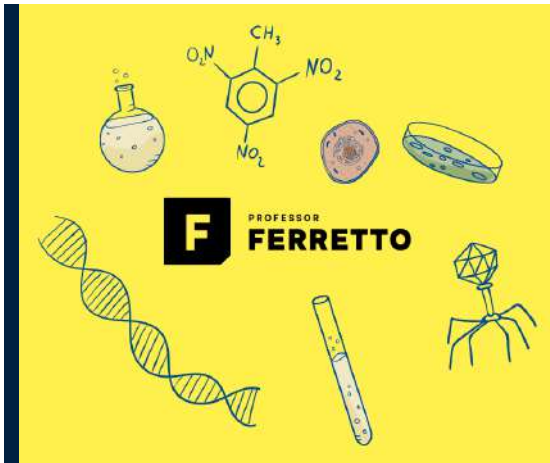


Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM



ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Disposição dos tecidos nas raízes](#)
- [Estrutura primária da raiz](#)
- [Estrutura secundária da raiz](#)
- [Tipos de raízes](#)

RAIZ

A **raiz** é um **órgão vegetativo (não reprodutivo)**, normalmente **subterrâneo**, e com funções como **absorção de água e sais minerais** e **fixação** da planta no substrato.

DISPOSIÇÃO DOS TECIDOS NAS RAIZES

Na estrutura típica de uma raiz são reconhecidas, da ponta para a base, as seguintes regiões:

1. Coifa ou Caliptra

A **coifa** é uma estrutura localizada no ápice da raiz e formada por células parenquimáticas, semelhante a um capuz, que cobre e protege a zona meristemática da raiz e tem sua origem a partir do caliptrogênio. Nas raízes terrestres a coifa protege o meristema contra as asperezas do solo, o que é importante uma vez que células meristemáticas têm paredes celulares primárias, bastante delgadas; nas raízes aéreas atua contra a falta de umidade no ar, o que poderia levar à desidratação, e nas raízes aquáticas protege contra microorganismos. A coifa possui abundância de substâncias mucilaginosas que lubrificam a raiz durante sua penetração no solo, reduzindo o atrito.

2. Zona Meristemática ou de Divisão ou de Proliferação

A zona meristemática se localiza na região subapical da raiz, sendo protegida pela coifa, e apresenta **meristemas primários (protoderme, meristema fundamental, procâmbio e caliptrogênio)** com células em **intensa atividade mitótica**.

3. Zona Lisa ou de Elongação ou de Alongamento

A **zona lisa** se localiza acima da zona **meristemática** e **apresenta meristemas primários (protoderme, meristema fundamental e procâmbio)** com células em **elongação**, proporcionando um crescimento longitudinal, em comprimento.

4. Zona de Diferenciação ou de Absorção ou Pilífera

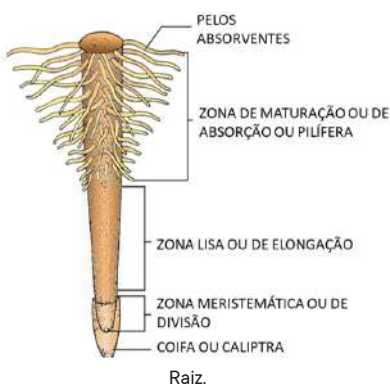
A **zona pilífera** é a região onde se começa a encontrar **tecidos adultos primários**: ao invés de protoderme tem-se agora **epiderme**; ao invés de meristema fundamental tem-se agora **parênquimas, colênquima e esderênquima**; ao invés de procâmbio tem-se agora **xilema e floema**. Na epiderme, ocorrem pelos ab-

sorventes, unicelulares, que proporcionam uma grande superfície para a absorção de água e sais minerais do solo.

