



MÓDULO 2: Histologia vegetal:

- A célula vegetal:**
caracterização dos
componentes celulares.
- Tecidos vegetais:** meristemas,
tecidos definitivos, tecidos de
suporte e tecidos condutores.
- Caracterização e
diferenciação**

Tecidos condutores

SISTEMA VASCULAR

Sistema de tecidos dérmicos (tecidos que envolvem outros)

- Epiderme
- Exoderme
- Periderme
- Endoderme

Sistema de enchimento e de suporte

- Parênquima
- Colênquima
- Esclerênquima

Sistema de tecidos vasculares

Transportam as seivas e são os constituintes fundamentais das nervuras

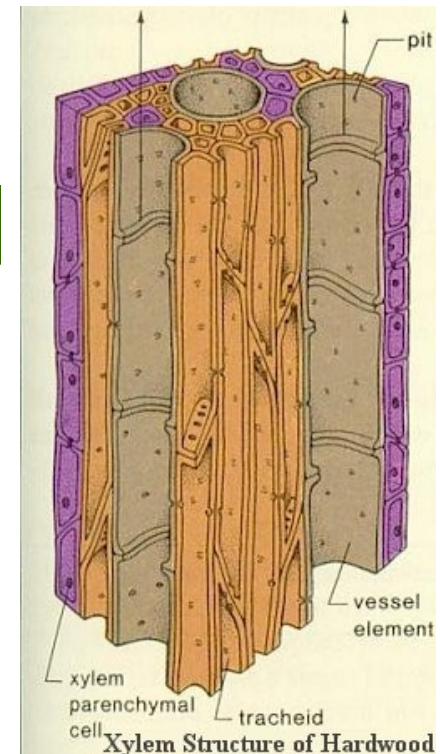
- **Tecido floémico** – transporte de substâncias orgânicas assimiladas ou sintetizadas durante a fotossíntese
- **Tecido xilémico** – transporte de água e sais minerais

TECIDOS DE TRANSPORTE:

Xilema: também chamado de **lenho***, especializado na **condução ascendente de água e sais minerais**, tem ainda funções de **suporte mecânico e reserva**. Pode ter origem num meristema primário ou secundário, designando-se, respectivamente, por xilema **primário e secundário**.

Constituído por diferentes tipos de células:

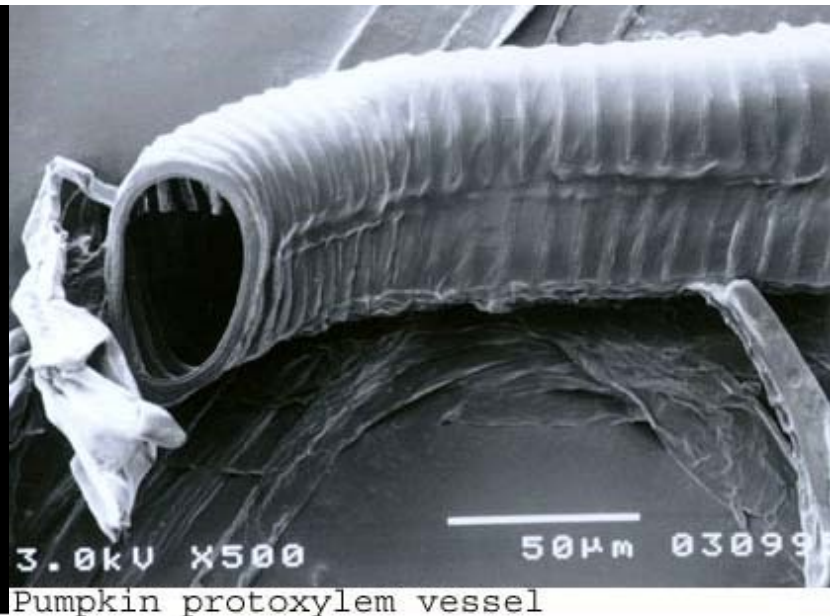
- **Vasos condutores lenhosos** (Angiospérmicas) → **condução**
- **Traqueídeos** (Gimnospérmicas e plantas vasculares sem sementes)
- **Parênquima lenhoso** → **suporte e reserva**
- **Fibras** → **suporte**
- **Escleritos** → **suporte**
- Vasos laticíferos (nalgumas plantas)



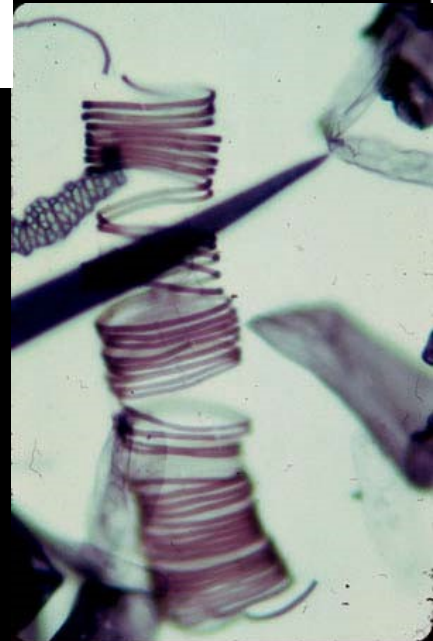
Os vasos condutores lenhosos e traqueídeos constituem os **elementos traqueais** – células com parede secundária lenhificada que lhes confere grande resistência, necessárias para suportar as longas colunas de água da raiz ao caule

Tipos de espessamento da parede secundária

- Espessamento anelado – protoxilema
- Espessamento espiralado - protoxilema
- Espessamento reticulado
- Espessamento escalariforme
- Espessamento pontuado



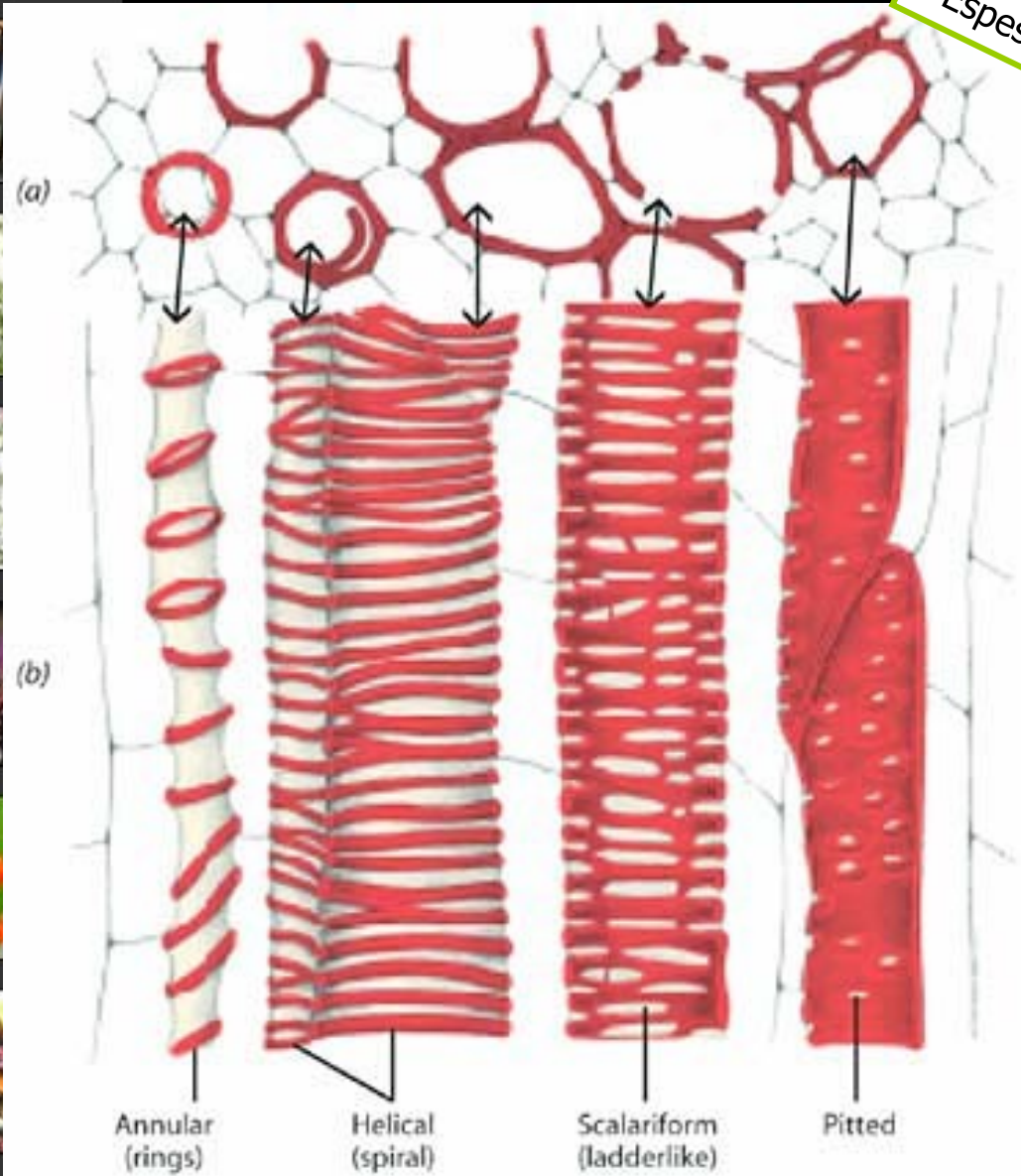
Pumpkin protoxylem vessel

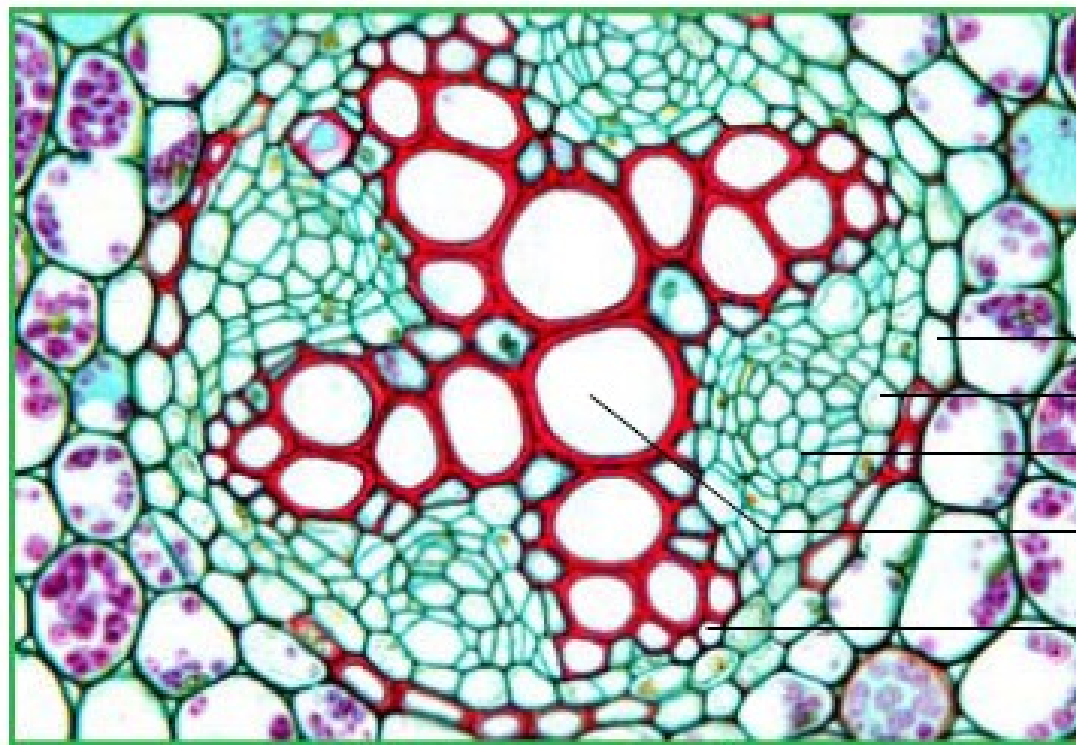


Macerated Cucurbita stem protoxylem

Tipos de espessamento da parede secundária

- Espessamento anelado – protoxilema
- Espessamento espiralado – protoxilema
- Espessamento escalariforme – protoxilema
- Espessamento pontuado





Endoderme

Periciclo

Floema primário

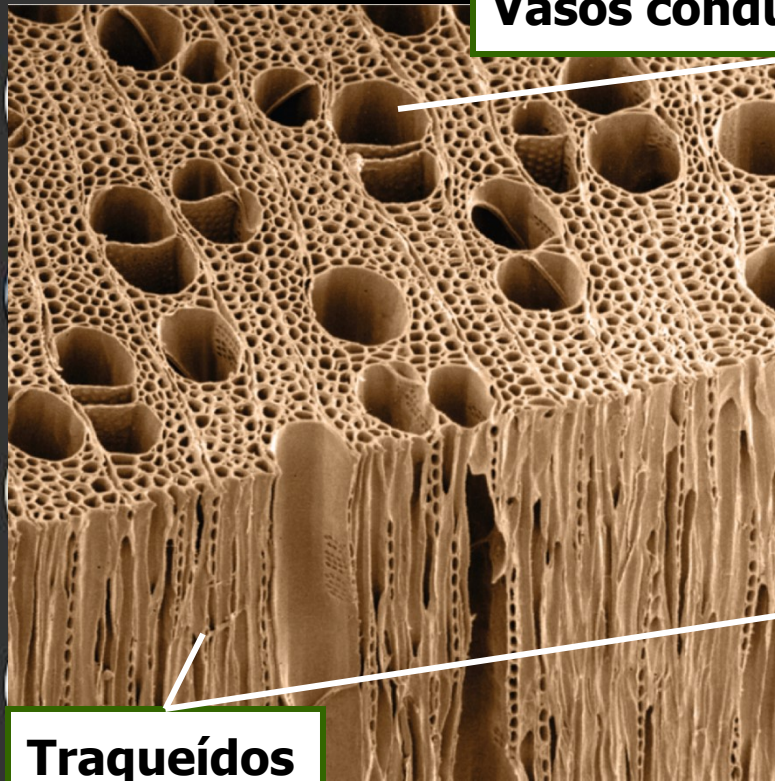
Metaxilema (VI)

Protoxilema

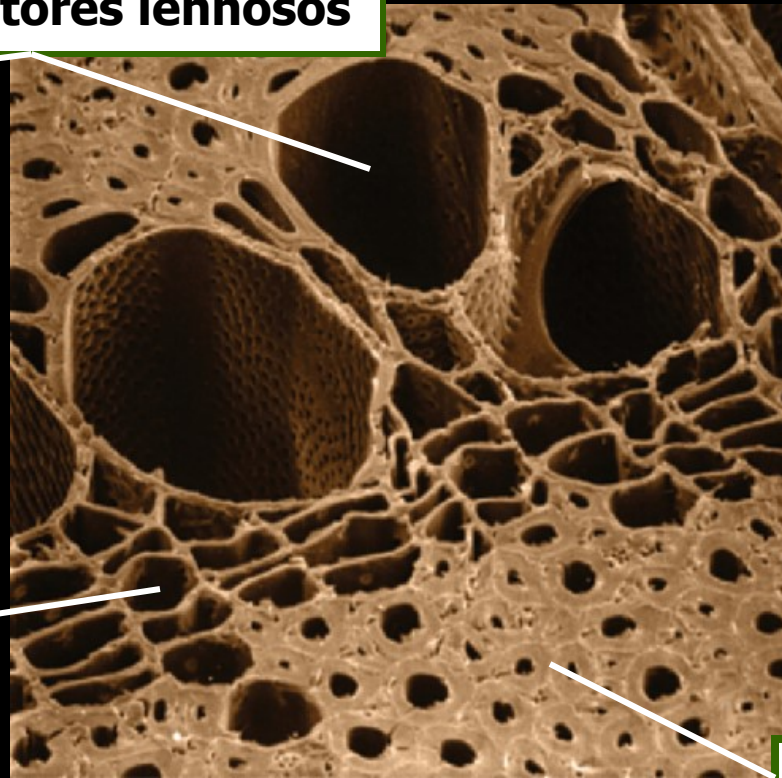
Protoxilema: diferencia-se nas partes primárias que ainda não completaram o desenvolvimento (1º a aparecer)

Metaxilema: amadurece só depois do alongamento estar concluído; mais complexo (último a aparecer)

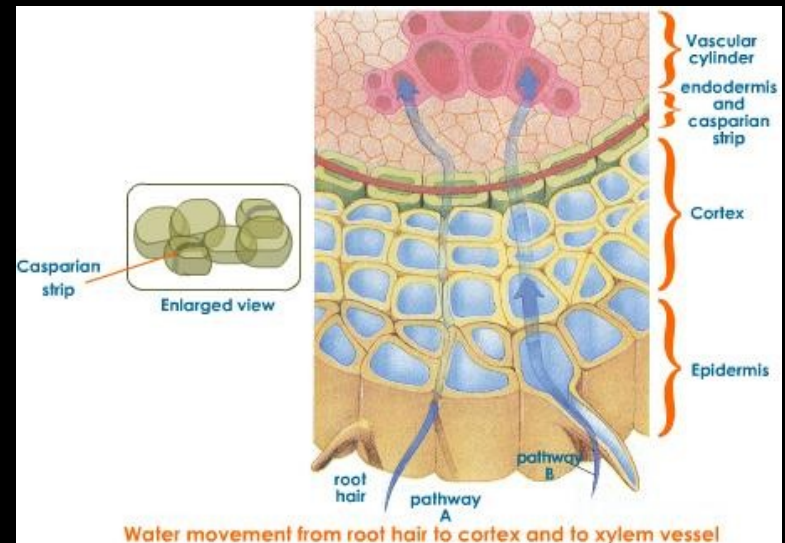
Vasos condutores lenhosos



Traqueídeos



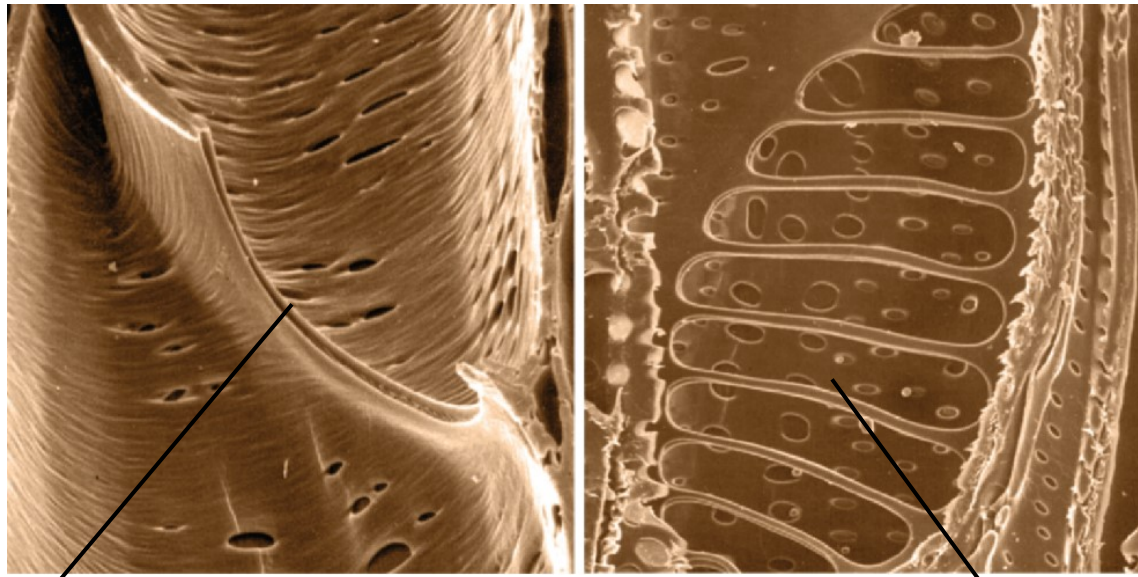
Fibras



TECIDOS DE TRANSPORTE:

Xilema

- **vasos lenhosos - células mortas**, de forma alongada e pontiaguda, parede celular primária e secundária, **lenhificada**, que no topo apresentam perfurações (**placas de perfuração**); dispõem-se em **fiadas longitudinais** que formam verdadeiros 'tubos', mais eficientes mas menos seguros no transporte de água

