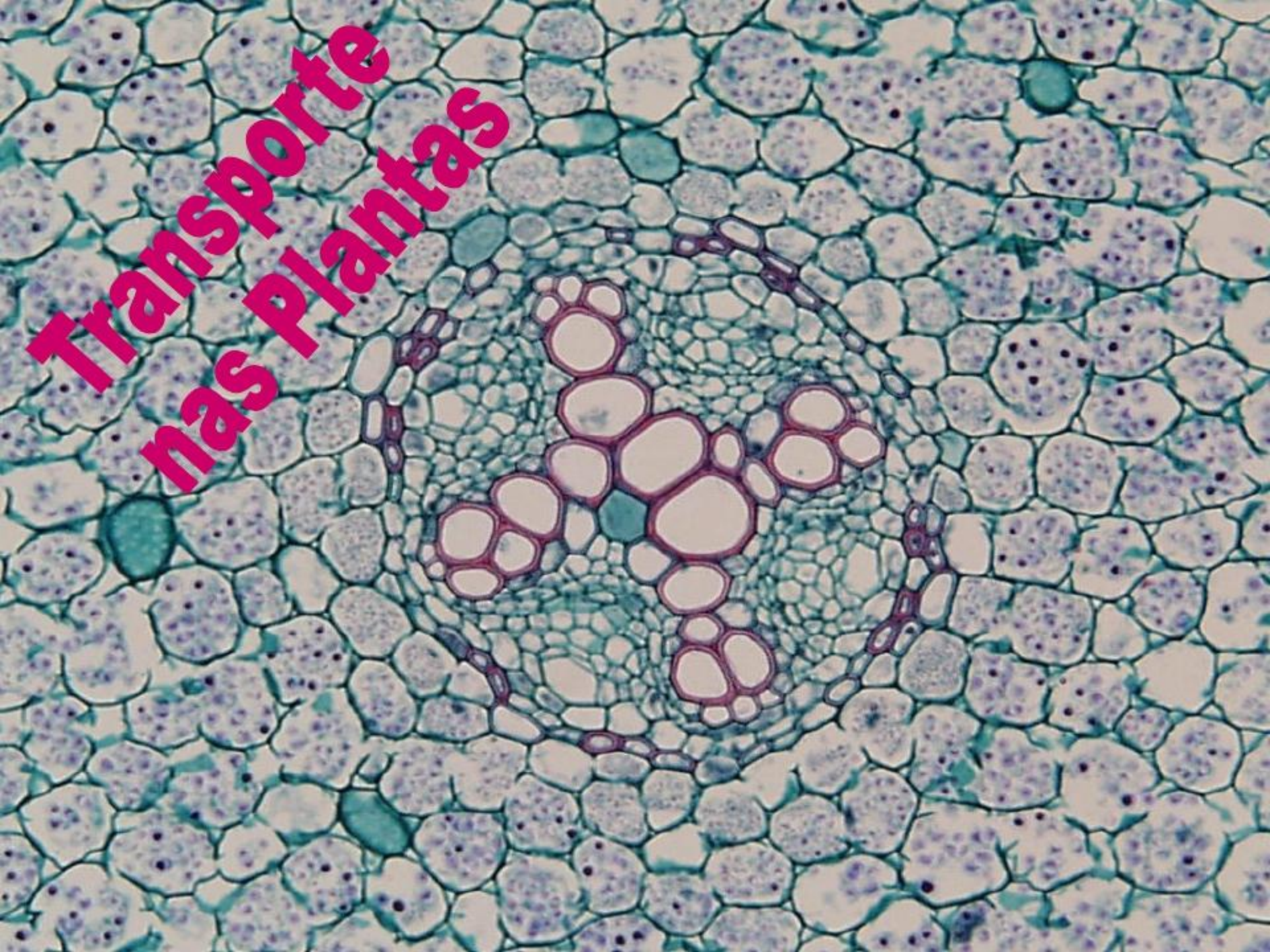


Transporte nas Plantas



Objetivos

Compreender a importância do transporte das plantas na distribuição de substâncias fundamentais para o seu metabolismo celular.

Reconhecer que a complexidade dos sistemas de transporte resulta de processos de evolução.

Compreender que os sistemas radicular, caulinar e foliar são evidências de adaptações ao ambiente terrestre.

Relacionar características estruturais e funcionais dos órgãos implicados no transporte de plantas.

Comparar a localização relativa dos tecidos de transporte nos diversos órgãos vegetais.

Relacionar as hipóteses de “Pressão Radicular” e da “Tensão-Coesão-Adesão” com o movimento de água e solutos no xilema.

Compreender a hipótese da “Fluxo de Massa de Munch” como mecanismo que explica o movimento de substâncias no floema.

Fantástico grupo de seres vivos

O Reino das **Plantas** engloba um vasto conjunto de seres vivos que apresentam uma grande variedade de formas e complexidade.



Sequóias – árvores de grande porte.

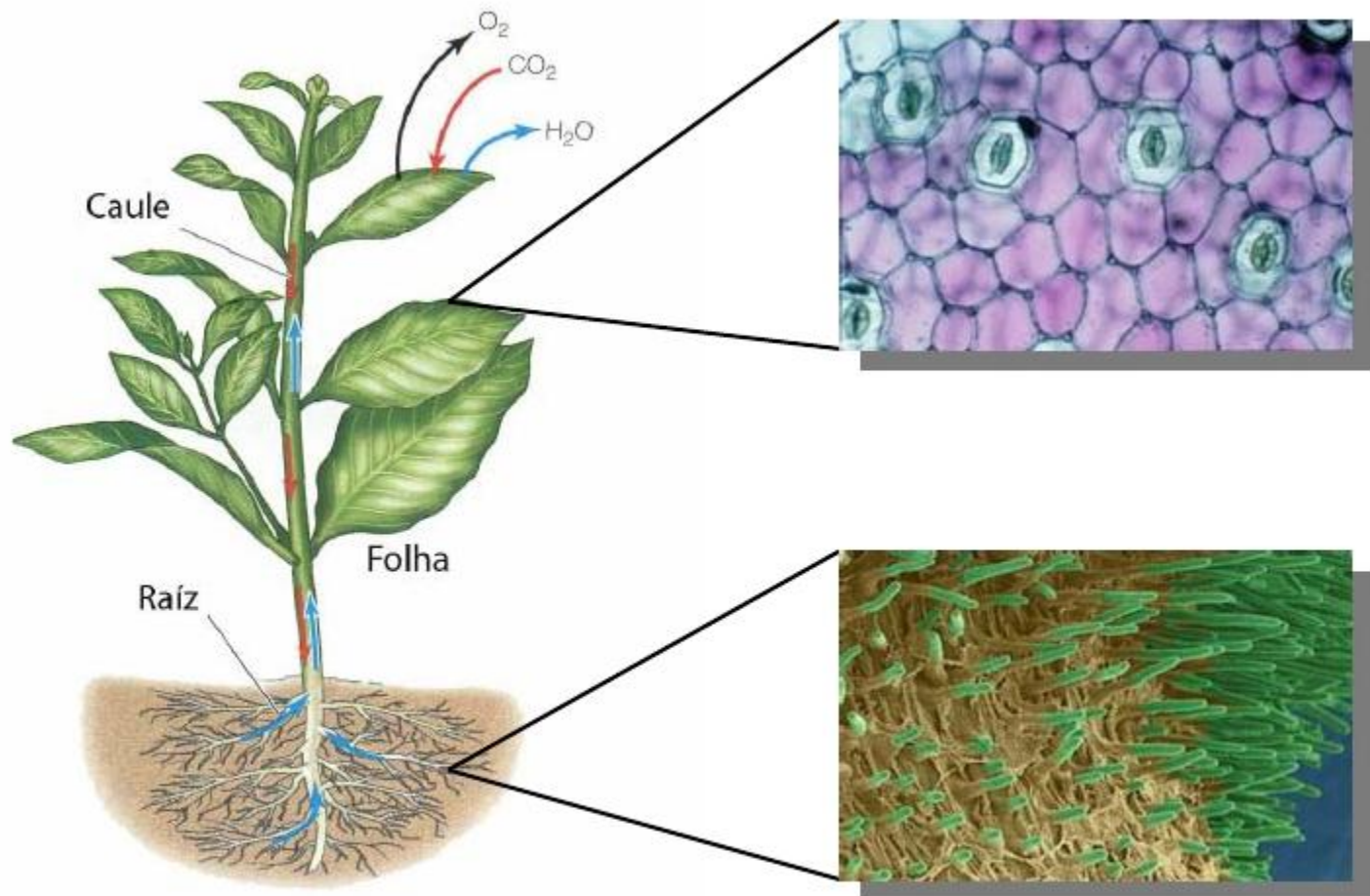


Clorófitas – possíveis ancestrais das plantas.

As plantas resultam da evolução de **algas verdes** (Clorófitas). **Características comuns:** **parede celular**, **substância de reserva** e **pigmentos fotossintéticos**.

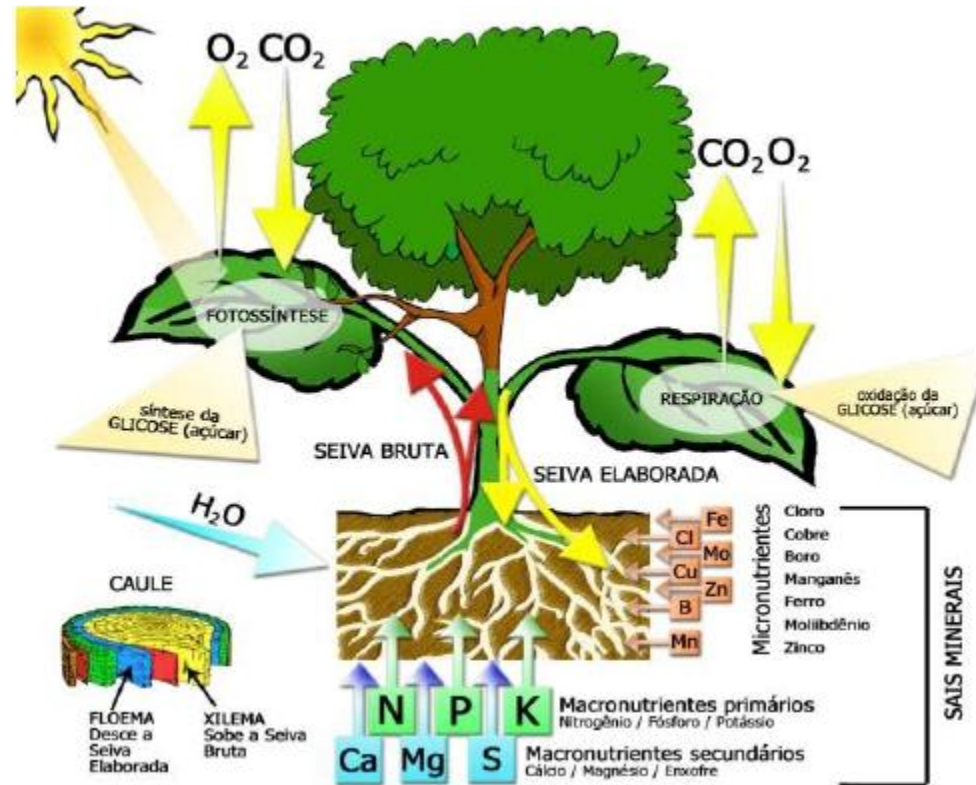
As plantas e as suas necessidades...

As **plantas** (seres pluricelulares) necessitam de **transportar** para todas as **células** do seu organismo as substâncias necessárias ao seu **metabolismo**.



As plantas e as suas necessidades...

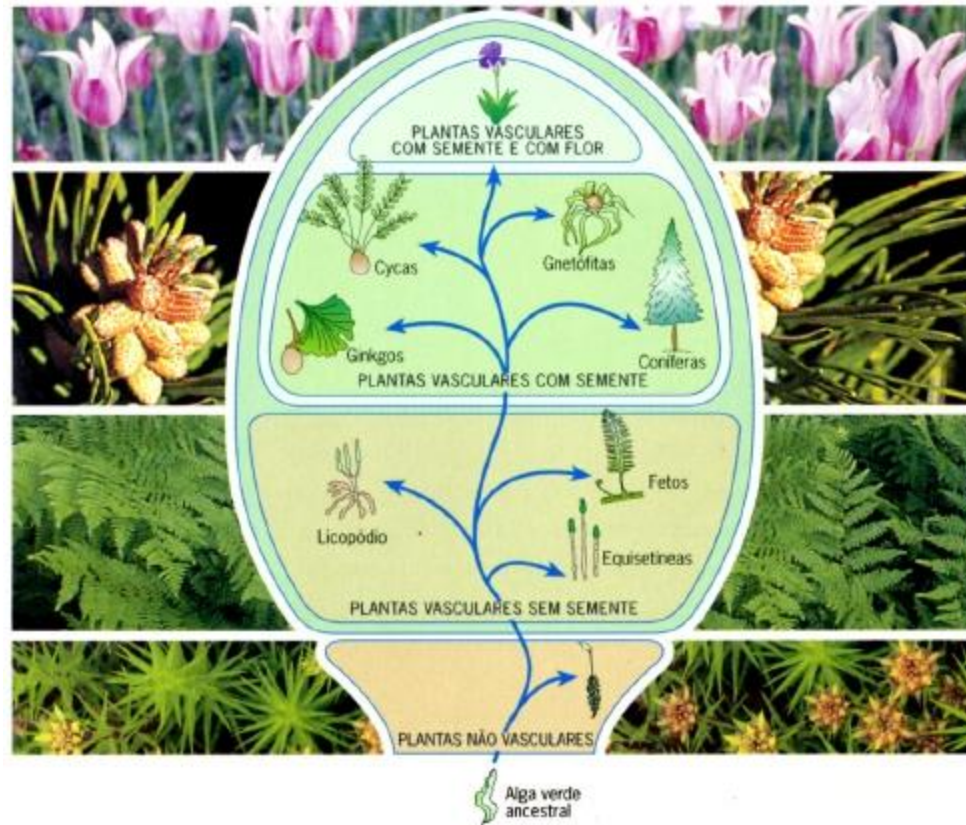
Como seres **produtores (fotoautotróficos)**, necessitam de obter do meio, geralmente do solo, **água** e **sais minerais** para a realização da **fotossíntese**



Essa matéria mineral tem de ser **transportada** até aos órgãos fotossintéticos e, posteriormente, **distribuir** por todo o organismo a **matéria orgânica** produzida.

A evolução das plantas

As plantas mais simples, como os musgos (**Briófitas**), não apresentam sistemas de transporte – **plantas avasculares**.



As plantas mais evoluídas (**Traqueófitas**) e complexas apresentam verdadeiros tecidos de transporte – **plantas vasculares**.

Briófitas

O movimento da **água** e dos **solutos** é muito simples, feito por **osmose** e **difusão**, segundo os **gradientes de concentração**.



Musgos – representantes mais comuns.



Funária – um dos géneros mais estudado.

Traqueófitas

O movimento da **água** e dos **solutos** faz-se desde a **raiz**, onde são absorvidos, até aos órgãos fotossintéticos, através de **vasos condutores**.



Pinus – gimnospérmicas de grande porte

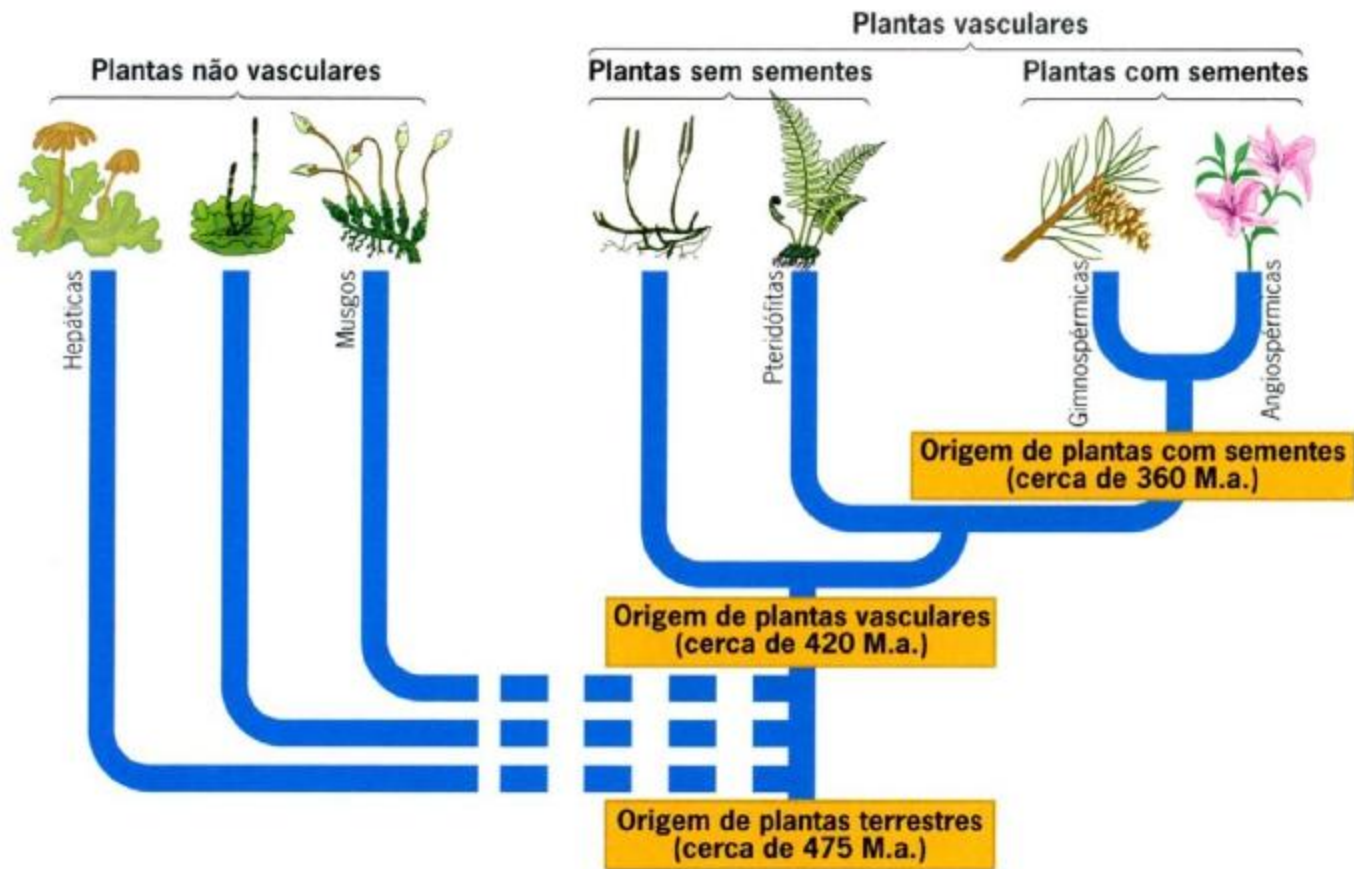


Quercus – Angiospérmicas muito evoluídas.

