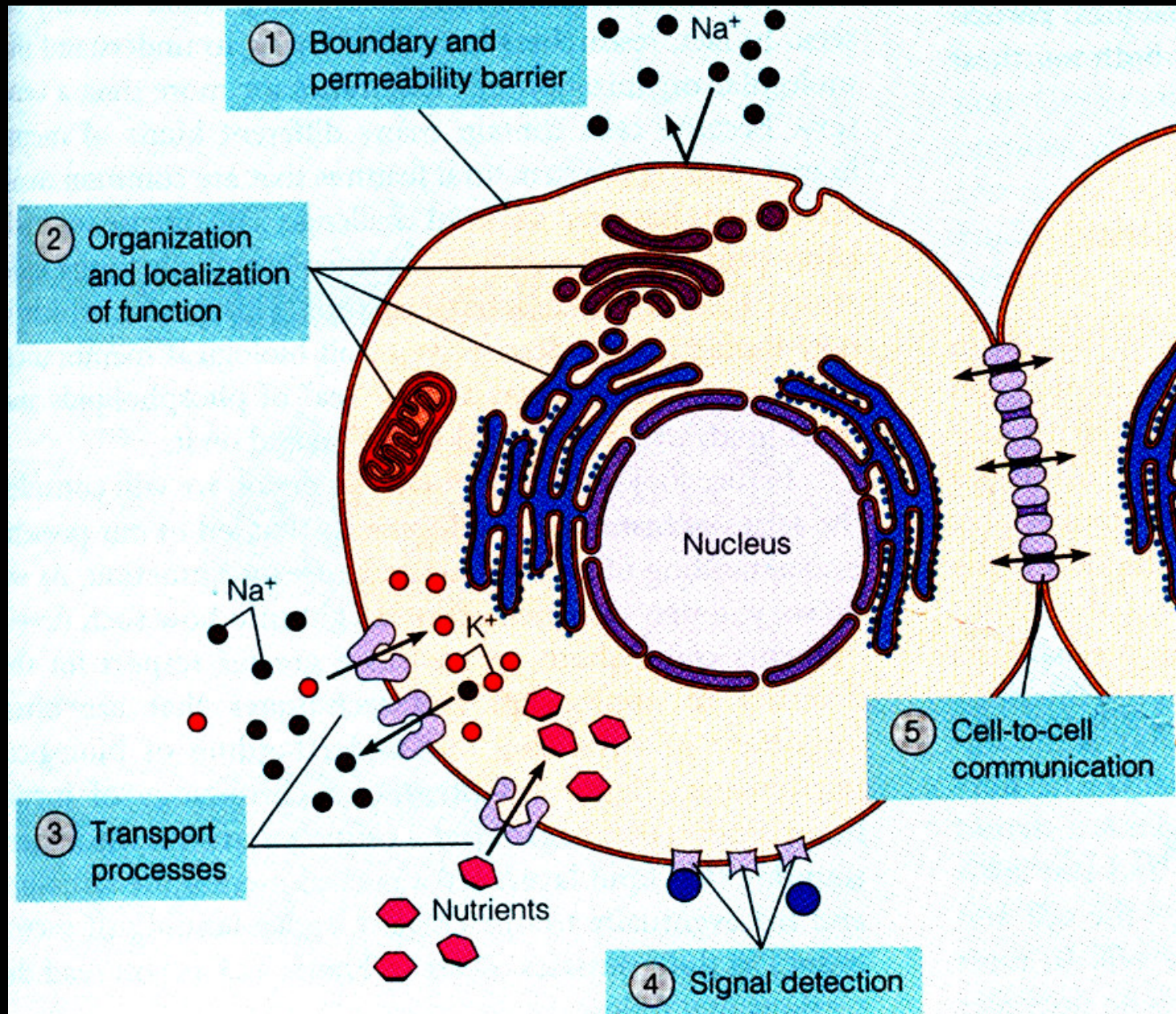
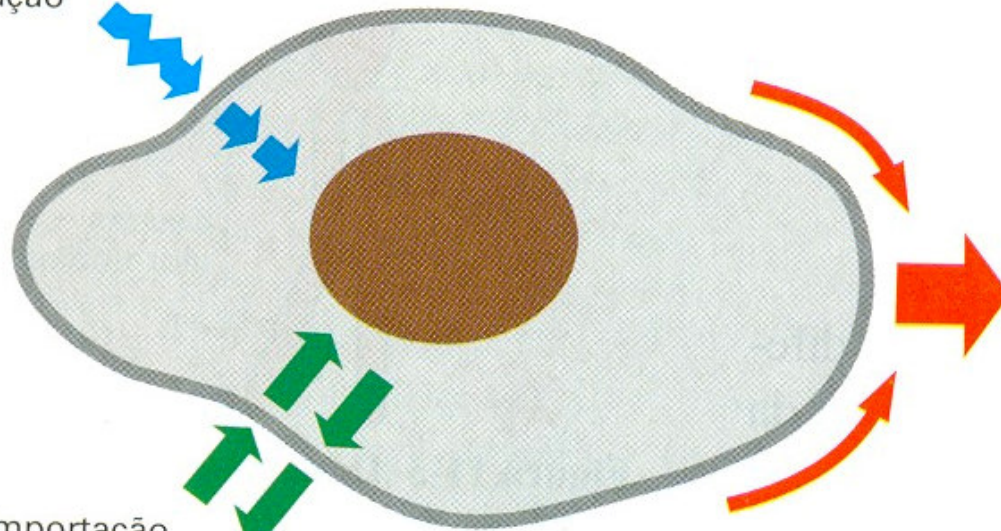


# Membrana Celular

# MEMBRANAS CELULARES



1 Recebendo informação



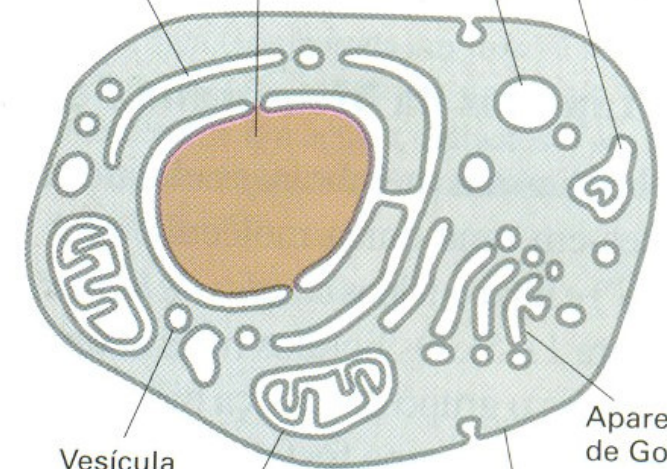
2 Importação e exportação de moléculas

3 Capacidade de movimento e expansão

## Algumas funções das membranas celulares

Retículo endoplasmático

Lisossomo



Vesícula

Mitocôndria

Membrana plasmática

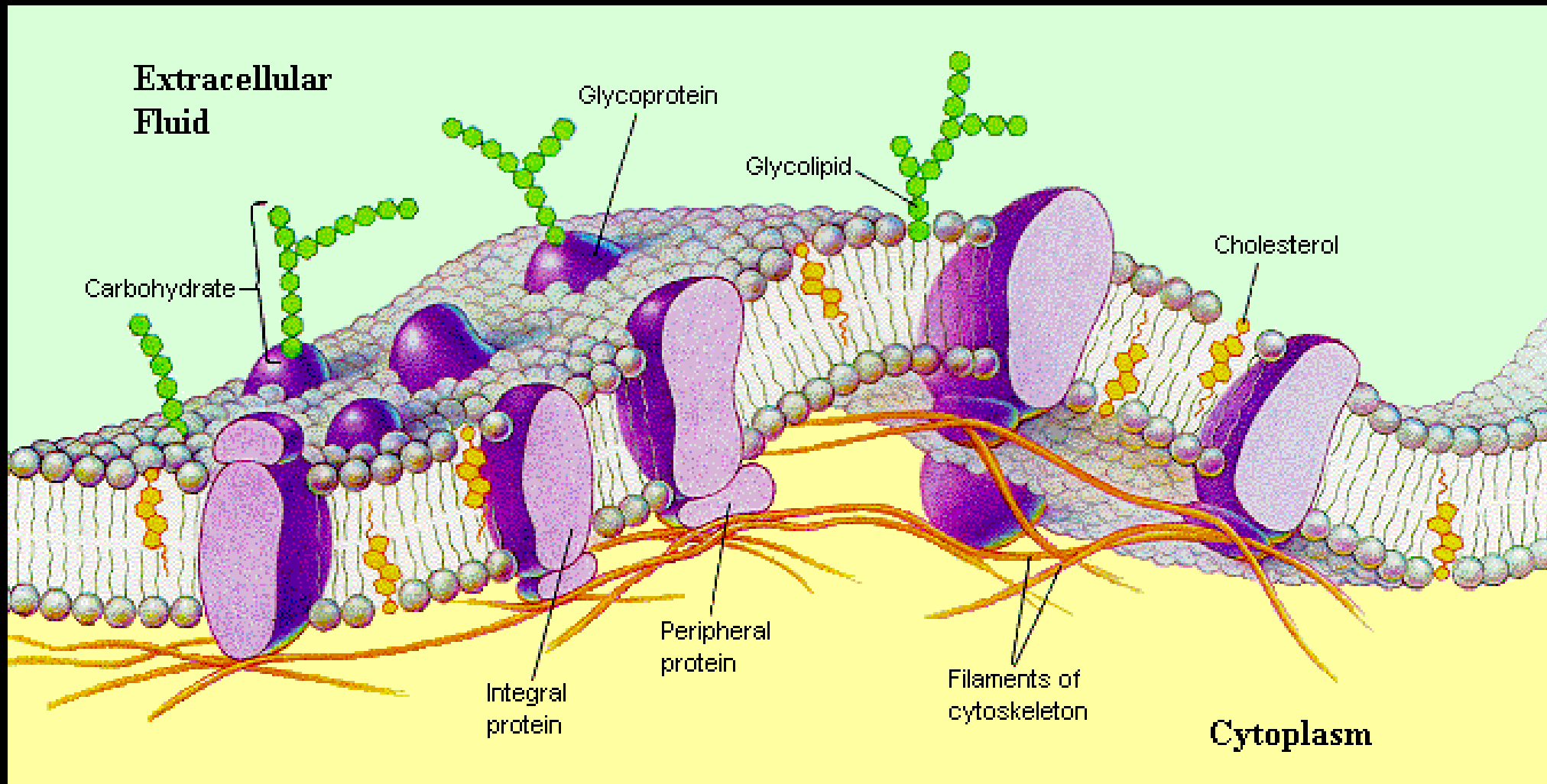
Aparelho de Golgi

# MEMBRANA CELULAR

Composição química



LIPÍDIOS, PROTEÍNAS E AÇÚCARES (carboidratos)



# MEMBRANA CELULAR

**50% de proteínas**

Integrais

Periféricas

• Proporção variável

**50% de lipídeos/carboidratos**

Glicolipídeos

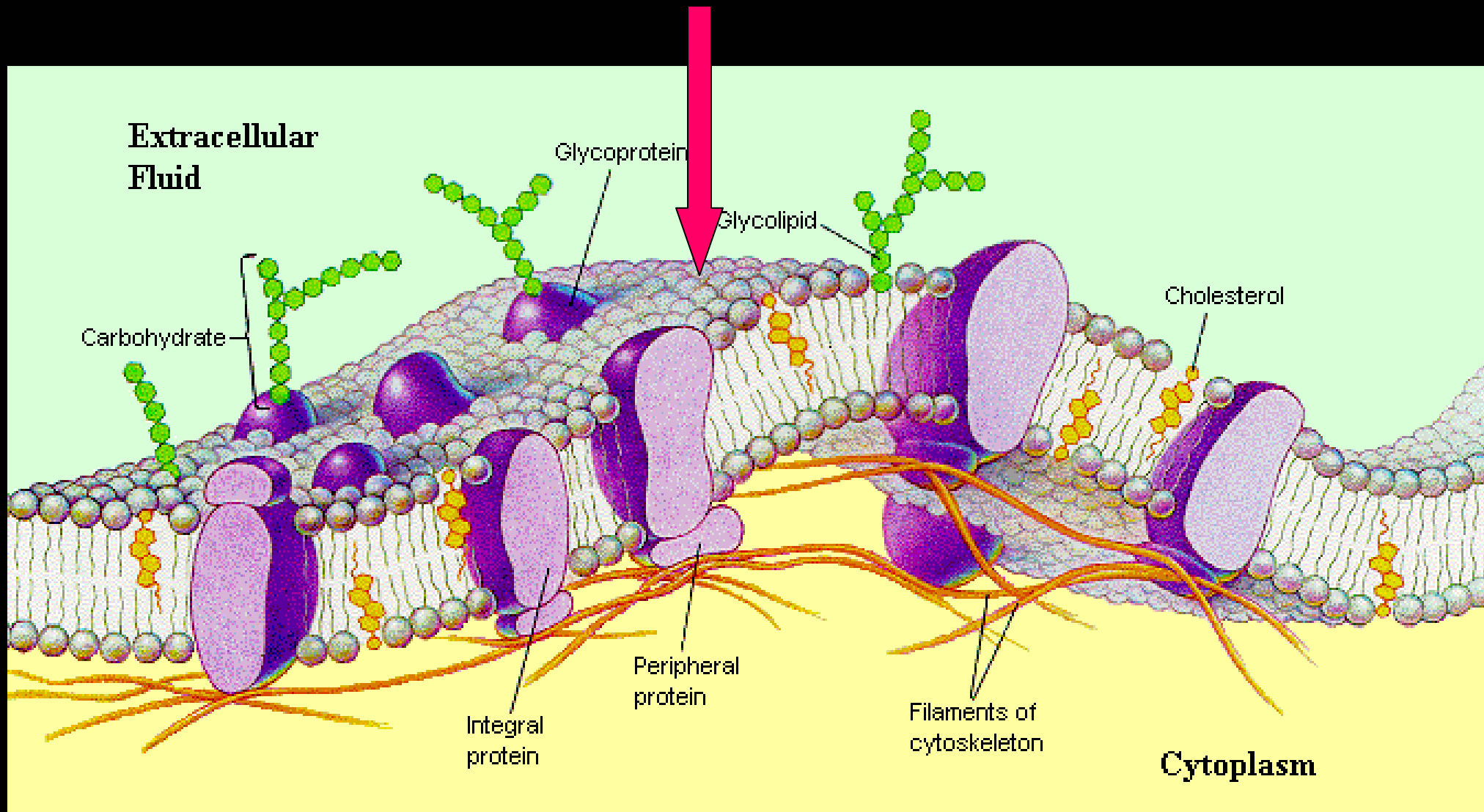
Colesterol

Fosfolipídeos



**Fosfatidilcolina**  
**Fosfatidiletanolamina**  
**Fosfatidilserina**  
**Esfingomiéline**

# LIPÍDEOS DAS MEMBRANAS



## Composição Lipídica de algumas membranas celulares

**TABELA 2.3** Composição Lipídica das Membranas da Célula<sup>a</sup>

Lipídeo	Membrana plasmática		Retículo endoplasmático rugoso	Membrana mitocondrial externa
	<i>E. coli</i>	Eritrócito		
Fosfatidilcolina	0	17	55	50
Fosfatidilserina	0	6	3	2
Fosfatidiletanolamina	80	16	16	23
Esfingomiéline	0	17	3	5
Glicolipídeos	0	2	0	0
Colesterol	0	45	6	<5

Fonte: Dados de P.L. Yeagle, 1993. *The Membranes of Cells*, 2<sup>nd</sup> ed. San Diego, CA: Academic Press.

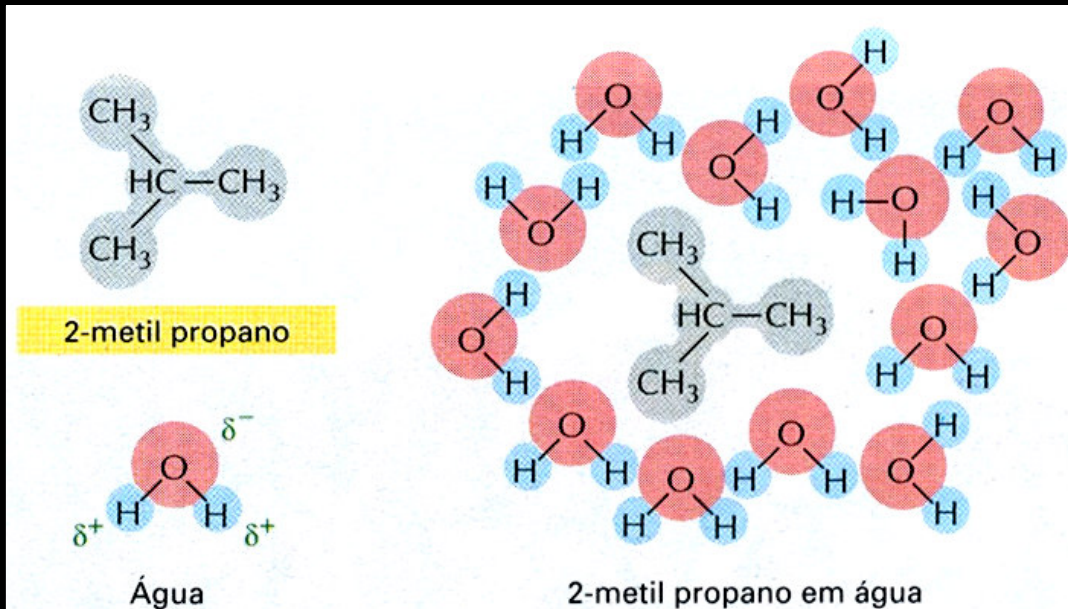
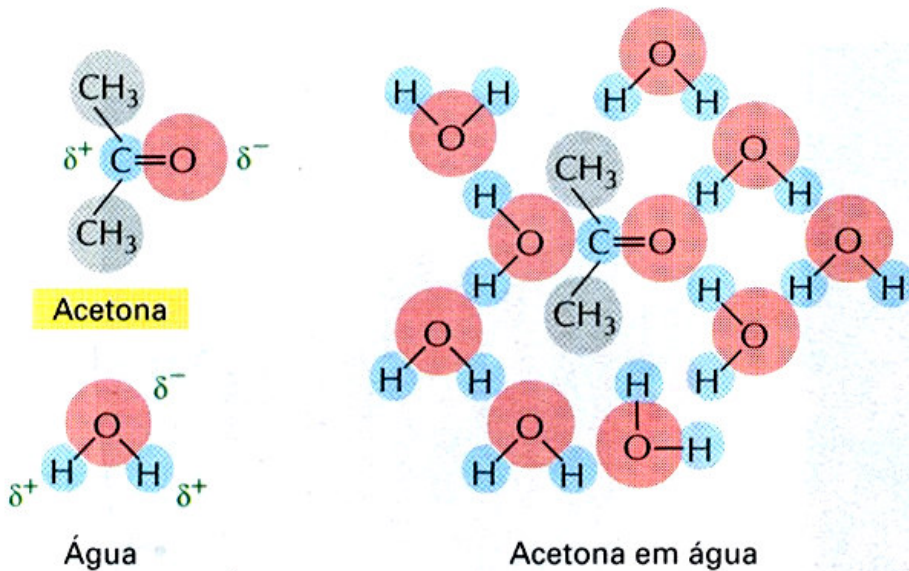
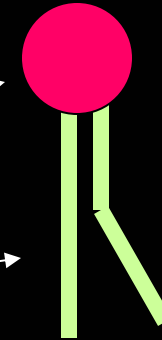
<sup>a</sup> As composições das membranas são indicadas como a porcentagem em moles dos principais constituintes lipídicos.

# Bicamada Lipídica

## Moléculas Anfipáticas

⇒ Hidrofílica (cabeça)

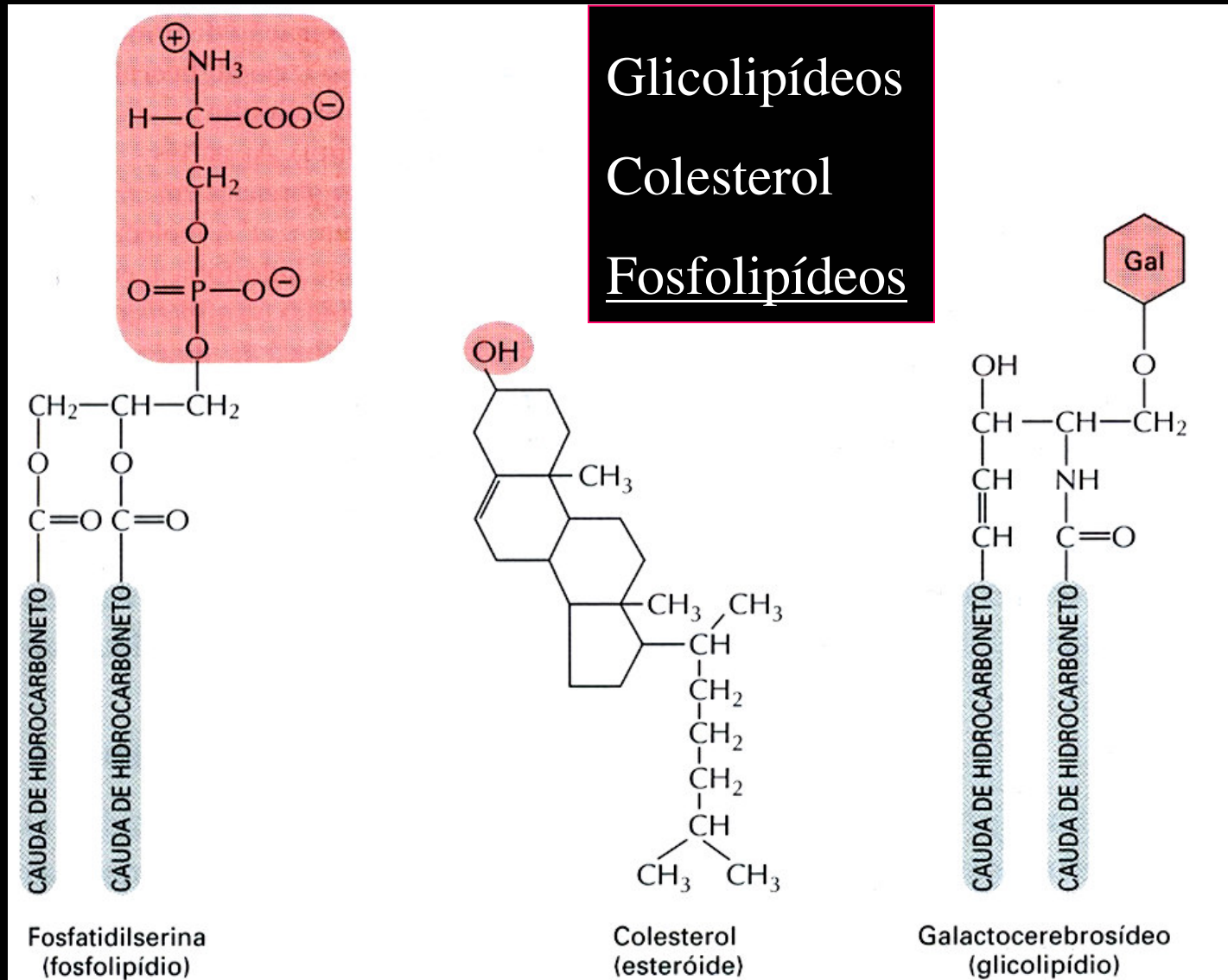
⇒ Hidrofóbica (caudas)

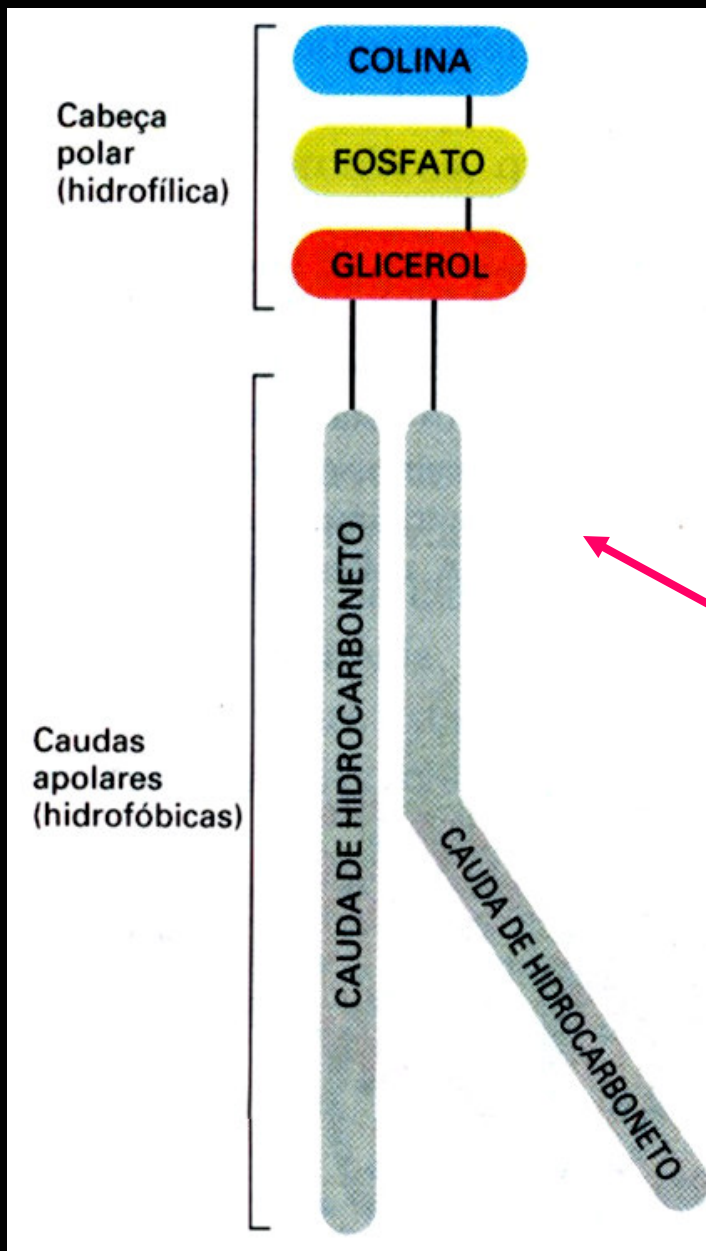




**cabeça do lipídeo** ⇒ hidrofílica polar

**cauda do lipídeo** ⇒ hidrofóbica apolar





Glicolipídeos

Colesterol

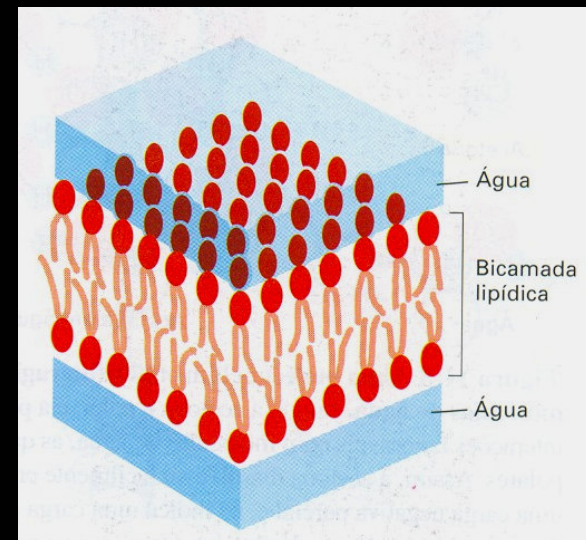
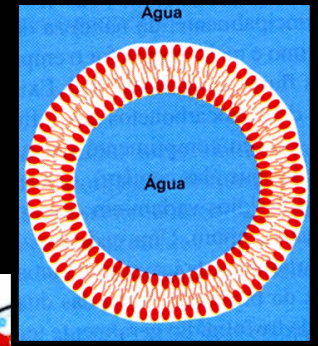
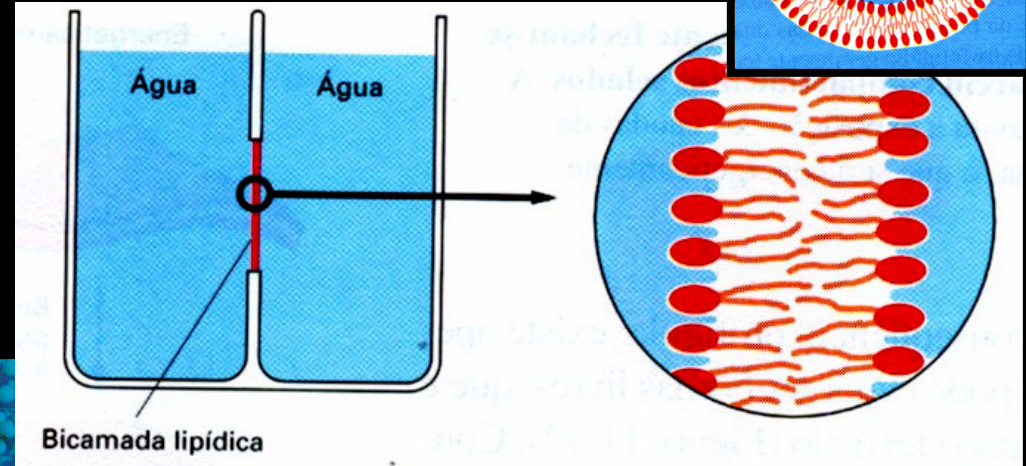
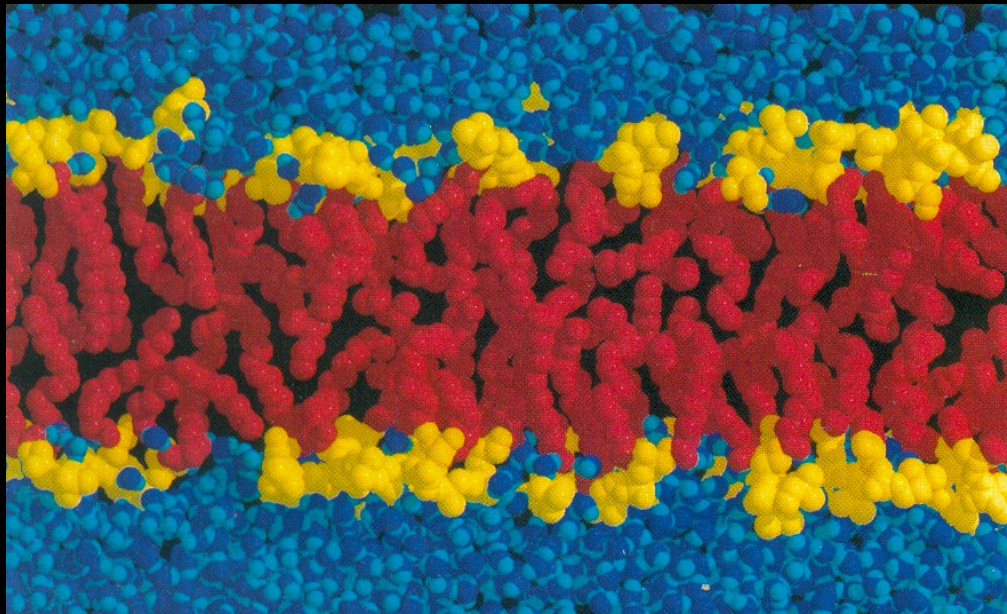
Fosfolipídeos