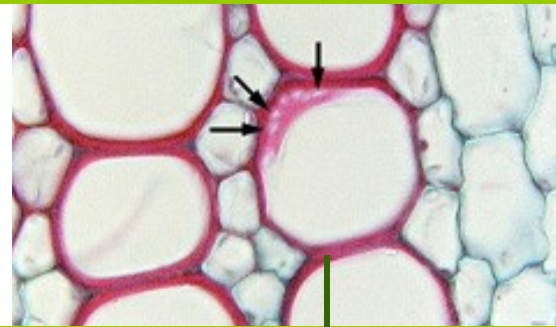
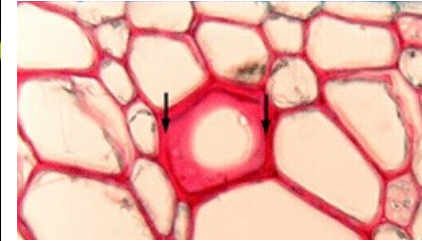


Perfuração simples

Perfuração múltipla

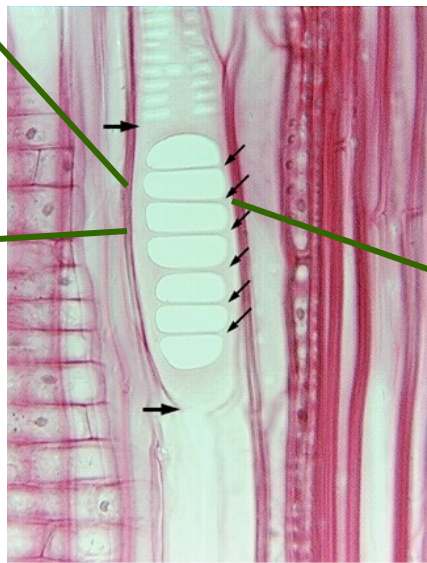
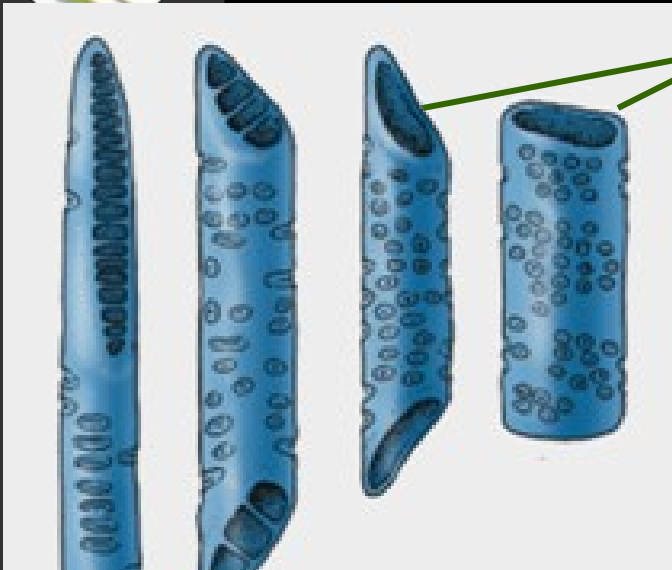
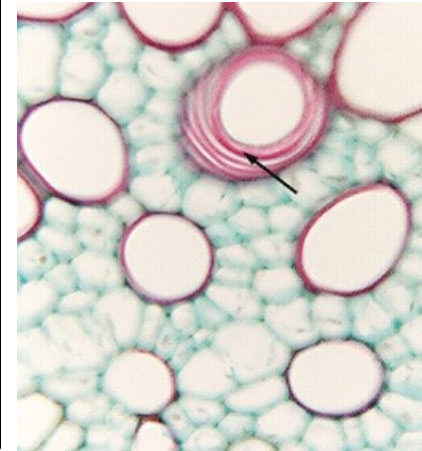
Tipos de placas de perfuração

Simples – apenas **uma abertura** na **placa** (desaparecimento total da parede de contacto ou ficando um aro de parede – *perfuração simples orlada*)



Múltipla ou composta – **várias aberturas** na **placa**

- **efedróide** (*pitted*) – grupo de pequenas perfurações
- **escalariforme** – perfurações alongadas e paralelas
- **reticulada** – perfurações formando uma malha

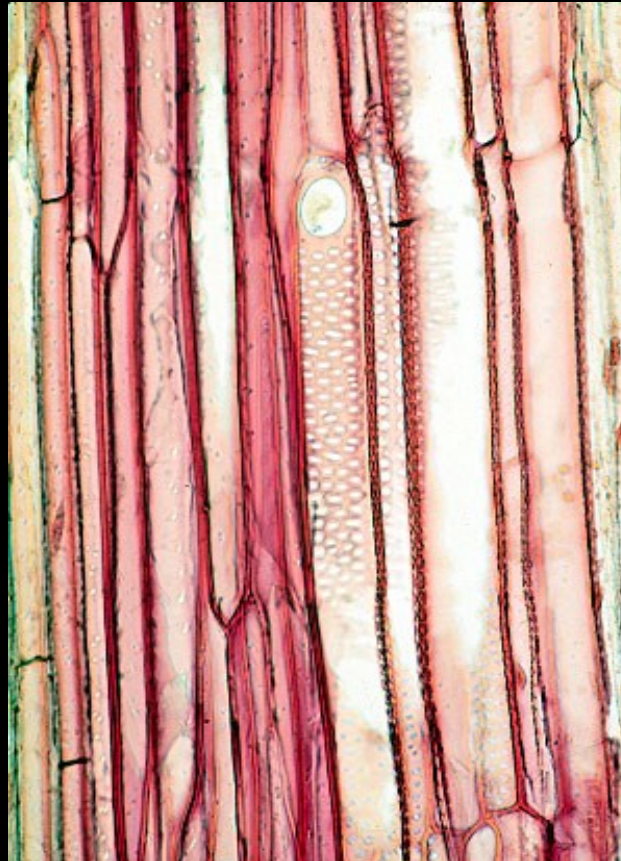


Elerr



perfurações simples

Abertura única, larga e de contorno arredondado

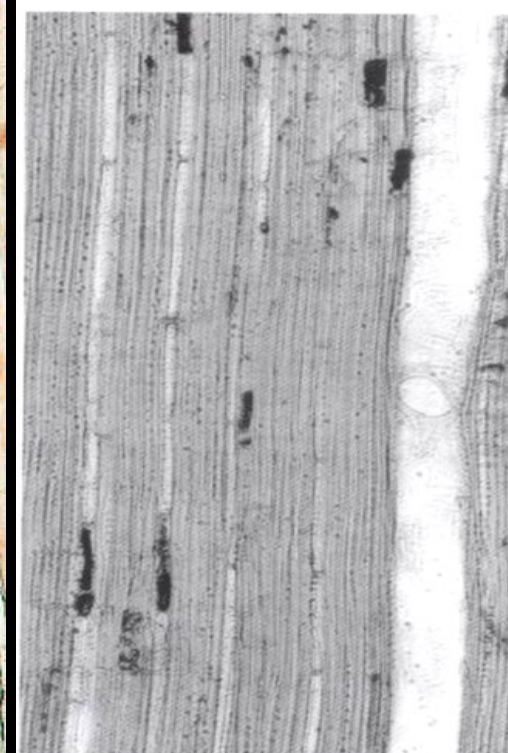
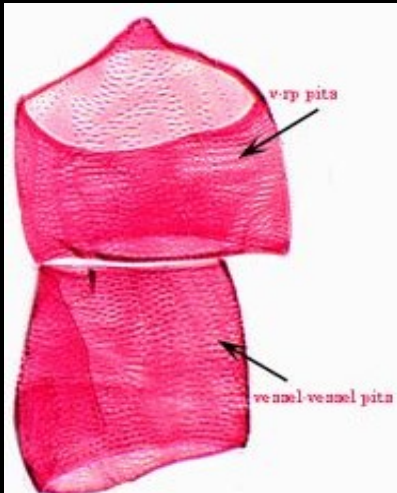


Gêneros :

*Populus, Salix,
Fraxinus, Acer*

Espécies:

*Fagus sylvatica,
Castanea sativa*



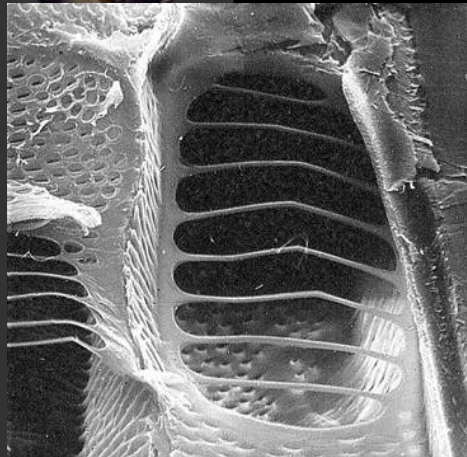
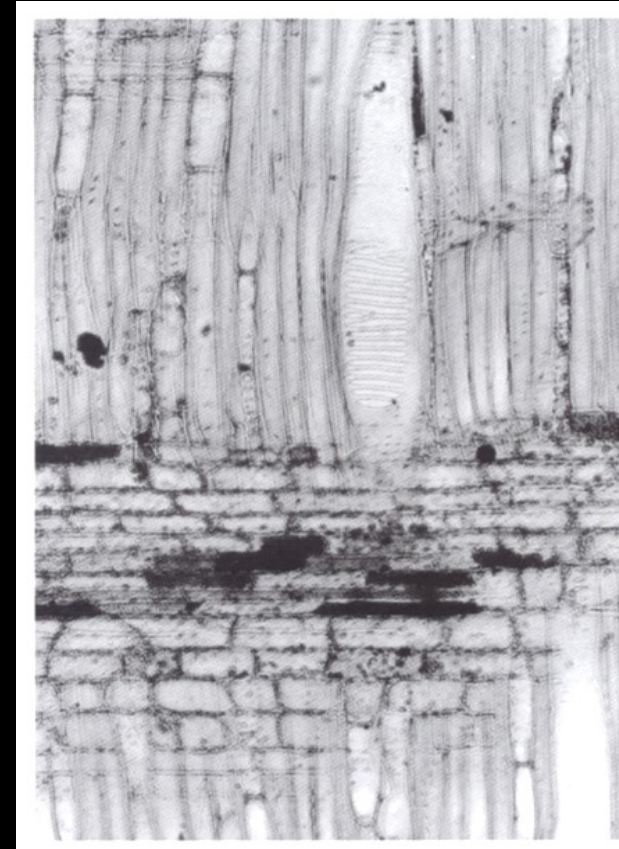
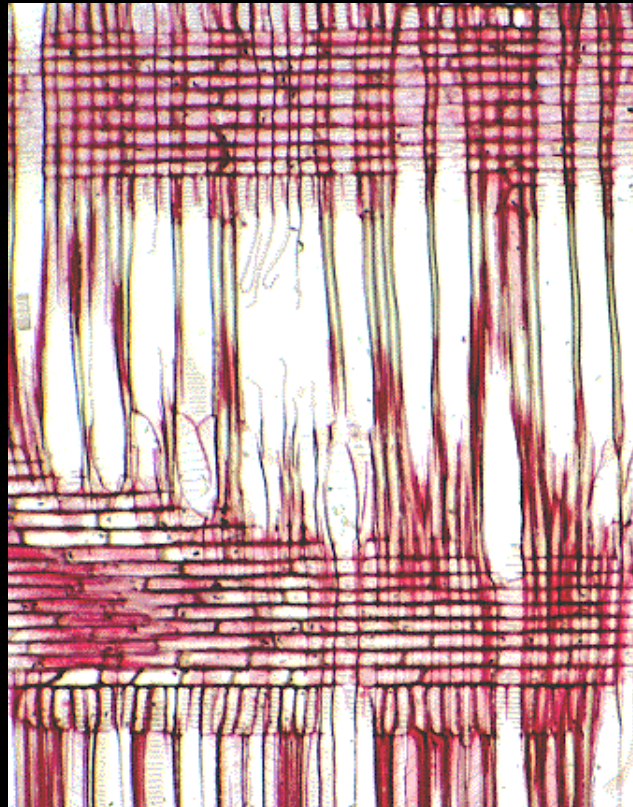
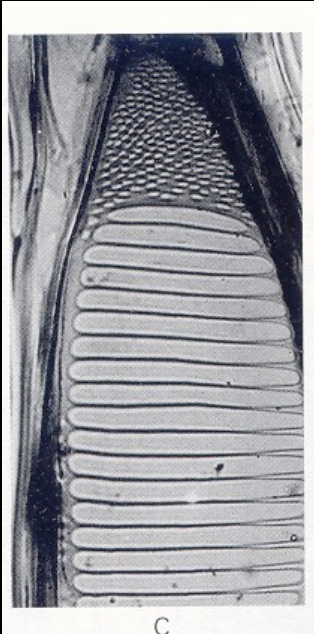


perfurações escalariforme

Perfurações múltiplas alongadas e paralelas

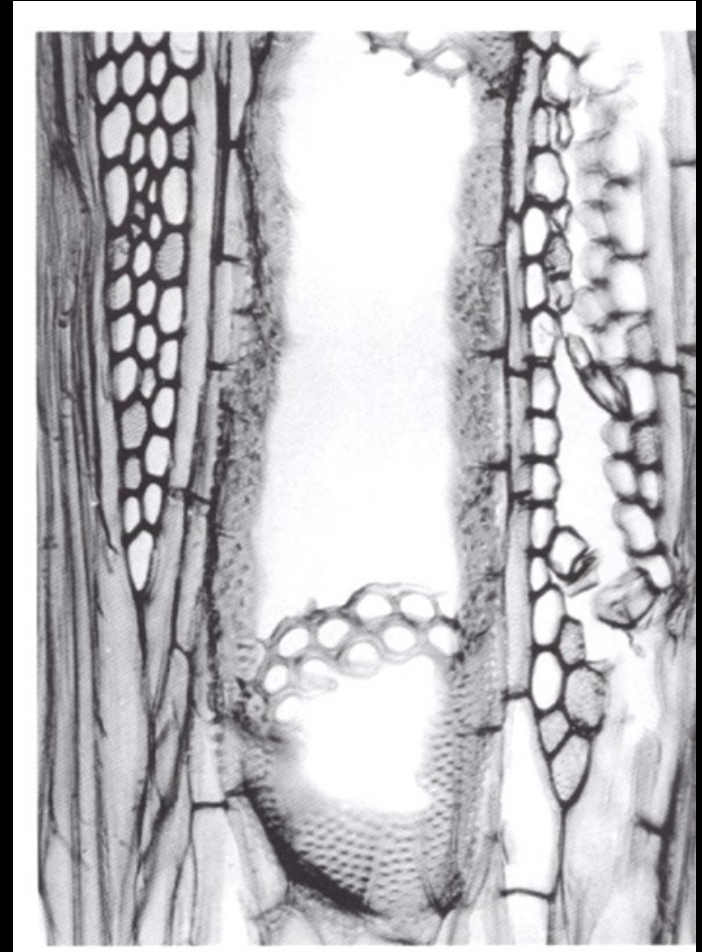
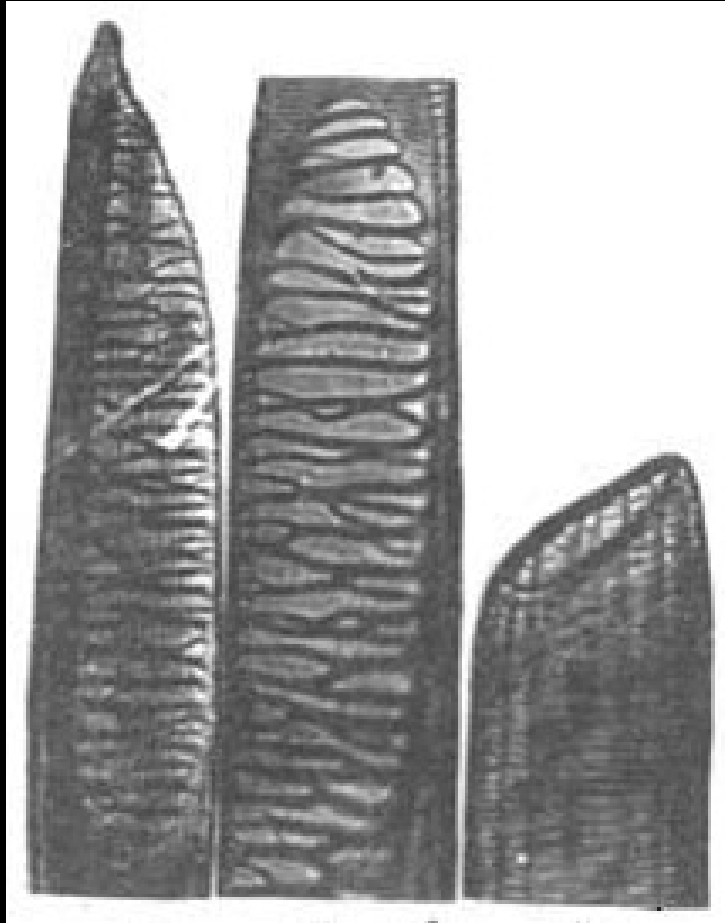
Espécies:

Fagus sylvatica
Castanea sativa
Betula pendula



perfurações reticulada

Diversas aberturas formando um crivo (crivosa) ou rede

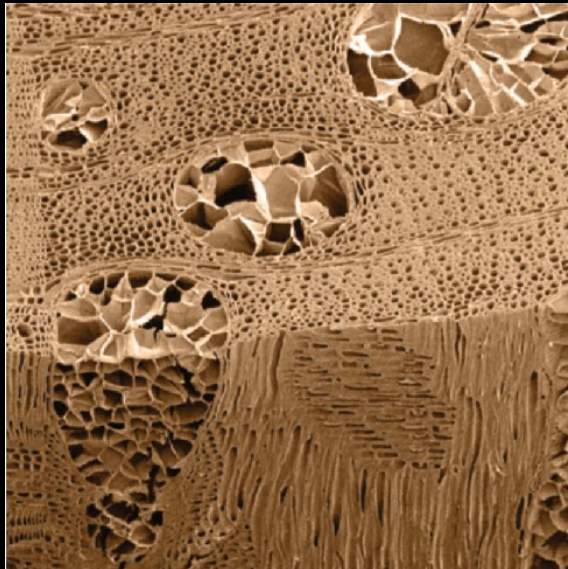
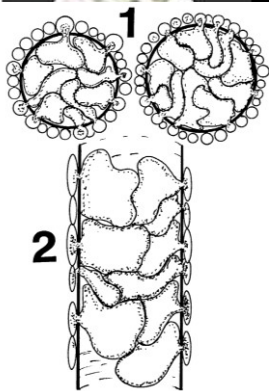


Os **vasos lenhosos com o tempo deixam de ser funcionais**, pois ficam obturados por:

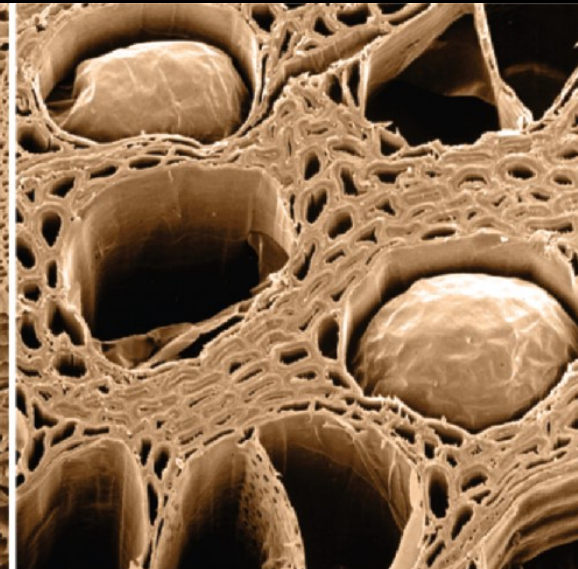
- gomas, resinas, taninos
- tilos - células de parênquima que penetram nos vasos e os bloqueiam total ou parcialmente