O movimento da **matéria orgânica** ocorre desde local de produção (**folhas**) até todas as células do organismo onde será **consumida** e/ou **armazenada**.

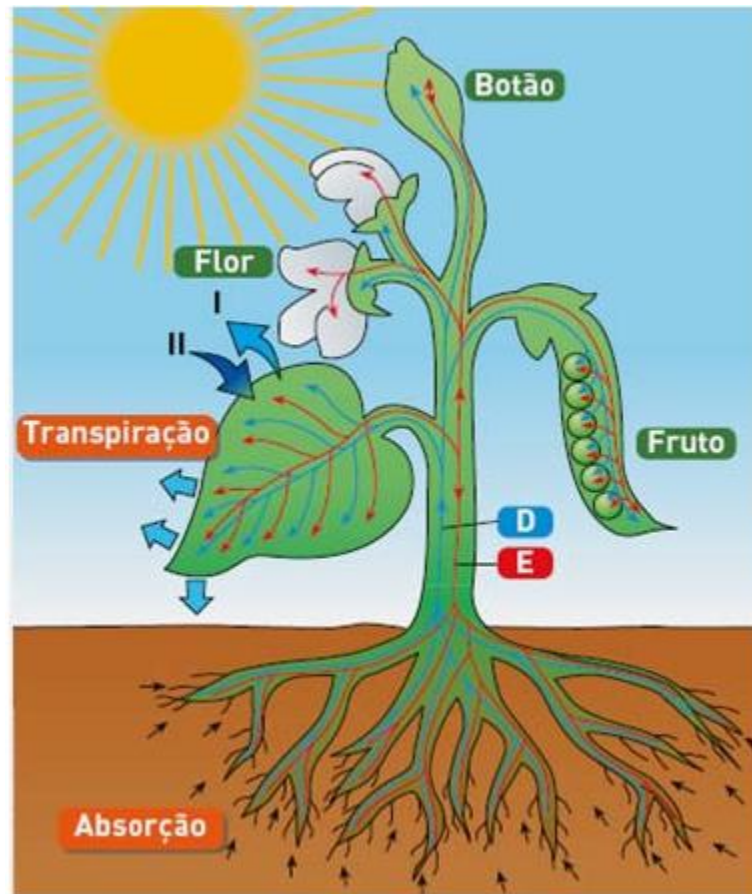
Evolução dos tecidos de transporte

As **Traqueófitas** apresentam um **sistema de vascular** muito eficaz cuja a evolução acompanhou a adaptação ao **ambiente terrestre**.



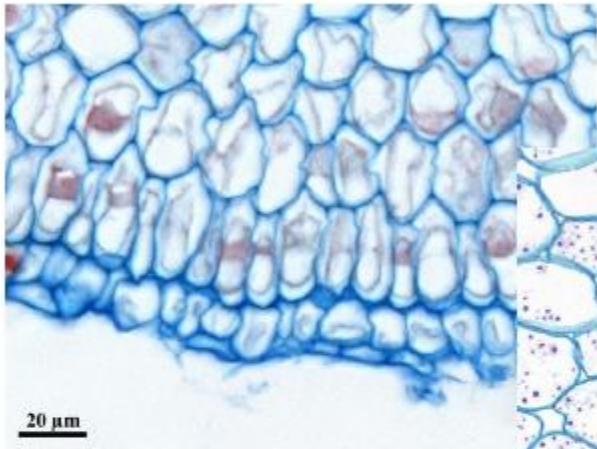
Translocação

É através do **sistema vascular** que se realiza o movimento de água e de solutos – **translocação**.

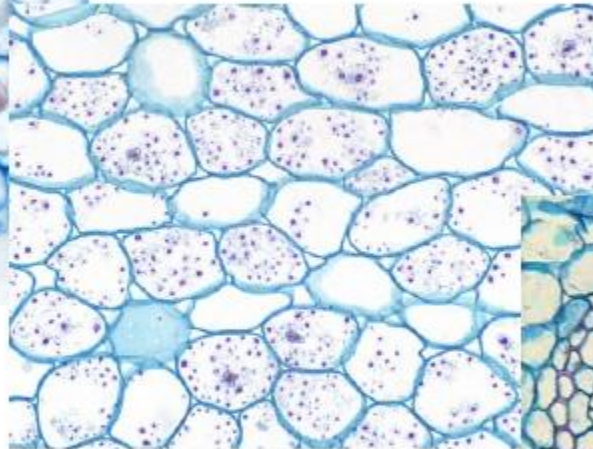


Constituição geral de uma planta

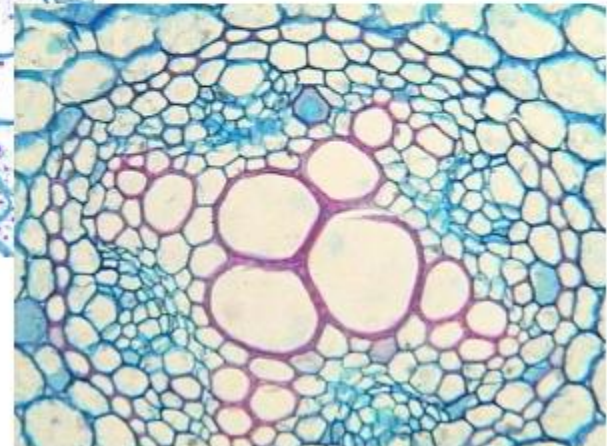
As plantas são constituídas essencialmente por **três** tipos de **tecidos**:
dérmicos, **fundamentais** e **condutores**.



epiderme da raiz



parênquima da raiz

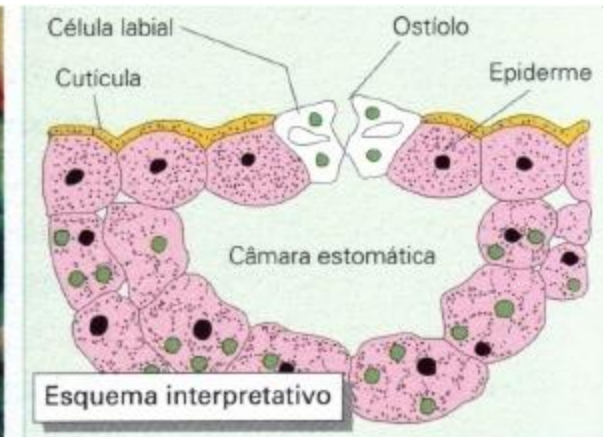


xilema da raiz

Tecidos Dérmicos

Epiderme

Constituída por uma camada de células vivas. Nos órgãos aéreos a **epiderme** apresenta-se com uma camada de células mais espessa devido à existência de **cutina**. Presença de **estomas** nas **epidermes cutinizadas**.



Funções: Absorção de água e sais minerais, secreção de cutina, regulação de entrada e saída de gases e revestimento.

Tecidos Fundamentais

Parênquima

Tecido constituído por **células vivas**, com paredes finas de **celulose**, núcleo pequeno e vacúolos de grandes dimensões. Quando têm forma esférica, o tecido apresenta espaços entre as células – **meatos** e **lacunas**.

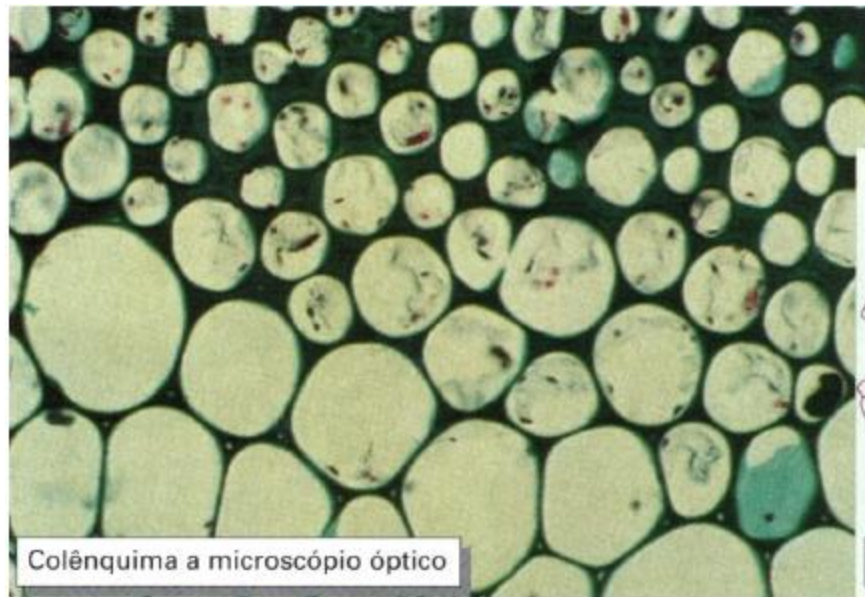


Funções: Produção de substâncias, armazenamento de reservas e fotossíntese.

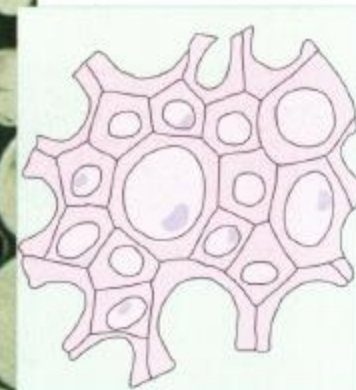
Tecidos Fundamentais

Colênquima

Tecido simples que predomina nas plantas jovens. Constituído por células vivas, **geralmente prismáticas**, com paredes **espessadas** por depósitos de **celulose**.



Colênquima a microscópio óptico



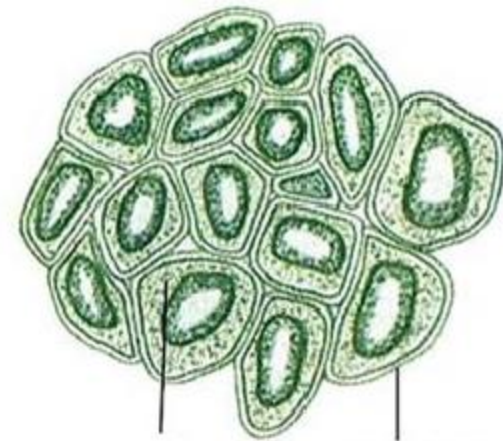
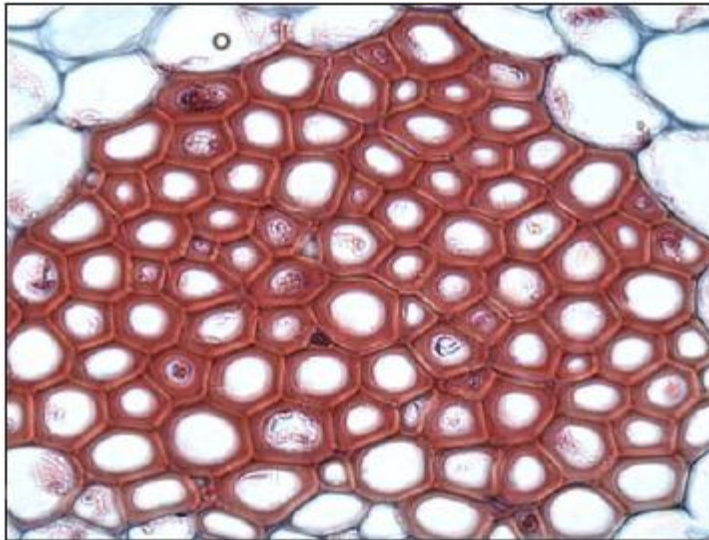
Esquema interpretativo

Funções: Suporte.

Tecidos Fundamentais

Esclerênquima

Tecido que predomina nas plantas adultas. Constituído por **células mortas**, com paredes espessas devido à deposição de **lenhina**.



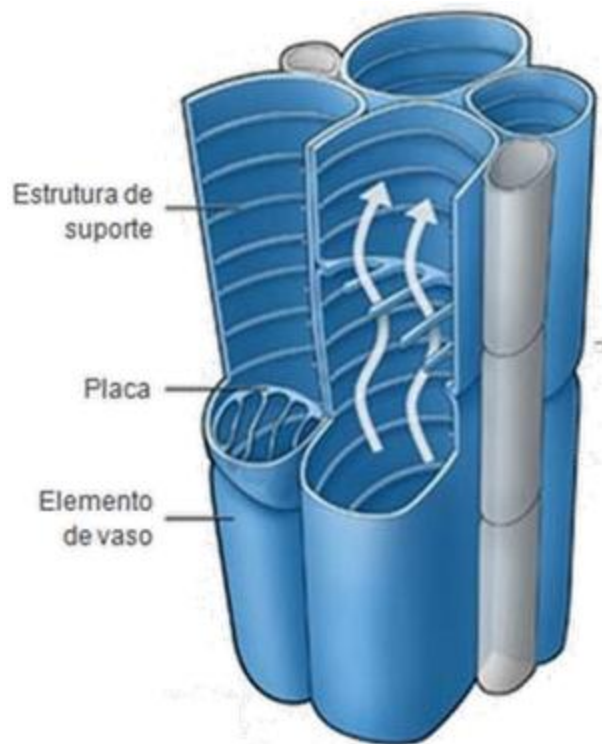
Espessamento secundário

Parede celular primária

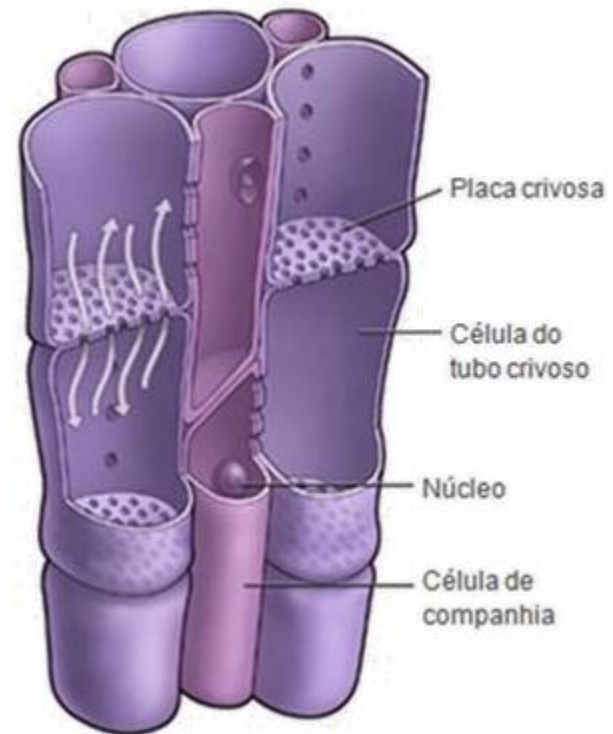
Funções: Suporte, resistência e protecção.

Tecidos de transporte

As **plantas vasculares** apresentam dois tecidos condutores de características e funções diferentes – o **xilema/lenho** e o **floema/liber**.



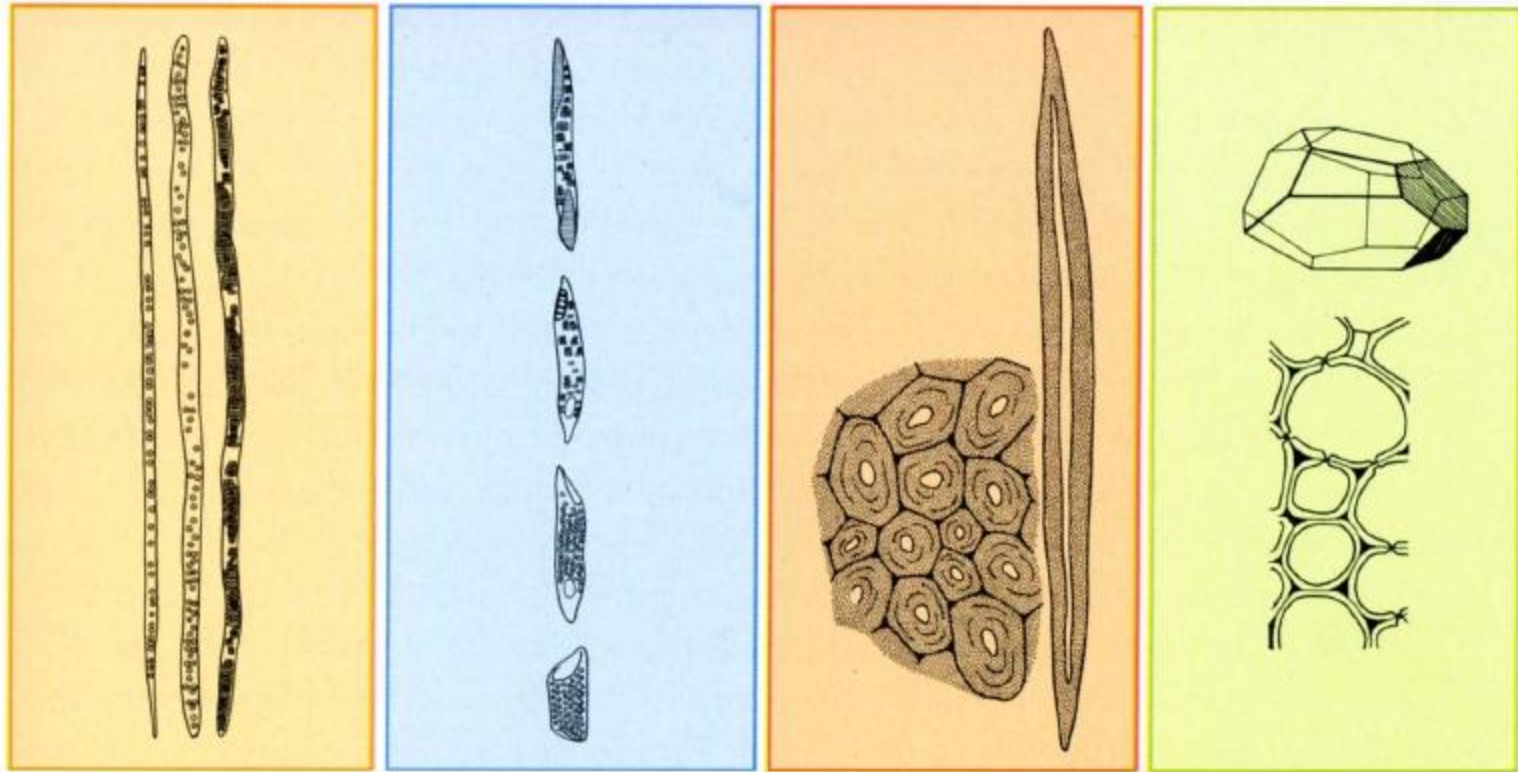
Xilema



Floema

Xilema ou Lenho

Vaso através do qual se movimenta a **seiva bruta** (água e sais minerais) com um pH ligeiramente ácido.

