



HISTOLOGIA VEGETAL

Conforme os vegetais foram evoluindo, surgiram estruturas diferenciadas que lhes possibilitaram adaptar-se ao meio ambiente.

Essas estruturas formam os órgãos das plantas, como: raiz, caule, folha, flor, fruto e semente. São formados por células diferenciadas que compõem os diferentes tecidos encontrados no organismo vegetal.

Tecidos, portanto, são conjuntos de células vivas ou mortas, diferenciadas morfológicamente e adaptadas para realizar funções especializadas. Todos os tecidos vegetais têm origem no embrião. Num vegetal completo, distinguimos dois tipos básicos de tecidos: **meristemáticos** ou **embrionários** e **permanentes** ou **adultos**.

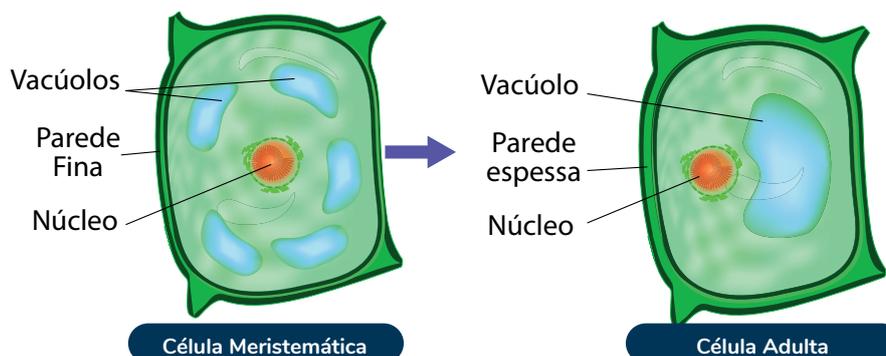
TECIDOS MERISTEMÁTICOS OU MERISTEMAS

Também chamados de tecidos jovens ou embrionários, são formados por **células indiferenciadas** responsáveis pelo crescimento do vegetal. Todos os tecidos **diferenciados** ou **permanentes** têm origem a partir dos meristemas. Os meristemas são divididos em dois grupos: meristemas primários e secundários.

Meristemas Primários (crescimento em altura)

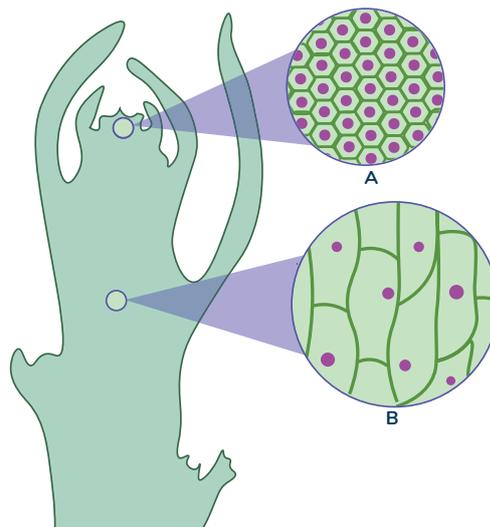
São tecidos formados por células indiferenciadas, a partir da multiplicação das células do embrião, que promovem o **crescimento longitudinal** ou em **altura** de um vegetal. Na raiz esse meristema localiza-se na zona lisa e no caule na região das gemas ou brotos (ápice).

Quando se observa uma célula meristemática ao microscópio, nota-se que ela tem tamanho reduzido em relação a outras células da planta; sua parede é delgada, o núcleo ocupa posição central e o citoplasma apresenta diversos vacúolos pequenos. Essas características identificam uma célula como sendo indiferenciada ou embrionária.