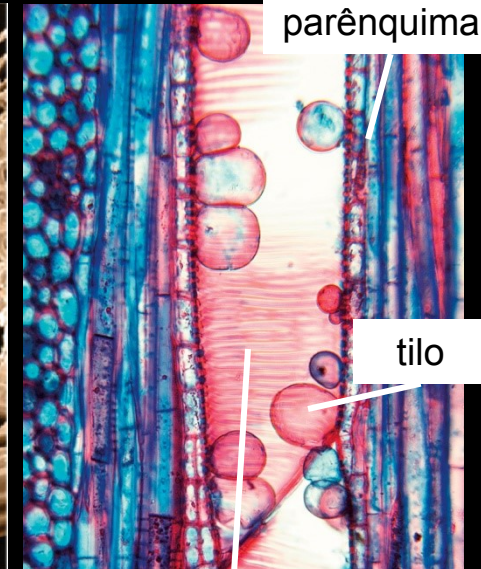
célula
parênquima



tiloses enchendo
completamente vasos
de *Populus sp.*



tiloses enchendo dois
vasos de *Populus sp.*

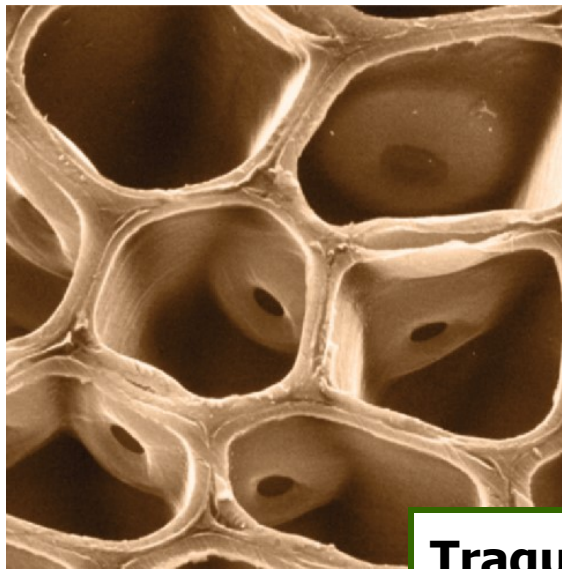


lumen

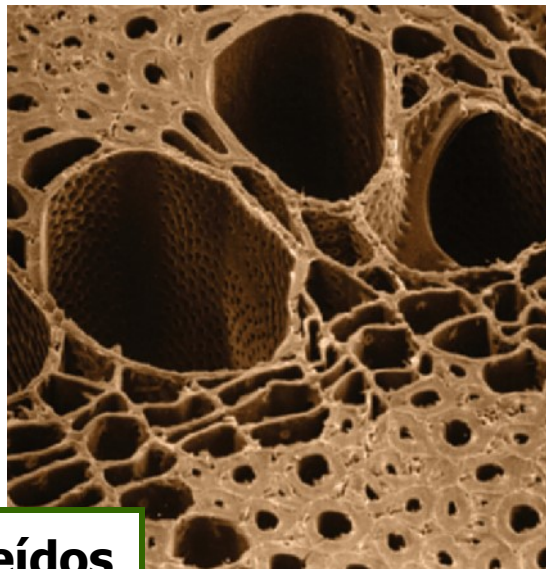
TECIDOS DE TRANSPORTE:

Xilema

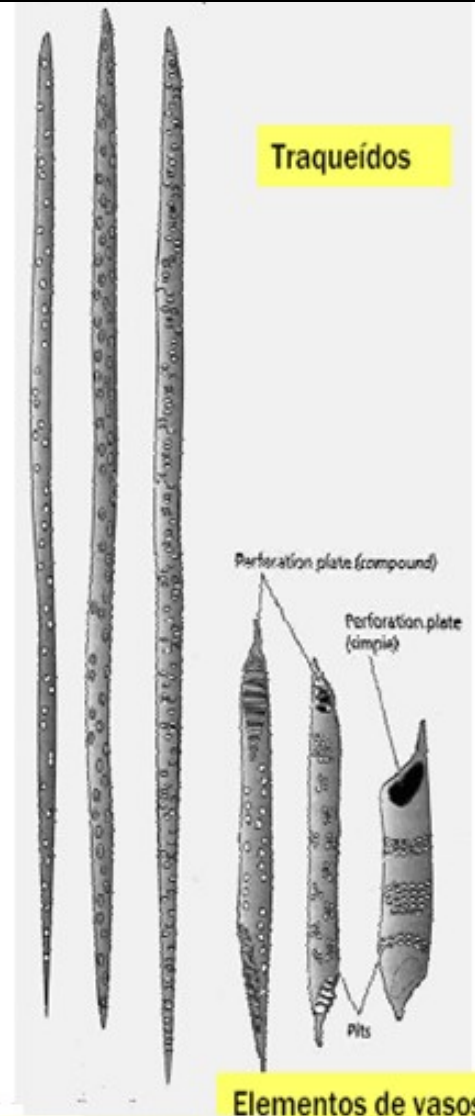
- **traqueídeos** - células mortas, de forma alongada com a **extremidade pontiaguda**, parede celular secundária **lenhificada**, **sem perfurações**; as paredes primárias ficam contínuas; as paredes possuem **numerosas pontuações** e podem apresentar **espessamentos anelados ou espiralados**; a circulação de água faz-se através das pontuações areoladas, de forma mais lenta



Traqueídeos



filogeneticamente,
mais primitivos.



Elementos de vasos

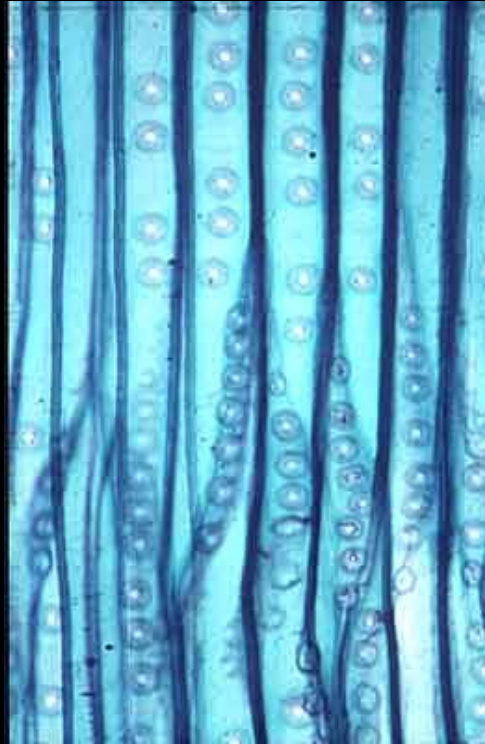
Elementos vasculares:

Traqueídeos → coníferas & angiospérmicas

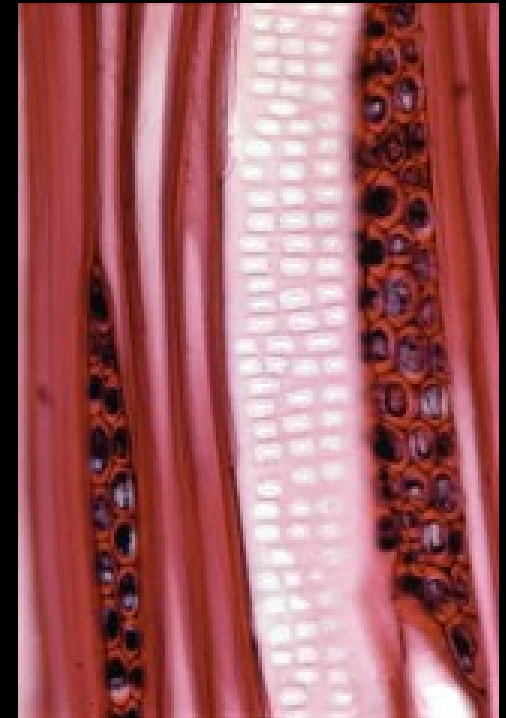
Vasos → angiospérmicas

Pontuações

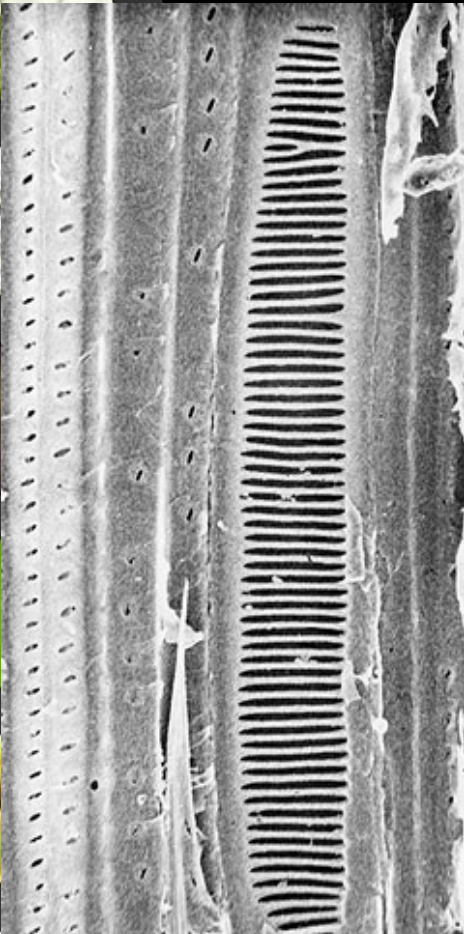
Alternas – dispostas em fiadas oblíquas em relação ao eixo do traqueído (ex. *Pinus sp*)



Opostas – dispostas em fiadas horizontais aos pares ou em maior número (ex. *Liriodendron sp*)

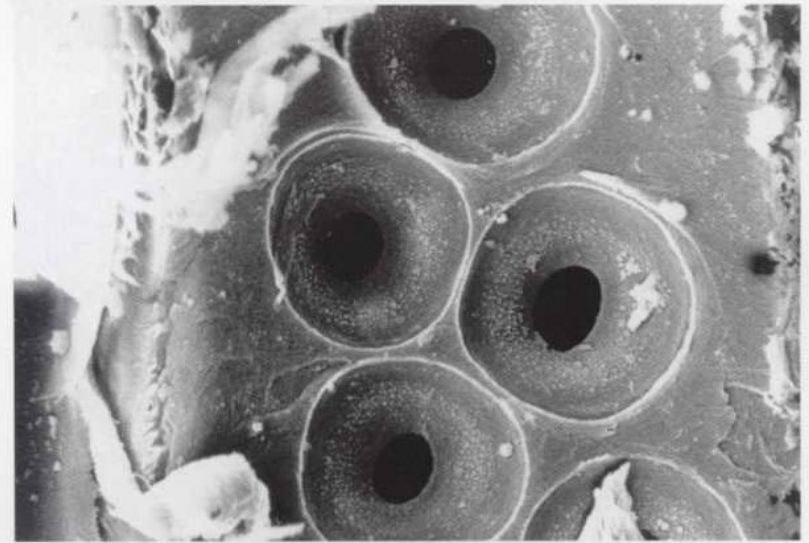
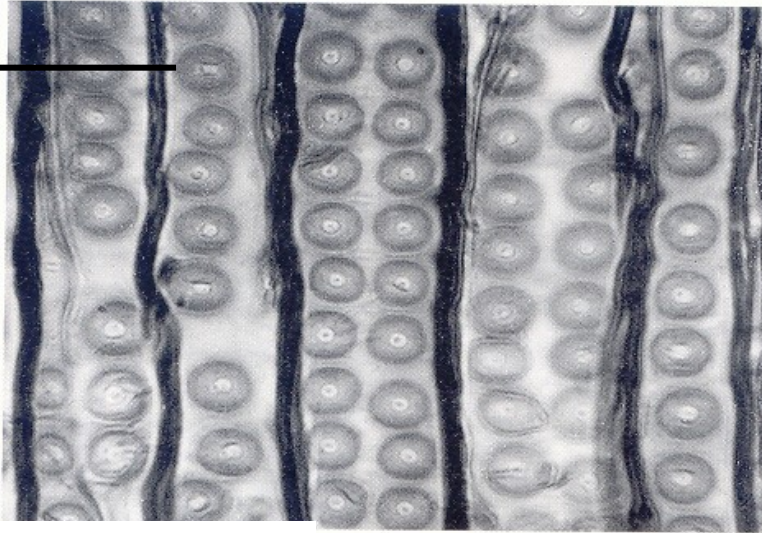


Escalariformes – alongadas ou lineares e dispostas em séries paralelas (ex. *Magnolia sp*)



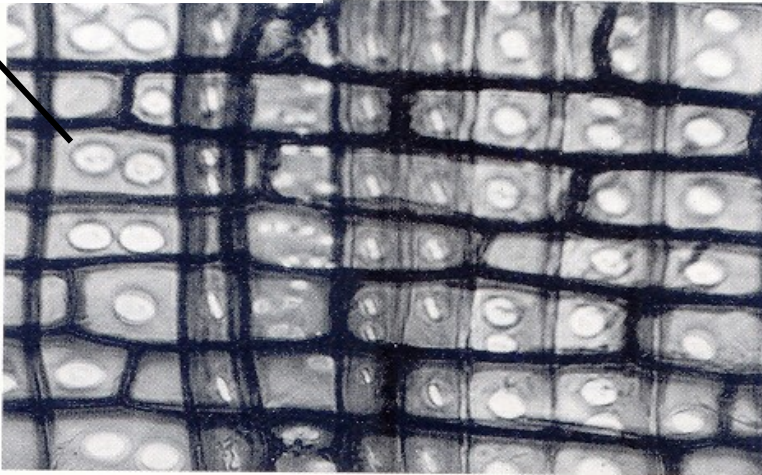
GIMNOSPÉRMICAS: pontuações areoladas

Aréola



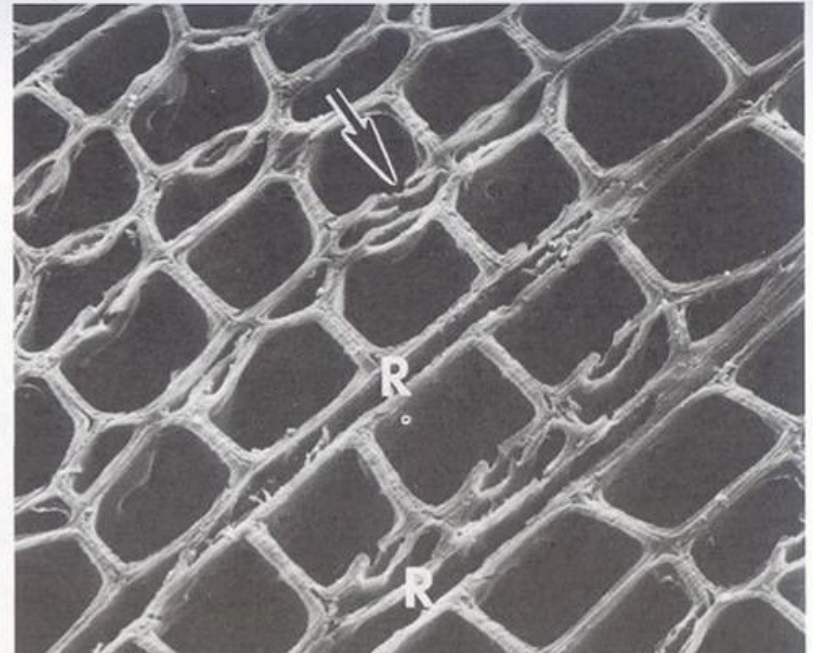
Par de pontuações areoladas

A



B

A – Traqueídeos do lenho inicial com pontuações areoladas bisseriadas opost
B – Campos de cruzamento com pontuações do tipo taxodióide nos traqueídeos do lenho inicial e do tipo cupressóide nos do lenho final.



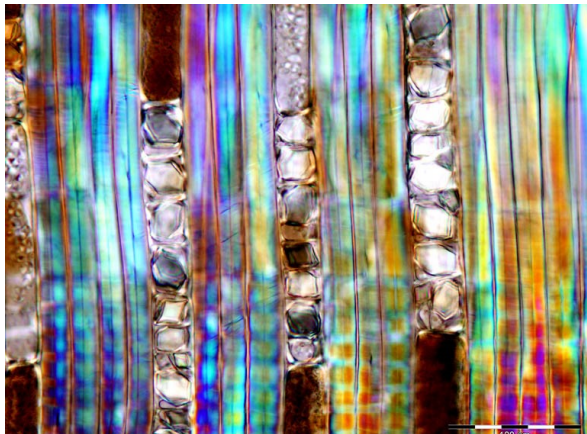
TECIDOS DE TRANSPORTE:

Xilema

- **células parenquimatosas**, que são as únicas **células vivas do xilema** e desempenham funções de **reserva** e de **suporte**; desenvolve-se a partir do procâmbio (xilema primário) e do câmbio vascular (xilema secundário); células com abundante citoplasma, mitocôndrias e retículo endoplasmático; acumulam **amido** (principalmente), **lípidos** e **proteínas** e também **cristais**, **resinas** e **taninos** (função excretória)

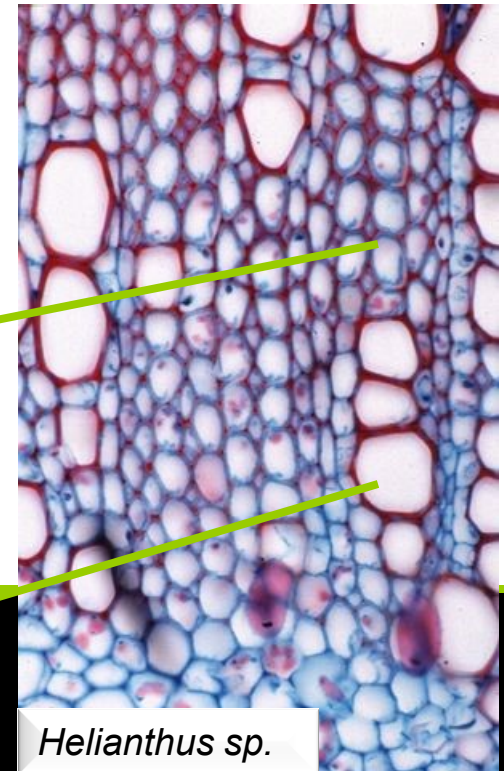


Terminalia superba



Ochanostachys amentacea

células
parênquimatosas
no xilema



Helianthus sp.