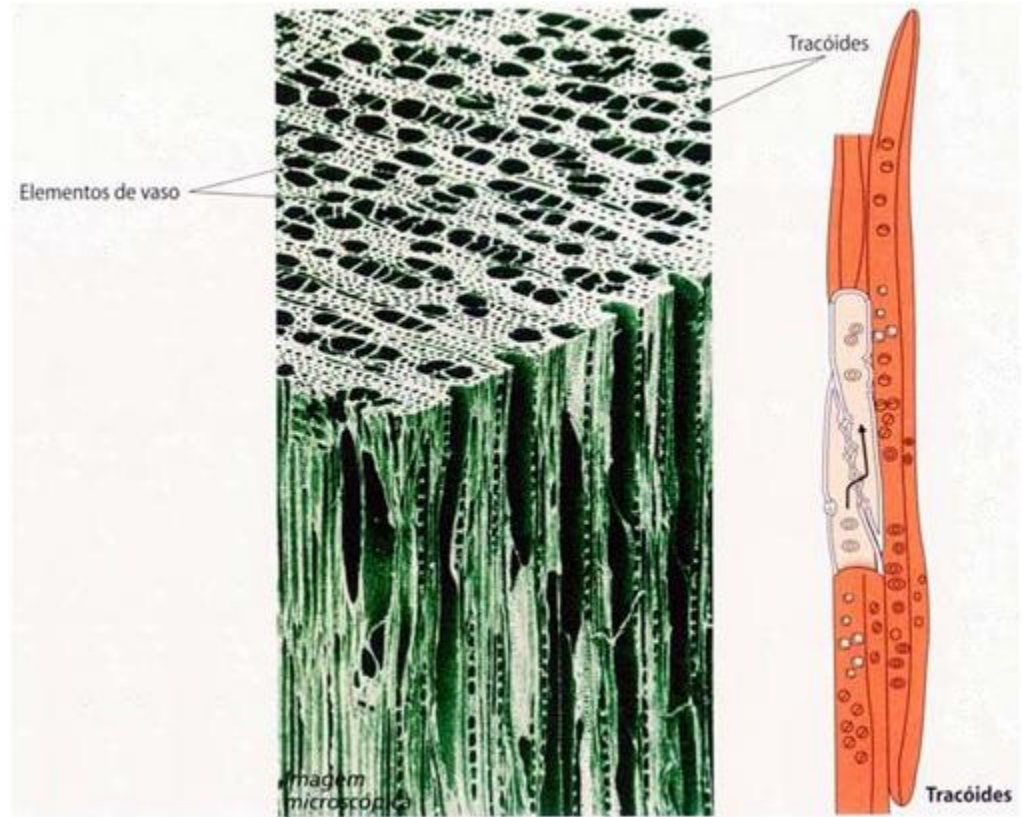
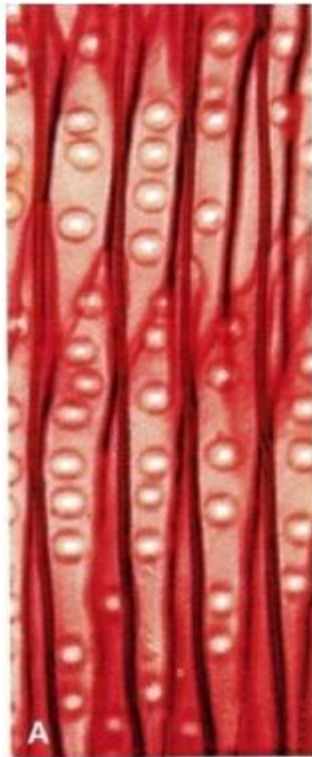


Esta **translocação** é efectuada da raiz para todas as partes aéreas da planta.
Tecido constituído por três tipos de **células mortas** e uma célula viva.

Xilema ou Lenho

Tracóides

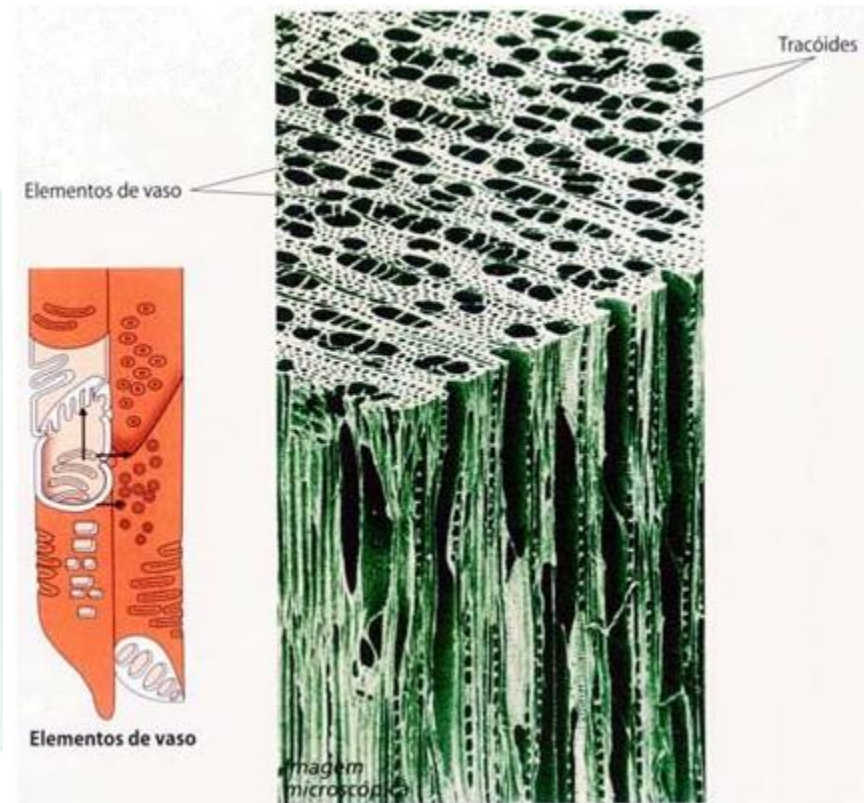
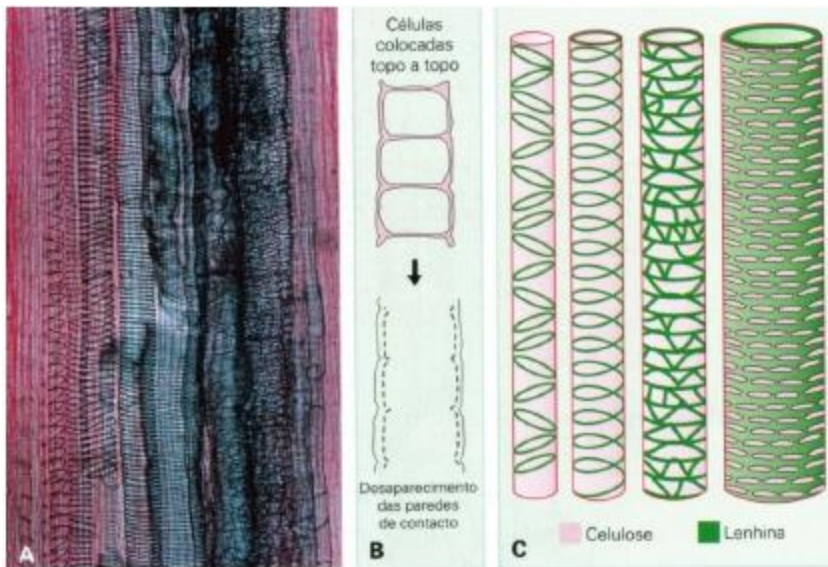
são elementos **condutores** de seiva bruta. Pequeno **calibre**, **longos** e de **extremidades afiladas**. Têm **paredes laterais lenhificadas** (rigidez).



Xilema ou Lenho

Elementos dos vasos

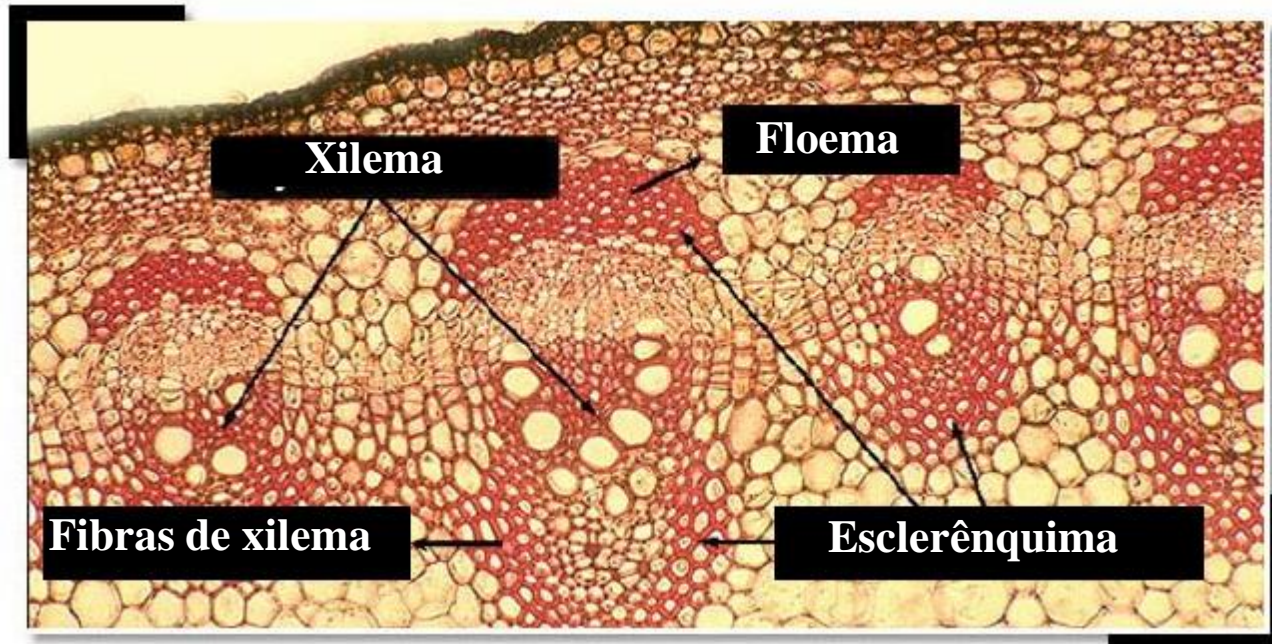
são elementos **condutores** de seiva bruta. São vasos de grande **calibre** e apresentam **paredes laterais lenhificadas** (rigidez).



Xilema ou Lenho

Fibras

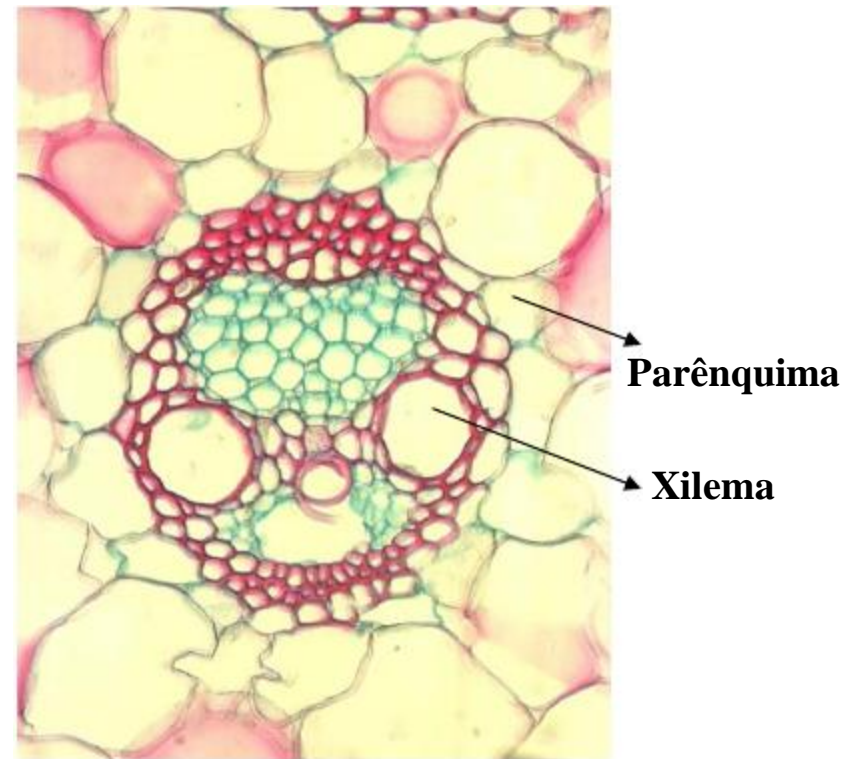
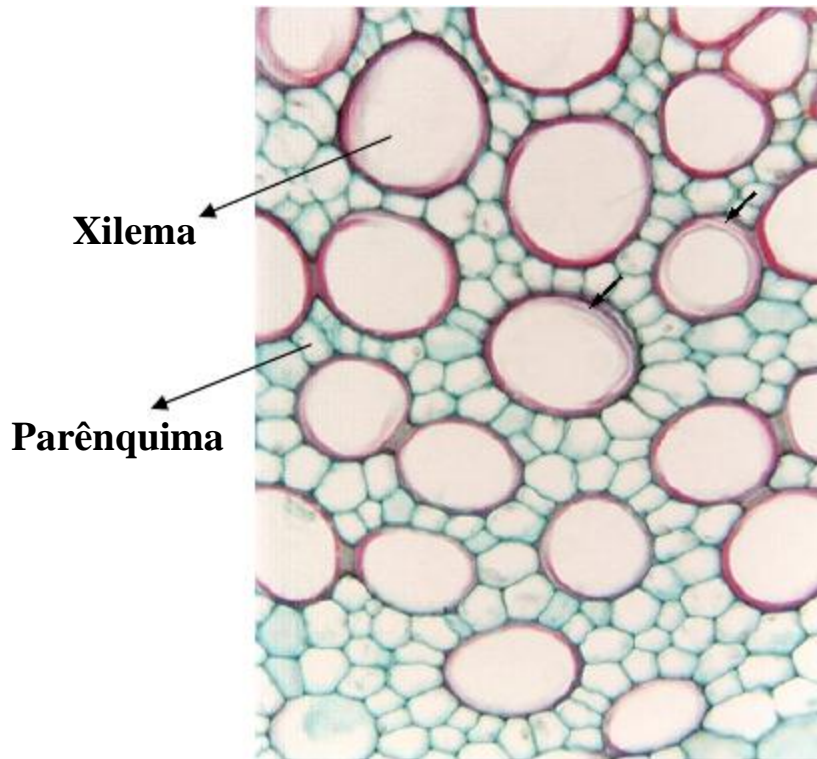
são células **longas** com função de **sustentação** que apresentam também as suas **paredes lenhificadas**.



Xilema ou Lenho

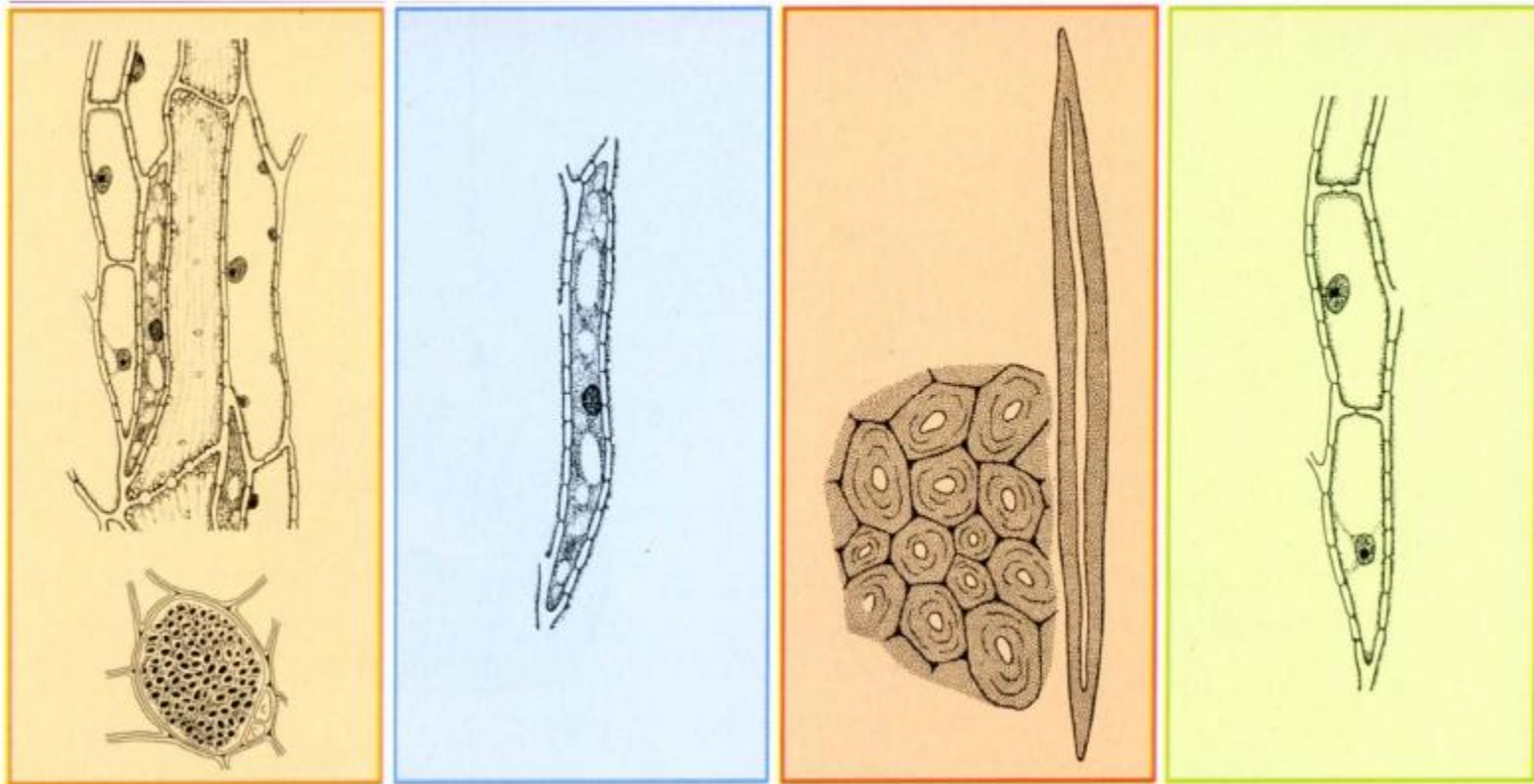
Parênquima

único tecido constituído por **células vivas**, apresenta diversas funções (fotossíntese, secreção e **armazenamento** de amido).



