

UNIDADE II - ESTRUTURA E FUNÇÃO DE CÉLULAS, TECIDOS E ÓRGÃOS

1. INTRODUÇÃO
2. CLASSIFICAÇÃO DOS ORGANISMOS VIVOS
3. OS PRINCÍPIOS BÁSICOS QUE NORTEIAM A VIDA VEGETAL
4. A PLANTA COMO UM ORGANISMO
- 4.1. MERISTEMAS E SISTEMAS DE TECIDOS
- 5.2. ESTRUTURA DE RAIZ, CAULE E FOLHA
5. A CÉLULA VEGETAL
- 5.1. PAREDE CELULAR
- 5.2. PROTOPLASTO
- 5.2.1. MEMBRANA PLASMÁTICA
- 5.2.2. CITOPLASMA
- 5.2.2.1. CITOSOL
- 5.2.2.2. ORGANELAS
- 5.2.2.3. CITOESQUELETO
- 5.2.3. VACÚOLO
- 5.2.4. NÚCLEO
- 5.3. PLASMODESMA, DESMOTÚBULO, SIMPLASTO E APOPLASTO

2. Classificação dos seres vivos

Desde a época de Carl Linnaeus (1707-1778, sec. XVIII), os biólogos têm procurado classificar os seres vivos. No início, eles buscaram características de fácil identificação, surgindo os “esquemas artificiais de classificação”.

Após as descobertas de Darwin (1809-1882, sec. XIX), eles passaram a utilizar os esquemas naturais de classificação baseados no relacionamento evolucionário. Desde então, os biólogos tem enfatizado estes esquemas naturais de classificação na tentativa de definir critérios morfológicos que reflitam melhor as relações evolucionárias.

Atualmente, sabe-se que a morfologia, ou seja, a forma e a estrutura do organismo, é o produto final da ação dos genes. Isto é, todas as informações necessárias para a formação de um organismo estão codificadas na sequência do DNA.

Então, a análise da sequência do DNA têm-se constituído em uma poderosa ferramenta para se alcançar um verdadeiro sistema natural de classificação.

Tendo como base a análise filogenética de sequências de DNA altamente conservadas, os organismos vivos foram divididos em três domínios principais: Bactéria, Archaea e Eucarya (Woese et al., 1990).

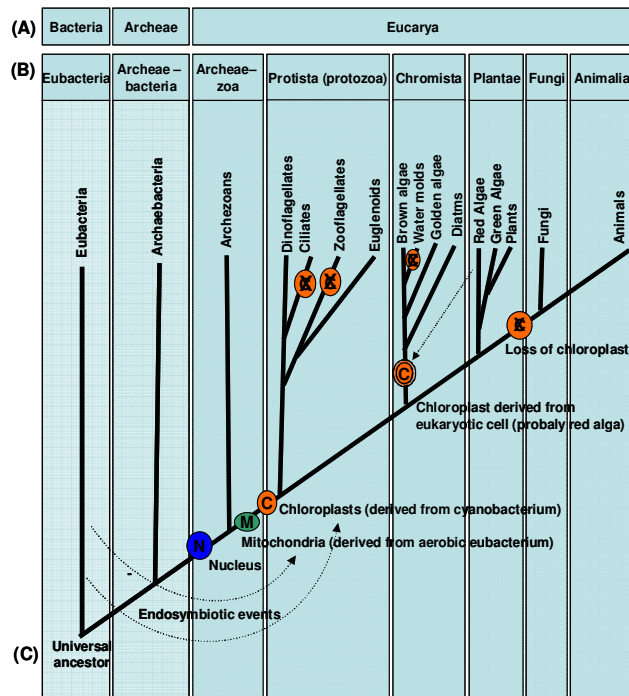
Antes dos três domínios de vida terem sido reconhecidos, um sistema artificial de classificação, baseado na existência de cinco reinos, era amplamente aceito.

De acordo com esse esquema, todos os organismos eram divididos nos seguintes reinos: Monera, Protista, Fungi, Plantae e Animalia.

Alguns biólogos ainda seguem esta classificação, a qual é baseada principalmente na dicotomia entre procariotos e eucariotos.

PROCARIOTOS		
GRUPO	SUB-GRUPO	CARACTERÍSTICAS
MONERA 10.000 A descoberta de que archaeobactérias e eucariotos são grupos filogeneticamente irmãos, sugere que archaeobactérias não pertencem ao mesmo reino que bactérias.	EUBACTÉRIA (bactérias, cianobactérias e micoplasmas). ARCHAEBACTERIA (produtoras de metano, sulfurosas, halofílicas e termofílicas).	• unicelulares ou agregadas; nutrição: por absorção, fotossintéticas e quimiossintéticas; ácido murâmico na parede celular. • unicelulares ou agregadas; nutrição: por absorção, e quimiossintéticas; não contém ácido murâmico na parede celular.
EUCARIOTOS		
PROTISTA 115.000 Têm semelhanças estruturais de promotores, de RNA polimerases, a presença de histonas, além de outras semelhanças.	HETERÓTROFOS (protozoários, ferruginosos, chitricomicetos, acrasiomicetos, plasmódios) AUTÓTROFOS (diatomáceas, dinoflagelados, euglenóides, algas douradas, amarelo-esverdeadas, pardas, vermelhas e verdes)	• Uni e pluricelulares; aquáticos ou terrestres; nutrição por ingestão ou absorção. • uni e pluricelulares; grande maioria aquáticos e fotossintetizantes.
FUNGI 60.000	FUNGOS (zigomicetos, leveduras e bolores ou cogumelos)	• multicelulares ou raramente unicelulares; filamentosos com parede celular contendo quitina; nutrição heterotrófica por absorção.

PLANTAE		
24.000	Plantas avasculares: BRYATA (Bryophyta, Hepatophyta e Anthocerophyta).	• pequenos (2 – 20 cm); terrestres, sem raízes, sem folhas verdadeiras, sem tecido de suporte estrutural, não vasculares; reproduzem-se por esporos.
11.000	Plantas vasculares: PTERIDÓFITAS (psilófitos, licopódios, cavalinhas e samambaias).	• maiores que as briatas; terrestres, com raízes, folhas e tecidos de suporte estrutural, vasculares; produtoras de esporos
700	GIMNOSPERMAS (cicas, ginkgo, coníferas e gnetinas).	• terrestres, com raízes, folhas e tecido de suporte estrutural, vasculares; fecundação com produção de sementes nuas.
250.000	ANGIOSPERMAS (mono e dicotiledôneas)	• terrestres, com raízes, folhas e tecidos de suporte estrutural, vasculares; fecundação dupla com produção de sementes protegidas pelos tecidos do fruto.
ANIMALIA	Todos os animais pluricelulares	
MONOCOTILEDÔNEAS (Liliópsidas): Gramineae, Palmae, Agavaceae, Bromeliaceae, Musaceae, Orchidaceae, etc.		
DICOTILEDÔNEAS (Magnoliópsidas): Cactaceae, Cruciferae, Rosaceae, Rutaceae, Leguminosae, Malvaceae, Myrtaceae, Cucurbitaceae, Umbeliferae, Rubiaceae, Compositae, Euforbiaceae, etc.		



Esquema natural de classificação e filogenia dos organismos vivos.

(A) os três domínios de vida;

(B) divisão dos organismos em dois reinos procariotos e seis eucariotos;

(C) Filogenias hipotéticas, mostrando a origem dos principais grupos de eucariotos. O aparecimento do núcleo, mitocôndria e cloroplasto e a perda do cloroplasto, são indicados (Campbell, 1996).

As angiospermas (plantas com flores) são divididas em dois grupos: monocotilêneas e dicotilêneas.

Além desta distinção, baseada no número de cotilédones no embrião da semente, esses dois grupos também apresentam diferentes aspectos anatômicos, como o arranjo dos tecidos vasculares, a morfologia do sistema radicular e a estrutura da flor.

Como grupo dominante sobre a terra e sua importância econômica e ecológica, as angiospermas tem sido as mais estudadas.