**Fosfatidilcolina**  
**Fosfatidiletanolamina**  
**Fosfatidilserina**  
**Esfingomieline**

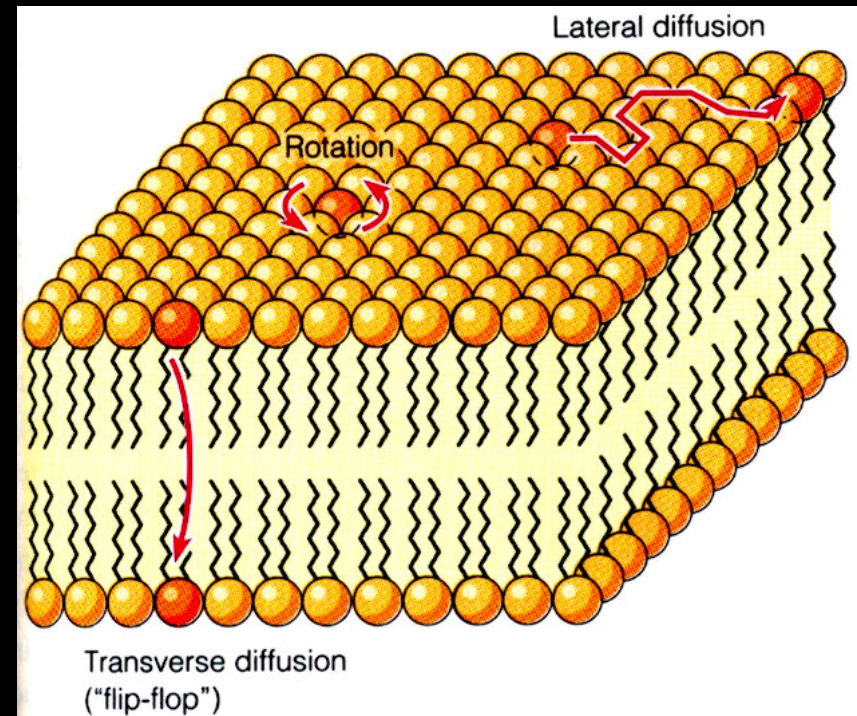
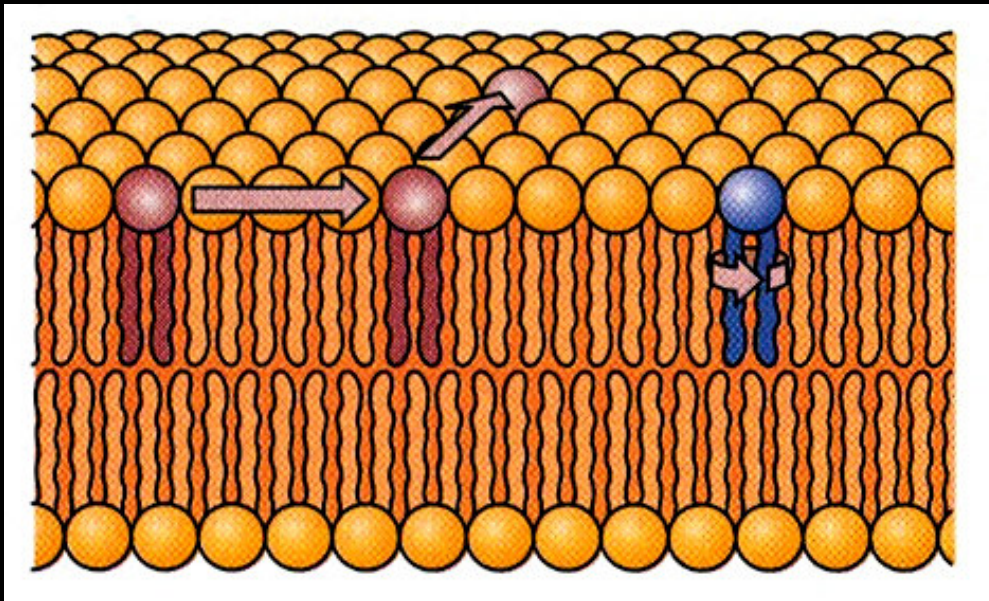
# Propriedades da Bicamada Lipídica

“ A estrutura da bicamada lipídica é uma consequência do modo como as moléculas lipídicas se comportam em meio aquoso”.



# 1- Fluidez da membrana

**Fluido Bidimensional** ⇒ movimentação dos fosfolipídeos dentro da bicamada



**Flip Flop**

**Rotação**

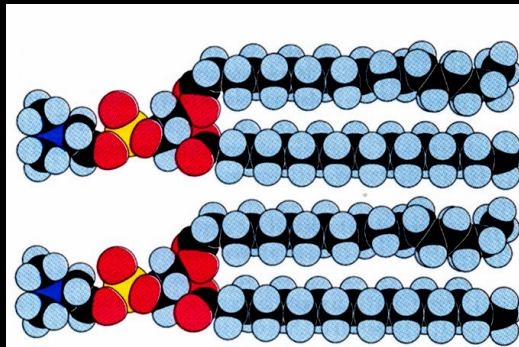
**Difusão Lateral**

dependente da temperatura

# 1- Fluidez da membrana

## Composição Fosfolipídica

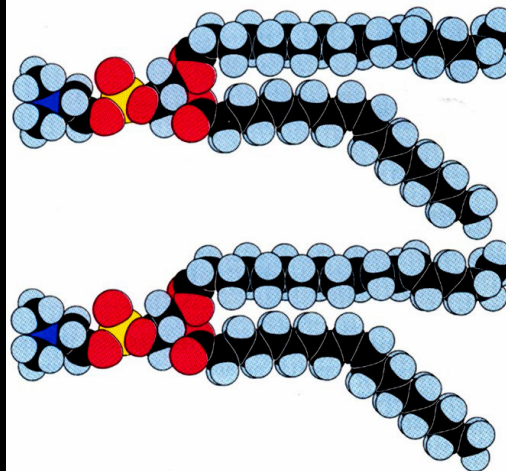
Natureza das caudas de hidrocarbonetos  
Caudas curtas (maior fluidez)/ caudas longas  
Insaturação (maior fluidez)/ saturação



(a) Lipids with saturated fatty acids pack together well in the membrane

**SATURADOS**  
+ viscosa  
- fluida

**INSATURADOS**  
- viscosa  
+ fluida

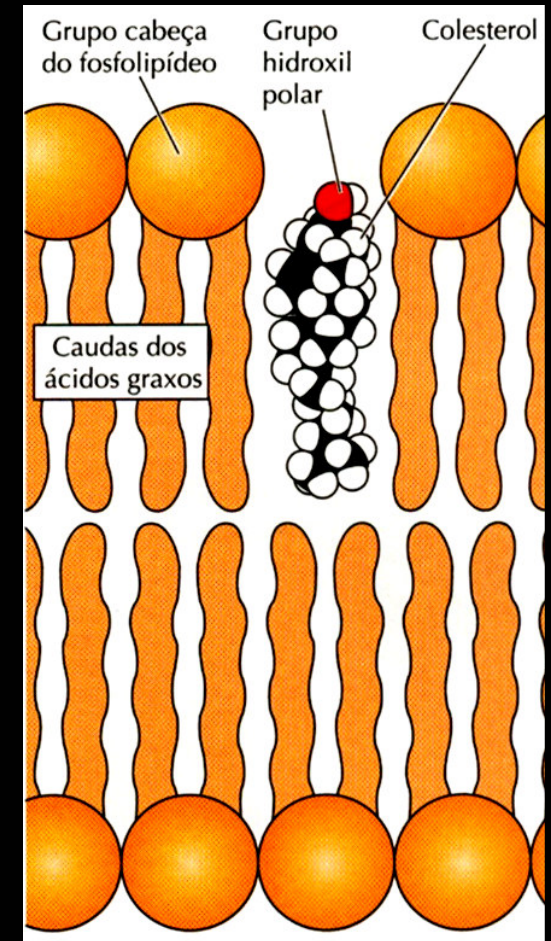
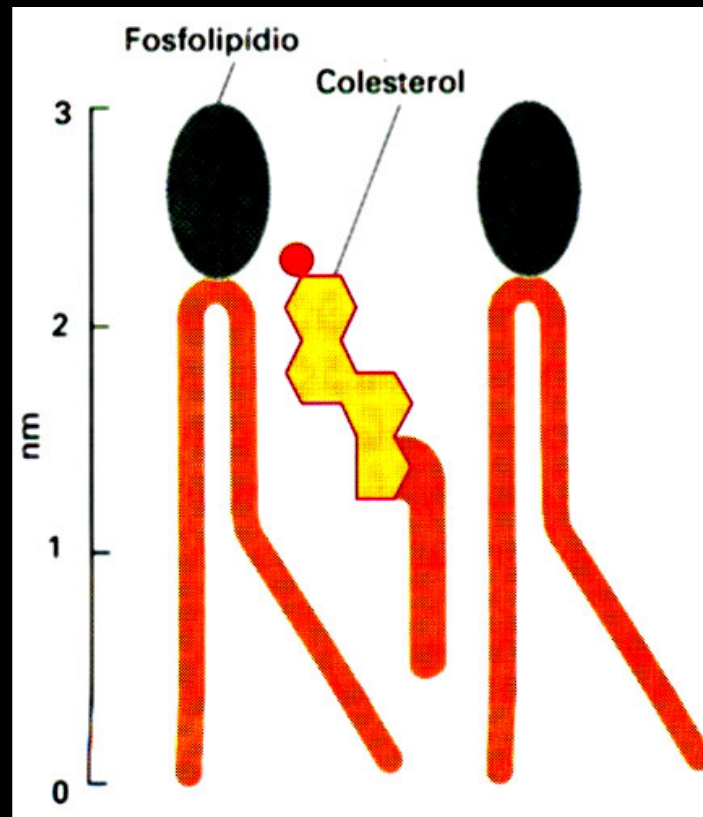


# 1- Fluidez da membrana

**Colesterol**

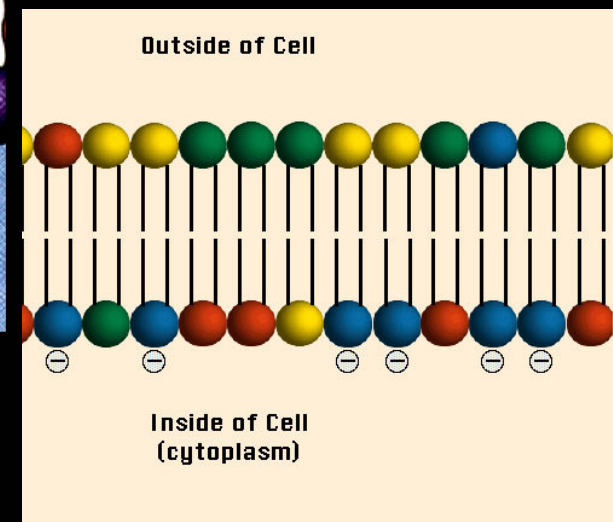
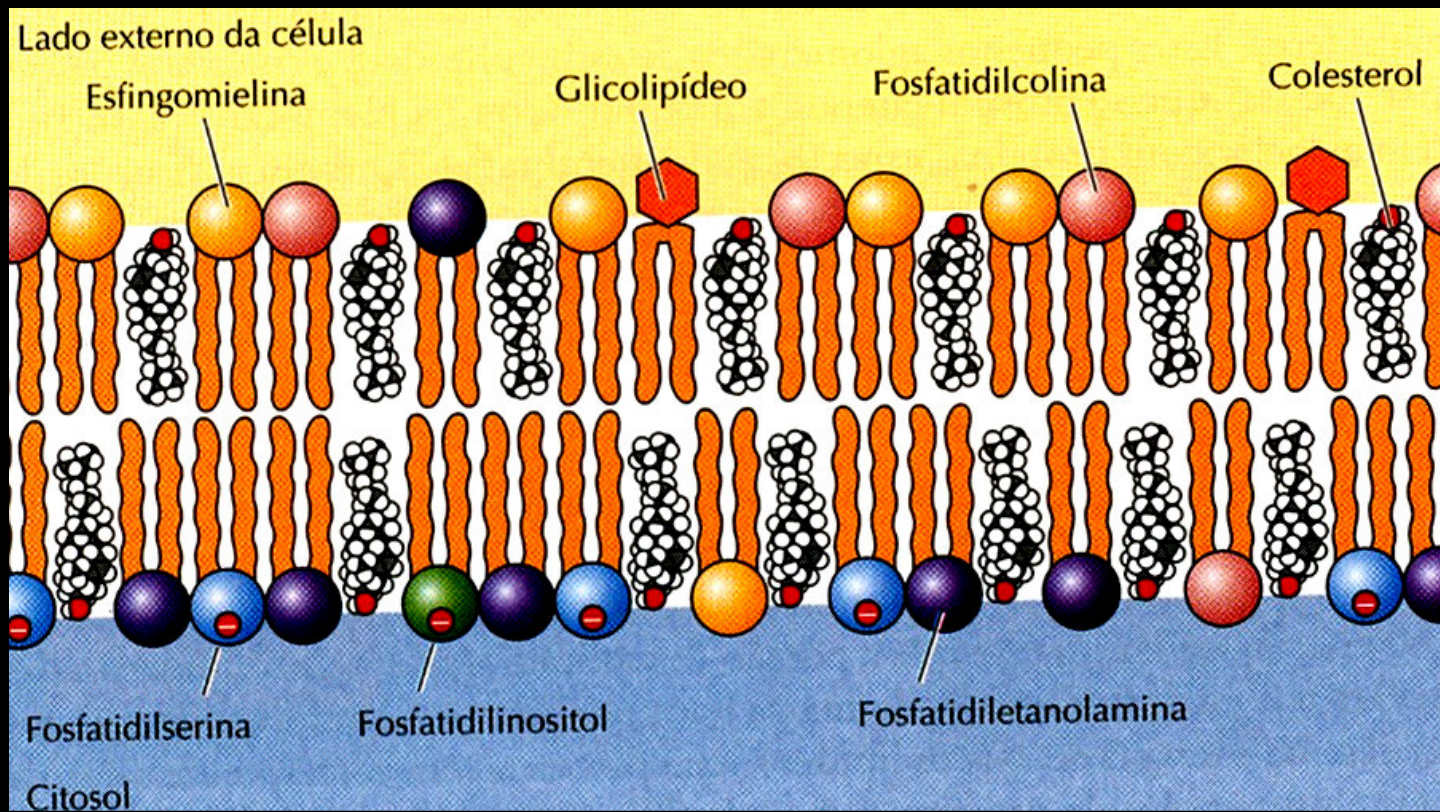
→ Modula a fluidez das membranas em células animais

Enrijece a bicamada lipídica, tornando-a menos fluida e menos permeável

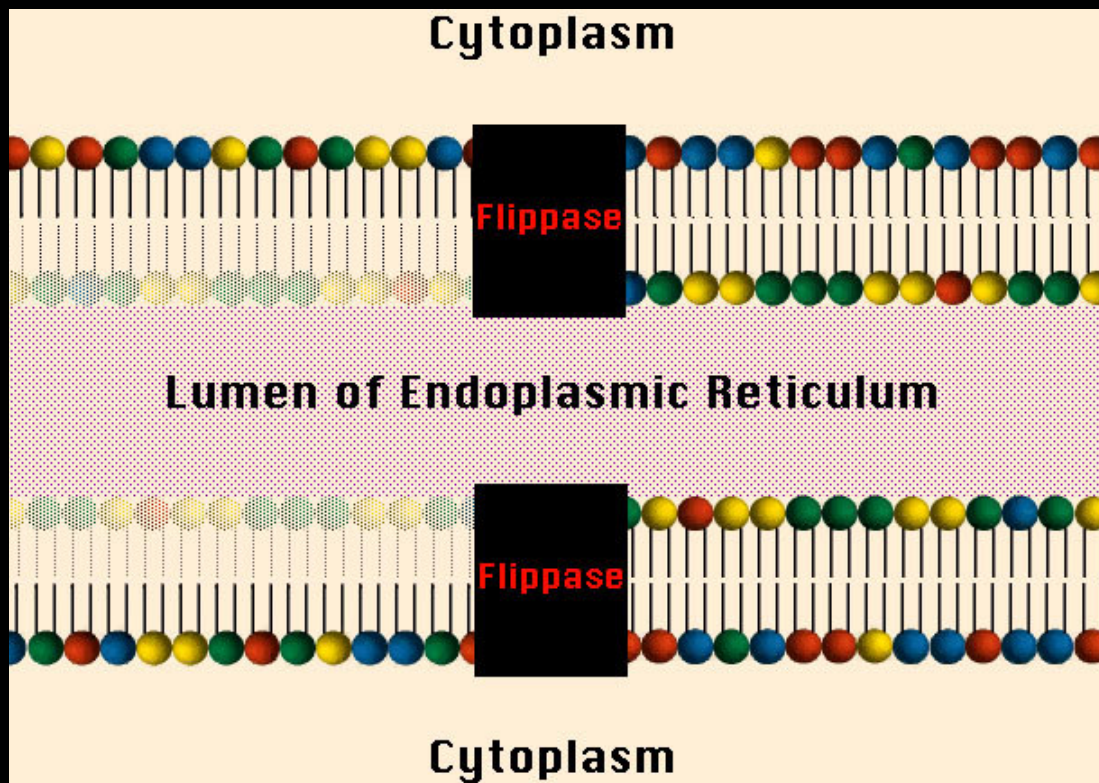
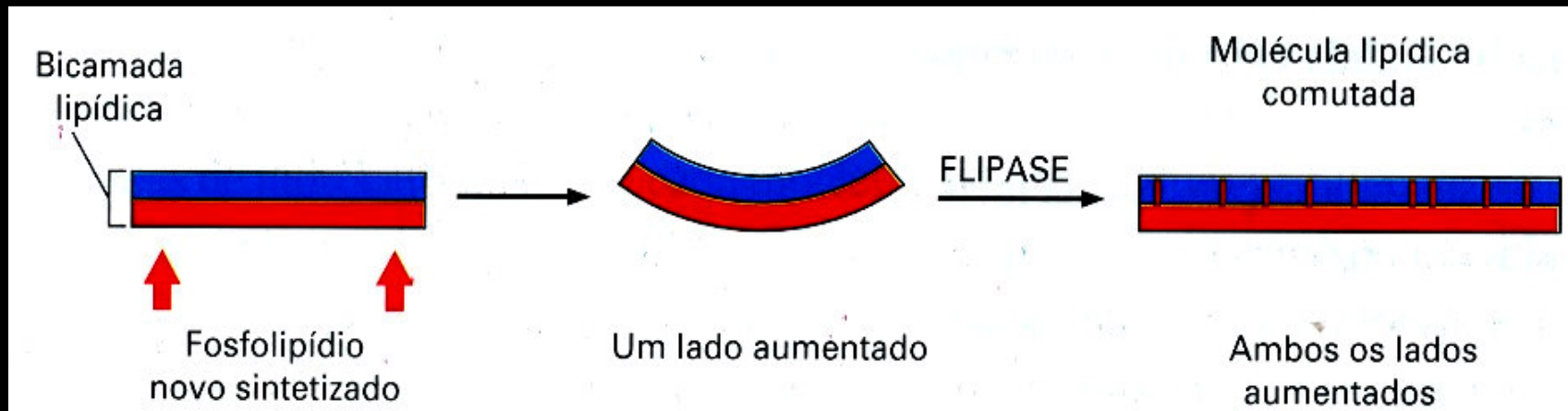


## 2- Assimetria

Diferenças na composição da bicamada entre as faces citosólica e não-citosólica



## 2- Assimetria



Crescimento da membrana  
**Flipases**



### 3- Permeabilidade

#### Barreira hidrofóbica impermeável a solutos e íons

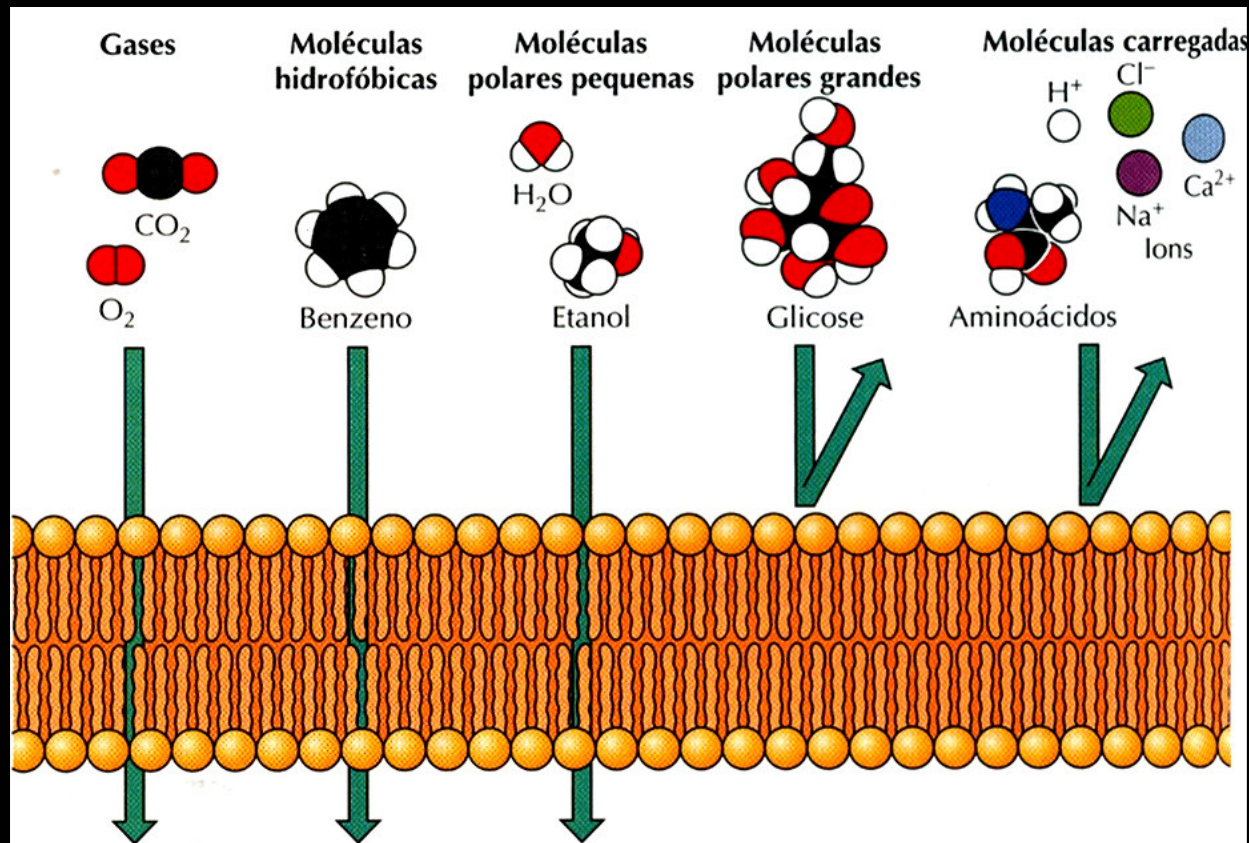
⇒ tamanho da molécula

⇒ solubilidade da molécula (em óleo)