Floema ou Liber

Vaso através do qual se desloca a **seiva elaborada** (água e **solutos orgânicos** – sacarose, a.a, nucleótidos, hormonas,)

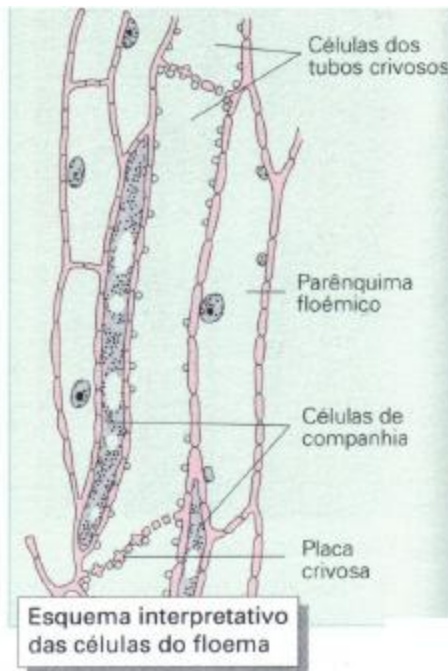
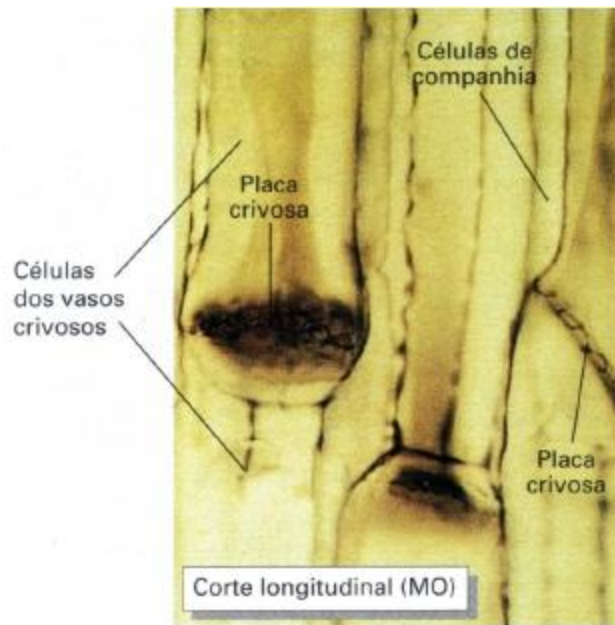


Esta **translocação** é efectuada da folha para outros órgãos da planta. Tecido constituído por três tipos de **células vivas** e uma célula morta.

Floema ou Liber

Células dos tubos crivosos

são elementos **condutores** de **seiva floémica**.

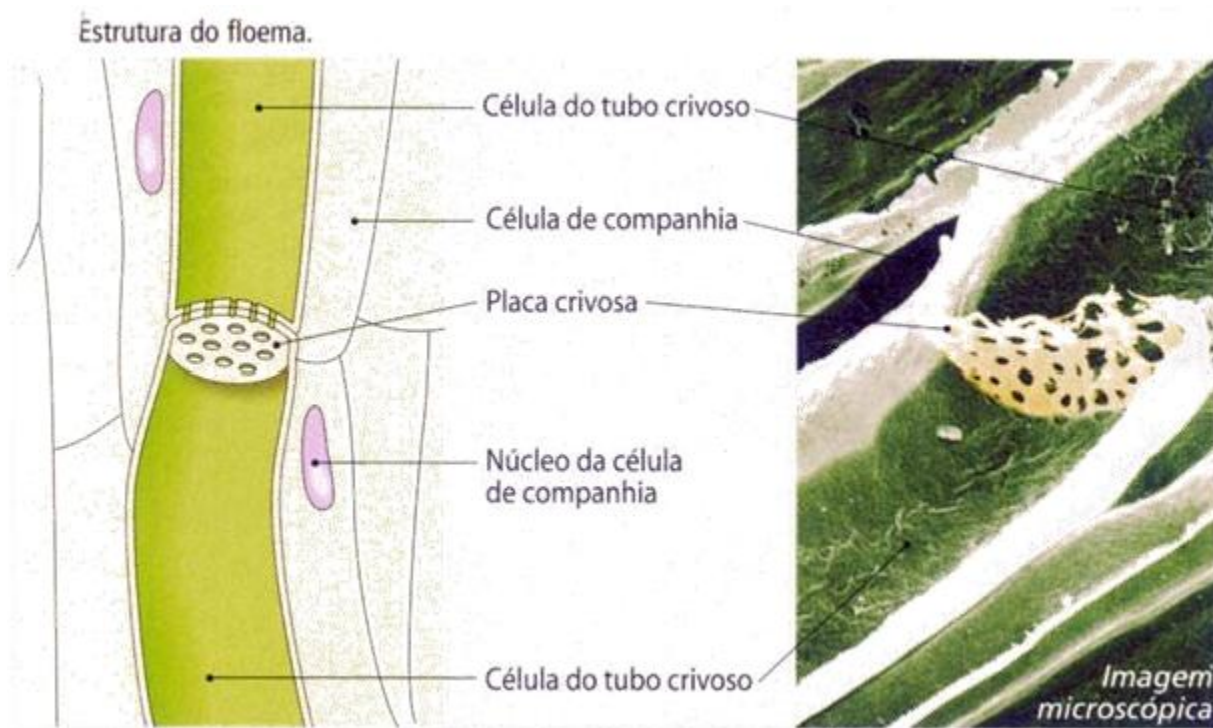


Estão ligadas entre si, topo a topo, pela **placa crivosa** (parede transversal com **orifícios** através dos quais as células comunicam).

Floema ou Liber

Células de companhia

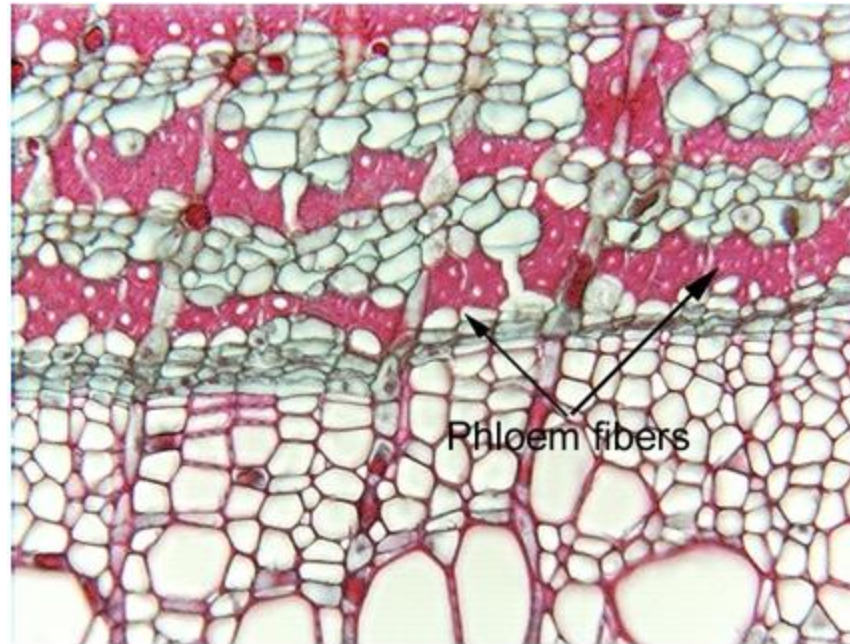
encontram-se intimamente associadas às **células dos tubos crivosos interagindo** com elas de forma a permitir o **movimento** de materiais no floema.



Floema ou Liber

Fibras

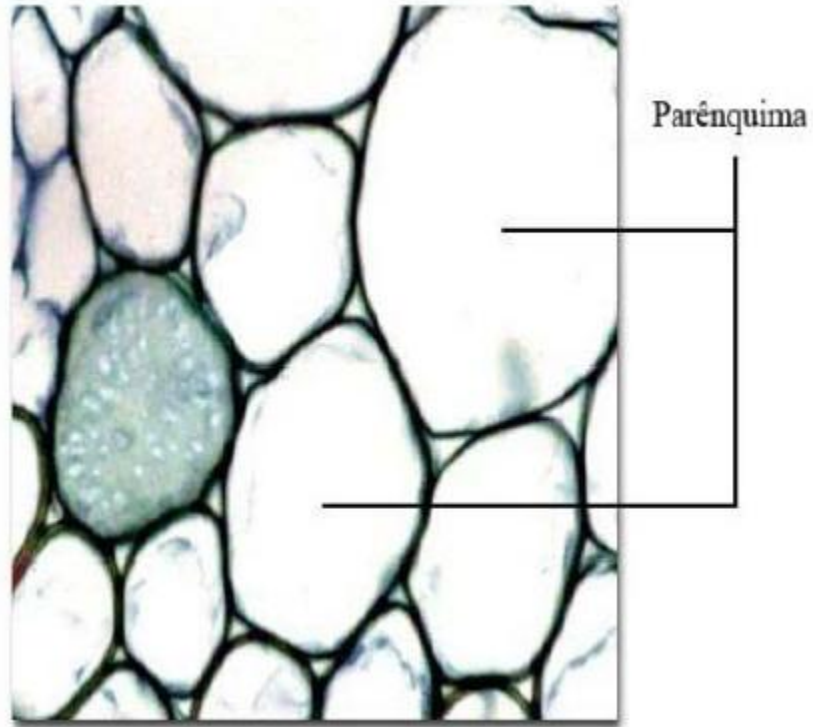
são as únicas células mortas do floema, têm uma função de **sustentação** (**paredes lenhificadas**).



Floema ou Liber

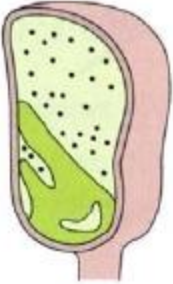







Parênquima

tecido de **células vivas** com função de reserva/armazenamento.

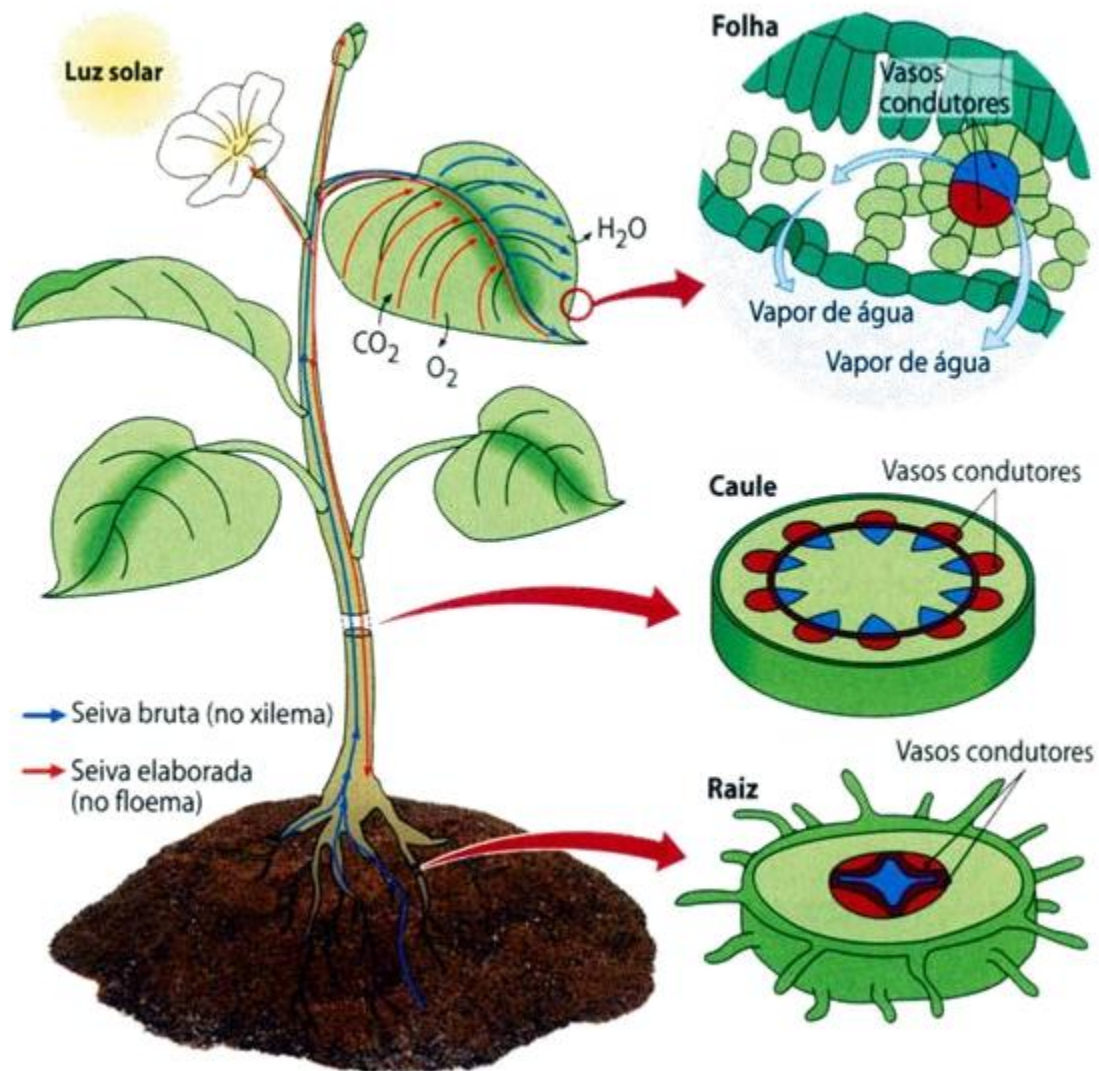


Monocotiledóneas Versus Dicotiledóneas

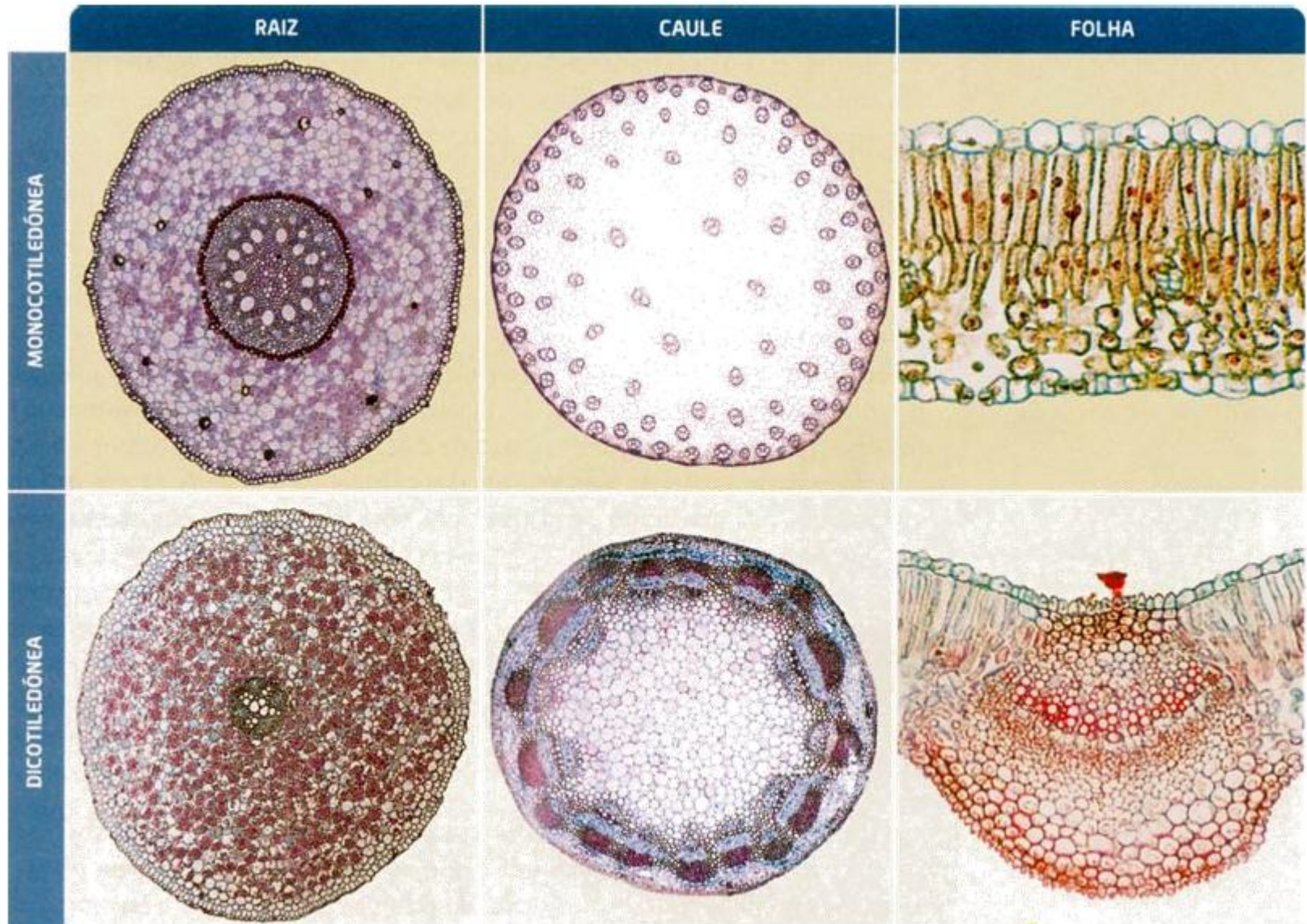
As **Angiospérmicas** podem dividir-se em **dois** grupos principais: as **monocotiledóneas** e as **dicotiledóneas**.