3. Princípios básicos que norteiam a vida vegetal

Existem cerca de 700 espécies de **gimnospermas** e 250.000 de **angiospermas**, as quais têm uma grande diversidade de **forma, tamanho, ciclo de vida e habitat**.

❖ Tamanho:

- *Sequoia sempervirens* (gimnosperma) e *Eucalyptus jacksonii* (angiosperma) com 8-15 metros de diâmetro e 100-105 metros de altura;
- Família *Lemnaceae* (monocotiledônea) têm tamanho entre 1-3 milímetros.

❖ Ciclo de vida:

- *Pinus longaeva* (gimnosperma) com 4.900 anos e *Larrea divaricata* (angiosperma) com 12.000 anos, que ainda estão vivas;
- *Arabidopsis thaliana* (dicotiledônea) com ciclo de 4 semanas.

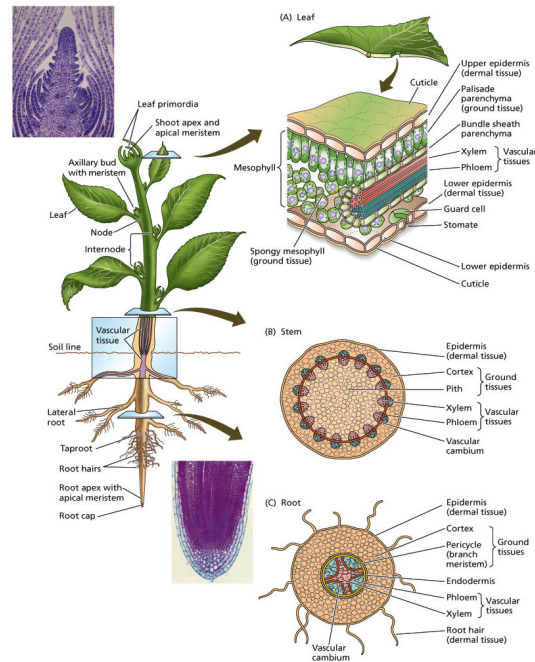
❖ Habitat:

- Regiões áridas ou semiáridas: mandacaru, xiquexique e macambira encontrados na caatinga nordestina, cacto “saguaro” e o arbusto *Larrea divaricata* no deserto de Sonora;
- Plantas aquáticas: aguapé e a *Victoria regia*.

A morfologia externa semelhante e outras características estruturais internas das plantas produtoras de sementes lhes confere a capacidade de executar processos que são comuns a todas elas:

- 1. Como produtoras primárias, as plantas verdes são coletoras de energia solar;**
- 2. Apesar de imóveis, elas crescem à procura de luz, água e sais minerais;**
- 3. São estruturalmente reforçadas para suportar a sua massa, visto que crescem contra a força da gravidade, à procura de luz;**
- 4. Como perdem água continuamente pela transpiração, elas desenvolveram mecanismos que evitam a dessecação dos tecidos;**
- 5. Possuem mecanismos que garantem o transporte de água e sais minerais para os tecidos fotossintetizantes e o transporte de fotoassimilados para os locais onde não ocorre a fotossíntese ou esta é insuficiente para o funcionamento do tecido em questão.**

Representação esquemática do corpo (estrutura externa) e estrutura interna primária de uma dicotiledônea.



4. A planta como um organismo

O crescimento das plantas é concentrado em regiões de divisão celular denominadas de meristemas, que são classificados como:

- ❖ **Meristemas primários** - são formados durante a embriogênese (protoderme, tecido fundamental e procâmbio):
 - **Meristema apical do caule** - crescimento em extensão (**crescimento primário**);
 - **Meristema apical da raiz** - crescimento em extensão (**crescimento primário**).

❖ **Meristemas secundários (pós-embrionários)**
- são formados após a germinação:

➤ **Meristemas axilares** - crescimento em extensão (**crescimento primário**);

➤ **Meristemas de raízes laterais** - crescimento em extensão (**crescimento primário**);

➤ **Meristemas intercalares** - crescimento em extensão (**crescimento primário**);

✓ **Câmbio vascular (meristema lateral)** - crescimento em diâmetro (**crescimento secundário**);

✓ **Felogênio (meristema lateral)** - crescimento em diâmetro (**crescimento secundário**).

<u>Os três principais sistemas de tecidos das plantas produtoras de sementes</u>	Sistema Dérmico (Revestimento ou de Proteção)	{ Epiderme (Primário) Periderme (Secundário)
	Sistema Fundamental (de Sustentação)	{ Parênquima Colênquima Esclerênquima
	Sistema Vascular (de Condução)	{ Xilema Floema

SUMÁRIO DOS TECIDOS E TIPOS DE CÉLULAS

TECIDOS	TIPOS CELULARES
EPIDERME	-Células parenquimatosas em geral (incluindo células guarda, acúleos, tricomas, pelos absorventes, etc.) -Células esclerenquimatosas
PERIDERME	-Células parenquimatosas em geral -Células esclerenquimatosas
PARÊNQUIMA	- Células parenquimatosas (metabolicamente ativas com parede primária fina, presente em todos os órgãos da planta)

TECIDOS**COLÊNQUIMA****TIPOS CELULARES**

- **Células colenquimatosas** (células vivas, alongadas e extensíveis com parede primária espessa, funcionam como suporte estrutural em plantas em crescimento)

ESCLERÊNQUIMA

- **Células esclerenquimatosas: fibras e esclereídeos** (com parede secundária espessa e são mortas na maturidade atuam como suporte mecânico, proteção e armazenamento)

TECIDOS**XILEMA****TIPOS CELULARES**

- **Elementos dos vasos e traqueídeos** (células condutoras são mortas quando funcionais)

- **Células parenquimatosas e fibras**

FLOEMA

- **Elementos do tubo crivado ou células crivadas** (sem núcleo)

- **Células companheiras ou albuminosas**

- **Células parenquimatosas e fibras**

FUNÇÕES DA RAIZ

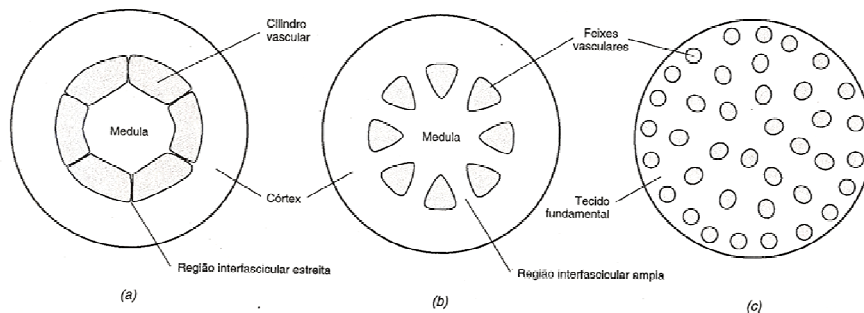
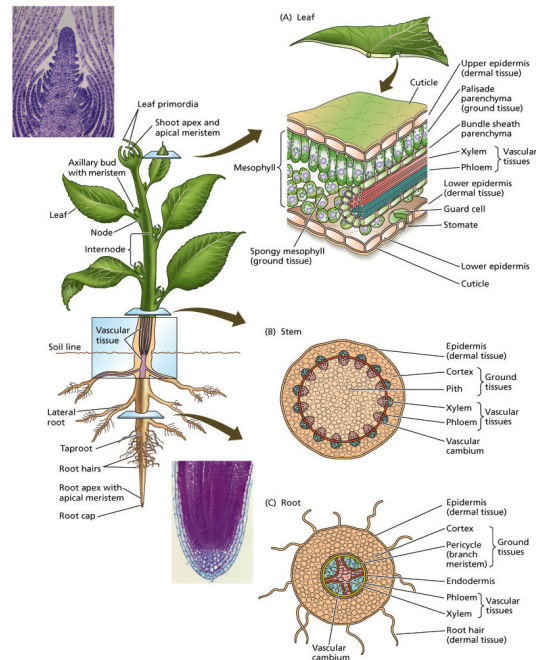
As raízes são, quase na totalidade das plantas produtoras de sementes, órgãos subterrâneos especializados na:

- **Fixação do vegetal ao solo;**
- **Absorção de água e sais minerais;**
- **Condução de água, sais minerais e substâncias orgânicas;**
- **Armazenamento de substâncias de reserva.**

FUNÇÕES DO CAULE E DAS FOLHAS

- ❖ **Produção e suporte das folhas e de órgãos reprodutivos;**
- ❖ **Condução de água e nutrientes inorgânicos, além de substâncias orgânicas produzidas nas folhas ou nas raízes;**
- ❖ **Armazenamento de substâncias de reserva.**
- ❖ **As folhas desempenham, basicamente, duas funções:**
 - ✓ **Síntese de substâncias orgânicas;**
 - ✓ **Troca de gases e de energia entre a planta e o ambiente externo.**

**Esquema do corpo
(estrutura externa)
e da estrutura
interna primária
de uma
dicotiledônea.**



Os três tipos básicos de organização da estrutura primária de caules vistos em seção transversal. (a) O sistema vascular aparece como um cilindro contínuo ao redor da medula. (b) Os feixes vasculares isolados formam um anel único ao redor da medula. (c) Os feixes vasculares aparecem dispersos no tecido fundamental.

a) Algumas coníferas e dicotiledôneas;

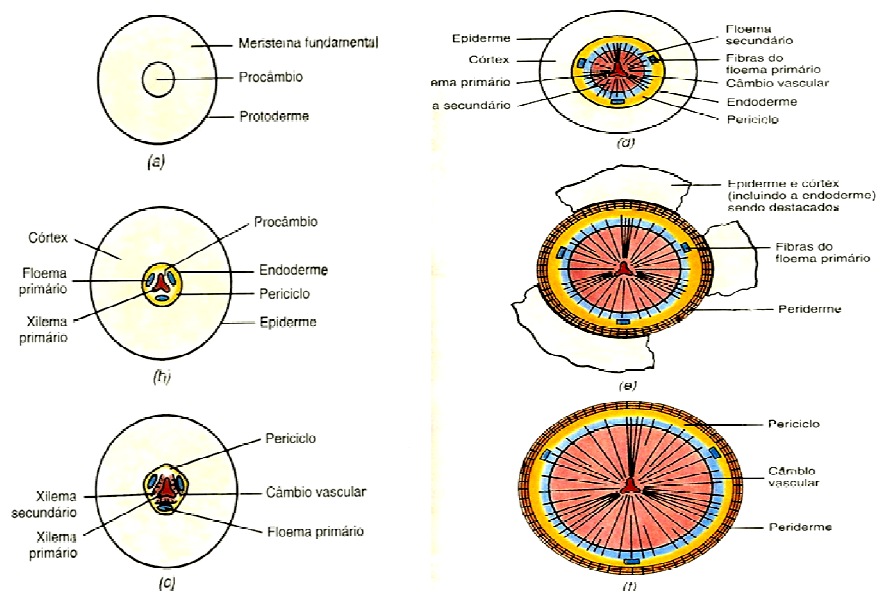
b) Outras coníferas e dicotiledôneas;

c) Monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas herbáceas.

ESTRUTURA DA RAIZ

MERISTEMAS PRIMÁRIOS	TECIDOS PRIMÁRIOS	MERISTEMAS SECUNDÁRIOS	TECIDOS SECUNDÁRIOS
PROTODERME →	EPIDERME		
		CÂMBIO DA CASCA →	PERIDERME
PROCÂMBIO	PERICICLO		
	FLOEMA	CÂMBIO VASCULAR	FLOEMA
	XILEMA		XILEMA
MERISTEMA FUNDAMENTAL →	CÓRTEX		

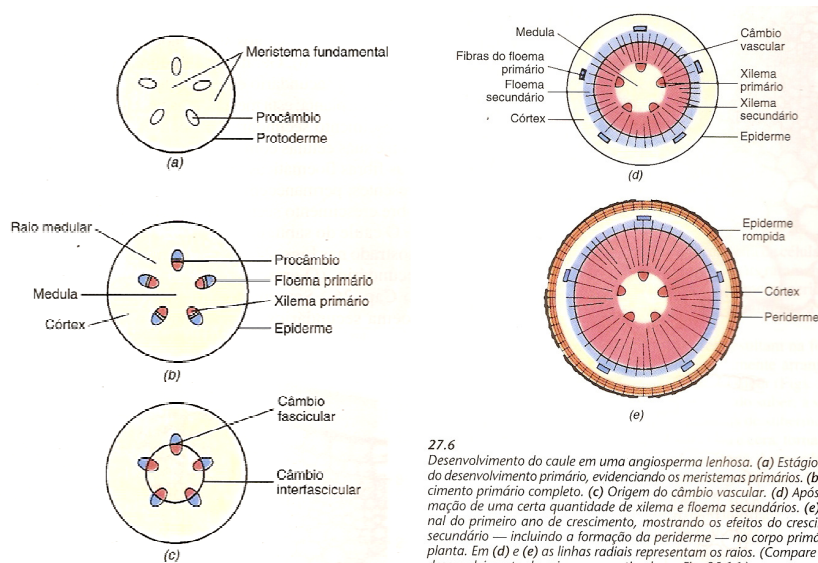
CRESCIMENTO SECUNDÁRIO DA RAIZ



ESTRUTURA DO CAULE

MERISTEMAS PRIMÁRIOS	TECIDOS PRIMÁRIOS	MERISTEMAS SECUNDÁRIOS	TECIDOS SECUNDÁRIOS
PROTODERME →	EPIDERME		
PROCÂMBIO →	FLOEMA		FLOEMA XILEMA
	XILEMA	→ CÂMBIO FASCICULAR	
MERISTEMA FUNDAMENTAL →	MEDULA		
	RAIOS MEDUL. →	C. INTERFASCICULAR →	RAIOS
	CÓRTEX →	CÂMBIO DA CASCA →	PERIDERME

CRESCIMENTO SECUNDÁRIO DO CAULE



5. A CÉLULA VEGETAL

5.1. PAREDE CELULAR

5.2. PROTOPLASTO

5.2.1. MEMBRANA PLASMÁTICA

5.2.2. CITOPLASMA

5.2.2.1. CITOSOL

5.2.2.2. ORGANELAS

5.2.2.3. CITOESQUELETO

5.2.3. VACÚOLO

5.2.4. NÚCLEO

5.3. PLASMODESMA, DESMOTÚBULO, SIMPLASTO E APOPLASTO

Representação de uma célula vegetal

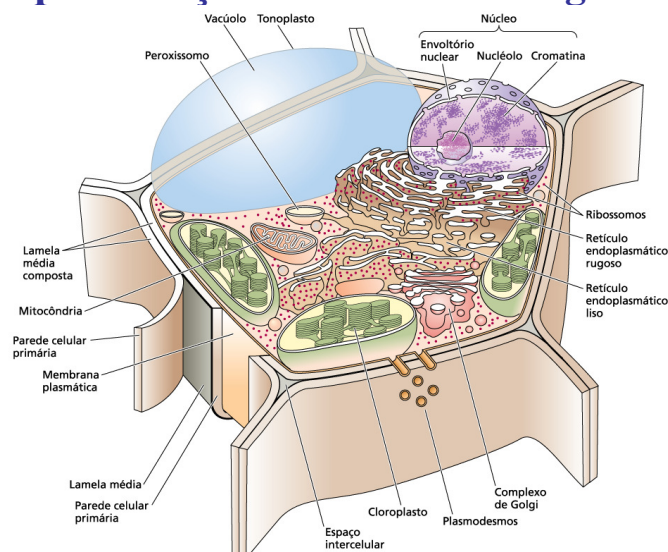


FIGURA 1.4 Diagrama de uma célula vegetal. Vários compartimentos intracelulares são delimitados por suas respectivas membranas, como o tonoplasto, o envoltório nuclear e as membranas das demais organelas. As duas paredes celulares primárias adjacentes, juntamente com a lamela média, formam uma estrutura complexa, denominada lamela média composta.

