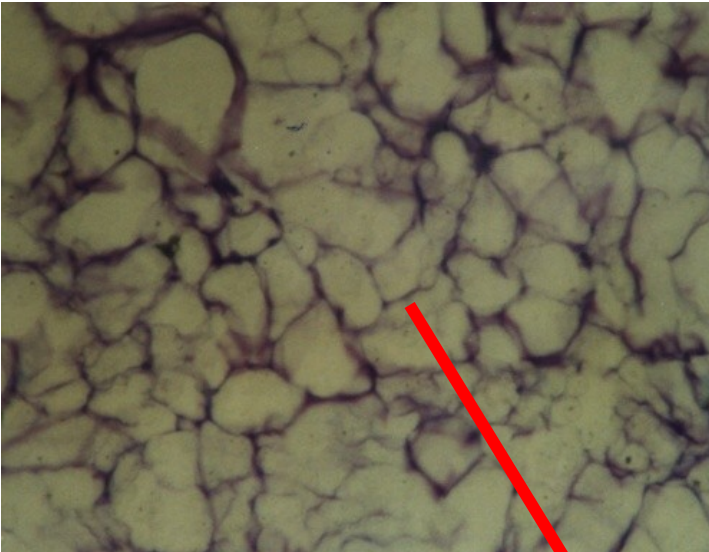
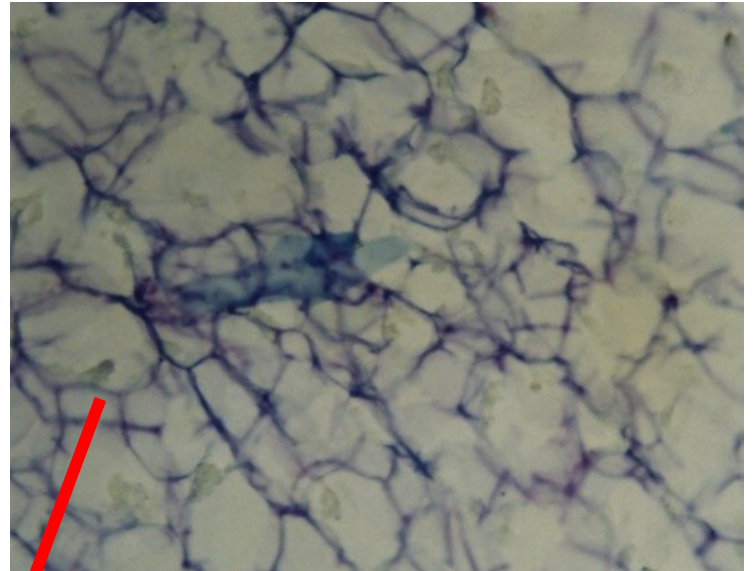


Citrus



Cana



Parede celular

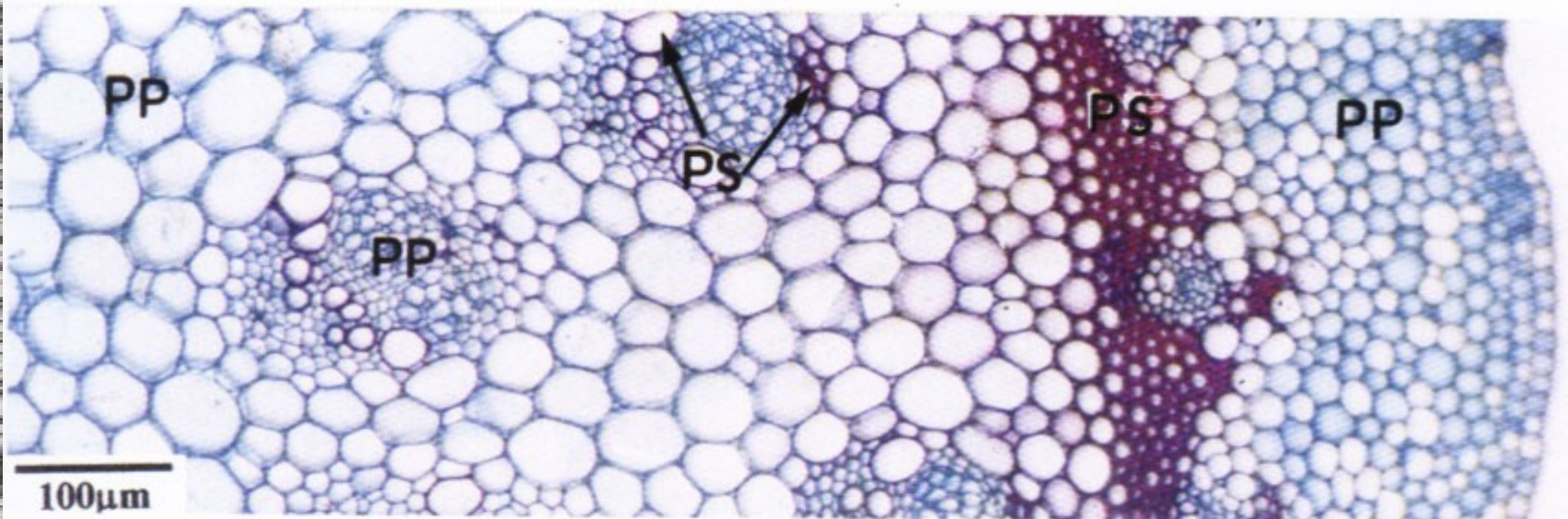
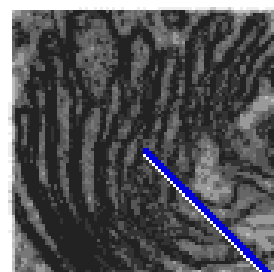
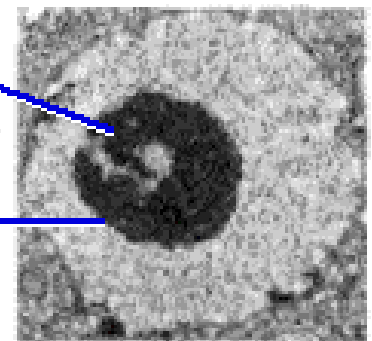


Figura 2.6 – Células com parede primária (PP) e células com parede primária e secundária (PS). Comparativamente, as paredes primárias são mais finas que as paredes primária e secundária (Escapo floral de lírio-amarelo – *Hemerocallis flava*, em corte transversal).

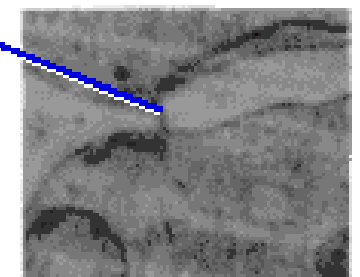


Golgi apparatus

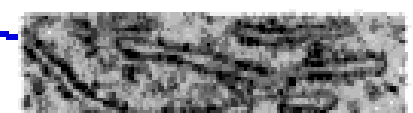


nucleolus

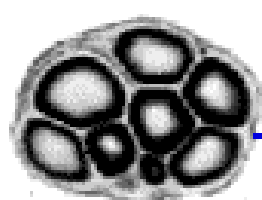
nucleus



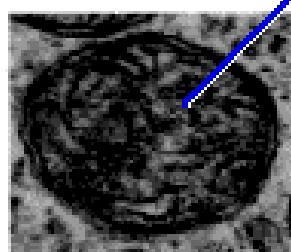
plasmodesma



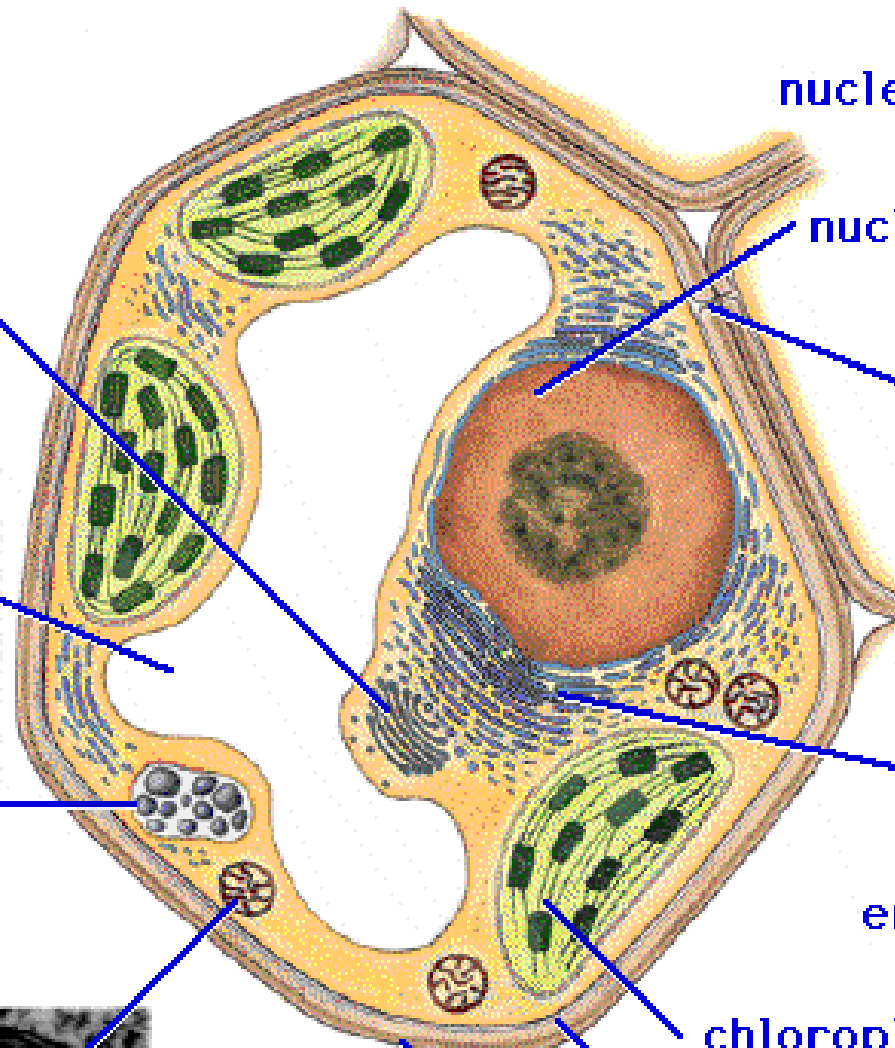
endoplasmic reticulum



leucoplast



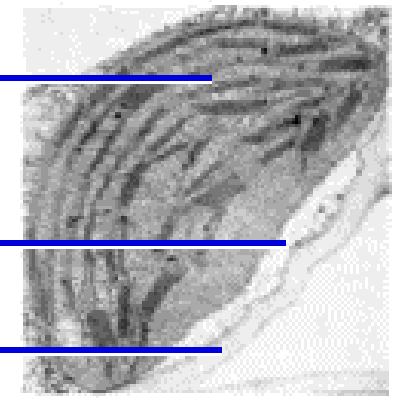
mitochondrion



chloroplast

plasma membrane

cell wall



Parede Celular

- Parede celular contribui para a integridade estrutural e morfologia da planta.
- A planta necessita da parede celular para o seu crescimento.
- Parede celular deve se modificar e se expandir acompanhando o crescimento da célula.