5. Zona Suberosa ou de Ramificação:

A zona suberosa é a região mais antiga da raiz e, também, a mais extensa. Nela, ocorre desdiferenciação de parênquima dando origem a **meristemas secundários**, ou seja, **felogênio** e **câmbios**, que por sua vez se diferenciam novamente em **tecidos adultos secundários**, como **súber**, **feloderme** e **xilema e floema secundários**. Uma vez que seu revestimento não mais é de epiderme, e sim de súber, que é impermeável, essa região não mais pode absorver água e sais do solo. Entretanto, é dela que partem as **raízes secundárias ou radicelas**. Cada raiz secundária repete a estrutura da raiz principal, contendo então coifa, zona meristemática, zona lisa e zona pilífera. Essa zona **somente ocorre em plantas de estrutura secundária**, ou seja, **gimnospermas** e **angiospermas dicotiledôneas**, estando ausente em pteridófitas e angiospermas monocotiledôneas.

As regiões exclusivas da raiz são a coifa e a zona pilífera. Após a raiz, tem-se o caule. Dá-se o nome de **colo** à zona de transição entre a raiz e o caule.



ESTRUTURA PRIMÁRIA DA RAIZ

Podemos estudar a **estrutura primária** de uma raiz observando cortes histológicos transversais na **região pilífera**, onde já são encontrados tecidos plenamente diferenciados.

Aí são reconhecidas três partes: a **epiderme**, o **córtex** ou **casca** e o **cilindro central ou medula ou esteio**.

A **epiderme** tem origem na protoderme e é uma camada simples, com muitas de suas células dotadas de pelos absorventes.

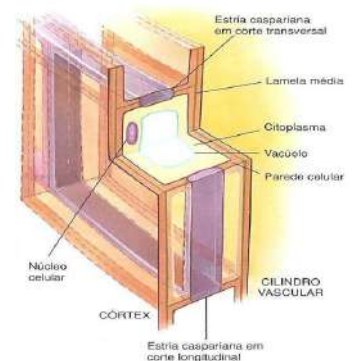
O **córtex** ou **casca** tem origem no **meristema fundamental** e é formado principalmente por um parênquima uniforme (**parênquima cortical**), de células grandes

e com pequenos espaços entre elas, o meato, por onde transita livremente a seiva bruta até atingir os vasos lenhosos. Além disso, encontram-se **colênquima** e, especialmente em áreas mais velhas, **esclerênquima**.

A camada mais interna do córtex da raiz, que delimita o cilindro central, é o **endoderma**, um parênquima especial, formado por células bem encaixadas entre si e com reforços especiais de **suberina** nas paredes. Esses reforços de **suberina**, em forma de cinta, são denominados estrias de Caspary. A **estria de Caspary** dispõe-se como uma faixa contínua ao redor das paredes laterais que conecta cada célula às suas vizinhas endodérmicas. Além de suberina (uma complexa mistura de ácidos graxos insaturados), ela pode conter, em certos casos, lignina. Essas substâncias penetram entre as moléculas de celulose da parede celular e chega até a camada de material intercelular que cimenta as células vizinhas, a lamela média. As estrias de Caspary então promovem o vedamento dos espaços entre as células do endoderma, de modo que qualquer substância que passar do córtex para o cilindro central tem que atravessar o citoplasma das células endodérmicas, pois não espaços permeáveis à água entre elas, como ocorre em outros tecidos. Posteriormente, será analisada a importância de garantir essa passagem pelo citoplasma das células endodérmicas.

O **cilindro central ou medula ou esteio** tem origem no **procâmbio** e está localizado internamente ao córtex, contendo os tecidos vasculares e sendo também ser chamado de **cilindro vascular**. Além de **xilema**, **câmbio** e **floema**, possui ainda **parênquima** (**parênquima medular**, organizado em raios entre os feixes condutores), **esclerênquima** e **periciclo**.

