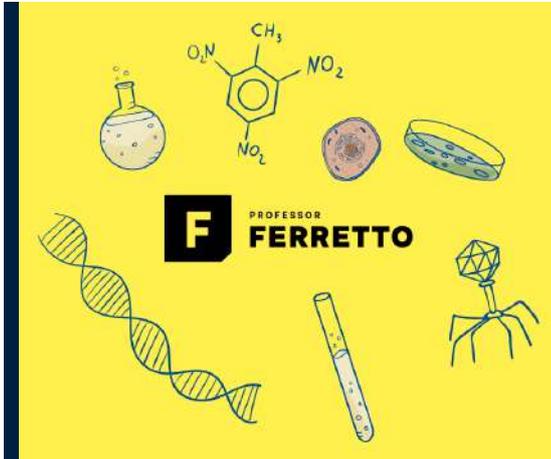


Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM



ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Tecidos meristemáticos](#)
- [Quadro resumo](#)
- [Tecidos adultos ou permanentes](#)
- [1. Sistema de revestimento](#)
- [2. Sistema fundamental](#)
- [3. Sistema vascular ou cambial](#)

HISTOLOGIA VEGETAL

TECIDOS MERISTEMÁTICOS

Logo ao germinar, uma semente mostra na extremidade do **caulículo** e da **radícula** um tecido, o **meristema primordial**, responsável pelo crescimento, cujas células estão em contínuas mitoses. Na região vizinha ao meristema, subterminal, já são visíveis as células em alongamento e logo depois a de diferenciação, pois aparecem diferentes tipos celulares como, por exemplo, os primeiros vasos condutores, na região central, tanto do caule quanto da raiz.

As **células meristemáticas** são **pequenas**, de **núcleo grande** e profundamente **indiferenciadas**, sendo capazes de se multiplicar de maneira indefinida, o que garante o crescimento ilimitado da planta, bem como sendo capazes de se diferenciar em qualquer outra célula do vegetal. Diz-se, então, que as células meristemáticas são totipotentes. Aliás, como é possível desdiferenciar qualquer célula adulta em meristemática, que depois pode se rediferenciar em qualquer outra célula adulta, pode-se dizer que todas as células vegetais são **totipotentes**. É evidenciado em mecanismos de culturas de tecidos, a partir dos quais se podem obter clones vegetais a partir de um grupo de células quaisquer.

Células meristemáticas são dotadas de uma **parede celular delgada e elástica**, denominada **parede celular primária**, o que facilita bastante o alongamento e a divisão celular. Em células adultas bem diferenciadas, a parede celular é bastante espessa e rígida, sendo denominada parede celular secundária. As células meristemáticas também são caracterizadas por possuírem **vários vacúolos pequenos**, invisíveis ao microscópio óptico. Esses pequenos vacúolos coalescem, se juntam, formando um vacúolo de suco celular grande e único em células vegetais adultas.

MERISTEMAS PRIMÁRIOS

O meristema primordial logo se organiza em três ou quatro grupos de tecidos denominados agora de **meristemas primários**. Esses são os responsáveis pelo **crescimento longitudinal (em comprimento)** da planta. Eles se localizam nas **regiões apicais** da planta: **ápice do caule e sub-ápice da raiz**.

O ápice da raiz é ocupado por um tecido especial denominado

coifa ou **caliptra**, que protege o meristema subapical radicular do atrito com o solo durante a penetração da raiz no mesmo. Isso é fundamental para a sobrevivência das células meristemáticas, uma vez que são pequenas e de parede celular fina, sendo, pois, muito frágeis, o que as faria ser facilmente destruídas por esse atrito. Assim, ele é subapical, estando localizado logo abaixo do ápice radicular.

O meristema apical caulinar dispensa a coifa porque cresce em contato com o ar, sendo o atrito desprezível. Assim, ele é realmente apical, uma vez que não tecidos mais externos a ele no ápice caulinar.

São **meristemas primários**:

- **Protoderme ou dermatogênio** (mais externo): forma o sistema de revestimento primário, correspondente à epiderme.

- **Meristema fundamental ou periblema** (médio): forma o **sistema fundamental**, correspondente aos tecidos de sustentação, **colênquima** e **esclerênquima**, e aos tecidos de assimilação e reserva, **parênquimas**. Os tecidos fundamentais se localizam principalmente na **casca ou córtex** de raiz e caule.

- **Procâmbio ou pleroma** (mais interno): forma o **sistema vascular**, correspondente aos tecidos de condução, **xilema e floema**. Os tecidos de condução se localizam na **medula ou estelo ou cilindro central** de raiz e caule.

- **Caliptrogênio**: encontrado **somente na raiz**, é responsável pela formação e contínua renovação da **coifa** ou **caliptra**.

Ao se diferenciarem, os meristemas primários dão origem aos **tecidos adultos** ou **tecidos permanentes primários**: **epiderme**, **colênquima**, **esclerênquima**, **parênquimas**, **xilema** e **floema**. Entre o xilema e o floema, permanece tecido meristemático indiferenciado com o nome de **câmbio (intra) fascicular**.

MERISTEMAS SECUNDÁRIOS

Em raízes e caules de plantas adultas de **gimnospermas** e da maioria das **angiospermas dicotiledôneas (excetuando-se as dicotiledôneas herbáceas, de pequeno porte)**, **parênquimas** sofrem **desdiferenciação** e dão origem a **meristemas secundários**, denominados **felogênio e câmbio interfascicular**. O **câmbio (intra) fascicular** volta a ter atividade meristemática como meristema secundário.