	COTILÉDONES	RAIZ	NERVURAS	PARTES FLORAIS
MONOCOTILEDÓNEAS	 <p>Um cotilédone</p>	 <p>Fasciculada</p>	 <p>Geralmente, paralelas</p>	 <p>Geralmente, em múltiplos de 3</p>
DICOTILEDÓNEAS	 <p>Dois cotilédones</p>	 <p>Aprumada</p>	 <p>Geralmente, ramificadas</p>	 <p>Geralmente, em múltiplos de 4 ou 5</p>

Organização geral de uma planta



Organização geral de uma planta

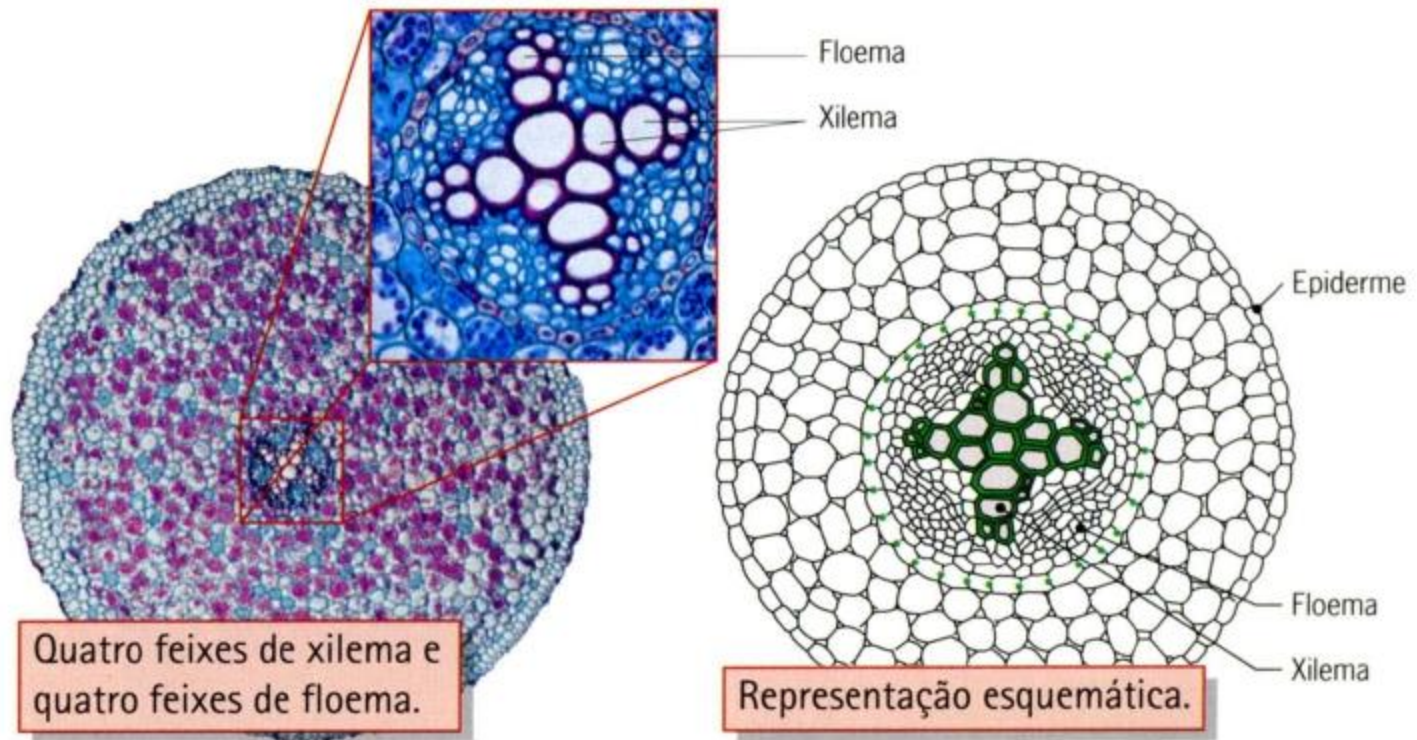


Organização geral de uma planta

Órgão Grupo	Raiz	Caule	Folha
Monocotiledóneas Dicotiledóneas	<ul style="list-style-type: none"> - Zona cortical geralmente mais desenvolvida que o cilindro central - Endoderme distinta - Feixes condutores simples e alternos - Xilema primário centrípeto - Tecidos de suporte, sobretudo no cilindro central 	<ul style="list-style-type: none"> - Zona cortical menos desenvolvida que o cilindro central - Endoderme pouco distinta - Feixes condutores duplos e colaterais - Xilema primário centrífugo - Tecidos de suporte, sobretudo na periferia 	<ul style="list-style-type: none"> - Epiderme na página superior e na página inferior - Mesófilo constituindo o parênquima clorofilino - Feixes duplos e colaterais, geralmente associados a tecidos de suporte
Mono-cotiledóneas	<ul style="list-style-type: none"> - Endoderme geralmente com células de paredes espessadas em U - Feixes de xilema e feixes de floema abundantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Feixes condutores fechados, distribuídos irregularmente ou formando dois ou mais anéis concêntricos 	<ul style="list-style-type: none"> - Estomas, em regra igualmente distribuídos pelas duas páginas - Mesófilo geralmente simétrico - Feixes condutores colaterais e fechados
Dicotiledóneas	<ul style="list-style-type: none"> - Endoderme geralmente com bandas de Caspary - Feixes de xilema e feixes de floema pouco numerosos. Geralmente não ultrapassam quatro ou cinco feixes 	<ul style="list-style-type: none"> - Feixes condutores abertos formando uma única série 	<ul style="list-style-type: none"> - Estomas principalmente abundantes na página inferior - Mesófilo geralmente assimétrico - Feixes condutores colaterais, podendo existir um câmbio intrafascicular ao nível da nervura principal

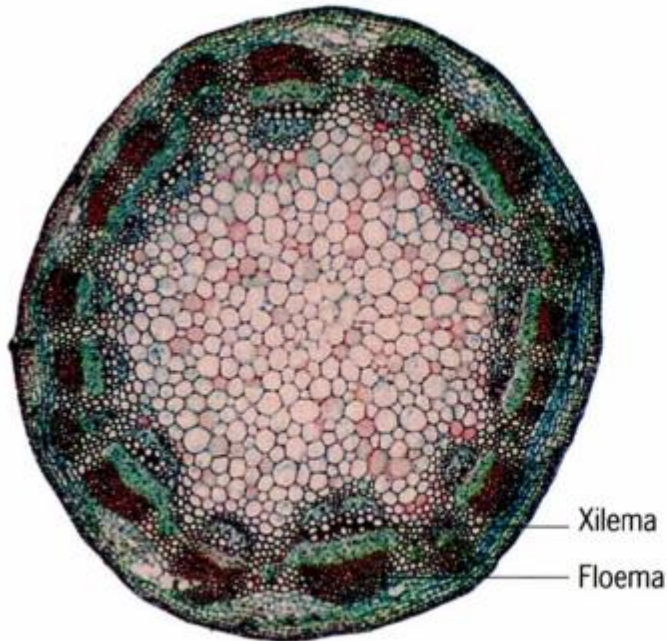
Feixes condutores - raiz

Feixes condutores simples e alternos (constituídos apenas por **floema** ou **xilema** alternadamente). O número de feixes é variável.

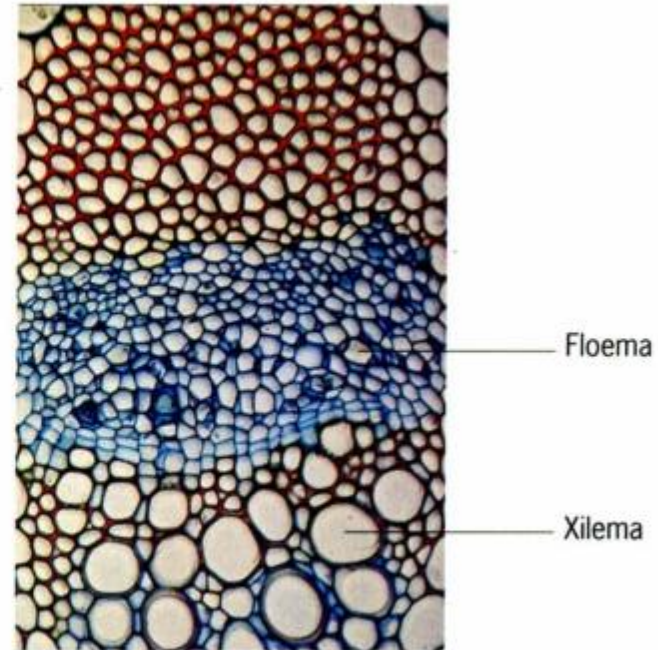


Feixes condutores - caule

Feixes condutores duplos e colaterais (cada feixe possui xilema e floema colocados lado a lado). O **floema** está na parte externa e o **xilema** na interna.



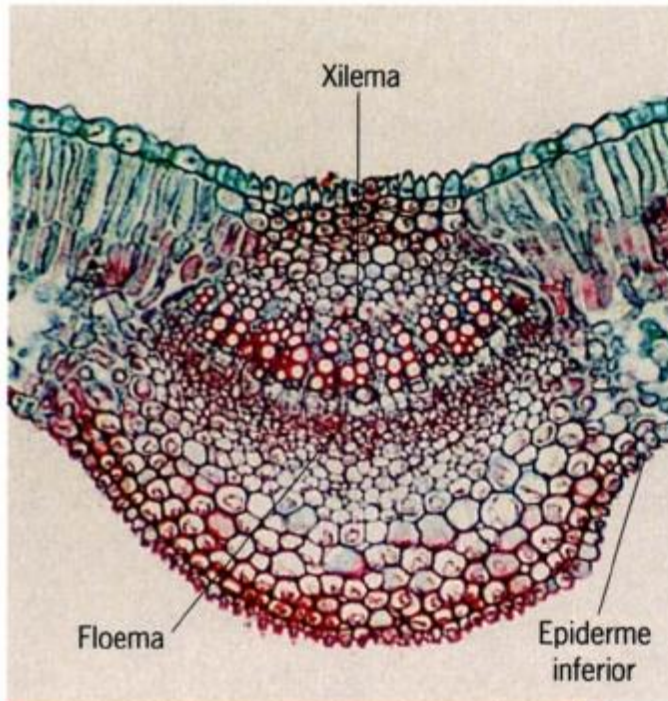
Localização dos feixes condutores.



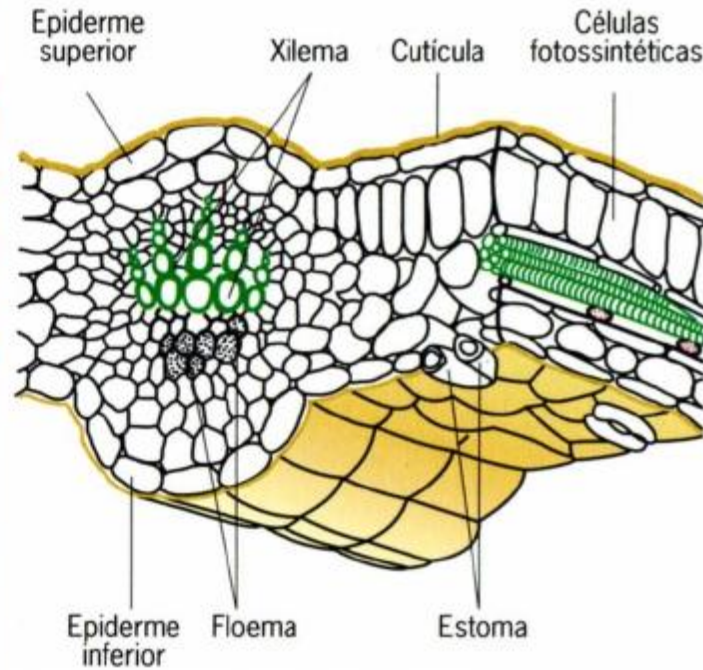
Feixe condutor ampliado.

Feixes condutores - folha

Feixes condutores duplos e colaterais (cada feixe possui xilema e floema colocados lado a lado). O **xilema** está voltado para a página superior.



Localização dos feixes condutores.



Representação esquemática.

Absorção de água e sais minerais

A maior parte da **água** e **sais minerais** necessários à vida das plantas são absorvidos pelas **raízes**. Uma parte significativa do **peso** das plantas é **água**.

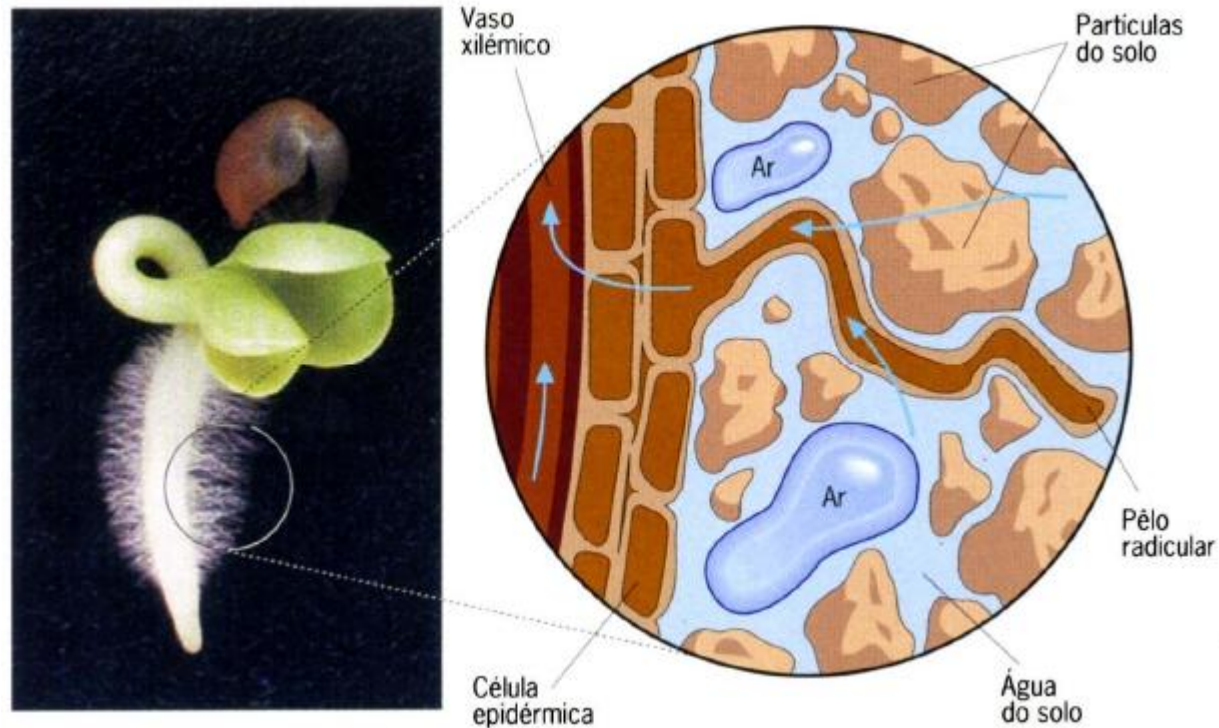


As plantas perdem por **transpiração** grandes quantidades de **água**, por isso necessitam de uma captação de água eficaz para compensar essas perdas.