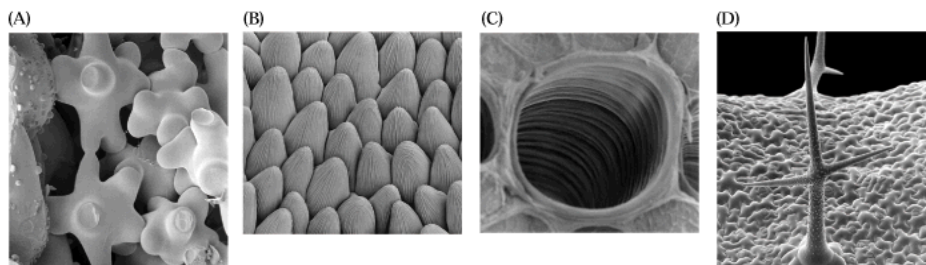
5.1. PAREDE CELULAR

A parede celular possui diversas funções:

- Atua como um exoesqueleto celular, possibilitando a formação de uma pressão positiva (turgescência ou turgor) dentro da célula e, conseqüentemente, a manutenção da forma da célula;
- Por resistir à pressão de turgescência, ela se torna importante para as relações hídricas da planta;
- A parede celular permite a união de células adjacentes (cimentação);
- Determina a resistência mecânica das estruturas do vegetal, permitindo que muitas plantas cresçam e se tornem árvores de grandes alturas;
- A resistência mecânica das paredes do xilema também permite que as células resistam às fortes tensões criadas dentro dos vasos, o que é fundamental para o transporte de água e minerais do solo até as folhas;
- Em sementes, os polissacarídios da parede das células do endosperma ou dos cotilédones podem ser utilizados como reservas metabólicas;

- Alguns oligossacarídeos presentes na parede celular podem atuar como moléculas de sinalização, durante a diferenciação celular e no reconhecimento de patógenos e simbioses;
- Embora a parede celular seja permeável para pequenas moléculas (poros de 4 nm), ela atua como uma barreira à difusão de macromoléculas, sendo a principal barreira à invasão de patógenos.

O desenvolvimento celular pode mudar a arquitetura da parede celular produzindo várias formas.



(A) O parênquima esponjoso da folha de *Zinnia* minimiza o contato e maximiza a superfície celular para a troca gasosa. (B) As formas especializadas destas células epidérmicas refletem luz para enriquecer a cor de pétalas de boca-de-leão. (C) O espessamento secundário de um elemento do vaso do xilema evita o colapso da parede devido a tensão criada pela transpiração. (D) Um tricoma de *Arabidopsis* com requintada ramificação é uma célula epidérmica modificada.

Componentes estruturais da parede celular

Componente	Exemplos
Polissacarídios	
Celulose	Microfibrilas de β-(1,4) glucano
Calose	β-(1,3) glucano
Hemicelulose	Xiloglicano Xilano Glucomanano Arabinoxilano β-(1,3; 1,4) glucano
Pectinas	Homogalacturonano Ramnogalacturonano Arabinano Galactano
Proteínas estruturais	Glicoproteínas ricas em hidroxiprolina, conhecidas como extensinas
Lignina	Macromolécula fenólica altamente complexa

Composição centesimal de parede celular

Componentes	Parede primária (%)	Parede secundária (%)
Celulose	25	50
Pectinas	35	----
Hemicelulose	25	25
Proteínas	1 a 8	---
Lignina	----	25

Principais proteínas estruturais presentes em parede celular de plantas

- **HRGP** – **Glicoproteínas ricas em hidroxiprolina (extensinas);**
- **PRP** – **Proteínas ricas em prolina;**
- **GRP** – **Proteínas ricas em glicina;**
- **AGP** – **Arabinogalactanos proteínas (< 1%; sinalização celular).**

A parede celular primária é composta de microfibrilas de celulose inseridas em uma matriz de polissacarídeos

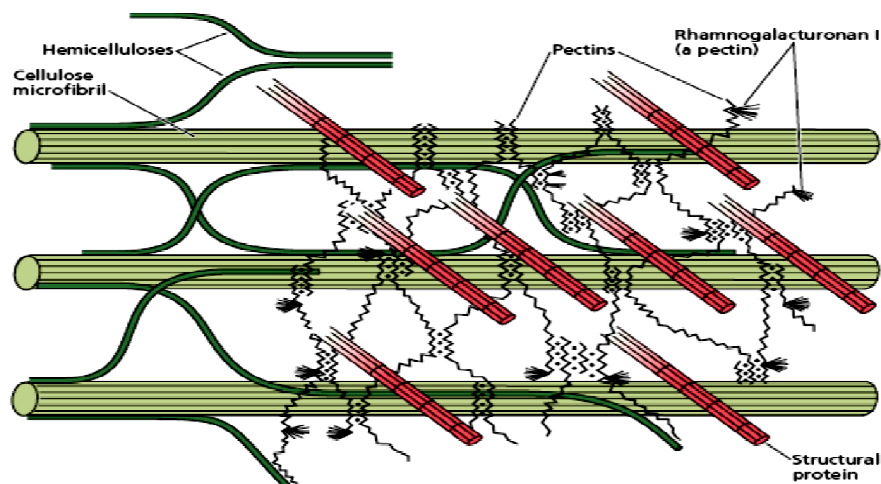
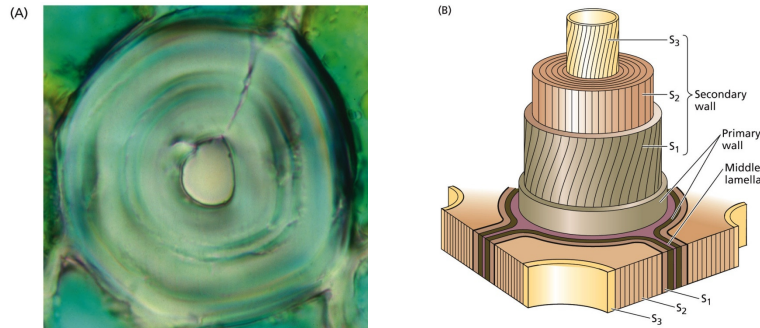
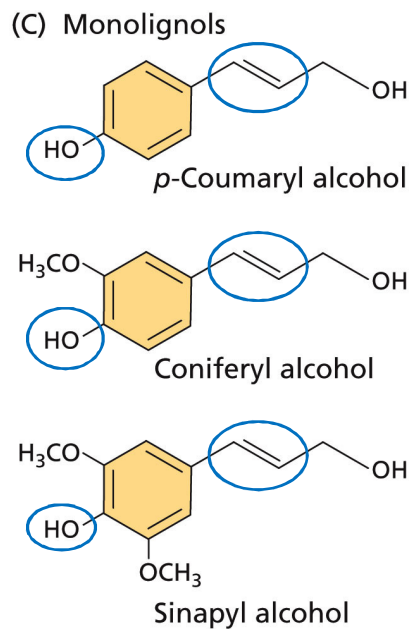


Diagrama esquemático dos principais componentes da parede celular primária e seu arranjo provável. As microfibrilas de celulose são revestidas com hemiceluloses (tal como xiloglicano), que podem também interligar as microfibrilas uma à outra. As pectinas formam uma matriz gélica que trava as microfibrilas, talvez interagindo com proteínas estruturais.