Os **meristemas secundários** são responsáveis pelo **crescimento transversal (em espessura)** de raízes e caules

de plantas adultas em alguns grupos vegetais (eu vou citar de novo porque eu quero é que você decore mesmo: gimnospermas e a maioria das angiospermas dicotiledôneas, com exceção das dicotiledôneas de pequeno porte). O crescimento secundário também pode ocorrer em algumas poucas monocotiledôneas (gêneros *Dracaena*, *Yucca* e *Alloes*).

São meristemas secundários:

- **Felogênio ou câmbio suberógeno**: derivado do **parênquima cortical** (do córtex, região mais externa) de caule e raiz, origina **súber** para fora e **feloderma** para dentro. Juntos, súber, felogênio e **feloderma** constituem a **periderme**, que substitui a epiderme como tecido mais externo da planta, constituindo o **sistema de revestimento secundário**.

- **Câmbio interfascicular**: derivado do **parênquima medular** (da medula, região mais interna) de caule e raiz, origina **mais xilema e mais floema**, denominados agora xilema e floema secundários. O câmbio interfascicular tem esse nome porque se forma entre grupos de tecidos condutores, formados por xilema, floema e câmbio (intra) fascicular (dentro do espaço entre xilema e floema). O **câmbio interfascicular** acaba se **unindo** ao **câmbio fascicular**, que retoma a atividade meristemática para produzir mais xilema e floema secundários, organizando juntos um **anel contínuo de câmbio na raiz e no caule** da planta adulta.

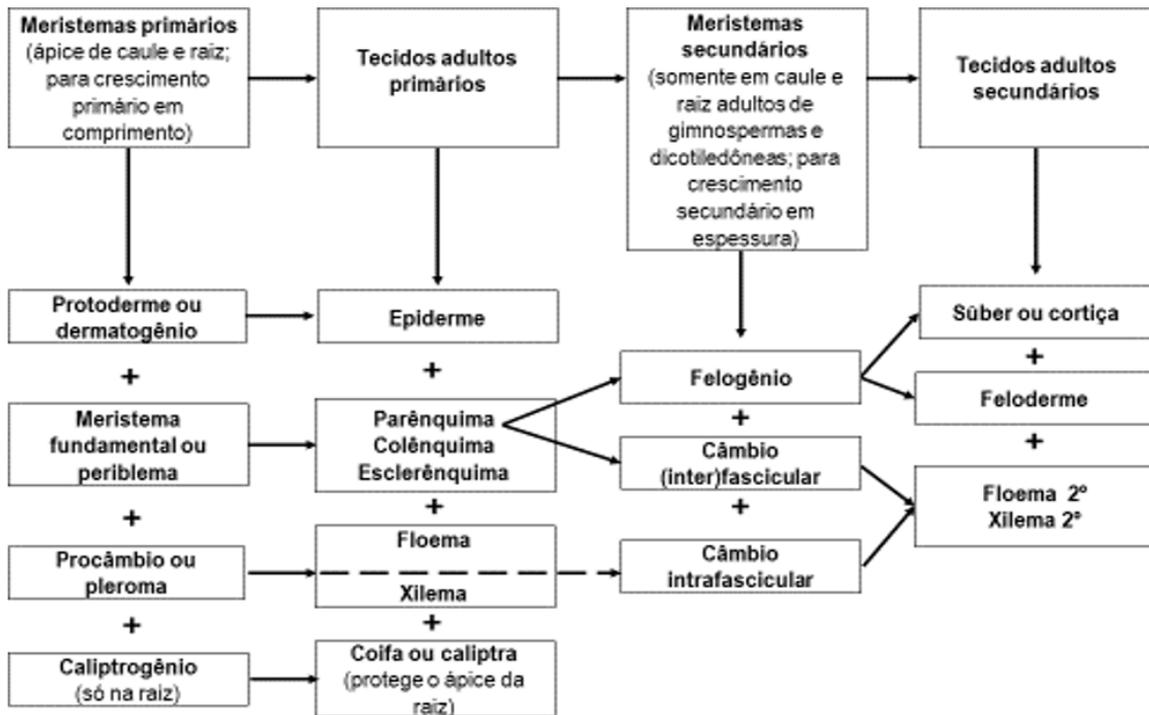
Ao se diferenciarem, os meristemas primários dão origem aos **tecidos adultos** ou **tecidos permanentes secundários**: **súber**, **feloderme** e **xilema e floema secundários**.

Folhas, flores, frutos e sementes nunca dispõem de meristemas secundários, sempre possuindo estrutura primária.

Se as células meristemáticas mostram uma permanente capacidade de efetuar as mitoses, promovendo um contínuo crescimento, o tecido é chamado **meristema primário**.

Se ao contrário eles passam por um período sem mitoses, retomando essa capacidade de crescimento em certos períodos, falamos em **meristemas secundários**.

QUADRO RESUMO



TECIDOS ADULTOS OU PERMANENTES

A partir dos meristemas, diferenciam-se os muitos tecidos vegetais, os chamados **tecidos adultos ou permanentes**, alguns bastante especializados para uma única função, podendo até se constituir em tecidos mortos.

