

Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM



ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Disposição dos tecidos nos caules](#)
- [Tipos de caules](#)

CAULE

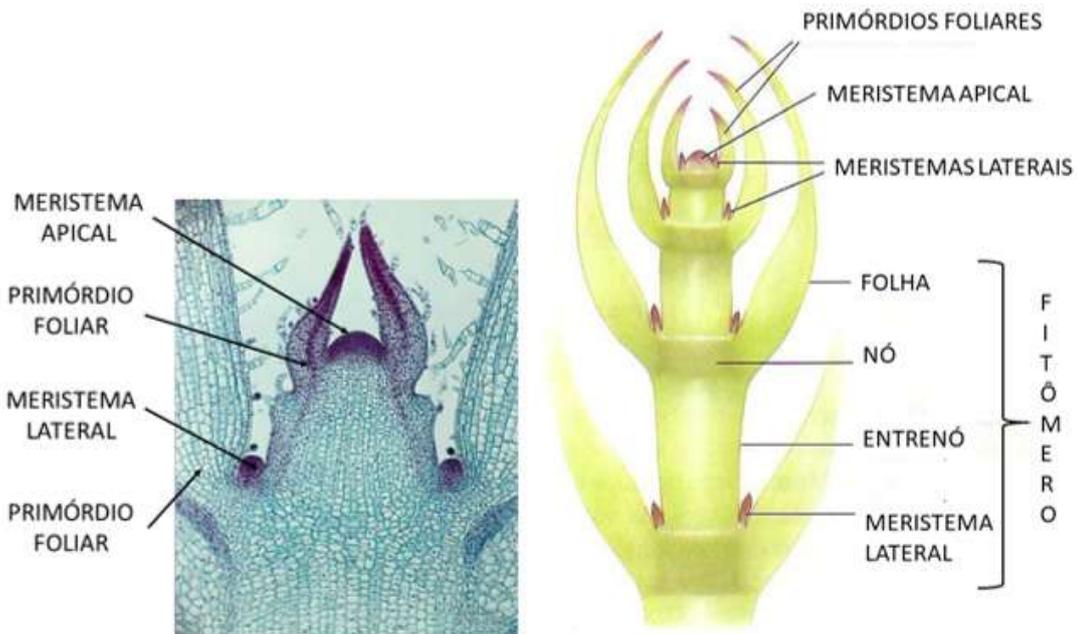
O **caule** é um **órgão vegetativo (não reprodutivo)**, normalmente aéreo, e com funções como **sustentação do corpo da planta** e de **condução das seivas**.

A principal diferença entre caule e raiz é que o caule apresenta estruturas chamadas de gemas ou botões vegetativos, sendo que gema é um meristema protegido por primórdios de folhas em forma de pequenas e delicadas escamas, sendo capaz de produzir ramos como galhos, folhas, flores e raízes adventícias. Raízes, por outro lado, não apresentam gemas.

DISPOSIÇÃO DOS TECIDOS NOS CAULES

A parte mais jovem do caule é a que se localiza junto ao ápice, onde ocorre a multiplicação das células do **meristema apical caulinar**, chamado também **gema apical**, que promove o **crescimento longitudinal**. À medida que o caule vai crescendo, formam-se, de espaço em espaço, **primórdios foliares**, dotados de células meristemáticas que dão origem às folhas.

Na junção de cada primórdio de folha com o eixo caulinar resta um grupo de células meristemáticas que forma a **gema lateral ou gema axilar**. O tecido que foram essas gemas é um meristema primário, diretamente derivado do meristema apical. As gemas laterais permanecem em estado de dormência até serem ativadas, quando originam então ramos laterais. O local de inserção do primórdio foliar ao eixo do caule é denominado nó; o espaço entre dois nós vizinhos é o entrenó. À medida que o caule cresce pela atividade da gema apical, vão sendo produzidas novas unidades na planta, cada qual formada por um nó com seus primórdios foliares e pelo entrenó que se segue, na base do qual ficam as gemas axilares. Essas unidades constituídas de nó, primórdios foliares, entrenó e gema axilar são denominadas **fitômeros**.



Ápice caulinar: à esquerda, fotomicrografia óptica; à direita, esquema.