Xilema

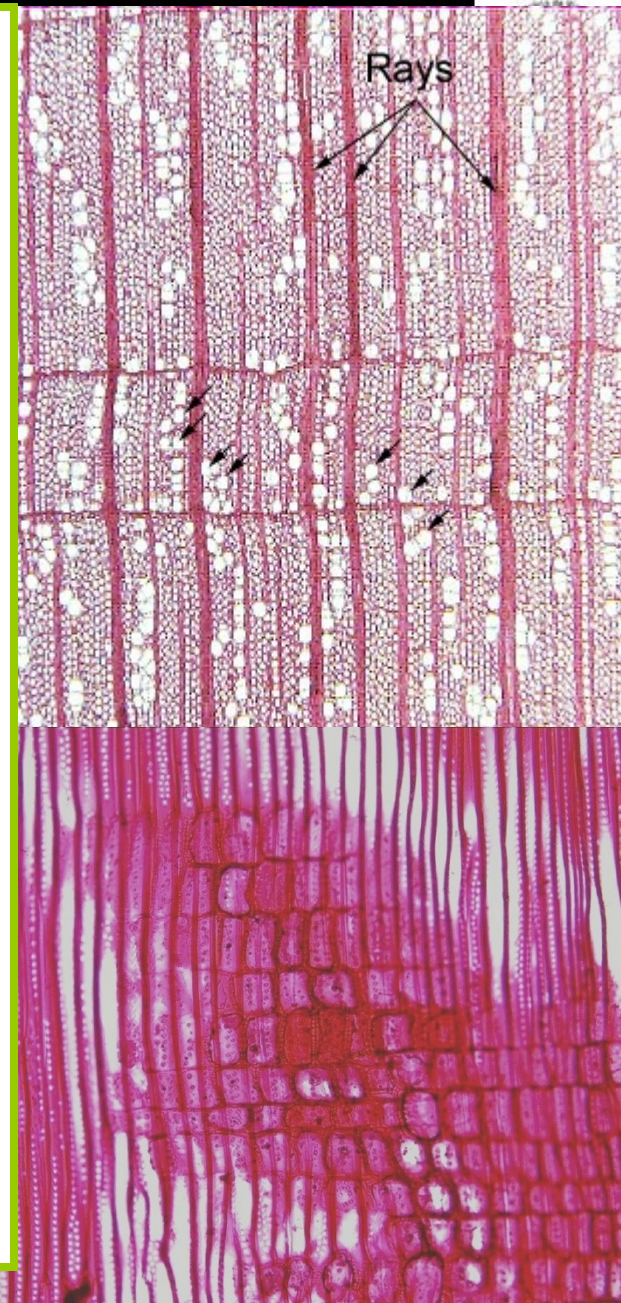


TECIDOS DE TRANSPORTE:

Xilema

- **tipos de parênquima lenhoso** - função de **armazenamento e de translocação de água e solutos a curta distância**, sendo mais frequente e abundante nas angiospérmicas e raro ou ausente nas gimnospérmicas

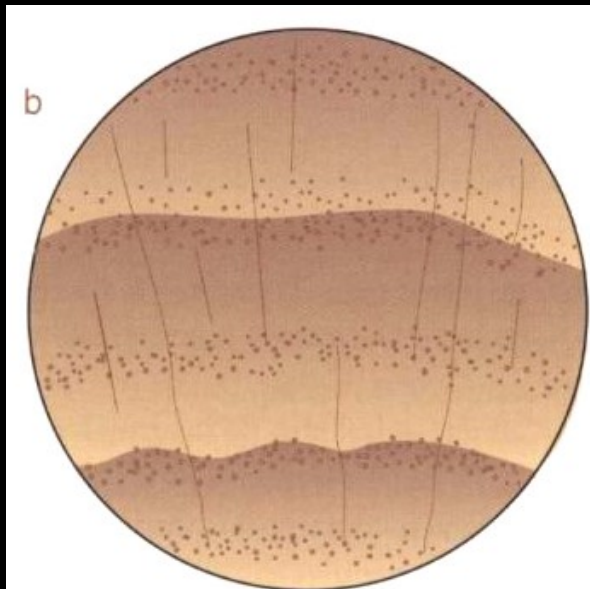
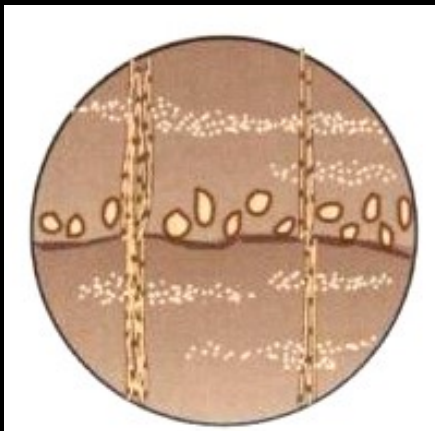
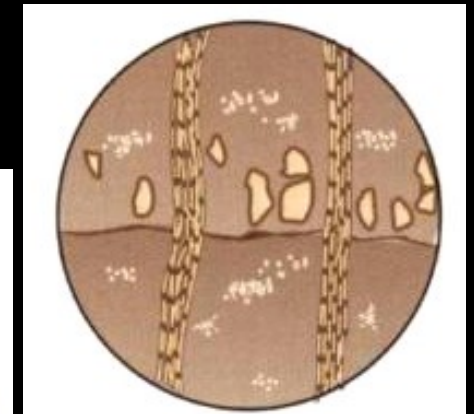
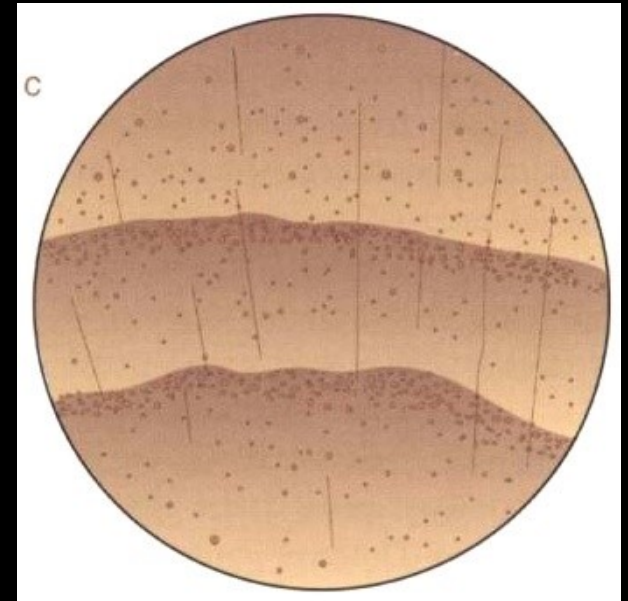
- **parênquima axial ou longitudinal** – células alongadas no sentido vertical e paredes delgadas (apotraqueal, paratraqueal, em faixas)(quando o eixo maior da célula é paralelo ao eixo da árvore)
- **parênquima radial ou raio** –responsáveis pelo armazenamento e translocação principalmente no **sentido lateral** (quando o eixo maior da célula é perpendicular ao eixo da árvore)



TECIDOS DE TRANSPORTE:

Xilema

- **parênquima axial ou longitudinal**
 - parênquima APOTRAQUEAL - células **não associadas** aos elementos traqueais
 - **difuso** em células mais ou menos isoladas e irregularmente distribuídas.
 - **zonado ou metatraqueal** em linhas ou faixas concêntricas intercaladas nos anéis de crescimento

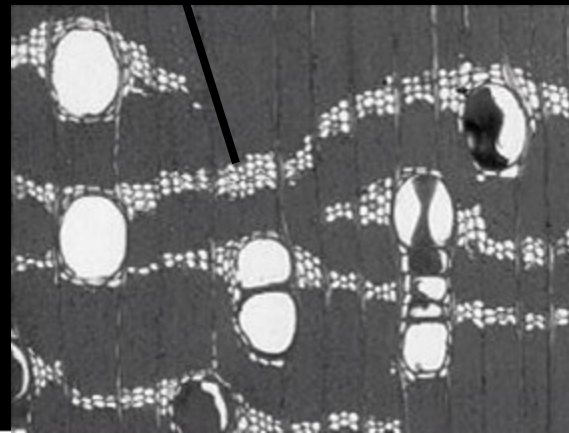
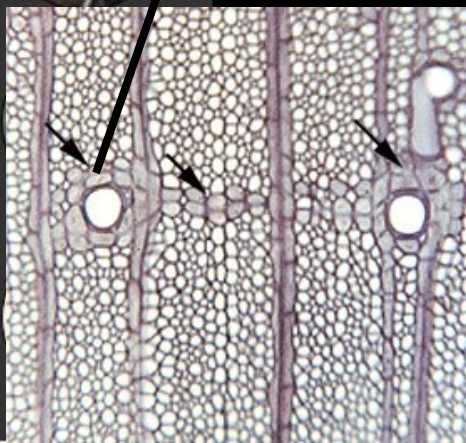
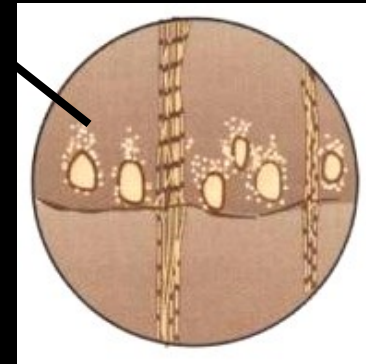
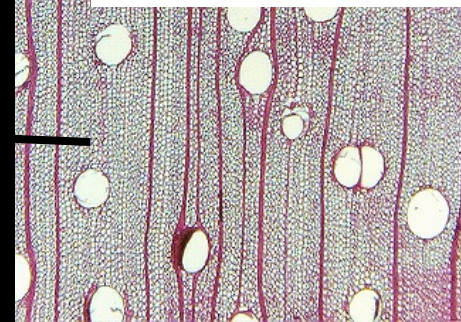
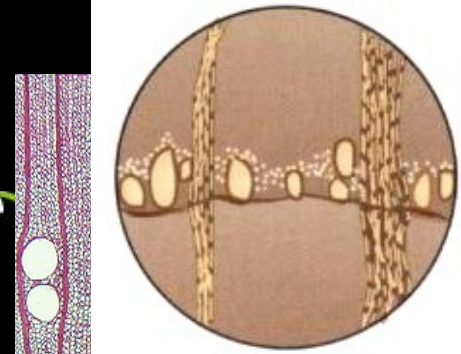


TECIDOS DE TRANSPORTE:

Xilema

- parênquima axial ou longitudinal

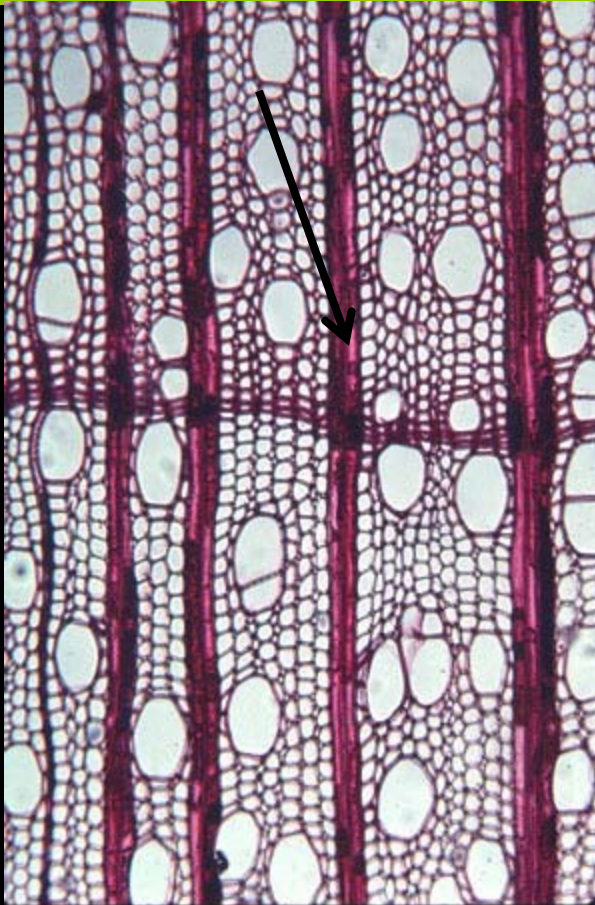
- parênquima PARATRAQUEAL – células **associadas** aos elementos traqueais
 - **escasso** células ou grupos de células isoladas associadas aos elementos traqueais
 - **vasicêntrico** em manchas circulares rodeando os vasos
 - **aliforme** a rodear os vasos e com prolongamentos de ambos os lados em forma de asa
 - **confluente** quando os prolongamentos laterais se unem aos prolongamentos vizinhos formando bandas irregulares, tangenciais ou oblíquas



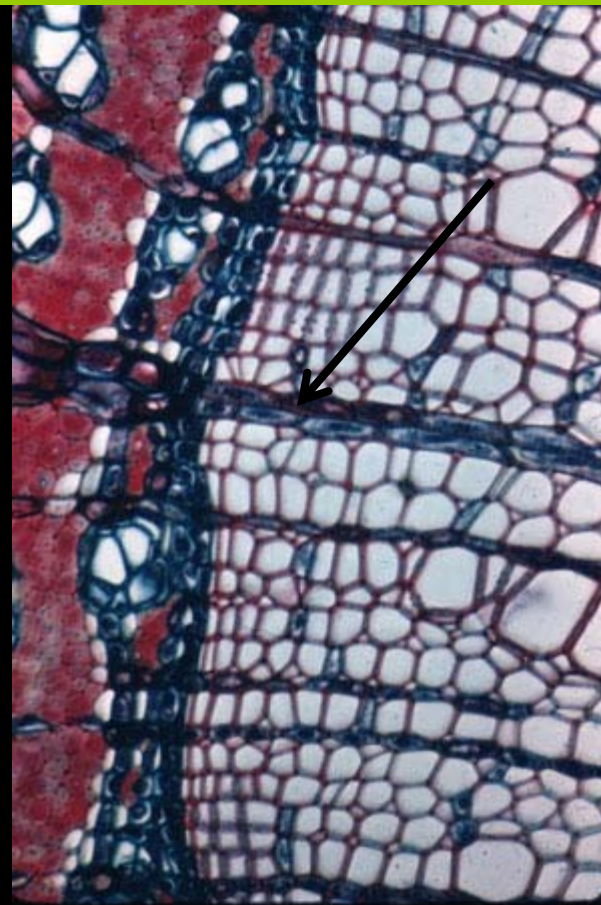
TECIDOS DE TRANSPORTE:

Xilema

- **parênquima radial** raízes e raios dos caules secundários; elementos condutores de água radialmente
- três tipos de células parenquimáticas: procumbentes (maior dimensão no sentido radial), eretas (maior dimensão no sentido axial) e quadradas (vasicêntrico, aliforme, confluyente, unilateral, escasso)



Betula wood cross section.

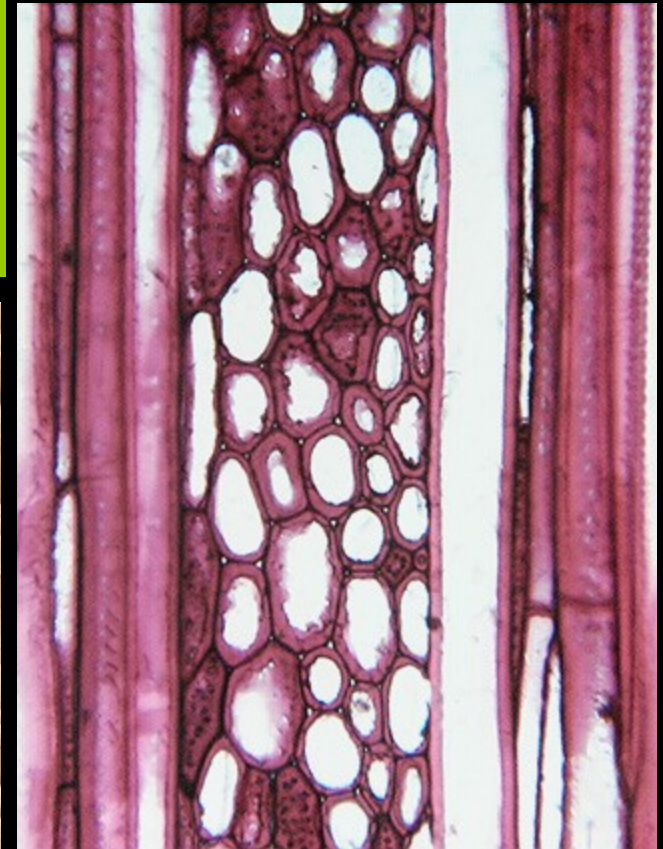
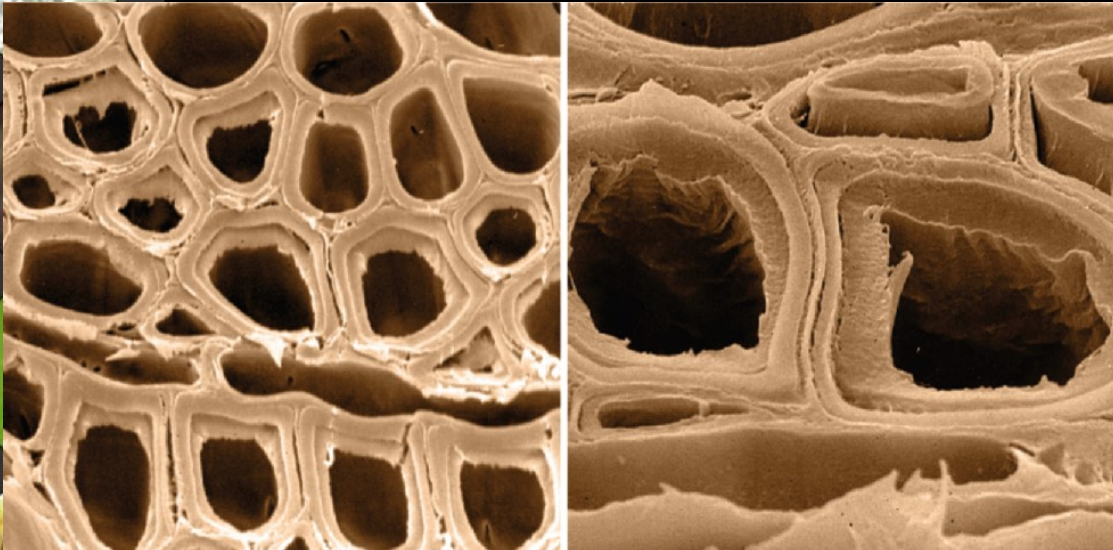


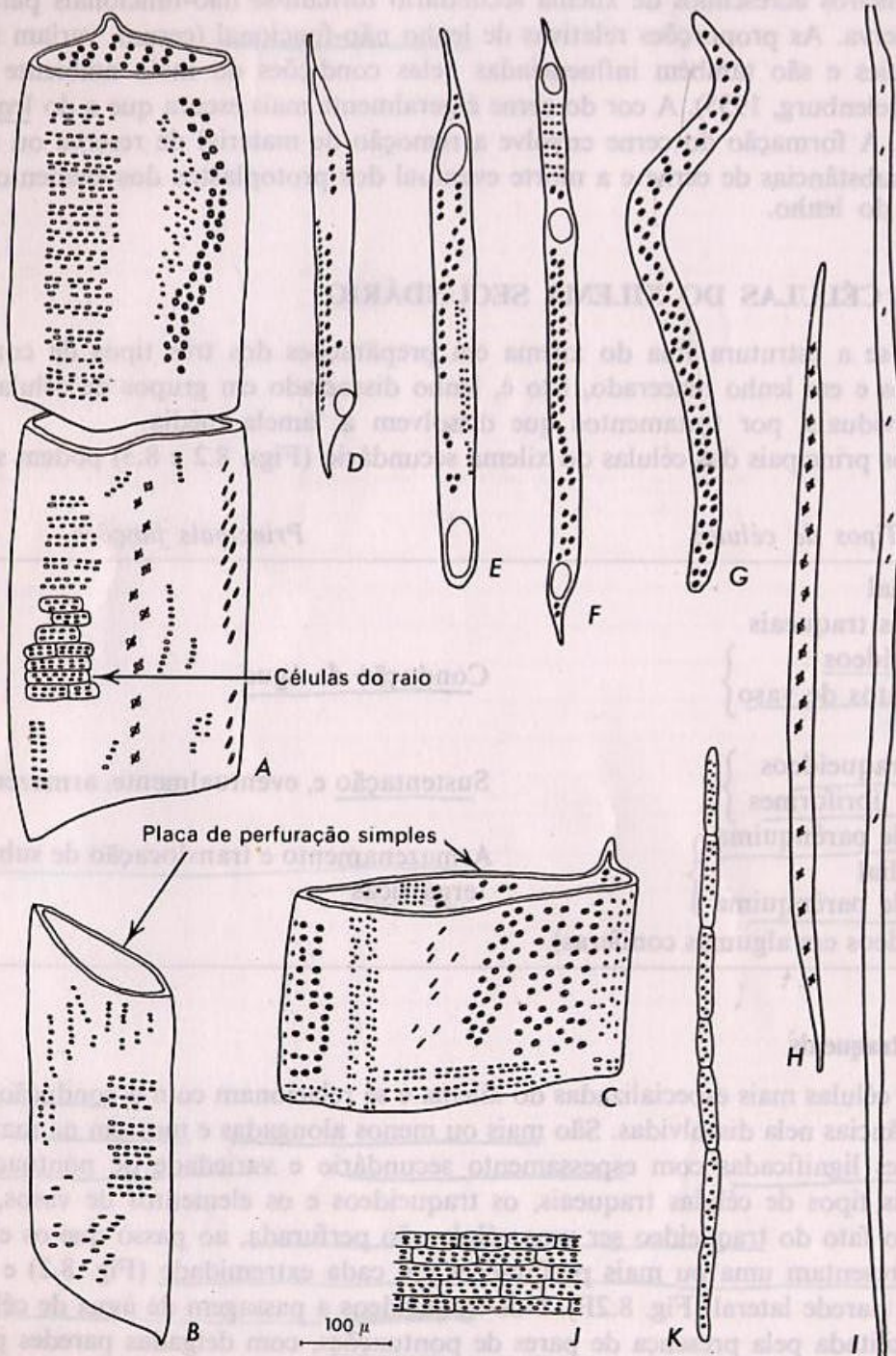
Tilia stem cross section-vascular

TECIDOS DE TRANSPORTE:

Xilema

- **fibras lenhosas**, ou **libriformes**, que se assemelham às fibras esclerenquimatosas e desempenham funções de suporte; células com pontuações simples