Os tecidos permanentes podem ser agrupados em 3 sistemas, de acordo com a função desempenhada:

- **Sistema de revestimento, tegumentar ou de proteção:** compreende os tecidos mais externos da planta; na **estrutura primária**, corresponde à **epiderme**, na **estrutura secundária**, corresponde à **periderme** (conjunto de súber, felogênio e feloderme).
- **Sistema fundamental:** compreende os **parênquimas** (tecidos de preenchimento, assimilação e reserva) e o **colênquima** e o **esclerênquima** (tecidos de sustentação).
- **Sistema vascular (ou cambial):** compreende os tecidos de condução, **xilema** e **floema**, bem como os **câmbios** que dão origem a eles.

1. SISTEMA DE REVESTIMENTO

Os **tecidos de revestimento ou tegumentares** abrangem a epiderme e todas as suas estruturas anexas, responsáveis pela proteção dos vários órgãos da planta. Suas células têm **paredes celulósicas resistentes e impermeáveis** pela impregnação de várias substâncias ou camadas depositadas nas suas superfícies externas. Assim, há **cutícula de cutina** nas folhas, um lipídio que reduz a transpiração; **suberina**, um outro lipídio nas camadas externas dos caules de plantas de climas áridos.

Folhas da carnaúba, frutos (ameixa, maçã, uva) e caule da cana-de-açúcar acumulam ceras, também impermeabilizantes, que reduzem a transpiração e a estagnação de água. Há ainda impregnação de cálcio e silício, que torna as folhas duras, de bordas cortantes, caso da cana, capim-navalha e outras.

Formam o sistema de revestimento a **epiderme** e a **periderme**.

1.1. EPIDERME

A **epiderme** é o tecido superficial da planta em sua **estrutura primária**. Assim, recobre **raiz e caule de plantas jovens e de plantas adultas sem crescimento secundário, e folhas, flores, frutos e sementes de todas as plantas de todas as idades**.

É um **tecido uniestratificado**, permeável à água e constituído de **células fortemente justapostas e desprovidas de cloroplastos e clorofila**, exercendo importantes funções tais como: proteção mecânica, absorção, trocas gasosas, proteção contra transpiração etc. Essas funções podem estar relacionadas a diferenciações da epiderme conhecidas como anexos epidérmicos.

Os principais anexos da epiderme são:

- Cutícula

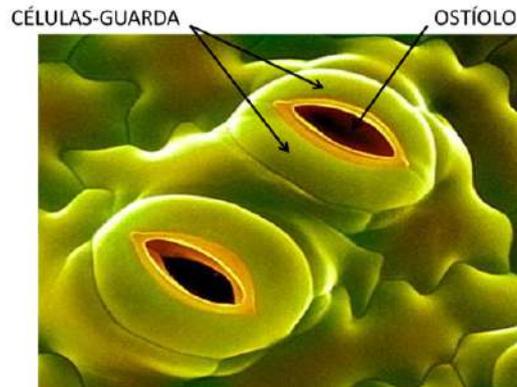
A **cutícula** é uma película formada de **cutina** (substância lipídica) em folhas, promovendo impermeabilização e impedindo a perda excessiva de água por evaporação. Podemos encontrar associada à cutina, algumas vezes, a cera. Normalmente, a cutícula está na face superior da folha, que está mais exposta ao sol, com maiores temperaturas e maior tendência a perder água por evaporação. A presença da cutícula da face superior da folha reduz essa perda de água por evaporação e dá sua característica aparência brilhosa.

- Estômatos

Os **estômatos** são estruturas epidérmicas responsáveis por **trocas gasosas (entrada e saída de gases como CO₂ e O₂ em fotossíntese e respiração**, principalmente a **captação de CO₂ para a fotossíntese) e transpiração (perda de água pela planta na forma de vapor**, o que ajuda na **eliminação de calor** e conseqüente **regulação térmica**).

Estão normalmente localizados na inferior da folha, que está menos exposta ao sol, com menores temperaturas e menor tendência a perder água por transpiração quando os estômatos abrem para captar CO₂ para a fotossíntese.

Cada estômato é formado por **duas células estomáticas ou células-guarda**, normalmente **reniformes** e as **únicas células clorofiladas da epiderme**, que determinam a formação de uma fenda, o ostíolo. As células ao redor do estômato são células **anexas ou subsidiárias**, sendo células convencionais da epiderme e, como tal, aclorofiladas.



Estômatos em vista frontal.

- Hidatódios ou Estômatos Aquíferos

Os **hidatódios ou estômatos aquíferos** são semelhantes aos estômatos, mas agem na **gutação ou sudação (perda de água pela planta na forma líquida** para **eliminar excessos de água do solo e evitar a asfixia das raízes**).



Hidatódios na borda das folhas.

- Tricomas ou Pelos

Os tricomas ou pelos são projeções alongadas de epiderme, podendo ser formados por uma única célula (= **pelo unicelular**) ou por várias células (= **pelo pluricelular**). Dentre as várias funções dos tricomas, estão a **absorção de água e sais minerais em raízes** (= **pelos absorventes**, que aumentam a superfície de absorção na região), a **proteção térmica** (pelo acúmulo de **ar como isolante térmico**, o que **evita temperaturas extremas** e, conseqüentemente, **reduz as perdas de água por evaporação**, como ocorre em caules e folhas de plantas xerófitas, adaptadas a ambientes secos), e a **secreção**, por exemplo, de substâncias tóxicas, como na urtiga.