- Confere proteção às células
- Constituição varia com o determinado tipo celular
- Algumas bactérias possuem parede celular com a seguinte constituição:
 - Proteínas, lipídeos e polissacarídeos
- Fungos → quitina

A grayscale micrograph of plant tissue, likely showing cell walls. The image displays a dense network of thin, elongated, and somewhat wavy lines, which are the cell walls of plant cells. These lines are interconnected, forming a complex, mesh-like structure. The overall appearance is fibrous and textured.

Composição química e Estrutura da Parede Celular Vegetal

- A parede celular primária consiste de microfibrilas de celulose embebida em uma matriz amorfa e hidratada (65% de água) de hemiceluloses, pectinas e glicoproteínas.
- glicose, galactose, fucose e manose (6 carbonos)
- xilose e arabinose (5 carbonos).
- Pectinas → Ramnogalacturonanos I (RGI), arabinanos, galactanos, arabinogalactanos I, ramnogalacturonanos II (RGII).

CELULOSE

- polímero linear de subunidades de glicose unidas por ligações β -1,4
- feixes $\rightarrow$ 40 moléculas de celulose $\rightarrow$ **microfibrilas** $\rightarrow$ moléculas individuais de celulose são mantidas através de pontes de hidrogênio.

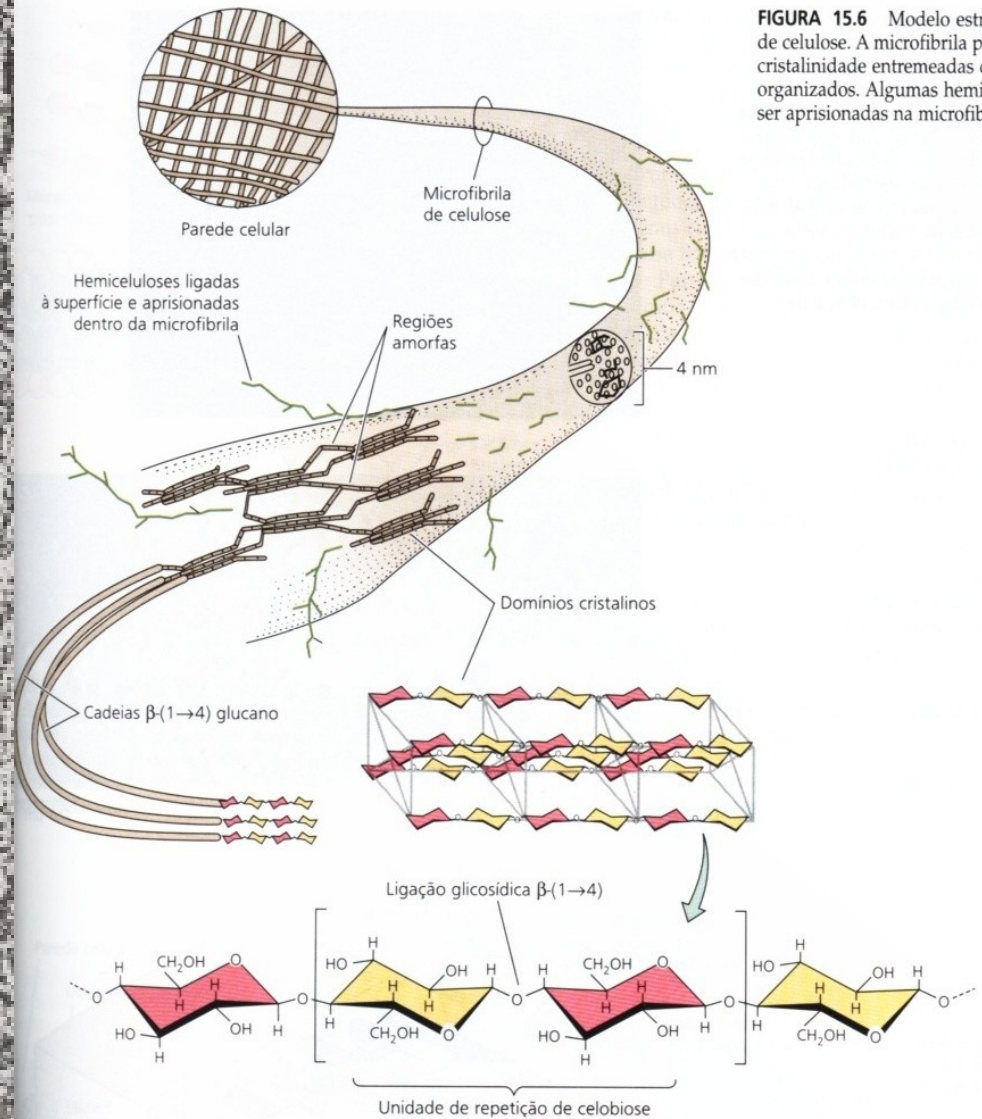


FIGURA 15.6 Modelo estrutural de uma microfibrila de celulose. A microfibrila possui regiões de alta cristalinidade entremeadas com glucanos menos organizados. Algumas hemiceluloses podem também ser aprisionadas na microfibrila e ligadas à superfície.

Síntese das microfibrilas de celulose

- Microfibrilas são de comprimento indeterminado e variam consideravelmente em largura .
- Ao MET → plantas terrestres → as microfibrilas → 5 a 12 nm de largura.
- alga → podem ter acima de 30 nm de largura e ser mais cristalina.

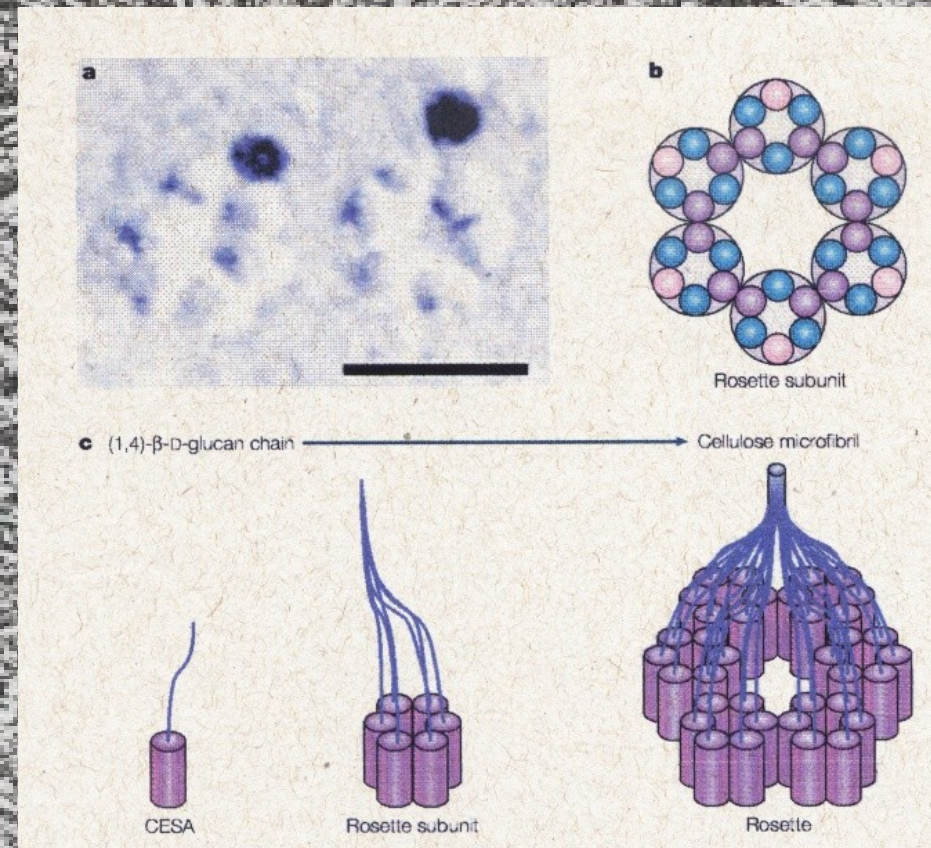
Através da MET → microfibrilas de celulose → complexos protéicos grandes ordenados.

CESA – Plant cellulose synthase.

- Modelo – *Arabidopsis thaliana* – 10 genes.

-Estão embebidas na membrana plasmática do lado citoplasmático em um arranjo hexaédrico – roseta de partículas.

- transfere um resíduo de glicose de um doador de açúcar de nucleotídeo para a cadeia de glucano e crescimento.