A, B e C - elementos de vaso de lúmen amplo

D, E e F - elementos de vaso estreitos

G - traqueído

H - fibrotraqueído

I - fibra libriforme

J - célula de parênquima de raio

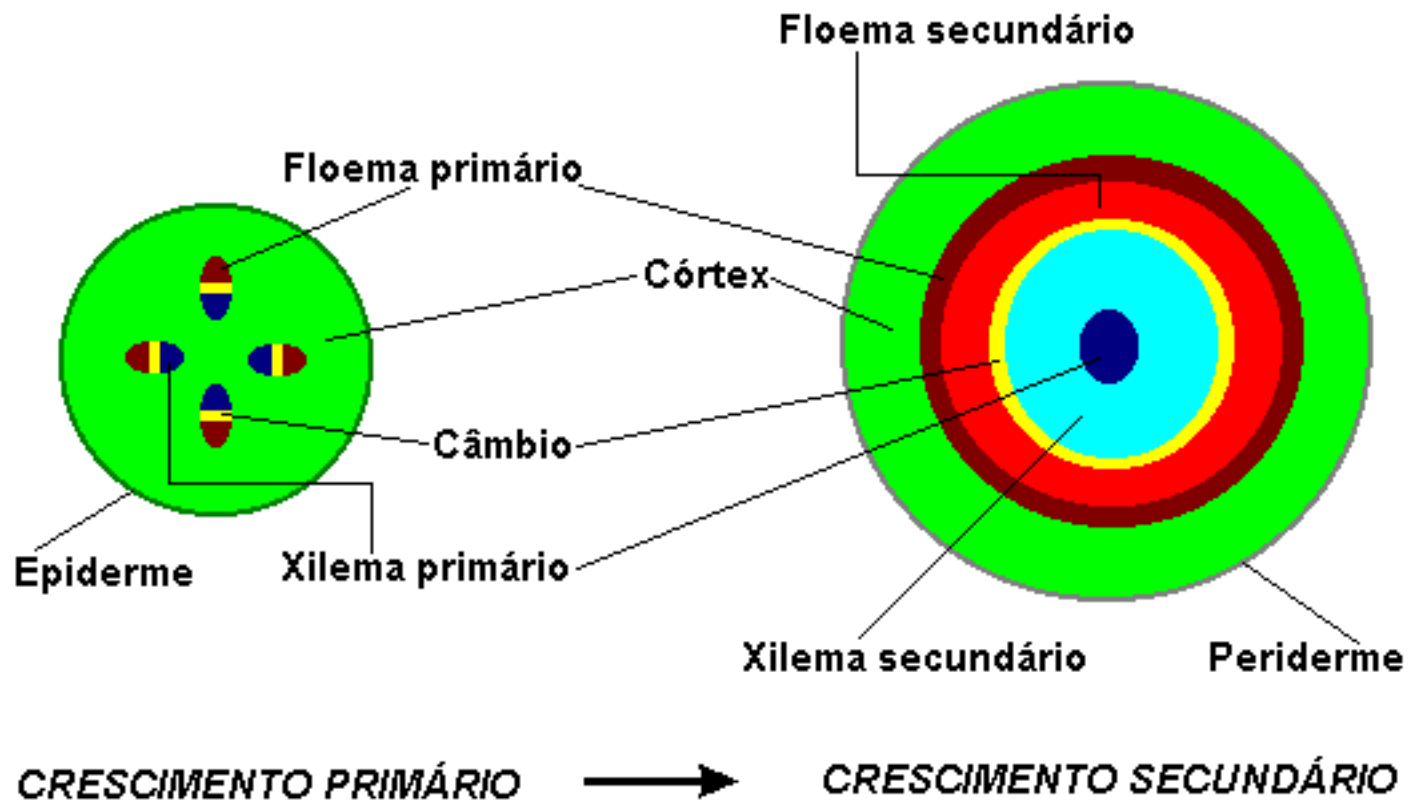
K - feixe de parênquima axial

TECIDOS DE TRANSPORTE:

Floema: também conhecido por **líber** ou **tecido crivoso**, está especializado no **transporte de água e substâncias orgânicas**. Pode, como o xilema, ter origem num meristema primário ou secundário e por isso ser denominado de floema **primário ou secundário**. É um tecido complexo constituído por quatro tipos de células vivas:

- **Vasos condutores crivosos**, que **transportam a seiva elaborada** e cujas células são consideradas as mais especializadas da Natureza. Essas células de aspecto alongado ligam-se entre si, **topo a topo**, e as suas paredes de contacto têm uma série de placas crivosas com orifícios por onde passa a seiva, são células vivas
- **Células de companhia** ou companheiras, que se situam junto de cada elemento tubular e ajudam no **funcionamento** das células tubulares
- **Fibras**, de forma mais ou menos alongada e que têm função de **suporte**
- **Parênquima**, que tem funções de **reserva** e é formado por células pouco diferenciadas

O floema como sistema condutor dos solutos



O floema como sistema condutor dos solutos



Células crivosas (tubos crivosos)

Placas crivosas (calose (polímero de glicose))

Células de companheira (mitocondrias - ATP)

Células do parênquima (reserva)

Fibras liberinas (células mortas / suporte)

Elementos do tubo crivado encontrados em angiospermicas

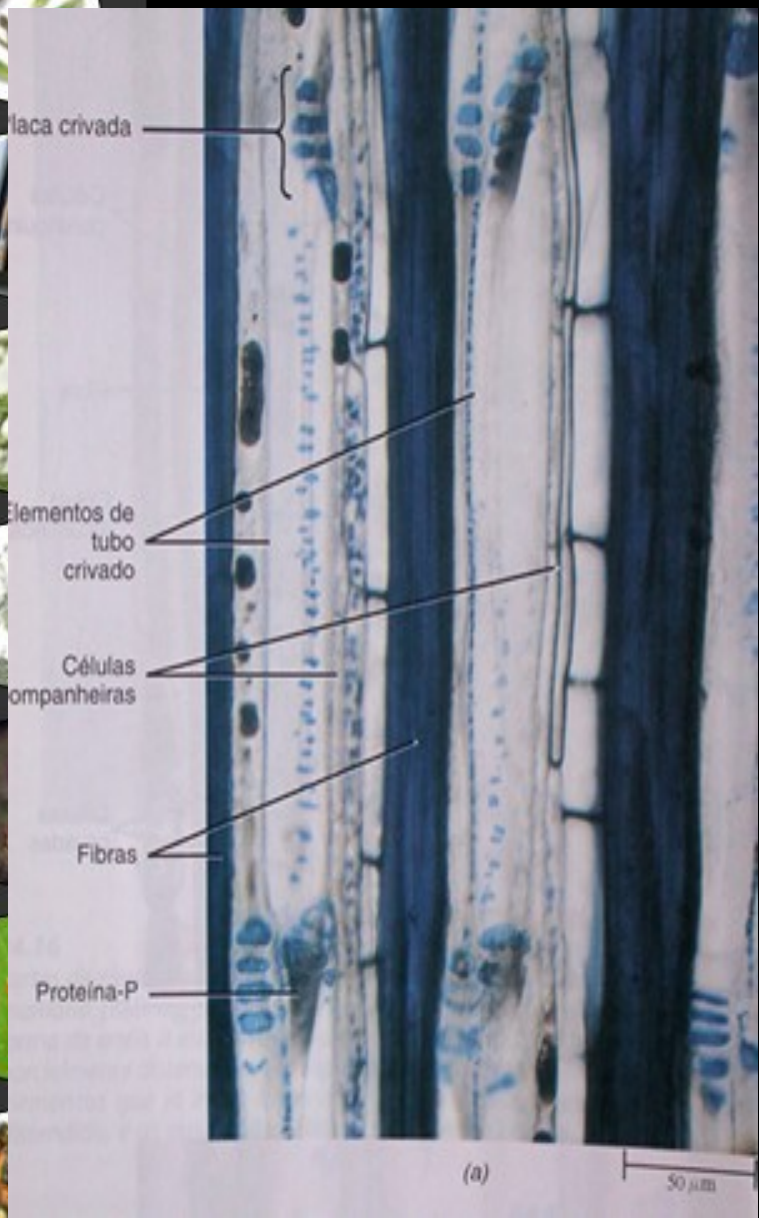
1. Algumas áreas crivadas são diferenciadas em placas crivadas e elementos do tubo crivado
2. Os poros da placa crivada são canais abertos
3. A proteína-P está presente em todas as dicot. e em mts monoc.
4. Células companheiras são fontes de ATP (são células intermediárias)



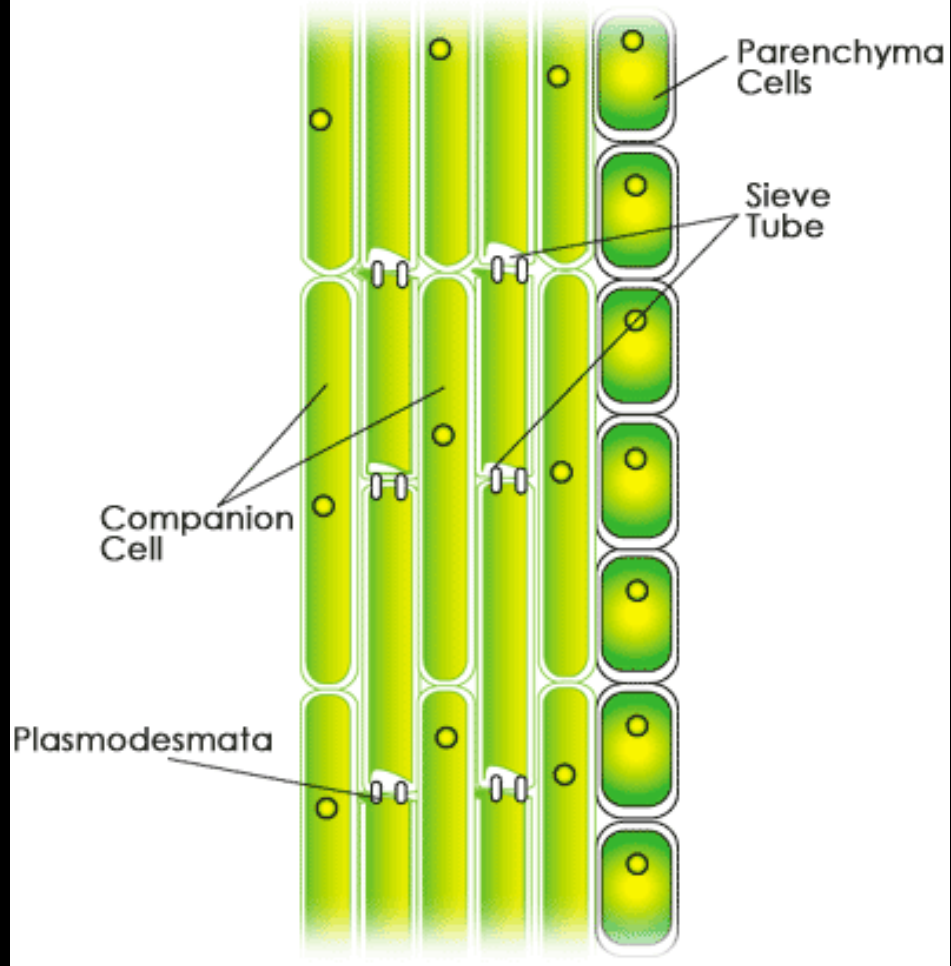
Células crivadas encontradas em gimnospermicas

1. Não há placas crivadas todas as áreas crivadas são similares
2. Os poros nas áreas crivadas parecem estar bloqueados com membranas.
3. Não há a proteína-P
4. Células albuminosas servem como células companheiras

Estrutura do floema

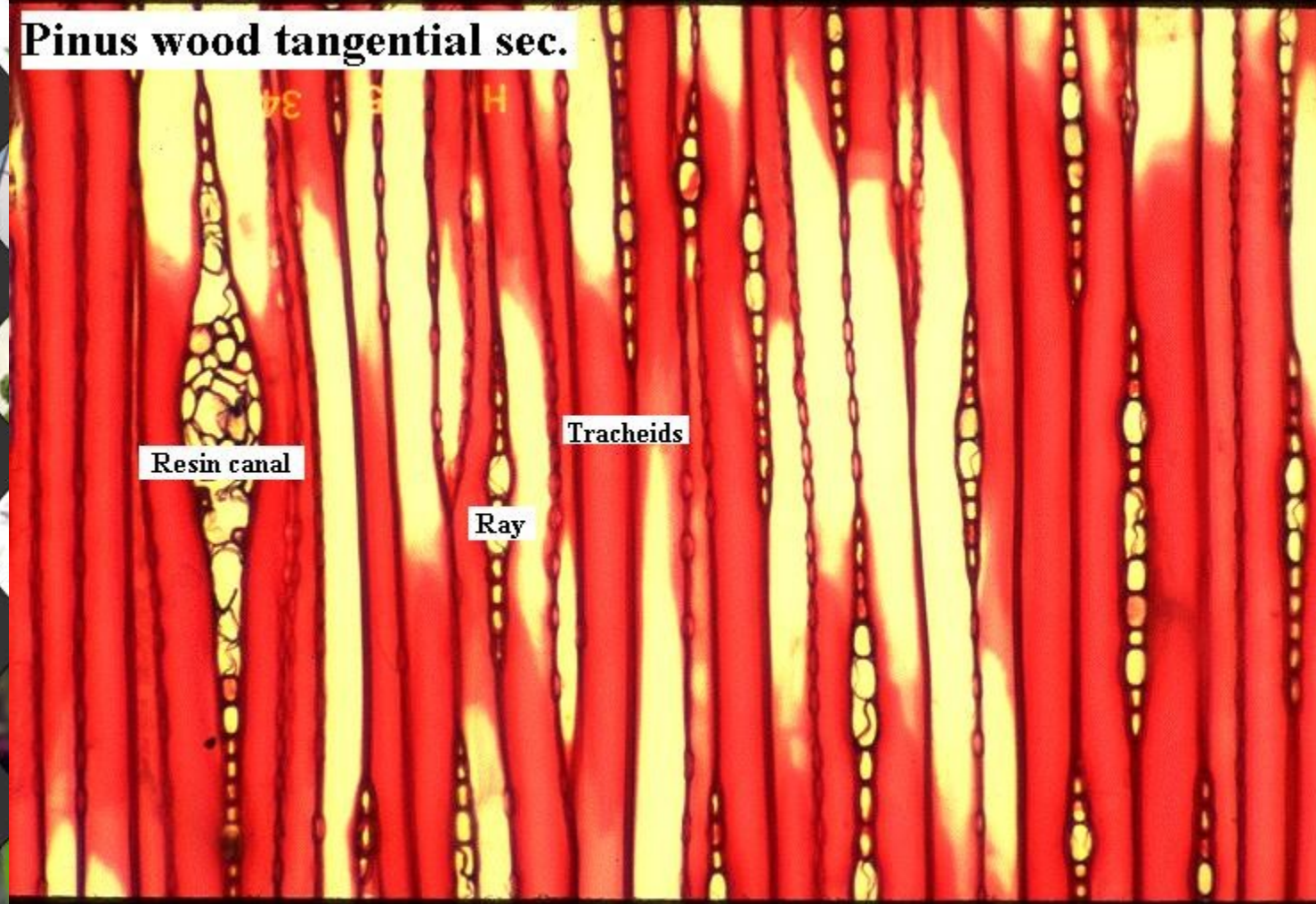


Phloem



Corte longitudinal do floema

Pinus wood tangential sec.