Absorção de água e sais minerais



As **plantas** evoluíram no sentido de desenvolverem mecanismos para uma maior **eficácia** na **absorção** de água

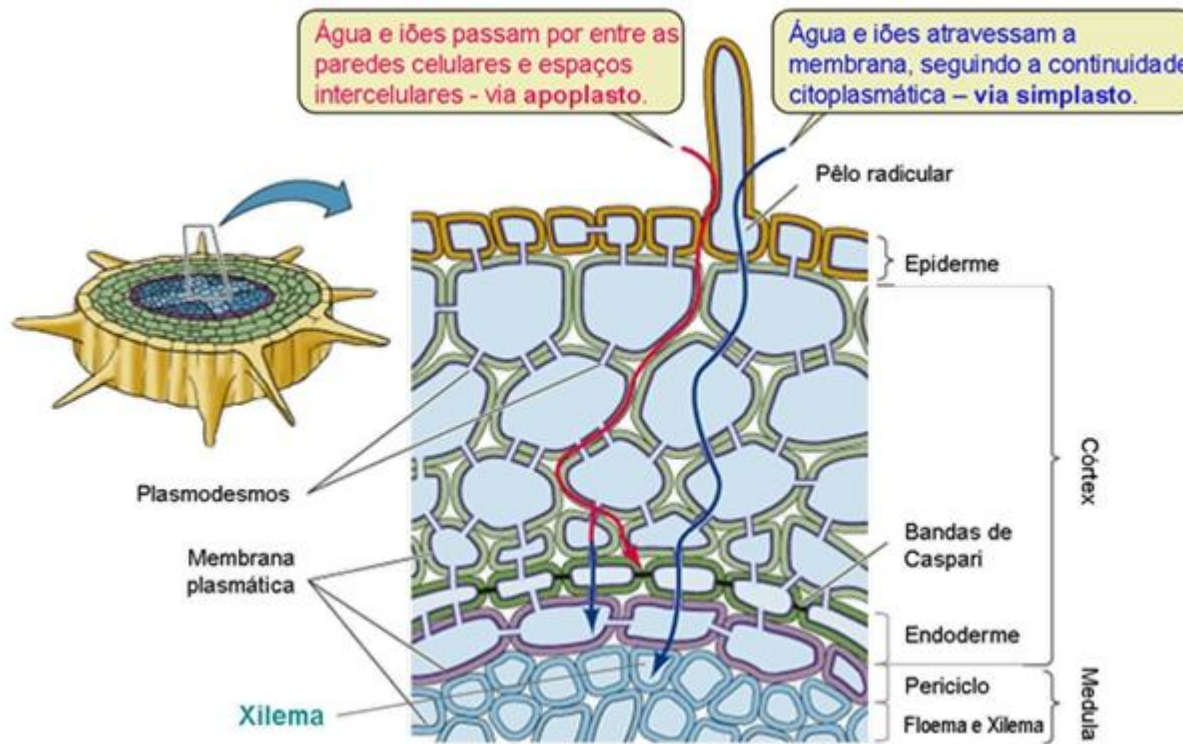


A presença de **pêlos radiculares** foi fundamental nessa **adaptação**. Estes **aumentam a superfície de contacto** das células da **raiz** com o solo. _____

Absorção de água e sais minerais



Nas células da **raiz** o meio intracelular é **hipertónico**, acumulando através de **transporte activo**, iões em concentrações muito superiores às do solo.

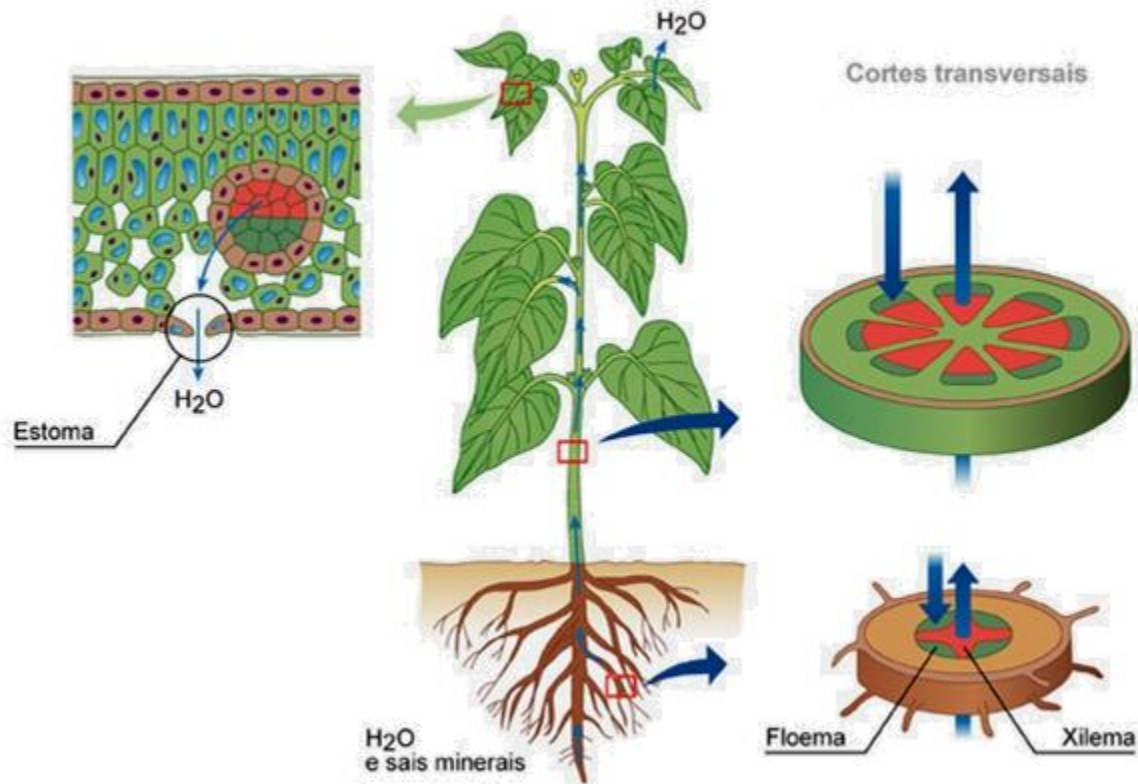


Nestas condições o movimento da água dá-se por **osmose**, do solo para as células da raiz.

Este **mecanismo** continua até ao **xilema**, originado um **gradiente osmótico** que provoca o movimento da água. Ocorre também **difusão** de alguns **sais** que estejam mais concentrados no solo.

Transporte no xilema

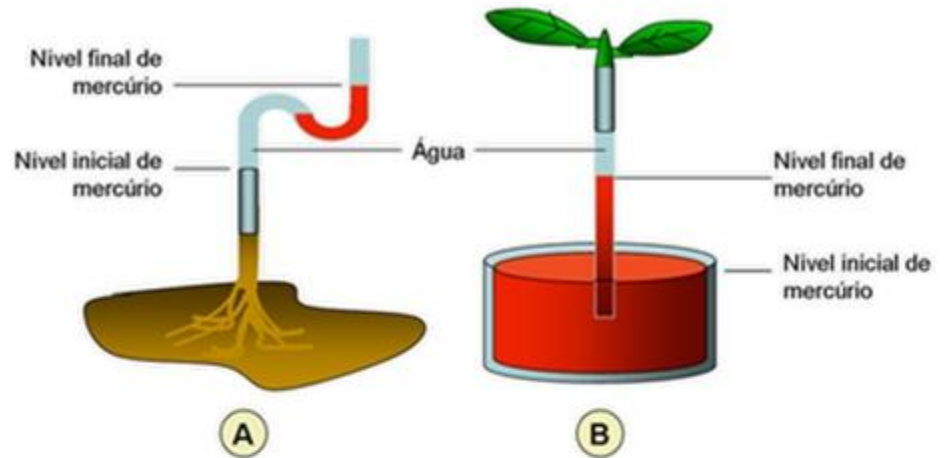
Quando a **água** e os **sais minerais** atingem o **xilema**, constituem a **seiva bruta** que é transportada ao longo da planta até aos órgãos fotossintéticos.



Existem **duas teorias** que permitem explicar este movimento: **pressão radicular** e **tensão-coesão-adesão**.

Teoria da Pressão radicular

O **transporte activo** de **iões** provoca uma elevada **pressão osmótica** nas células, o que determina o **movimento da água**.



A acumulação de **água** nas células gera uma **pressão radicular** (pressão de **turgescência**) que provoca a ascensão da **seiva bruta** nos **vasos xilémicos**.

Teoria da Pressão radicular

EVIDÊNCIAS

Em algumas plantas observa-se o fenómeno da **exsudação** (libertação de **água** e sais minerais sob pressão) quando se efectua um corte no caule junto ao solo.



O fenómeno de **gutação**, que se observa em algumas plantas, em que a **água** é forçada a sair por aberturas existentes nas suas folhas.

Teoria da Pressão radicular

LIMITAÇÕES

A **pressão radicular** não é suficiente para explicar o movimento da **seiva bruta** até à parte superior das plantas de **grande porte**.

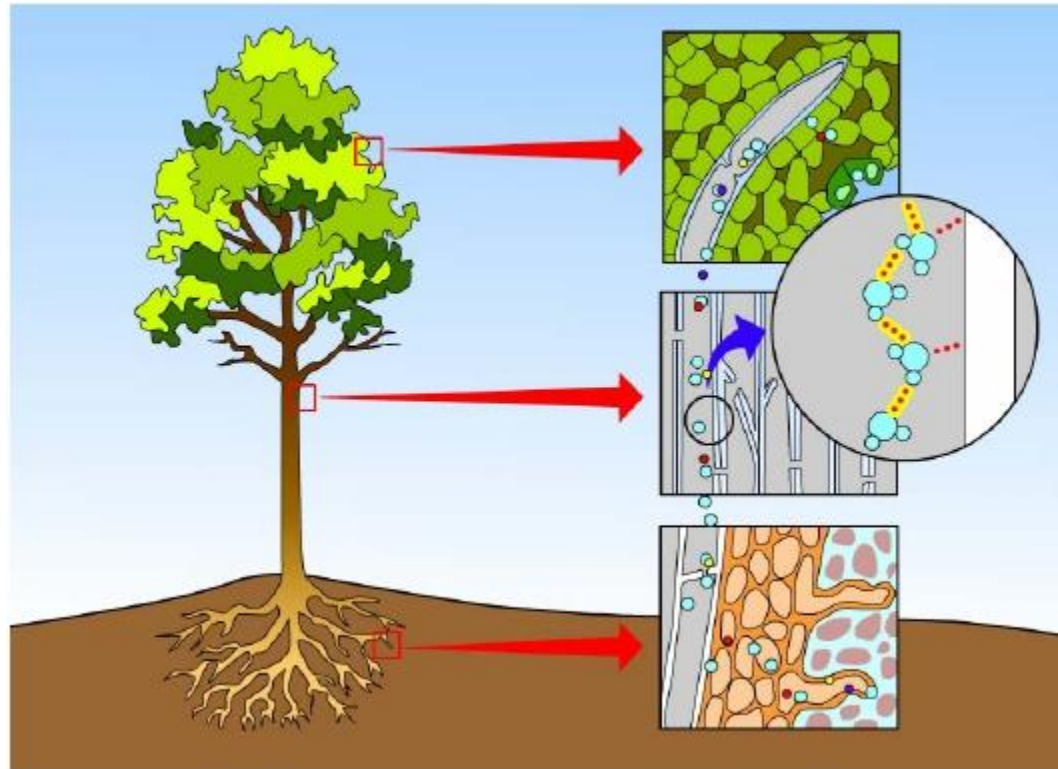


A maioria das plantas não apresenta **gutação** nem **exsudação**. Existem **Coníferas** com pressão radicular zero.

Teoria da Tensão-Coesão-Adesão

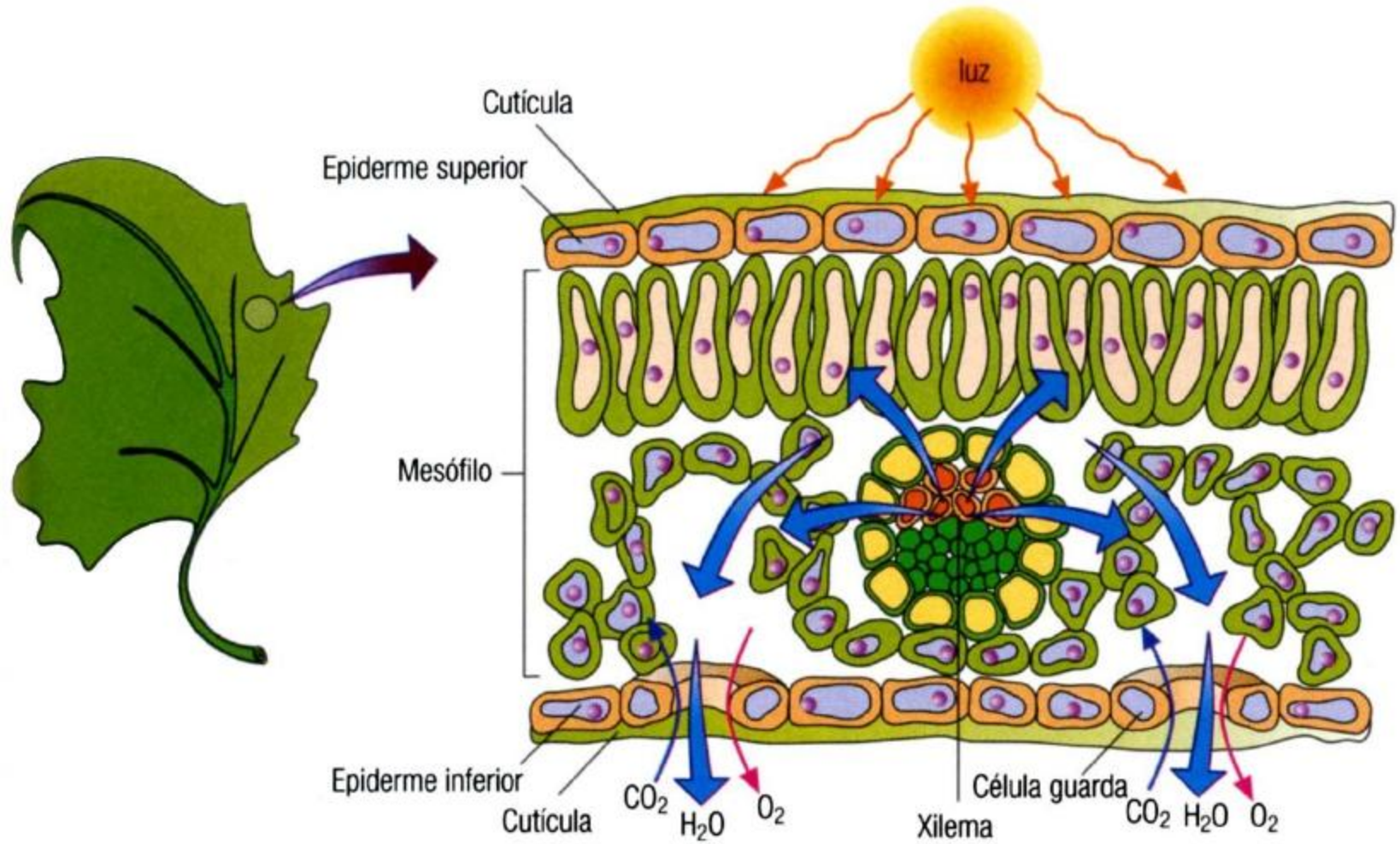


A **transpiração** que ocorre nas **folhas** através dos **estomas** é o mecanismo que permite o movimento da **seiva bruta** no **xilema**.



Os **estomas** são estruturas celulares que **controlam** as perdas de água por **transpiração** através da capacidade que têm de abertura e fecho do **ostíolo**.

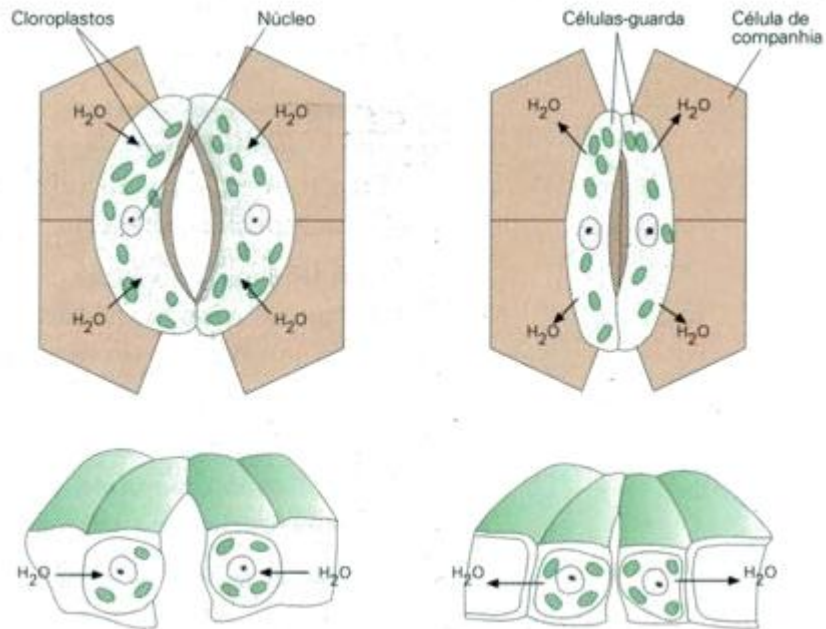
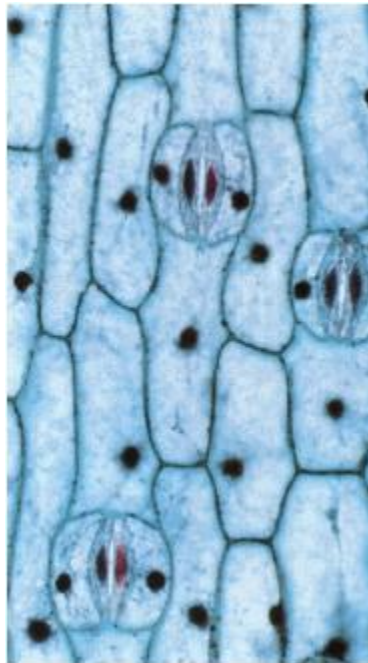
Transpiração