ESTRUTURA PRIMÁRIA DO CAULE

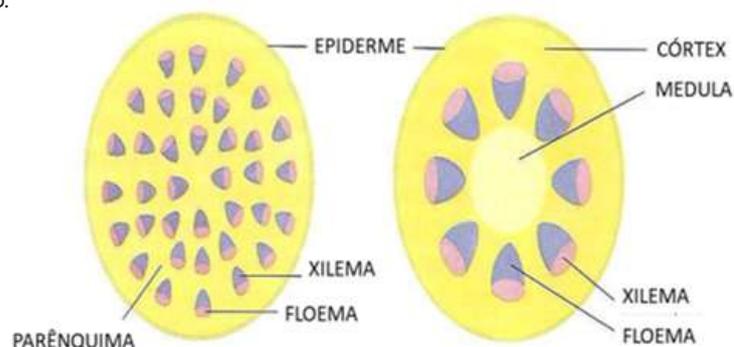
Assim como na raiz, na estrutura primária dos caules existe epiderme e córtex. Ao contrário das raízes, na maioria dos caules não ocorre endoderme e periciclo, além de não se formar cilindro vascular bem caracterizado.

Caules de plantas jovens e de plantas herbáceas, onde ocorre estrutura primária, são revestidos por **epiderme**. Esta epiderme é revestida de cutina, um material impermeabilizante também encontrado nas folhas. Ela contém ainda estômatos para possibilitar a ocorrência de trocas gasosas.

O **córtex** do caule é formado por parênquima e colênquima, basicamente. O parênquima é formado por células clorofiladas, que dão cor verde ao caule na estrutura primária, realizando fotossíntese. O colênquima se dispõe num cilindro contínuo, que dá sustentação ao caule jovem. Pode ocorrer ainda **esclerênquima e tecidos secretores**.

Na estrutura primária dos caules das **gimnospermas e dicotiledôneas em geral, os feixes vasculares** dispõem-se formando um **círculo** ao redor da **medula**, constituída basicamente de parênquima **com função de preenchimento**. Essa estrutura é chamada de **eustélica**. Cada feixe é constituído de **xilema** voltado para dentro e floema voltado para fora, estando o **câmbio fascicular** entre os dois.

Já nas **monocotiledôneas e dicotiledôneas herbáceas** esses **feixes vasculares** estão distribuídos de **modo difuso** pelo **parênquima**, não havendo limites distintos entre córtex e medula. Essa estrutura é chamada de **atactostélica**. Em monocotiledôneas como o trigo, a cevada e o bambu, o caule é um cilindro oco e os feixes vasculares distribuem-se formando um anel ao redor do espaço interno. Os feixes vasculares em si mantêm a organização de xilema por dentro e floema por fora, não havendo, no entanto, câmbio caracterizado.



A figura mostra cortes transversais de caules na região de entrenó. À esquerda, em monocotiledôneas; à direita, em gimnospermas e na maioria das dicotiledôneas

ESTRUTURA SECUNDÁRIA DO CAULE

Em **gimnospermas** e na maioria das **dicotiledôneas**, o caule pode apresentar **crescimento secundário** em espessura pela adição de **xilema e floema**, a partir do **câmbio**, e pela formação de periderme, a partir do felogênio.

A **periderme** ou **casca**, constituída de **súber, felogênio e feloderme**, é a camada mais externa do caule e estrutura secundária, e protege os vasos condutores. A periderme pode descamar pela produção de peridermes mais interna, formando **ritidomas**.

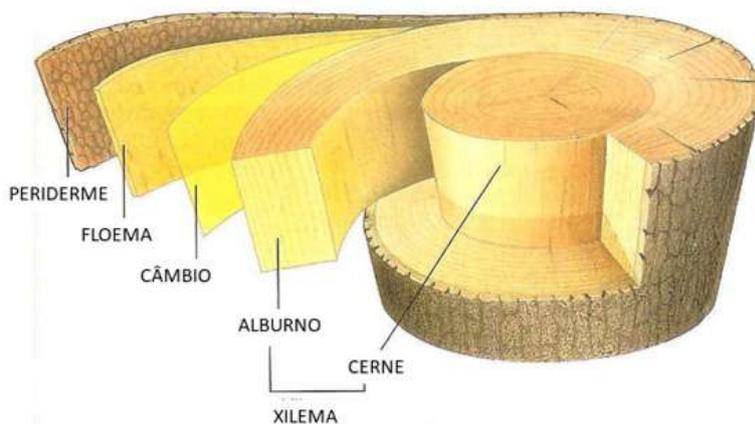
Internamente à periderme, ocorre um anel contínuo de floemas, e logo abaixo dos floemas, ocorre um anel contínuo de **câmbio**. Esse câmbio é responsável por formar novos floemas para o lado externo do caule e novos xilemas para o lado interno do caule.

No centro do caule e, portanto, internamente ao câmbio, ocorrem vários anéis contínuos de **xilemas**.

A parte mais externa do xilema, mais próxima do câmbio, é denominada **alburno** e é funcional para o **transporte de seiva bruta**.