PAREDE CELULAR SECUNDÁRIA

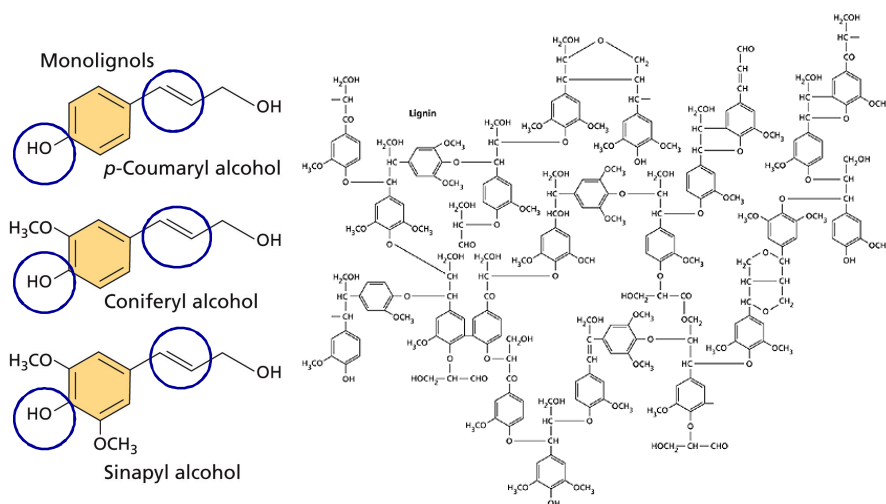
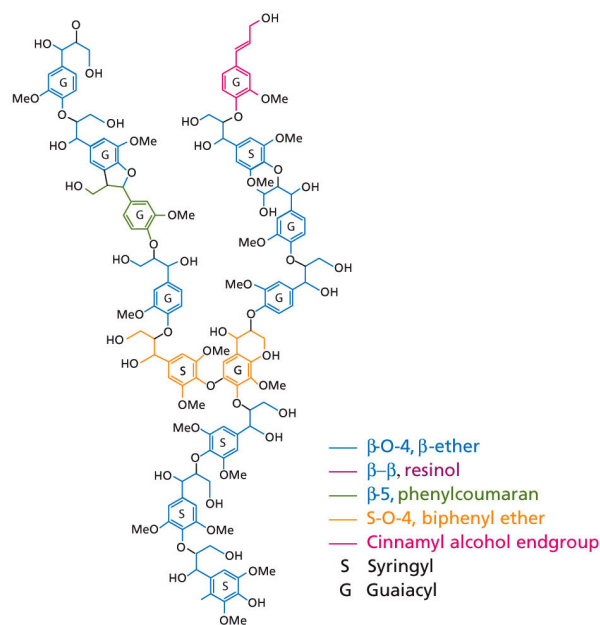


(A) Sessão cruzada de esclereídeo de *Podocarpus*;
 (B) Organização de parede celular frequentemente encontrada em traqueídeos.



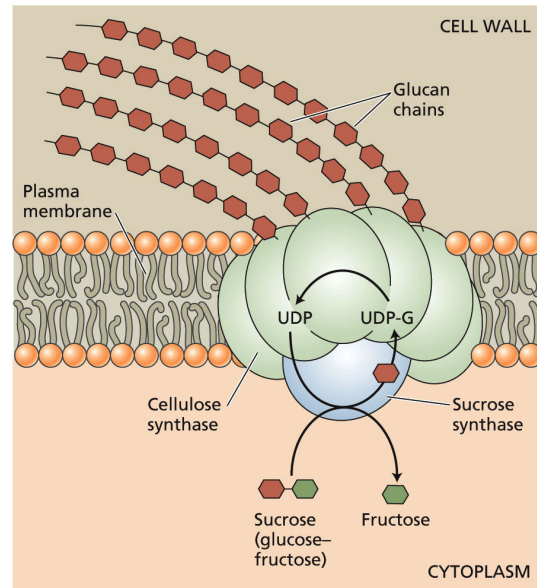
Os três álcoois fenilpropanóides que juntam-se para formar a lignina. As porções circuladas mostram os locais pelos quais os monômeros são mais frequentemente ligados.

Estrutura da lignina de álamo.



Estrutura parcial de uma lignina hipotética de faia europeia (*Fagus sylvatica*). As unidades dos fenilpropanoides são ligados de forma aleatória. A lignina de faia europeia contém unidades derivadas dos álcoois coniferil, sinapil, e *para*-cumaril na razão aproximada de 100:70:7 e é típica de lignina de Angiospermas. A lignina de Gimnospermas contém relativamente menor proporção de unidades do álcool sinapil. (Nimz 1974.)

Modelo de síntese de celulose por um complexo com multissubunidades contendo a sintase da celulose



• A molécula de celulose contém mais de 3.000 unidades de glicose;

• A microfibrila de celulose de plantas é formada, em média, por 36 moléculas de celulose com diâmetro de 5-12 nm.

5.2. PROTOPLASTO

O protoplasto define o conteúdo celular, sendo formado pela membrana plasmática, citoplasma, núcleo e vacúolo.

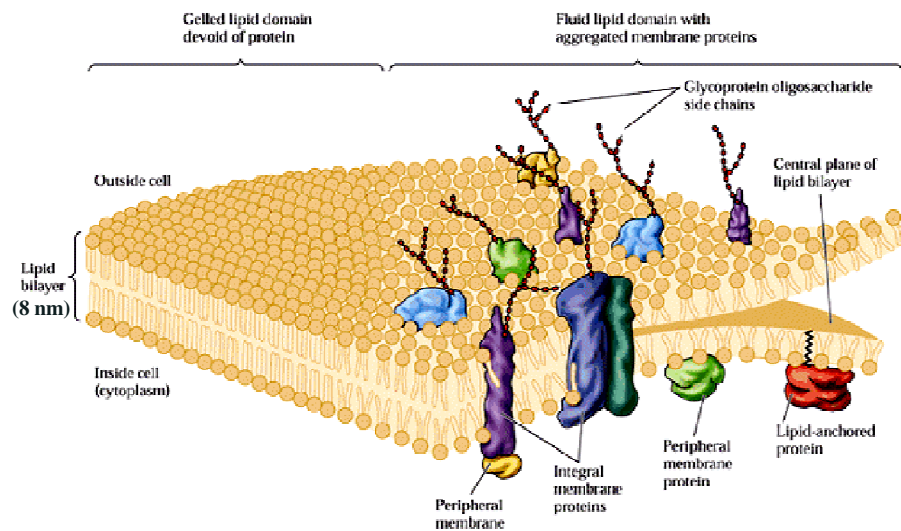
O citoplasma é formado pelo citosol e organelas sendo delimitado pela membrana plasmática.

O citosol é a porção coloidal hidrofílica onde ocorrem vários processos celulares importantes, tais como: glicólise, via da pentose fosfato, síntese de sacarose e síntese de proteínas.

5.2.1. Membranas celulares

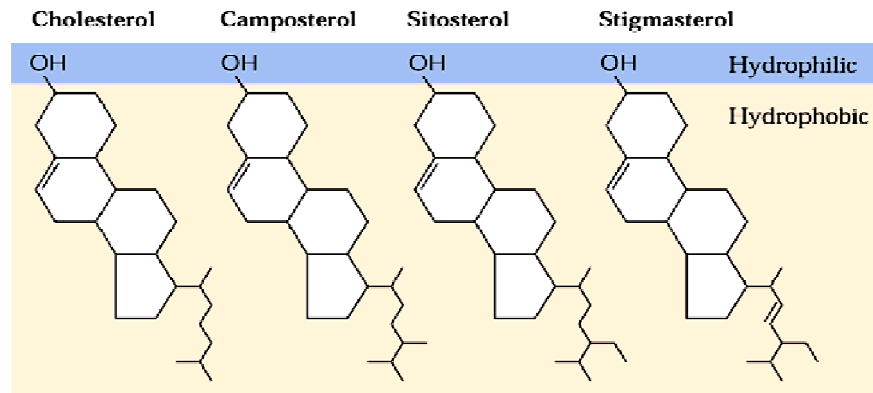
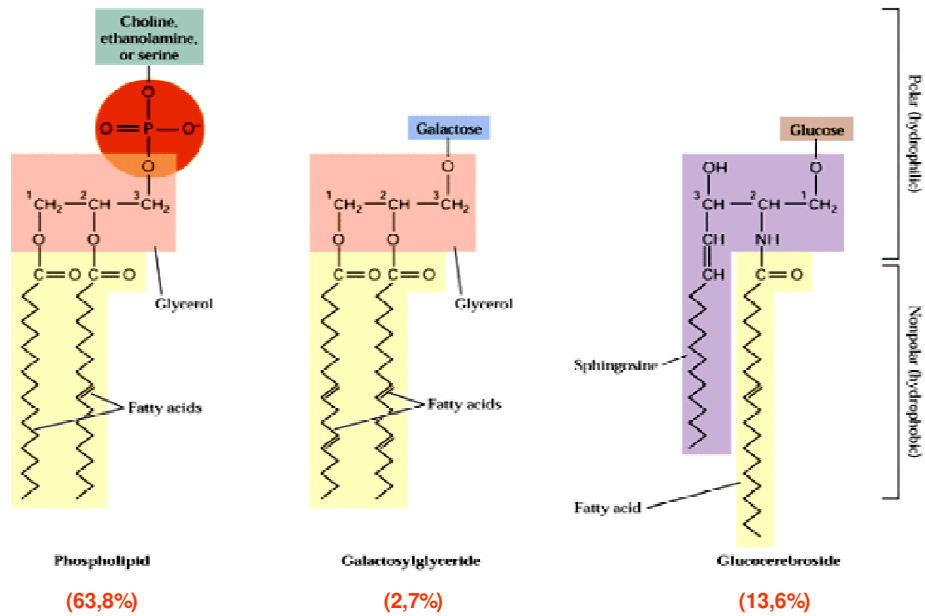
A membrana plasmática e as membranas das organelas mantêm as diferenças eletroquímicas essenciais entre o citosol e o meio externo e, entre o citosol e o interior de cada organela.