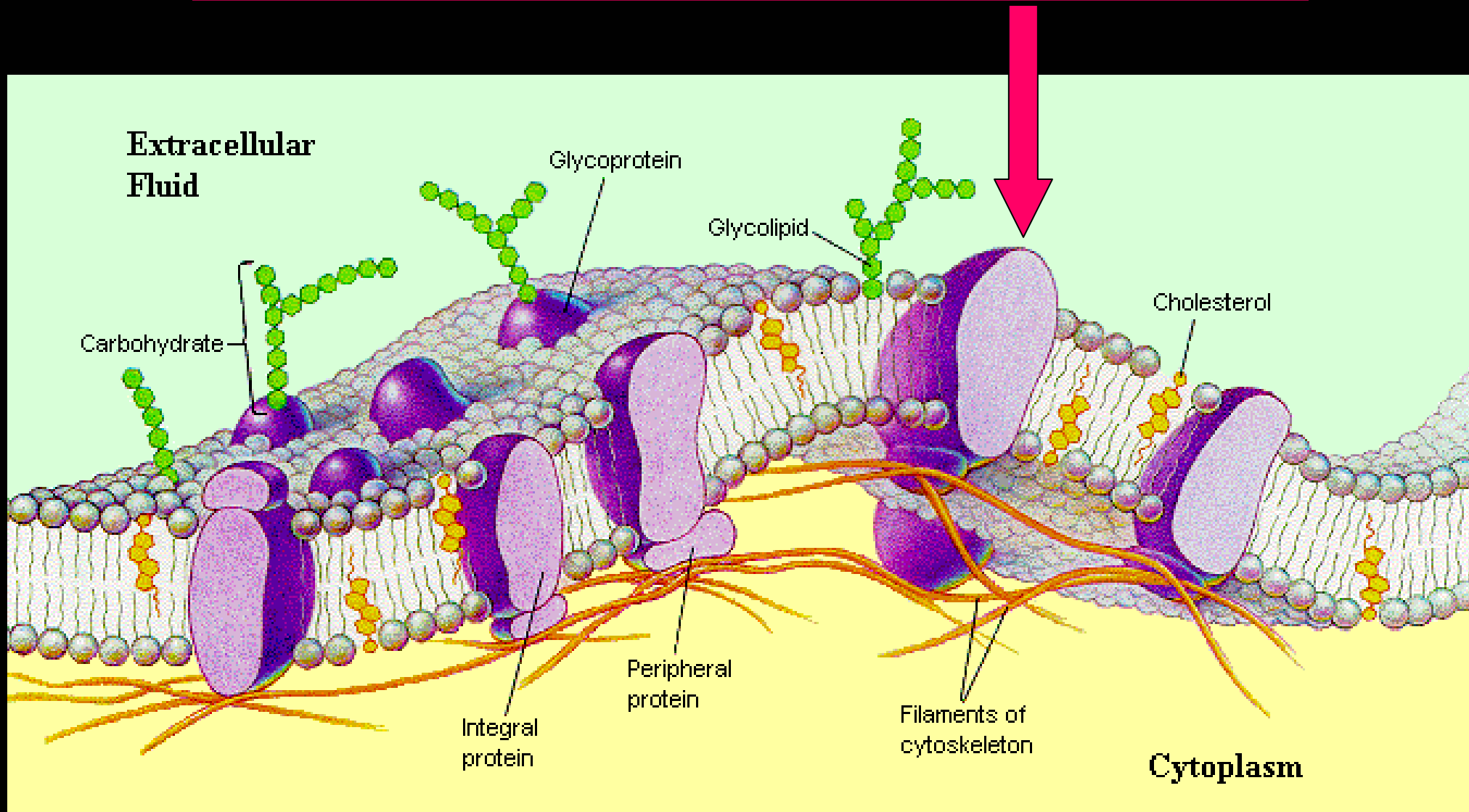
- Moléculas Apolares Pequenas

- Moléculas Polares Não-carregadas

- Íons e Moléculas Carregadas



# PROTEÍNAS DAS MEMBRANAS



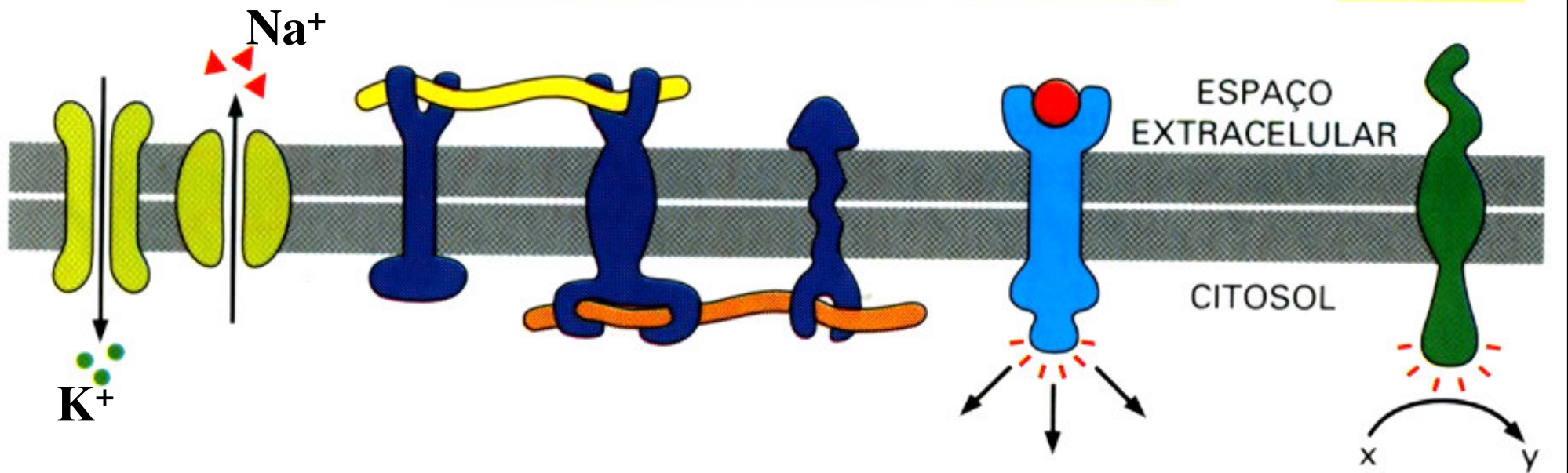
# Proteínas de membrana

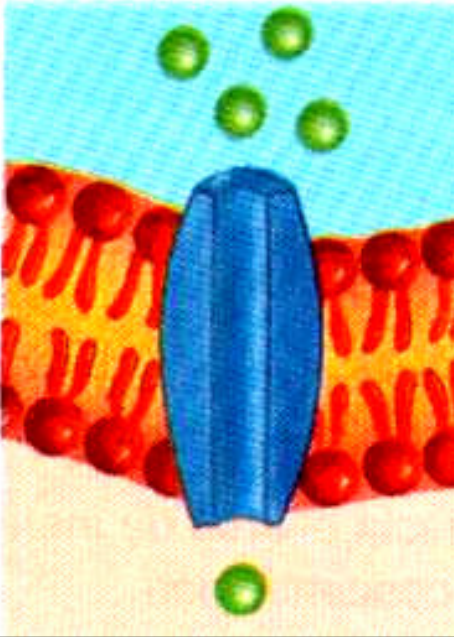
Transportadores

Elos

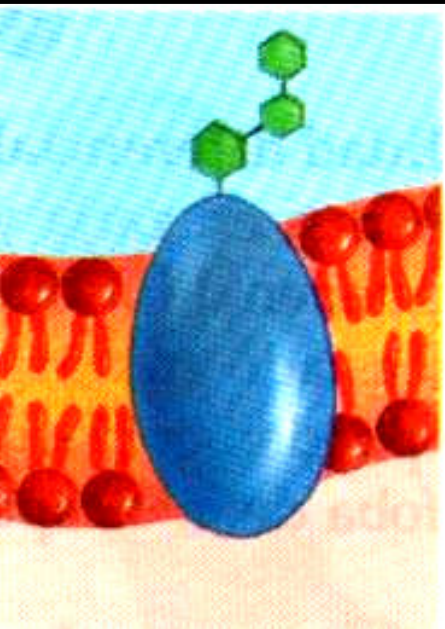
Receptores

Enzimas

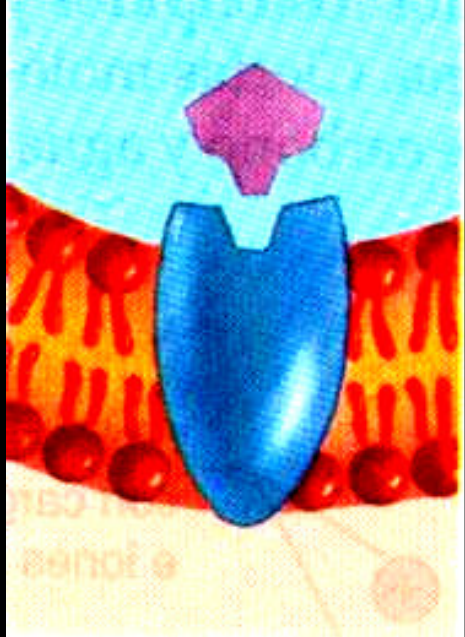




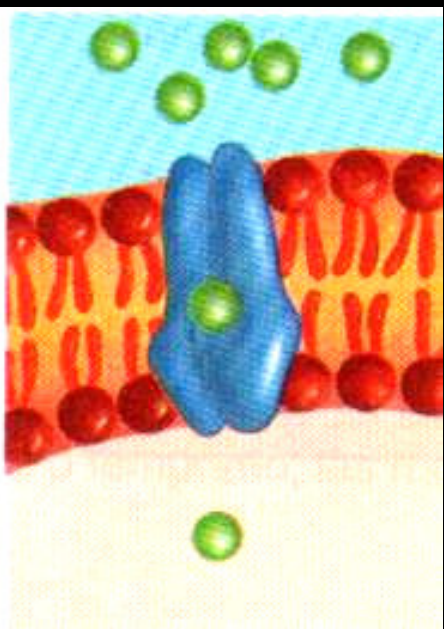
PROTEÍNA  
CANAL



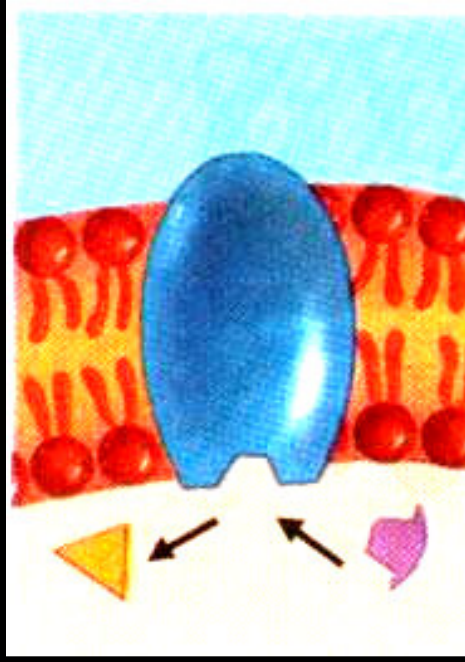
PROTEÍNA DE  
RECONHECIMIENTO



PROTEÍNA  
RECEPTORA



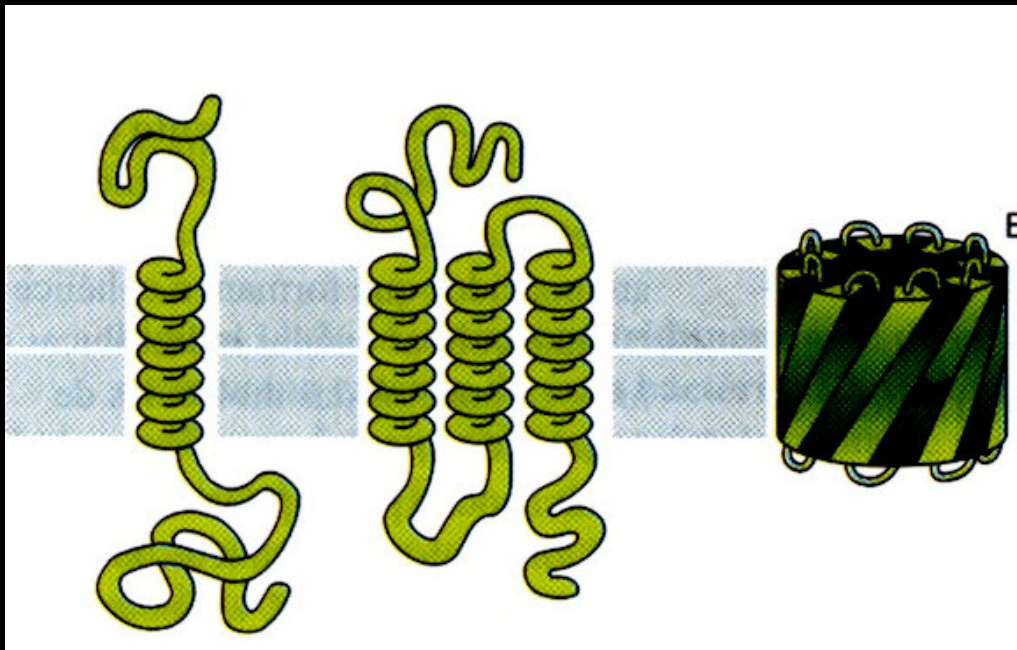
PROTEÍNA  
TRANSPORTADORA



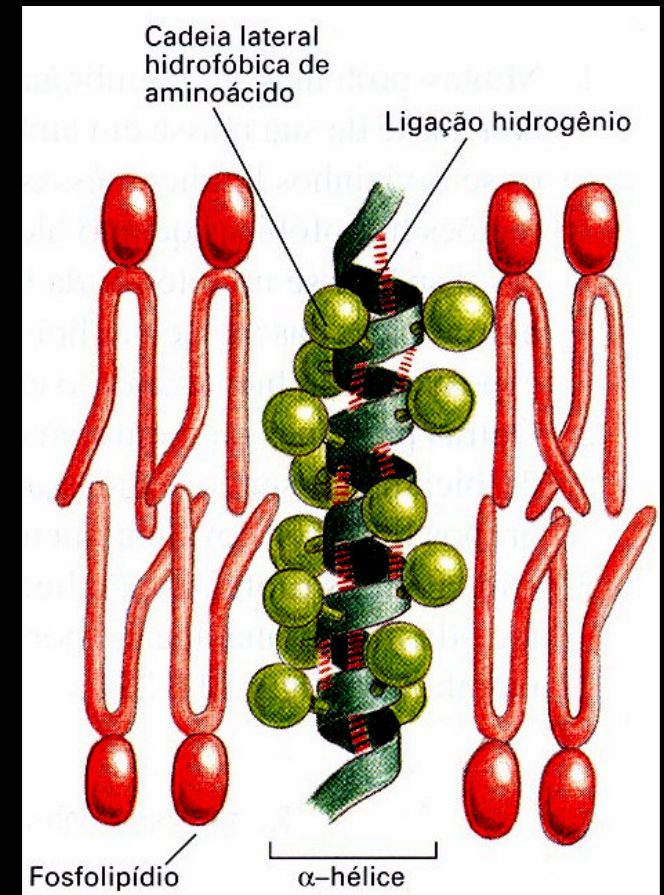
PROTEÍNA  
ENZIMÁTICA

# Proteínas Transmembrana

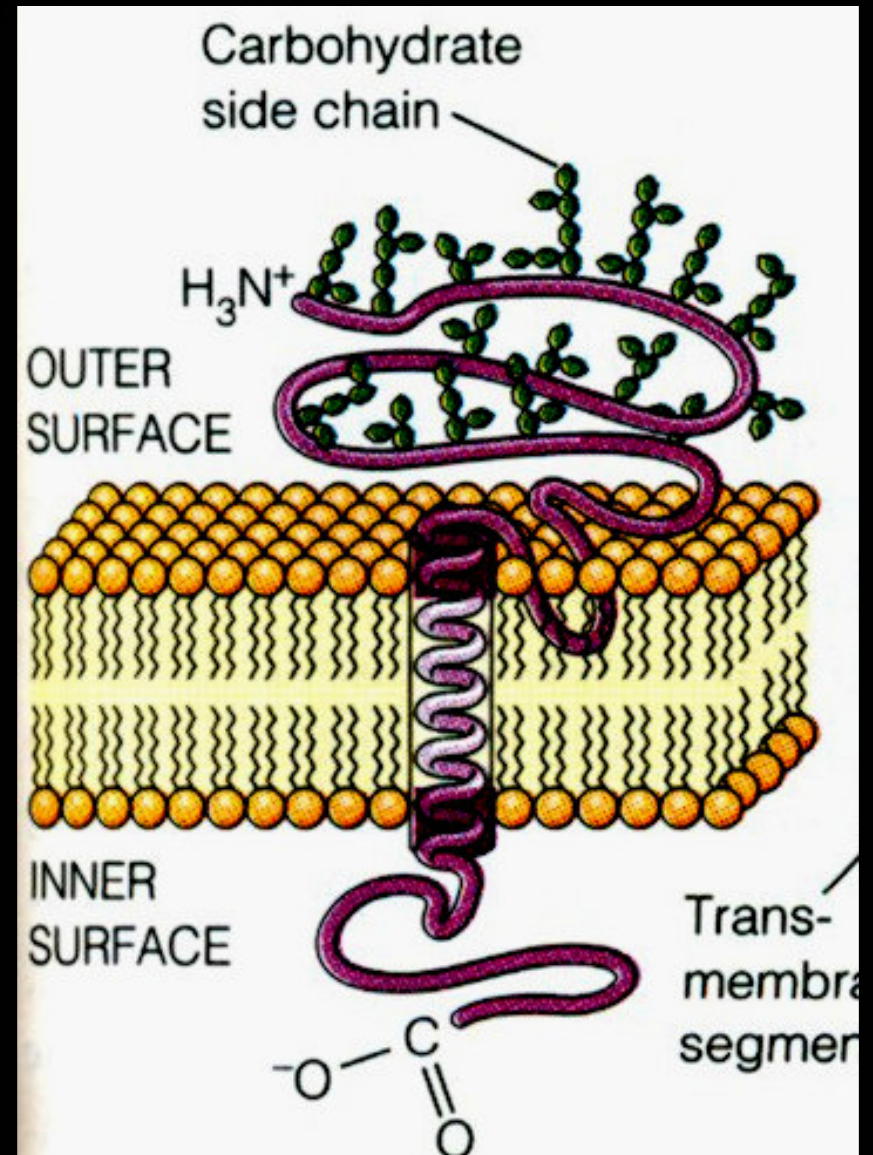
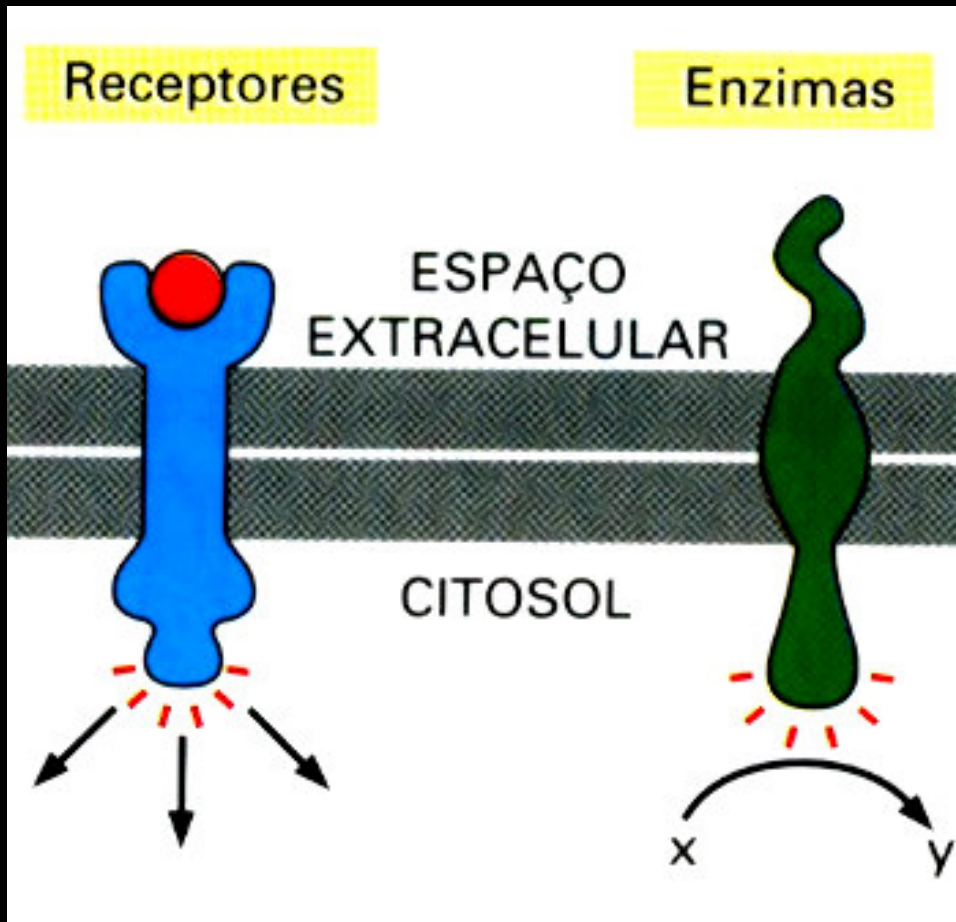
Moléculas anfipáticas ligadas covalentemente aos lipídeos



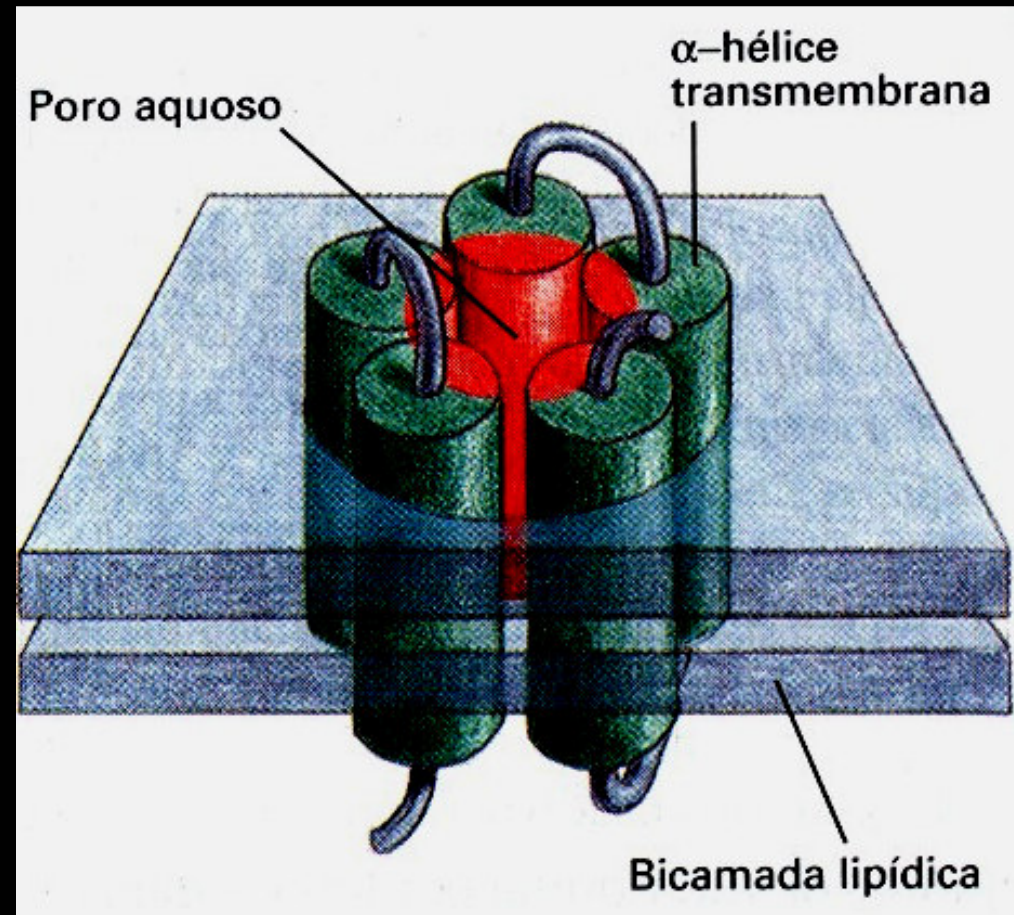
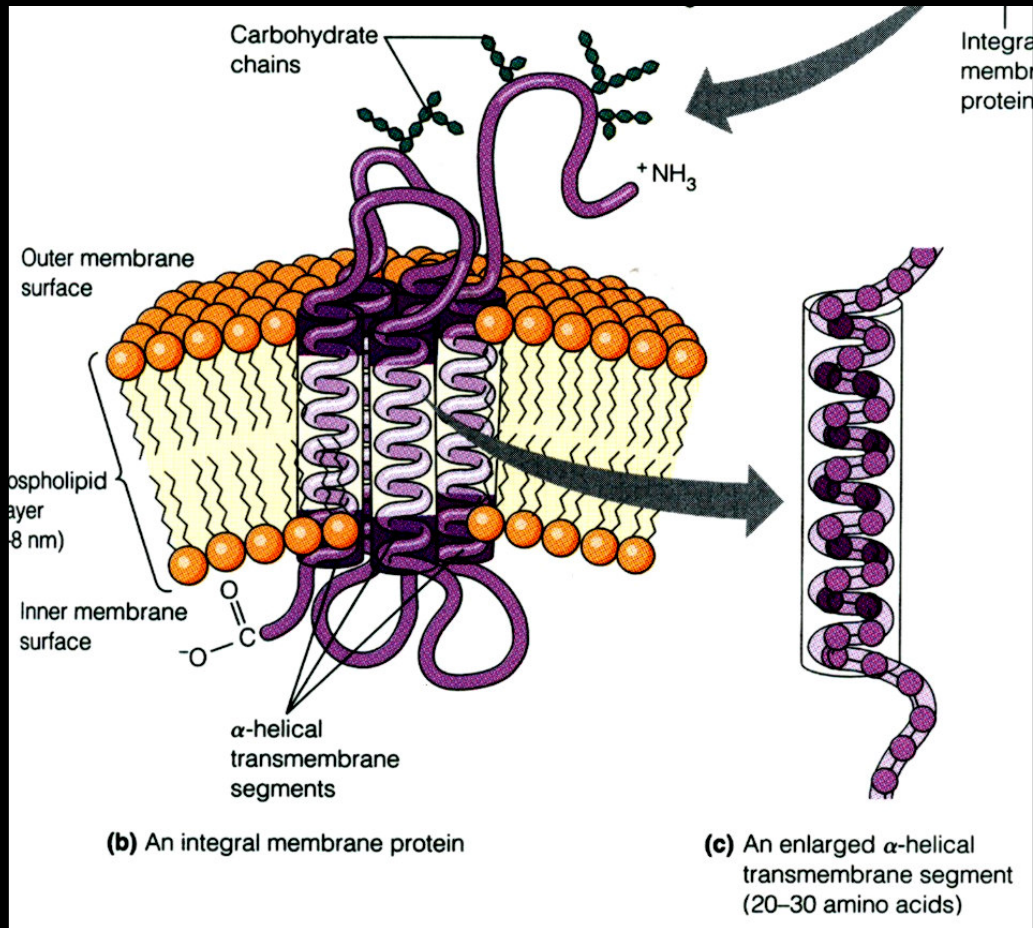
*Proteínas  $\alpha$ -Hélice*: cadeias laterais de aminoácidos no lado externo da hélice; polipeptídeo com pontes de hidrogênio no interior da hélice



*Proteínas receptoras*: cruza a membrana uma única vez

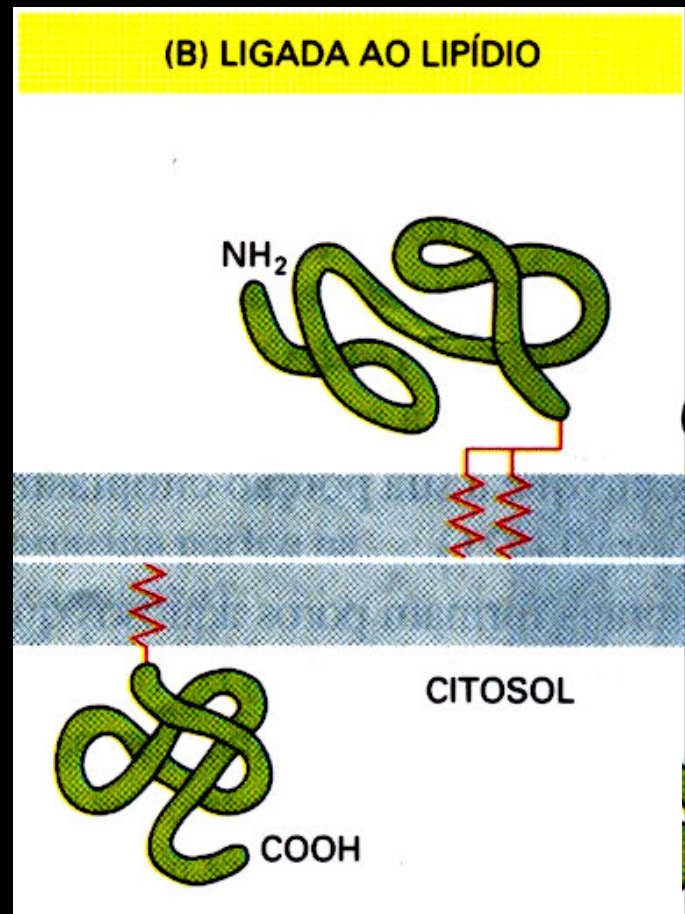
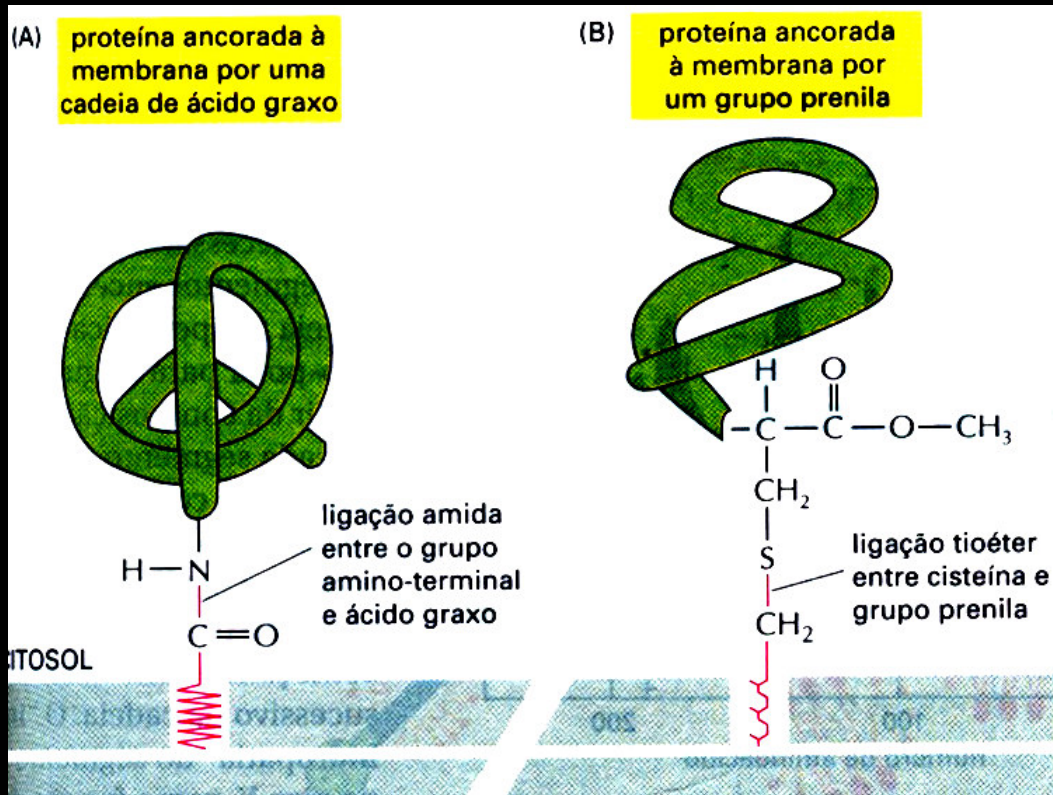