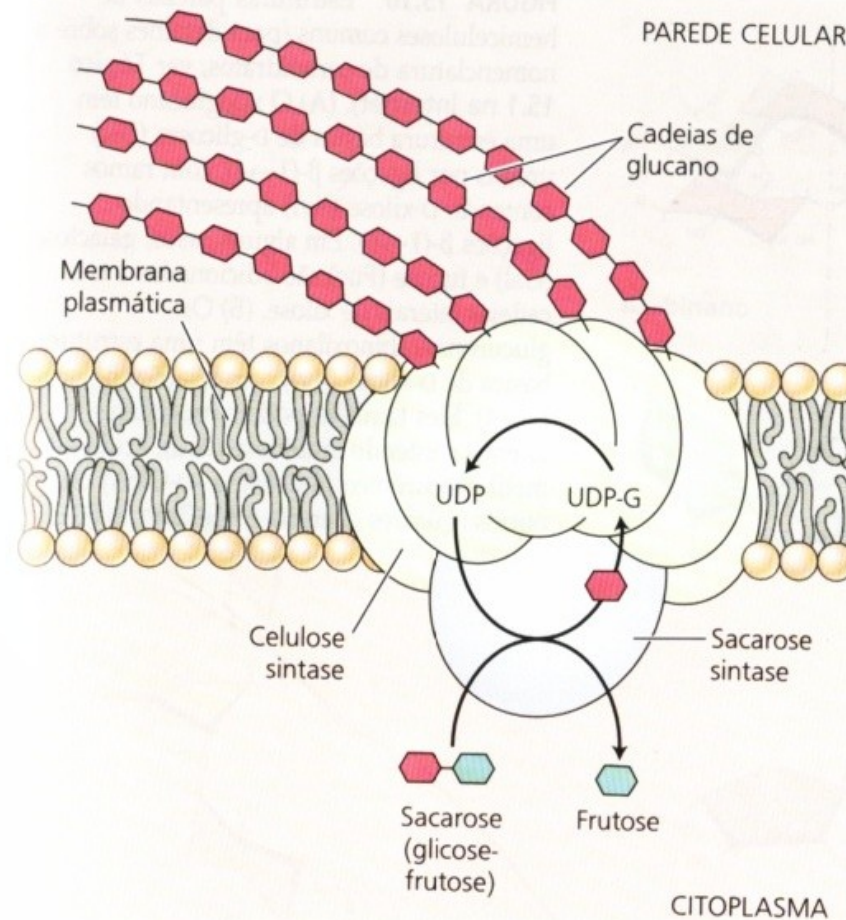
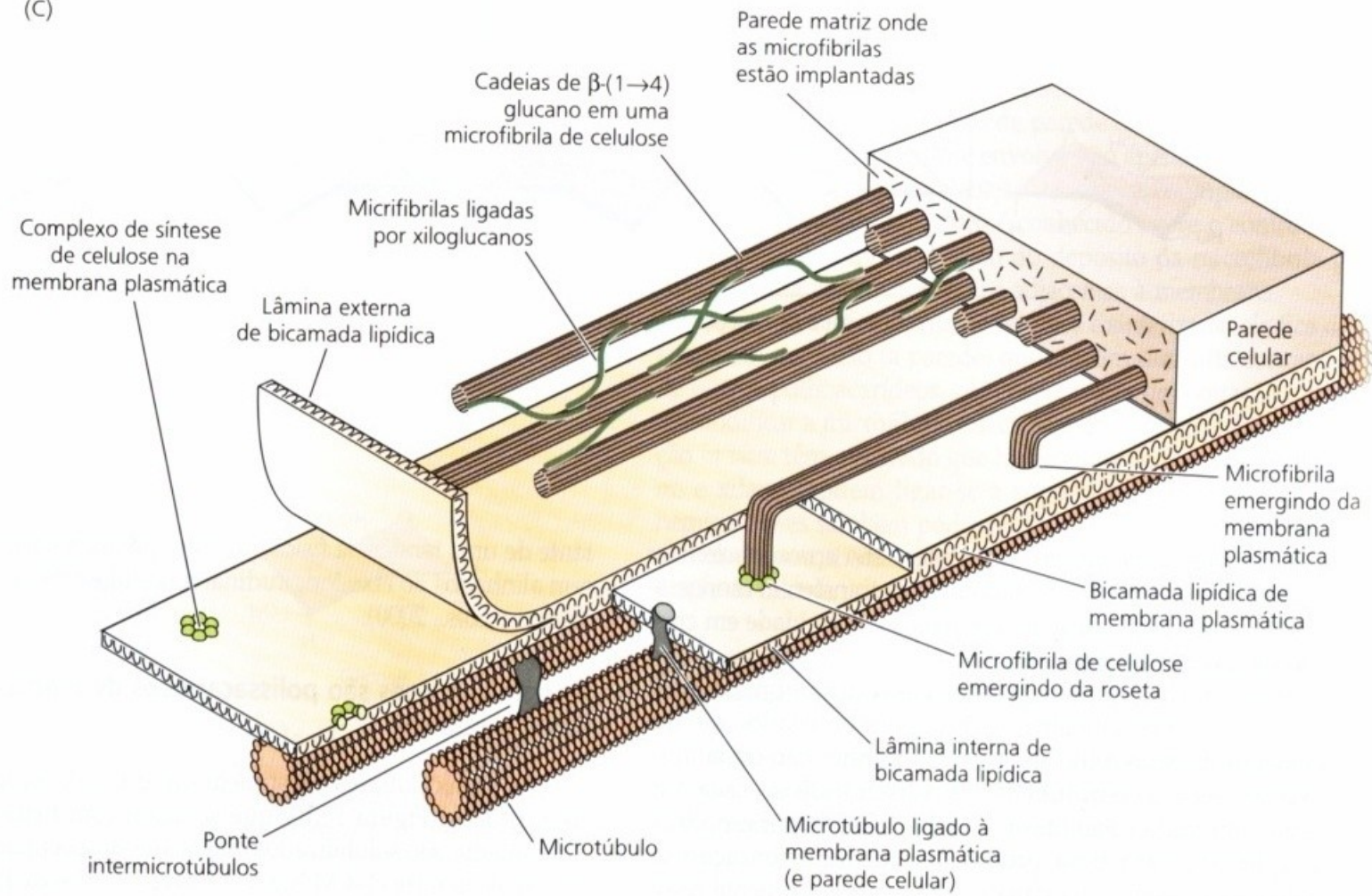


FIGURA 15.8 Modelo de síntese de celulose por um complexo com multissubunidades contendo celulose sintase. Os resíduos de glicose são doados às cadeias de glucano em crescimento pela UDP-glicose (UDP-G). A sacarose sintase pode atuar como um canal metabólico para transferir glicose tomada da sacarose para a UDP-glicose ou a UDP-glicose pode ser obtida diretamente do citoplasma (Delmer e Amor, 1995).

(C)



Complexos de proteínas $\rightarrow$ próximo à membrana $\rightarrow$ auxiliar na formação da microfibrila $\rightarrow$ ligação à microtubulos próximos para direcionar as microfibrilas próximas à membrana

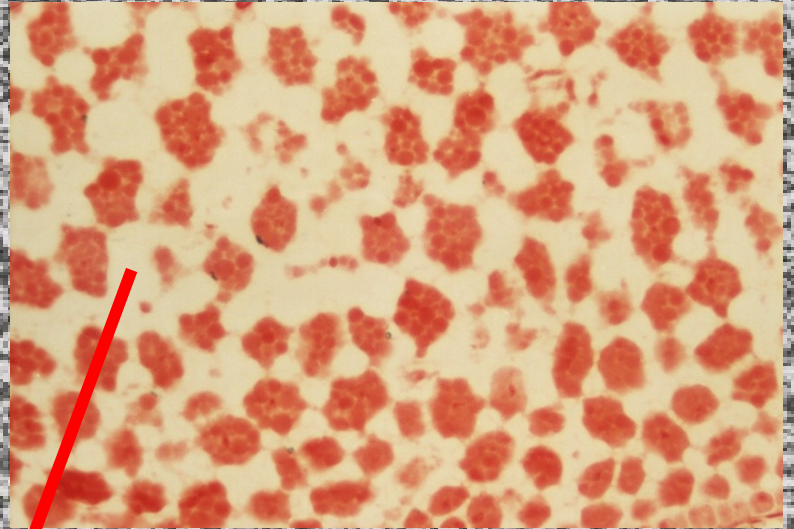
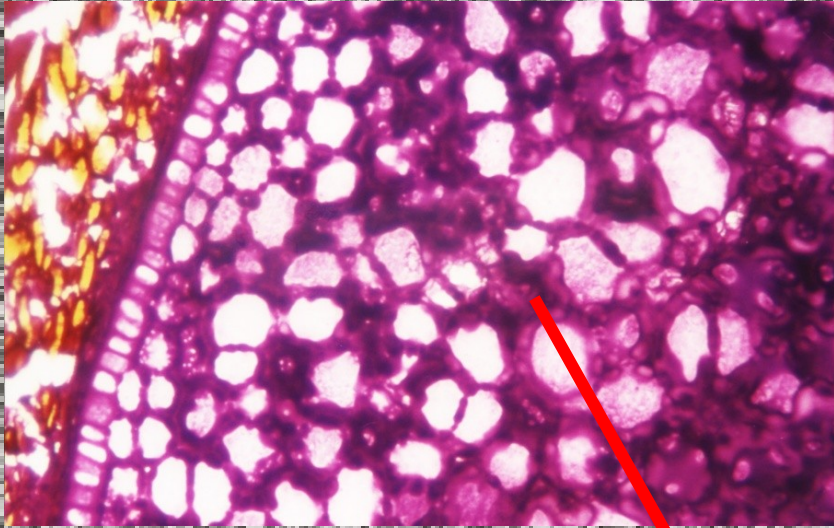
Hemiceluloses

- As hemiceluloses são denominadas: xiloglucanas, arabinanas, galactomananos e assim por diante.
- As monocotiledôneas possuem os xilanos como a maior hemicelulose enquanto que as dicotiledôneas os xiloglucanos são em maior quantidade.

Xiloglucano

- presente em parede primária cerca de 20-25% do peso seco em dicotiledôneas e 2-5% em gramíneas.
- muito xiloglucano se encontra firmemente ligada à celulose nas paredes primárias
- paredes secundárias apresentam pouco.
- paredes secundárias do xilema parecem não conter.
- paredes de células do mesófilo de certas sementes.

Copaíba



Parede celular

Composição química dos xiloglucanos

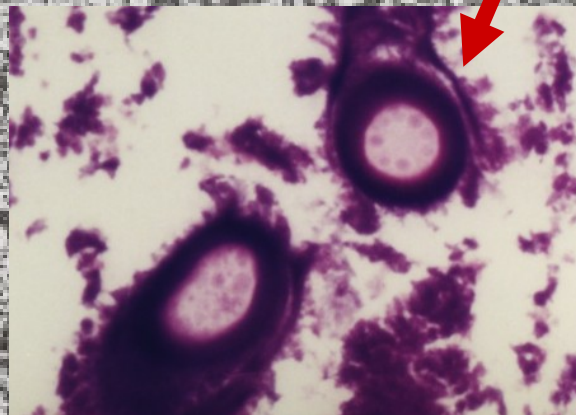
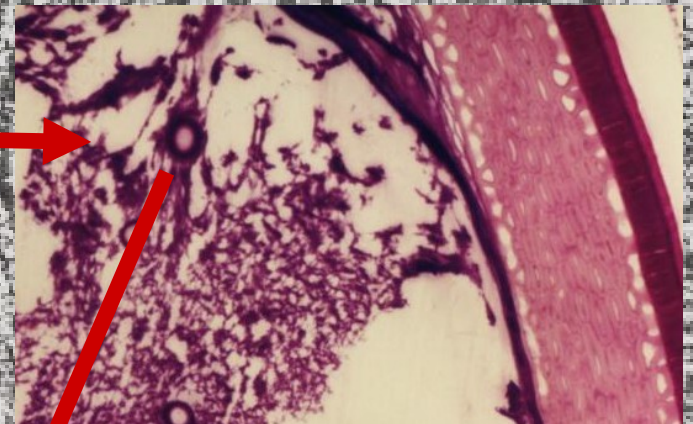
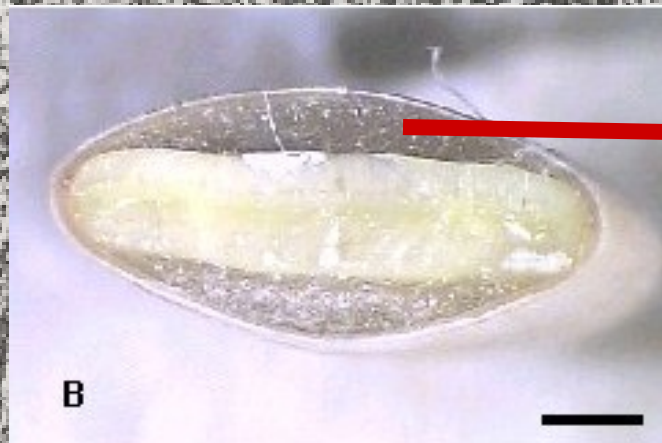
- polímero de resíduos glicose ligados através de ligações β -(1-4).
- O comprimento das cadeias em dicotiledôneas são de 200-3500 resíduos de glicose.
- 0,15 a 1,5 μ m de comprimento.
- os 5 principais monossacarídeos do xiloglucanos são: glicose > xilose > galactose > fucose > arabiose.
- celulase hidrolisa o eixo principal β -(1-4)-D-glucan do xiloglucano nos resíduos de glicose nos quais não estão as cadeias laterais de xilose.
- produzindo hepta, nona, octa e decassacarídeos (XG7, XG8, XG9 E XG10), os quais podem ser revelados por cromatografia.
- os xiloglucanos possuem importante função em diversos processos associados à expansão das paredes celulares.

