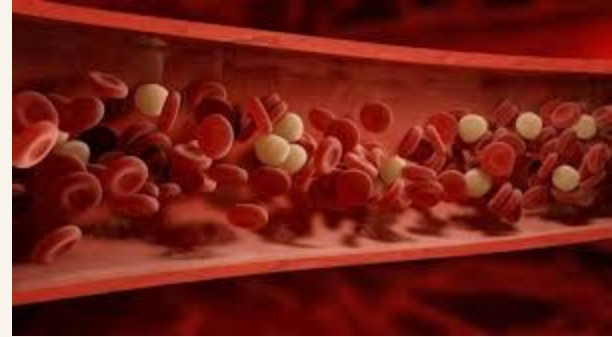




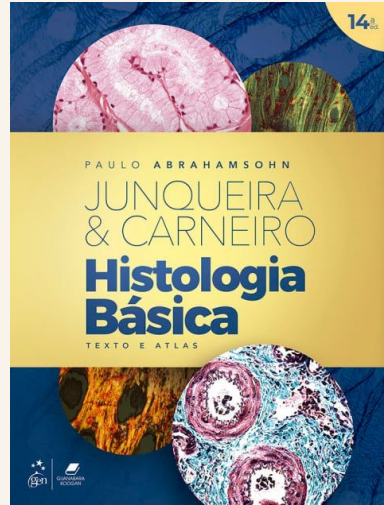
Sangue

Profa. Tathi Malta
tathimalta@usp.br

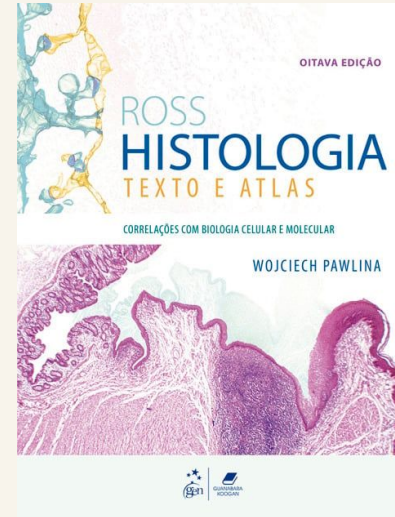
FMRP-USP

2025

BIBLIOGRAFIA:



Capítulo 12



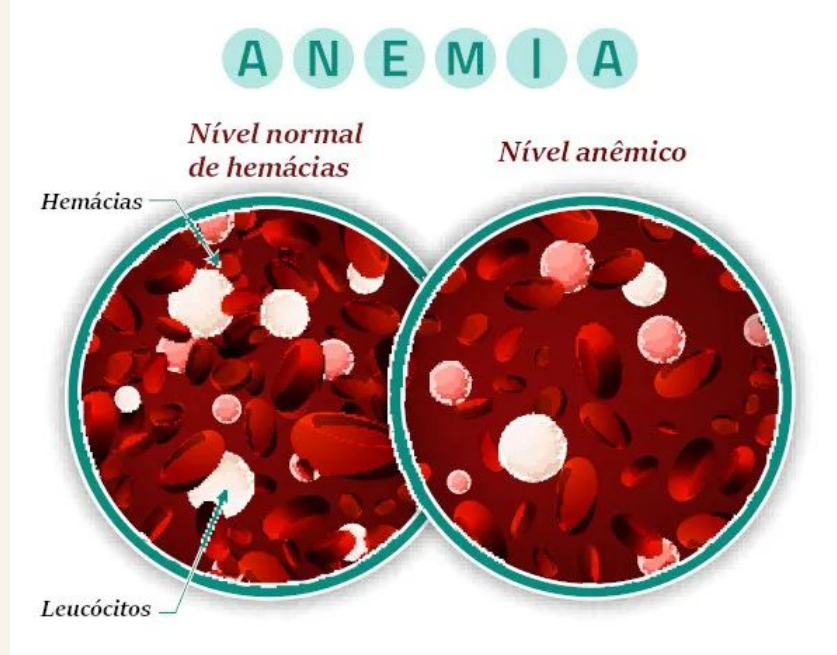
Capítulo 10

Disponíveis em: <https://usp.minhabiblioteca.com.br/>

Você sabia que o que comemos interfere na morfologia e na função das células sanguíneas?

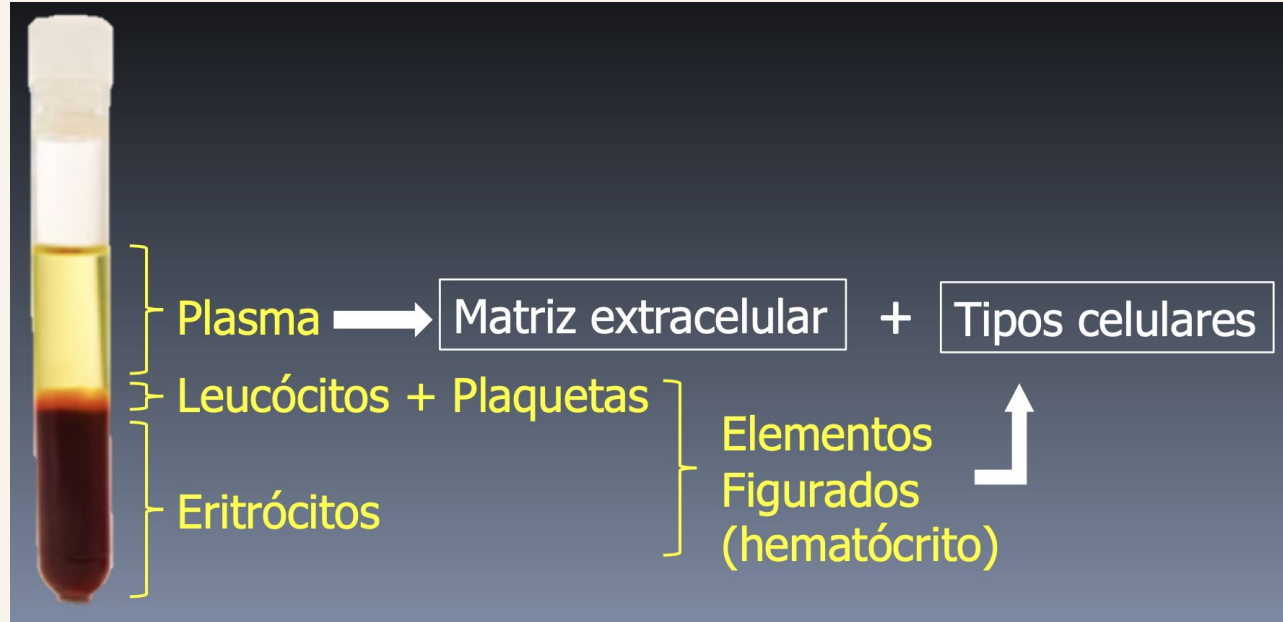
Deficiência ferro

*Deficiência de
Vitamina B12 e/ou
ácido fólico*



Anemia e hipóxia cerebral: implicações para fala, cognição e aprendizado

O sangue é um tecido conjuntivo especializado

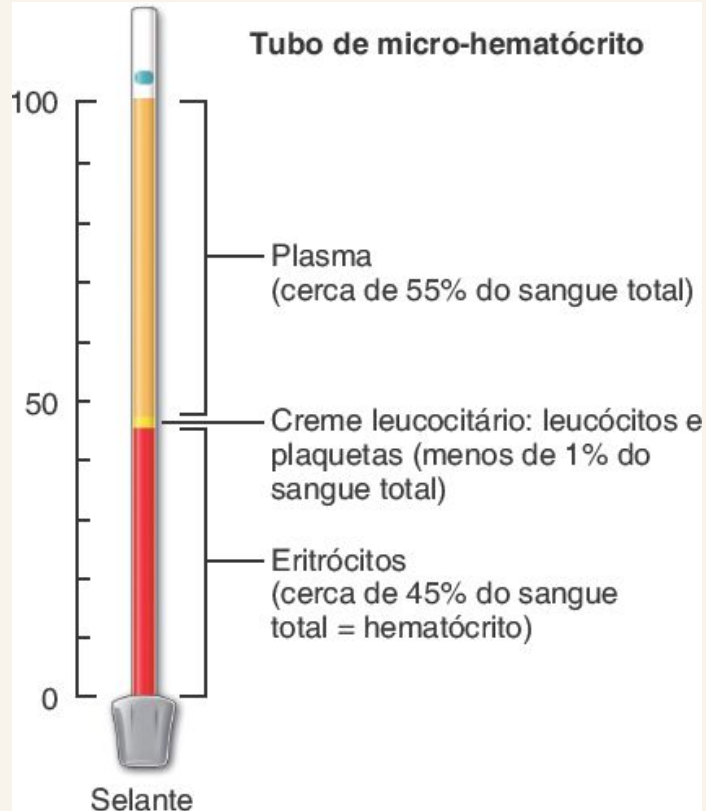


Circula pelo sistema cardiovascular
Volume ~7-8% do peso corporal

Sangue - funções:

