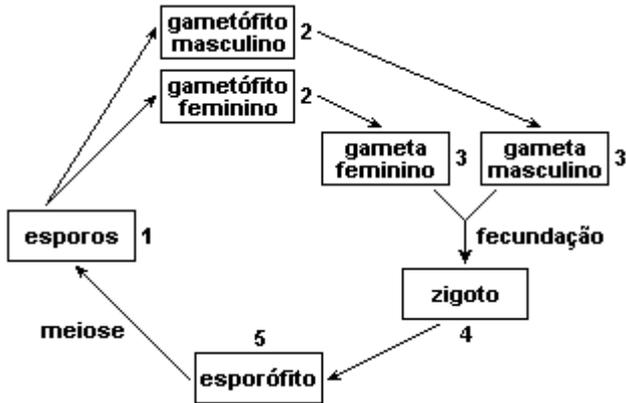
- a) xilema.
- b) esclerênquima.
- c) floema e do xilema.
- d) floema e do esclerênquima.
- e) xilema e do esclerênquima.

**39.** A partir da germinação de um esporo de samambaia

- a) origina-se a geração diplóide de seu ciclo de vida.
- b) origina-se a geração duradoura de seu ciclo de vida.
- c) ocorre uma divisão meiótica.

- d) ocorre imediatamente a fecundação.
- e) origina-se a geração haplóide de seu ciclo de vida.

**40.** O ciclo de vida de uma planta de feijão pode ser representado pelo esquema a seguir:



Um conjunto haplóide de genes é encontrado em células do

- a) embrião que se forma a partir de 4.
- b) endosperma que se forma em 1.
- c) endosperma que se forma em 5.
- d) tubo polínico que se forma em 2.
- e) tubo polínico que se forma em 5.

Gabarito da questões:

1-B	2-A	3-E	4-D	5-E	6-C	7-D
8-C	9-E	10-B	11-D	12-C	13-D	14-B
15-B	16-07	17-D	18-A	19-57	20-C	21-B
22-C	23-C	24-C	25-E	26-E	27-B	28-C
29-D	30-C	31-D	32-B	33-C	34-E	35-B
36-A	37-E	38-E	39-E	40-D		