Structure	Abbreviations		Structure	Abbreviations	
	Old	New		Old	New
$ \begin{array}{c} \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \\ \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \quad \text{Gal} \quad \text{Gal} \\ \quad \quad \uparrow \\ \quad \quad \text{Fuc} \end{array} $	XG10	XLFG	$ \begin{array}{c} \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glucitol} \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \\ \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \\ \uparrow \quad \uparrow \\ \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \\ \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \\ \uparrow \\ \text{Xyl} \\ \uparrow \\ \text{Gal} \\ \uparrow \\ \text{Fuc} \end{array} $	XG7-ol	XXXGol
$ \begin{array}{c} \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \\ \quad \uparrow \\ \quad \text{Gal} \\ \quad \uparrow \\ \quad \text{Fuc} \end{array} $	XG9	XXFG			XXG
					FG
$ \begin{array}{c} \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \\ \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \quad \text{Gal} \quad \text{Gal} \end{array} $	XG9n	XLLG	$ \begin{array}{c} \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \quad \quad \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \end{array} $		XXXGXXXG
$ \begin{array}{c} \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \\ \quad \uparrow \\ \quad \text{Gal} \end{array} $	XG8	XXLG	$ \begin{array}{c} \text{Ara} \\ \downarrow \\ \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \quad \quad \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \end{array} $		XXFGAXXG
$ \begin{array}{c} \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \rightarrow \text{Glc} \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \quad \text{Xyl} \\ \quad \uparrow \\ \quad \text{Gal} \end{array} $		XLXG	$ \begin{array}{c} \text{Gal} \\ \uparrow \\ \text{Fuc} \end{array} $		

Fig. 1. Abbreviated nomenclature of some xyloglucan oligosaccharides. Sugar residues and their linkages are represented as follows: Ara α -L-arabinofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-, Fuc α -L-fucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-, Gal β -D-galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-, Glc β -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- [or reducing D-glucose], Xyl α -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-.

Galactomanano

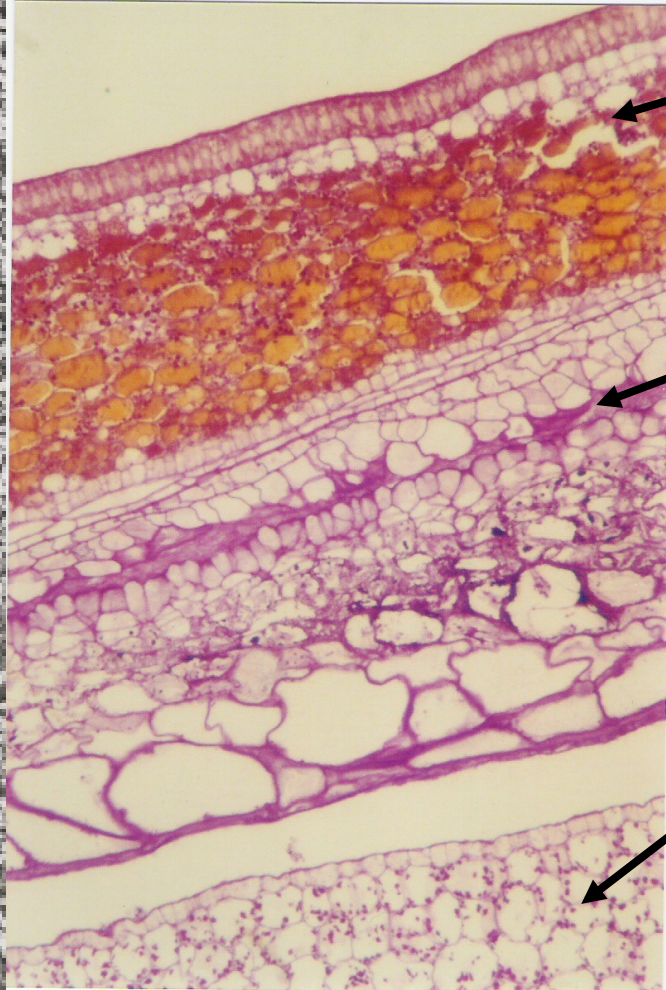
- são polissacarídeos compostos por uma cadeia linear de resíduos de manose unidas por ligações glicosídicas β -(1 $\rightarrow$ 4), ao qual os resíduos de galactose estão unidos por ligações α -(1 $\rightarrow$ 6).
- ocorrem tipicamente em endospermas de sementes de leguminosas.
- o galactomanano é observado como um espessamento da parede celular das células do endosperma.



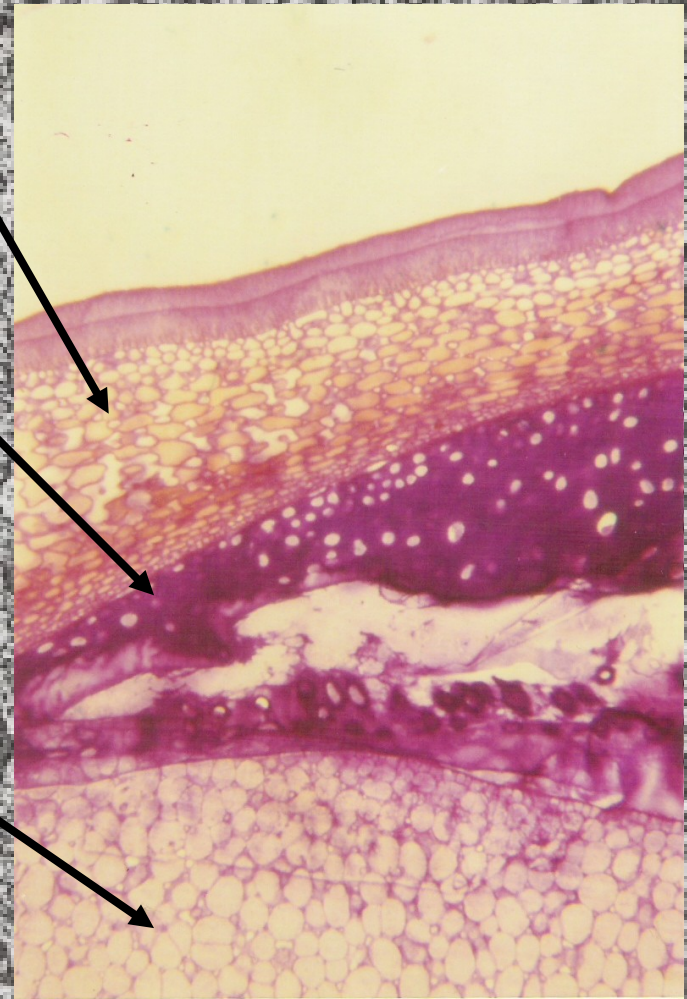
Polissacarídeos de reserva de parede celular (PRPC)

- manano, xiloglucanos, galactomananos.
- associados a: dureza da semente e relações hídricas.
- nos modelos de parede celular – maior deposição dos PRPC.
- deposição de galactomanano nas paredes celulares de células endospérmicas durante a maturação das sementes.
- mobilização durante a germinação.