- Meio de transporte
- Defesa (leucócitos)
- O_2 (hemoglobina)
- CO_2 (hemoglobina e outras proteínas, plasma)
- Nutrientes, metabólitos, hormônios
- Restos do metabolismo - excretados
- Regula distribuição de calor, equilíbrio ácido-base e osmótico

Plasma = MATRIX EXTRACELULAR FLUIDA



Plasma:

91% água

8% proteínas

- albumina
- globulina
- lipoproteínas
- proteínas do complemento
- proteínas da coagulação

1% outros solutos

- eletrólitos (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-})
- substâncias nitrogenadas não protéicas (uréia, ácido úrico, creatinina)
- nutrientes (glicose, lipídeos, aminoácidos)
- gases (O_2 , CO_2 , N_2)

Proteínas plasmáticas [1]

1) ALBUMINA

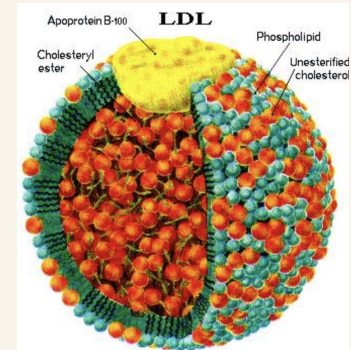
- Pressão osmótica coloidal, transporte de metabolitos

2) GLOBULINAS

- α e β -globulinas: transporte de íons e metabólitos
- γ -globulinas: anticorpos

3) LIPOPROTEÍNAS:

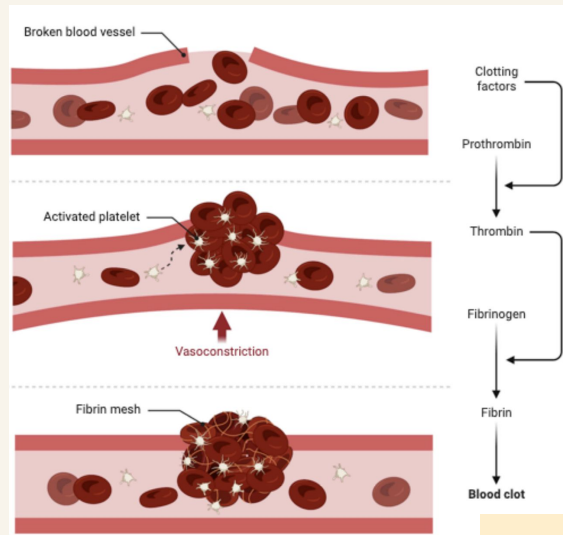
- Transporte de triglicerídeos e colesterol: quilomicrons, VLDL, LDL



Proteínas plasmáticas [2]

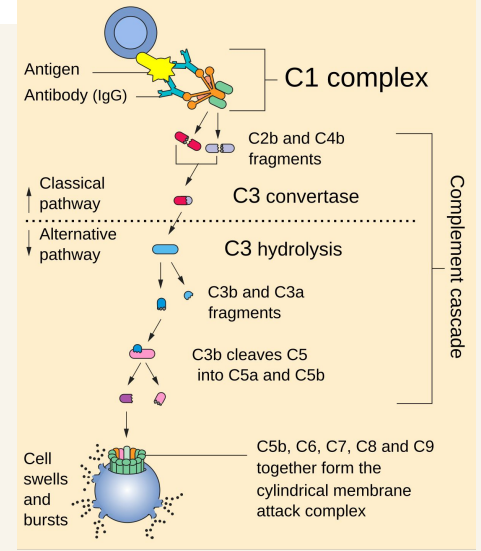
4) Proteínas de coagulação:

- Fatores de coagulação
- Pró-trombina
- Fibrinogênio



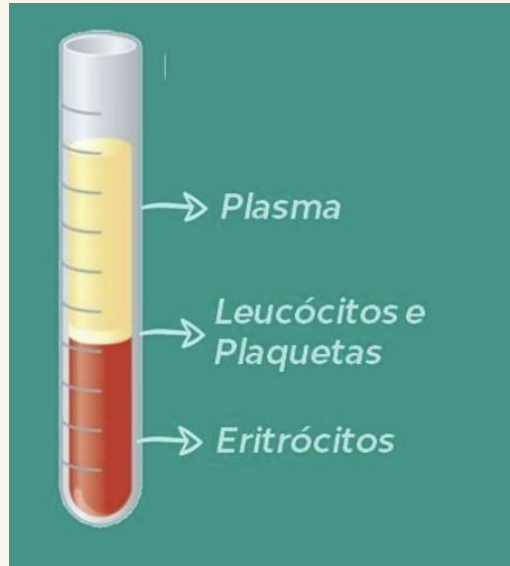
5) Proteínas do complemento:

- C1-C9
- Resposta imune (opsonização e destruição de patógenos, inflamação)



Diferença entre soro e plasma

PLASMA



Com anticoagulante
Possui fatores de coagulação
e fibrinogênio

SORO



Sem anticoagulante
Não possui fatores de coagulação
e fibrinogênio

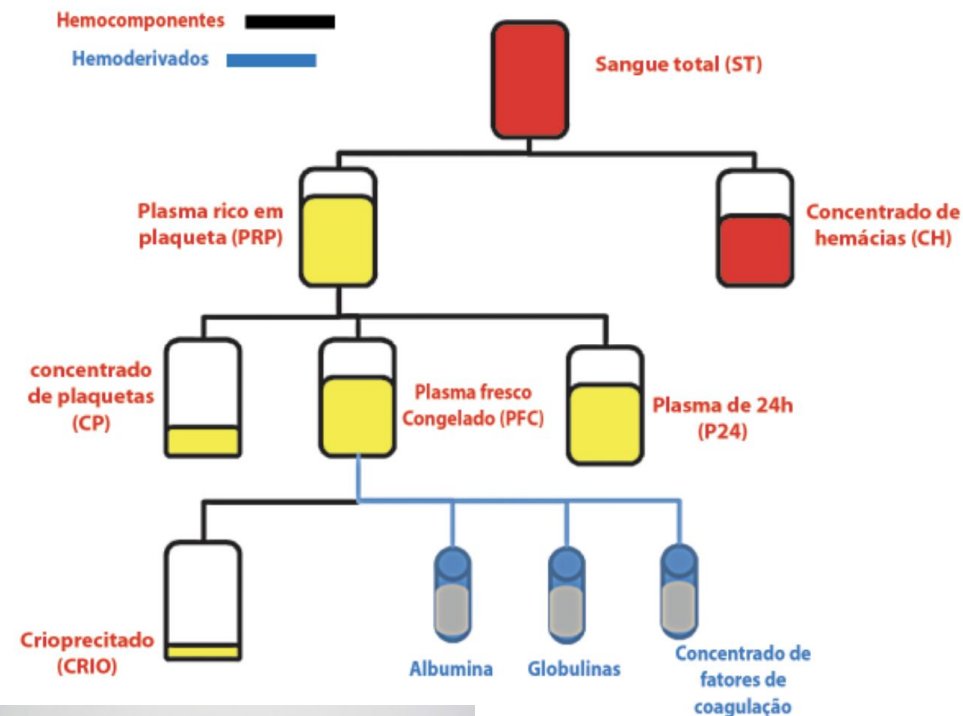
Transfusão de sangue

1) Remoção de leucócitos

2) Separação e preservação de hemocomponentes e hemoderivados:

- Concentrado de hemácias: anemia, hemorragia grave
- Concentrado de plaquetas: falência medular, plaquetopenia imune (púrpura, dengue hemorrágica)
- Plasma fresco congelado: sangramento grave com coagulopatia
- Fator VIII: hemofilia
- Globulinas: imunossupressão

Figura 1. Produtos originados a partir do sangue total



Fonte: prosangue.sp.gov.br

**DOE SANGUE,
DOE VIDA!**



Origem das células sanguíneas:

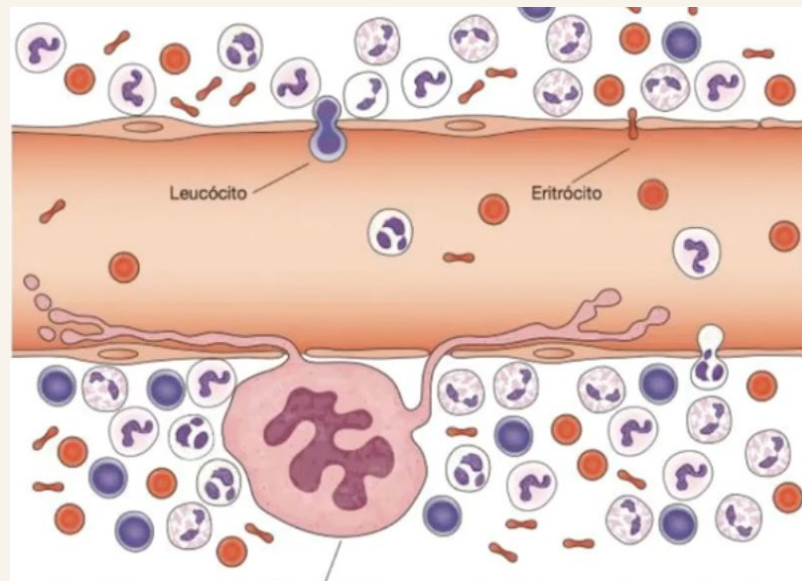


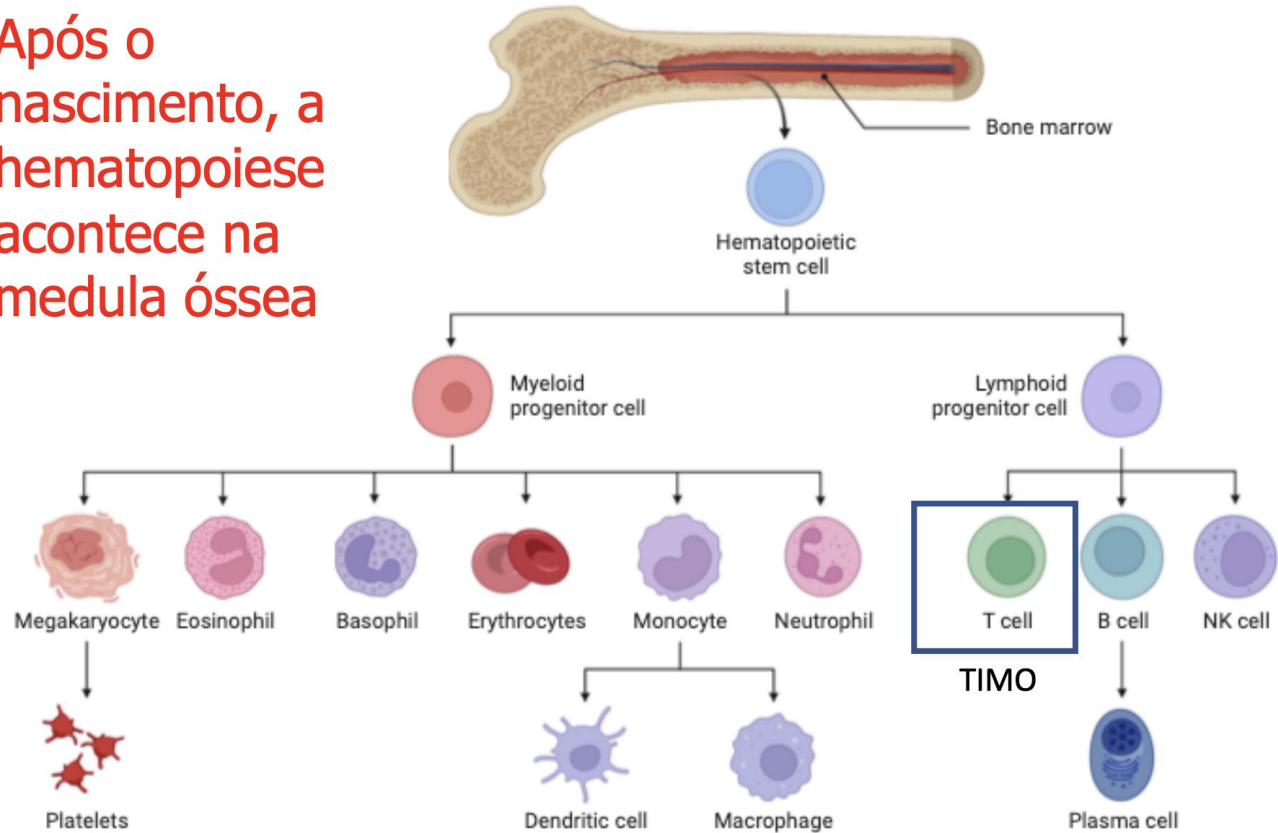
Tabela 13.1 Modificações nas propriedades das células hemopoéticas durante a diferenciação.

Células-tronco	Células progenitoras	Células precursoras (blastos)	Células maduras
Potencialidade			
		Atividade mitótica	
			Morfologia típica
Capacidade autorrenovadora			
	Influência dos fatores de crescimento		
			Atividade funcional diferenciada

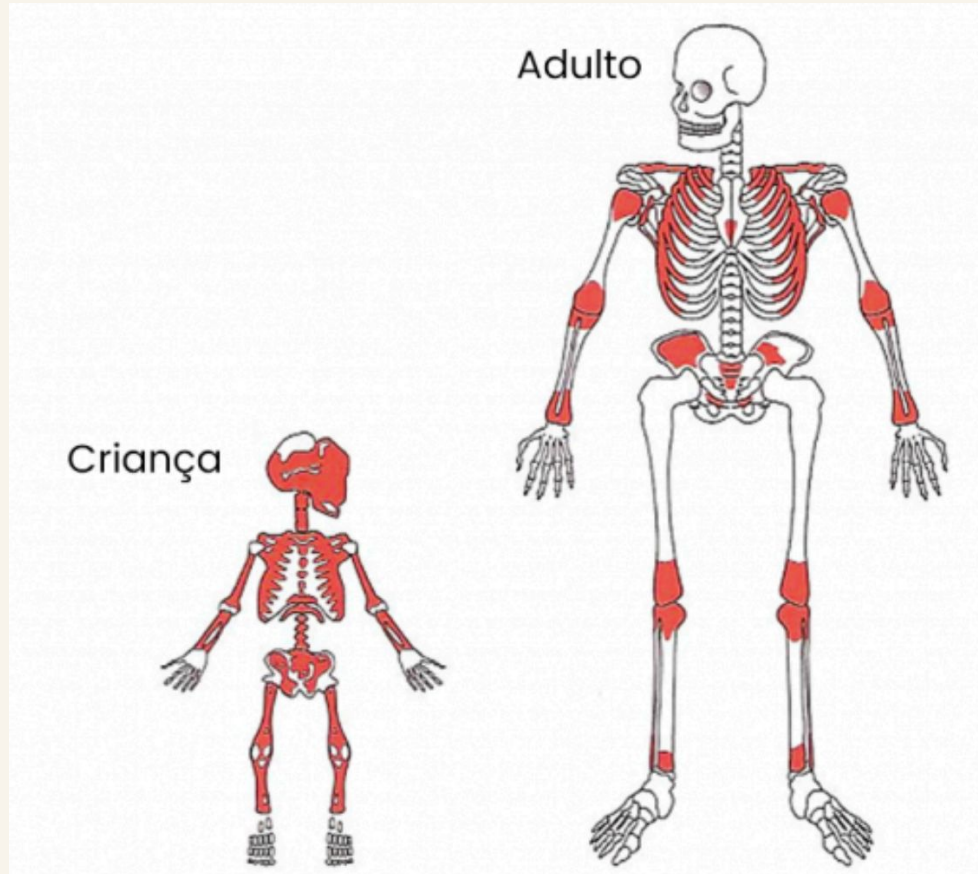
Origem das células sanguíneas:

Hematopoiese ou Hemocitopoese (do grego *poetin* = produzir)

Após o nascimento, a hematopoiese acontece na medula óssea



Local de hematopoiese:

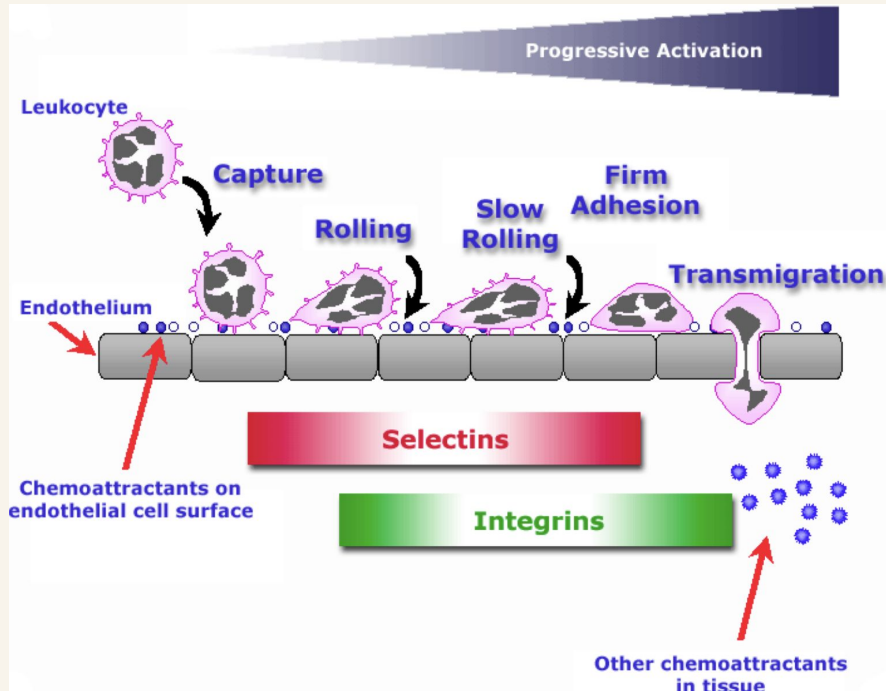


Jovem: praticamente todos os ossos

Adulto: esterno, íliaco, costelas, vértebras, crânio

Onde as células do sangue desempenham suas funções?

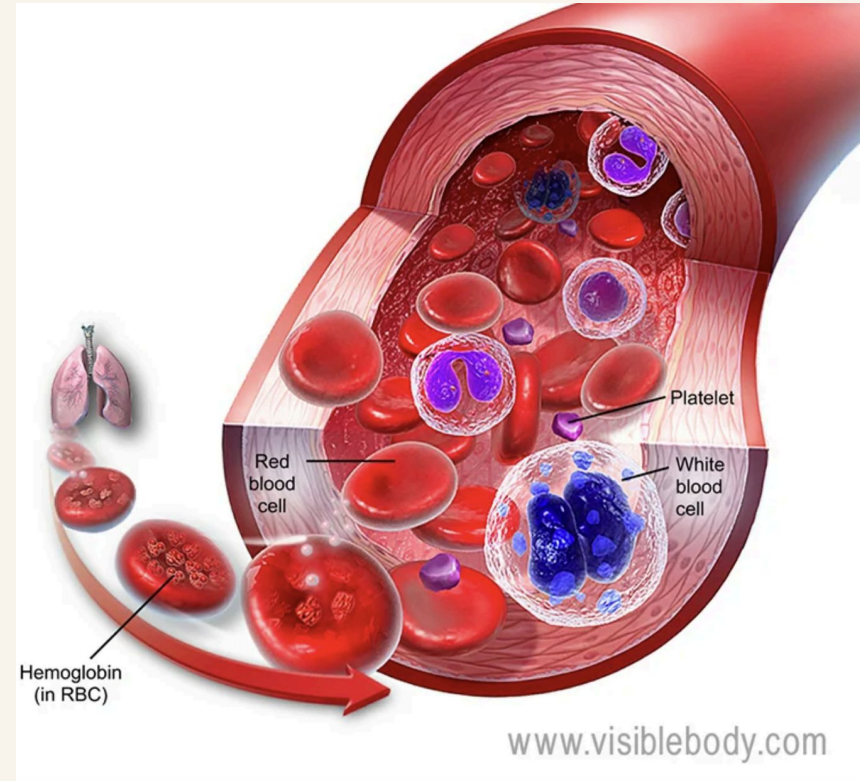
- **Eritrócitos e plaquetas:** na própria corrente sanguínea
- **Leucócitos:** majoritariamente nos tecidos



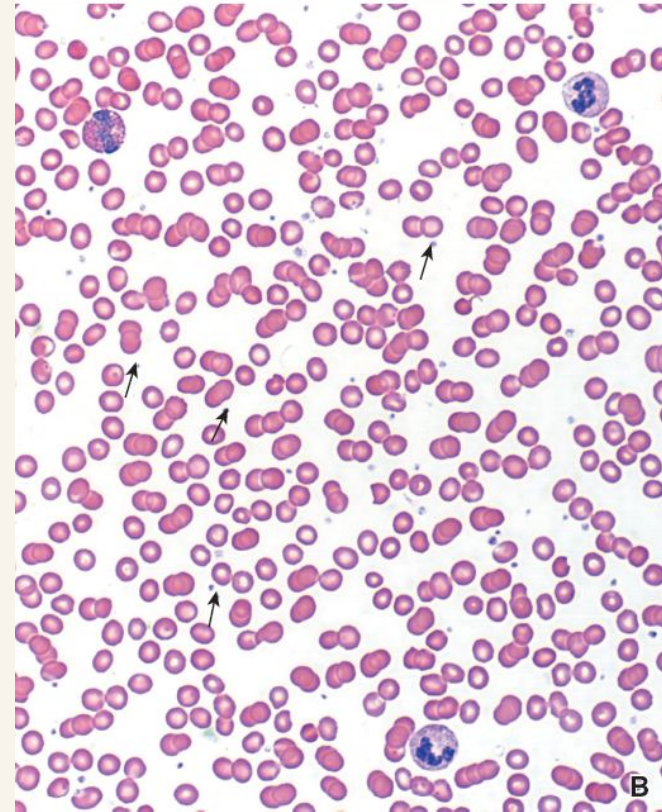
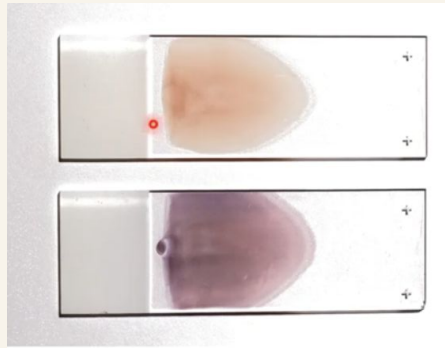
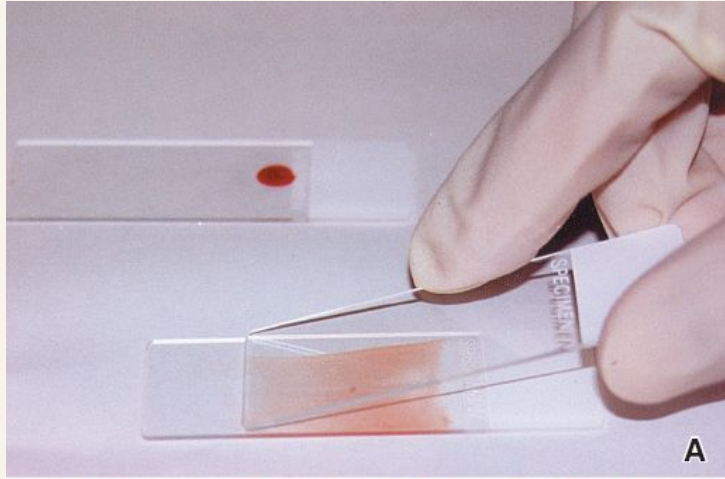
Elementos figurados do sangue:

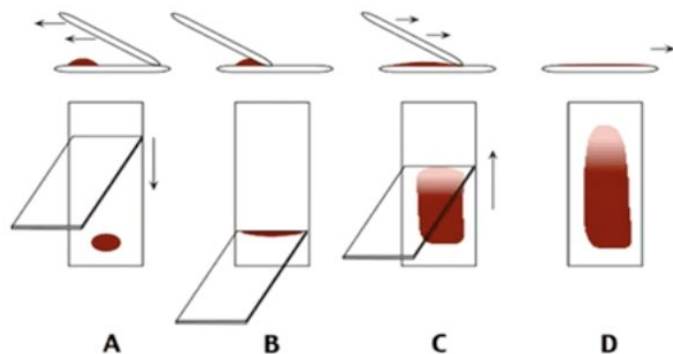
Em cada μL ou mm^3 (0,001 ml) de sangue periférico:

- Eritrócitos: 4-5 milhões/ mm^3
- Leucócitos: 6-10 mil/ mm^3
- Plaquetas ou trombócitos: 200-400 mil/ mm^3



Como avaliamos - esfregaço sanguíneo





Mistura tipo Romanowsky (Leishman, Wright e Giemsa)

Azul de metileno: basofilia

núcleos e grânulos específicos basófilos

Eosina: eosinofilia

citoplasma e grânulos específicos acidófilos ou eosinofílicos

Azul de metileno: azurofilia

grânulos inespecíficos azurófilos

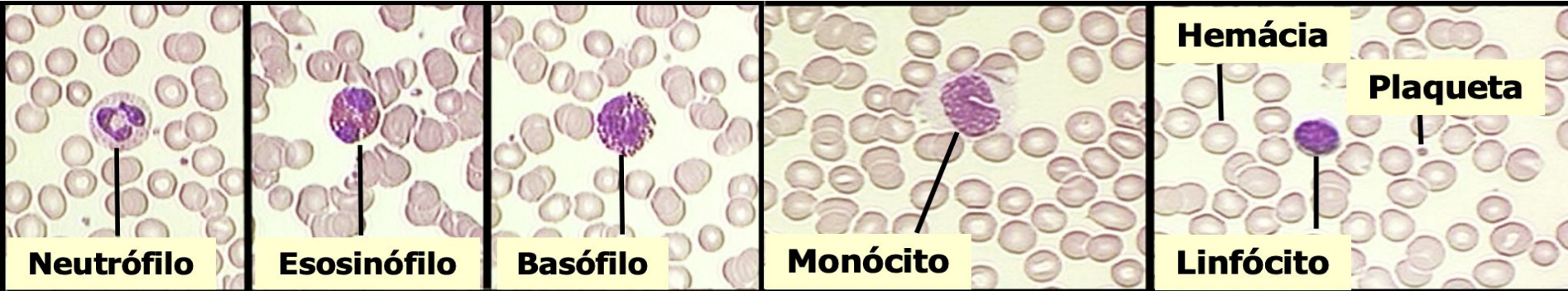
Esfregaço sanguíneo

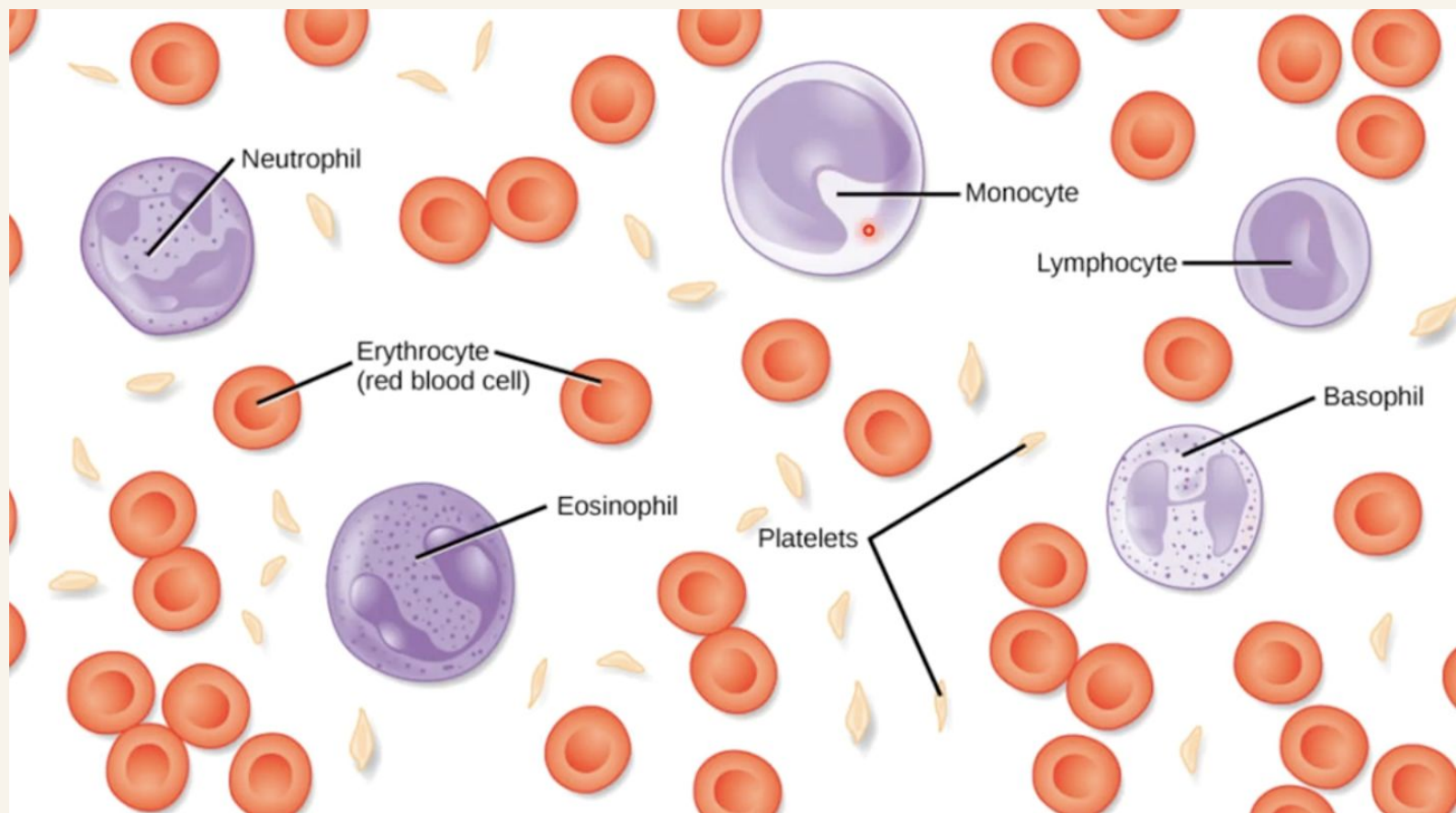
Coloração de Wright:

Composto contendo eosina (corante ácido) e azul de metileno oxidado e parcialmente demetilado (corante básico).

Estruturas ácidas (basofílicas) – azul arroxeadado *azurofílicas

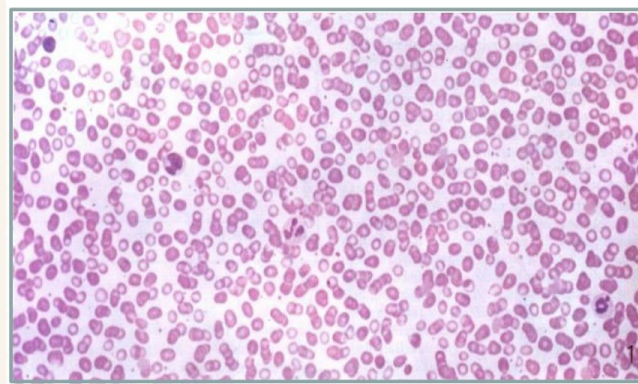
Estruturas básicas (acidófilas) – vermelho/alaranjado *eosinofílicas





Eritrócitos ou hemácias ou células vermelhas

- Células mais numerosas no sangue
- Tamanho $\sim 7\mu\text{m}$
- Vida média na circulação: 120 dias
- **Anucleadas**
- Sem organelas: citoesqueleto, hemoglobina e enzimas glicolíticas