Células oriundas do meristema, situadas a uma pequena distância do ápice, começam a apresentar modificações na estrutura e na função, caracterizando o processo de **diferenciação celular**. A primeira etapa da diferenciação consiste na entrada de água; os pequenos vacúolos fundem-se, formando um grande vacúolo central. A célula sofre distensão, tendo um significativo aumento de volume; isso contribui para o maior aumento de tamanho na planta. Posteriormente, há deposição de materiais na face interna da parede, que se torna mais espessa.



O início da diferenciação. Em A, grupo de células meristemáticas; B representa células pouco diferenciadas que sofreram distensão.

Os principais meristemas primários estão mostrados no quadro a seguir:

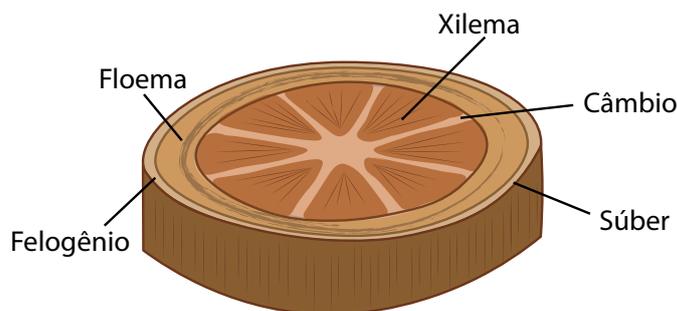
Dermatogênio ou protoderme	Formará a epiderme (tecido de revestimento das partes tenras).
Periblema ou meristema fundamental	Formará os tecidos da casca ou córtex do vegetal (camada grossa mais superficial da estrutura de caules e raízes).
Pleroma ou procâmbio	Formará o cilindro central ou estelo. Dentro do cilindro central estão os tecidos de condução: xilema e floema.
Caliptrogênio	É exclusivo da raiz; formará a coifa ou caliptra, (células que protegem a ponta a raiz).

Meristemas Secundários (crescimento em espessura)

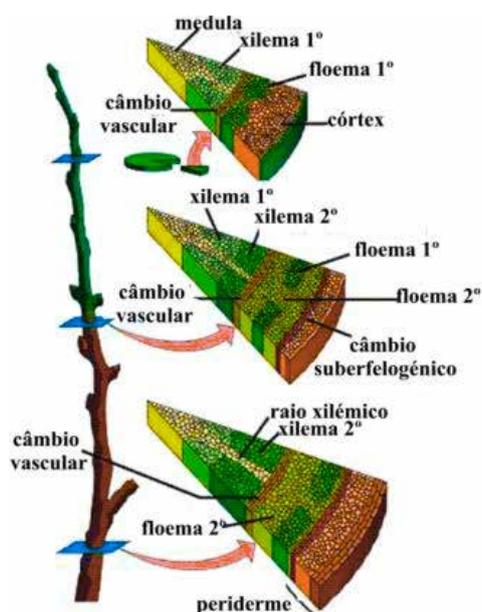
São formados pela **desdiferenciação de células adultas**. Promovem o **crescimento em espessura** de caules e raízes. São dois os meristemas secundários:

Felogênio	Ocorre no córtex, originando o súber para fora e a feloderme para dentro.
Câmbio	Ocorre no cilindro central, originando o floema para fora e o xilema para dentro.

OBSERVAÇÃO: Chamamos de **Periderme** ao conjunto do: felogênio, feloderme e súber que forma a casca secundária do vegetal.



A disposição dos principais tecidos num tronco de árvore.



Diferenciação do câmbio, formando a estrutura secundária

TECIDOS PERMANENTES

Tecidos de Revestimento

Também chamados de tecidos tegumentários, são aqueles que revestem as partes externas de uma planta.

Caracterizam-se por apresentarem pouca permeabilidade ao ar e à água, são maus condutores de calor e protegem a planta contra variações bruscas de temperatura. Os tecidos de revestimento apresentam três funções principais:

- ▶ **proteção** contra agressões, desidratação e variação de temperatura;
- ▶ **trocas gasosas** efetuadas com o meio em que se encontram;
- ▶ **absorção** de água e nutrientes do solo.