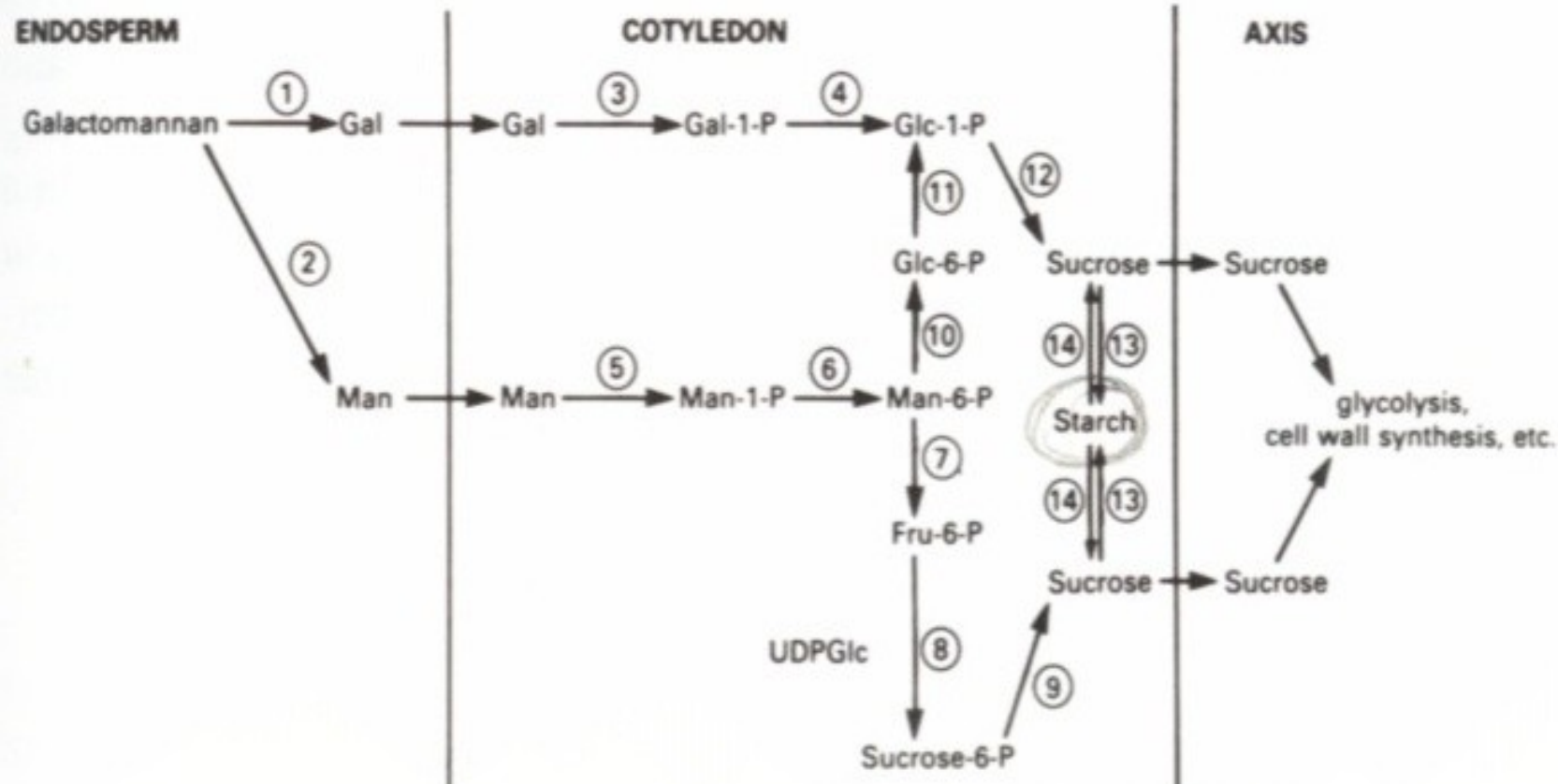
C. pulcherrima



25 daf



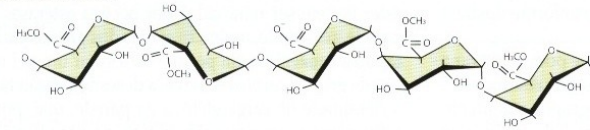
49 daf



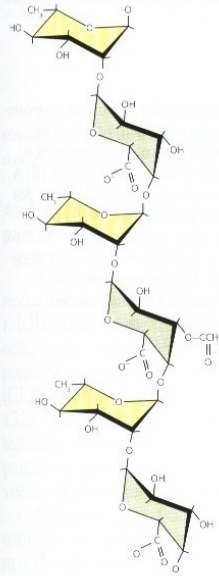
Pectina

- os polissacarídeos pécticos são classificados em três grandes classes:
- homogalacturonanos (HGA), ramnogalacturonanos I (RG I) e ramnogalacturonanos II (RG II).
- possivelmente estejam envolvidos no crescimento das plantas.

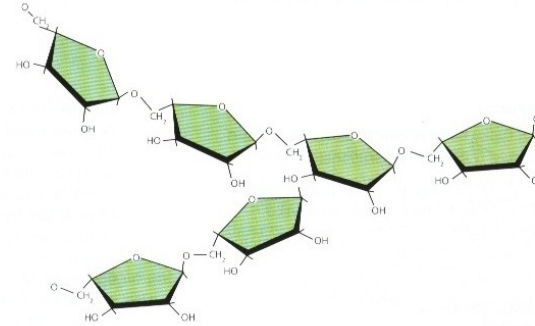
(A) Homogalacturonano (HGA)



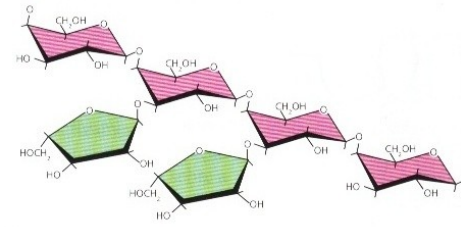
(B) Ramnogalacturonano I (RG I)



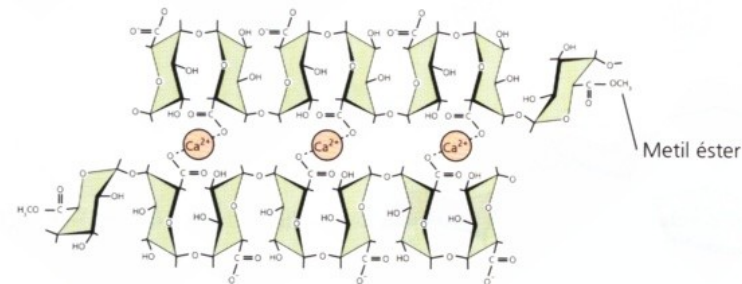
(C) 5-Arabinano

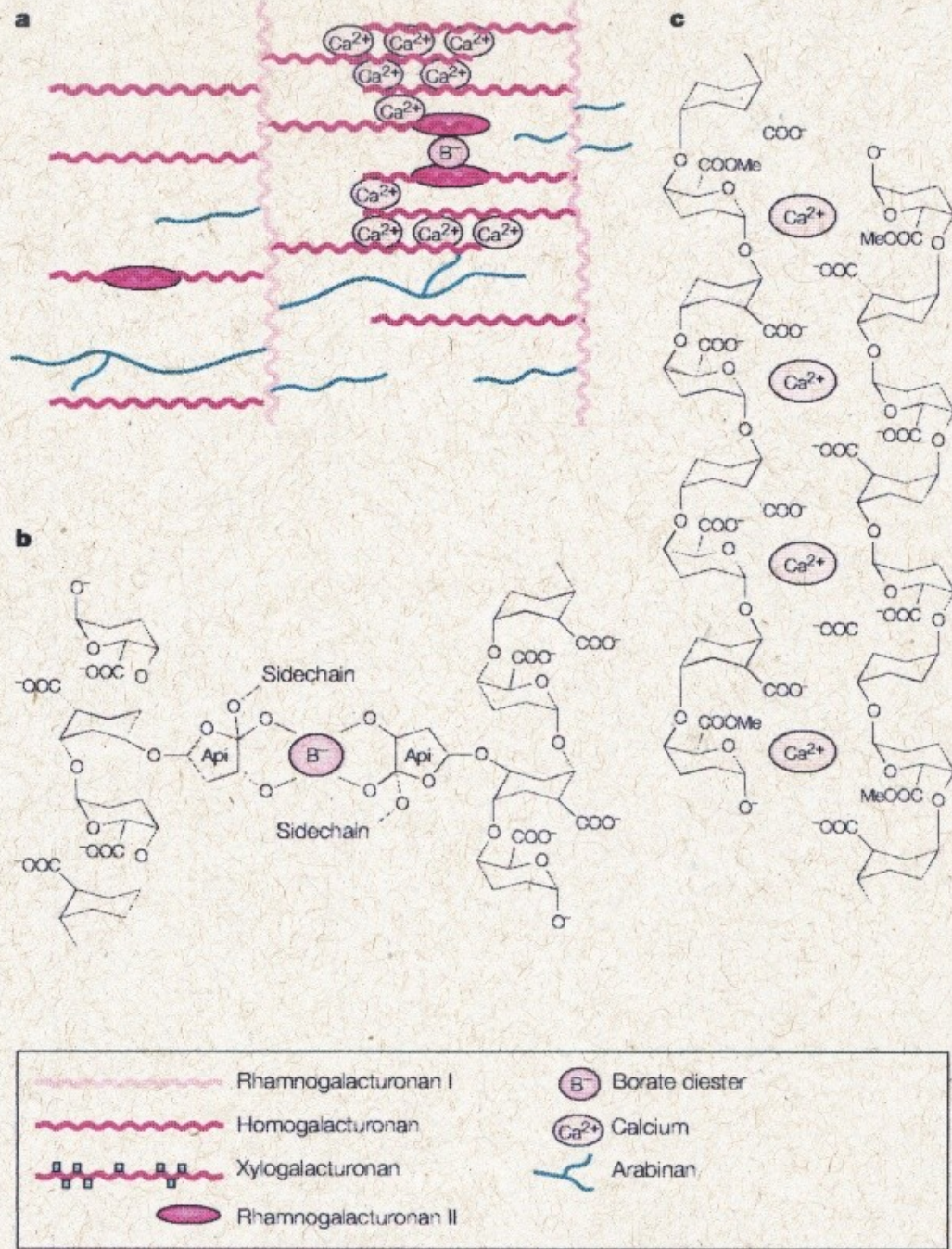


(D) Arabinogalactano do tipo I



(B) Ligação iônica de rede de pectina através do cálcio





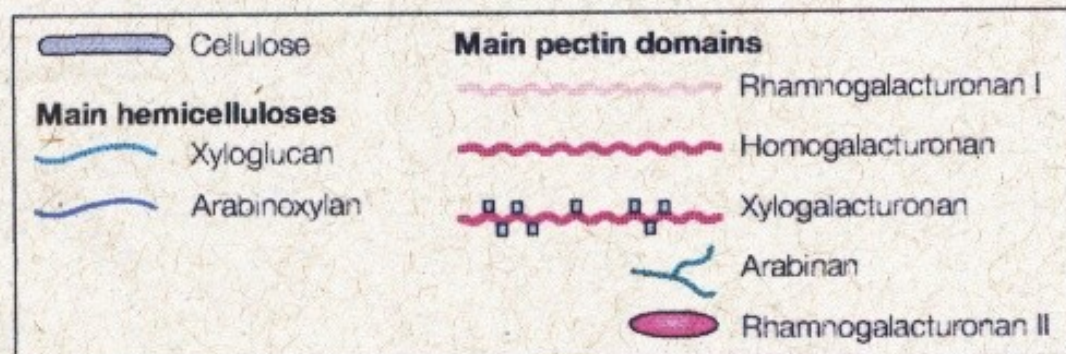
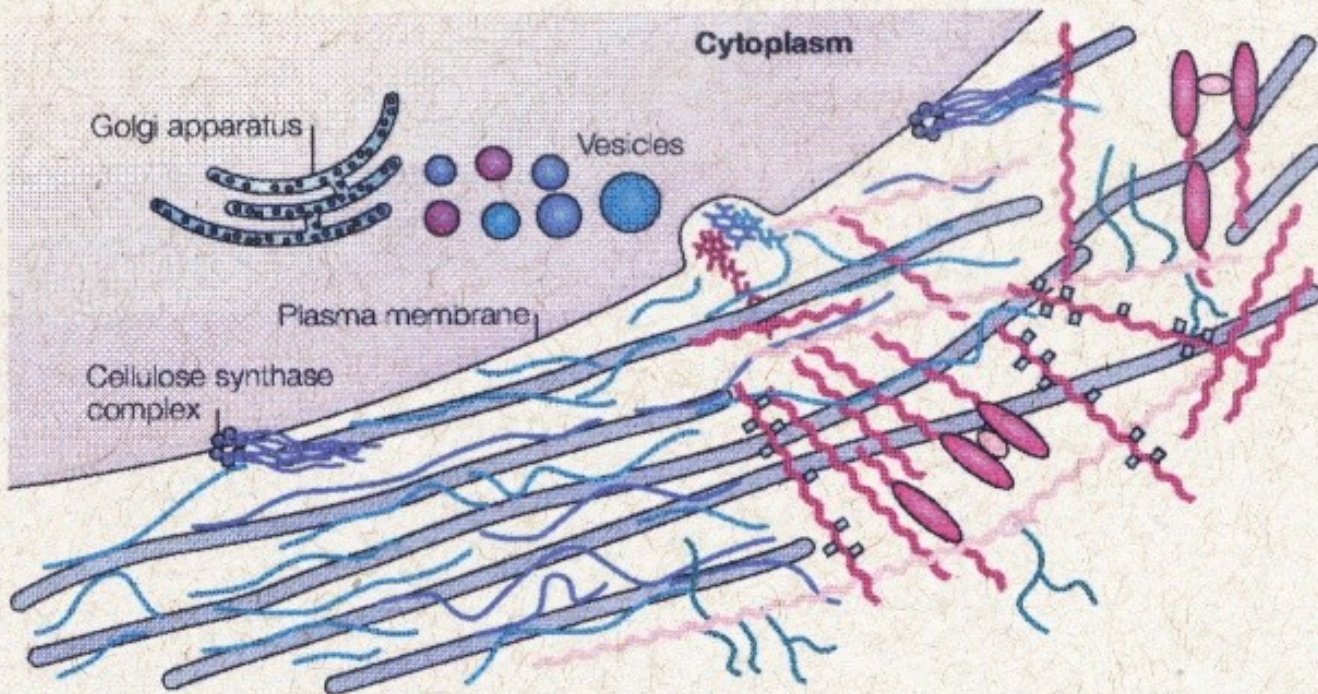
- participação no processo de alongamento – presença de pectinas altamente metiladas.