Já a parte mais interna do xilema, abaixo do alburno, é denominada de **cerne ou madeira** e **não** é mais funcional para o **transporte de seiva bruta**, uma vez que é obstruído por tilas e passa assumir a função de **sustentação do caule**.

As **tilas (ou tilos)** são projeções formadas pela invaginação de células parenquimáticas através dos poros do xilema, as quais acumulam lignina, resinas e outras substâncias que endurecem, escurecem e protegem contra a ação de microorganismos decompositores, muitas vezes, chegando a ocupar totalmente o lúmen do vaso, e sendo responsáveis por converter o xilema funcional (alburno) em xilema não funcional (cerne ou madeira). As tilas podem se formar prematuramente nas plantas, como uma resposta de defesa ao ataque dos parasitas. Ao fechar os vasos lenhosos, impedem que os parasitas se dispersem pela planta por meio do xilema.



Estrutura 2ª do caule (somente em gimnospermas e dicotiledôneas).

O xilema secundário do caule de espécies arbóreas é denominado madeira e tem grande aproveitamento econômico.

Tome nota:

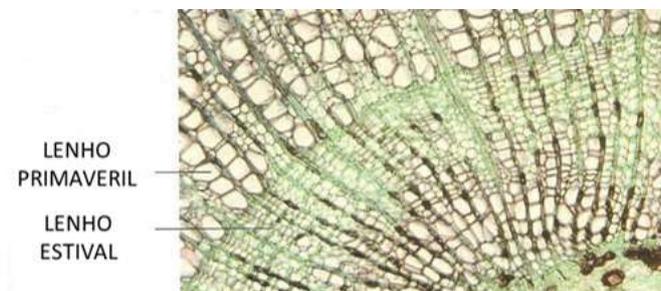
Anéis de Crescimento e Dendrocronologia

As madeiras quando vistas em cortes transversais apresentam zonas concêntricas sucessivas, denominadas anéis de crescimento. Esses anéis são bem evidentes especialmente em madeiras de regiões temperadas, em que as estações do ano são bem marcadas. Nesses casos, cada anel é chamado anual, e com base no número de anéis é possível verificar a idade de uma árvore.

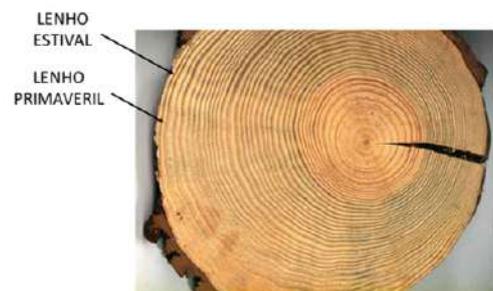
Cada anel é formado pelo conjunto dos chamados **xilema inicial ou primaveril e xilema tardio ou estival ou invernal**.

O **xilema primaveril** é formado nas épocas de primavera e verão de regiões temperadas, quando ocorrem mais chuvas e a disponibilidade de água é maior. Assim, o xilema primaveril tem vasos de maior diâmetro para otimizar o transporte dessa maior quantidade de água. Por ter **vasos com maior diâmetro e paredes proporcionalmente mais delgadas**, o xilema primaveril é **mais espesso e mais claro**.

O **xilema estival (estio = seca)** é formado nas épocas de outono e inverno de regiões temperadas, quando ocorrem menos chuvas e as baixas temperaturas levam ao congelamento da água no solo, levando à seca fisiológica, e, com isso, a disponibilidade de água é menor. Assim, o xilema estival tem vasos de menor diâmetro por não ter tanta água a transportar. Por ter **vasos com menor diâmetro e paredes proporcionalmente mais espessas**, o xilema estival é **mais delgado e mais escuro**.



Xilema primaveril e xilema estival ao microscópio óptico.



Xilema primaveril e xilema estival a olho nu.

Troncos de árvores que vivem em regiões temperadas apresentam, portanto, anéis de lenho estival intercalados com anéis de lenhos primaveril equivalendo a um ano de vida da planta (ou seja, um inverno e uma primavera). Quando estes troncos são observados em cortes transversais, esses anéis são facilmente identificados (o primaveril sendo o mais espesso por ter um lúmen grande), e o número de pares de anéis corresponde à idade da árvore em anos. Esta técnica de contagem de idade em árvores é denominada **dendrocronologia**.

É interessante que esta técnica permite também uma análise do clima de uma região no período de tempo registrado nos anéis: em épocas de secas ou cheias, os anéis de lenho ficam menos ou mais espessos respectivamente, devido a uma menor ou maior atividade fotossintética.