Resin canal

Tracheids

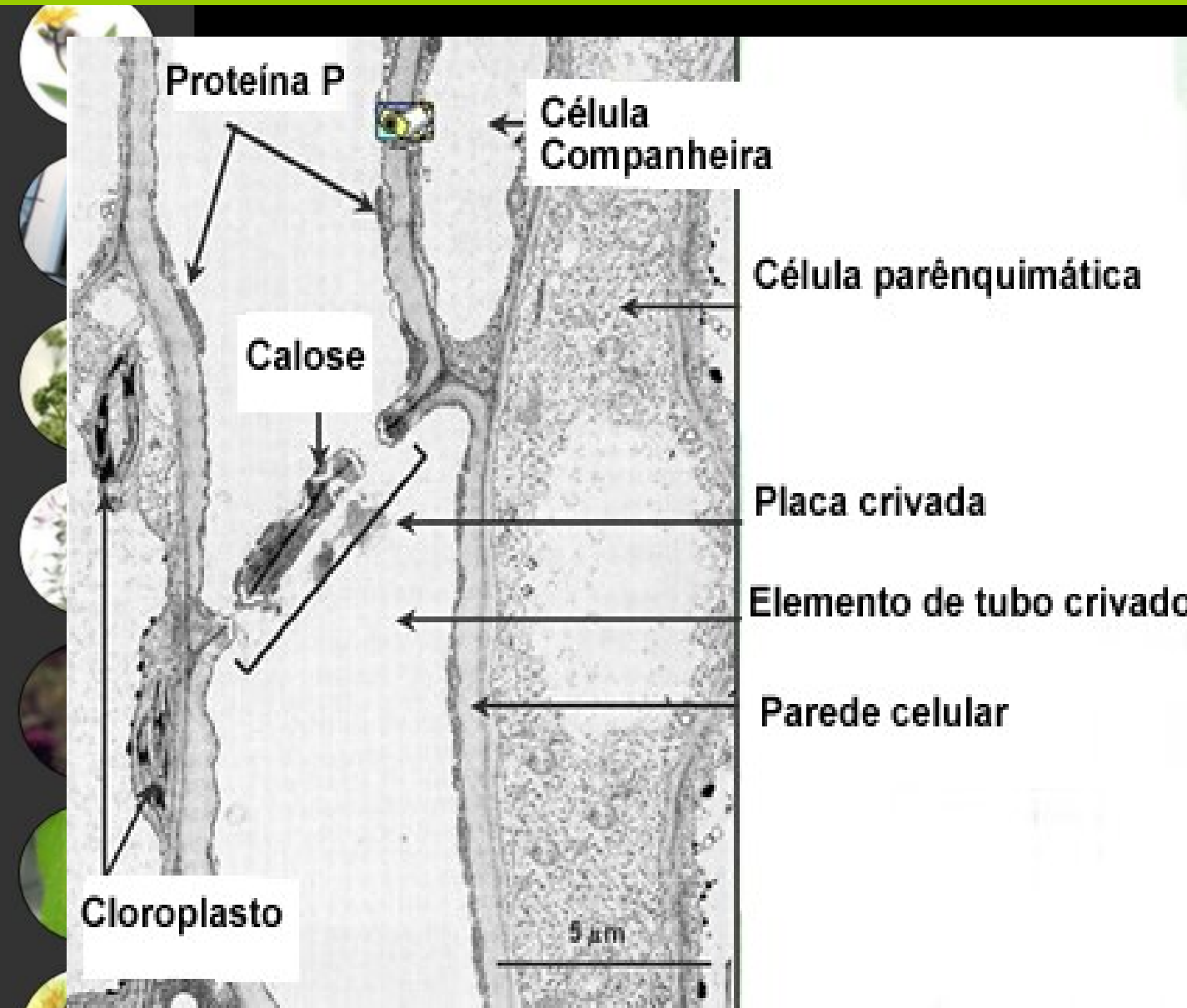
Ray

Estrutura do floema

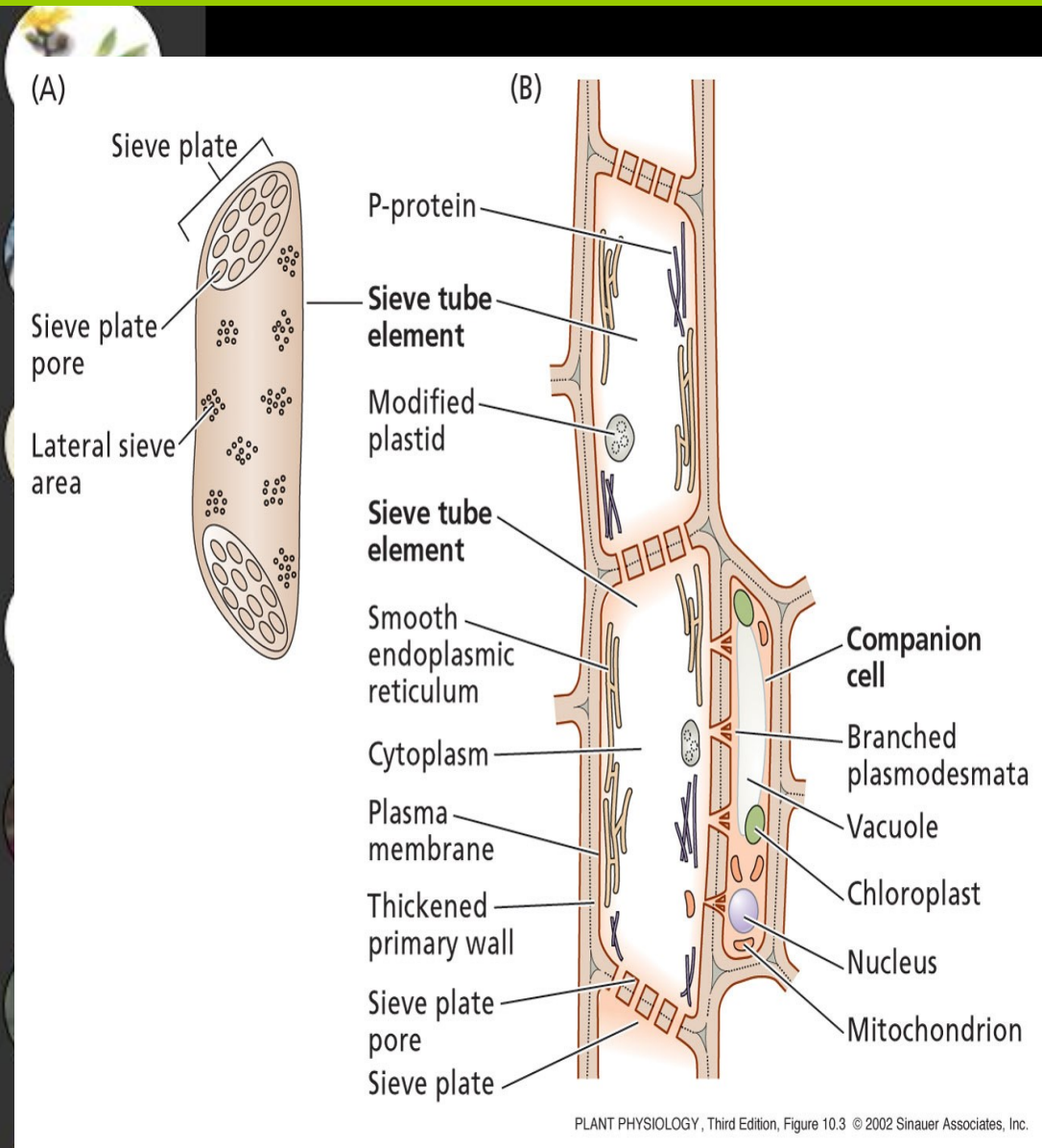


www.curlygirl.no.sapo.pt/tecidopl.htm

Corte longitudinal
crivosa. Foto de



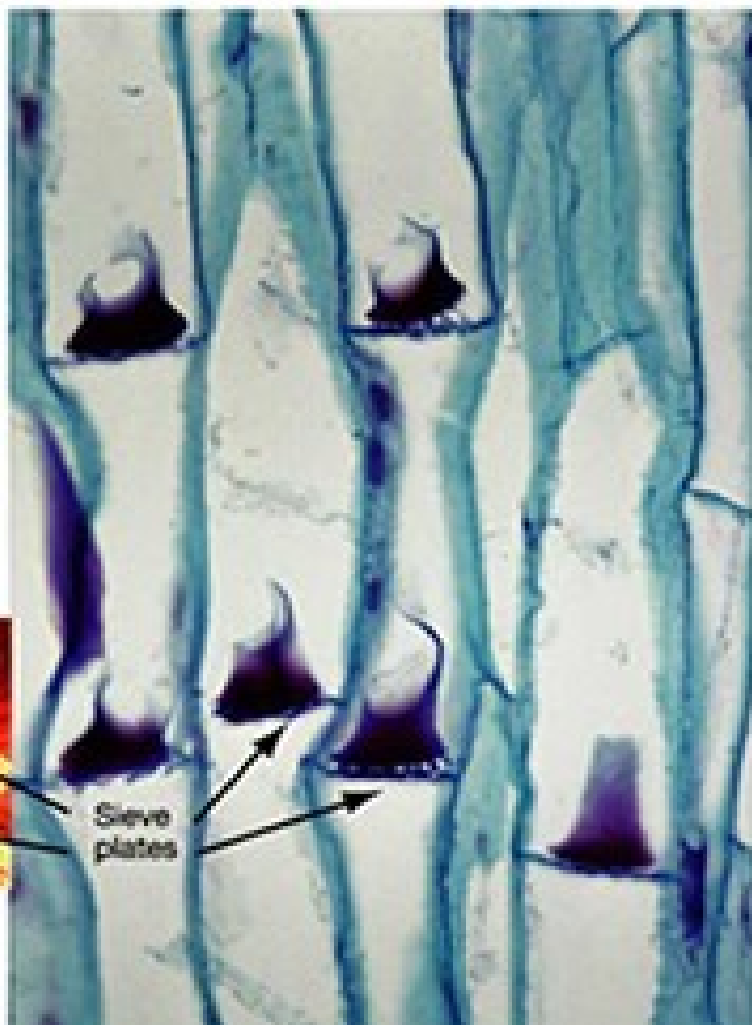
Estrutura do floema



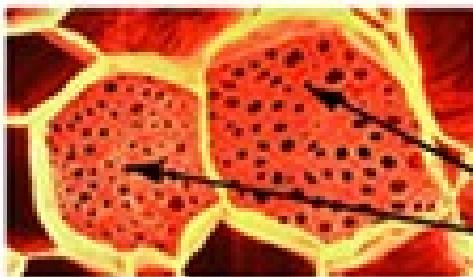
Estrutura do floema



LONGITUDINAL
SECTION

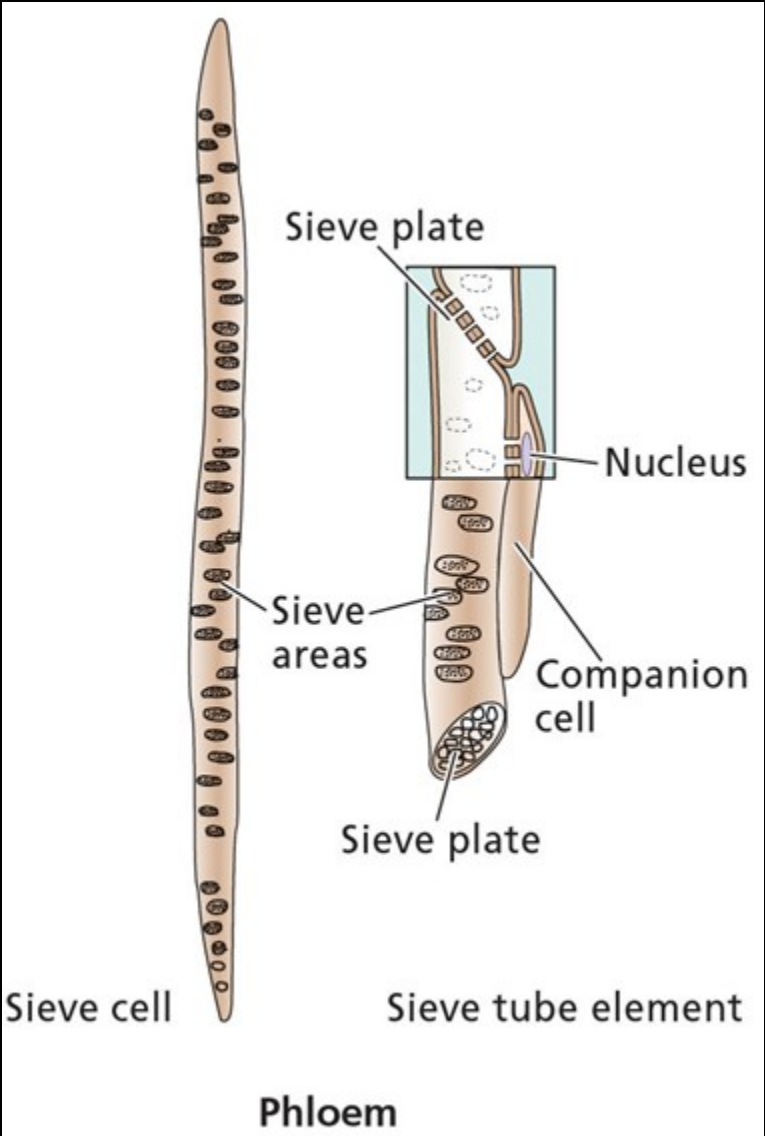


CROSS-SECTION



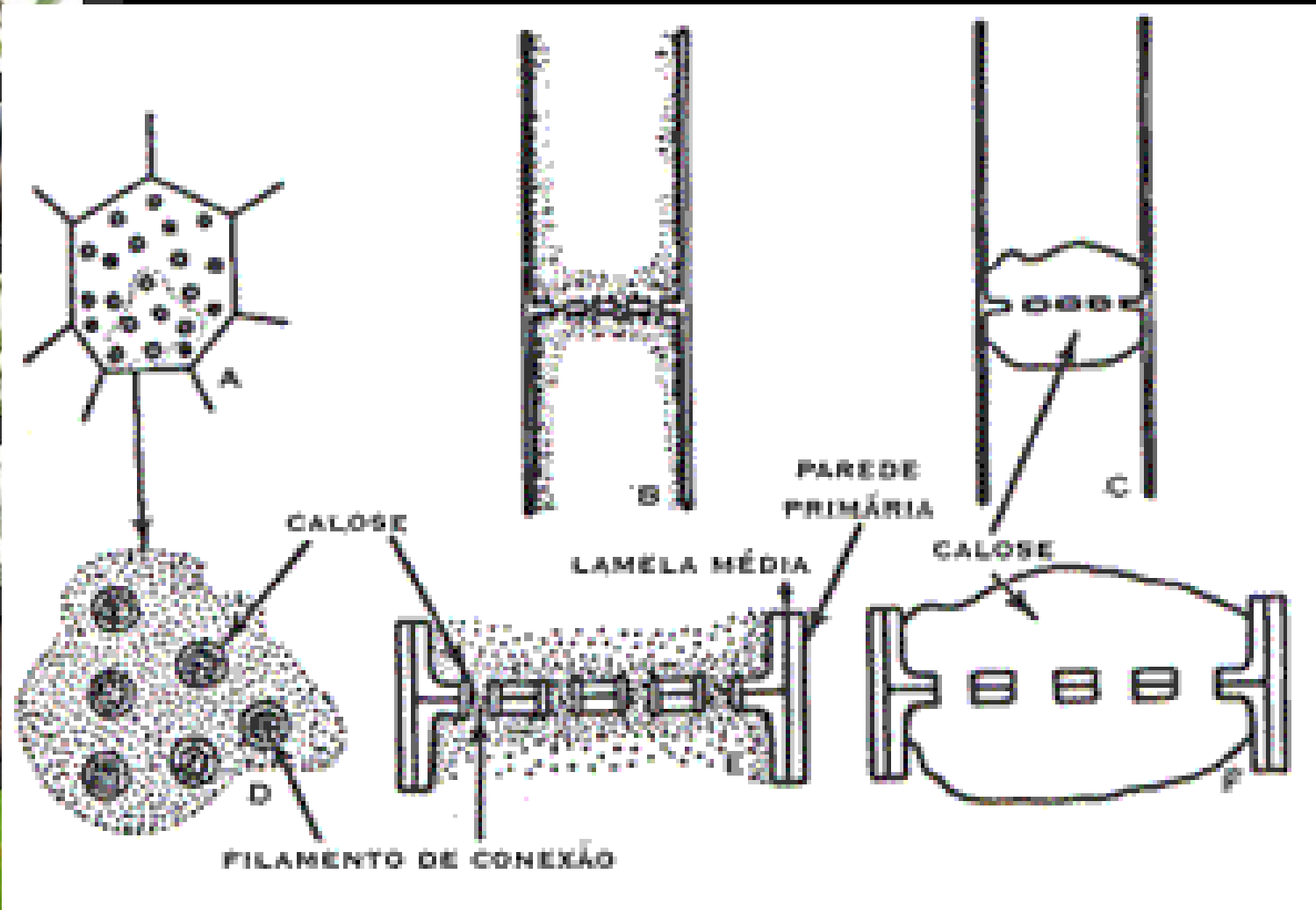
Elementos

— Célula
do
parênquima

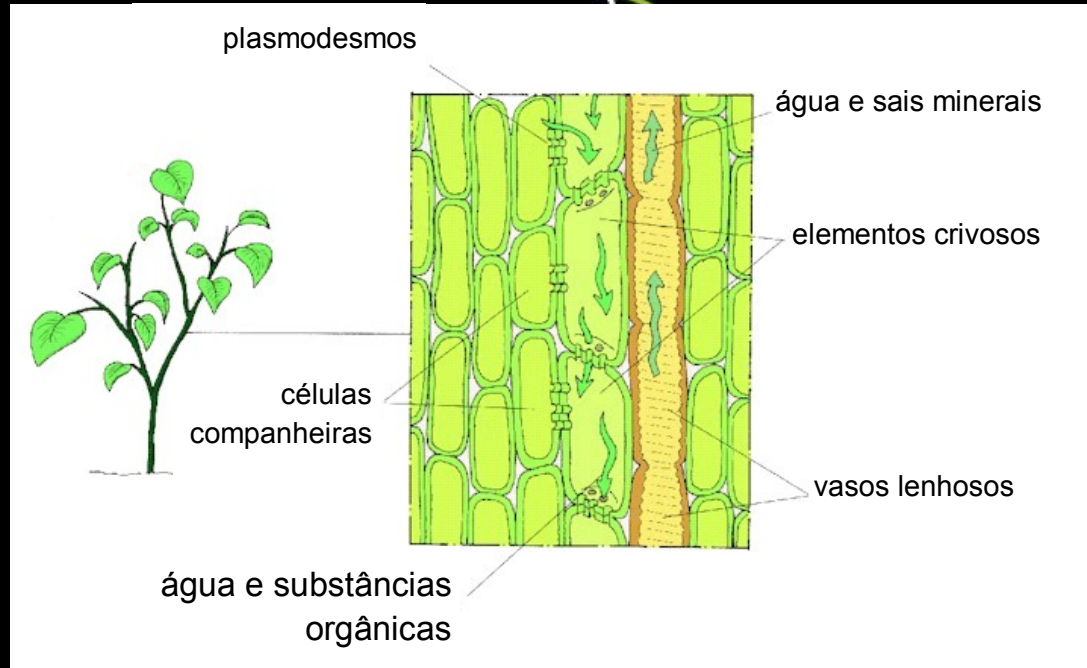
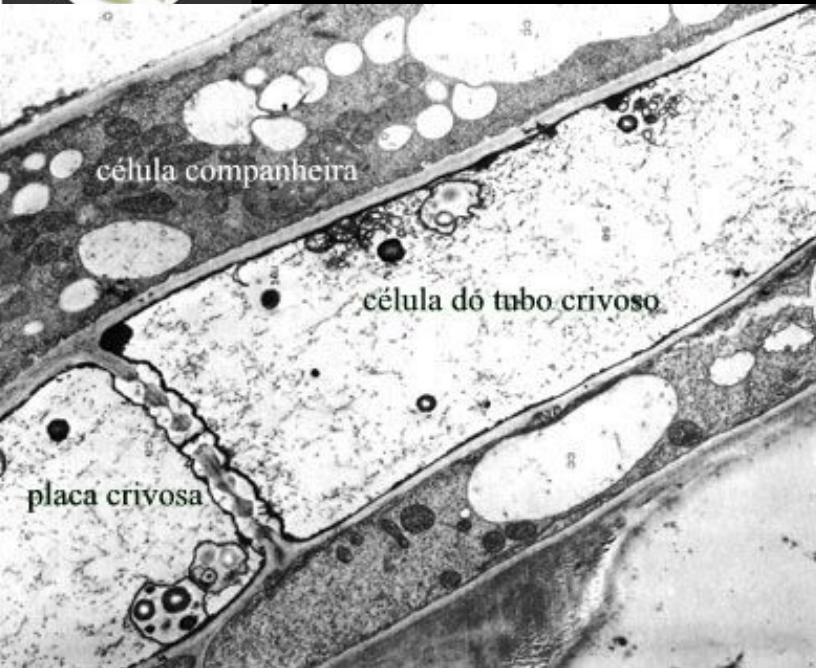


Corte do floe
contendo
www.ineal.uva

Estrutura do floema



Por menor de

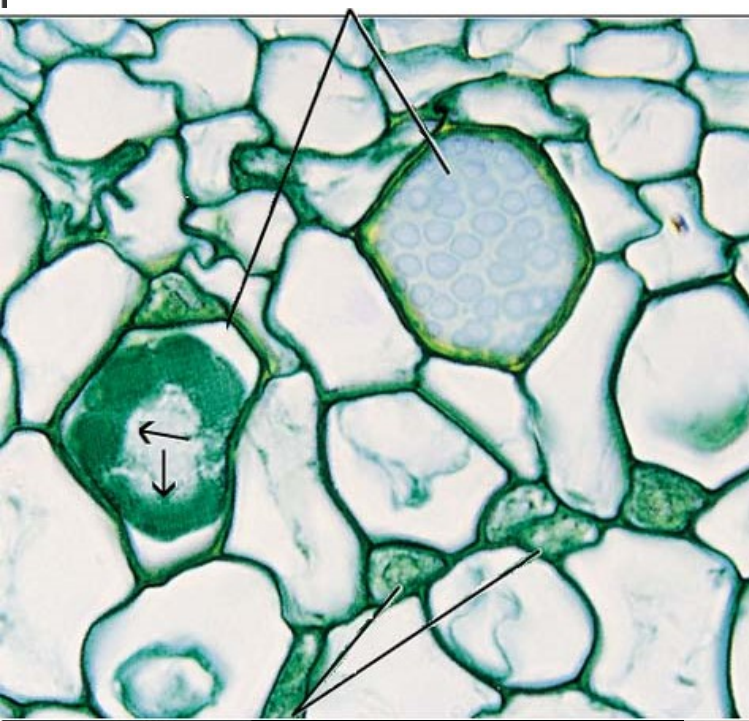


Elementos condutores (células do tubo crivoso e células companheiras) do floema

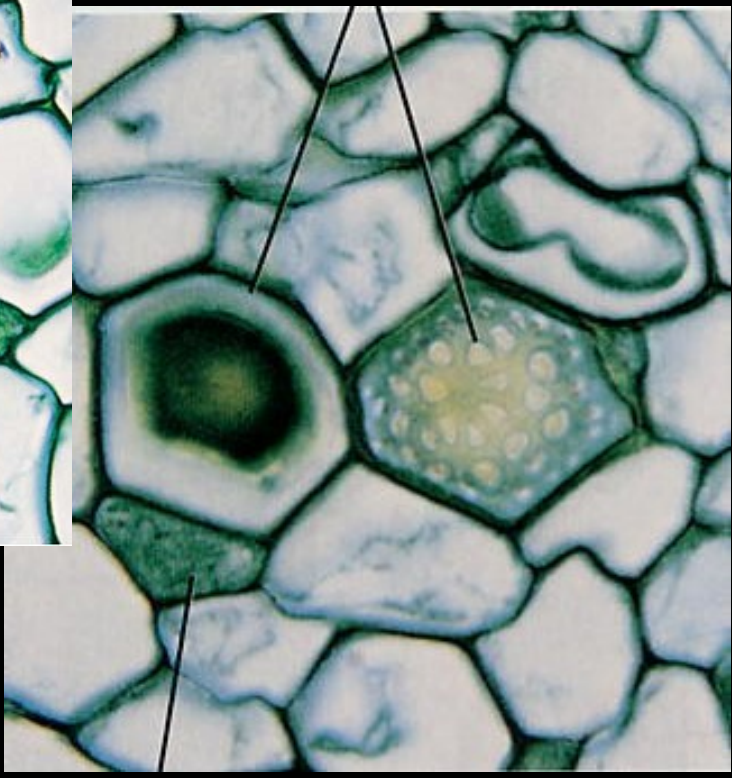
Esquema da disposição dos elementos crivosos e células companheiras (floema) e vasos lenhosos (xilema)