*Poro Hidrofílico*: múltiplas  $\alpha$ -Hélices formam poros aquosos



# Proteínas ligadas ao lipídeo

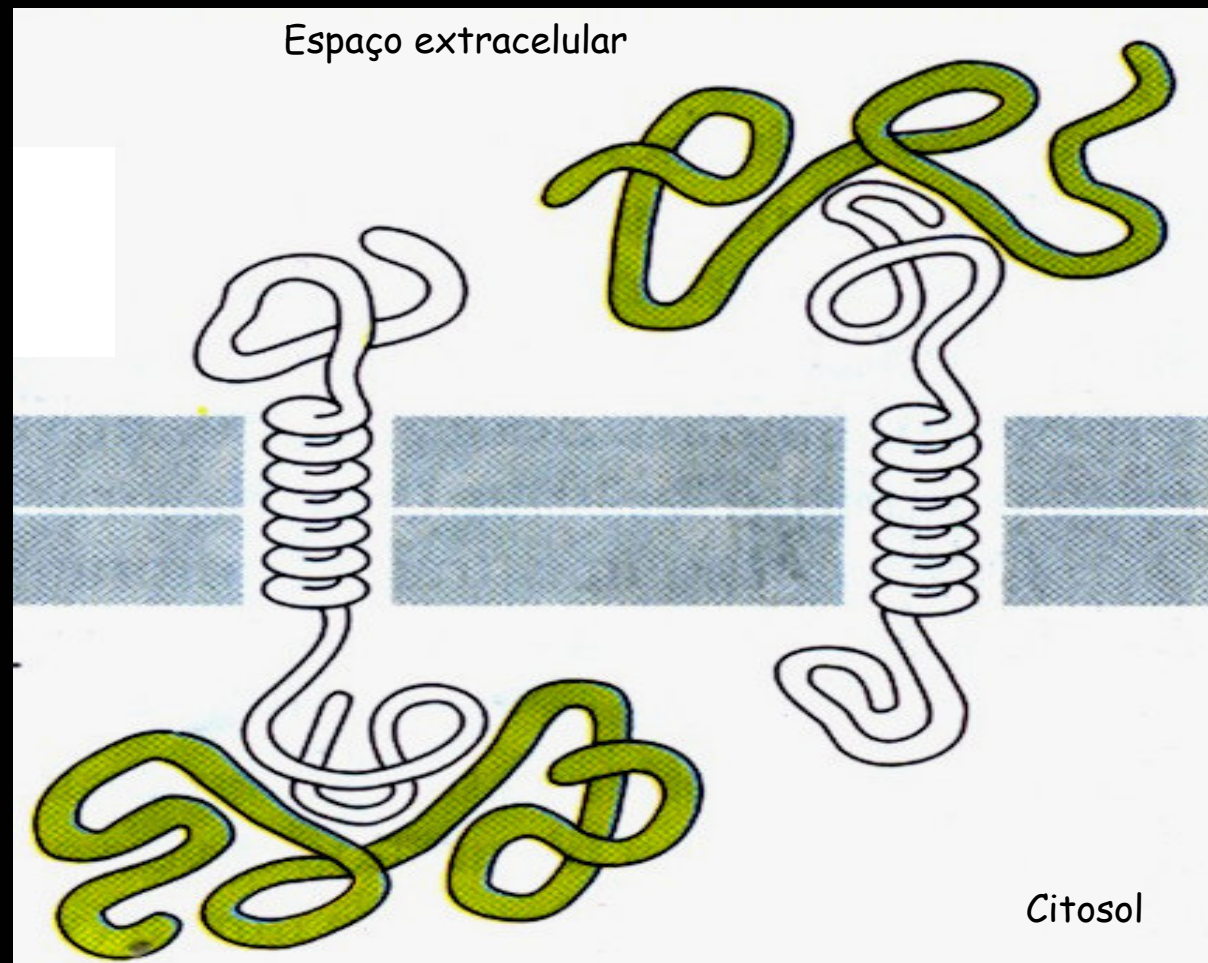
## Ligadas aos lipídeos por ligações covalentes





## Proteínas ligadas à proteína

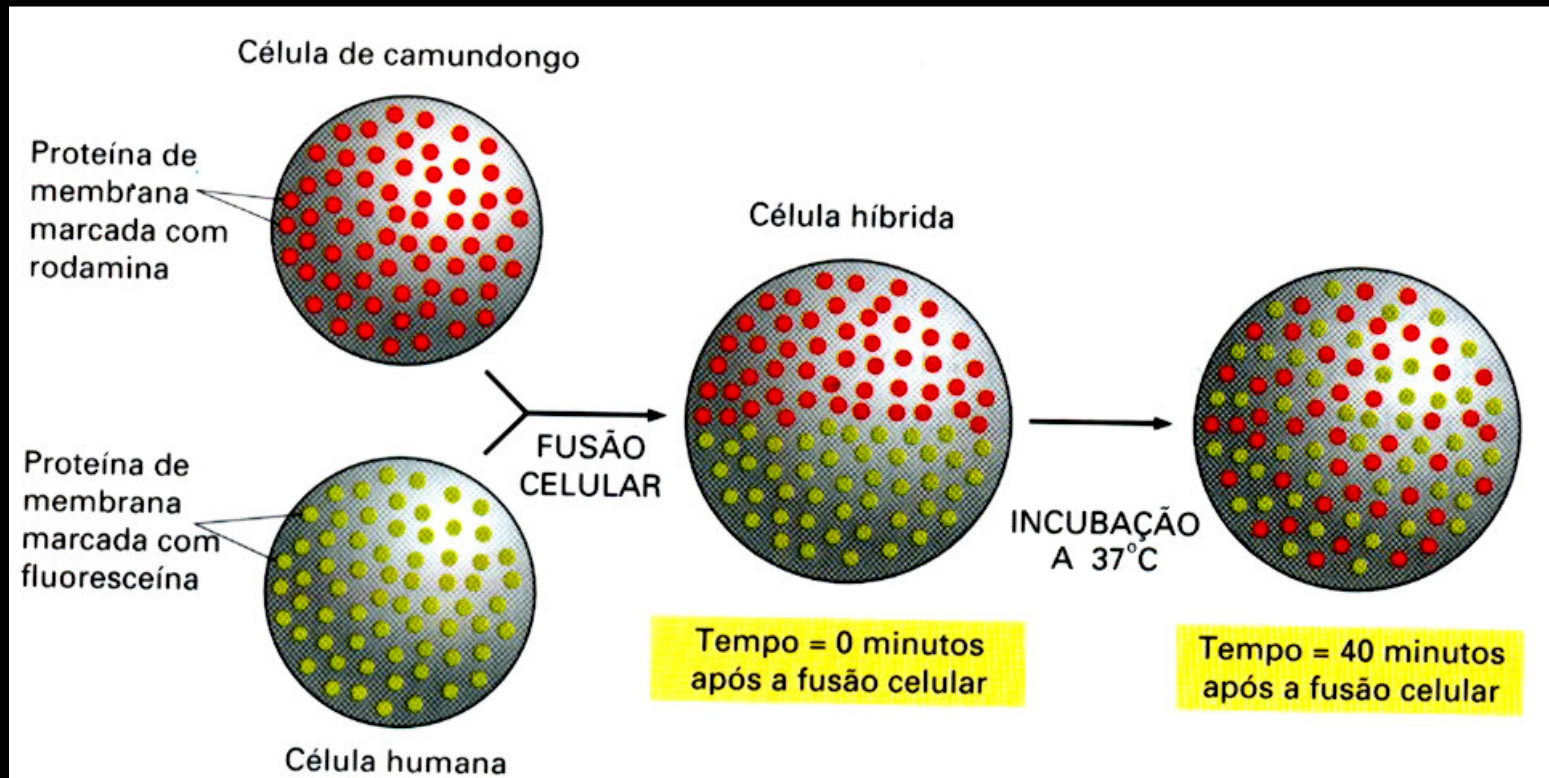
Proteínas ligadas a outras proteínas por ligações não-covalentes



# Propriedades das Proteínas de membrana

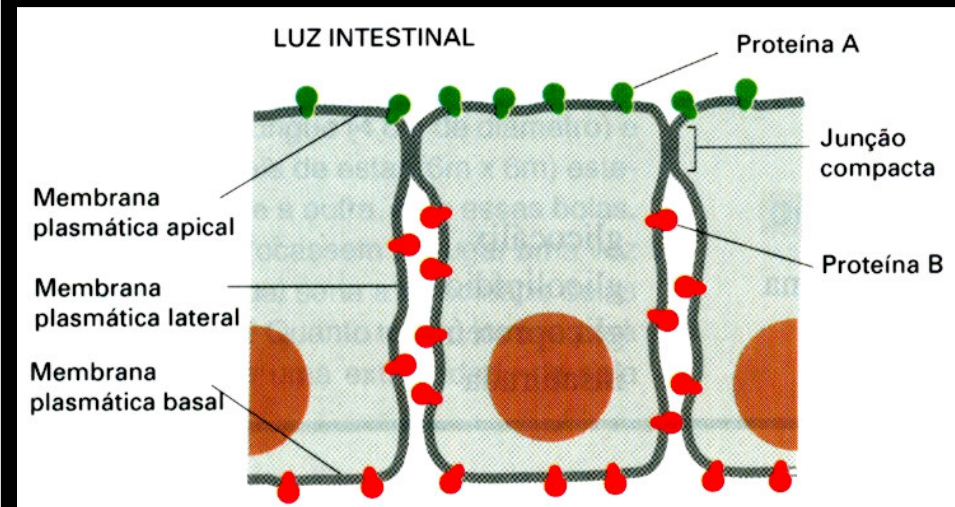
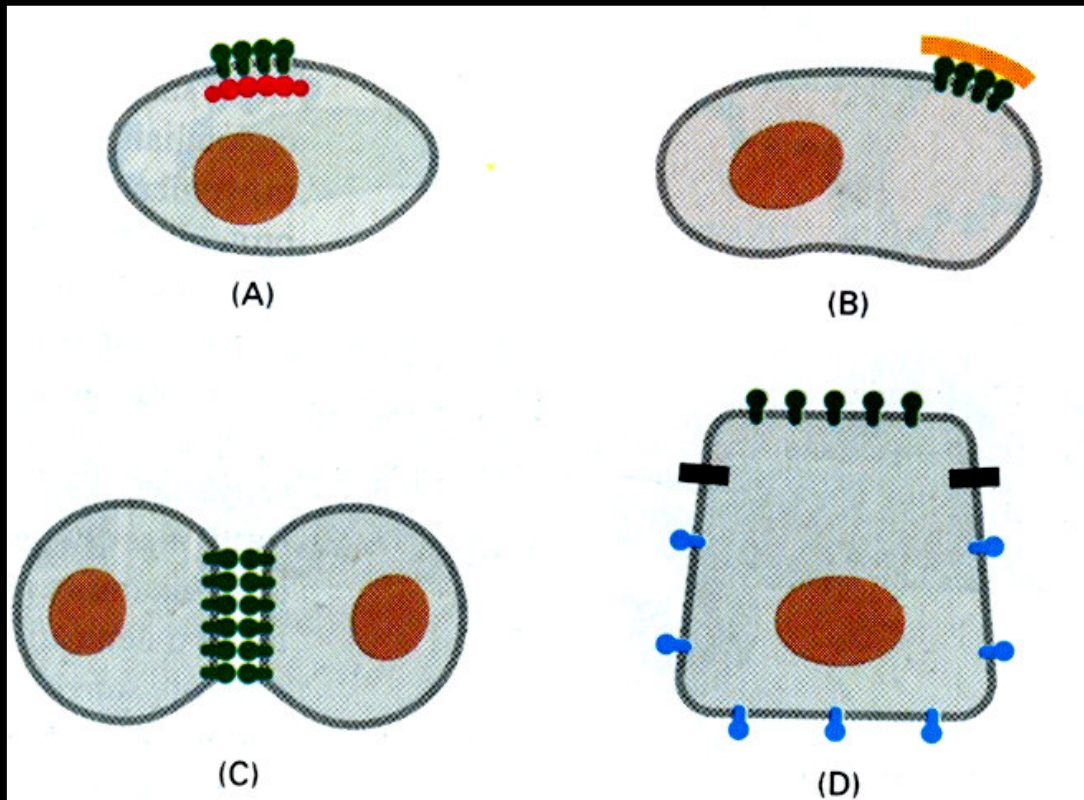
## 1- Mobilidade

### Movimentação das proteínas na bicamada

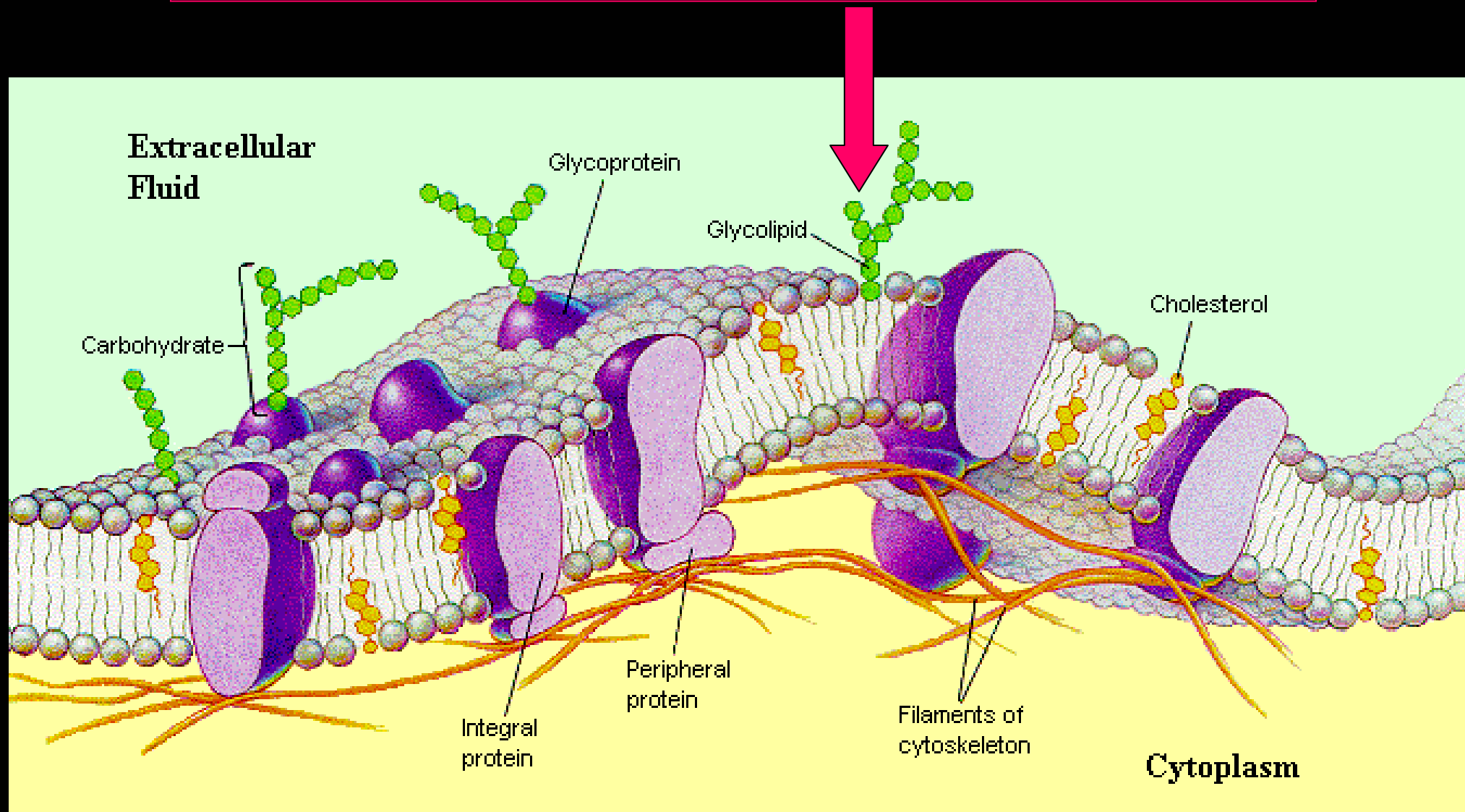


## 2- Domínios de membrana

Restrição de movimento das proteínas, confinando-as em locais específicos



# AÇUCARES DAS MEMBRANAS



# Carboidratos de membrana

Hidratos de carbono ligados covalentemente aos lipídeos e proteínas

**Glicoproteínas**

**Proteoglicanas**

**Glicolipídeos**



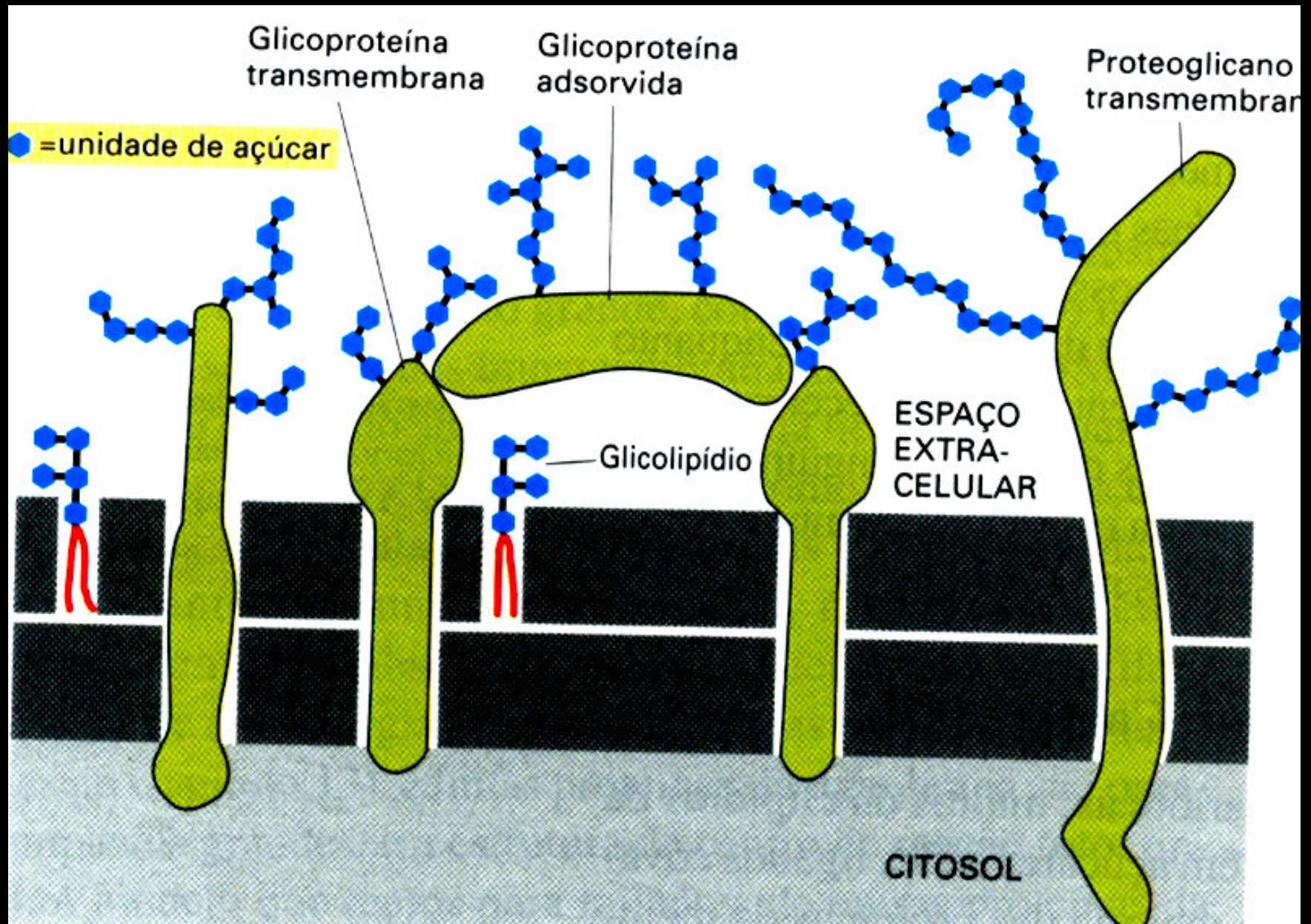
oligossacarídeos



polissacarídeos  
glicosaminoglicanas

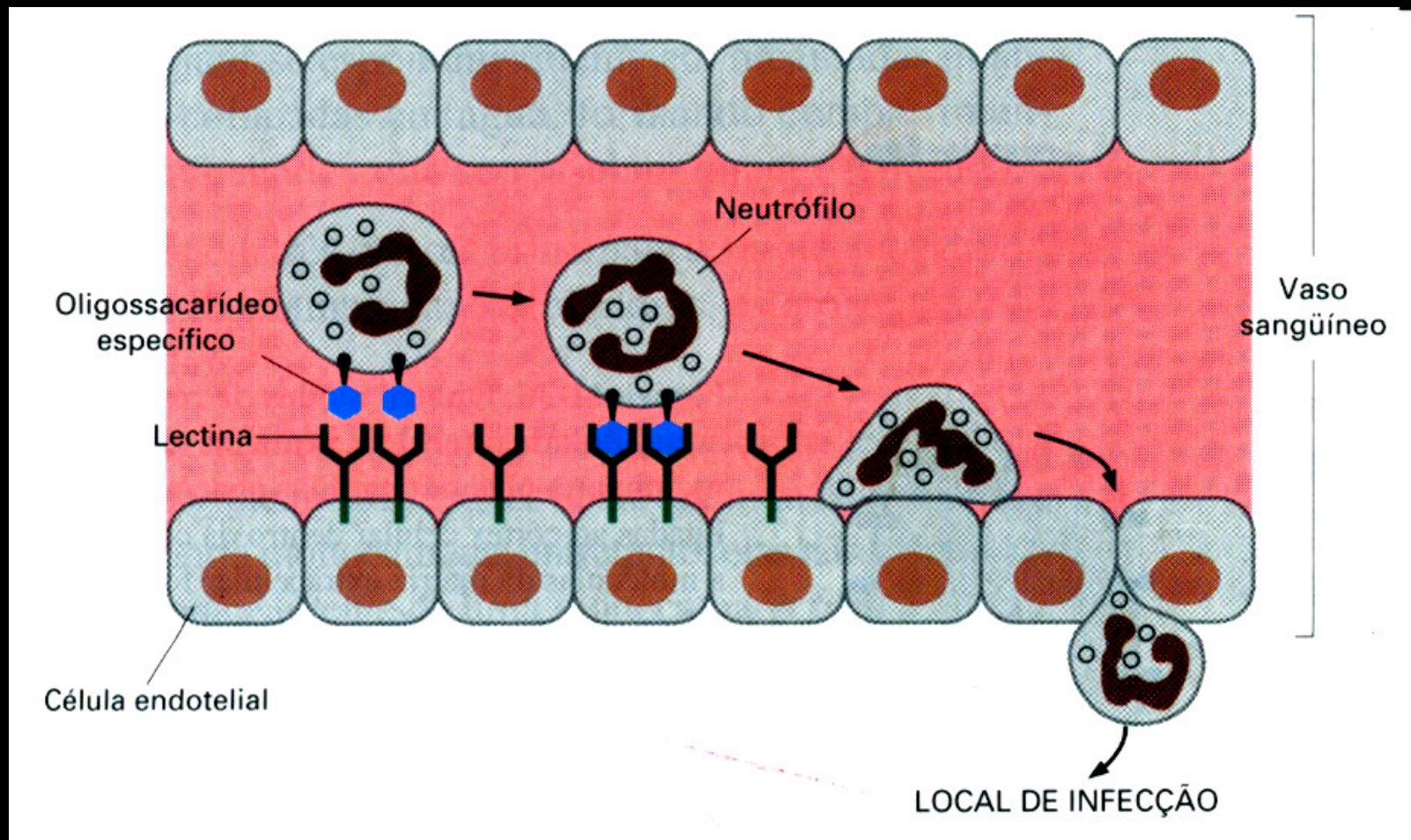
**GLICOCÁLICE**  
Ou  
**GLICOCÁLIX**

# GLICOCÁLICE



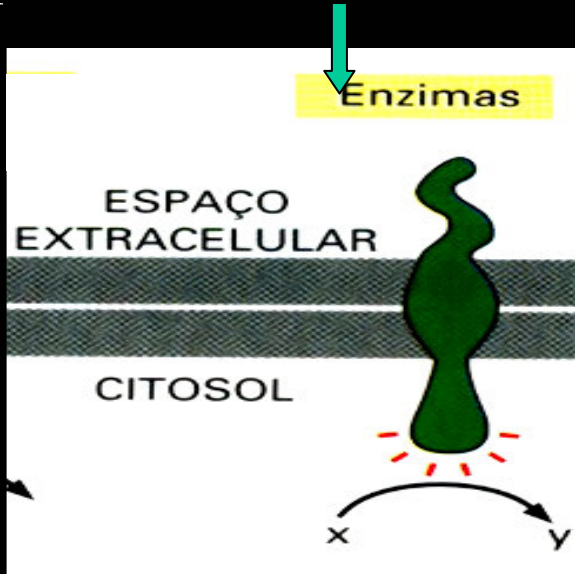
# Funções do Glicocálice

- reconhecimento célula-célula e adesão celular



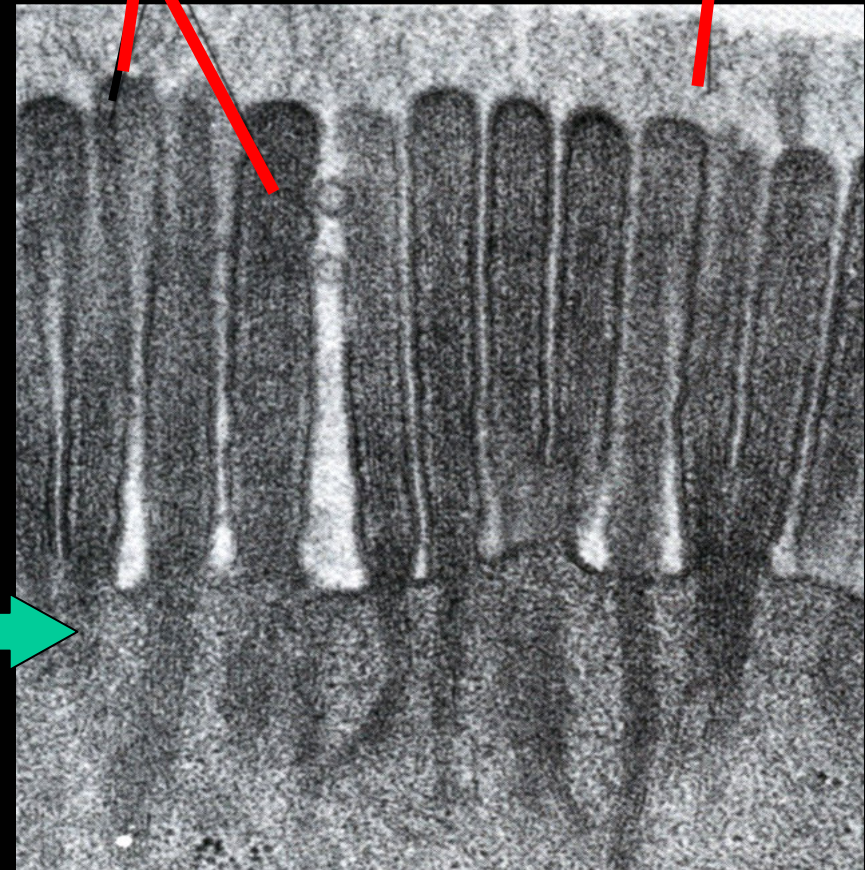
## Funções do Glicocálice

- propriedades enzimáticas (peptidase/glicosidase)



microvilosidades

glicocálice

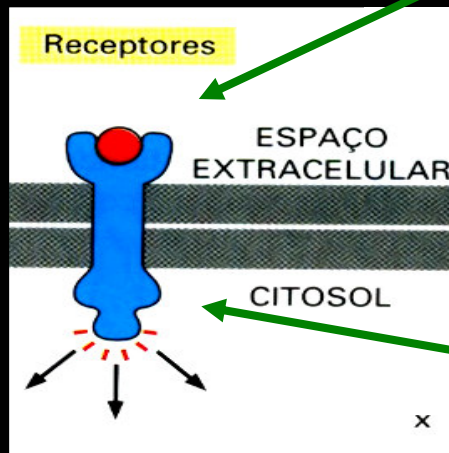


- proteção e lubrificação da superfície celular – superfície intestinal



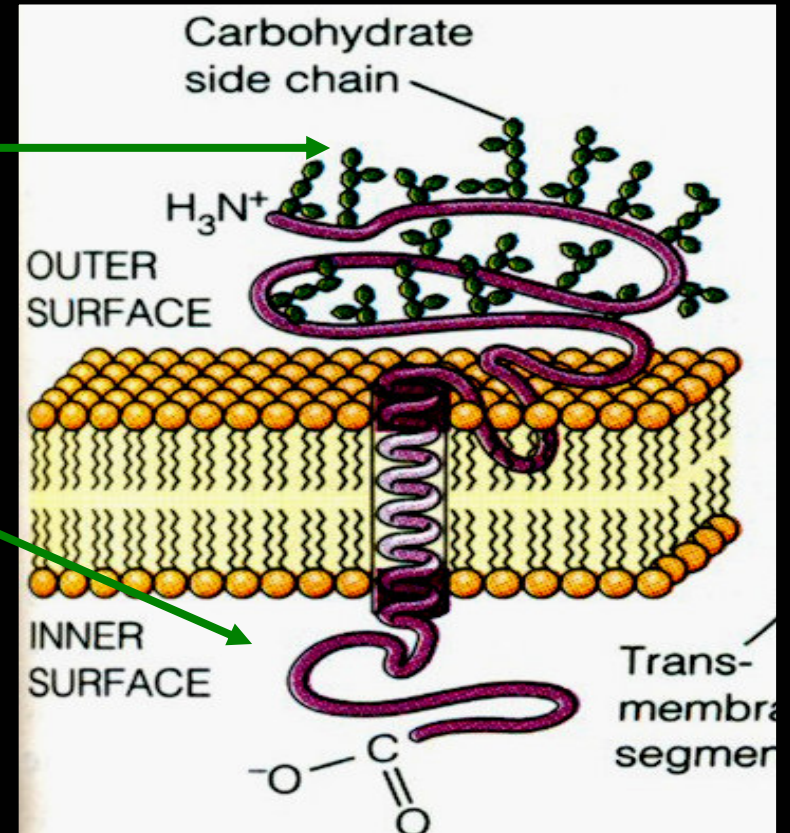
# Funções do Glicocálice

- receptor de macromoléculas (hormônios, neurotransmissores, toxinas, etc)