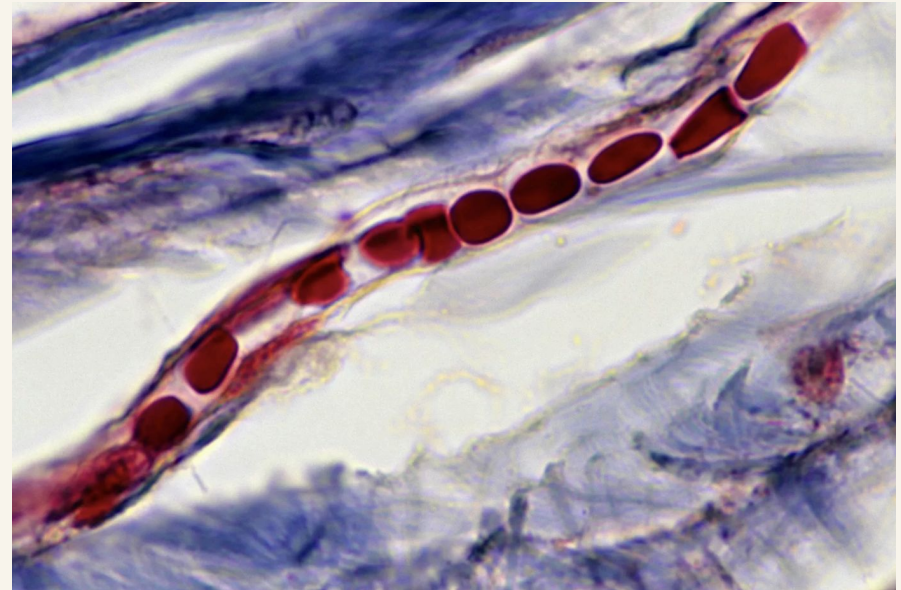
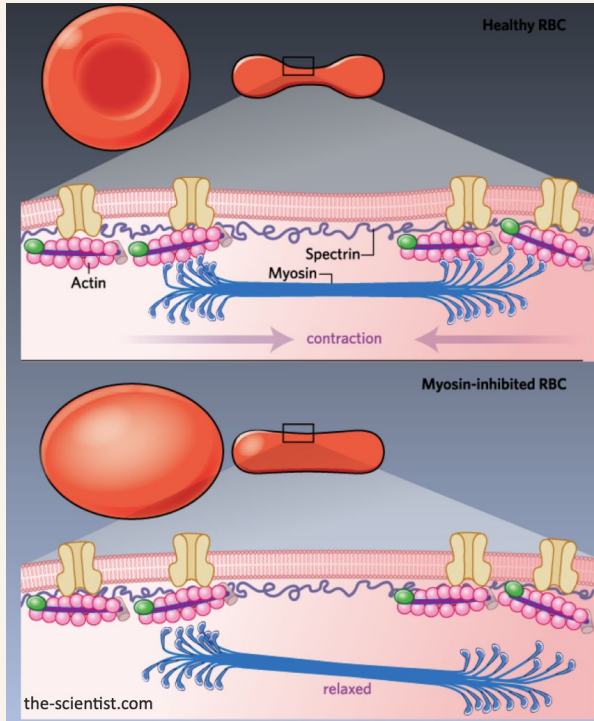
pequeno aumento



imersão

Eritrócitos

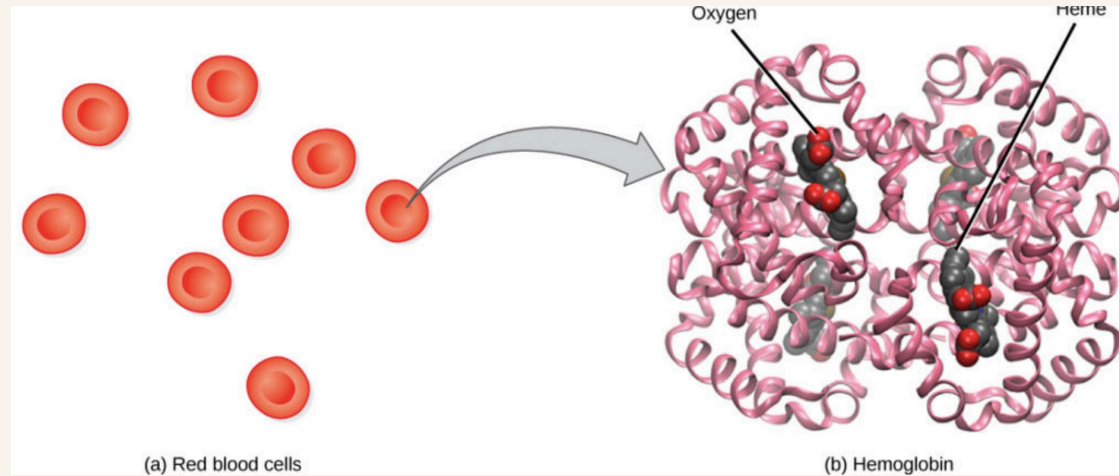
- Forma: disco bicôncavo
- Células elásticas, facilmente deformáveis



Espessura dos capilares permite a passagem dos eritrócitos somente em fila única

Eritrócitos - função

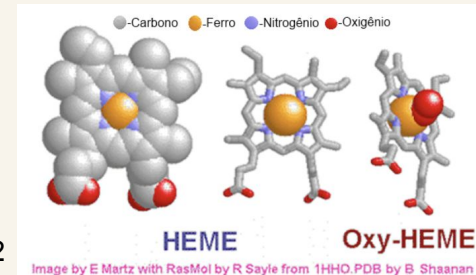
Transporte de oxigênio



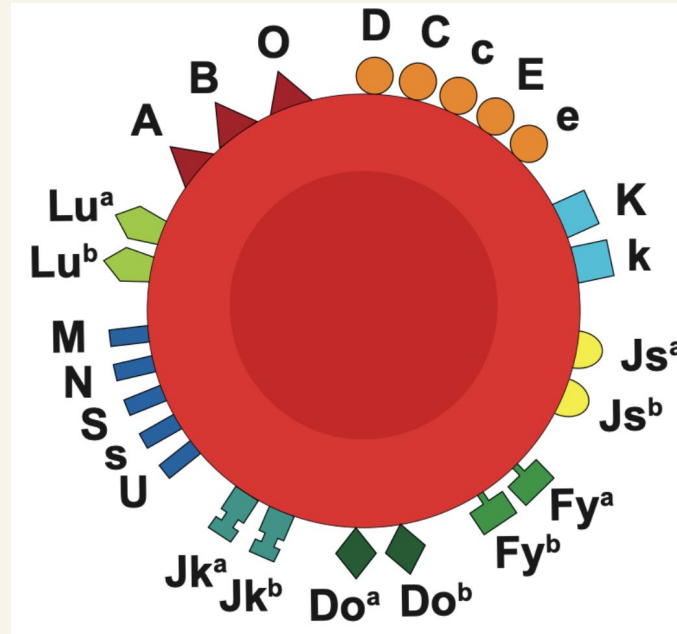
95% do conteúdo proteico da hemácia é **hemoglobina**