Pelos secretores em urtiga.

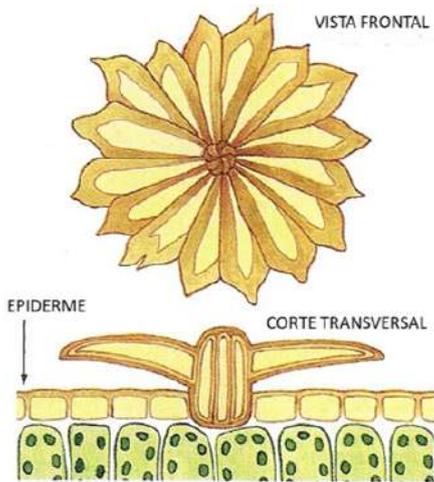
- Escamas ou Pelos em Escudo

As **escamas ou pelos em escudo** são pelos de grande superfície, também com função de **absorção** (particularmente em **folhas de plantas epífitas**, que vivem sobre outras plantas sem parasitá-las, dependendo da captação de água da chuva) e **proteção térmica**.

1.2. PERIDERME

A **periderme** é o conjunto formado por **súber (mais externo)**, **felogênio (médio)** e **feloderme (mais interno)**. É o tecido superficial da planta em sua **estrutura secundária**. Assim, recobre **raiz e caule de plantas adultas com crescimento secundário**, ou seja, **gimnospermas e a maioria das angiospermas dicotiledôneas**.

Com a **desdiferenciação do parênquima cortical**, surge o **felogênio**, cuja atividade de **crescimento em espessura (crescimento secundário)** produz **feloderme**, voltado para dentro, e **súber** voltado para fora. O crescimento em espessura é de tal modo intenso que **destrói a epiderme** localizada externamente, e **o tecido mais externo da planta passa a ser a periderme** (súber, felogênio e feloderme).



Escamas.

O **súber**, também chamado de **felema ou cortiça**, é um tecido cujas células acumulam em suas paredes celulares um lipídio denominado **suberina**. Essa suberina é impermeabilizante, o que leva à morte da célula, cujo citoplasma é substituído por ar. O súber é então um tecido **suberinizado morto**, impermeabilizante e isolante térmico, devido ao ar acumulado em sua estrutura. Em árvores típicas da região mediterrânea denominadas sobreiros (*Quercus sober*), o súber é bastante espesso, e dele se extrai a cortiça de uso comercial, por exemplo, para a produção de rolhas.

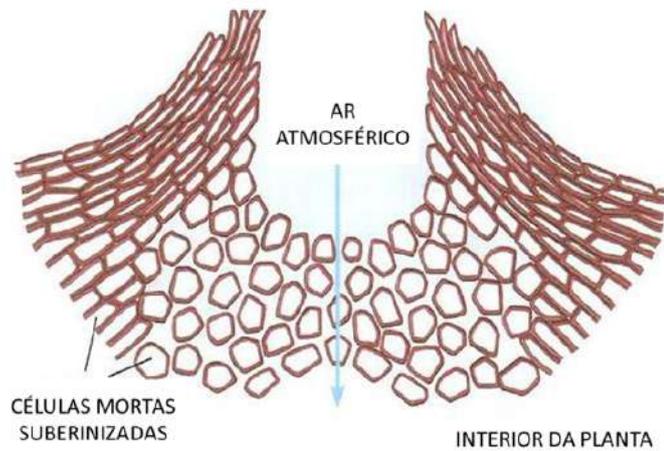
No súber, abrem-se fendas denominadas **lenticelas**, próprias para a realização de trocas gasosas com o meio. Essas trocas gasosas não podem ocorrer diretamente pelo súber pela sua propriedade impermeabilizante que também bloqueia a passagem de ar.



Acúleos.



Lenticelas.



Lenticelas em corte histológico.

O **felogênio** é um **tecido não suberizado vivo**, com características semelhantes às do parênquima.

À medida que a planta envelhece, novas camadas de felogênio se formam no parênquima cortical por dediferenciação, resultando na formação de uma nova periderme, localizada internamente à periderme mais antiga. Como o súber é impermeabilizante, impede o fluxo de água para a periderme mais antiga e externa, que acaba por descamar. Dá-se o nome de **ritidoma** à periderme que descama devido à atividade de um novo felogênio no córtex, com formação de um novo súber mais interno. Em árvores como carvalho e goiabeira, o ritidoma é bastante perceptível, descamando à medida que o caule cresce em espessura.



À esquerda, ritidoma em carvalho; à direita, ritidoma em goiabeira.

2. SISTEMA FUNDAMENTAL

Os **tecidos fundamentais** são produzidos pelo **meristema fundamental** e se situam abaixo dos tecidos de revestimento, tanto no córtex (região mais externa) como na medula (região mais interna) da planta. Preenchem espaços, realizam fotossíntese, armazenam nutrientes e sustentam a planta.

São do sistema fundamental **parênquimas, colênquima e esclerênquima**.