*Porção Receptora*

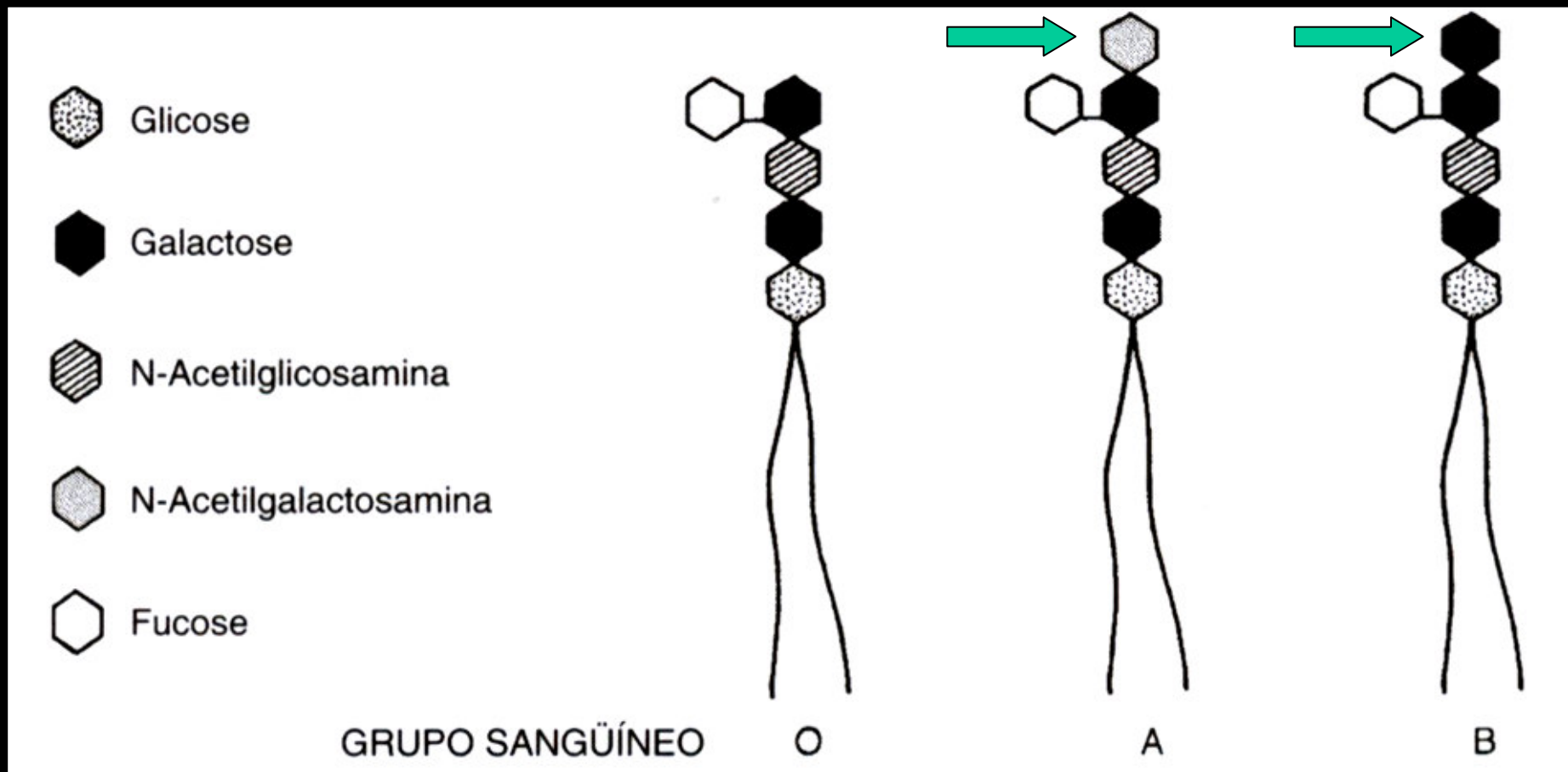
*Porção Efetora*



# Funções do Glicocálice

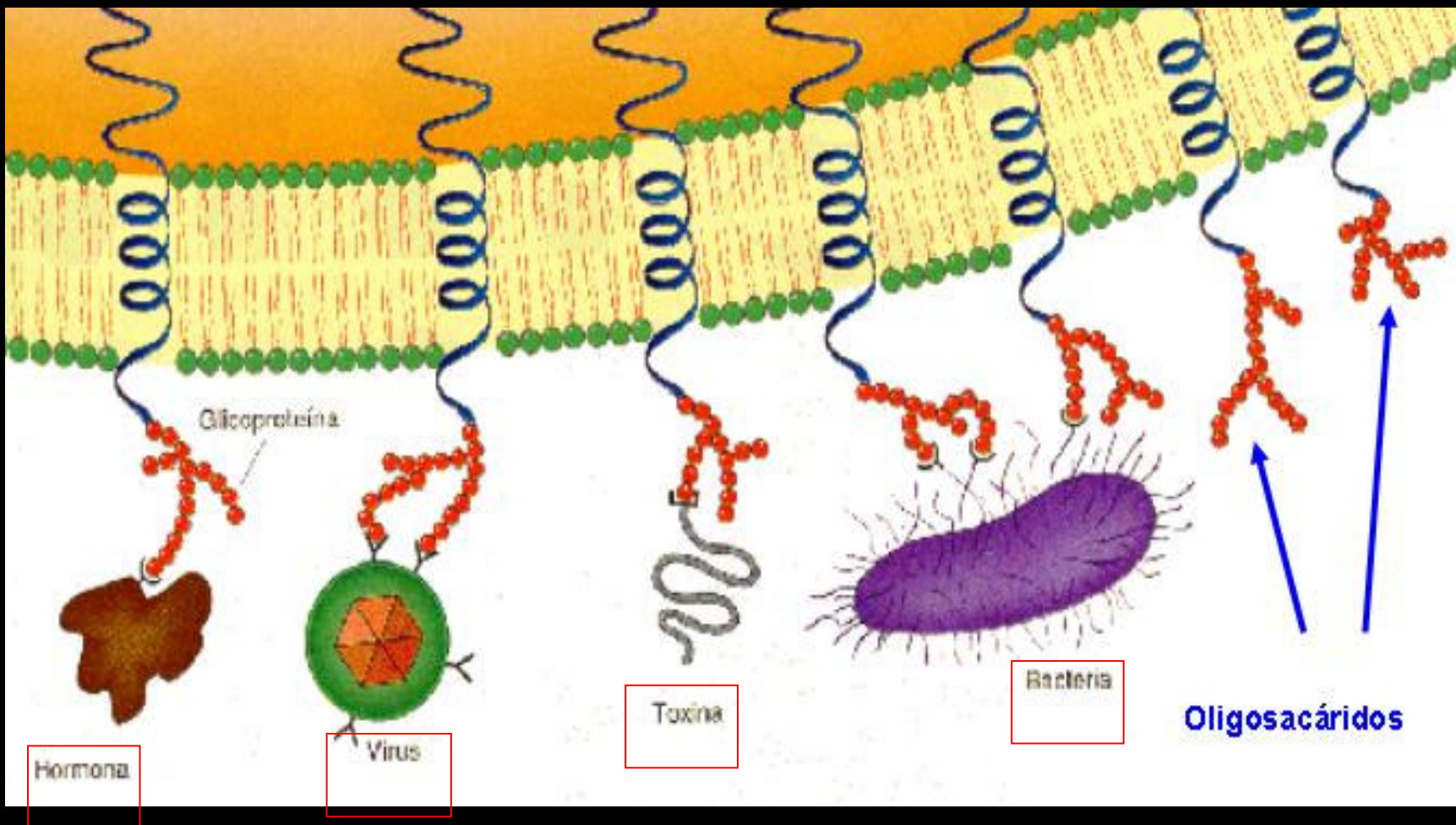
- determinação antigênica

Ex.: especificidade do sistema sanguíneo ABO;



## Funções do Glicocálice

-ligação de toxinas, virus e bactérias ----- (reconhecimento molecular)

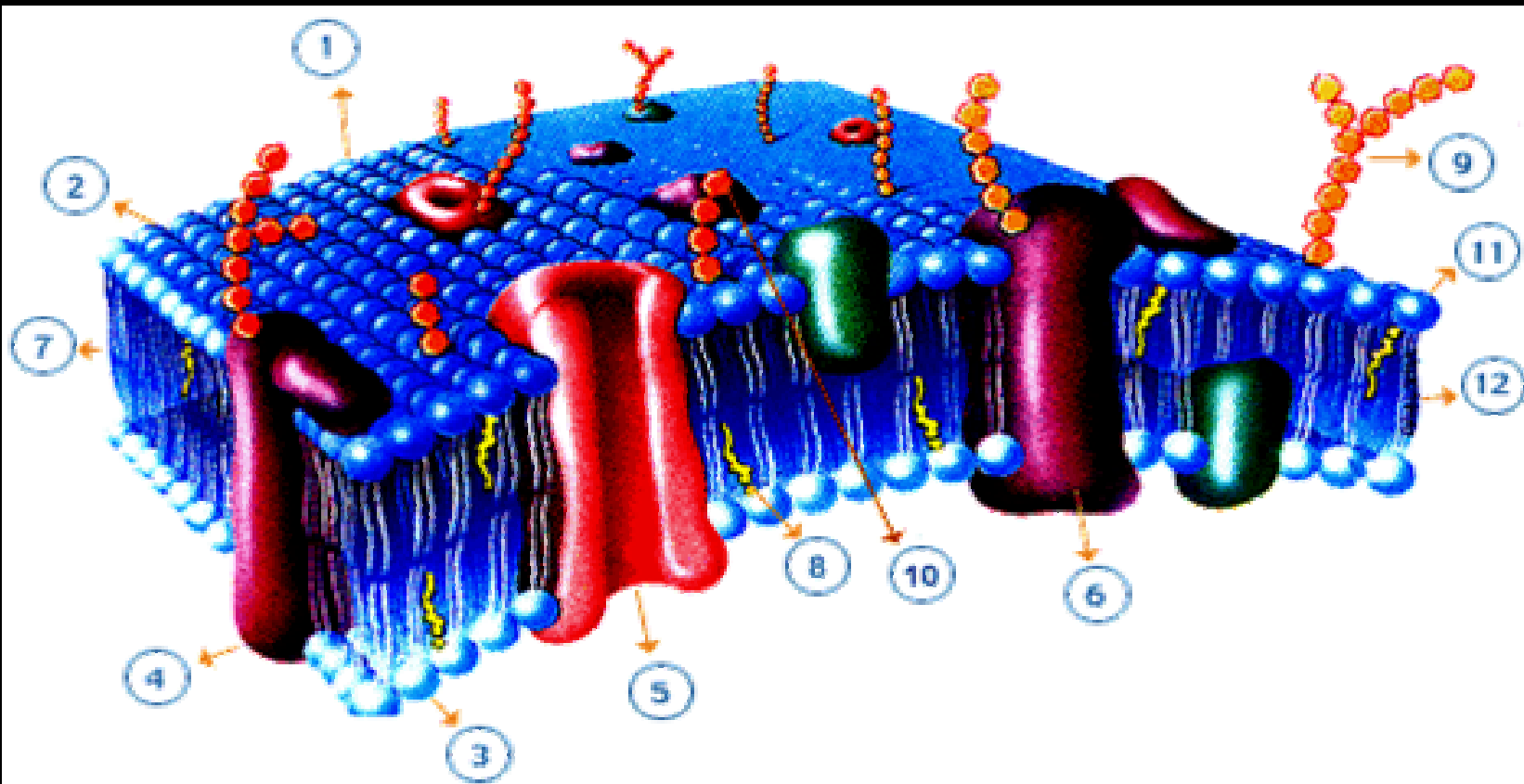


# Estrutura molecular da membrana plasmática

**Modelo do Mosaico Fluido**

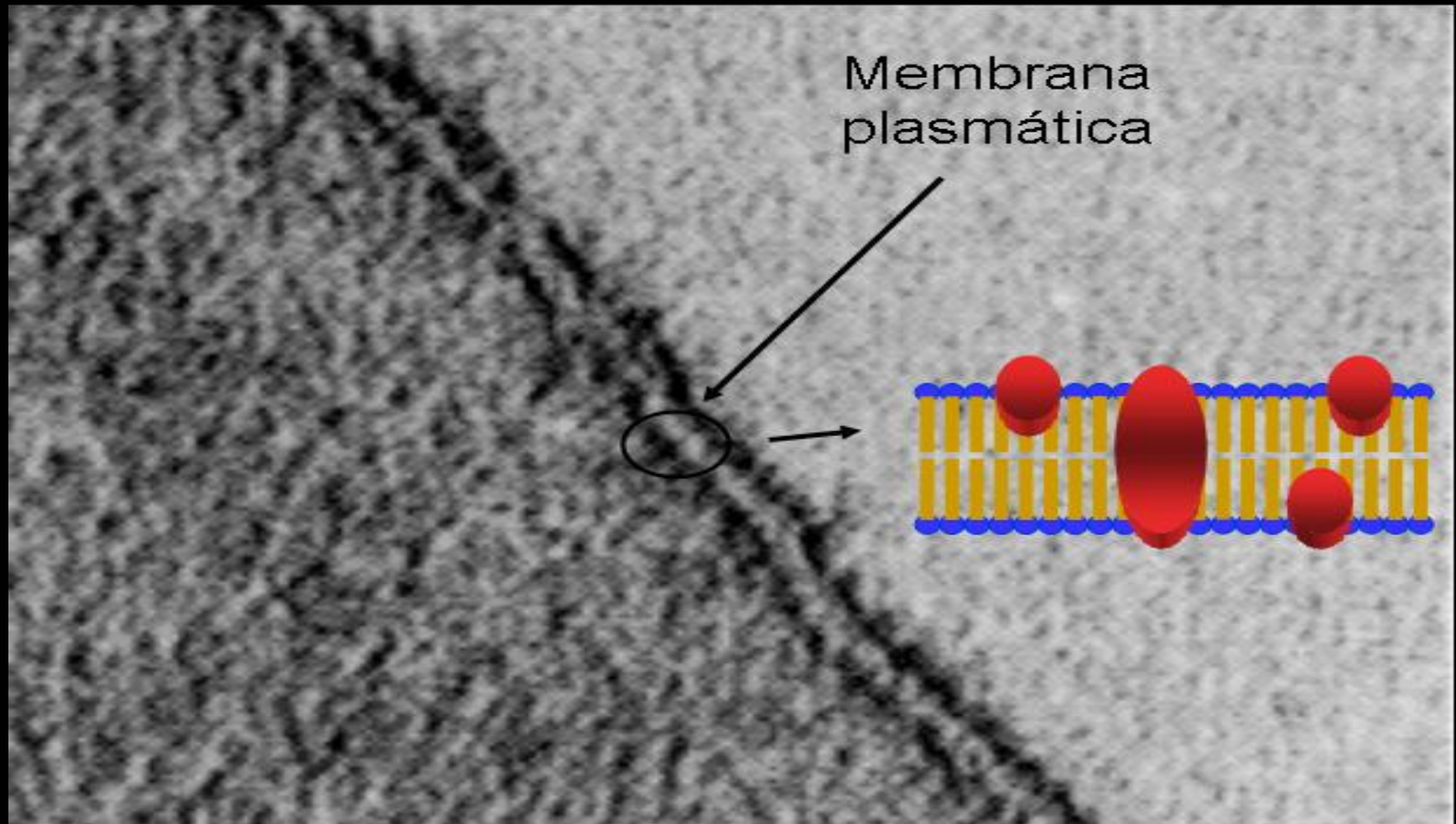
**Modelo de Singer e Nicolson (1972)**

Proteínas embebidas na bicamada lipídica;



# Membranas Celulares

## UNIDADE DE MEMBRANA



Aspecto Trilaminar da Membrana: MET

A 3D molecular model of a plasma membrane. The background is a dense field of blue spheres representing the hydrophilic heads of phospholipids. Interspersed within this field are several large, complex structures representing proteins, colored in yellow and red. The proteins are embedded within the phospholipid bilayer, illustrating the fluid mosaic model of the cell membrane.

# **Especializações da membrana plasmática**

# ESPECIALIZAÇÕES DA MEMBRANA PLASMÁTICA

## SUPERFÍCIE BASO-LATERAL DA CÉLULA

Junções celulares

Junções célula-célula

Junções célula-matriz extracelular

Interdigitações

## SUPERFÍCIE APICAL DA CÉLULA

Microvilosidades

Cílios

Estereocílios

## SUPERFÍCIE BASAL DA CÉLULA

Invaginação basal

# ESPECIALIZAÇÕES DA SUPERFÍCIE BASO-LATERAL DA MEMBRANA – JUNÇÕES CELULARES

COMPLEXO JUNCIONAL

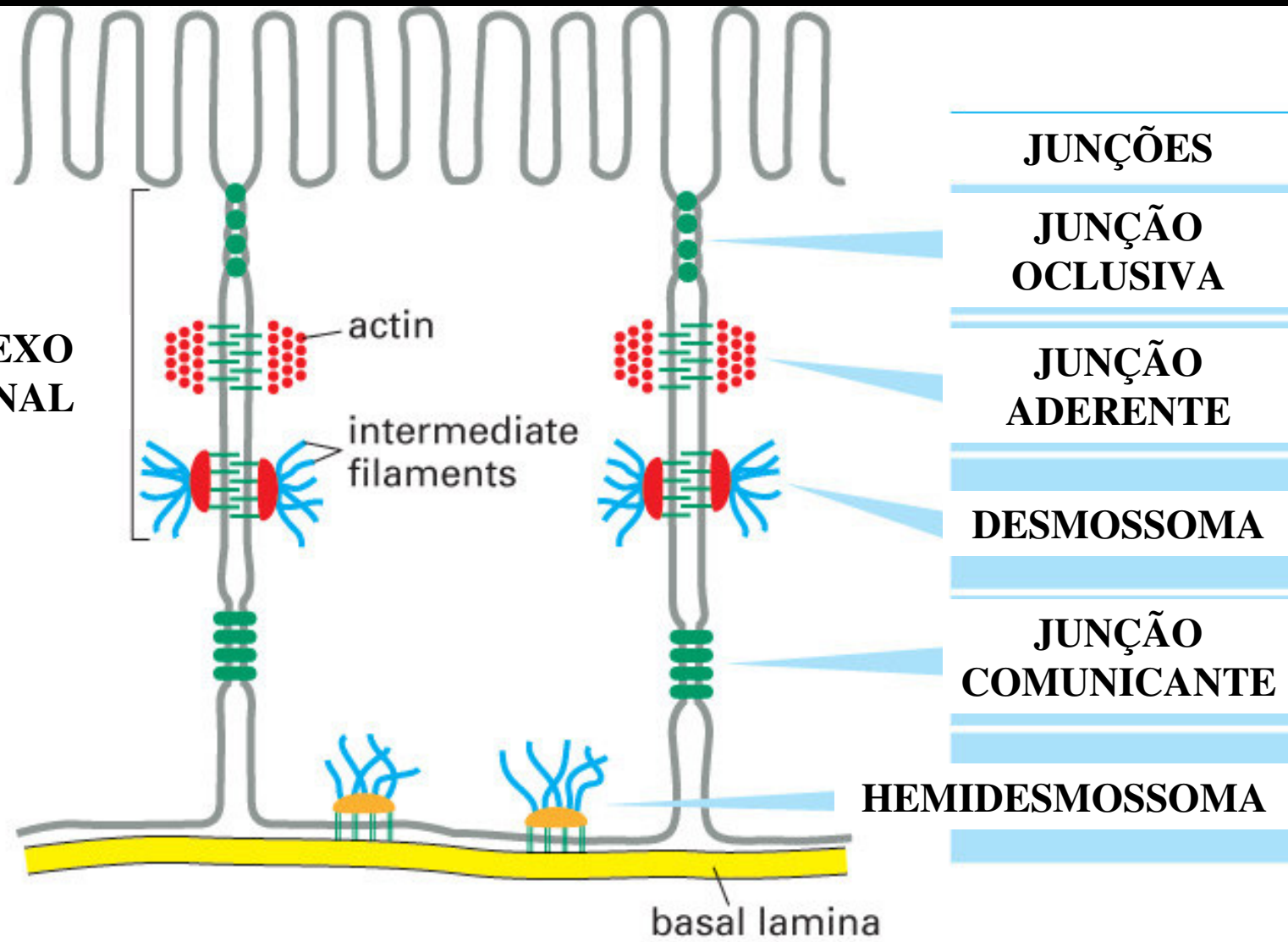


Figure 19-19 part 1 of 2. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

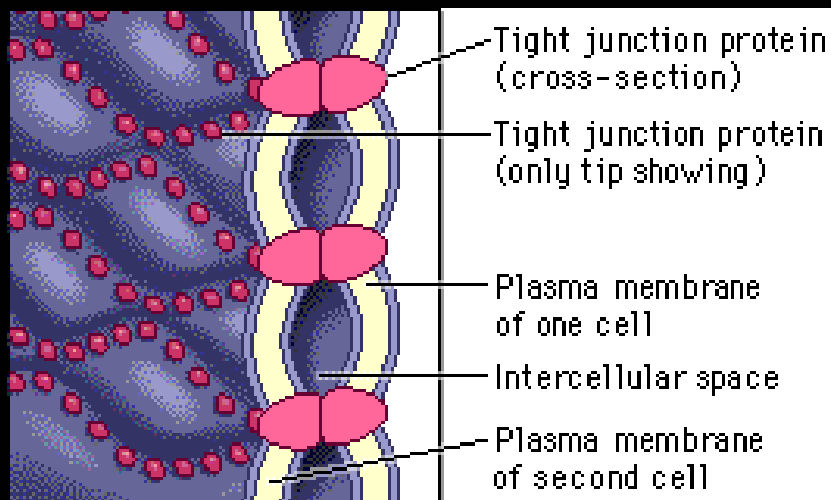


# JUNÇÕES CELULARES - VEDAÇÃO

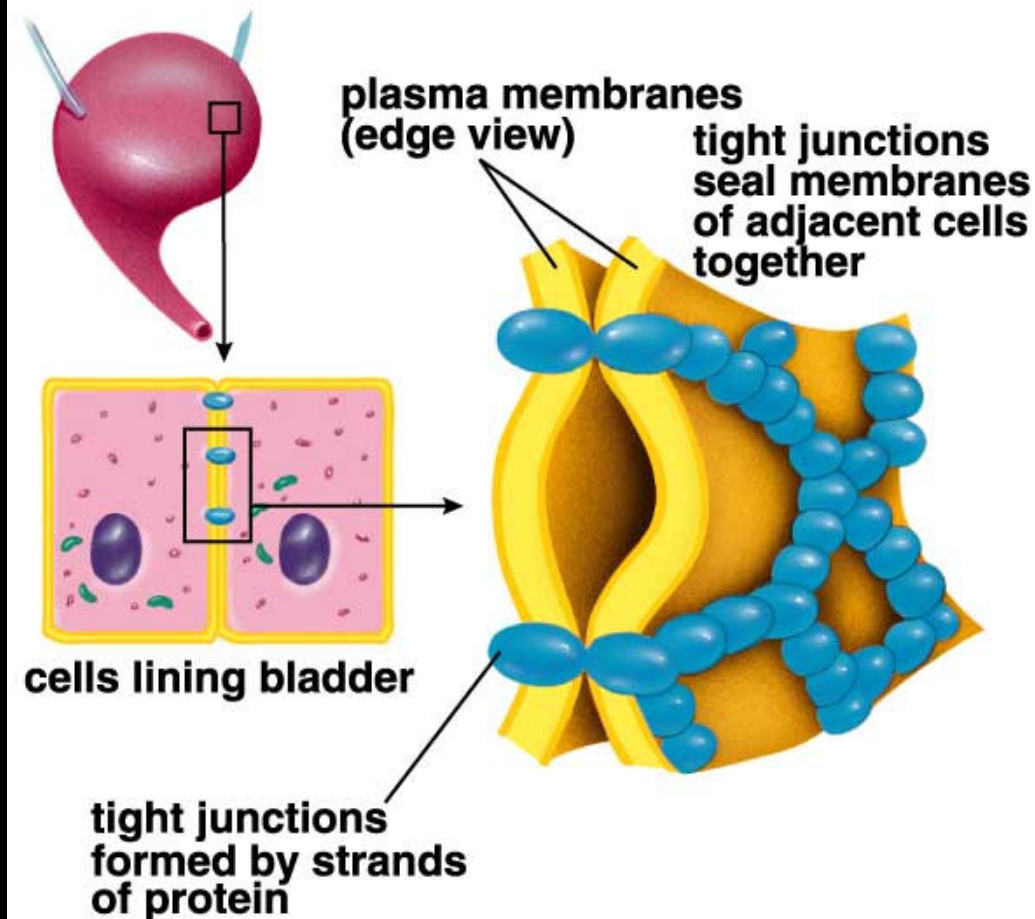
## JUNÇÃO OCLUSIVA

-Fusão dos folhetos externos das membranas de células vizinhas

-Formada por proteínas transmembranas



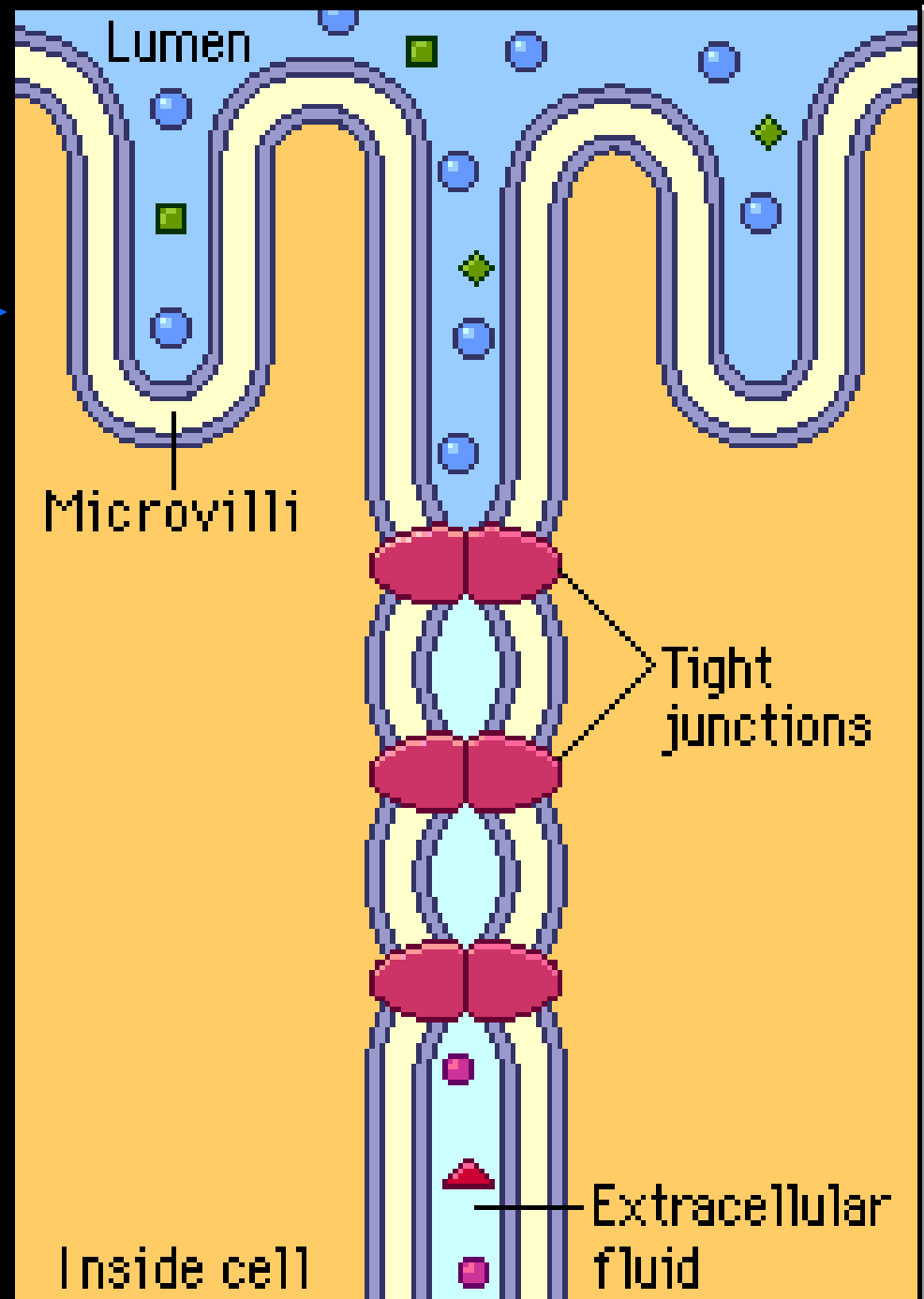
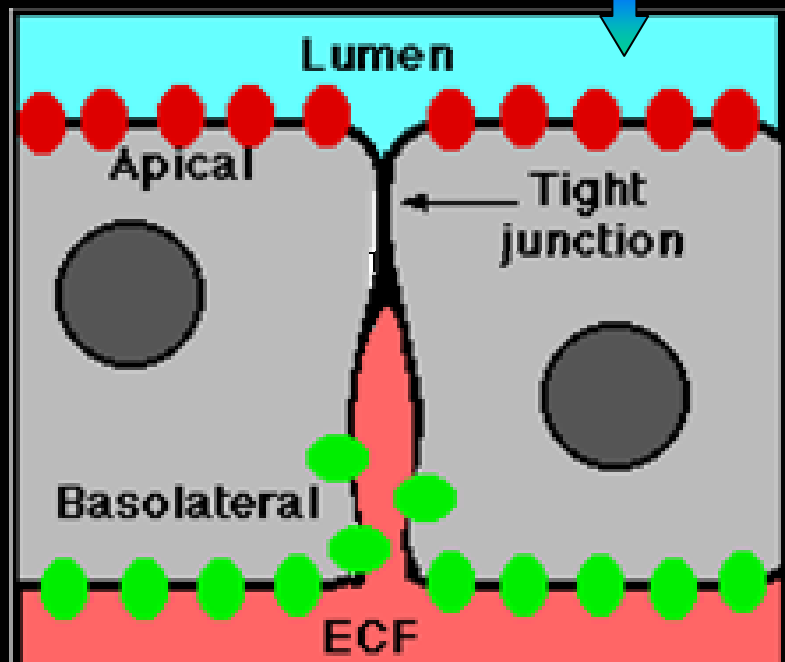
tight junction (ex: in urinary bladder)