Heterodímero: 4 cadeias globlinas de interação não-covalente

Grupo heme: grupo prostético que contém Fe^{+2} , ligação reversível com O_2



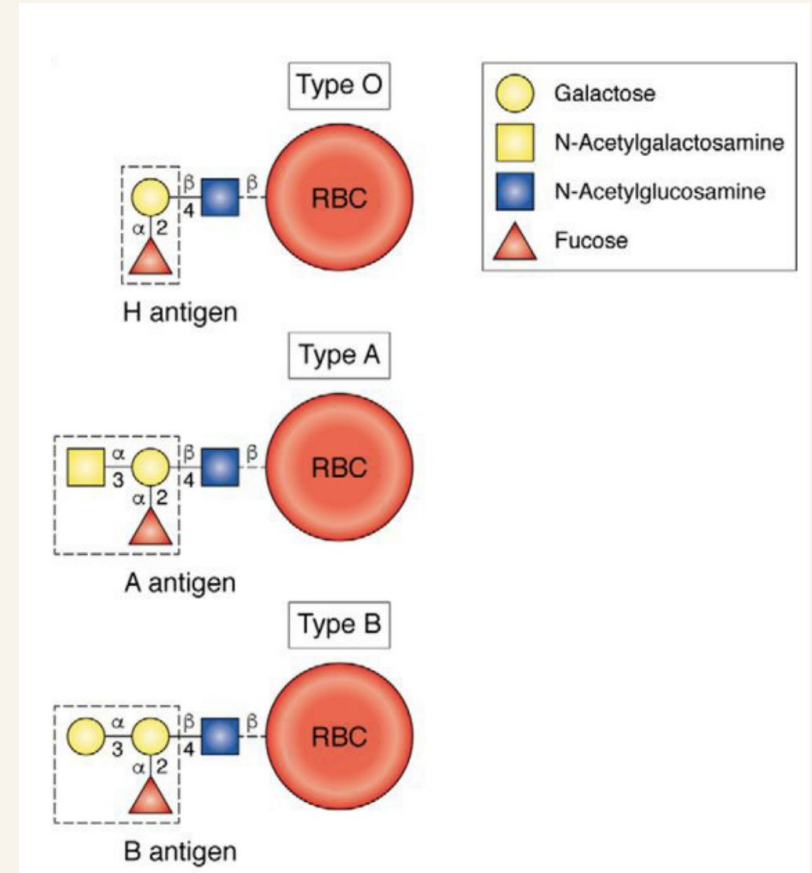
Eritrócitos: antígenos de superficie



43 grupos polimórficos - 343 antígenos

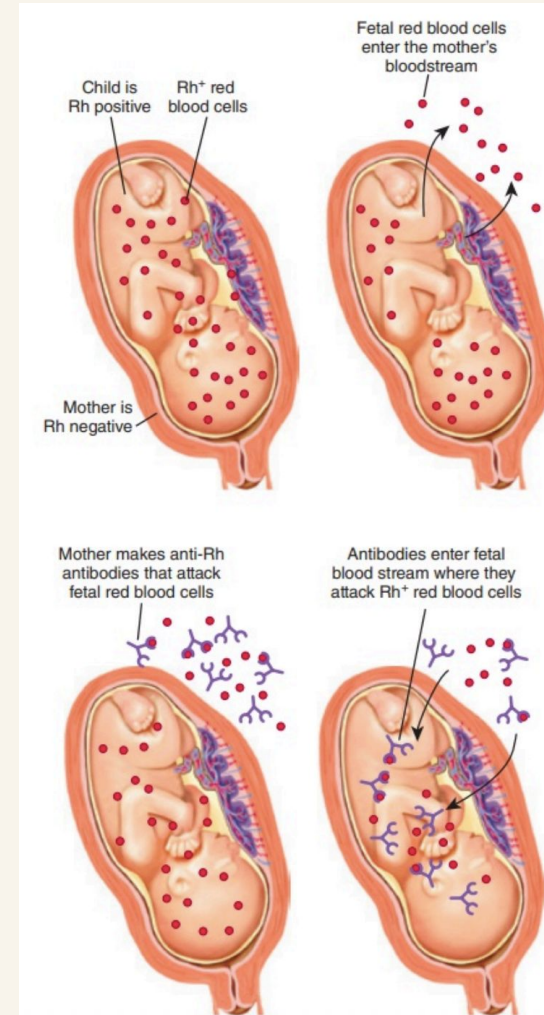
Incompatibilidade Sistema ABO: hemólise intravascular aguda

- Lise de eritrócitos :
 - liberação excessiva de hemoglobina
 - coagulação intravascular
- Falha renal aguda e choque
- Fatalidade: ~10%

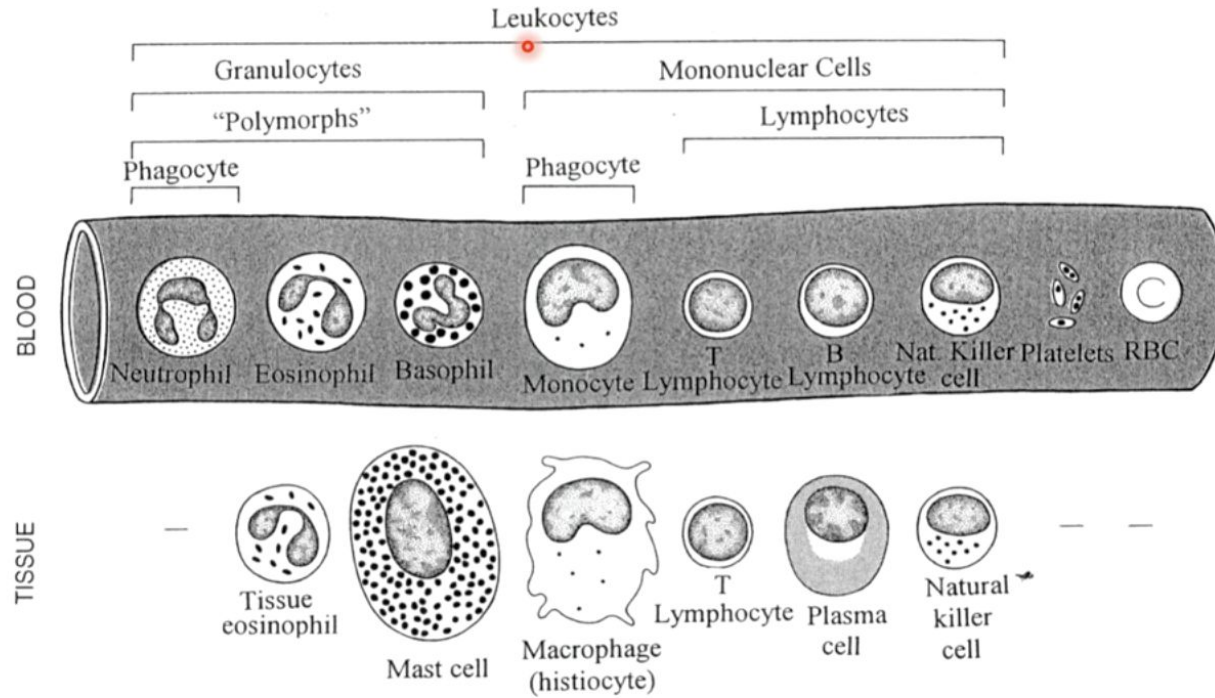


Incompatibilidade Rh: doença hemolítica do recém nascido (eritroblastose fetal)

- Transferência de Ig pela placenta
- Captura de eritrócitos por macrófagos no fígado e no rim do feto: hemólise Extravascular
- Consequências variáveis



Leucócitos



Leucócitos ou células brancas

Polimorfonucleares (granulócitos):

- Neutrófilos: 55-60%
- Eosinófilos: 2-5%
- Basófilos: 0-1%

Mononucleares (agranulócitos):

- Linfócitos: 30-35%
- Monócitos: 3-7%

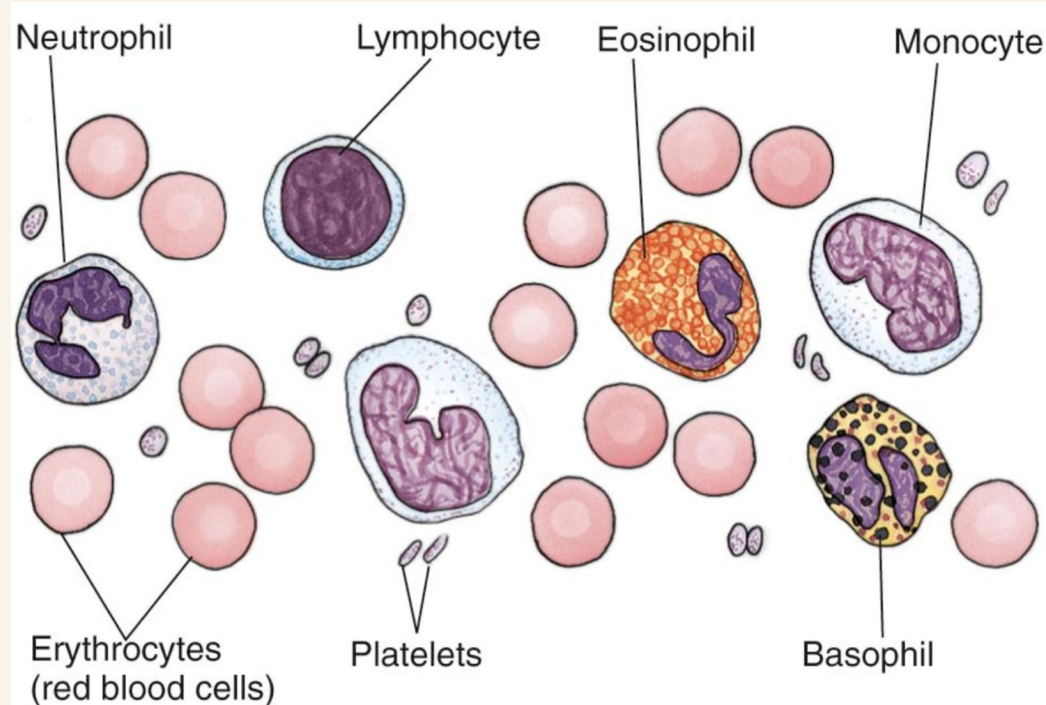


FIGURE 10.1 Formed elements of circulating blood. (From Gartner LP, Hiatt JL: *Color Textbook of Histology*, 3rd ed. Philadelphia, Saunders, 2007, p 220.)