Todas estas membranas tem organização molecular semelhante, consistindo de uma bicamada lipídica contendo proteínas embebidas, formando a estrutura de “mosaico fluido”.



Estrutura da membrana plasmática. Note a bicamada lipídica e as proteínas integrais, periféricas e ancoradas em lipídios.

Modelo do mosaico fluido.



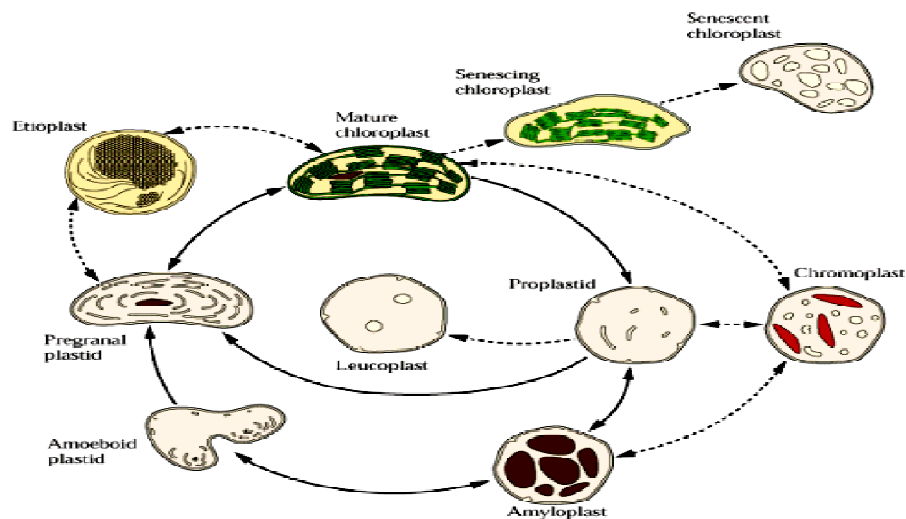
Triterpenos (19,9%)

5.2.2.2. ORGANELAS

5.2.3. VACÚOLO

5.2.4. NÚCLEO

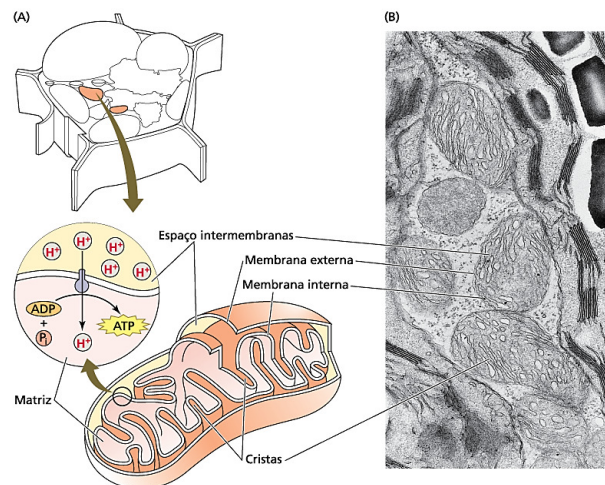
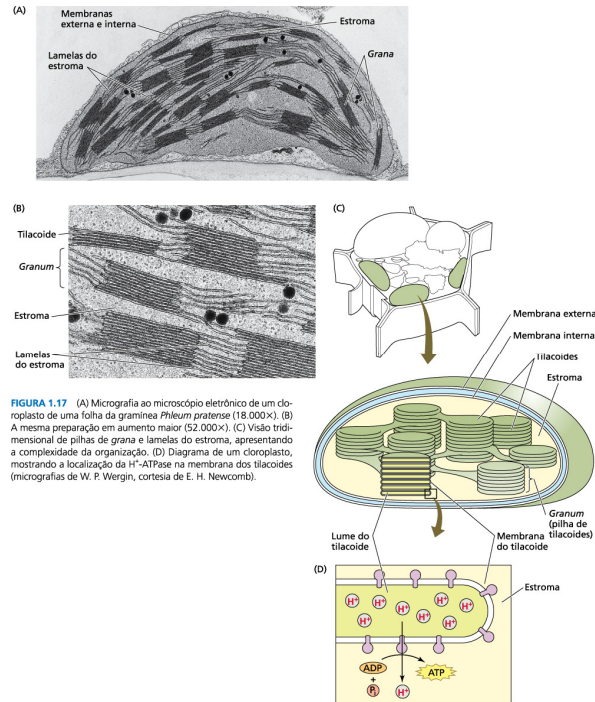
Ciclo do desenvolvimento de plastídios



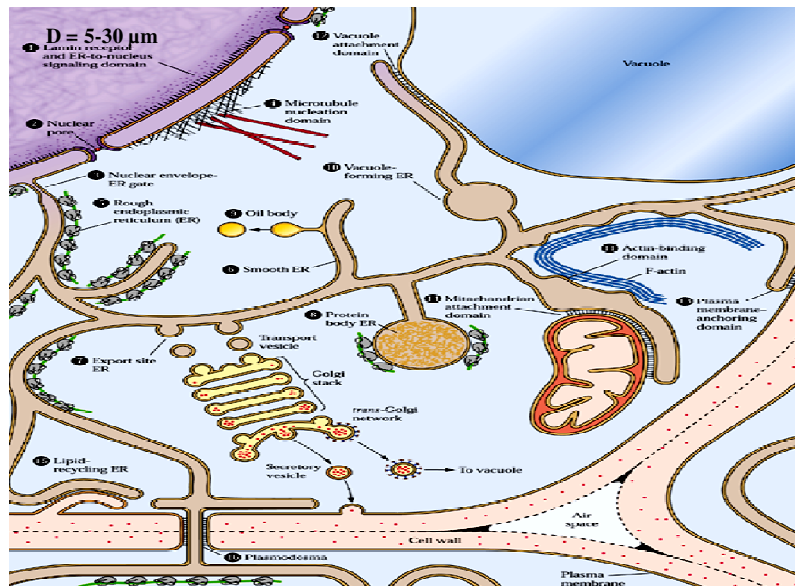
Podem sofrer diferenciação, rediferenciação e desdiferenciação

Tipos de plastídios

- **Proplastídios** – São pequenos corpos vesiculares produzidos nas células meristemáticas. Originam os plastídios;
- **Amiloplastos** – Encontrados em órgãos de reserva, estatócitos e bainha de amido, incolores, estão envolvidos na síntese e acúmulo de amido;
- **Leucoplastos** – Encontrados em folhas e caules verdes, incolores, estão envolvidos na síntese de monoterpenos (compostos voláteis encontrados nos óleos essenciais) e lipídios;
- **Cloroplastos** - São os mais proeminentes dos plastídios, realizam a fotossíntese e contêm os pigmentos fotossintéticos responsáveis pela coloração verde das plantas;
- **Cromoplastos** – Sintetizam carotenoides. As cores características de frutos de tomate e laranja, raízes de cenoura e batata-doce e de flores de mal-me-quer e botão-de-ouro são devidas à presença de cromoplastos;
- **Estioplastos** - São formados quando a planta está na obscuridade, só ocorre síntese de lipídios de membrana (corpo pró-lamelar) e protoclorofilídio.