2.1. PARÊNQUIMA

Os **parênquimas** são tecidos de **células poliédricas e isodiamétricas**, isto é, com diâmetros iguais nas várias direções; são **vivos** e suas paredes celulares não têm reforços. Essas paredes são formadas por uma fina lamela média de **amilopectina**, situada entre duas camadas mais espessas de **celulose**. Aí existem muitos pequenos poros, através dos quais finíssimas pontes de citoplasma denominadas **plasmodesmos** estabelecem ligação entre as células vizinhas, facilitando as trocas metabólicas no tecido. O conjunto de células que se interligam mutuamente por **plasmodesmos** se chama **simplasto**. As células dos parênqui-

mas possuem vacúolos grandes, bem desenvolvidos.

Segundo as funções que realizam, os parênquimas são denominados de **preenchimento, assimilador, de reserva, secretor e excretor**.

Parênquimas de Preenchimento

Os **parênquimas de preenchimento** ocupam espaços entre outros tecidos e formam boa parte da medula (= **parênquima medular, mais interno**) e do córtex (= **parênquima cortical, mais externo**) dos caules e das raízes. São bastante importantes na **regeneração de lesões**, graças à grande capacidade de multiplicação de suas células.

Parênquimas de Assimilação ou Clorofilianos ou Clorênquimas

Os **parênquimas de assimilação ou clorofilianos ou clorênquimas** são os responsáveis pela fotossíntese nas folhas e outros órgãos verdes das plantas, sendo, por isso, ricos em cloroplastos.

Parênquimas de Reserva

Os **parênquimas de reserva** são responsáveis pelo armazenamento de substâncias diversas, particularmente amido (**parênquima amilífero**), água (**parênquima aquífero**), ou ainda ar (**parênquima aerífero**).

- O **parênquima amilífero** é encontrado em frutos, caules (principalmente tubérculos, como em batata-inglesa) e raízes (principalmente tuberosas, como em batata-doce, mandioca e cenoura). Este parênquima permite a sobrevivência do vegetal em condições desfavoráveis, armazenando nutrientes em seus vacúolos e leucoplastos. Além de amido, em especial em sementes, o parênquima de reserva armazena também proteínas, óleos, sacarose e outras substâncias orgânicas.

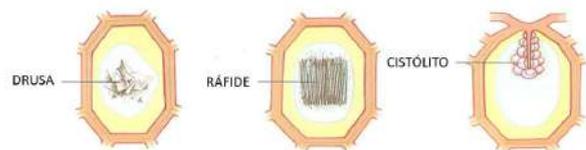
- O **parênquima aquífero** tem seus espaços entre células preenchidos por mucilagem que tem grande capacidade de armazenar água. Este tecido é muito encontrado em plantas epífitas e plantas xerófitas (adaptadas a ambientes secos), como as cactáceas, cujo caule é chamado **suculento** por reter grande quantidade de água.

- O **parênquima aerífero ou aerênquima** apresenta grandes espaços intercelulares, chamados **lacunas ou câmaras**, por onde circula ar, o que facilita as **trocas gasosas**, como em **plantas de mangue (que possui um solo rico em água e pobre em O₂)**, e a flutuação das plantas aquáti-

cas, como o **aguapé**. Geralmente os espaços intercelulares comunicam-se com o ar atmosférico através dos estômatos situados nas partes emersas.

Parênquimas de Secreção

Os **parênquimas de secreção** produzem e acumulam diferentes substâncias, como por exemplo néctar, resinas, tanino (amargo e adstringente), alcaloides, cristais (de carbonato de cálcio, conhecidos como **cistólitos**, e de oxalato de cálcio, conhecidos como **drusas e ráfides**), látex, essências, gomas e muitas outras.



Inclusões citoplasmáticas.

Essas substâncias são para a atração de animais que fazem polinização e disseminação de sementes, bem como protetoras. Muitas dessas secreções produzidas pelos vegetais são de grande interesse medicinal e econômico. Essas substâncias são extraídas, em larga escala, das flores, sementes, caules, folhas e raízes de várias plantas nativas ou cultivadas pelo homem.

Alguns importantes exemplos de parênquimas de secreção são os **tubos resiníferos** e os **tubos laticíferos**:

- Os **tubos resiníferos** produzem **resina**, material viscoso que, em contato com o ar, solidifica e fecha ferimentos, impedindo a entrada de microorganismos e insetos como cupins. A resina endurecida pode originar âmbar, importante no estudo de pequenos seres pré-históricos que morrem aprisionados em âmbar e constituem fósseis altamente preservados.

Tome nota:



Resina cicatrizando ferimento.



Inseto aprisionado em âmbar.

Algumas resinas têm ação antisséptica e algumas são até comestíveis, como as que são usadas na produção de xarope de bordo (*maple syrup*), extraído de uma árvore chamada de bordo, típica da América do Norte, e comumente chamado de “melaço” (mas diferente do “melaço” do Brasil, à base de mel ou de cana-de-açúcar).



Folha de bordo e extração de xarope de bordo (“melaço”).

- Os **tubos laticíferos** produzem **látex**, material leitoso que, em contato com o ar, solidifica e fecha ferimentos, impedindo a entrada de microorganismos e insetos como cupins. Existem plantas que produzem látex tóxico como proteção contra agressores. No caso da **seringueira**, típica da região amazônica, o látex é utilizado na produção de **borracha**.