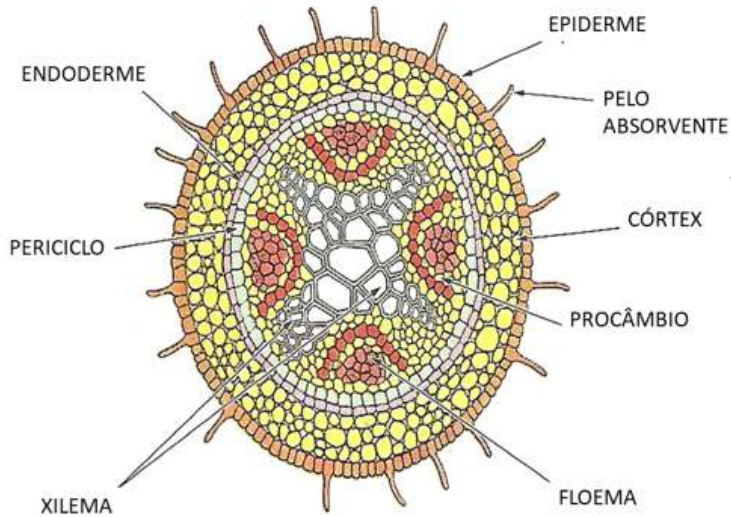
O **periciclo** é constituído por células meristemáticas, dispostas como uma lâmina ao redor do cilindro central, logo abaixo do endoderma, promovendo a separação entre córtex e medula. (O **endoderma** é a **parte mais interna do córtex**, tendo origem no meristema fundamental, enquanto o **periciclo** é a **parte mais externa da medula**, tendo origem no procâmbio.) As células do periciclo



Células da endoderme com estrias de Caspary.

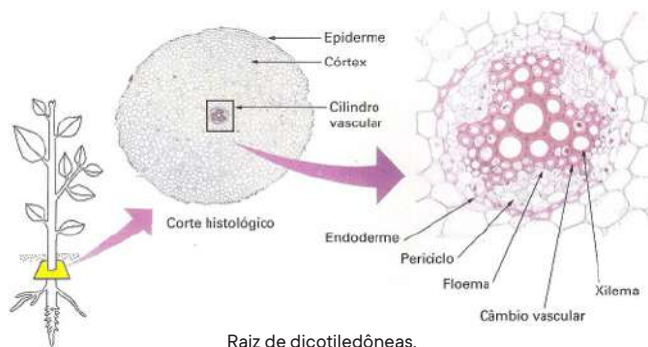
têm paredes finas e podem readquirir a capacidade de divisão, se comportando como meristemas secundários e dando origem às raízes secundárias (ramificações) a partir da zona suberosa. Assim, as raízes secundárias se formam a partir do cilindro central, tendo, pois, origem endógena. Nisso elas se diferenciam de folhas e ramos dos caules, que se formam a partir de células meristemáticas localizados superficialmente no caule, tendo então origem exógena.

A partir do periciclo, pode haver, além da formação de raízes secundárias, formação de esclerênquima nas raízes sem crescimento secundário e formação de felôgeno e câmbio nas raízes com crescimento secundário.

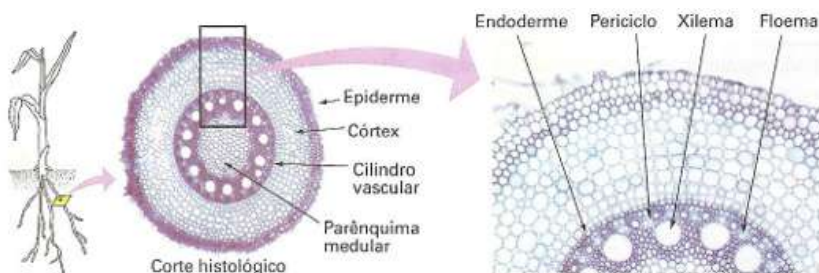


Raiz em corte primário.

Em **plantas dicotiledôneas**, os vasos condutores estão localizados bem no centro da raiz, havendo entre os feixes vasculares grupos de células de parênquima medular, os raios medulares. Em **plantas monocotiledôneas**, ocorre uma medula central com parênquima medular bem desenvolvido, envolvido por um anel de feixes vasculares. Assim, o centro da raiz é ocupado por parênquima, e não por vasos condutores.



Raiz de dicotiledôneas.



Raiz de monocotiledôneas.

Tome nota:

ESTRUTURA SECUNDÁRIA DA RAIZ

Na maioria das **monocotiledôneas** e em algumas dicotiledôneas de pequeno porte (herbáceas), o crescimento da raiz é proporcionado somente por meristemas primários, havendo pouco desenvolvimento em espessura, o que caracteriza um crescimento primário somente. Em **gimnospermas** e na maioria das **dicotiledôneas**, a raiz adulta apresenta um crescimento secundário em espessura proporcionado pelo surgimento de meristemas secundários.