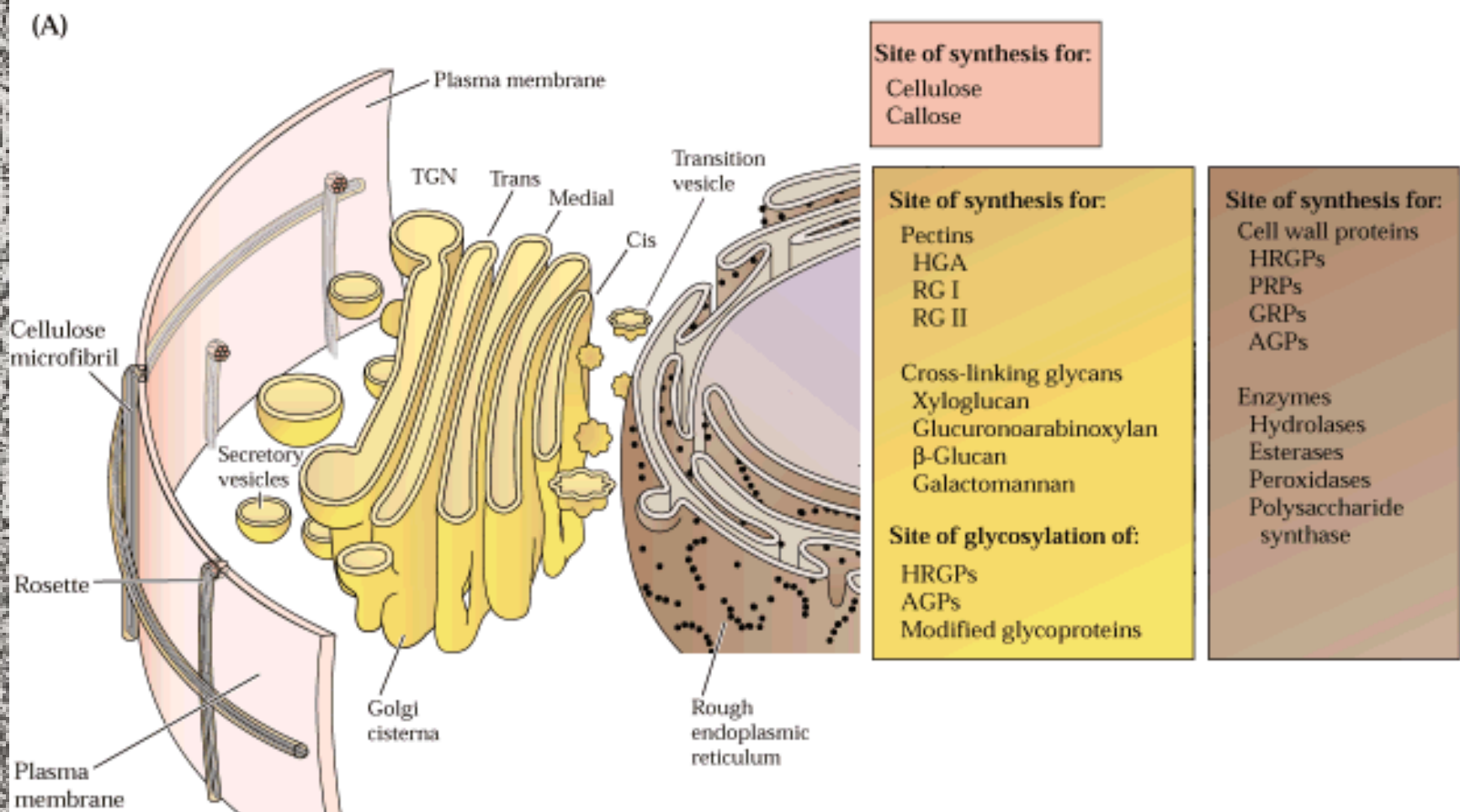
a presença dos íons Ca^{++} ligados às pectinas é um importante controlador do alongamento da parede celular.

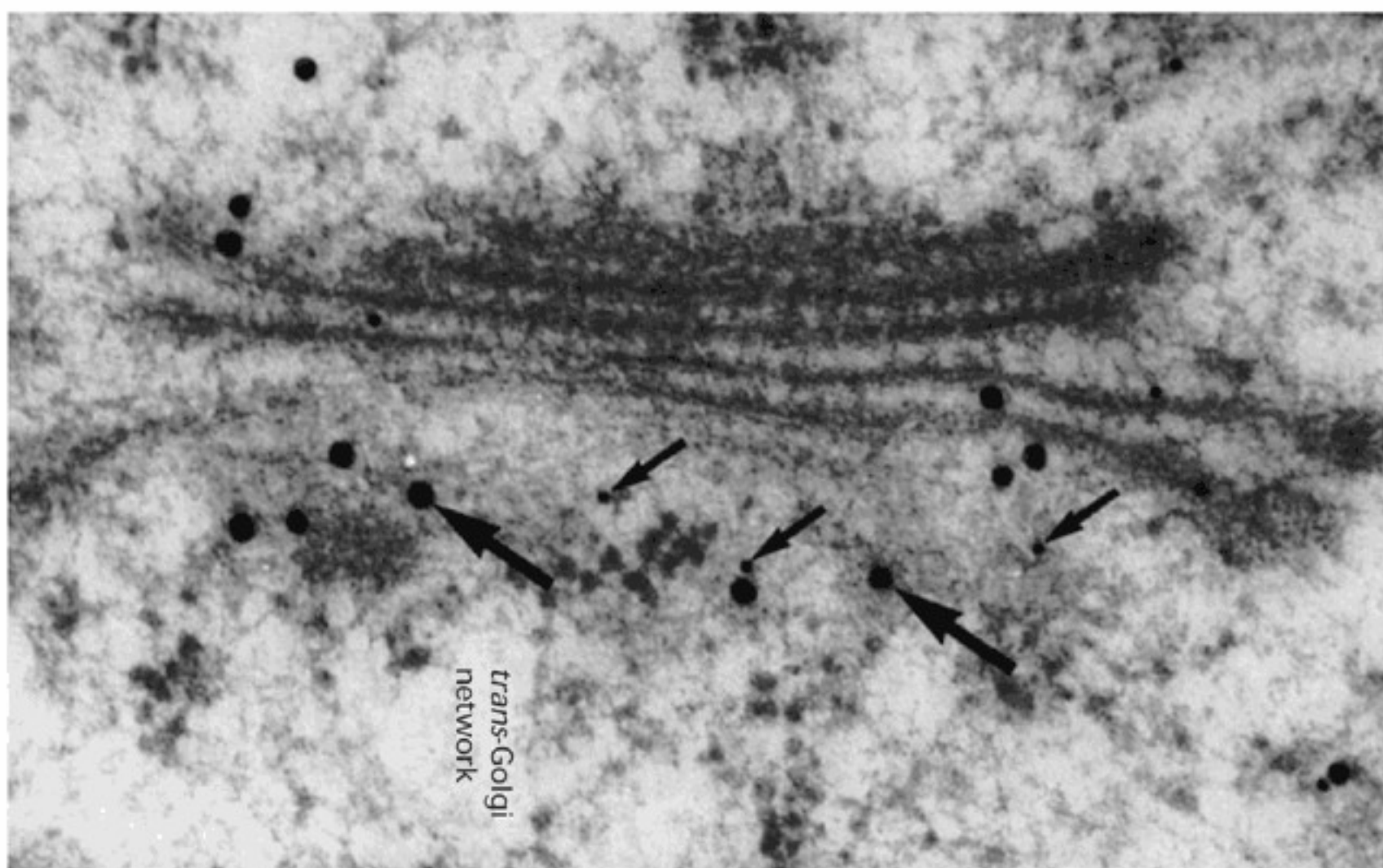
- a concentração de Ca^{++} nas paredes celulares varia entre os tecidos vegetais.
- meristemas apresentam baixa concentração de Ca^{++} .
- células diferenciadas a quantidade de Ca^{++} é maior.

Síntese dos polímeros da matriz

- Os principais polissacarídeos da matriz são sintetizados por enzimas ligadas à membrana do complexo de Golgi e são liberados para a parede celular via exocitose.
- As enzimas responsáveis pela síntese são **açúcar-nucleotídeo polissacarídeo glicosiltransferases** → transferem monossacarídeos de açúcares de nucleotídeos para a extremidade em crescimento da cadeia de polissacarídeos.









Devido a diversidade morfológica as parede celular são classificadas em:

- Parede celular primária → é depositada durante o crescimento da célula vegetal.
- Parede celular secundária → é depositada quando a célula vegetal para de crescer.

Parede Celular Primária

- as microfibrilas de celulose estão implantadas em uma matriz altamente hidratada.
- esta matriz consiste de hemiceluloses e pectinas e uma pequena quantidade de proteínas estruturais.