Em regiões tropicais, onde não há diferença significativa entre as estações do ano, não necessariamente um par de anéis equivale a um ano de vida da planta.

Observação:

Nas **monocotiledôneas** os caules podem apresentar crescimento em espessura, como acontece nos caules das palmeiras. Entretanto, nesses casos o crescimento ocorre por divisões celulares não-localizadas, isto é, a partir de células de vários tecidos, sem a intervenção do câmbio. Como não há participação do câmbio, esse tipo de crescimento em espessura não é considerado crescimento secundário.

TIPOS DE CAULES

A maioria das plantas possui **caule aéreo** e ereto, **mas** existem plantas com **caule subterrâneo, aquático, horizontal, trepador** etc. Além disso, o caule pode ser **indiviso**, quando não se ramifica em galhos, ou **ramificado**, quando se ramifica em galhos.

CAULES AÉREOS ERETOS

- Haste

A **haste** é um caule ramificado, flexível e clorofilado (e, conseqüentemente, verde), tipicamente encontrado em plantas jovens e dicotiledôneas de pequeno porte em geral, como em couve.



Caule do tipo haste.

- Tronco

O **tronco** é um caule ramificado, rígido e lenhoso (com madeira), tipicamente encontrado em gimnospermas e dicotiledôneas de grande porte.



Caule do tipo tronco.

- Estipe

O **estipe** é um caule indiviso, com nós bem evidentes e dotado de folhas somente na cúpula da planta, sendo característico das monocotiledôneas palmáceas. Na verdade, o que ocorre no estipe é que os nós da base do caule não mais possuem meristemas ativos, não mais produzindo folhas, enquanto que os nós do ápice do caule possuem meristemas ativos, produzindo folhas.



Caule do tipo estipe.

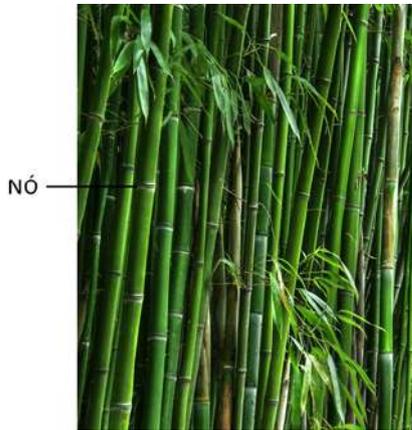
O palmito é um alimento que consiste no conjunto de folhas jovens em formação na porção apical do caule de algumas palmeiras, como palmeira juçara (ou de açaí) e palmeira pupunha.



Palmeira evidenciando a região de onde se obtém o palmito.

- Colmo

O **colmo** é um caule indiviso, com nós bem evidentes e podendo apresentar folhas saindo de cada nó, sendo característico das monocotiledôneas gramíneas, como milho e cana-de-açúcar, que possuem colmos cheios, e bambu, que possui colmo oco.

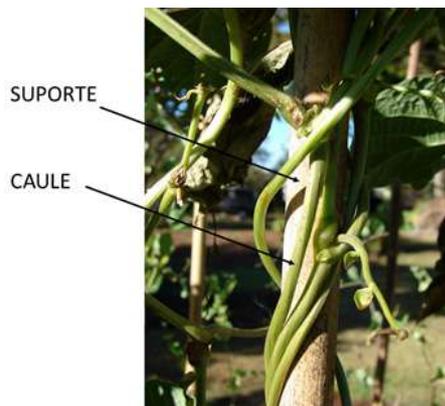


Detalhe de colmo de bambu mostrando os nós com as folhas.

CAULES AÉREOS TREPADORES

- Volúvel

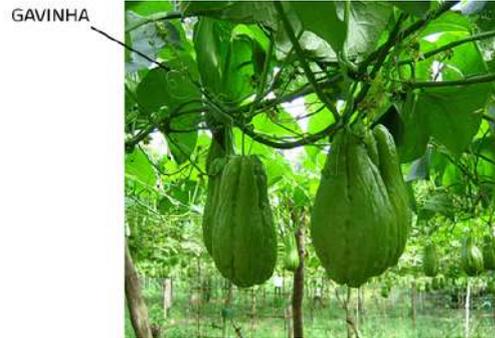
O caule volúvel é um caule que cresce se enrolando num suporte, através de um movimento chamado **circunutação**, ocorrendo em plantas trepadeiras. Pode ser **dextrógiro**, quando tem giro para a **direita**, ou **sinistrógiro ou levógiro**, quando tem giro para a **esquerda**. O feijão, por exemplo, tem caule volúvel dextrógiro.



Caule volúvel em feijão.