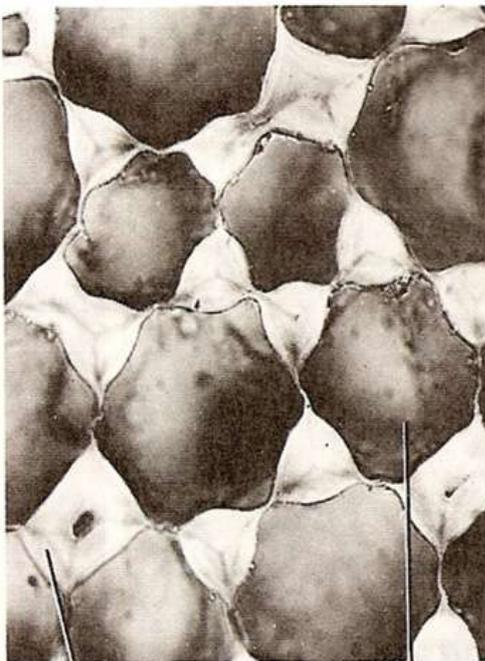


Extração de látex de seringueira.

2.2. TECIDOS DE SUSTENTAÇÃO: COLÊNQUIMA E ESCLERÊNQUIMA

São representados pelo **colênquima** e pelo **esclerênquima**. Esses tecidos têm paredes celulares espessas, reforçadas por **celulose** e, às vezes, **lignina** (tipo de resina). A camada reforçada é uma **parede celular secundária**, que se justapõe à parede celular primária, de celulose. O lúmen ou espaço central das células fica então reduzido. Se o reforço ocorre em toda a extensão da parede celular, esta torna-se impermeável e impede a troca de materiais, causando a morte da célula.

O **colênquima** é representado por **células vivas, nucleadas, alongadas e com reforços de celulose nos ângulos ou apenas em algumas paredes**. Quando cortadas transversalmente têm **aspecto hexagonal**. As células do colênquima encontram-se dispostas formando **feixes**. Elas podem crescer por distensão das paredes nos pontos não reforçados, o que justifica a presença desses tecidos em órgãos em crescimento. O colênquima é um tecido bastante flexível, sendo encontrado em estruturas jovens como pecíolo de folhas, extremidade de caules, raízes, frutos e flores. Pode ser comparado à cartilagem dos vertebrados.



ESPESSAMENTO DA
PAREDE CELULAR

CITOPLASMA

Fotomicrografia eletrônica de colênquima.

O **esclerênquima** consiste em um tecido que, quando completamente desenvolvido, é formado por **células mortas**, com **paredes celulares bastante espessas**, reforçadas por deposição de **lignina**. É a lignina que, por ser impermeabilizante, leva à morte das células, mas as deixam duras e

bastante adequadas à função de sustentação. É um tecido rígido e inflexível, sendo encontrado em partes velhas da planta, nos tecidos de condução e revestindo frutos secos e sementes. Pode ser comparado ao osso dos vertebrados.

As células do esclerênquima podem ser grandes e alongadas, chamadas **fibras de esclerênquima**, ou pequenas, de várias formas, chamadas **escleritos** ou **esclereídeos**.

As **fibras de esclerênquima** são células bem alongadas (medem de 0,5 a 55 cm), de modo geral associadas aos vasos condutores, mas também possam estar misturadas a outras células, principalmente nas folhas de certas plantas. Com frequência, as fibras de esclerênquima, que se apresentam agrupadas em feixes nas folhas acabaram sendo de interesse econômico, fornecendo as fibras de linho, sisal, juta etc.

Os **escleritos** ou **esclereídeos** são células ramificadas, com muitos prolongamentos e encontrados em folhas, nas polpas de frutos e nas cascas de muitas sementes. As "pedrinhas" que mastigamos em peras são esclereídeos.

De modo geral, o colênquima é de localização periférica e muitas vezes misturado às células do parênquima de preenchimento. O esclerênquima pode localizar-se tanto na periferia como em regiões internas do órgão e, nesse caso, encontra-se associado aos feixes formados pelos vasos condutores.

3. SISTEMA VASCULAR OU CAMBIAL

Os **tecidos condutores** transportam as substâncias que devem ser trocadas entre os vários órgãos das plantas. Suas células estão organizadas em feixes vasculares, os feixes líbero-lenhosos, nos quais predominam os **vasos lenhosos ou xilema** (condutores da seiva bruta) e os **vasos liberianos ou floema** (condutores da seiva elaborada). Sabemos que a **seiva bruta** é a **solução de água e sais** absorvida pelas raízes, e a **seiva elaborada** é uma **solução orgânica com produtos da fotossíntese**, particularmente sacarose, e outras substâncias que é distribuídas para nutrir os outros órgãos da planta.

Num feixe vascular há, então, além dos vasos lenhosos e liberianos, as fibras de sustentação, as células parenquimáticas e um meristema chamado câmbio fascicular, que produz novas células condutores. Nos feixes das monocotiledôneas, não há esse câmbio.

As células do tecido condutor são de vários tipos, mas apresentam-se reunidas em dois grupos, que recebem o nome genérico de lenho ou xilema e líber ou floema. As células efetivamente condutoras da seiva superpõem-se, formando longos tubos contínuos ou interrompidos por septos trans-

versais perfurados. Daí serem chamados vasos condutores.