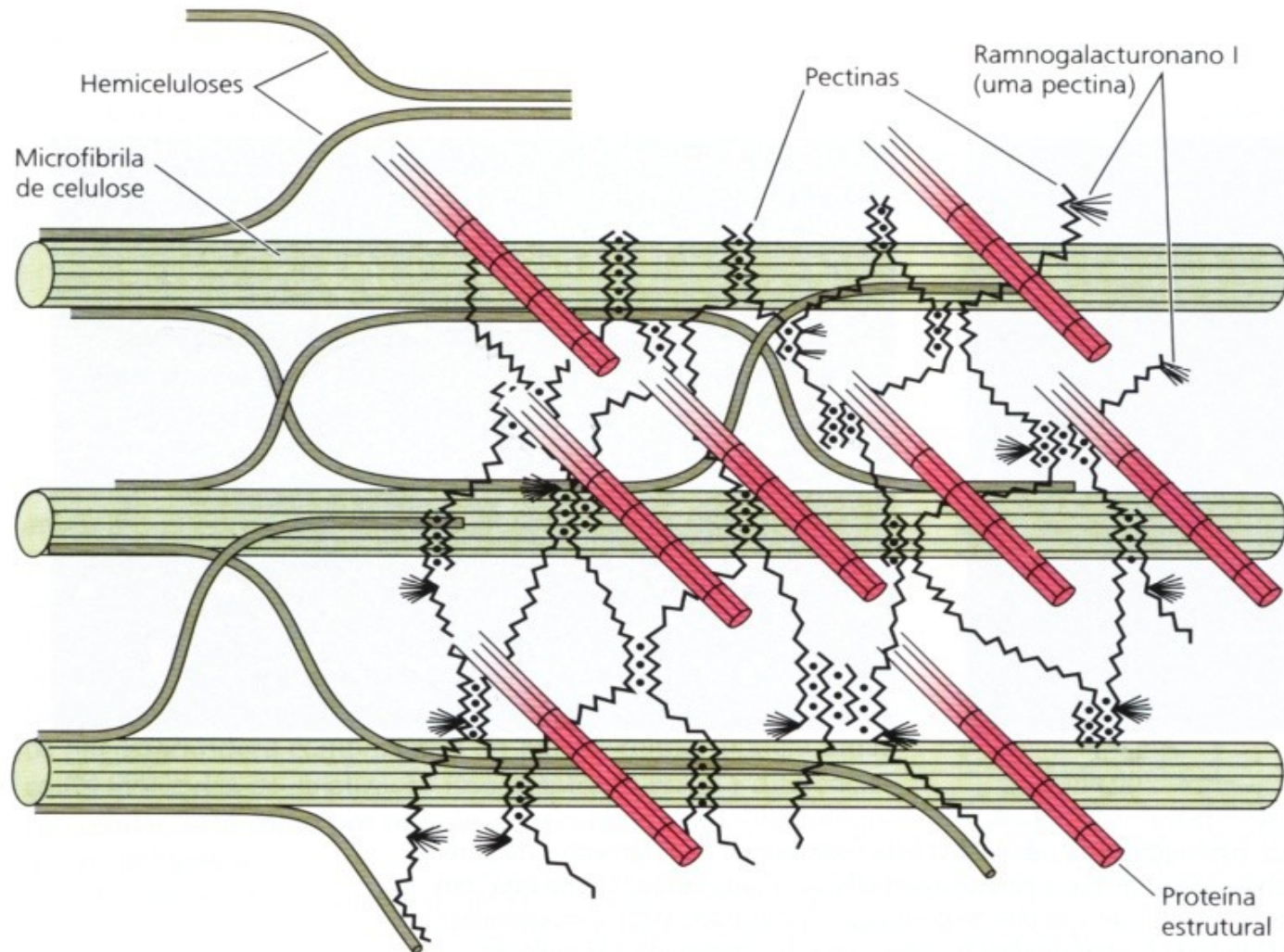
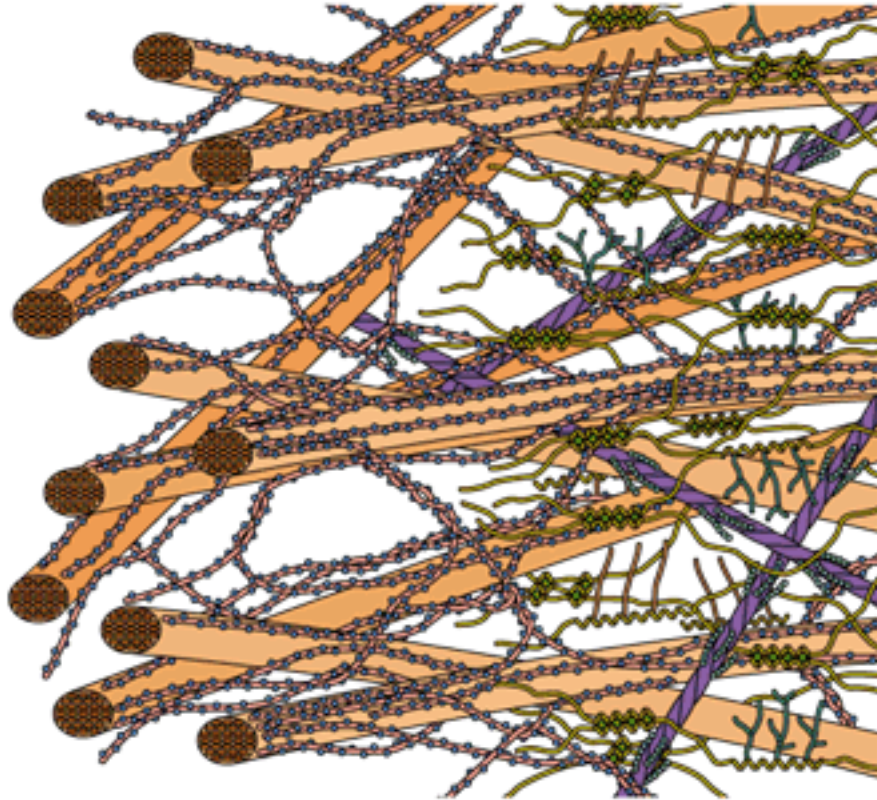
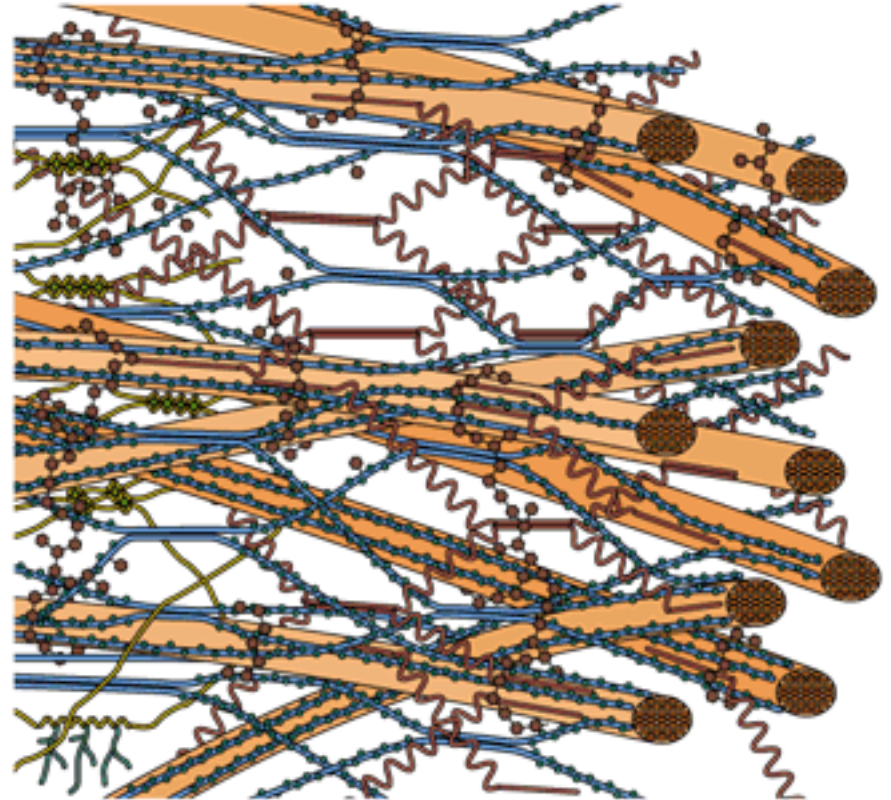


FIGURA 15.4 Diagrama esquemático dos principais componentes estruturais da parede celular primária e seu provável arranjo. As microfibrilas de celulose são revestidas com hemiceluloses (como o xiloglucano), que podem também ligar as microfibrilas entre si. As pectinas formam um gel de matriz de ligação, talvez interagindo com proteínas estruturais (Brett e Waldron, 1996).

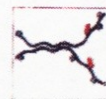
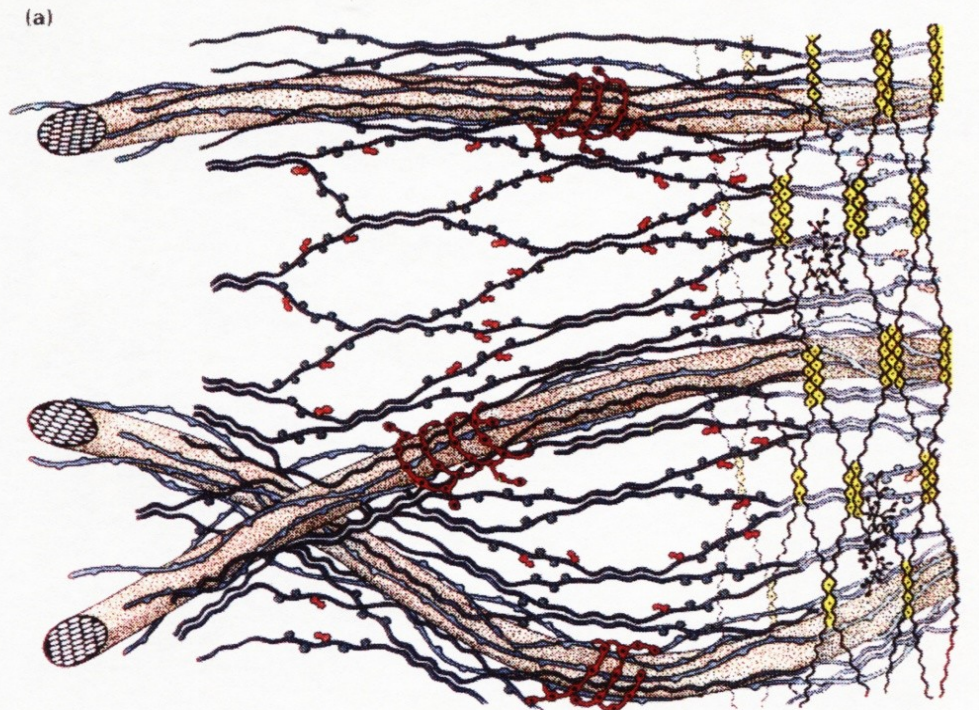
(A) Type I wall