- Sarmentoso ou Escandente

O **caule sarmentoso ou escandente** é um caule que cresce se apoiando num suporte através de **raízes adventícias grampiformes** ou de **gavinhas**, folhas modificadas que se enrolam no suporte. No primeiro caso, a hera é um exemplo, enquanto que no segundo caso, maracujá, chuchu e uva são exemplos.



Caule sarmentoso em chuchu.



Gavinha em detalhe: para alguns autores, modificação na folha, para outros, modificação no ramo.

CAULES AÉREOS RASTEJANTES

- Estolho ou Estolão

O **estolho** é um caule rastejante, ou seja, que se desenvolve paralelamente ao solo, podendo emitir raízes adventícias, folhas e flores a partir de cada um dos nós, como ocorre com morango, melancia e abóbora.



Estolho em morango.

CAULES AÉREOS ESPECIAIS

- Cladódio

O **cladódio** é um caule de aspecto semelhante a folhas, sendo clorofilados (e conseqüentemente verdes e capazes de fazer fotossíntese) e suculentos (ou seja, que acumulam água em parênquimas aquíferos bem desenvolvidos), como ocorre em cactos, que possuem folhas modificadas em espinhos (para reduzir a as perdas de água por transpiração), como ocorre em cactos. Os cladódios apresentam crescimento indeterminado.



Caule cladódio em cacto.

- Filocladódio

O **filocladódio** é um caule de características semelhantes às do cladódio, mas de crescimento determinado, como ocorrem em aspargos, por exemplo.

- Caule suculento

O **caule suculento** é um caule adaptado para acumular água, apresentando parênquima aquífero muito desenvolvido, como ocorre em algumas xerófitas, como na barriguda. Observe que os cactos possuem **cladódios suculentos**.



Palmeira barriguda.

CAULES SUBTERRÂNEOS

- Rizoma

O **rizoma** é um caule horizontal subterrâneo, ou seja, que se desenvolve paralelamente e abaixo da superfície do solo, formando, a partir de seus nós, raízes adventícias e ramos aéreos. Como exemplo, temos samambaia e bananeira. Em bananeira, a parte aérea não é um caule, e sim um **pseudocaule**, sendo formado pelas bainhas de enormes folhas, que se juntam numa estrutura maciça.



Rizoma em bananeira jovem.



Pseudocaule em bananeira.

- Tubérculo

O **tubérculo** é um caule subterrâneo modificado para armazenar substâncias de reserva, principalmente amido, sendo geralmente arredondados. Podem ser diferenciados de raízes tuberosas por apresentarem nós e gemas, das quais podem partir ramos e folhas. São exemplos a batata-inglesa e o inhame.



Tubérculos em batata-inglesa.

- Bulbo

O bulbo é um caule subterrâneo com corpo bem reduzido, denominado prato, e folhas modificadas para armazenar amido, denominadas catáfilos. Ocorrem, por exemplo, em cebola e alho.



Cebola em vista externa e em corte, evidenciando catáfilos.



Bulbo composto de alho; cada dente de alho é uma porção do bulbo.

CAULE AQUÁTICO

O **caule aquático** é qualquer caule que se desenvolve abaixo da água. Caules aquáticos são geralmente tenros e clorofilados, armazenando ar para flutuação através de um parênquima aerífero bem desenvolvido. Como exemplos, temos os caules de aguapé e vitória-régia.



Caule aquático em vitória-régia.

MORFOSES CAULINARES

Os caules podem apresentar **morfoses**, que representam modificações que visam à integração da planta com o seu meio.

- Gavinhas

Como mencionado anteriormente, as **gavinhas** são estruturas que servem de elementos de fixação de muitos vegetais, em especial nas plantas trepadeiras como maracujá e uva, e podem ser interpretadas como ramos modificados ou folhas modificadas.

- Espinhos

Como mencionado anteriormente, os **espinhos** são estruturas caulinares pontiagudas e endurecidas, que servem como elementos de proteção, como ocorre no limoeiro. Também podem ser interpretados como folhas modificadas e muitas vezes se formam com o objetivo de diminuir a superfície de transpiração foliar, como em cactos. Nos cactos, como as folhas se modificam em espinhos, o caule, do tipo cladódio, assume a função fotossintetizante.

- Xilopódio

O **xilopódio** é uma estrutura subterrânea muito resistente, que acumula substâncias de reserva e água. Tem natureza caulinar e radicular, sendo comum em plantas do cerrado, sujeitas frequentemente a queimadas. Nesse caso, a parte aérea da planta pode morrer, mas o xilopódio se mantém vivo, posteriormente originando outra planta.



Xilopódio.