3.1. XILEMA OU LENHO

No **xilema**, condutor de **seiva bruta**, os únicos **elementos condutores são os elementos de vasos ou traqueias e os traqueídes**. Nesses elementos condutores, os reforços de lignina em anéis ou espirais fazem lembrar a traqueia dos vertebrados. Tais reforços podem dar diferentes aspectos aos vasos condutores, que são então definidos como anelados, espiralados, escalariformes, reticulados e pontuados. Existe um amplo espaço interno, o lúmen, que permite o deslocamento de um grande volume de seiva bruta.

Durante sua formação a partir do procâmbio, as células formadoras do xilema inicial secretam lignina, que se deposita internamente à parede celular. A secreção de lignina ocorre em regiões específicas da membrana, formando anéis ou hélices rígidas, que evitam o colapso da parede da célula e permitem que os vasos se alonguem durante o crescimento em extensão da planta. A diferenciação da célula se completa com a morte e o desaparecimento do conteúdo celular, restando apenas a parede; a célula vazia é então chamada de **elemento traqueal**. O conjunto desses primeiros elementos condutores de seiva bruta recebe a denominação de protoxilema. Mais tarde, células do procâmbio localizadas internamente ao **protoxilema** dão origem ao **metaxilema**. O protoxilema e o metaxilema, por se diferenciarem diretamente do **procâmbio**, constituem o **xilema primário**. Mais tarde, nas plantas com crescimento secundário, novo xilema é produzido pela atividade de meristemas secundários, **câmbio fascicular** e **câmbio interfascicular**, apresentando grande crescimento em espessura e caracterizando o **xilema secundário**.

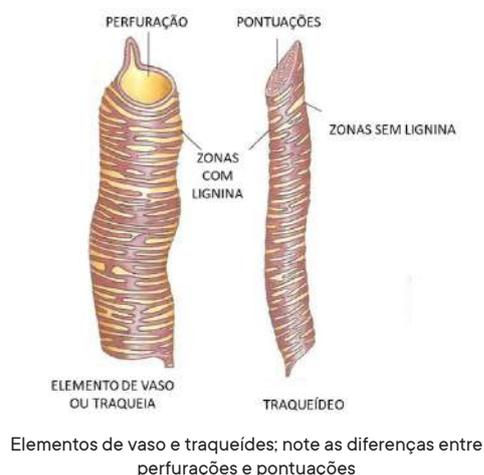
Os elementos traqueais em **gimnospermas** em geral são os **traqueídes**, mas em gimnospermas gnetófitas, ocorrem também os elementos de vaso. Em **angiospermas**, ocorrem **traqueídes e elementos de vasos (ou traqueias)**. Tanto traqueídes como elementos de vaso dispõem-se em fileiras ao longo do eixo longitudinal da planta, comunicando-se através de suas extremidades, onde há espaços para a passagem de seiva, e constituindo-se então em tubos.

Os **traqueídes** conservam as paredes transversais das células que os originaram. Nas paredes celulares transversais que separam traqueídes consecutivos, ocorrem estruturas bem características, chamadas **pontuações**, onde não houve deposição de lignina. Assim a seiva atravessa as paredes celulares transversais nos traqueídes por essas pontuações. Cada pontuação tem um **poro** no centro de uma saliência circular da parede da célula. Ao redor desse poro, observa-se na lamela média um pequeno espessamento, o **toro**, que mantém a área da pontuação sempre aberta para permitir a passagem da seiva bruta.

Os **elementos de vasos (ou traqueias)** apresentam grandes **perfurações** nas extremidades das células, resultantes da total desintegração das paredes transversais que separam células consecutivas, não havendo lignina, parede celular ou sequer membrana plasmática.

Devido às pontuações encontradas nos traqueídes serem muito estreitas, bolhas de ar eventualmente encontradas na seiva podem promover obstrução dos vasos. Nos elementos de vaso esse risco é bastante diminuído porque as perfurações são bem mais amplas, uma vez que simplesmente não há parede celular entre as células, dificultando a obstrução dos vasos por bolhas de ar.

Os vasos lenhosos no xilema são compostos por três conjuntos de estruturas:



- **Traqueídeos / elementos de vaso (ou traqueias): células mortas**, diretamente ligadas à condução da seiva bruta; caracterizam-se por apresentar **reforços de lignina**.

- **Parênquima lenhoso**: localiza-se junto aos vasos lenhosos formando os raios medulares. É constituído por células vivas pouco diferenciadas, cuja função é **armazenar substâncias e preencher espaços**.

- **Fibras esclerenquimáticas: células mortas, lignificadas**, que se situam junto com os vasos, com a finalidade de sustentação.

As células do **parênquima lenhoso** que circundam os vasos podem mostrar uma atividade especial quando os vasos são velhos ou sofrem ferimentos. O protoplasma delas forma saliências que penetram pela parede dos vasos e crescem até provocar uma total obstrução do lúmen. Tais expansões, as **tilas**, põem fora de função os vasos. Assim, esses vasos lenhosos mais velhos passam a desempenhar apenas um papel de **sustentação mecânica**. Nas plantas com crescimento secundário, quando adultas, o esclerênquima deixa de ser o principal tecido de sustentação, cedendo seu papel a esse xilema envelhecido. Num caule, isto ocorre na região mais central, que se torna muito rígida e compacta, constituindo o chamado cerne, que corresponde à **madeira**. Apenas o lenho mais periférico, que é mais novo e produzido pelos meristemas secundários, permanece funcional, constituindo o chamado **alburno**. **Tilas** podem se formar também para **isolar microorganismos** que estão no xilema, evitando sua disseminação pela planta.