(B) Type II wall



The Type II Primary Cell Wall: the cell wall of the grasses



GAX



Xyloglucan



PGA junction zone

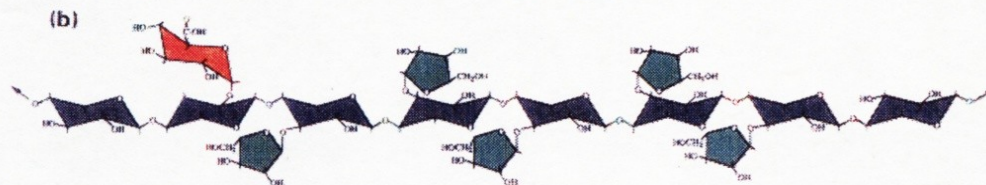


RG with AG side-chains



Phenolic cross-bridges

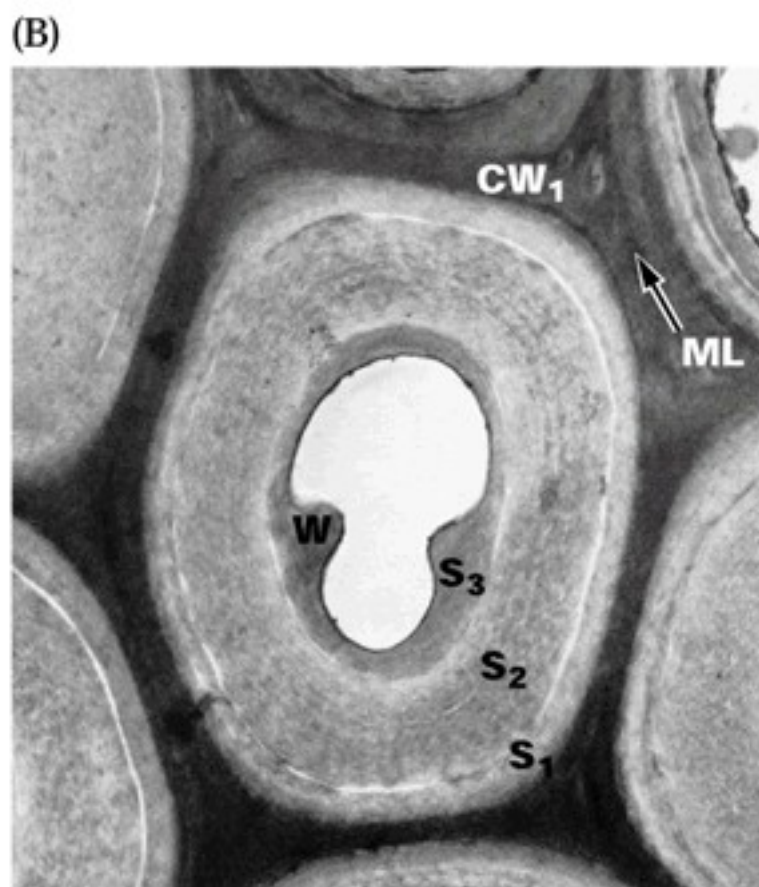
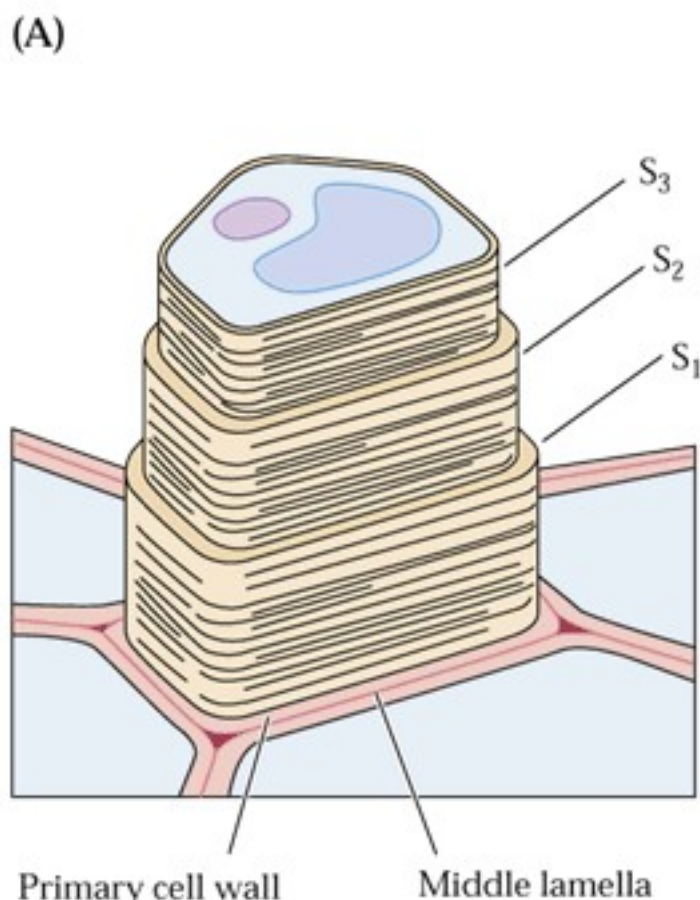
(b)



Carpita, N. C., and D. M. Gibeaut (1993) *Plant J.* 3, 1-30

Parede celular secundária

- Consiste de celulose e hemiceluloses e lignina.
- As microfibrilas de celulose são depositadas de uma maneira altamente ordenada.
- A parede celular secundária é depositada, frequentemente, três camadas, nas quais a orientação das microfibrilas de celulose são diferentes.
- Dentro uma camada a deposição das microfibrilas de celulose são paralelas umas as outras, mas nas outras camadas a deposição ocorre em ângulos diferentes.



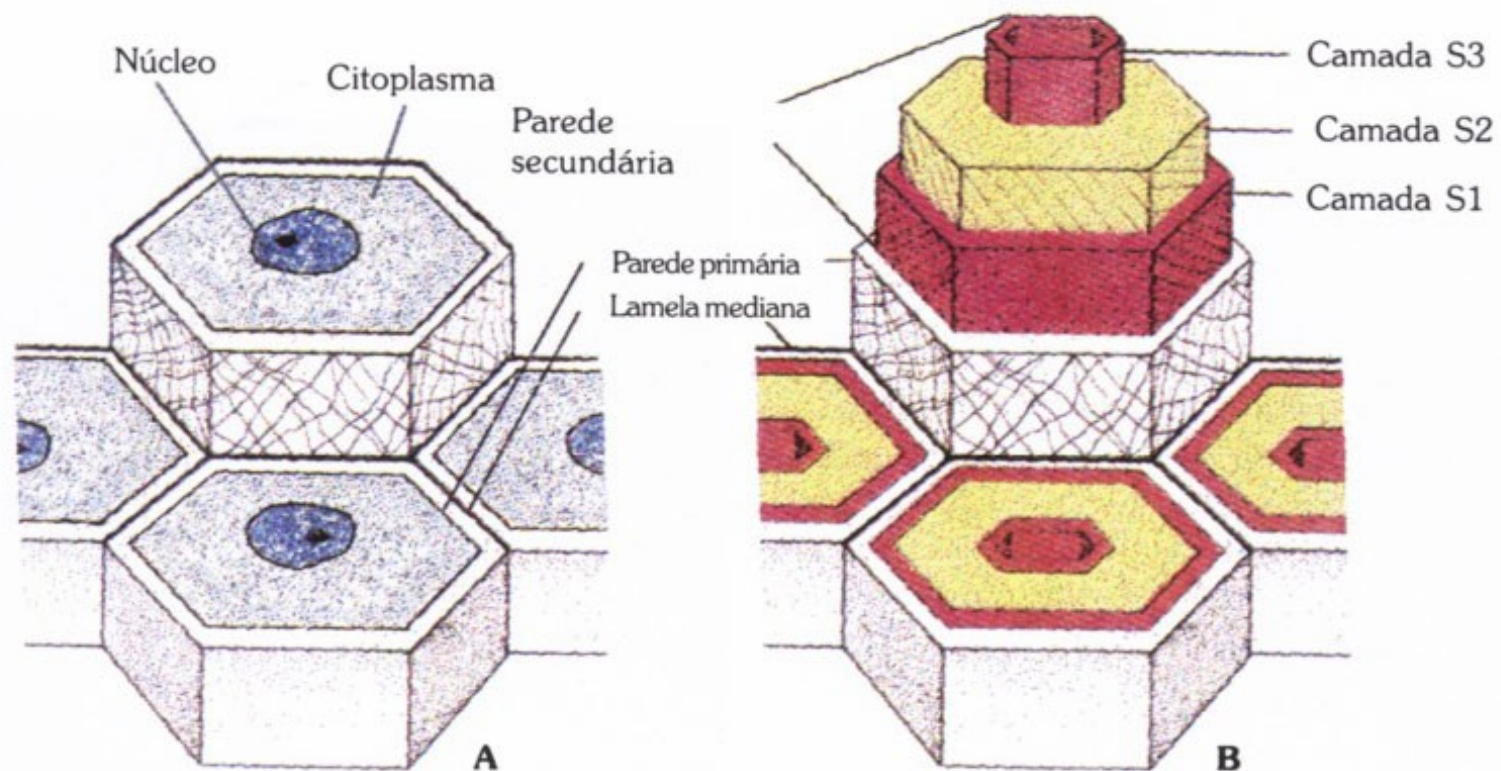


Figura 2.5 – Arranjo das microfibrilas na parede celular. A – Parede primária. B – Paredes primária e secundária. Na parede primária, as microfibrilas de celulose mostram um arranjo entrelaçado; na parede secundária, o arranjo das microfibrilas é ordenado. As camadas da parede secundária são designadas respectivamente por S_1 , S_2 e S_3 , levando-se em consideração a orientação da deposição das microfibrilas, que varia nas diferentes camadas.

- **Lignina** → presente nas parede celular secundárias, é um polímero complexo que contém muitas cadeias de monômeros quimicamente distintos, todos os quais são derivados do **ácido cinâmico**.
- **ácido cinâmico** → formado pela deaminação do aminoácido fenilalanina o qual é quebrado por uma enzima denominada de Fenilalaninamonialise (PAL).
- deposição da parede secundária → secreção.
- aparentemente, estes radicais livres se polimerizam espontaneamente para formar uma estrutura complexa conhecida como lignina.
- lignificação → durante toda a deposição da parede celular secundária → algumas regiões da parede mais lignificadas do que outras.