Abertura e fecho dos estomas



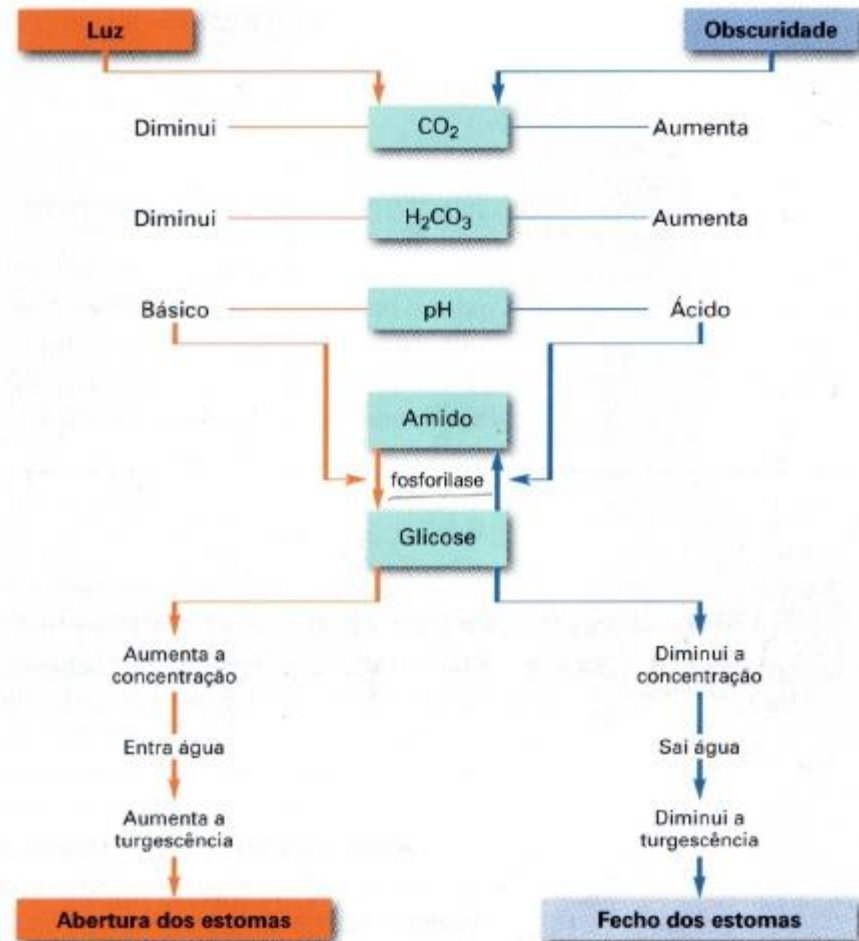
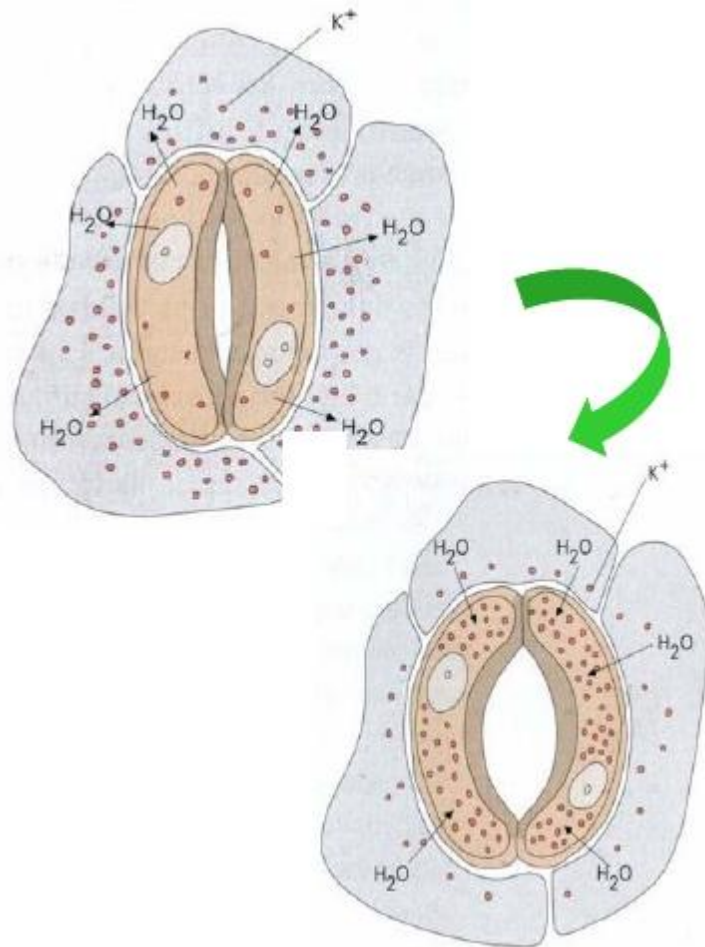
Quando a célula está **túrgida**, a **água** exerce uma **pressão de turgescência** sobre a parede celular, induzindo à **abertura** do estoma.



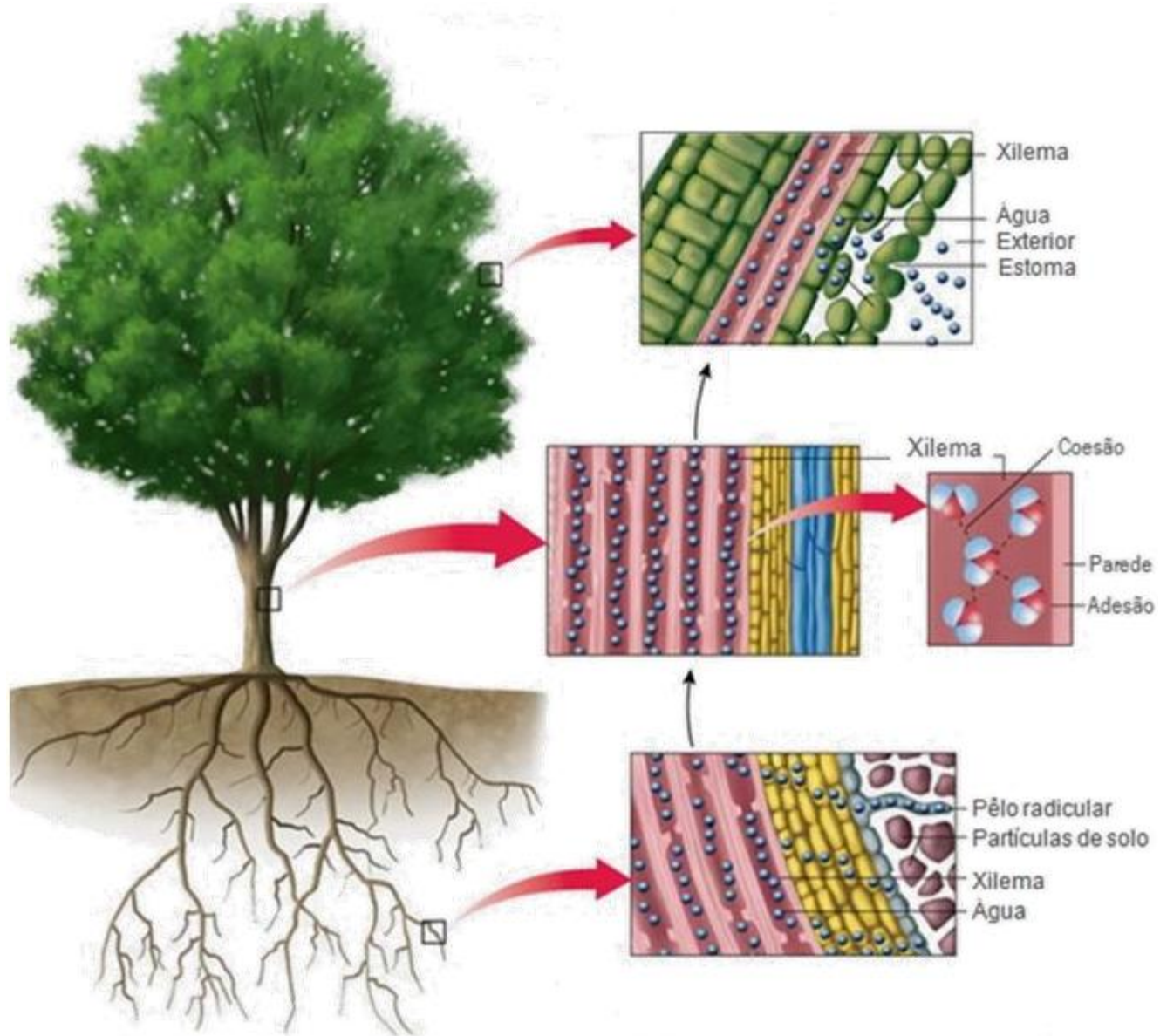
Se as **células-guarda** perdem **água**, a **pressão de turgescência** diminui e o estoma retoma a sua forma original. O **ostíolo fecha**.

Abertura e fecho dos estomas

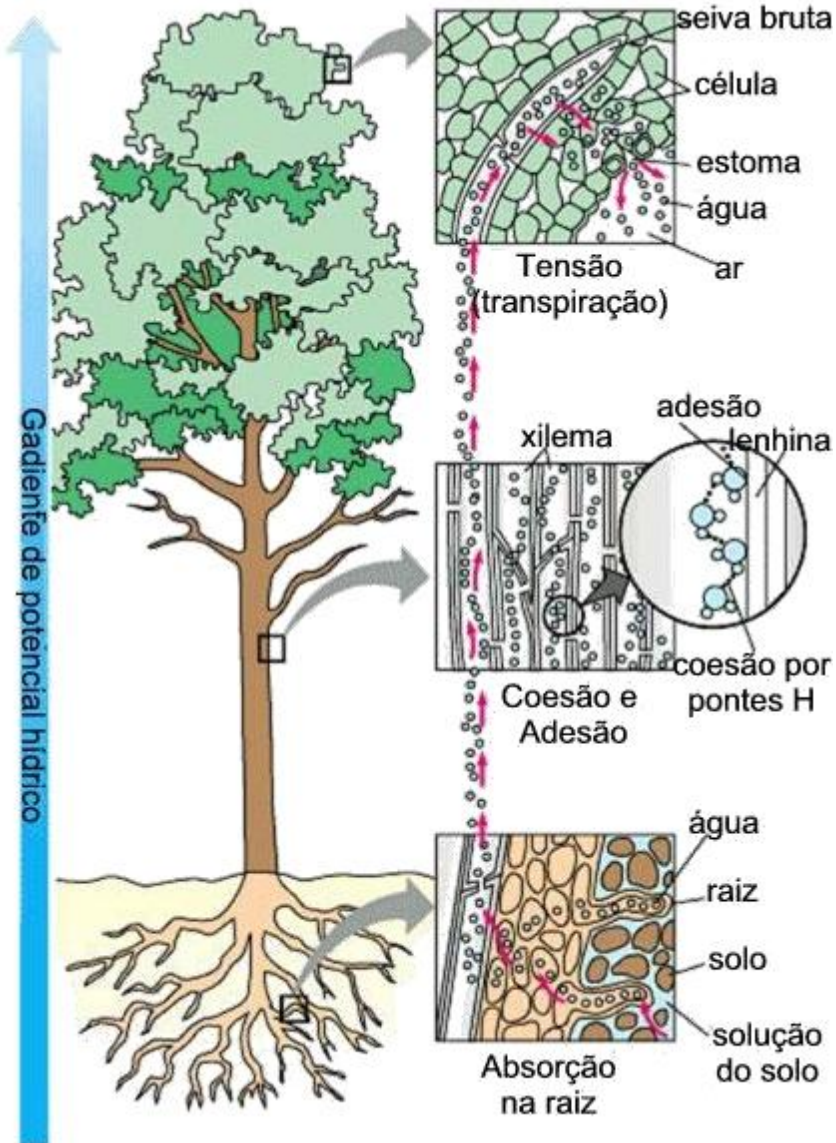
Factores que interferem no funcionamento dos **estomas**: concentração de iões, intensidade luminosa, concentração de CO₂ e pH.



Teoria da Tensão-Coesão-Adesão



Teoria da Tensão-Coesão-Adesão



A planta perde água (**transpiração**)



O interior das células-guarda fica **hipertónico**



Aumento da sua **pressão osmótica**



Movimento de **água** para as células-guarda



Gera-se uma **tensão**/força de **sucção**



A **seiva bruta** desloca-se da **raiz** até às folhas

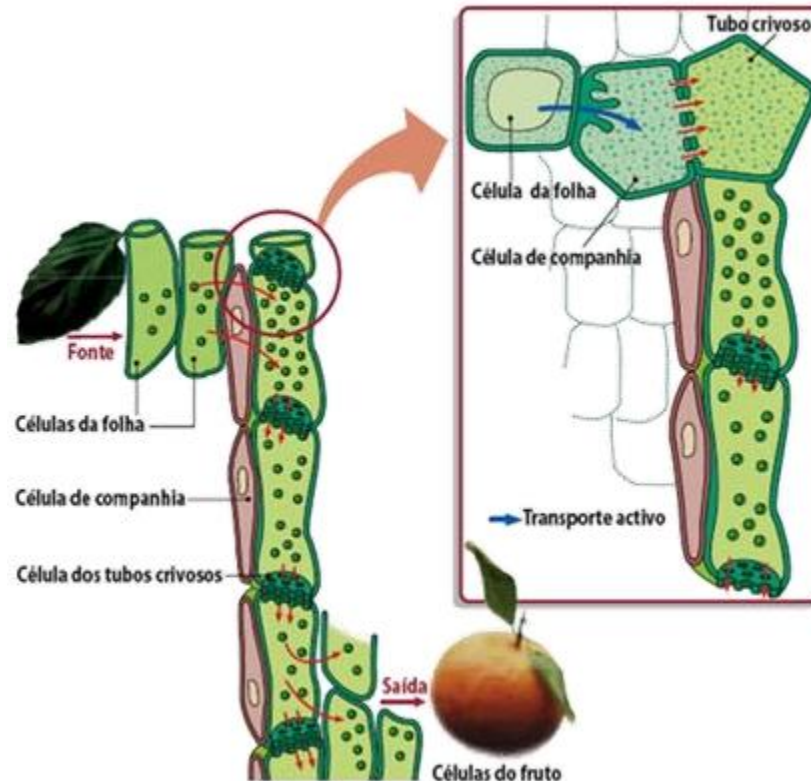


O fluxo contínuo é mantido devido às forças de **coesão** e **adesão** das moléculas de **água**.

Transporte no floema



As **plantas** produzem, através da **fotossíntese**, a **matéria orgânica** que distribuem por todo o seu organismo, transportada pelo **floema**.

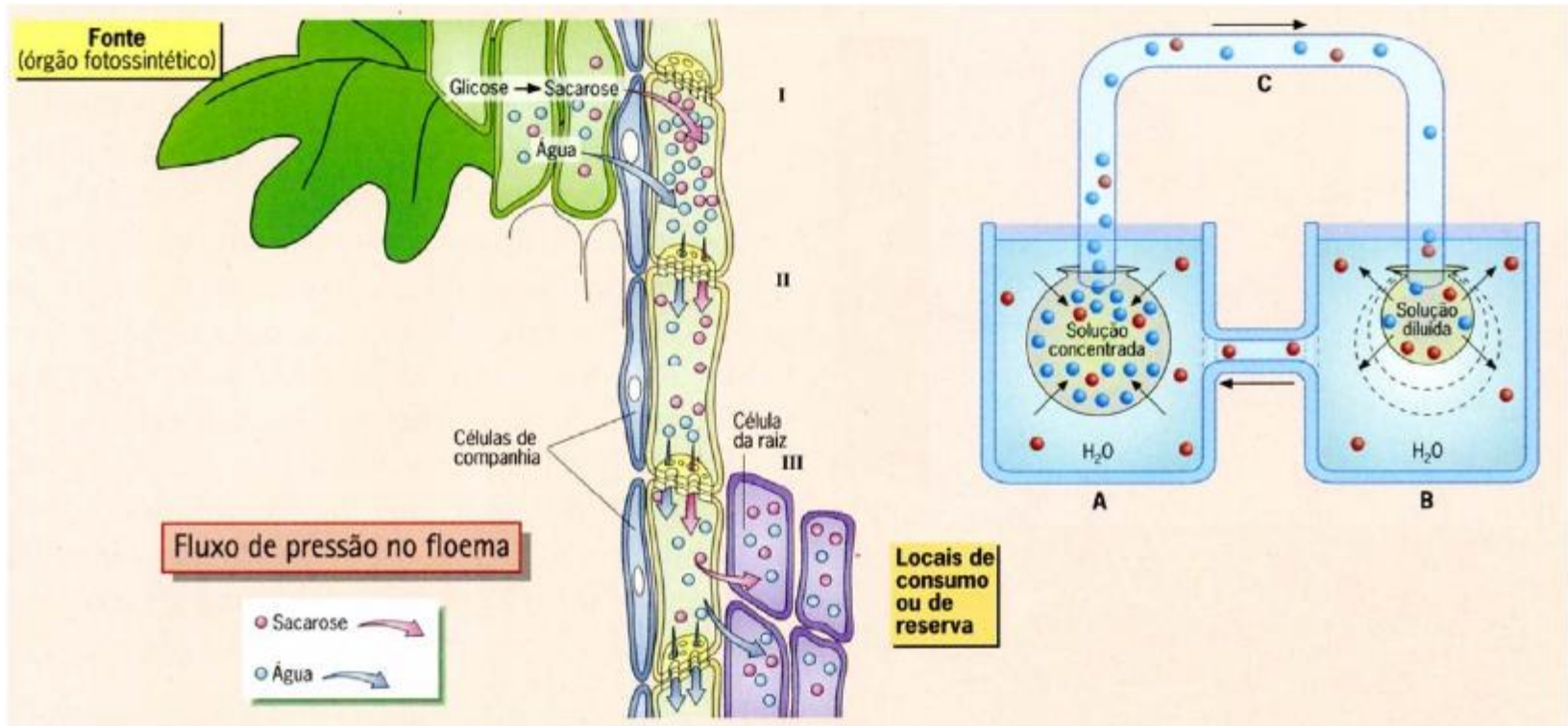


A **seiva elaborada** é constituída por **compostos orgânicos** [glúcidos simples (sacarose), a.a, hormonas e nucleótidos], **água** e **substâncias minerais**.

Hipótese do Fluxo de Massa



Esta teoria (**fluxo sob pressão**) apresentada por **Munch** é a mais aceita para explicar a **translocação** da **seiva floémica**.