- **Cerne:** xilema central envelhecido em plantas com crescimento secundário, tendo sua luz obstruída por tilas; forma a **madeira** e se constitui como o principal elemento de sustentação na planta adulta;
- **Alburno:** xilema periférico mais novo e funcional em plantas com crescimento secundário; constitui-se no elemento de condução de seiva bruta.

3.2. FLOEMA OU LÍBER

No **floema**, condutor de seiva elaborada, os únicos elementos condutores são as **células crivadas** e os **tubos crivados**. Eles se formam pela superposição de **células vivas, alongadas, de paredes finas e sem lignificação**. As paredes transversais entre células consecutivas do floema não são completamente dissolvidas, ficando com um aspecto característico de crivos, como um chuveiro. Uma placa crivada permite a total continuidade de matéria viva entre duas células superpostas, uma vez que, pelos seus poros, o protoplasma emite filamentos de ligação entre elas.

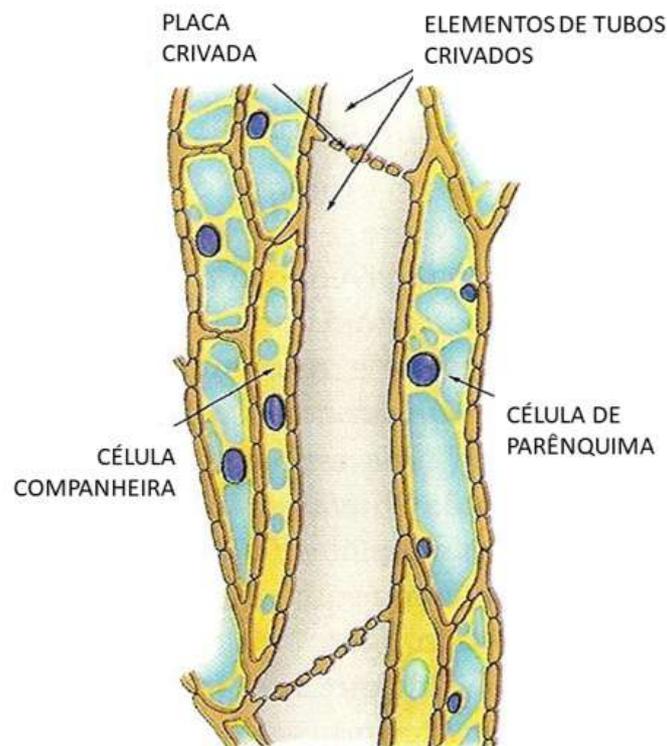
Durante a diferenciação das células crivadas e dos tubos crivados, a partir do procâmbio e próximo ao protoxilema, ocorre desintegração e desaparecimento do núcleo, da membrana vacuolar (tonoplasto), dos ribossomos do complexo de Golgi e do citoesqueleto. No citoplasma, restam apenas retículo endoplasmático liso, mitocôndrias e alguns plastos. A seiva elaborada é então o próprio conteúdo dos vacúolos dos tubos crivados, que passa a ser conduzido de uma célula a

Tome nota:

outra. Trata-se basicamente de uma solução orgânica, onde predominam açúcares solúveis, particularmente sacarose.

Apesar da perda do núcleo e dos ribossomos, as células crivadas e os tubos crivados conseguem manter-se vivos porque estão intimamente associados a um tipo especial de célula parenquimática que lhes fornece proteínas e outras substâncias necessárias ao metabolismo. Essas células, bem apropriadamente chamadas de **células companheiras**, mantêm vivos os elementos condutores do floema, o que é essencial para a condução da seiva elaborada, que, como dito, é o próprio protoplasma dos elementos condutores.

Em **gimnospermas**, ocorrem **células crivadas**, enquanto que em **angiospermas** ocorrem tubos crivados. A diferença entre células crivadas e **tubos crivados** está no diâmetro dos crivos. Em células crivadas há poucos crivos e de diâmetro menor, enquanto que em tubos crivados existem áreas com grande concentração de poros, sendo estes de diâmetro maior e constituindo-se em placas crivadas. Essas **placas crivadas**, exclusivas de tubos crivados, são interpretadas como uma maior especialização para a condução de seiva em relação às células crivadas.



Tubos crivados e células companheiras.

Os vasos liberianos do floema são compostos por quatro estruturas:

- **Células crivadas / tubos crivados:** células vivas, **anucleadas**, cujas membranas de separação, entre um vaso e outro, são perfuradas por poros, formando a placa crivada.
- **Células companheiras:** células vivas, com **núcleo volumoso**, sem placas crivadas, ligadas diretamente aos tubos crivados através de **plasmodesmos**. Servem para manter os tubos crivados, uma vez que estes são anucleados.
- **Parênquima liberiano:** formado por células vivas, junto aos vasos liberianos com função de **reserva**.
- **Fibras esclerenquimáticas:** células mortas, **lignificadas**, com função de sustentação.

Nos vasos já velhos ou temporariamente não funcionais, como durante um inverno rigoroso, a seiva elaborada não pode circular, uma vez que os poros das placas crivadas são obstruídos pelo acúmulo de um carboidrato especial, a **calose**.