# JUNÇÃO OCLUSIVA

Une as células formando uma barreira impermeável

Evita movimentação de moléculas entre diferentes domínios de membrana



# JUNÇÃO OCLUSIVA



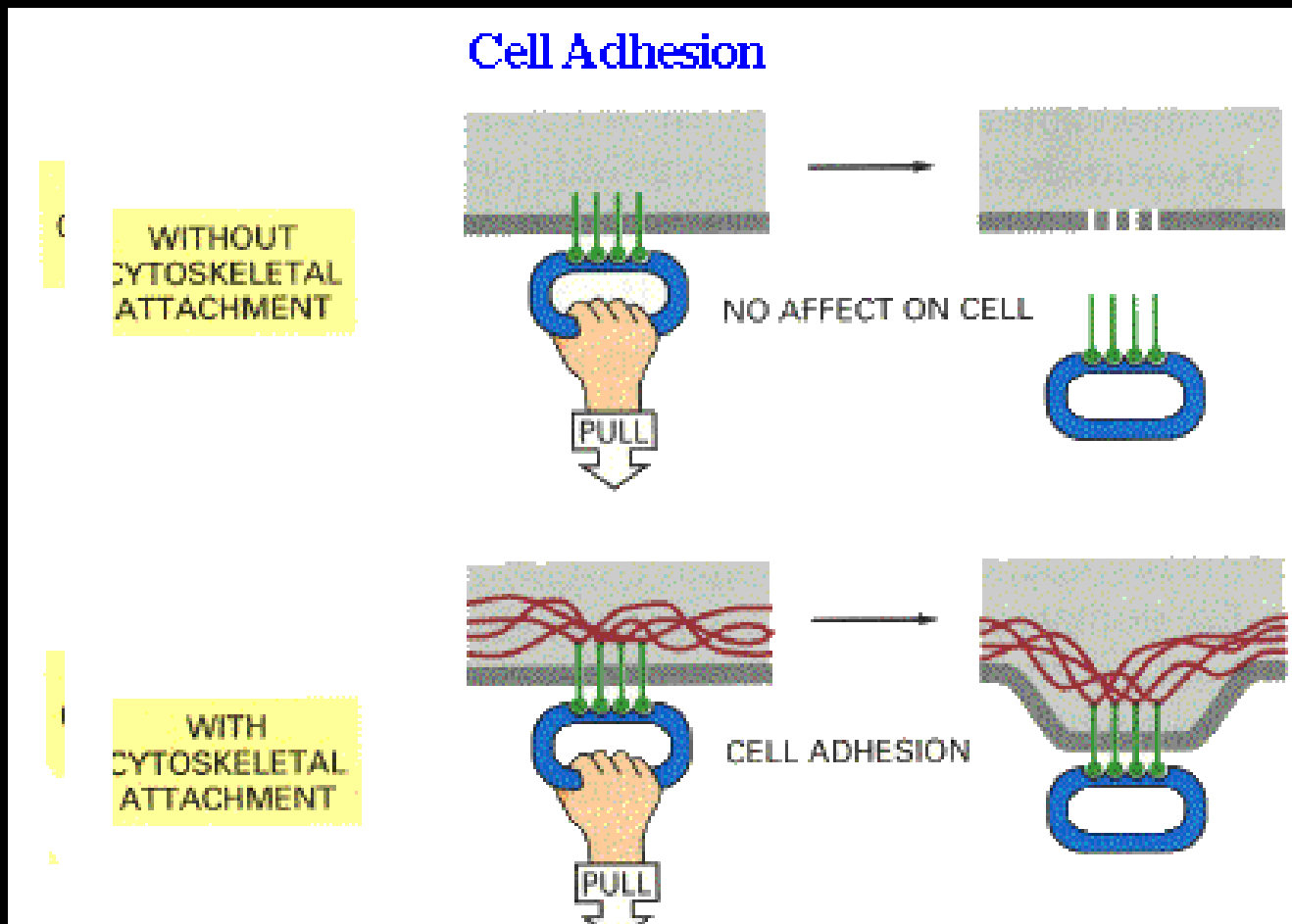
**MET convencional**



**criofratura**

# JUNÇÕES CELULARES - ADESÃO

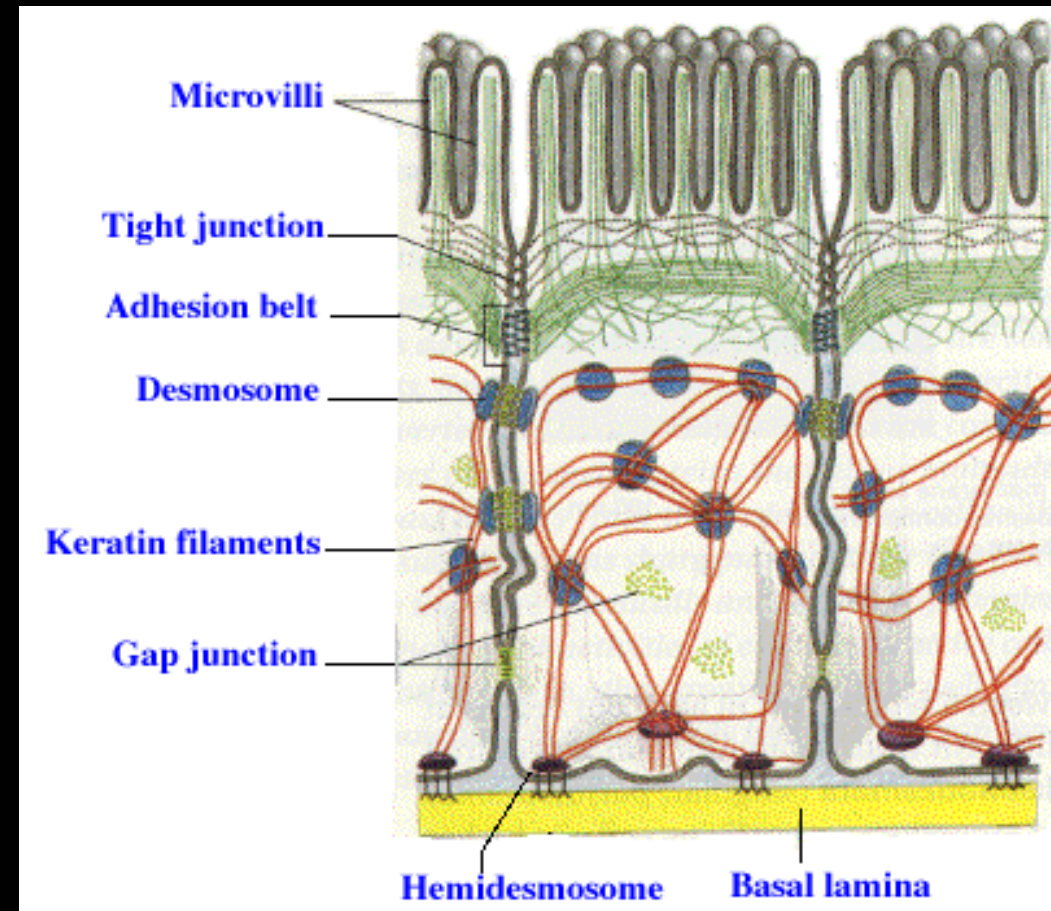
As junções celulares de adesão estão intimamente relacionadas com o citoesqueleto da célula



# JUNÇÕES CELULARES - VEDAÇÃO

## JUNÇÃO ADERENTE

-Forma um cinturão de adesão apical abaixo da junção oclusiva



## JUNÇÃO ADERENTE



-Proteínas trans-membranas – **cadherinas**

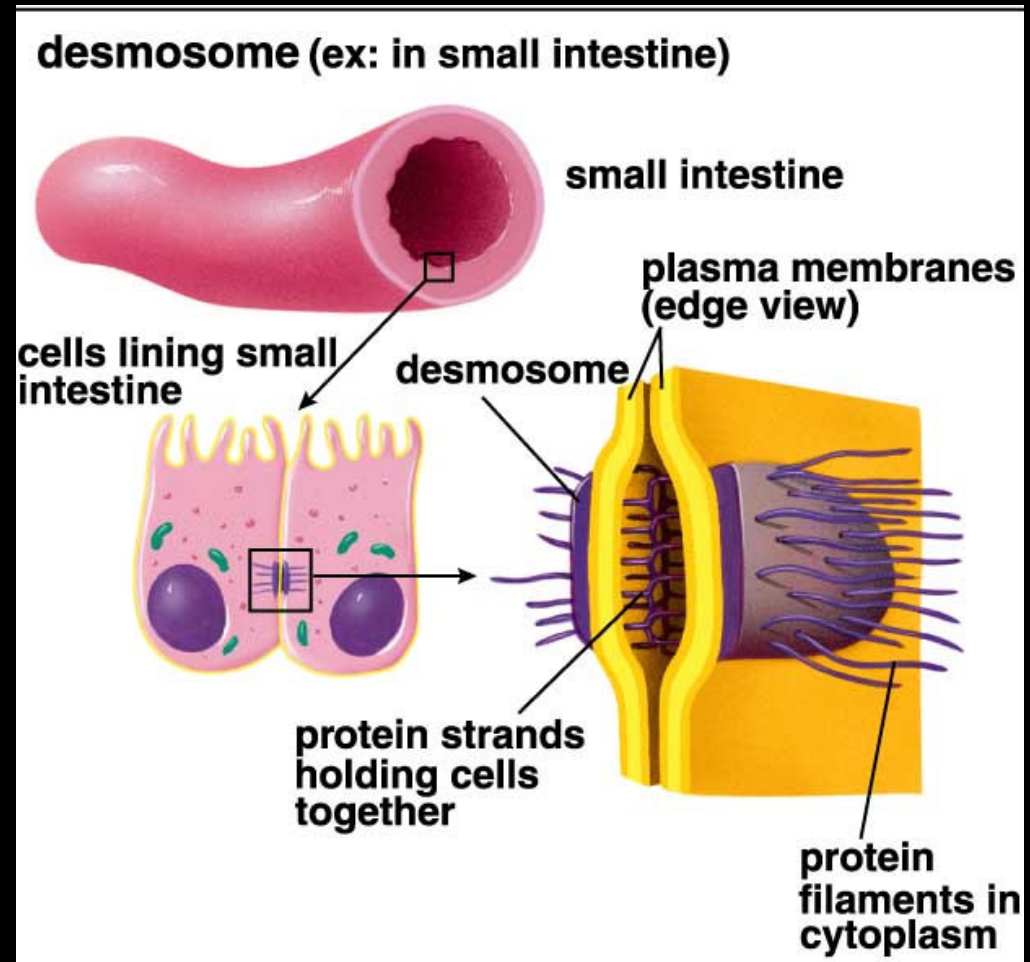
-Proteínas de ligação intracitoplasmática – **catenina**

-Citoesqueleto – **filamentos de actina**

# JUNÇÕES CELULARES - VEDAÇÃO

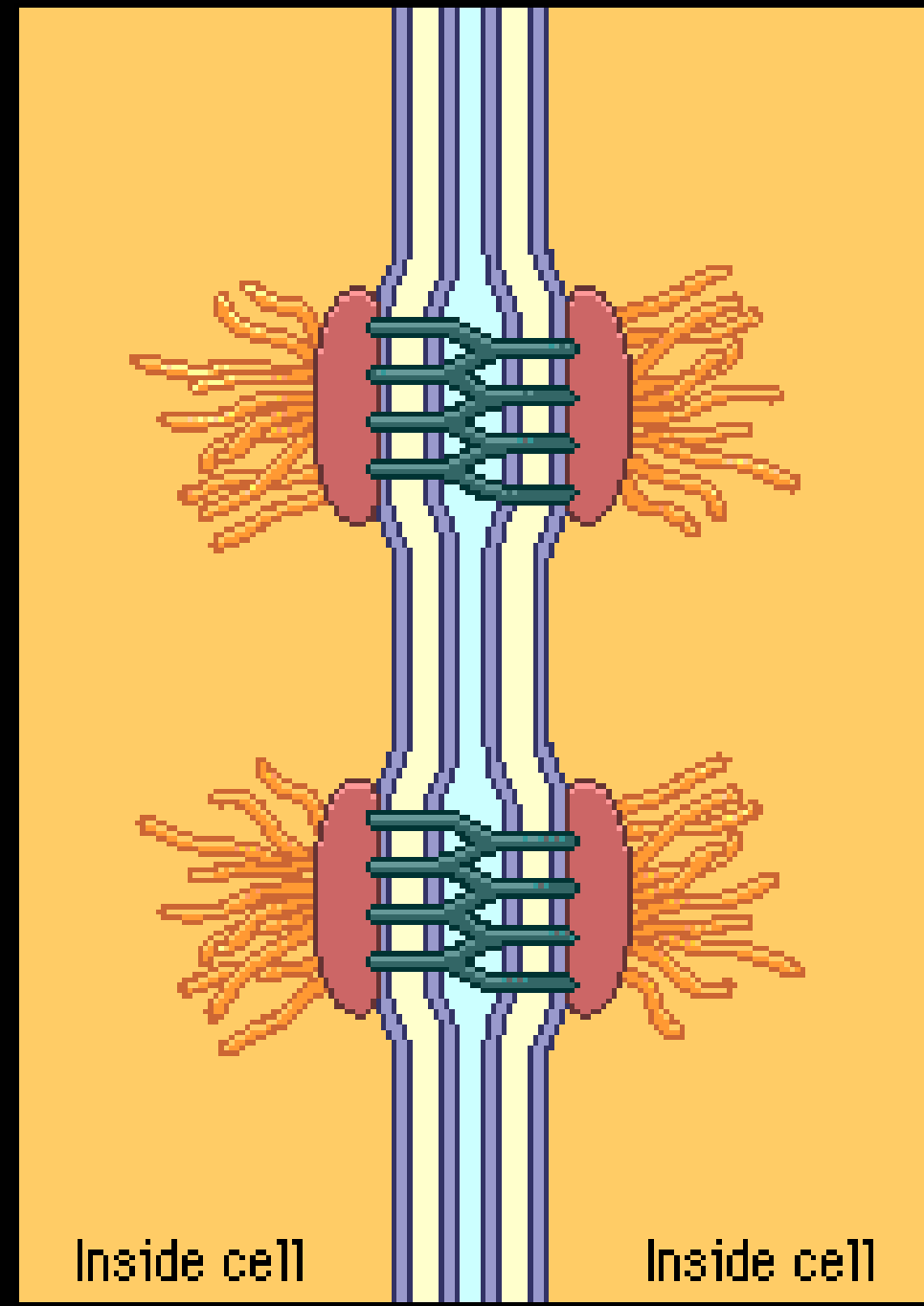
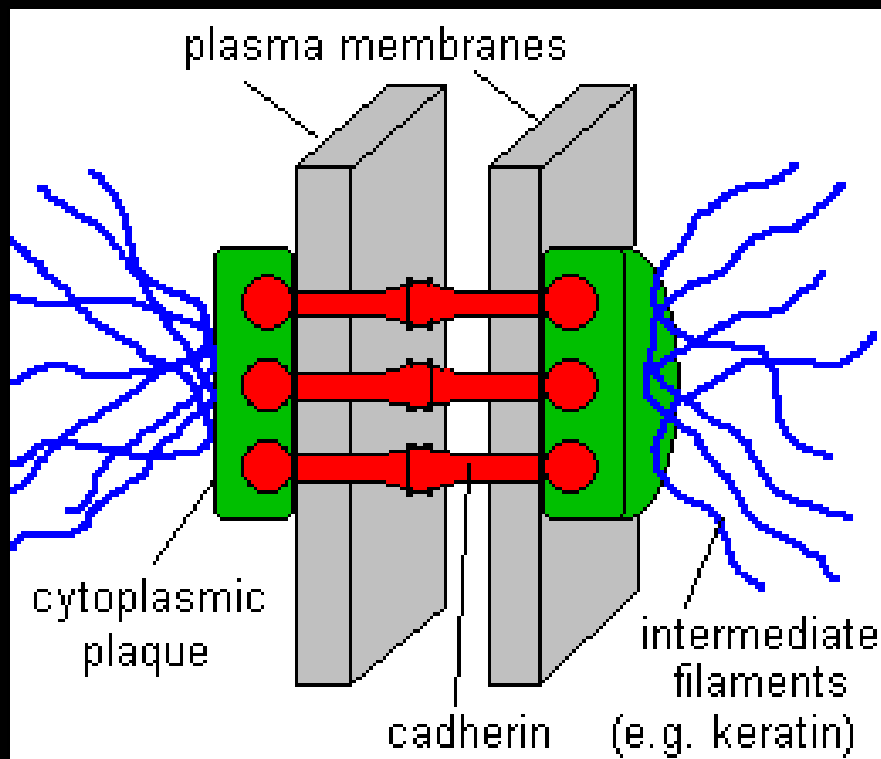
## DESMOSSOMAS

Placas de adesão em forma de disco



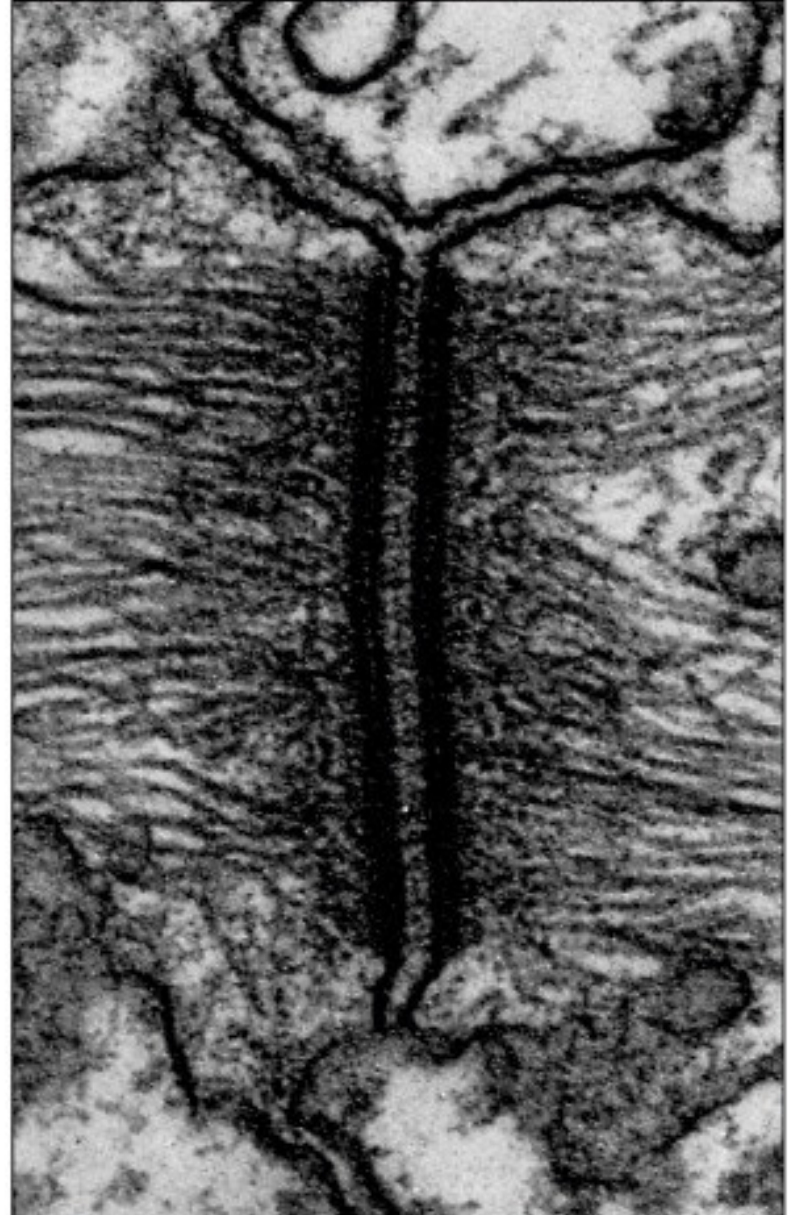
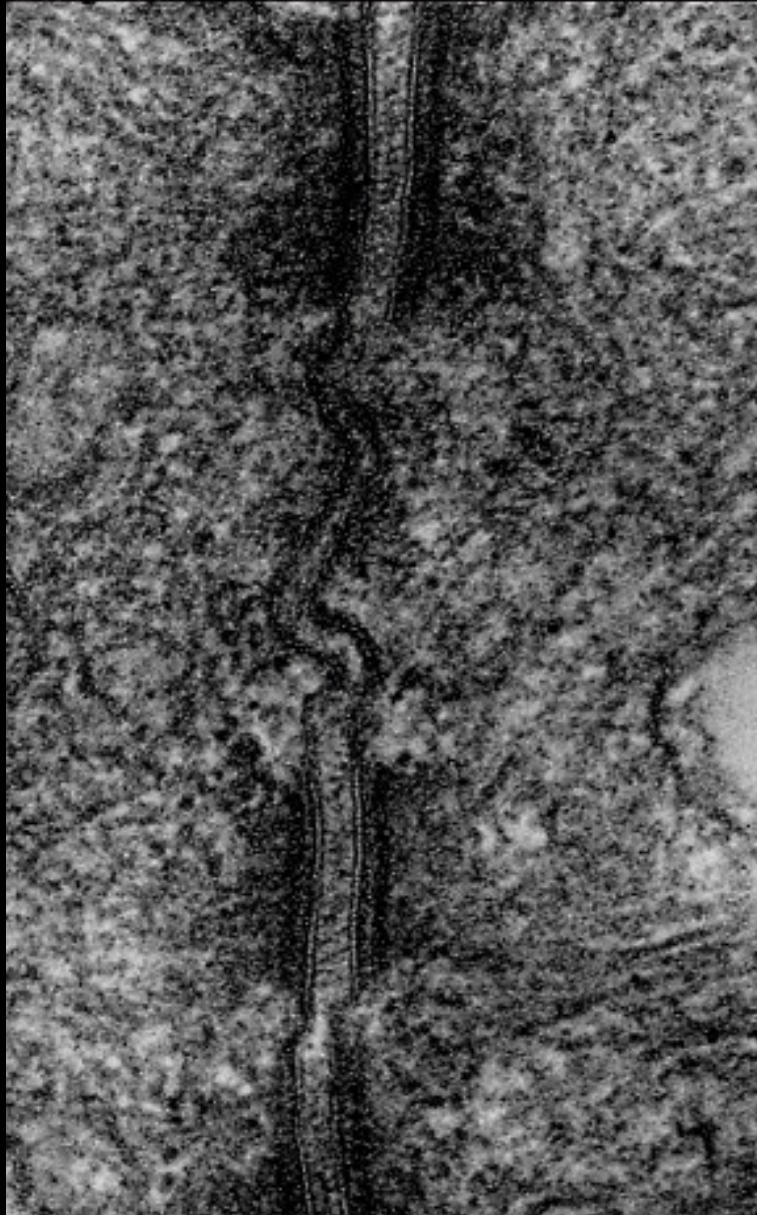
# DESMOSSOMAS

- Proteína transmembrana: **desmogleína (caderina)**
- Proteína ligação intracitoplasmática: **desmoplaquina**
- Citoesqueleto: **Filamento Intermediário**





# DESMOSSOMAS



# JUNÇÕES CELULARES - COMUNICAÇÃO

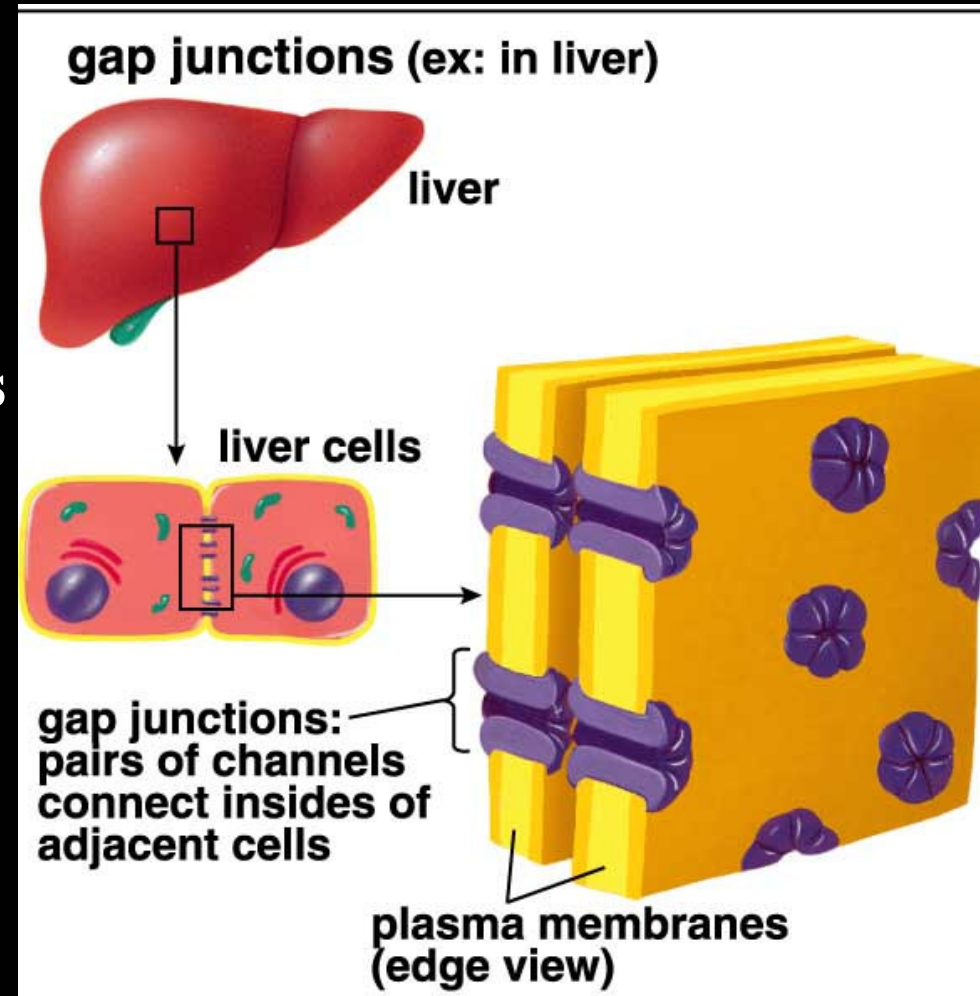
## JUNÇÃO COMUNICANTE

Junção do tipo fenda (Nexus, Gap)