- As mitocôndrias, local da respiração celular, são organelas pleomórficas, com diâmetro de 0,5 μm e comprimento de 1 a 4 μm ;
- A membrana externa tem um volume de exclusão (V_e) de 10.000 daltons.



O envelope nuclear, o retículo endoplasmático e o complexo de Golgi formam o **sistema de endomembranas** envolvido na síntese, processamento e secreção de proteínas, polissacarídeos e lipídios.

O núcleo contém a maior parte do material genético responsável pela regulação do metabolismo, do crescimento e da diferenciação da célula.

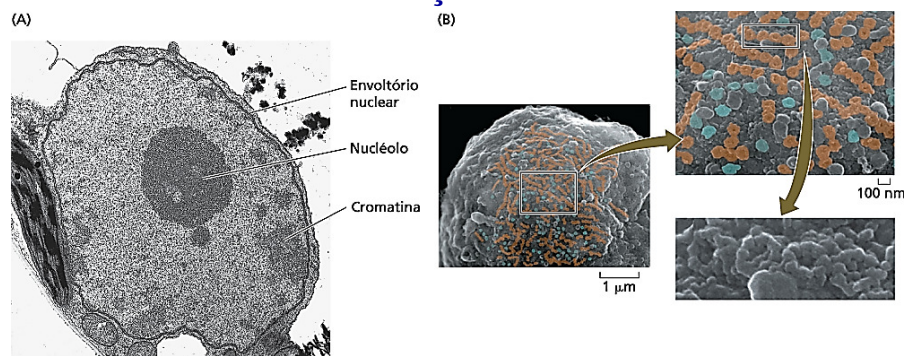
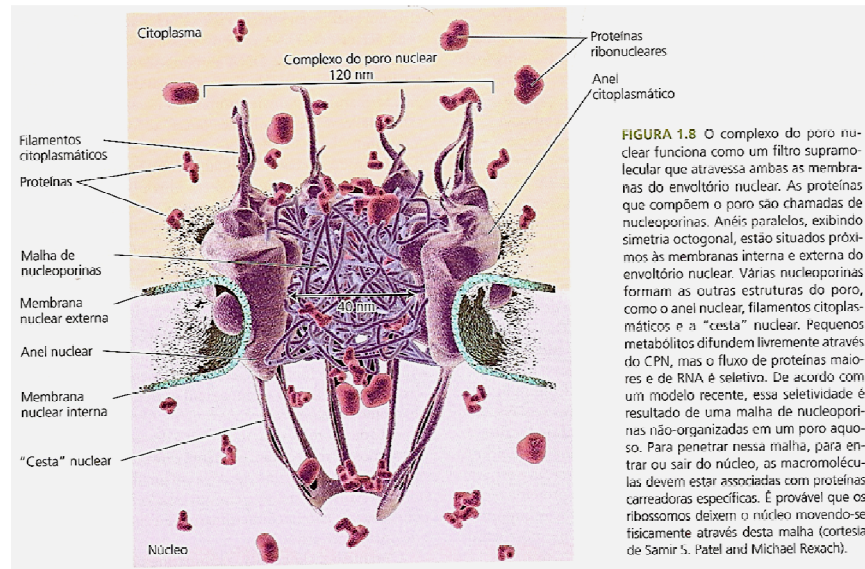


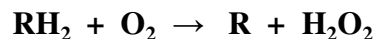
FIGURA 1.6 (A) Micrografia ao microscópio eletrônico de transmissão de uma célula vegetal onde o nucléolo e o envoltório nuclear são visualizados. (B) Organização de complexos do poro nuclear (CPNs) na superfície do núcleo de células de tabaco cultivadas. Os CPNs que estão em contato entre si, estão corados de marrom; os demais estão corados de azul. O primeiro detalhe (superior à direita) ilustra que a maioria dos CPNs está intimamente associada, formando fileiras de 5 a 30 CPNs. O segundo detalhe (inferior à direita) mostra a íntima associação dos CPNs (A, cortesia de R. Evert; B, segundo Fiserova et al., 2009).



- **120 proteínas diferentes (Nucleoporinas) – 124 MDa;**
- **Forma octogonal com oito canais periféricos aquosos com diâmetro de 9 nm;**

Os microcorpos possuem funções metabólicas especializadas em folhas e sementes

- **Os peroxissomos** (folhas de plantas C_3) e os **glioxissomos** (sementes oleaginosas) são microcorpos especializados na β -oxidação de ácidos graxos e no metabolismo do glioxilato, um aldeído ácido de dois carbonos.
- **Tem alta densidade $1,23 \text{ g/cm}^3$ com diâmetro de 0,2 a 1,7 μm .** Possuem mais de 50 enzimas diferentes. **A enzima catalase, presente em todos, serve como marcadora de microcorpos.**

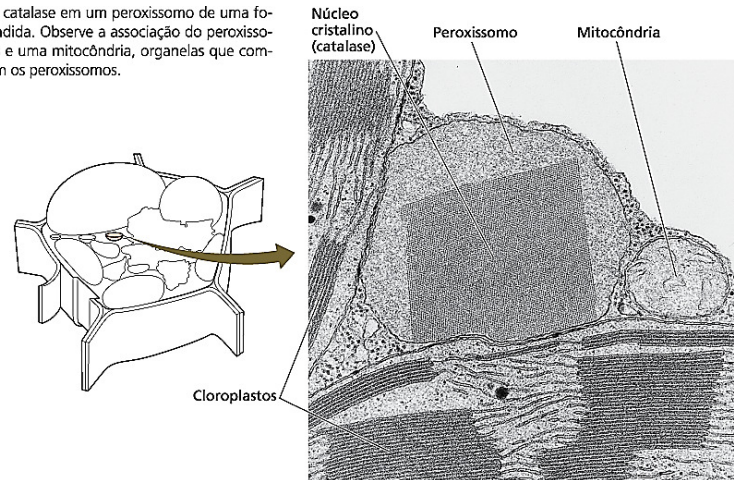


(R: representa o substrato orgânico)



(H_2O_2 é tóxico e deve ser degradado)

FIGURA 1.15 Cristal de catalase em um peroxissomo de uma folha completamente expandida. Observe a associação do peroxissomo com dois cloroplastos e uma mitocôndria, organelas que compartilham metabólitos com os peroxissomos.



Funções e propriedades dos vacúolos:

- Em células maduras ele ocupa de 80 a 90% do volume celular;
- são responsáveis pelo balanço hídrico celular;
- Em células em crescimento, vários compostos orgânicos e inorgânicos acumulam-se nos vacúolos contribuindo para a formação do potencial osmótico que é responsável pela pressão de turgescência necessária para o crescimento e manutenção da forma dos tecidos;

- **Contêm enzimas hidrolíticas (proteases, ribonucleases e glicosidases) que participam da degradação das macromoléculas celulares durante o processo de senescência. Neste aspecto, eles se assemelham aos lisossomos de células animais, que funcionam na digestão intracelular;**
- **Um tipo especializado de vacúolo, conhecido como vacúolo neutro proteico, abundante em sementes, serve como local de estoque de proteínas;**
- **Em plantas suculentas, a flutuação diária no conteúdo de ácidos orgânicos nos vacúolos é conhecida como metabolismo ácido das crassuláceas (plantas CAM, como as cactáceas e crassuláceas);**
- **Muitas células de plantas sintetizam pigmentos, tais como antocianina e betacianina, os quais são armazenados nos vacúolos;**
- **Outros produtos secundários, incluindo alcaloides, saponinas, glicosídeos cianogênicos, também se acumulam nos vacúolos;**

- Estoca cristais de oxalato de cálcio (como em *Araceae*);
- Acumula sais potencialmente tóxicos (Na^+ e Cl^-) em halófitas (plantas nativas de ambientes salinos);
- São importantes para a homeostase iônica, mantêm as concentrações de alguns íons (como H^+ , Ca^{2+} , PO_4^{3-} , NO_3^-) estáveis e em níveis adequados no citosol.