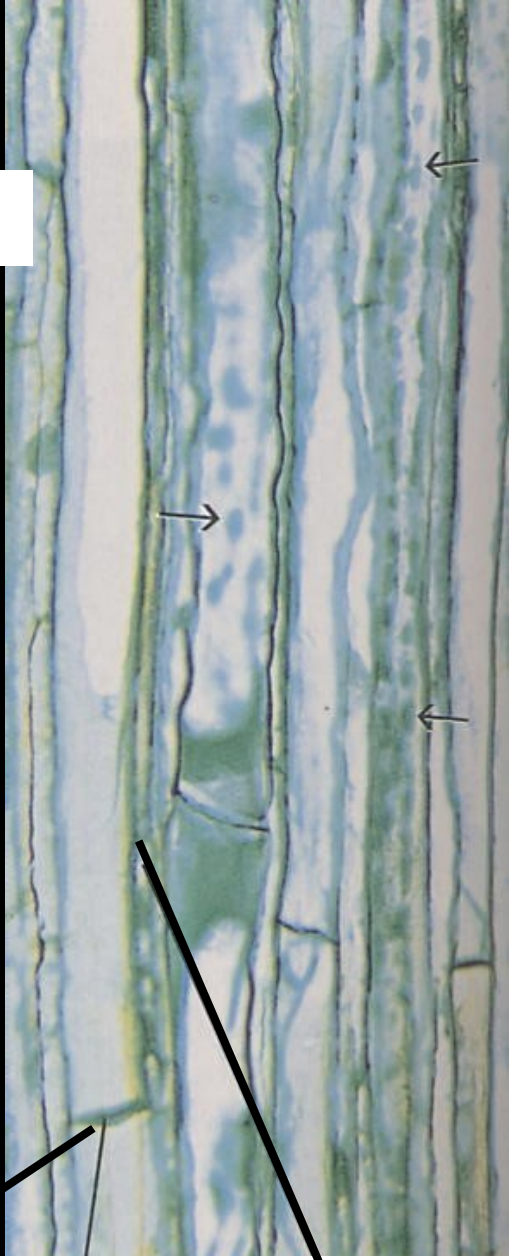
Elementos de tubo crivado imaturos



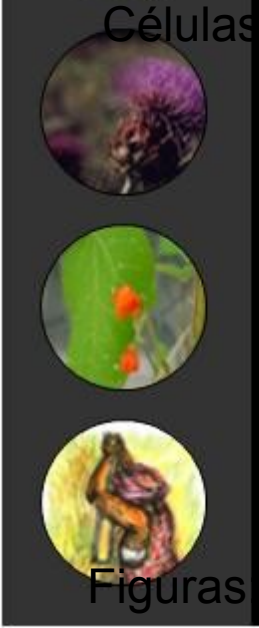
Elementos de tubo crivado



Célula companheira

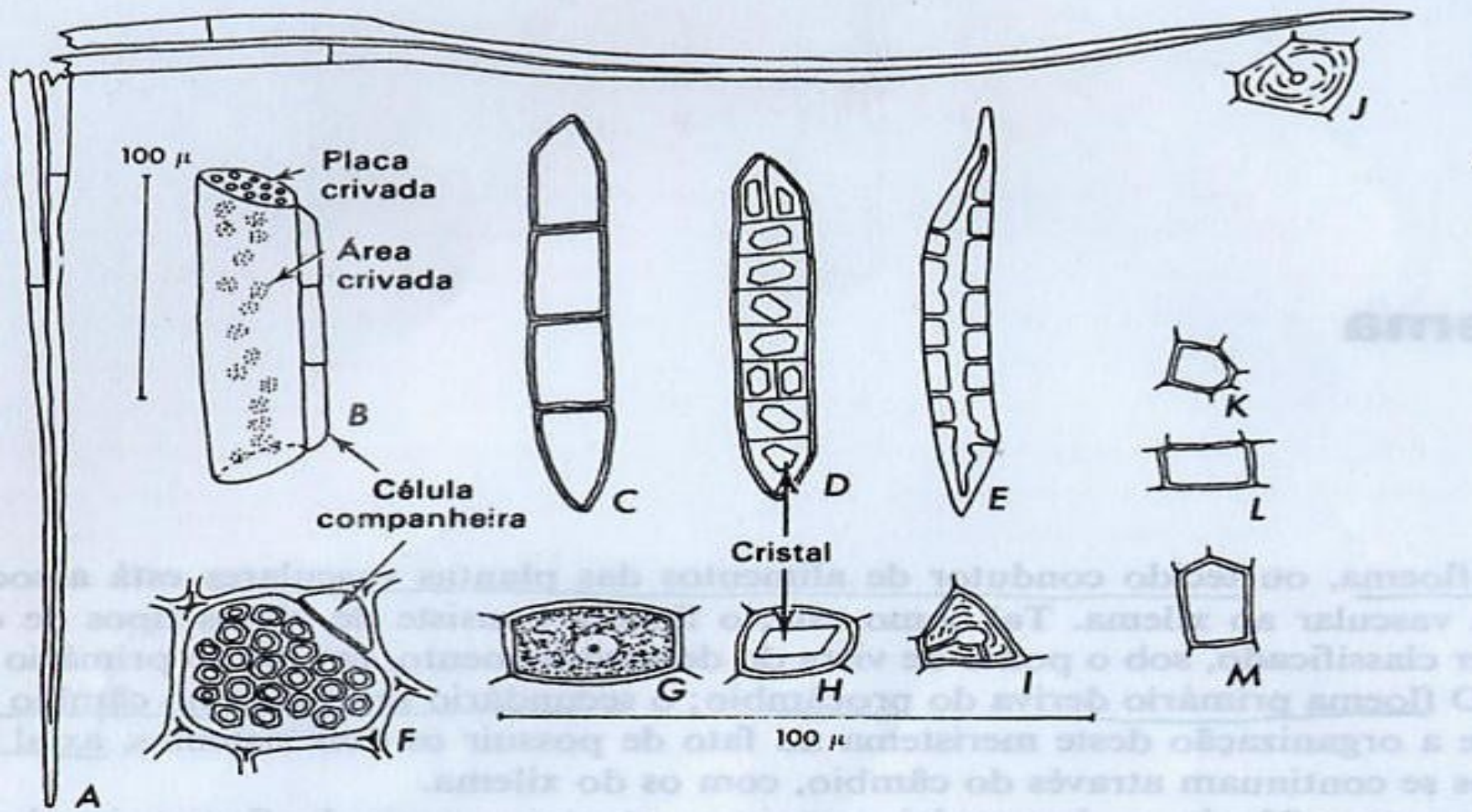


Placa crivada Célula companheira



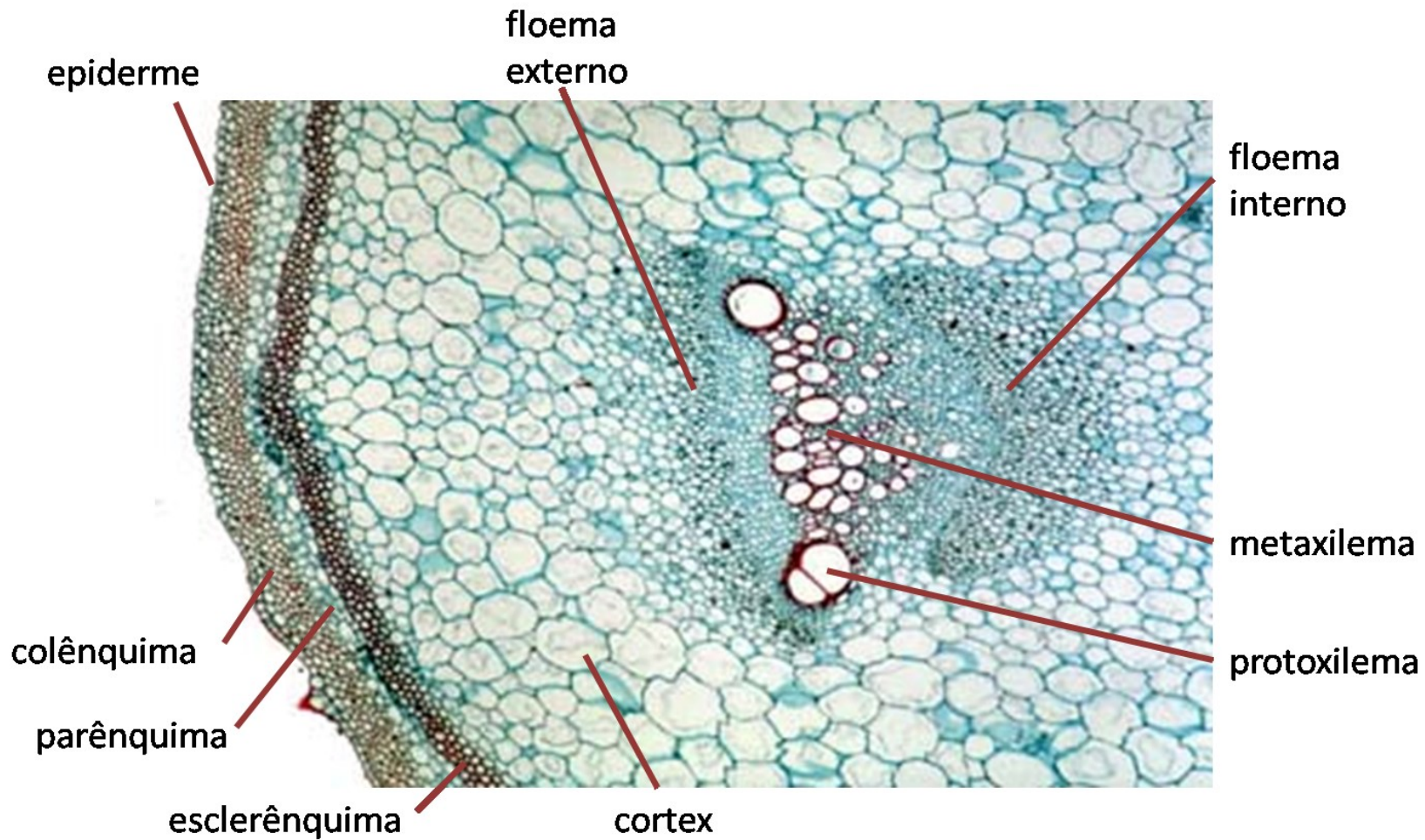
Células

Figuras



Tipos de células componentes de FLOEMA secundário

A-E - vistas longitudinais; f-J - cortes transversais. A,J - fibra; B - elemento de tubo crivado; F - placa crivada; C e G - células de parênquima do floema; D e H - células de parênquima com cristais; E e I - esclerídeo; K, L e M - células do raio em cortes tangenciais. (K) radial (L) e (M), transversal, do floema.



Secção transversal do caule de uma *Cucurbitaceae*, com parênquima com feixes vasculares – xilema (meta e protoxilema) e floema

Posição dos elementos de xilema no feixe vascular

Floema externo

Câmbio vascular



Elementos de vaso
(xilema 2°)

Floema
interno

Xilema 1°



xilema e floema secundário

Gimnospérmicas e **Dicotiledóneas** têm estruturas (RAÍZES E CAULES) substancialmente diferenciadas, resultantes de sua distinta evolução biológica, que se expressa por

- maior simplicidade no caso das **Gimnospérmicas**
- maior especialidade anátoma-funcional no caso das **Dicotiledóneas**

Gimnospérmicas

Suporte+transporte = **traqueídos**

Armazenamento = **parênquima**

Dicotiledóneas

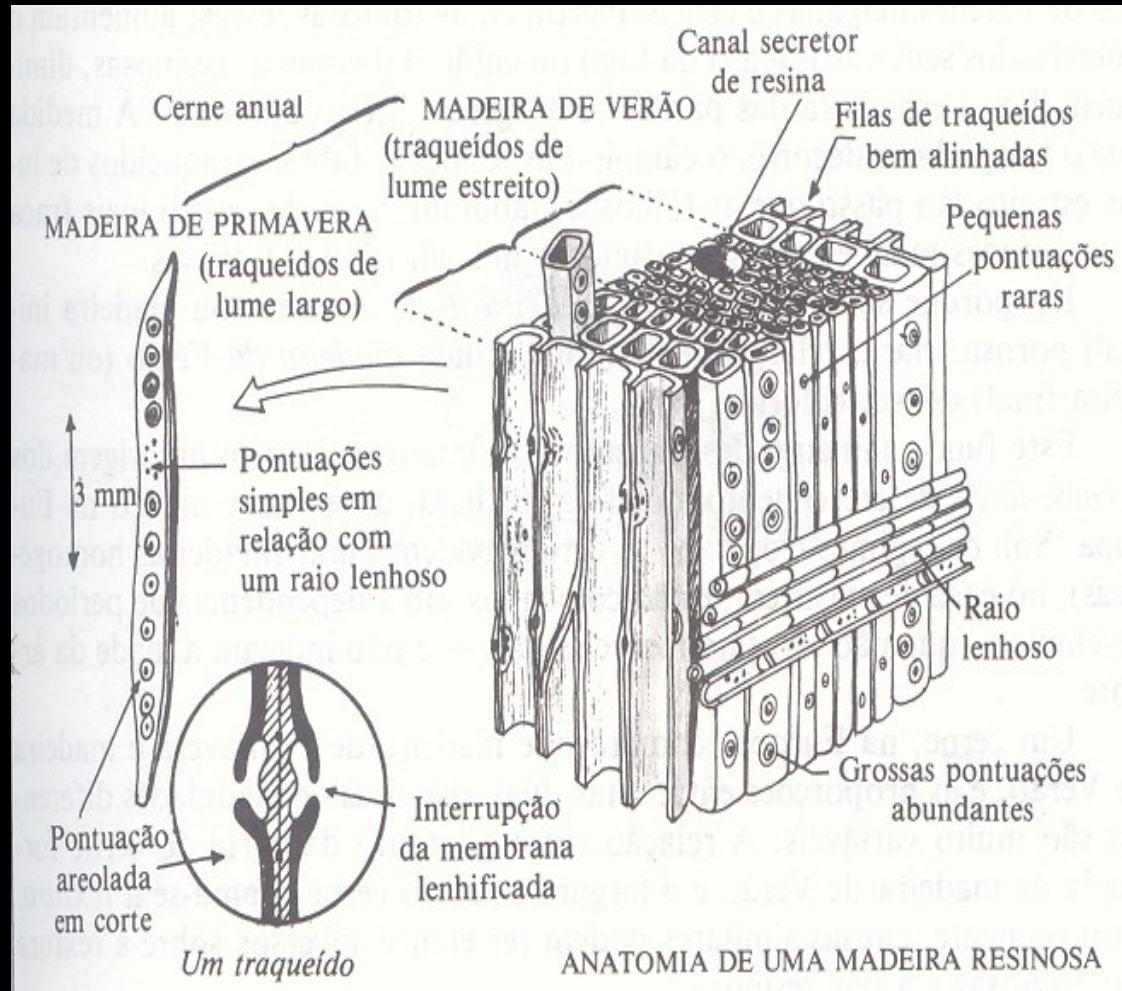
Suporte = **fibras**

Transporte = **vasos ou traqueídos**

Armazenamento = **parênquima**



GINNOSPÉRMICAS - traqueídeos



A massa fundamental do lenho das **gimnospérmicas** é constituída por **traqueídeos longitudinais** com **funções de suporte e transporte** que comunicam entre si e com outras **células** por abundantes e volumosas **pontuações**

A estrutura do lenho das **gimnospérmicas** é **homoxilada**, i.é, constituída quase só por **um tipo de elementos** encarregados da dupla função de suporte e transporte, denominados **traqueídos verticais**. Para além destes, apenas **células de parênquima** dispostas em **raios lenhosos** e, em alguns géneros botânicos, rodeando os **canais de resina longitudinais verticais** (*Pinus* sp., *Pseudotsuga* sp., *Larix* sp. e *Picea* sp.)

Ocasionalmente também integram os raios, **traqueídos transversais** ou canais de resina nas espécies que os possuem verticais

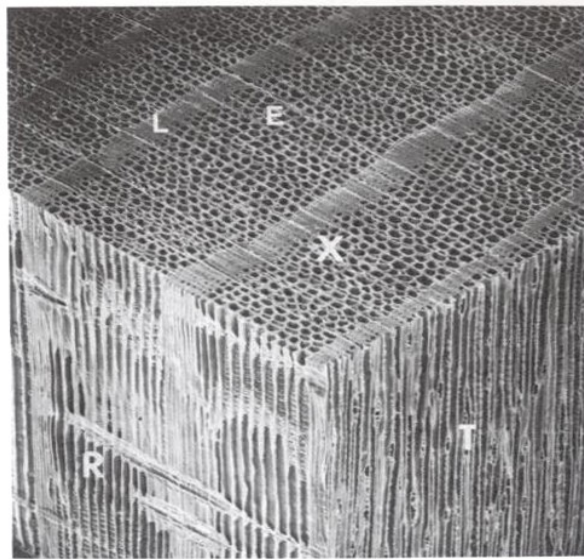


Figure 3 View of a softwood showing three complete and parts of two additional growth rings in the cross-sectional view (X). Individual cells are easily seen in earlywood (E) and difficult to detect in latewood (L). The two longitudinal surfaces (R, radial; T, tangential) are also revealed. (Courtesy of N.C. Brown Center for Ultrastructural Studies, SUNY College of Environmental Science and Forestry.)