Podemos observar a **estrutura secundária** da raiz a partir da **zona suberosa**, onde o crescimento secundário ocorre.

Nela, **parênquima cortical** (externo) sofre **desdiferenciação** e dá origem a um **meristema secundário**, o **felogênio ou câmbio suberógeno**. Este forma internamente feloderme, vivo, semelhante a parênquima, e externamente súber, morto, suberinizado e impermeável. Com o crescimento em espessura promovido pelo meristema secundário, o **córtex e a epiderme** se rompem e são destruídos, passando a **periderme** (feloderme, felogênio e súber) a funcionar como **tecido mais externo de revestimento**.

Também na zona suberosa, **parênquima medular** (interno) sofre **desdiferenciação** e dá origem a outro **meristema secundário**, o **câmbio interfascicular**. Assim, **câmbio fascicular** (localizado entre xilema e floema nos feixes vasculares) e o recém-formado câmbio interfascicular (localizado no espaço entre feixes vasculares vizinhos, onde antes havia raios medulares) se unem para formar um **anel de câmbio**. Este forma mais xilema (voltado para dentro) e mais floema (voltado para fora), caracterizando **xilema e floema secundários**, que levam ao aumento de espessura verificado na zona suberosa.

TIPOS DE RAIZES

A raiz se desenvolve normalmente a partir da radícula da plântula, que é a primeira estrutura a emergir da semente na germinação. A raiz pode crescer como um eixo, caso da **raiz pivotante ou axial**, do qual partem as ramificações secundárias, típicas das dicotiledôneas, ou como um feixe de raízes finas e longas, partindo todas de um mesmo ponto, caso das **raízes fasciculadas ou em cabeleira**, típicas das monocotiledôneas.

SISTEMA PIVOTANTE E SISTEMA FASCICULADO

No **sistema pivotante ou axial**, há uma **raiz principal**, proveniente da radícula do embrião, de onde **saem raízes secundárias ou radicelas**. É, como já visto, o sistema encontrado tipicamente em gimnospermas e dicotiledôneas. Esse sistema apresenta grande crescimento em profundidade, sendo adequado para plantas de solos profundos.

No **sistema fasciculado ou “em cabeleira”**, não há raiz principal, uma vez que a radícula que emerge da semente degenera, com todas as radicelas sendo **raízes adventícias**, provenientes diretamente do caule. É, como também já visto, o sistema encontrado tipicamente em monocotiledôneas. Esse sistema não apresenta grande crescimento em profundidade, mas sim em superfície, sendo adequado para solos rasos com bom suprimento hídrico. Em plantas como as gramíneas, a raiz fasciculada é de grande ajuda na retenção de água e na estabilização de solos instáveis, podendo essas plantas serem utilizadas para evitar a erosão.



Sistema pivotante e sistema fasciculado, respectivamente; o pivotante penetra mais profundamente, enquanto o fasciculado é mais superficial, mas com grande capacidade de reter água no solo e evitar sua erosão

RAIZES ESPECIAIS SUBTERRÂNEAS

- Raízes tuberosas

As **raízes tuberosas** são modificadas para o armazenamento de substâncias de reserva, principalmente amido, apresentando-se intumescidas por esse acúmulo. Se o intumescimento ocorrer no eixo principal, a raiz é denominada de tuberosa axial; se ocorrer nas radicelas será denominada tuberosa fasciculada. São exemplos cenoura, beterraba, mandioca (ou macaxeira ou aipim) e batata-doce.

RAIZES AÉREAS

- Raízes Tabulares

As **raízes tabulares** são raízes aéreas achatadas com aspecto semelhante a tábuas, com função de sustentação de algumas árvores de grande porte, como carvalhos.