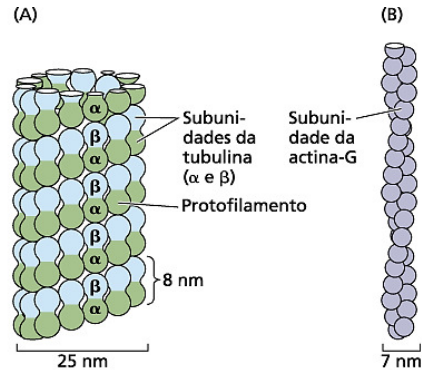
5.2.2.3. CITOESQUELETO VEGETAL

O citosol de células eucarióticas é organizado por uma rede tridimensional de filamentos proteicos, o citoesqueleto, que proporciona uma organização espacial para as organelas e serve como arcabouço para os movimentos das organelas e de outros componentes do citoesqueleto.

O citoesqueleto também apresenta papéis fundamentais nos processos de mitose, meiose, citocinese, depósito da parede celular, manutenção da forma celular e diferenciação celular.

O citoesqueleto vegetal é formado por microtúbulos e microfilamentos.

Microtúbulos
estão
envolvidos na
organização
espacial e
orientação de
estruturas



Microfilamentos
estão envolvidos no
movimento de
estruturas e da
corrente
citoplasmática
(juntamente com
as proteínas
motoras miosina,
dineína e cinesina)

FIGURA 1.20 (A) Desenho de um microtúbulo em vista longitudinal. Cada microtúbulo é composto de 13 protofilamentos. A organização das subunidades α e β é ilustrada. (B) Diagrama de um microfilamento, mostrando duas cadeias torcidas de actina-F (protofilamentos) as quais são polímeros de subunidades da actina-G.

Miosina
controla o
movimento de
organelas.

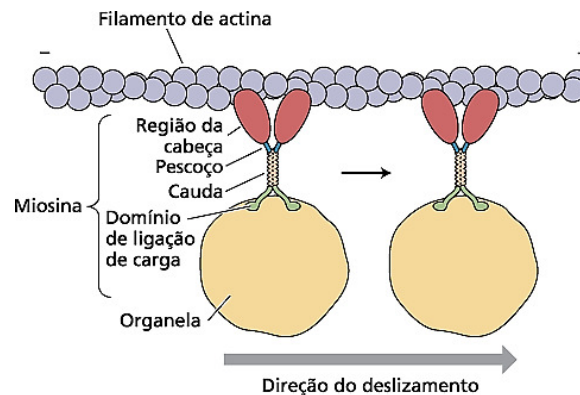


FIGURA 1.22 Movimento de organelas dirigido por miosina. Nas células vegetais, a maioria das organelas movimenta-se através de motores de miosina. A miosina move-se em direção à extremidade *mais* (+) do microfilamento de actina. A miosina é um homodímero, com duas cabeças e duas caudas. As duas cabeças, mostradas em vermelho, apresentam atividade ATPase e motora, de forma que uma mudança de conformação na região do pescoço produz uma "caminhada", um movimento ao longo do filamento de actina. As caudas se ligam às organelas pelos domínios de carga, mas ainda é desconhecido se estes domínios interagem diretamente com a membrana da organela.

Os microtúbulos e o sistema de endomembranas atuam na mitose (processo pelo qual os cromossomos replicados são alinhados, separados e distribuídos ordenadamente nas células-filhas) e na citocinese (processo que estabelece a placa celular, precursora da nova parede celular).

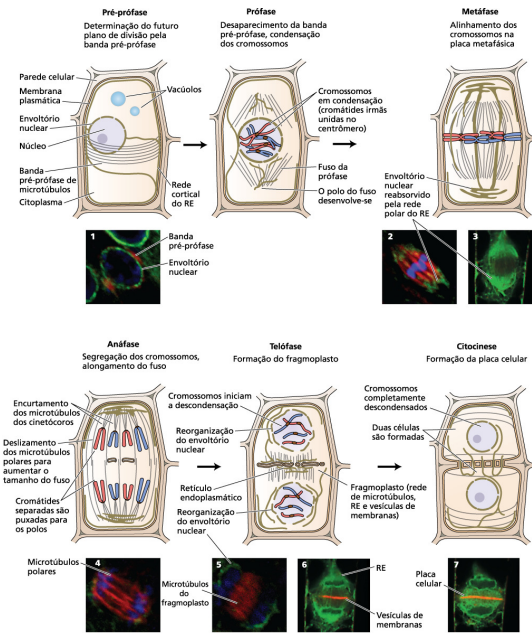
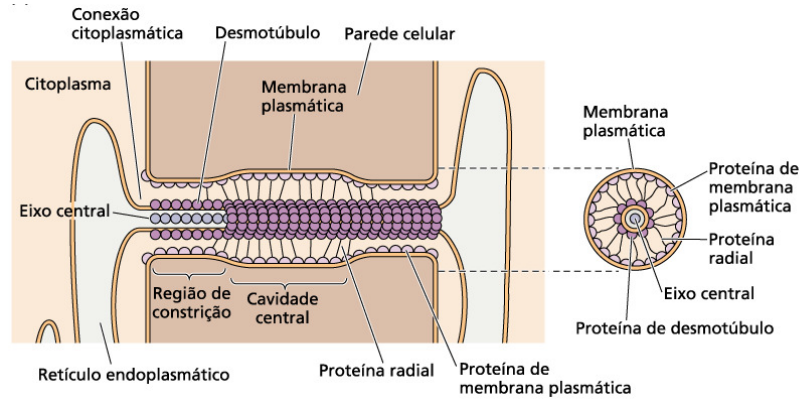


FIGURA 1.25 Alterações na organização celular que acompanham a mitose em uma célula vegetal meristemática (não vacuolada). (1, 2, 4 e 5) A fluorescência vermelha é devido ao anticorpo anti- α -tubulina (microtúbulos), a fluorescência verde é devido a WPP-GFP (proteína verde fluorescente fusionada a uma proteína do envoltório nuclear) e a fluorescência azul é devido a DAPI (corante de ligação ao DNA). (3, 6 e 7) O RE é marcado a fluorescência verde de HDEL-GFP e a placa celular com a fluorescência vermelha de FM4-64 (1, 2, 4 e 5 de Xu et al., 2007; 3, 6 e 7 de Higaki et al., 2008).

5.3. PLASMODESMA, DESMOTÚBULO, SIMPLASTO E APOPLASTO

Os plasmodesmas são extensões tubulares da membrana plasmática que atravessam a parede celular conectando os citoplasmas de células adjacentes.



Diâmetro: 40 a 50 nm;

Limite de massa molecular: 700 a 1.000 daltons;

Equivale a um tamanho molecular de 1,5 a 2,0 nm.

Simplasto e apoplasto

A conexão de células vizinhas através dos plasmodesmas, cria uma rede contínua de citoplasmas em toda a planta, conhecida como simplasto.

De maneira similar, estas células produzem uma rede de espaços extracelulares, conhecida como apoplasto.

O apoplasto compreende o espaço formado pelas paredes de células interconectadas, pelos espaços intercelulares e pelos tecidos vasculares não vivos.

Os conceitos de simplasto e apoplasto são importantes no estudo do transporte de água e de solutos e sinalização no desenvolvimento na planta.