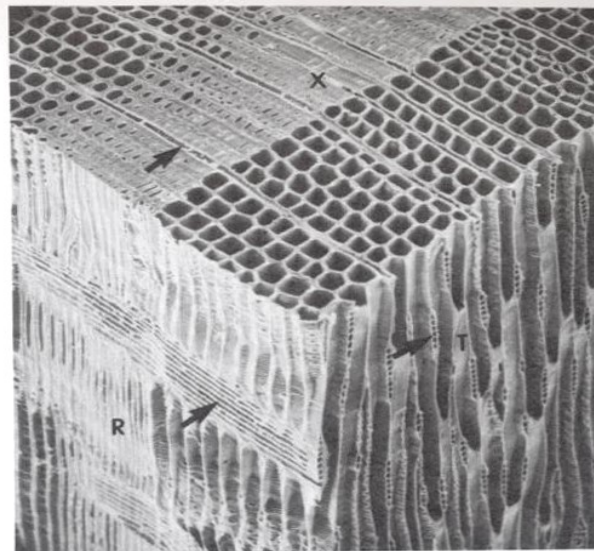
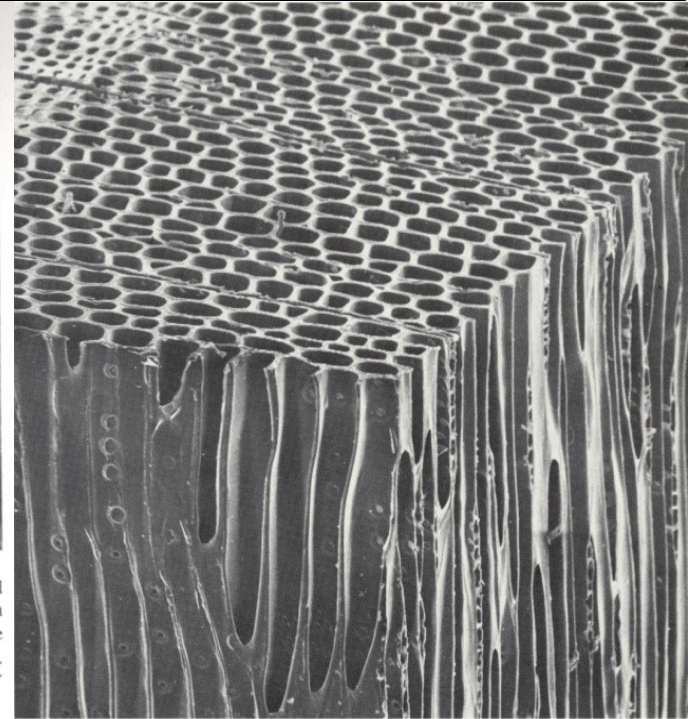
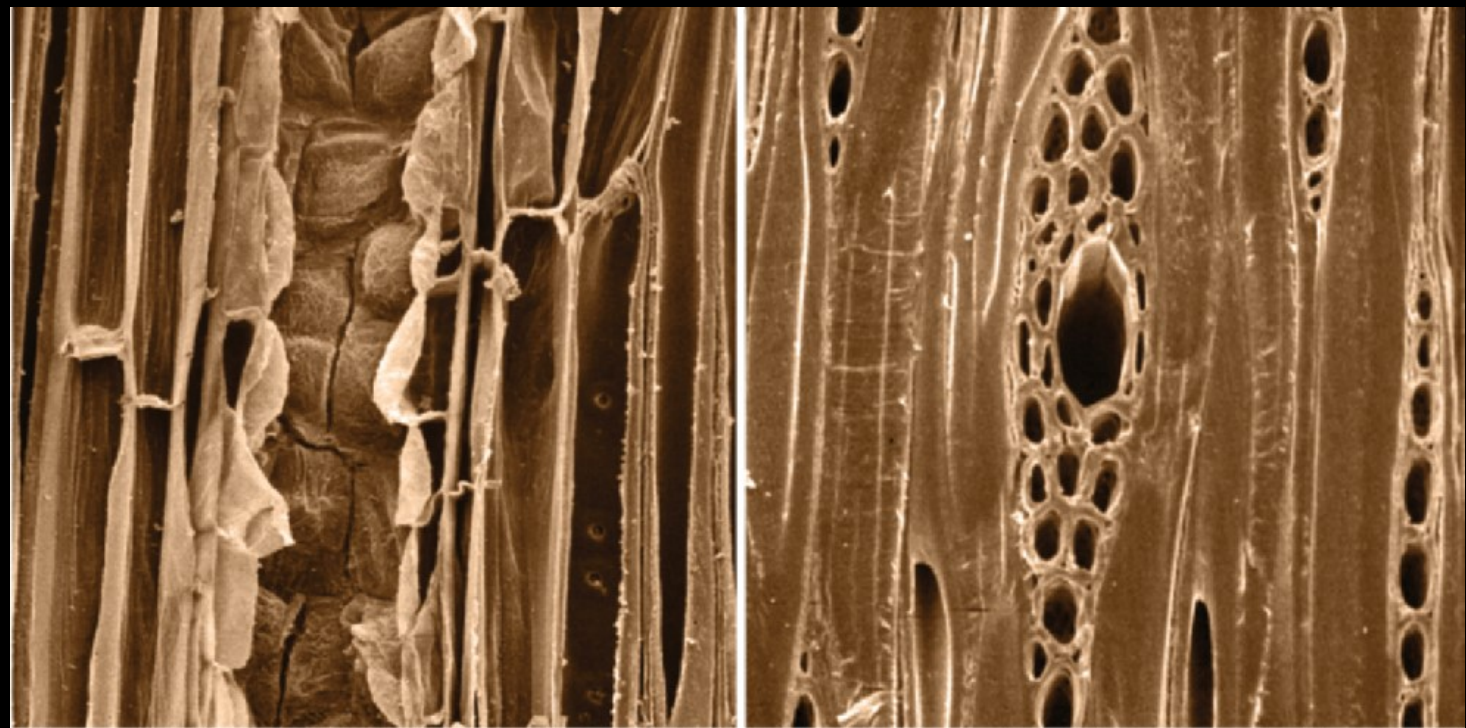
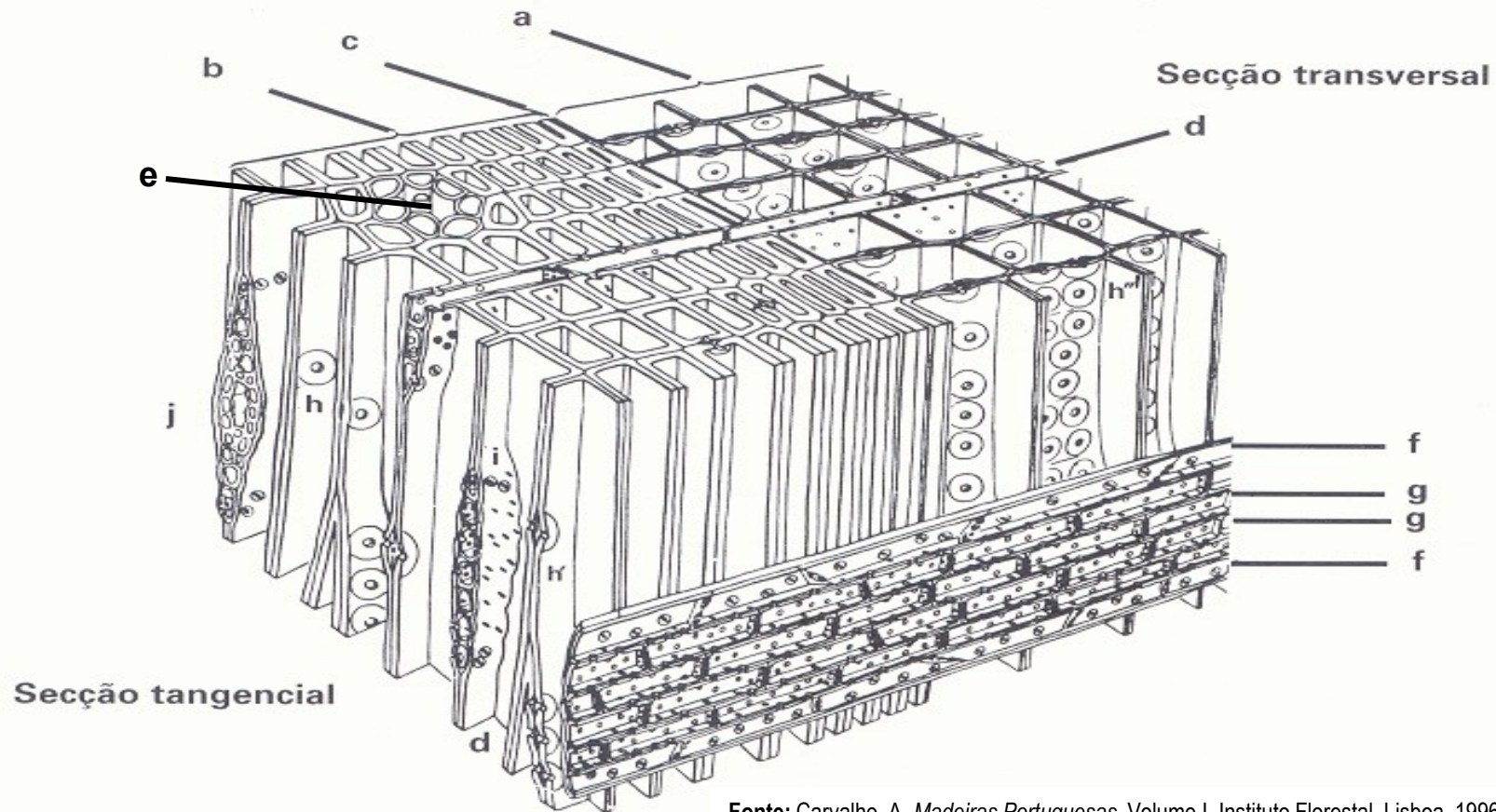


Figure 4 Softwood growth increments. Note the wide latewood zone in cross-sectional view (X). Individual latewood cells with thick walls and small radial diameters are visible. Arrows indicate wood rays in all three planes of study. (R, radial; T, tangential). (Courtesy of N.C. Brown Center for Ultrastructural Studies, SUNY College of Environmental Science and Forestry.)





Estrutura homoxilada de GIMNOSPÉRMICA



Fonte: Carvalho, A. *Madeiras Portuguesas*. Volume I. Instituto Florestal, Lisboa. 1996

a. lenho inicial; b. lenho final; c. limite de camadas de crescimento; d. raio lenhoso unisseriado (sessão tangencial); e. canal de resina vertical; f. traqueídeos radiais (marginais); g. células de parênquima; h. pontuação areolada; h'. pormenor do corte tangencial de pontuação areolada; h''. pontuações areoladas bisseriadas; i. pontuações de campo de cruzamento; j. raio lenhoso fusiforme com canal de resina horizontal

A estrutura do lenho das **dicotiledóneas** é muito mais complexa do que a das gimnospérmicas. É **heteroxilada**, com predomínio de dois tipos fundamentais de elementos histológicos:

- **elementos vasculares ou vasos**, responsáveis pela circulação dos líquidos seivosos
- **fibras** que desempenham essencialmente a função de suporte

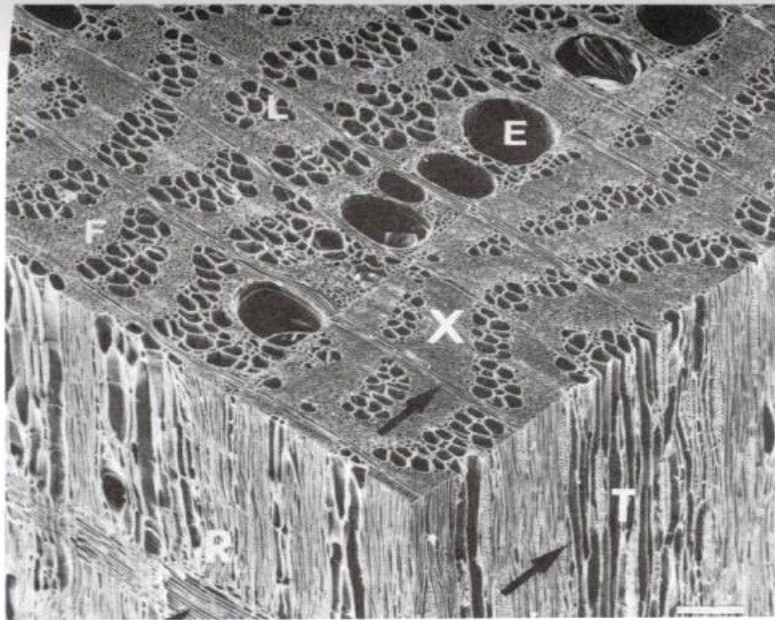


Figure 6 Ring-porous hardwood illustrating abrupt change in earlywood (E) and latewood (L) vessel diameters in cross-sectional view (X). Fibers (F) can be seen between latewood vessel zones. Wood rays are apparent on all three surfaces (arrows). Micrometer, bar 200 μm . (Courtesy of N.C. Brown Center for Ultrastructural Studies, SUNY College of Environmental Science and Forestry.)

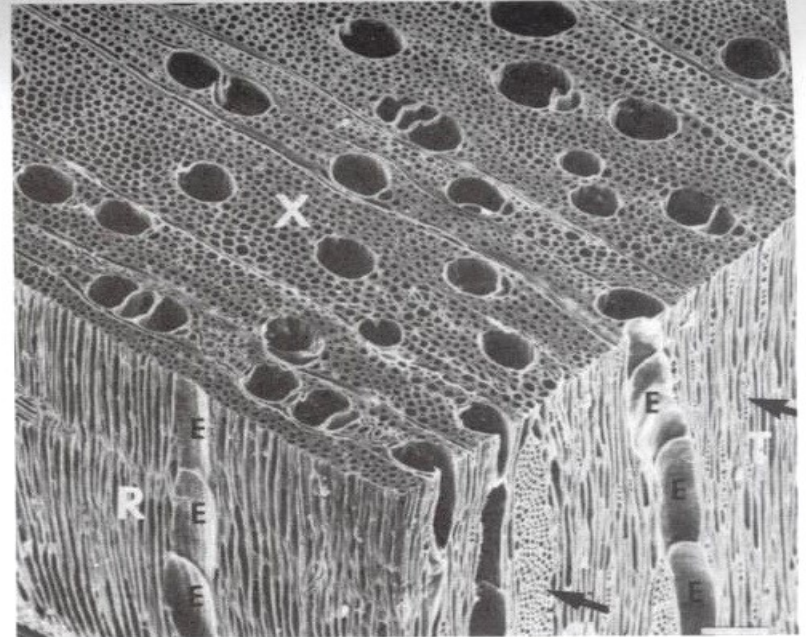
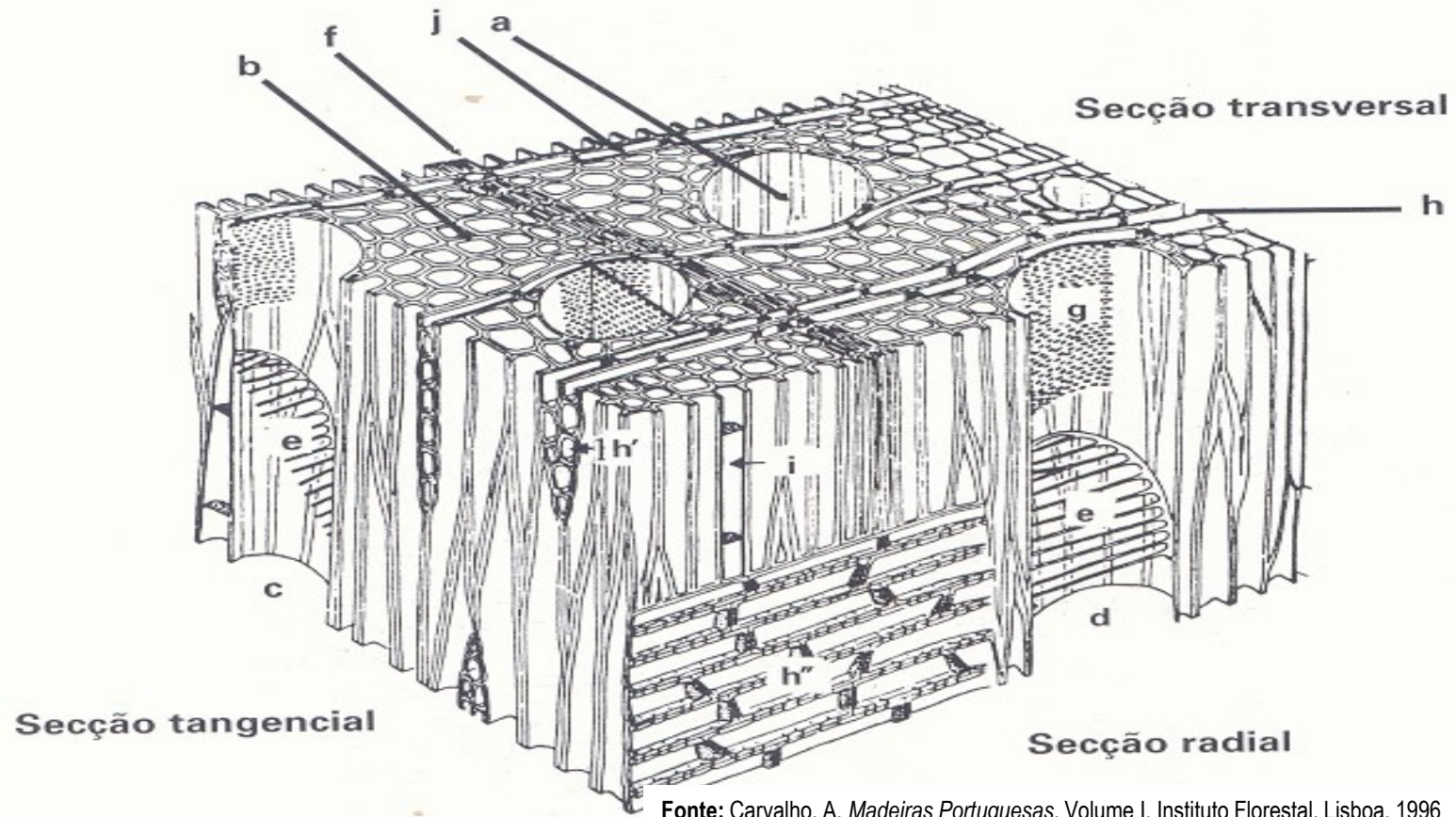
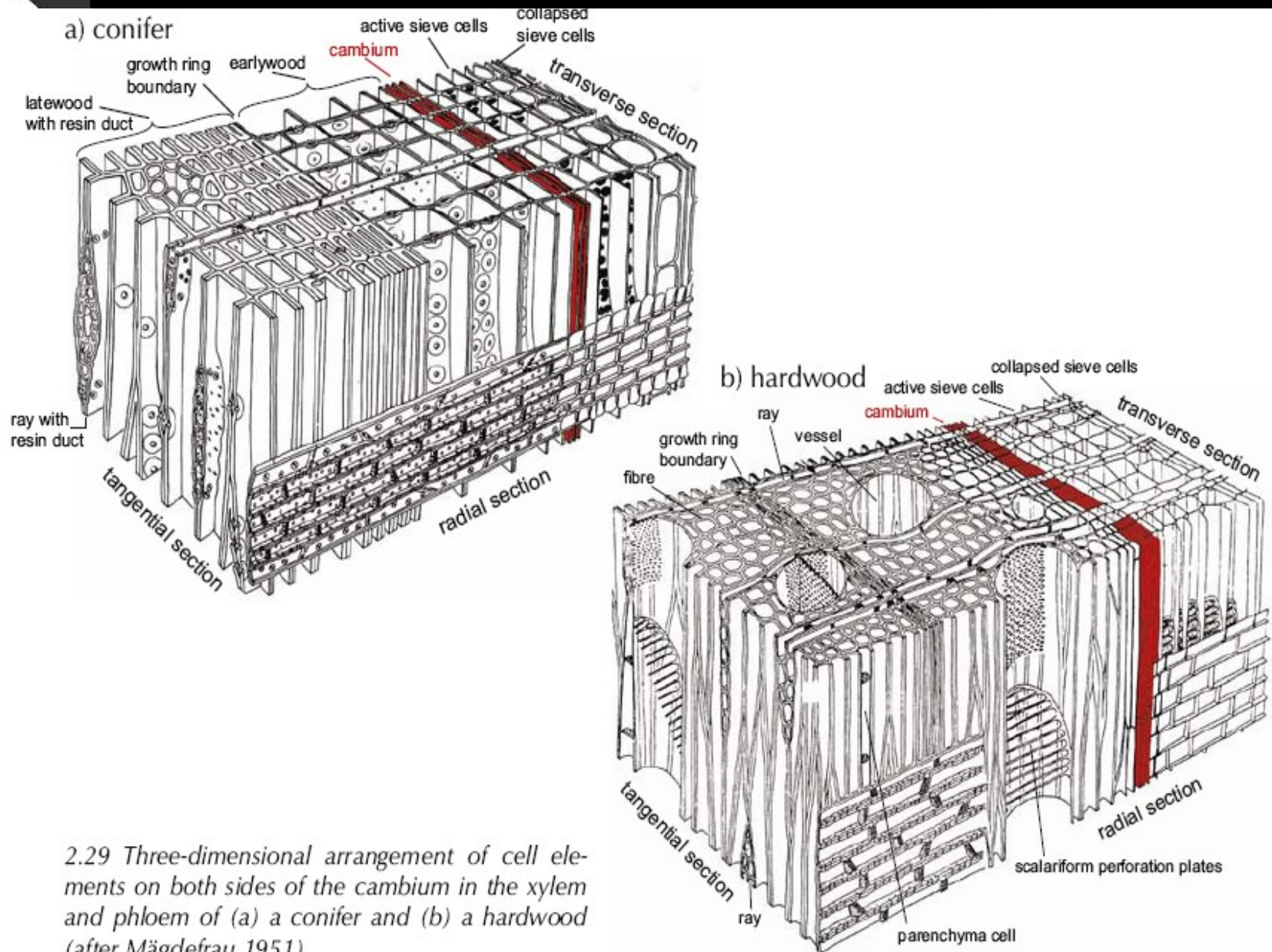


Figure 7 Diffuse-porous hardwood with fairly uniform vessel diameters across entire growth ring. Formation of vessels from individual vessel elements (E) shown in both radial (R) and tangential (T) views. Note presence of one-cell wide and multilumen wide rays in tangential view (arrows). Micrometer, bar 100 μm . (Courtesy of N.C. Brown Center for Ultrastructural Studies, SUNY College of Environmental Science and Forestry.)

Estrutura heteroxilada de **DICOTILEDÓNEA**



a. vaso (sessão transversal = poro); b. fibra; c. segmento vascular (sessão tangencial); d. segmento vascular (sessão radial); e. perfuração escalariforme; f. limite de camadas de crescimento; g. pontuações radiovasculares; h. raio lenhoso bisseriado (sessão transversal); h'. raio lenhoso bisseriado (sessão tangencial); h''. raio lenhoso (sessão radial); i. parênquima axial; j. raio lenhoso unisseriado (sessão transversal)



2.29 Three-dimensional arrangement of cell elements on both sides of the cambium in the xylem and phloem of (a) a conifer and (b) a hardwood (after Mägdefrau 1951).



Caracteres que podem ser utilizados na **diferenciação do crescimento secundário da raiz e caule de gimnospérmicas e dicotiledóneas:**

- a - as dicotiledóneas tem **vasos**, enquanto que as gimnospérmicas não
- b - as madeiras de gimnospérmicas possuem **raios lenhosos unisseriados**, salvo naquelas espécies em que a presença de canais resiníferos transversais enchem o raio
- c - a estrutura das dicotiledóneas é mais complexa – **heteroxilada**
- d - a estrutura das gimnospérmicas é mais simples – **homoxilada**
- e - as dicotiledóneas são muito mais ricas em **parênquima** que as gimnospérmicas