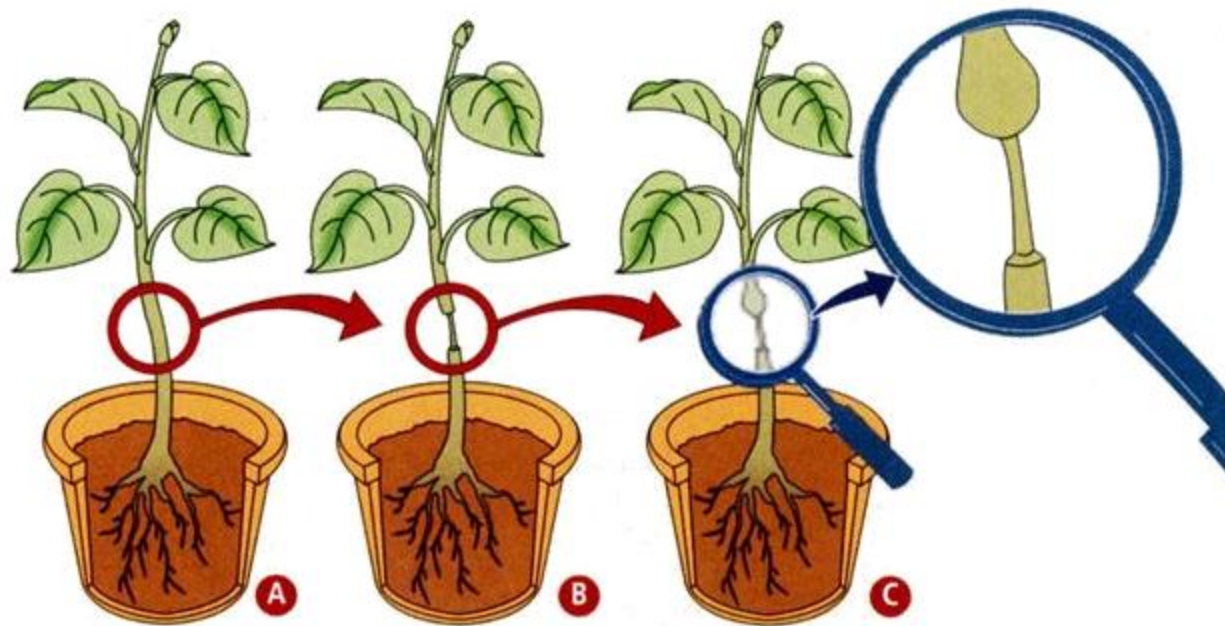


A existência de diferentes [sacarose] entre os **órgãos produtores** e os **órgãos consumidores/armazenamento** desencadeiam mecanismos que provocam este **movimento**.

Hipótese do Fluxo de Massa

EVIDÊNCIAS

A **remoção** do **anel** do caule levou à interrupção da **translocação floémica**. Passado algum tempo, nota-se um **aumento de volume** da zona situada imediatamente acima do corte, pois acumula-se aí a seiva floémica.



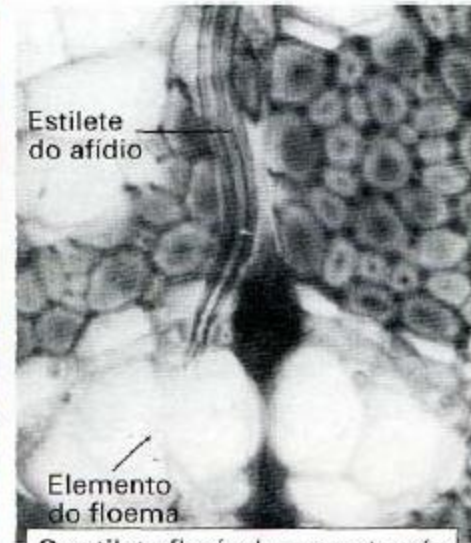
Hipótese do Fluxo de Massa

EVIDÊNCIAS

Experiências realizadas com **afídeos**, em meados do século passado, permitiram obter um melhor conhecimento da constituição da **seiva elaborada**.



Extracção da seiva floémica pelo afídio



Estilete do afídio

Elemento do floema

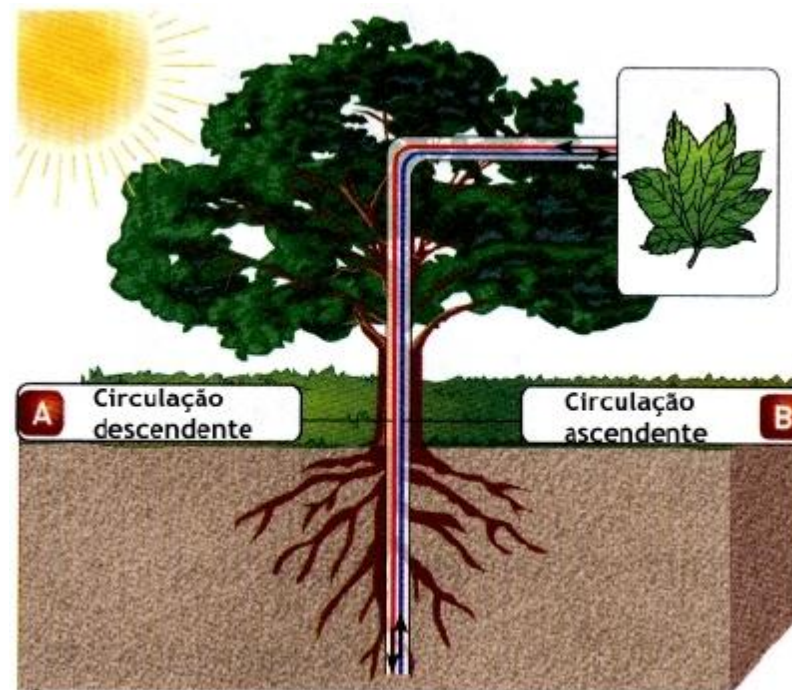
O estilete flexível passa através de várias camadas de células antes de penetrar no floema

O conteúdo **floémico** encontra-se sob **pressão** e flui em todas as direcções, a uma velocidade variável.

Hipótese do Fluxo de Massa

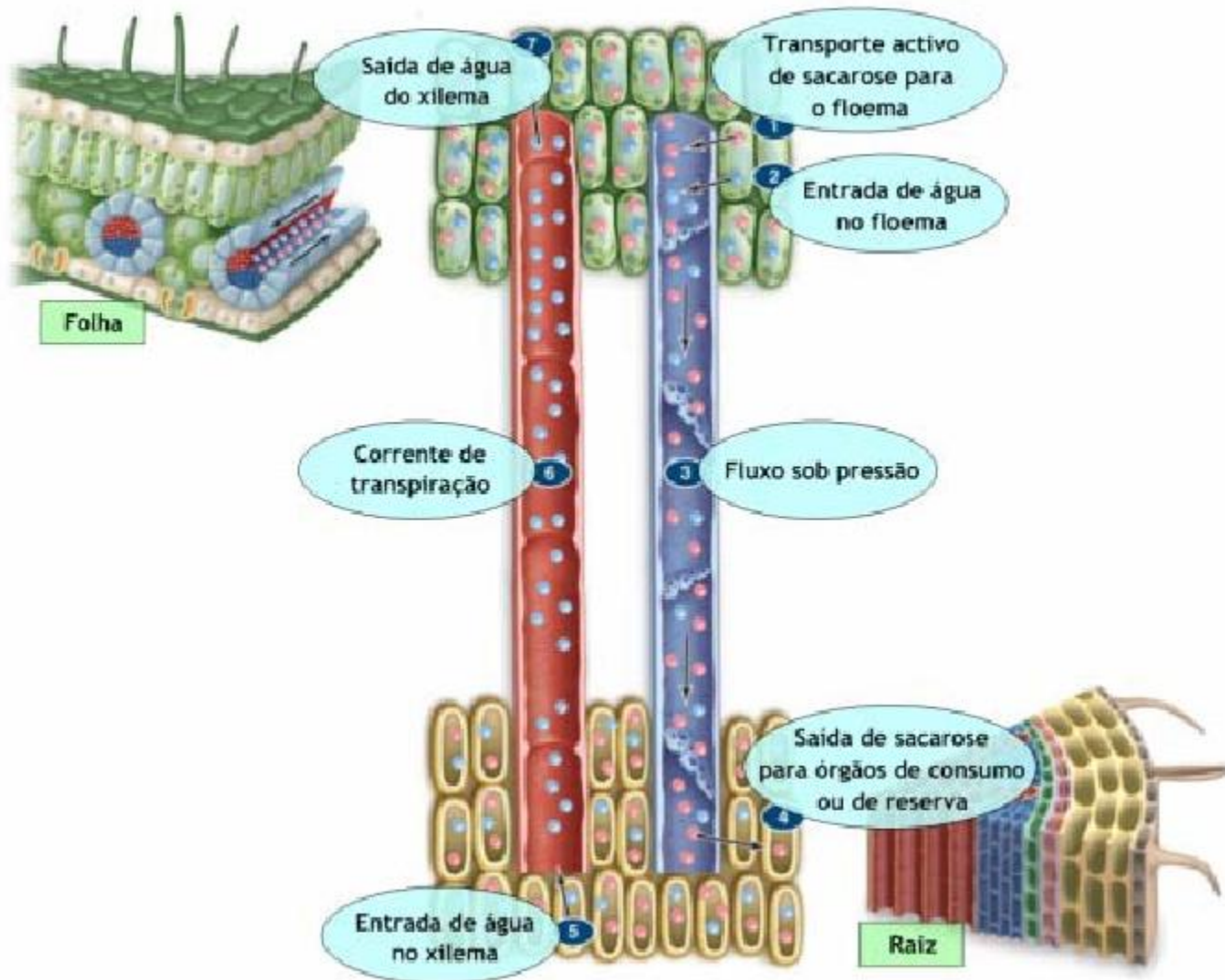
LIMITAÇÕES

Não consegue explicar o **movimento bidireccional** da seiva elaborada através das **placas crivosas**.

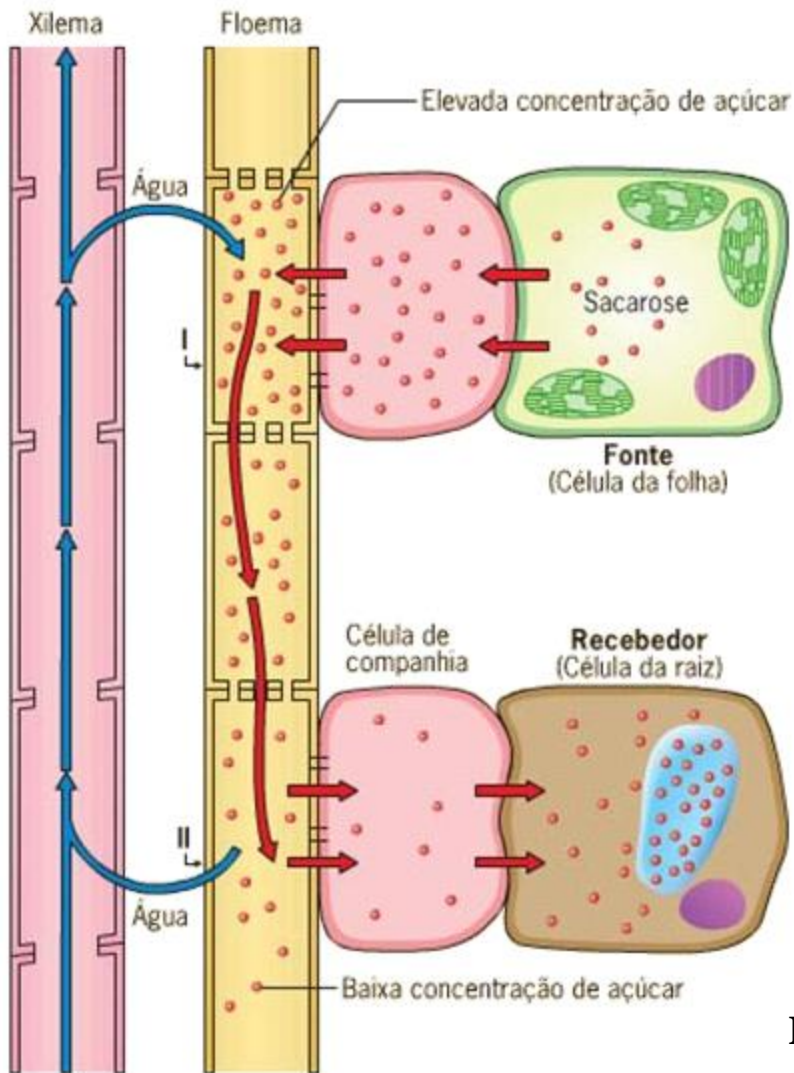


Os **modelos físicos** indicam que a **pressão** provocada pelo **fluxo de massa** não é suficiente para empurrar a seiva através das placas crivosas.

Hipótese do Fluxo de Massa



Hipótese do Fluxo de Massa



A glicose produzida é convertida em **sacarose**

Esta passa para as **células de companhia** e dos **tubos crivosos** (transporte activo)

Aumenta a **pressão osmótica** no floema

A **água** desloca-se para o interior do floema

Aumenta a **pressão de turgescência** no floema

A seiva desloca-se ao longo do floema

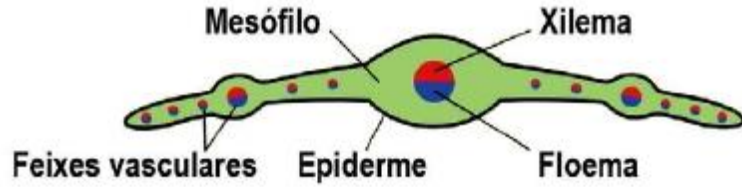
A sacarose sai para os órgãos de consumo/armazenamento (transporte activo)

Diminui a pressão osmótica no floema e água sai do floema para os tecidos vizinhos.

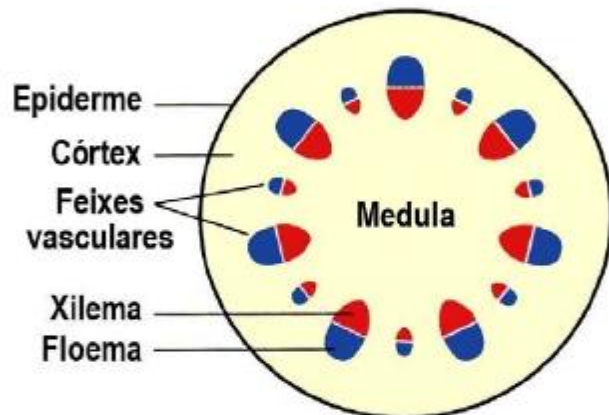
Síntese

		Tipo de transporte		
Características	Curta distância	Translocação xilémica		Translocação floémica
		Pressão radicular	Tensão-adesão-coesão	Fluxo de massa
Função	Captação de água e de sais minerais	Transporte de água e de sais minerais (seiva bruta)		Transporte de água e de matéria orgânica (seiva elaborada)
Localização	Raiz	Ao longo do corpo da planta		
Sentido	Da epiderme até ao xilema da raiz	Desde a raiz até às folhas		Desde as folhas até aos órgãos de consumo e reserva
Processos intervenientes	Osmose Difusão simples Transporte activo			Osmose Transporte activo
Factores responsáveis	Gradiente osmótico entre a epiderme e o xilema	Pressão radicular devido ao gradiente osmótico	Tensão Adesão Coesão	Gradiente de concentração da sacarose

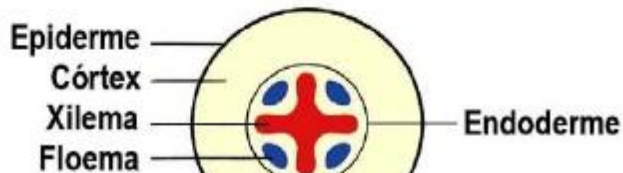
Síntese



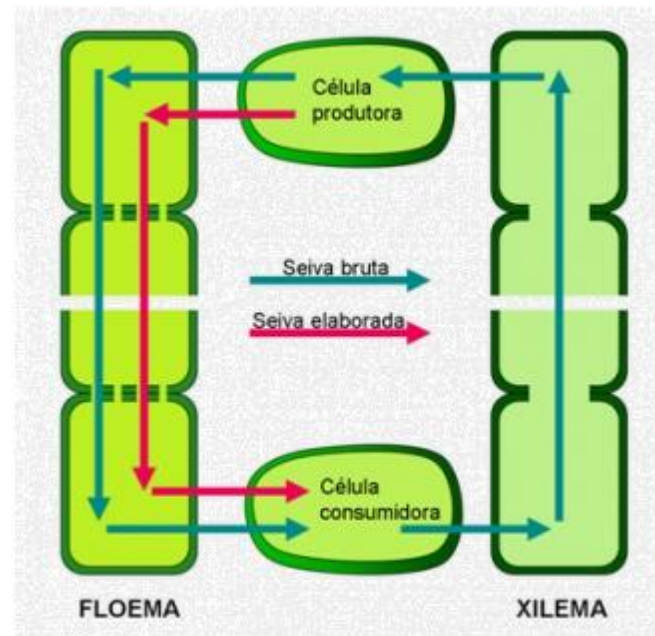
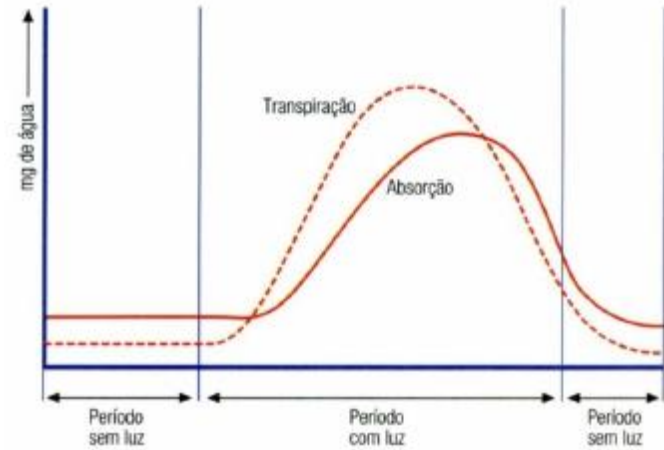
FOLHA



CAULE



RAÍZ



Bibliografia

DIAS, A. G.; GUIMARÃES, P.; ROCHA, P., *Biologia 10, Areal Editores, Porto, Portugal, 2003.*

DOMINGUES, H. V.; BATISTA, J. A., *Preparar o exame nacional Biologia e Geologia 11º ano, Texto Editores, Lisboa, Portugal, 2009.*

OLIVEIRA, Ó.; RIBEIRO, E.; SILVA, J. C. *Desafios – Biologia e Geologia 10º Ano, vol. II, Edições Asa, Lisboa, Portugal, 2010.*

SILVA, A. D. e outros, *Terra, Universo de Vida – Biologia. Biologia e Geologia 10º Ano, Porto Editora, Porto, Portugal, 2010.*

www.netxplica.com