Há dois tipos principais de tecidos de revestimento, a epiderme e o súber ou cortiça.

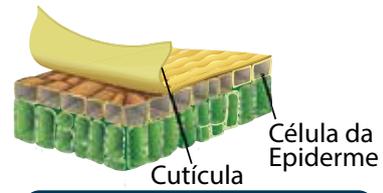
Epiderme

A epiderme, bastante delgada, recobre folhas e partes jovens do caule e da raiz. A epiderme de uma folha é fina, porque normalmente apresenta uma única camada de células, ou seja, é uniestratificada. Além disso, as células epidérmicas em geral são aclorofiladas. Isso é vantajoso, pois permite a entrada de luz empregada na fotossíntese, que ocorre no parênquima. Por outro lado, a pequena espessura da epiderme tem como desvantagem a facilidade de perda de água para a atmosfera. Isso é contornado pela presença de uma cobertura impermeável, a cutícula, constituída por cutina ou cera.

A epiderme das plantas é dotada de vários anexos, como por exemplo:

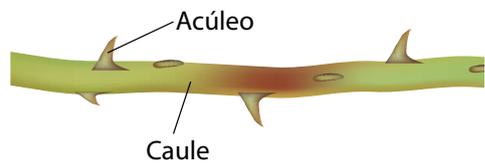


▶ **cutícula:** presente principalmente em órgãos aéreos, contribui na redução da transpiração. É a camada impermeabilizante.



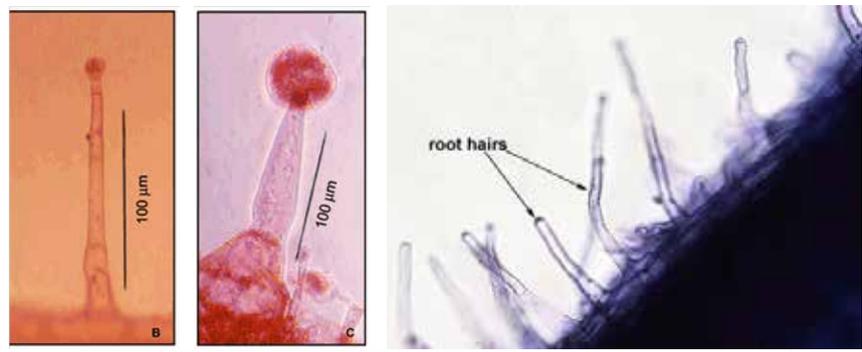
Cutícula em células epidérmicas

▶ **acúleos:** são estruturas pontiagudas da epiderme de caules, empregadas como defesa; aparecem, por exemplo nas roseiras.



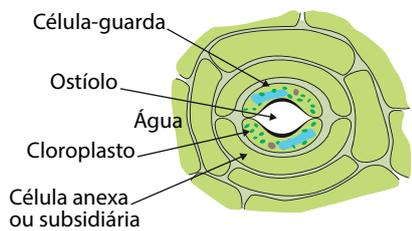
Acúleos: anexos epidérmicos com função de defesa.

▶ **pelos:** formações com funções variadas (absorventes, urticantes, disseminadores, etc.). A função principal dos pelos é aumentar a superfície da célula.



À esquerda, pelos de tomateiro. À direita, pelos absorventes na raiz.

▶ **estômato:** diferenciações de células epidérmicas das folhas relacionadas com as trocas gasosas da respiração e fotossíntese, além da transpiração.



Estômato (vista frontal)

▶ **papilas:** pequenas saliências das células da epiderme, preferencialmente da epiderme superior das pétalas, conferindo-lhes aspecto de veludo. Sua função é atração de agentes polinizadores.

▶ **hidatódios:** também chamados de estômatos aquíferos, relacionam-se com a gutação ou sudação. Localizam-se nos bordos de certas folhas.