Permite a comunicação entre células vizinhas



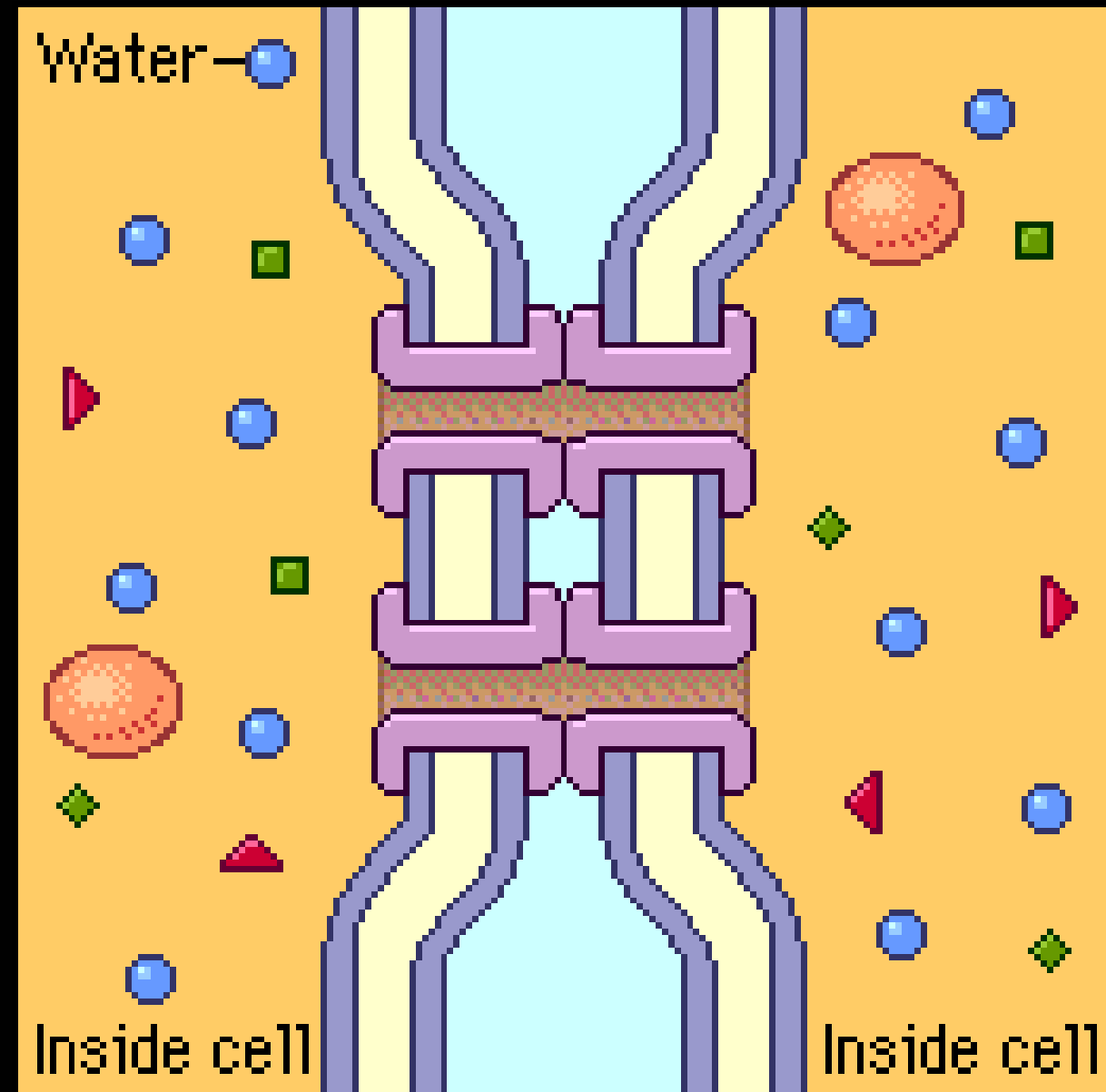
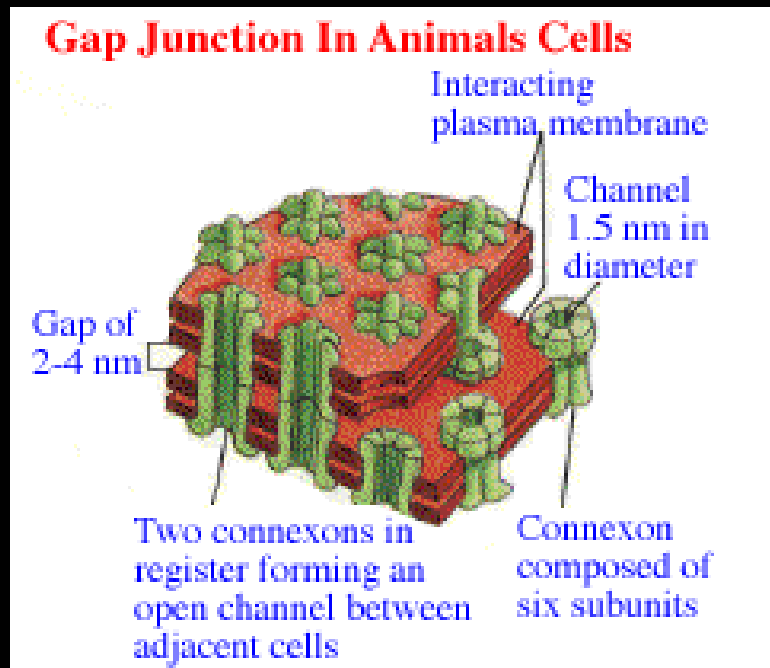
íons e pequenas moléculas



# JUNÇÃO COMUNICANTE

Formada por 6 proteínas  
transmembranas— **conexinas**

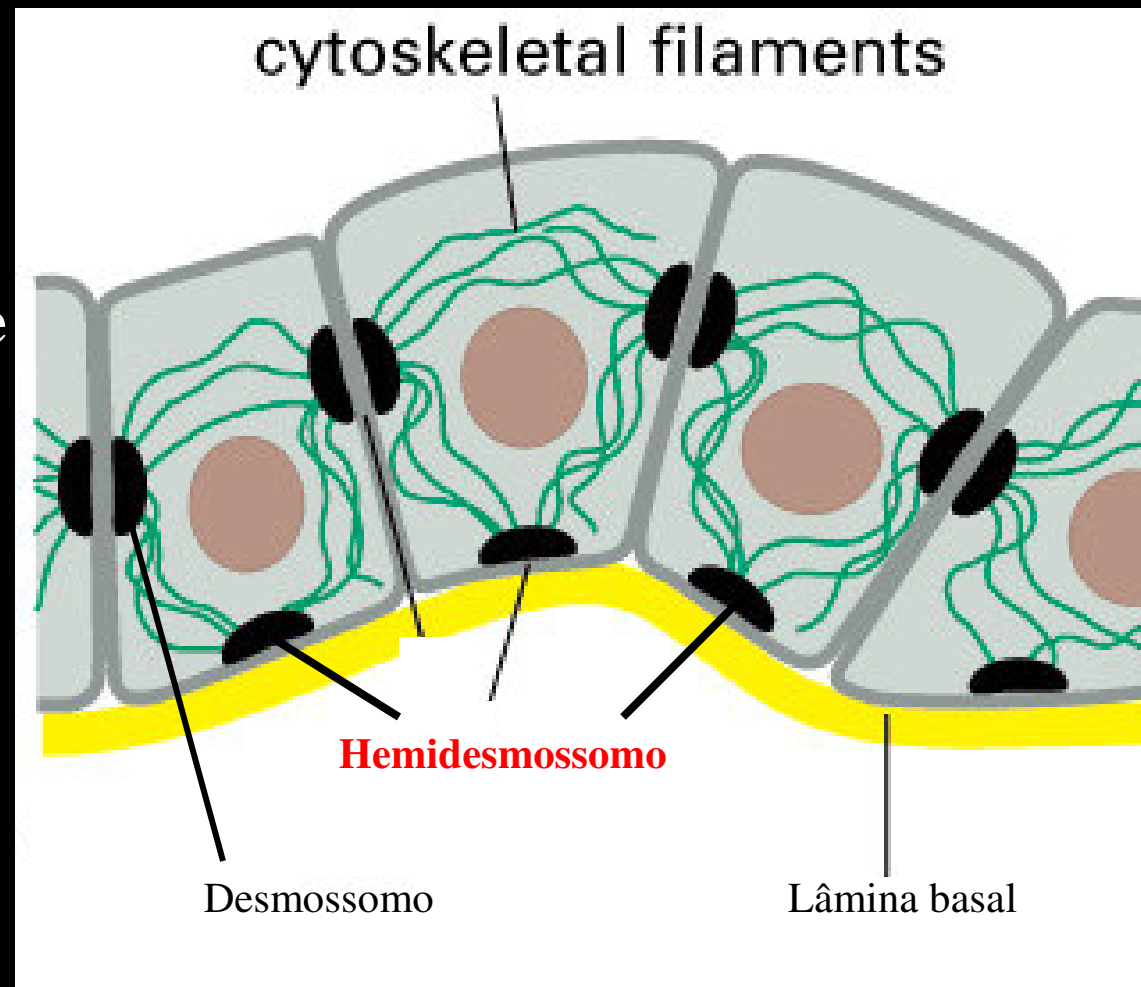
Regulada → abrem e fecham



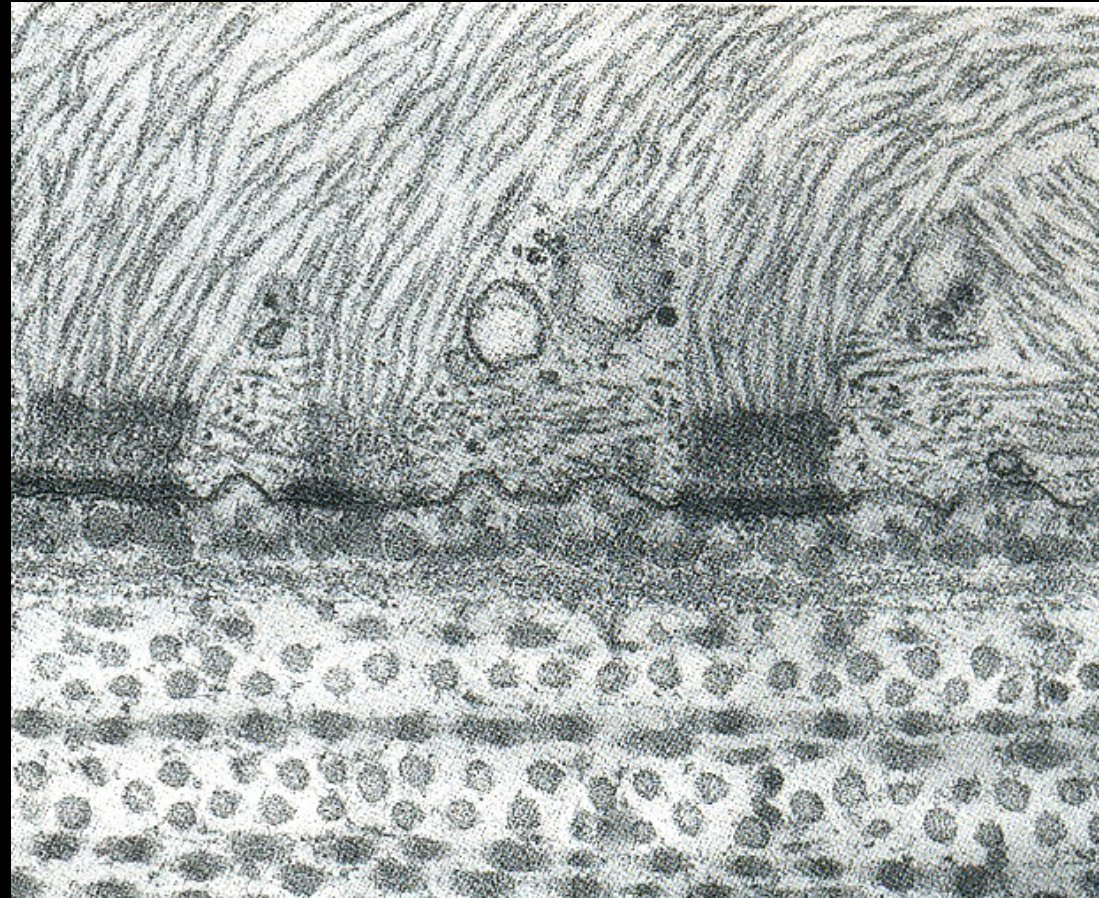
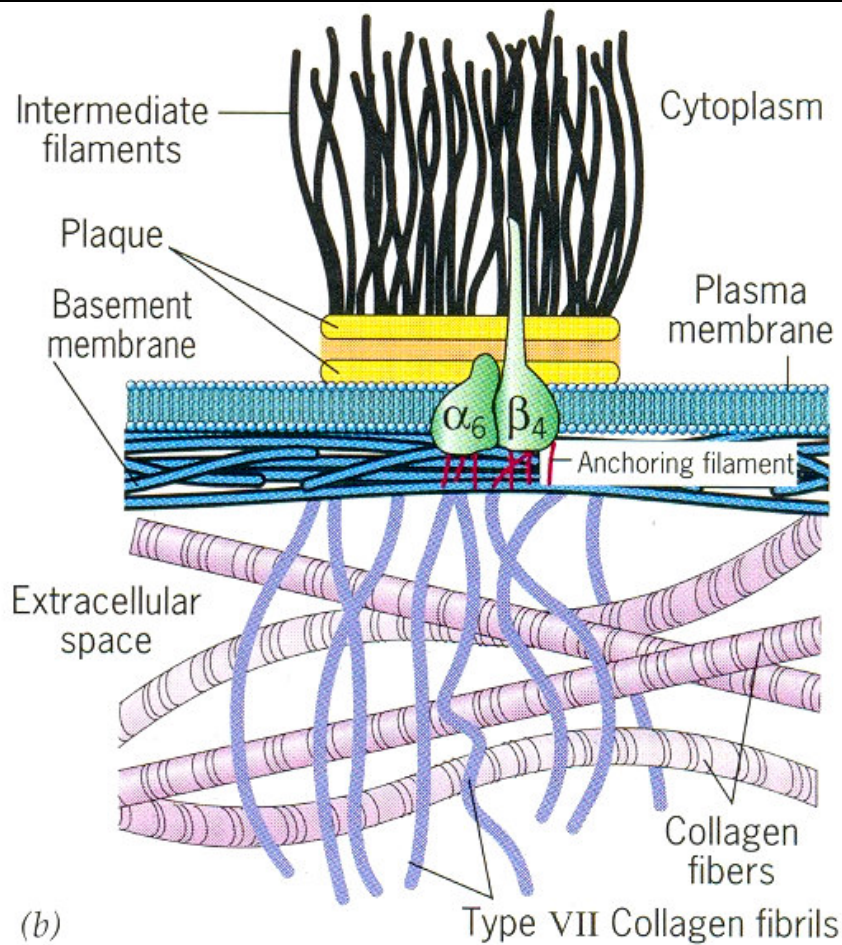
# JUNÇÕES CELULARES CÉLULA - MATRIZ

## HEMIDESSOMOSAS

Placas de adesão em forma de disco → superfície basal de célula epitelial



# HEMIDESMOSSOMAS



Proteína trans-membrana:  
**integrina** (receptor elemento MEC)

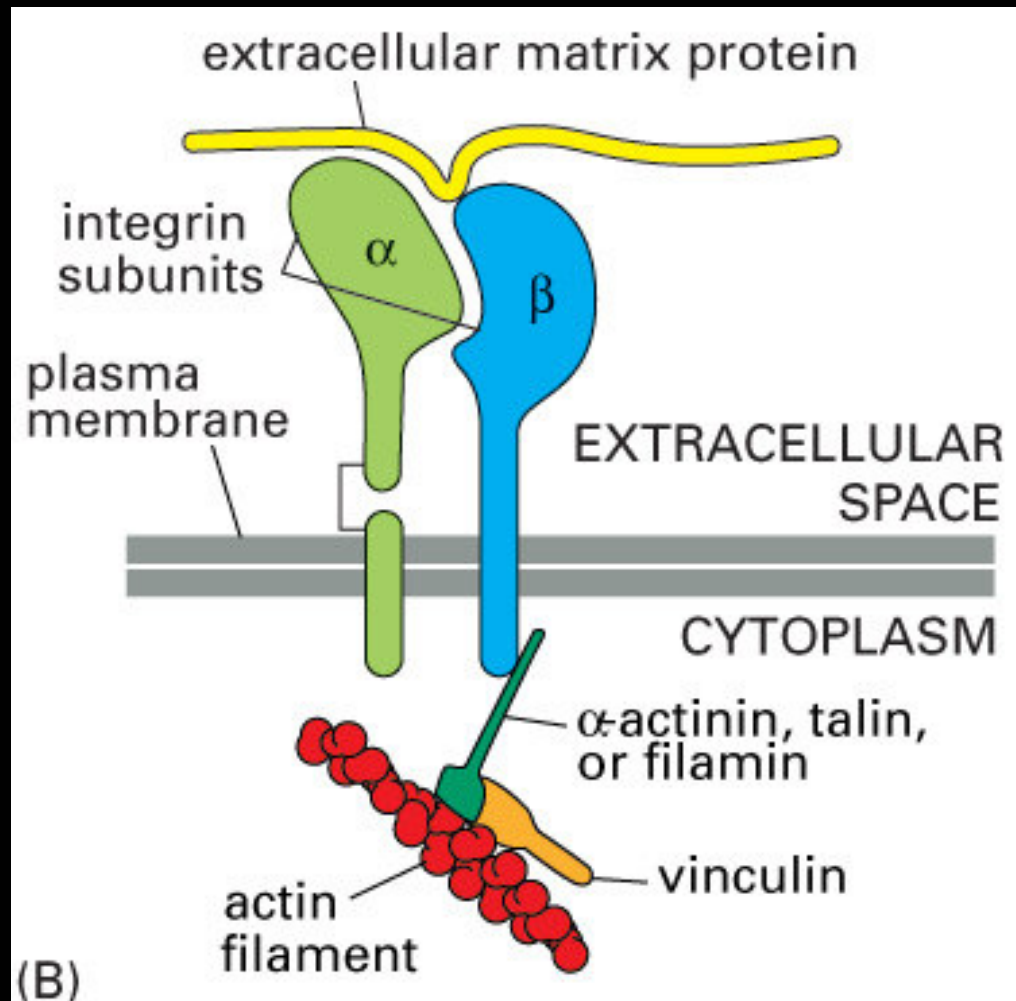
Proteína ligação intracitoplasmática:  
**desmoplaquinas**

Citoesqueleto:  
**Filamento Intermediário**

# JUNÇÕES CELULARES CÉLULA - MATRIZ

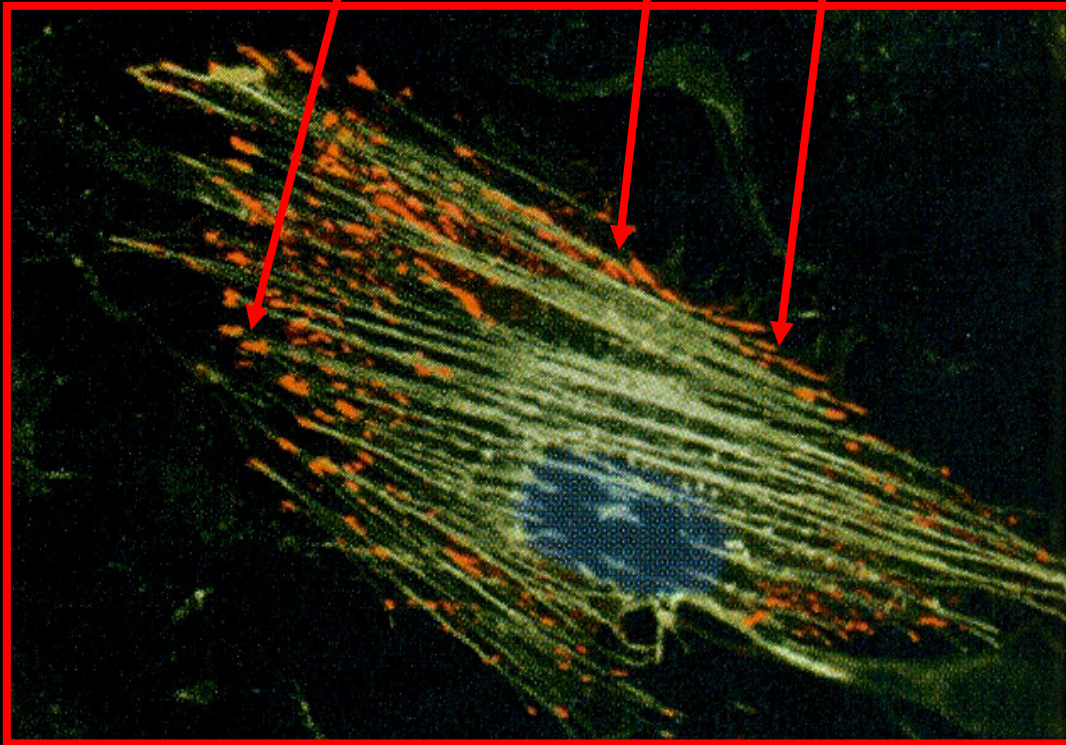
## CONTATOS FOCAIS

- Pontos de adesão que ancoram a célula à matriz extracelular – possibilita a movimentação celular
- Proteína transmembrana: Integrinas
- Citoesqueleto: filamentos de actina

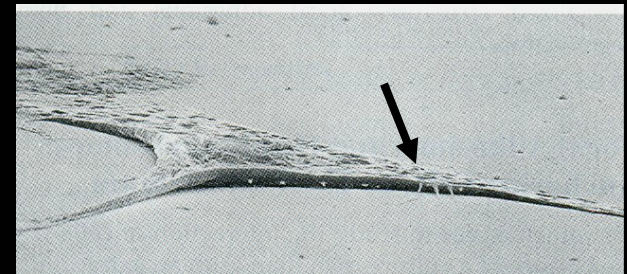
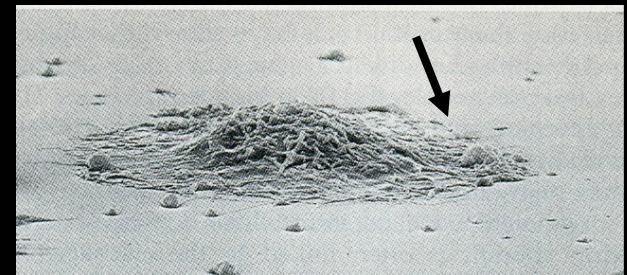
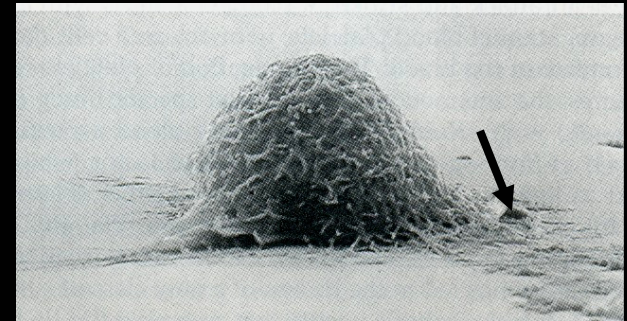
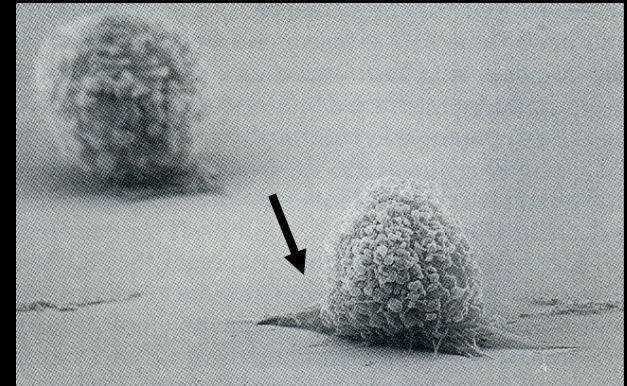


# JUNÇÕES CELULARES CÉLULA - MATRIZ

## CONTATOS FOCAIS



Pontos de adesão que ancoram a célula à matriz extracelular → possibilita a movimentação celular

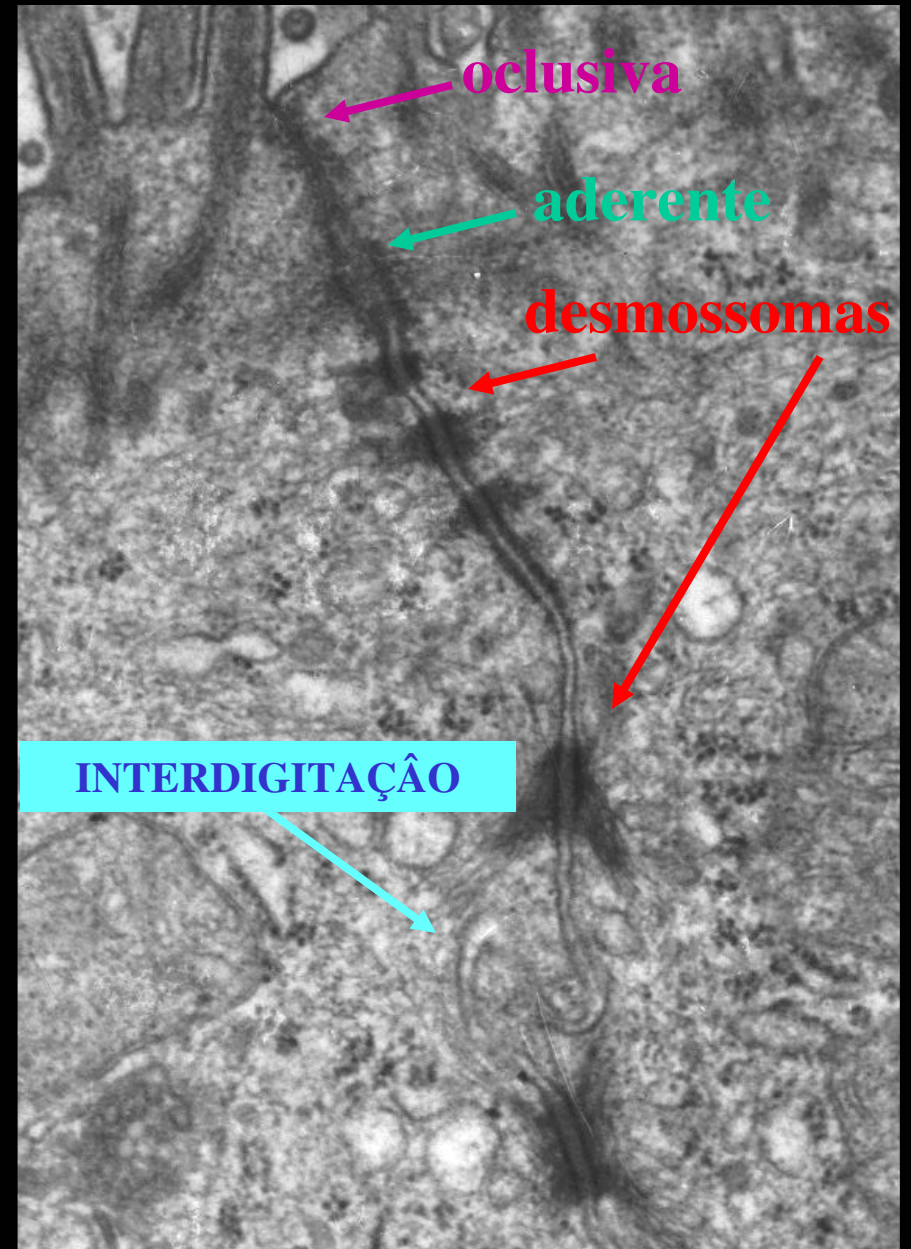


# ESPECIALIZAÇÕES DA SUPERFÍCIE LATERAL DA MEMBRANA

## INTERDIGITAÇÃO

Reentrâncias e saliências de membranas plasmáticas de células vizinhas que se encaixam