- Raízes Suporte ou Escora

As **raízes suporte** são raízes adventícias (derivadas de caules ou de ramos) com papel de sustentação de plantas em solos instáveis, como ocorre com gramíneas (como o milho), que se desenvolvem em solos rasos, e plantas de mangue, que se desenvolvem em solos lamacentos.



Raízes suportes em milho.



Raízes suportes em mangue (*Rhizophora mangle*).

- Raízes Respiratórias ou Pneumatóforas

As **raízes respiratórias** são raízes que apresentam geotropismo negativo, ou seja, crescem no sentido contrário ao do solo, emitindo ramificações ascendentes denominados **pneumatóforos**, os quais apresentam orifícios denominados **pneumatódios**, através dos quais penetra e ocorre a captação de ar. Ocorrem em plantas de terrenos alagadiços, onde a oxigenação é muito deficiente, como nos mangues, sendo essas raízes são frequentes em plantas dessa vegetação.



Raízes respiratórias em mangue (*Avicennia tomentosa*).

- Raízes Grampiformes

As **raízes grampiformes** são raízes curtas, semelhantes a grampos, que surgem do caule e têm por função fixar certas trepadeiras em superfícies rugosas, como ocorre com hera.



Raízes grampiformes.



Hera em parede.

- Raízes Cinturas

As **raízes cinturas** são raízes que se enrolam num certo suporte, consistindo em adaptações peculiares das plantas

epífitas, que são plantas que vivem sobre outras plantas sem parasitá-las, como ocorre com orquídeas. Como essas raízes não absorvem água do suporte (não são parasitas), dependem de água da chuva e, para isso, possuem uma estrutura denominada **velame**, que consiste numa epiderme multiestratificada de consistência esponjosa e que acumula água das chuvas.



Raízes cinturas em orquídea

- Raízes estranguladoras

As **raízes estranguladoras** são raízes cinturas de grande crescimento em espessura, que acabam por comprimir o tronco da planta suporte, dificultando a circulação de seiva, e, conseqüentemente, levando a planta suporte à morte, como ocorre com o cipó mata-pau.



Cipó mata-pau estrangulando seu suporte.

- Raízes Sugadoras ou Haustórios

As **raízes sugadoras** ocorrem em plantas parasitas com o objetivo de retirar seiva das plantas hospedeiras. Têm estruturas de contato, chamadas **apressórios**, cujos tecidos centrais penetram no caule da planta parasitada, constituindo o haustório.

As plantas parasitas são classificadas em:

(1) **hemiparasitas** (*hemi* = metade), quando seus haustórios penetram no **xilema** do hospedeiro para retirar **seiva bruta**, tendo, então, que ser clorofiladas e fazer fotossíntese para produzir seus nutrientes orgânicos, como ocorre com a **erva-de-passarinho**.



Raiz sugadora em erva-de-passarinho.

(2) **holoparasitas** (*holo* = total), quando seus haustórios penetram no **floema** do hospedeiro para retirar **seiva elaborada**, não tendo, então, que fazer fotossíntese para produzir seus nutrientes orgânicos, sendo, conseqüentemente, aclorofiladas, como ocorre com o **cipó-chumbo**.



Cipó-chumbo.

RAÍZES AQUÁTICAS

As **raízes aquáticas** são raízes de plantas aquáticas, geralmente não apresentando pelos absorventes e sendo dotadas de coifa dupla e muito desenvolvida para proteção contra microorganismos, abundantes no ambiente aquático. Como exemplo pode-se citar o **aguapé**, que foi trazida como planta ornamental da Europa, e é uma planta aquática flutuante com flores roxas e raízes bastante ramificadas, sendo muito comum hoje em todo o Brasil.

O aguapé tem suas raízes associadas a microorganismos depuradores que removem poluentes orgânicos de rios e lagos, liberando sais minerais que são usados como nutrientes pela própria planta. Atualmente, o aguapé é usado em projetos de pré-tratamento de rios e lagos poluídos. No entanto, em águas muito poluídas, o aguapé se prolifera facilmente, tornando-se uma praga em certas regiões, onde cobrem todo o espelho d'água de lagos, impedindo a passagem de luz para o interior da água, com conseqüente morte de algas.



Raiz aquática em aguapé.