Estrutura de um hidatódio

Súber

Já o súber é bastante espesso, envolvendo partes mais velhas do caule e da raiz, onde ocorre crescimento em espessura. Na realidade, quando a raiz ou o caule crescem em espessura, sua epiderme é rompida, sendo substituída pelo súber. Trata-se de um tecido constituído por várias camadas de células mortas (pluriestratificado), geradas a partir da atividade do felogênio.

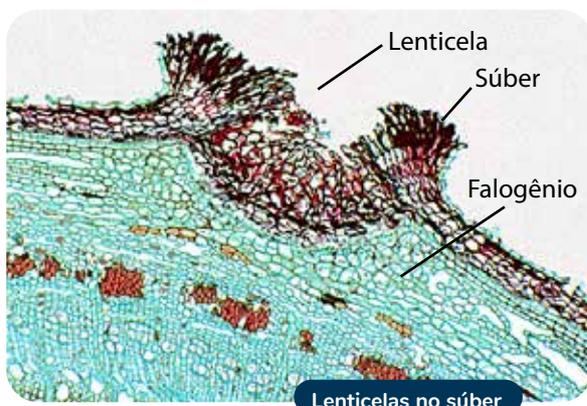
As células do felogênio dividem-se para dentro e para fora. Internamente diferenciam-se num tipo de parênquima denominado feloderme. Já as células formadas para fora



diferenciam-se em súber; neste processo a parede tem grande deposição de suberina, uma substância impermeável, provocando a morte das células. Todo o seu interior fica cheio de ar, que atua como um isolante térmico.

Súber, felogênio e feloderme constituem a **periderme** da planta.

A periderme do caule ou da raiz acaba, então, substituindo a antiga epiderme que recobria o órgão. Nos locais da epiderme onde existiam estômatos, o súber passa a apresentar pequenas fendas denominadas **lenticelas**, que chegam a ter alguns milímetros de comprimento. Sua função também é de realizar trocas gasosas, porém não são capazes de regular a abertura ou fechamento, como ocorre com os estômatos. Muitas árvores, como o eucalipto, quando crescem em espessura, descartam parte de seu súber e outros tecidos. As placas de cascas descartadas constituem o chamado **ritidoma**.



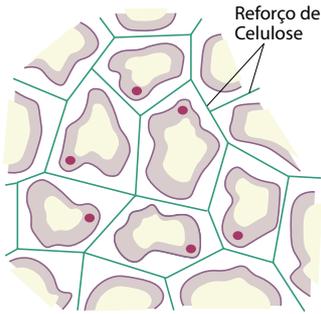
TECIDOS DE SUSTENTAÇÃO

As células desses tecidos possuem paredes espessadas devido ao depósito de substâncias como **lignina** ou **celulose**, por isso são mais resistentes. São responsáveis pela sustentação em vários órgãos da planta.

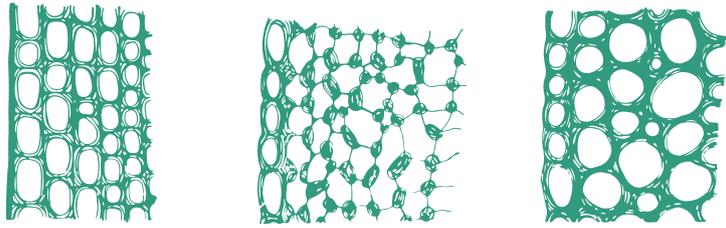
TECIDO	CARACTERÍSTICA	FUNÇÕES	LOCALIZAÇÃO
Colênquima	Células vivas, com ou sem clorofila	Resistência e flexibilidade	Caules novos, pecíolos e pedúnculos.
Esclerênquima	Células mortas, impregnadas de lignina (esclerídios e fibras)	Sustentação e proteção	Parte velha das plantas. Está ligado aos tecidos condutores e nervuras; aparece em caroços de frutos, na polpa e na casca do coco.