↓  
**Adesão**





# ESPECIALIZAÇÕES DA SUPERFÍCIE APICAL DA MEMBRANA

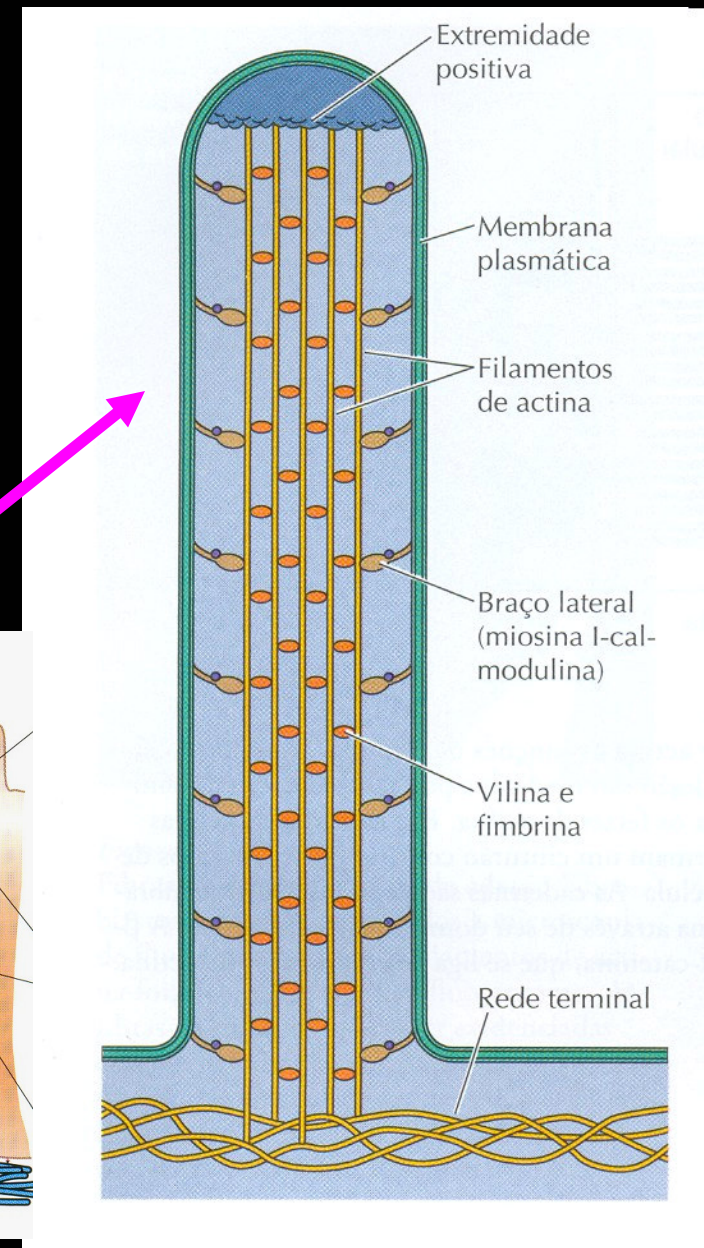
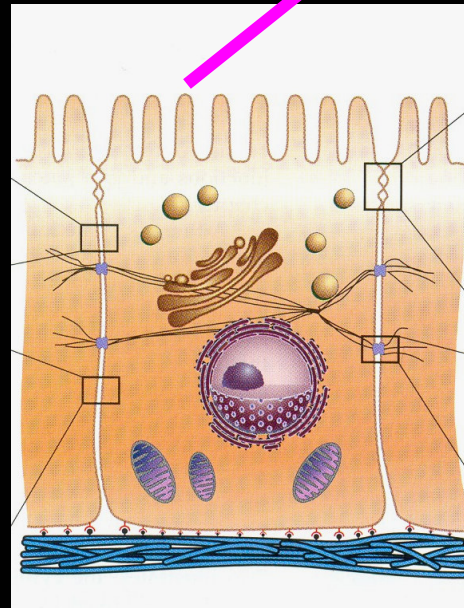
## MICROVILOSIDADES

-Projeções cilíndricas do citoplasma, envolvidas por membrana que se projetam da superfície apical da célula

-São imóveis

-Aumentam a área de superfície celular

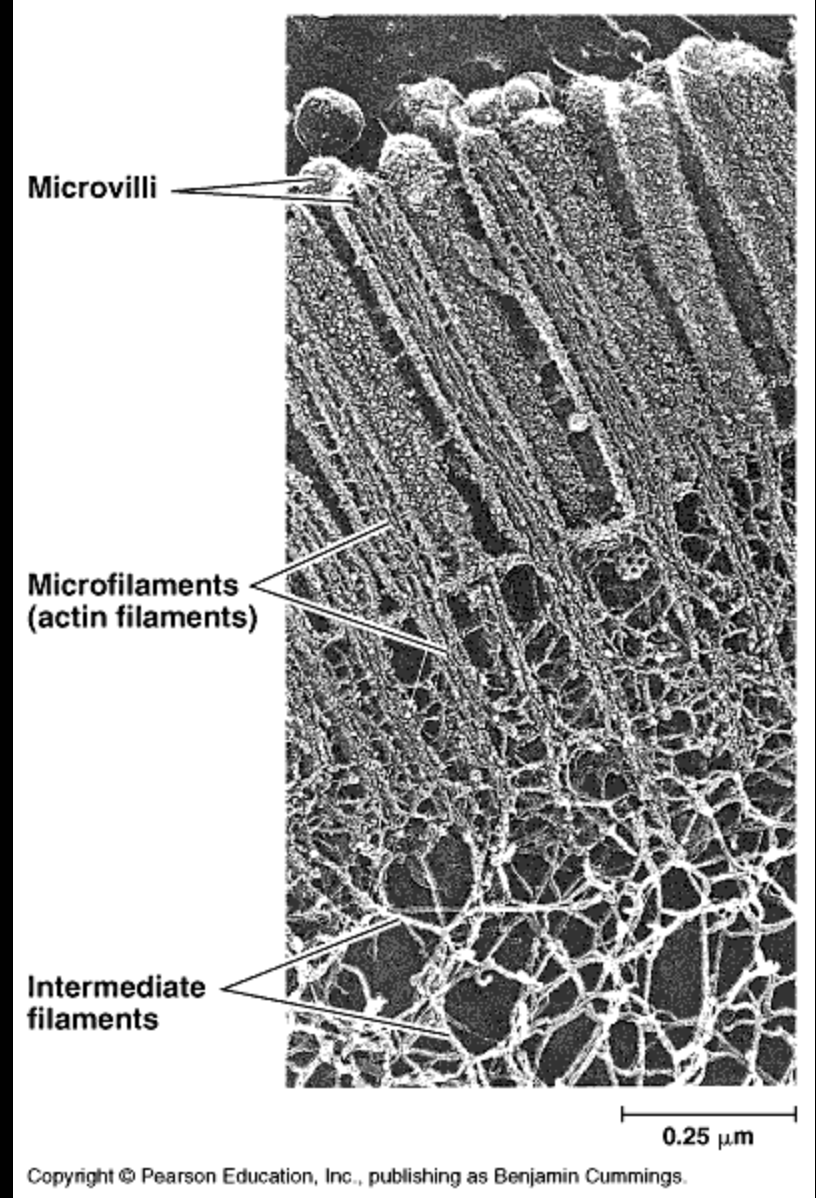
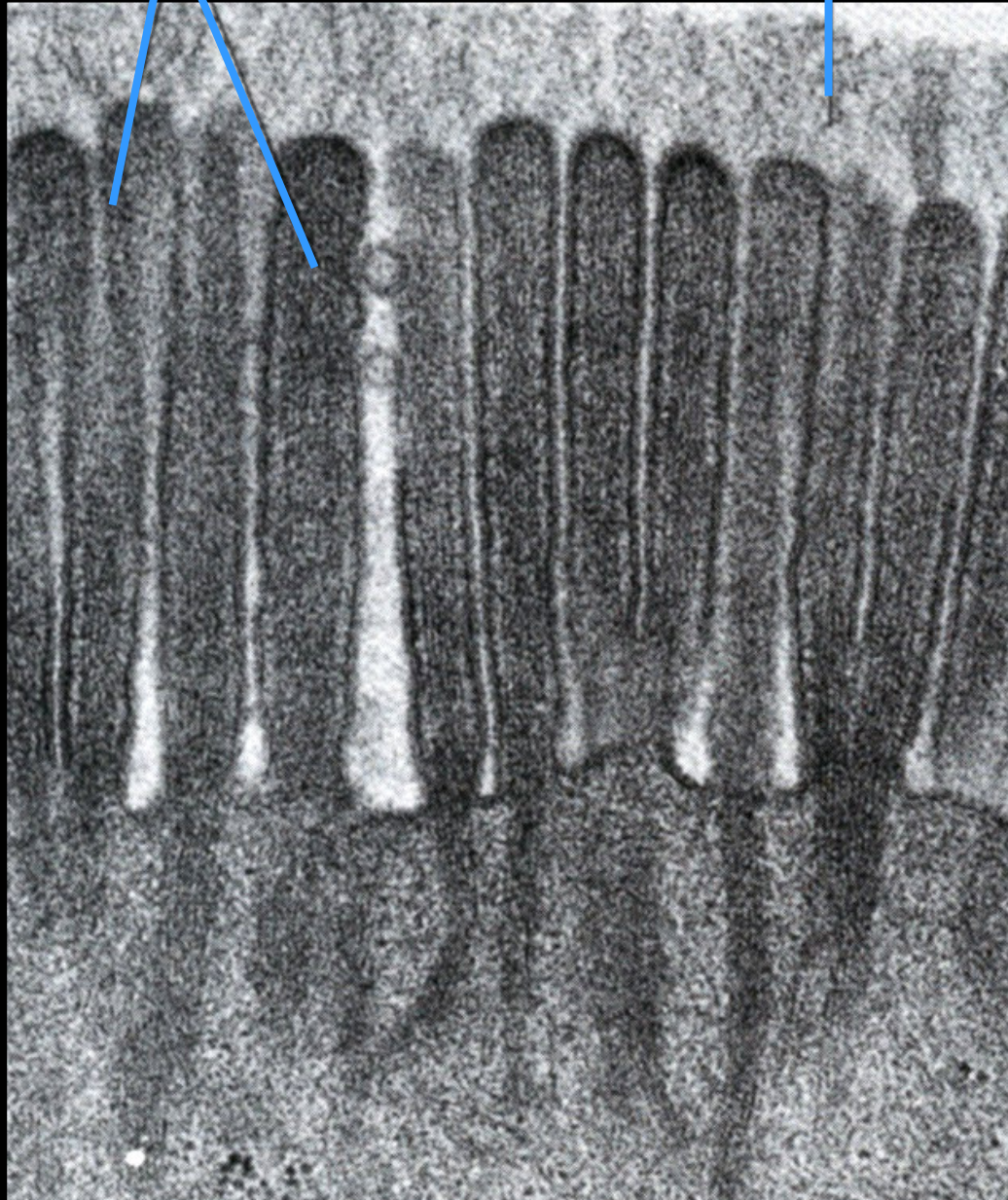
-Filamentos de actina



**microvilosidades**

**glicocálice**

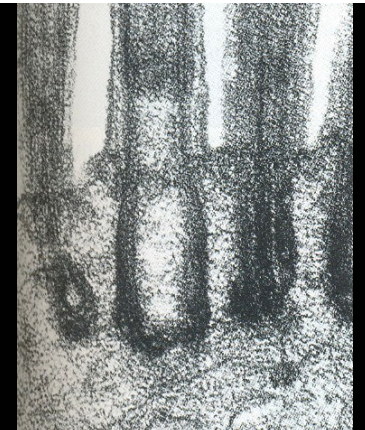
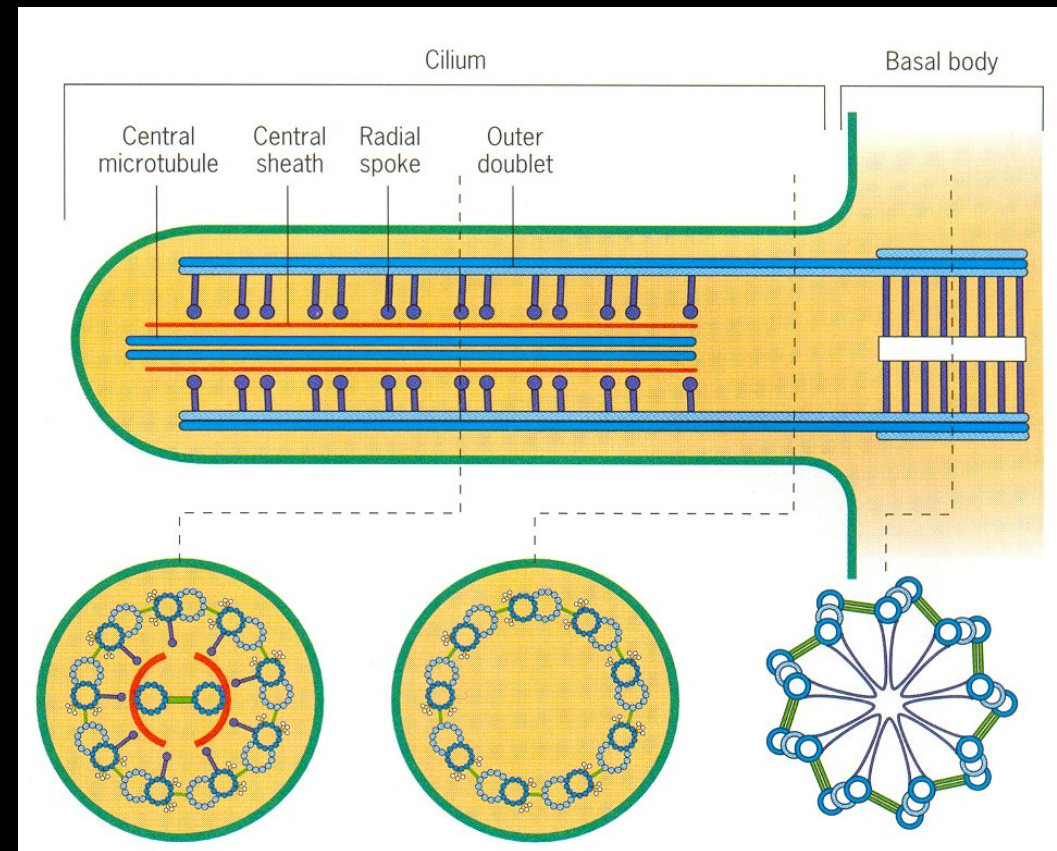
**MICROVILOSIDADES**



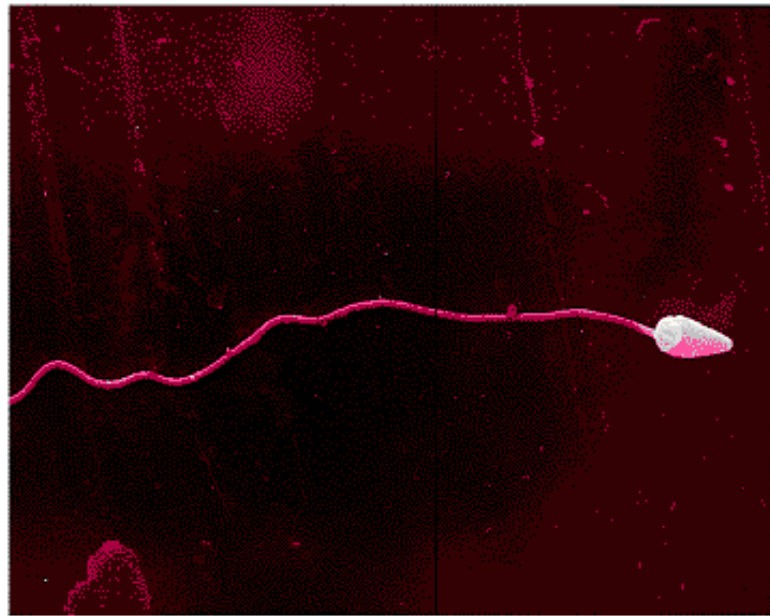
# ESPECIALIZAÇÕES DA SUPERFÍCIE APICAL DA MEMBRANA

## CÍLIOS

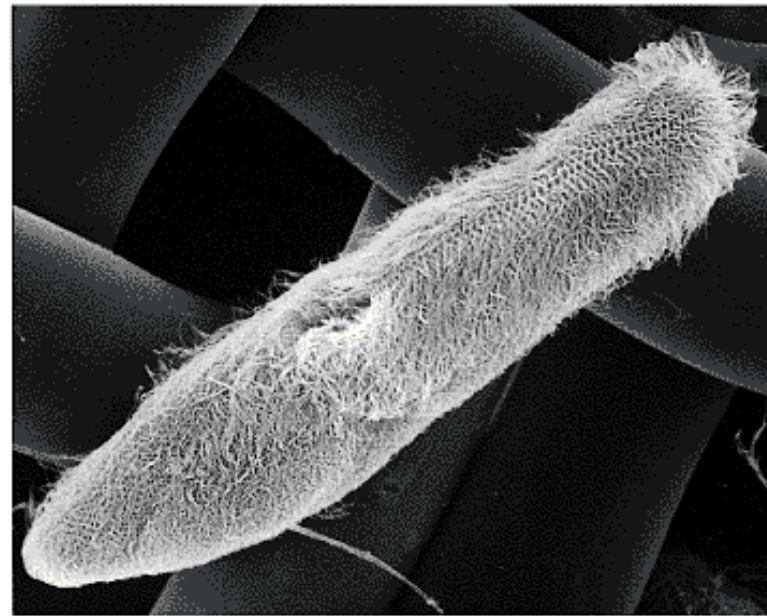
- Projeções cilíndricas **MÓVEIS**, semelhantes a pêlos
- Função: propulsão de muco e de outras substâncias sobre a superfície do epitélio, através de rápidas oscilações rítmicas e no caso dos flagelos funcionam na locomoção
- Microtúbulos organizados (9 + 2), inseridos no corpúsculo basal



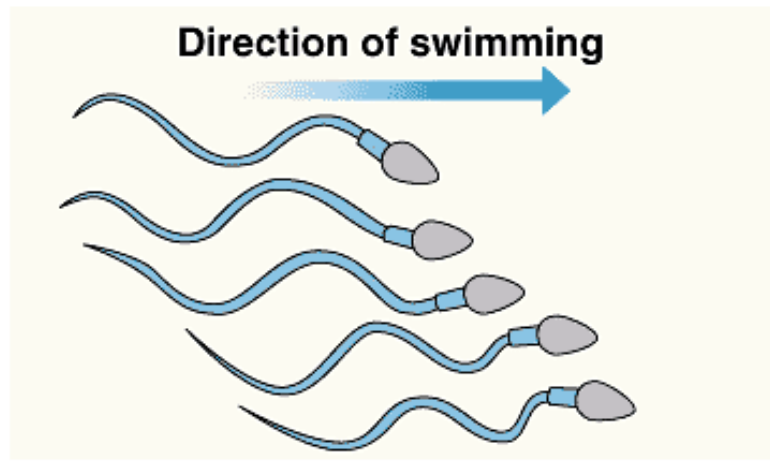
# CÍLIOS/FLAGELOS



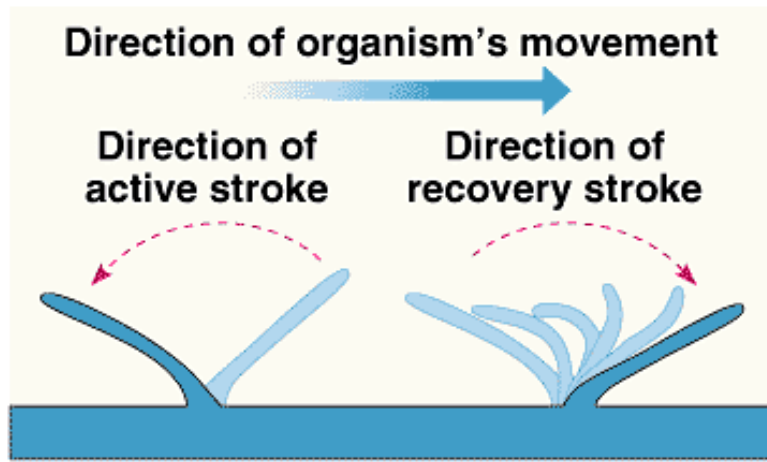
1  $\mu\text{m}$



25  $\mu\text{m}$

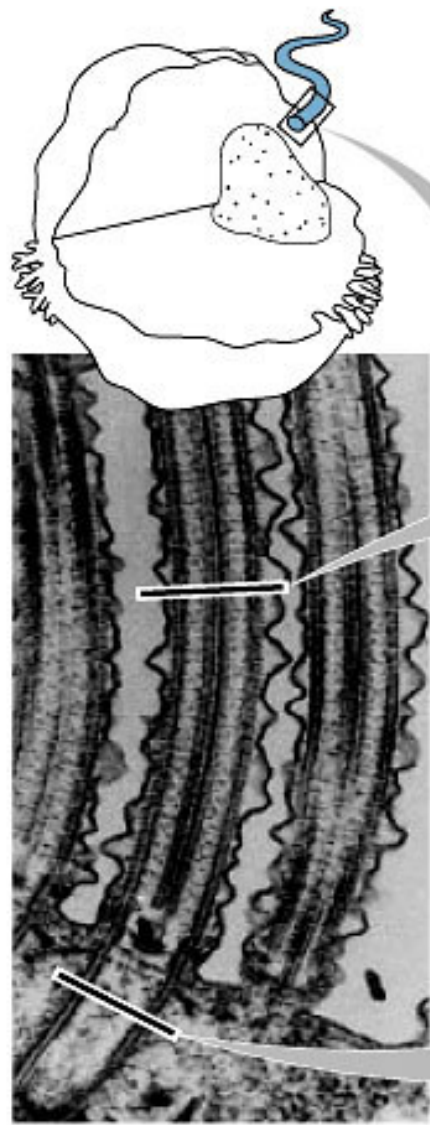


(a) Motion of flagella

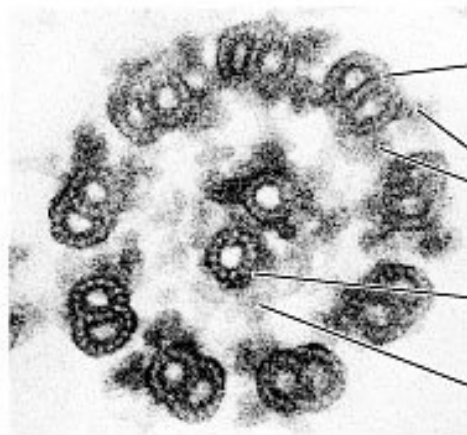


(b) Motion of cilia

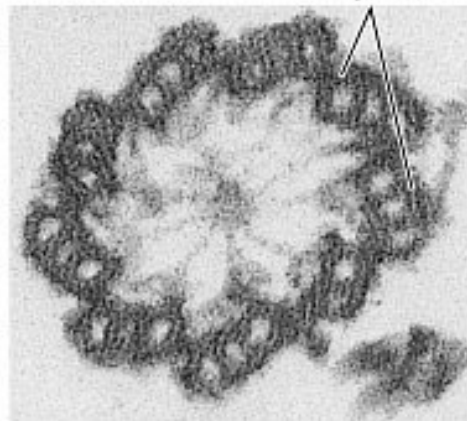
# CÍLIOS



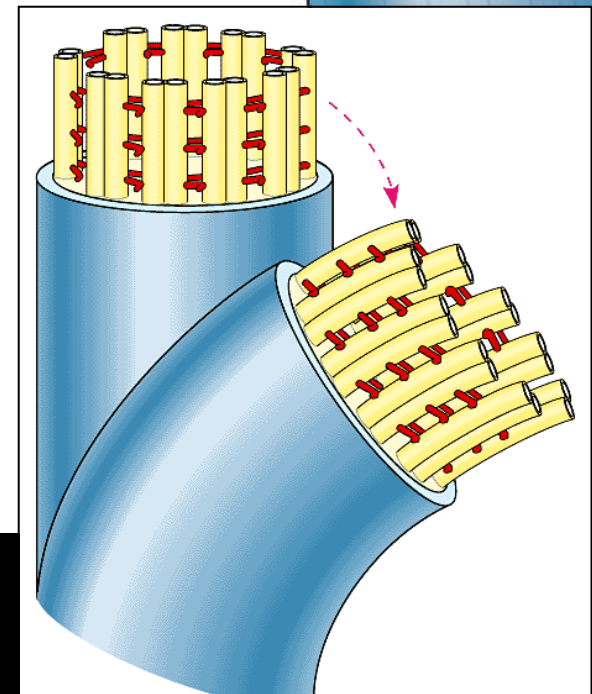
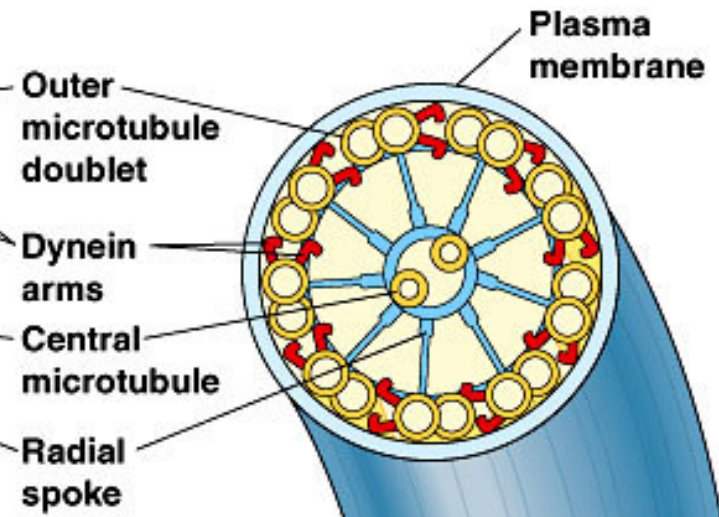
(a) 0.5 μm



(b) 0.1 μm  
Triplets



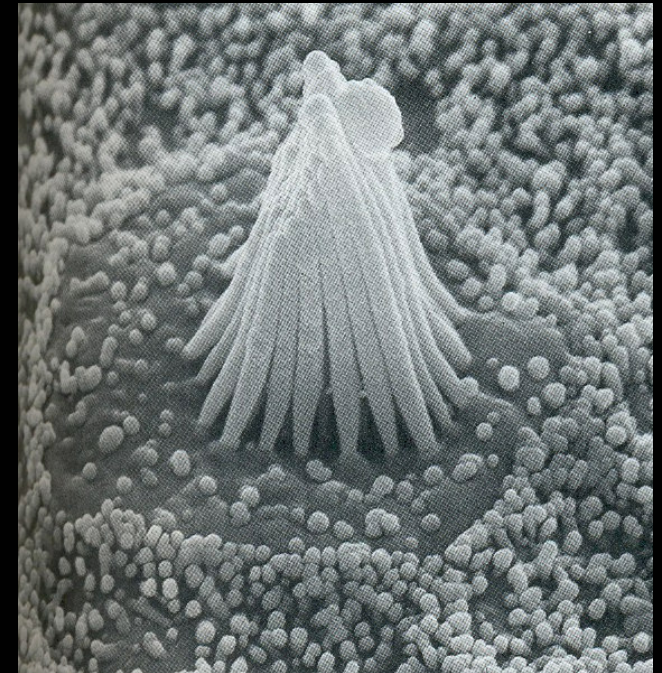
(c) 0.1 μm



# ESPECIALIZAÇÕES DA SUPERFÍCIE APICAL DA MEMBRANA

## ESTEREOCÍLIOS

- São microvilosidades mais longas e ramificadas
- São imóveis
- Encontrados somente no epidídimo e nas células pilosas do ouvido interno
- Aumentam a área de superfície das células
- Filamentos de actina



# ESPECIALIZAÇÕES DA SUPERFÍCIE BASAL DA MEMBRANA

## INVAGINAÇÃO BASAL

Aumenta superfície de  
troca entre célula-  
interstício

Invaginação  
Basal

Lâmina Basal

Capilar  
sanguíneo