Colênquima

O colênquima é encontrado no pecíolo das folhas e partes jovens de caules. Trata-se de um tecido vivo, com células muitas vezes tendo contorno hexagonal, o que permite um encaixe entre células vizinhas. É comum a deposição de celulose na parede interna das células. A celulose garante a sustentação, preservando a flexibilidade do órgão.



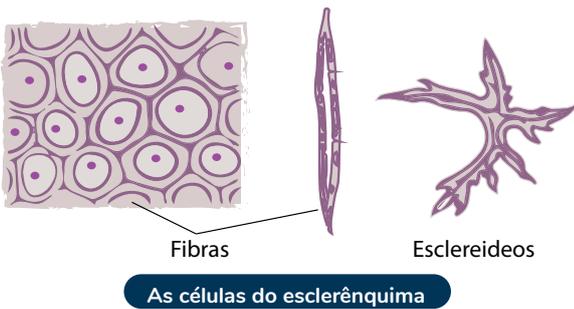
Células do colênquima (corte transversal)



Células do colênquima (corte longitudinal)

Esclerênquima

O esclerênquima é um tecido morto, com células apresentando grande deposição de lignina em sua parede. A lignina é uma substância de grande rigidez. Há dois tipos principais de células do esclerênquima: **fibras e escleritos**. As fibras são células longas e delgadas, os escleritos têm aspecto mais irregular. Essas células aparecem acompanhando os tecidos de condução; em cascas de sementes e frutos e ainda nas polpas de frutos.



As células do esclerênquima

Observação: Em certas plantas como o sisal e a juta, os feixes de fibras esclerenquimáticas permitem seu uso comercial na indústria têxtil e no artesanato. No pêssego, na azeitona, no coco e em outros frutos, os escleritos são os principais responsáveis pela acentuada dureza do endocarpo popularmente chamado “caroço”.

TECIDOS PARENQUIMÁTICOS (PREENCHIMENTO)

São encontrados em praticamente todas as partes da planta. Suas células são vivas, com grande vacúolo e dotadas de plasmodesmos. São responsáveis pelo preenchimento de espaços, pela produção e armazenamento de substâncias e pela fotossíntese. São eles:

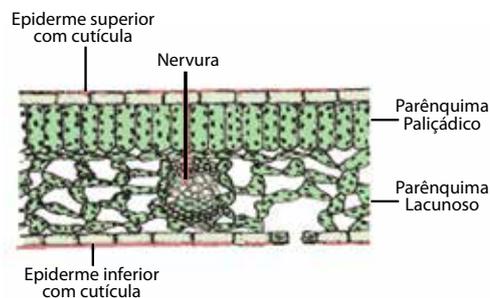
PARÊNQUIMAS	TIPOS	LOCALIZAÇÃO	FUNÇÃO
preenchimento	cortical	córtex	ocupar espaços entre estruturas
	medular	medula	
clorofiliano ou assimilador	paliçádico	abaixo da epiderme superior	realizar a fotossíntese
	lacunoso	acima da epiderme inferior	
reserva	aquífero	caules e raízes de plantas de regiões secas	armazena água
	aerífero	raízes e caules de plantas aquáticas	permite a flutuação pelo acúmulo de ar
	amilífero	órgãos de reserva	armazena amido



Parênquima clorofiliano ou assimilador

Suas células apresentam muitos cloroplastos e ocupam o interior de caules jovens e de folhas. No interior das folhas, esse parênquima costuma se apresentar com duas disposições diferentes:

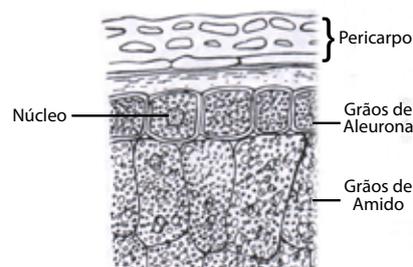
- ▶ **parênquima clorofiliano paliçádico:** possui células alongadas e muito próximas, justapostas, quase sem espaços entre elas;
- ▶ **parênquima clorofiliano lacunoso ou esponjoso:** formado por células com aspecto mais irregular, de menor tamanho e com menos cloroplastos; apresenta espaços por onde circulam gases e vapor de água.



Parênquima assimilador ou clorofiliano

Parênquima de reserva ou armazenamento

Pode armazenar diversos tipos de materiais. O parênquima **amilífero** armazena amido, sendo encontrado, por exemplo, na semente de arroz e na raiz de mandioca. Já o parênquima **aquífero** apresenta grande quantidade de água, sendo comum nas cactáceas. Por outro lado, o parênquima **aerífero** ou **aerênquima** é bem desenvolvido em plantas flutuantes, tais como a vitória-régia e o aguapé.



Parênquima amilífero (de reserva)

Parênquima de preenchimento

Todos os parênquimas apresentam a função de preenchimento independentemente de outra função que venham a desenvolver, ocupam os espaços deixados pelos demais tecidos. Em caules podemos encontrar dois tipos de parênquima: cortical (mais externo) e medular (mais interna).

TECIDOS DE CONDUÇÃO OU TRANSPORTE

São tecidos que têm como função a condução de seiva e por isso são também chamados de tecidos vasculares.

Xilema ou Lenho

É um tecido morto que conduz seiva bruta ou inorgânica (água e sais minerais) desde a raiz até as folhas, para que possam ser utilizadas na fotossíntese.

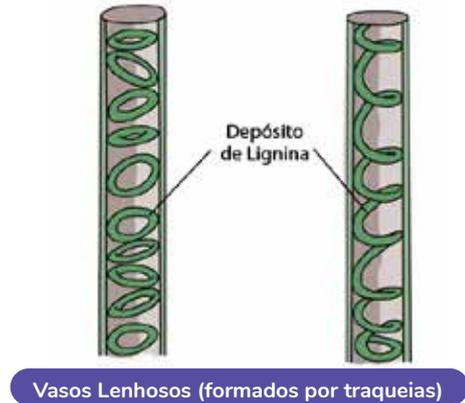
Constituído por células alongadas e cilíndricas dotadas de paredes reforçadas que morreram durante a diferenciação e ficaram ocas, formam um sistema contínuo ascendente onde se observam os seguintes elementos:



► **Elementos de vaso:** suas células caracterizam-se por apresentar reforços de lignina. Nas gimnospermas e pteridófitas encontramos apenas as traqueídes. Nas angiospermas encontramos traqueídes e os elementos de vaso (estruturas mais especializadas).

► **Parênquima lenhoso:** formado de células vivas responsáveis pelo transporte e armazenamento de substâncias energéticas. Forma as **tilas**, cuja função é obstruir parcial ou totalmente os vasos lenhosos. Essas tilas são formações irreversíveis.

► **Fibras de esclerênquima:** são células lignificadas, mortas situadas junto aos vasos para sustentá-los.



Floema ou Líber

É um tecido vivo que conduz a seiva elaborada ou orgânica (água e glicose) desde as folhas até as raízes. Apresenta na sua formação, células cilíndricas e vivas. No floema, encontramos os seguintes elementos:

► **Elementos de tubos crivados:** são células vivas que sofrem diferenciação, sem contudo morrerem por isso. Os tubos crivados são formados pela sobreposição dessas células, que apresentam nas paredes transversais, grande número de poros, que lhes confere um aspecto de crivo daí receberem o nome de placas crivadas.

► **Células anexas ou companheiras:** estão ligadas diretamente aos tubos crivados através de plasmodesmos. São células vivas responsáveis pelas funções metabólicas para os tubos crivados, que perdem algumas de suas organelas e o núcleo durante a diferenciação.

► **Parênquima liberiano:** constituído por células vivas que envolvem os vasos liberianos. Sua função é de reserva.

► **Fibras esclerenquimáticas:** com a função de sustentar e proteger; as fibras de esclerênquima são células mortas, alongadas dispostas junto aos vasos.

OBS.: Nos tubos crivados antigos ou não funcionais por tempo limitado, os crivos são obstruídos por calose (depósitos de carboidrato) que pode ser removida quando as condições forem favoráveis ao funcionamento desses tubos. Esse acúmulo de calose nos vasos de floema é chamado **callus**.



Vaso liberiano mostrando as células companheiras e placas crivadas



TECIDOS DE SECREÇÃO OU GLANDULARES

São tecidos ligados a eliminação de restos do metabolismo celular, substâncias que evitam o apodrecimento, ou ainda secretam substâncias com objetivo de atrair ou afastar animais. As secreções são produzidas no citoplasma das células, as quais geralmente se localizam entre os parênquimas ou como diferenciações da epiderme. Os mais importantes são:

Células Secretoras

São células isoladas encontradas no meio dos tecidos de preenchimento e secretam restos do metabolismo da célula. Um importante exemplo de secreção de algumas plantas é o cálcio, que forma cristais de cálcio.

Esses cristais podem apresentar formas estreladas, chamados então de **drusas**, comum em tomates, ou ainda formarem agulhas de cristais, sendo chamados de **ráfides**, como ocorre por exemplo em células de repolho. Existem ainda os **cistólitos**, em forma de carbonato de cálcio, presos por um filamento de celulose proveniente da parede celular, comum em seringueiras.

Bolsas Secretoras

É o conjunto de várias células secretoras que definem um espaço, onde as substâncias são armazenadas. Alguns alcaloides podem ser encontrados nessas bolsas, como o café da cafeína, a morfina da papoula, a estricnina da noz-moscada, a nicotina do tabaco, entre outros. Atuam na proteção contra predadores.

Vasos Lactíferos

São canais que secretam o **látex**, uma substância leitosa antisséptica, cicatrizante e evita o apodrecimento do vegetal. Esses canais são formados pela união de diversas células (sincício), as quais perdem a parede de separação, por isso são estruturas intracelulares. É característico de angiospermas. O látex é bastante usado na indústria da borracha.



Látex



Vasos Resiníferos

Esses vasos são comuns em gimnospermas e são estruturas formadas entre células, portanto são intercelulares. Da mesma forma que o látex, a **resina** funciona como substância antisséptica, cicatrizante e evita o apodrecimento vegetal. Em contato com o ar, se solidifica transformando-se em um desinfetante. É bastante usado na indústria de incenso e mirra.



Resina em *Pinus sp*

Pelos Glandulares

São anexos da epiderme, uni ou pluricelulares. Eliminam substâncias aromáticas das folhas, flores e caules, que atraem animais para a polinização. Outras eliminam substâncias tóxicas, como é o caso da urtiga e do caule do tomate, secretando substâncias alergênicas.



Urtiga

Nectários

Produzem o **néctar**, uma substância rica em açúcares que atrai os animais polinizadores. Os nectários são encontrados principalmente em flores.



Abelha sugando néctar

Glândulas Digestivas

Estão presentes em folhas de plantas insetívoras ("carnívoras"). Produzem enzimas digestivas destinadas a atrair e digerir o corpo de pequenos animais. Desses animais, a planta retira principalmente o nitrogênio, um importante elemento para compor os aminoácidos e posteriormente suas proteínas. Esses vegetais utilizam essa digestão como complemento alimentar, pois realizam o processo fotossintético normalmente.



Planta carnívora – *Drosera sp*
(observe a secreção de enzimas)

Hidatódios

Também chamados de estômatos aquíferos, pois eliminam água (seiva bruta) em forma líquida. Realizam a **gutação** ou **sudação**. Essas estruturas encontram-se na epiderme de folhas.