Leucócitos - classificação pela presença de grânulos no citoplasma:

Granulócitos: grânulos específicos

Neutrófilos

Eosinófilos

Basófilos

**são também polimorfonucleares*



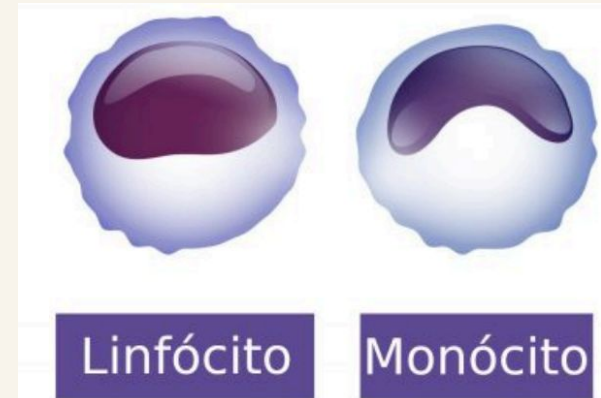
Agranulócitos: grânulos “ausentes”

Monócitos

Linfócitos

***são também mononucleares*

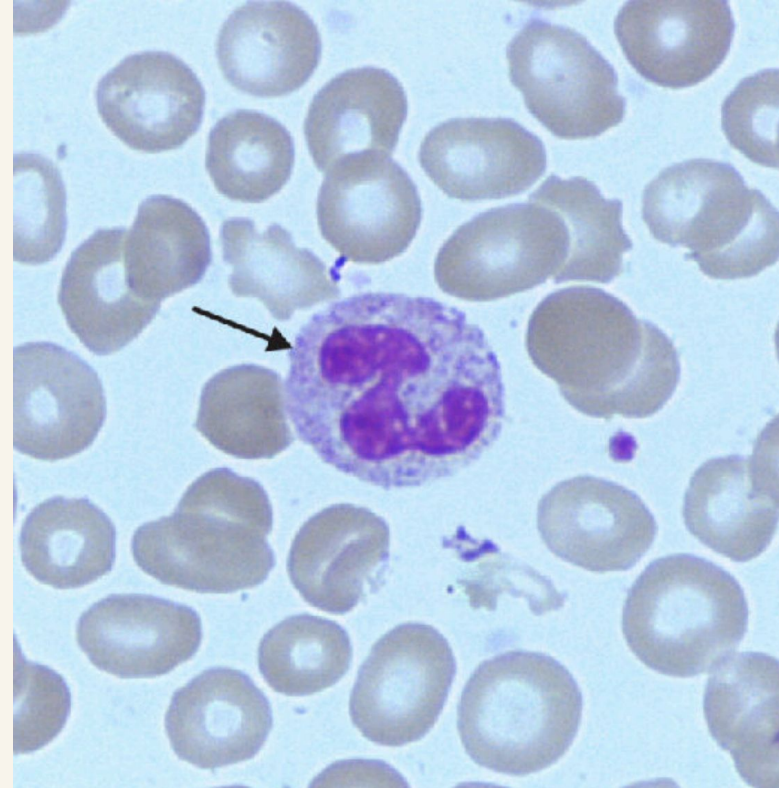
grânulos inespecíficos (lisossomos)



Granulócitos

Neutrófilos

- Leucócitos mais numerosos no sangue (55-60%)
 - Vida média na circulação poucas horas a 6 dias
- Características diferenciais:
- Tamanho: 2x o diâmetro da hemácia
 - Neutrófilo Maduro: Núcleo polilobulado (3-5 lobos)
 - intensamente basofílico
 - lobos unidos por filamentos finos
 - Granulações citoplasmáticas finas e azurofílicas



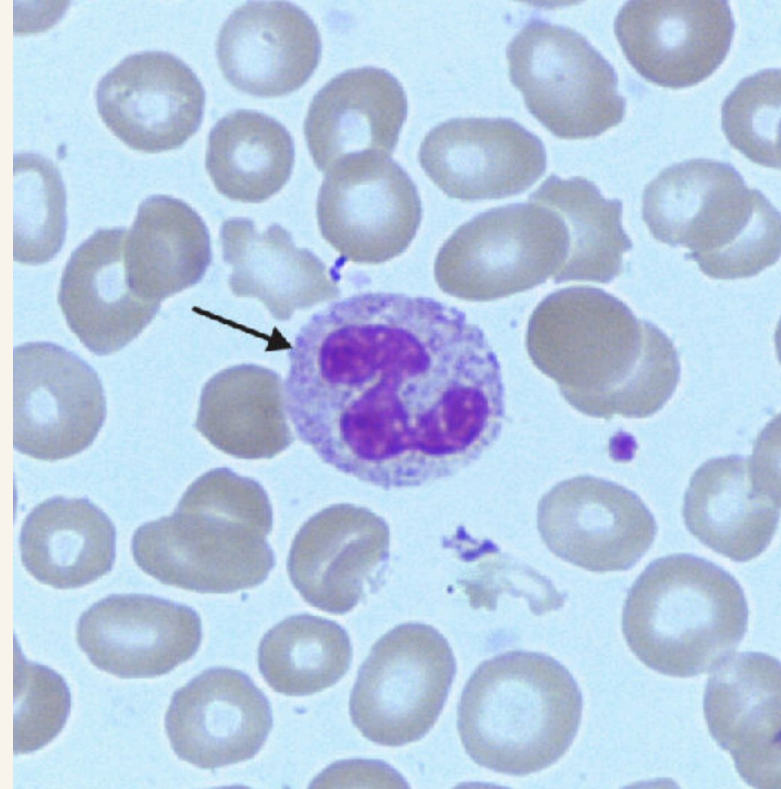
Neutrófilos - funções

- Primeira linha de defesa do organismo:

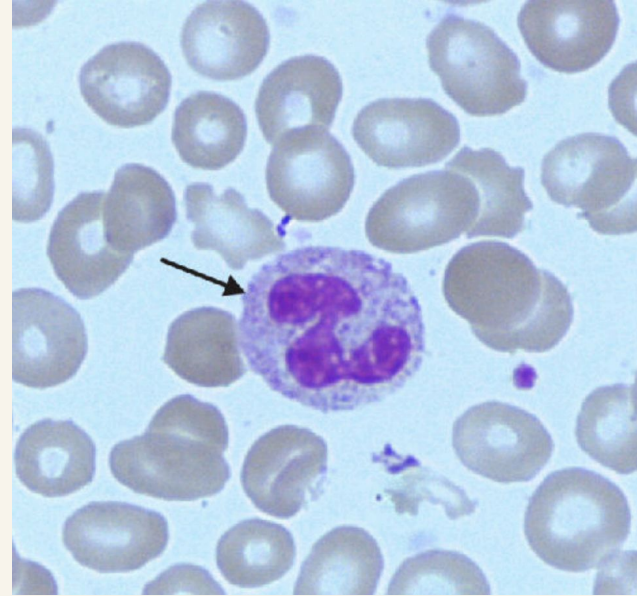
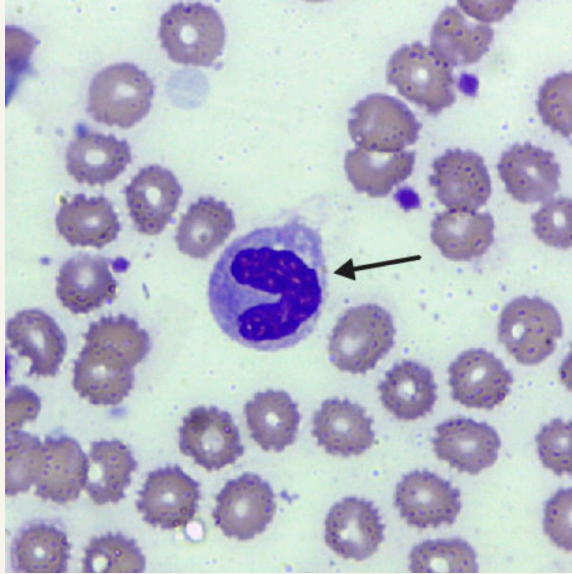
Fagocitose de bactérias, degranulação
(NETs + produtos dos grânulos)

Secreção de enzimas líticas e mediadores
anti-bacterianos: elastase e mieloperoxidase

Secreção de citocinas e leucotrienos:
reforço da inflamação



Neutrófilos



Neutrófilos

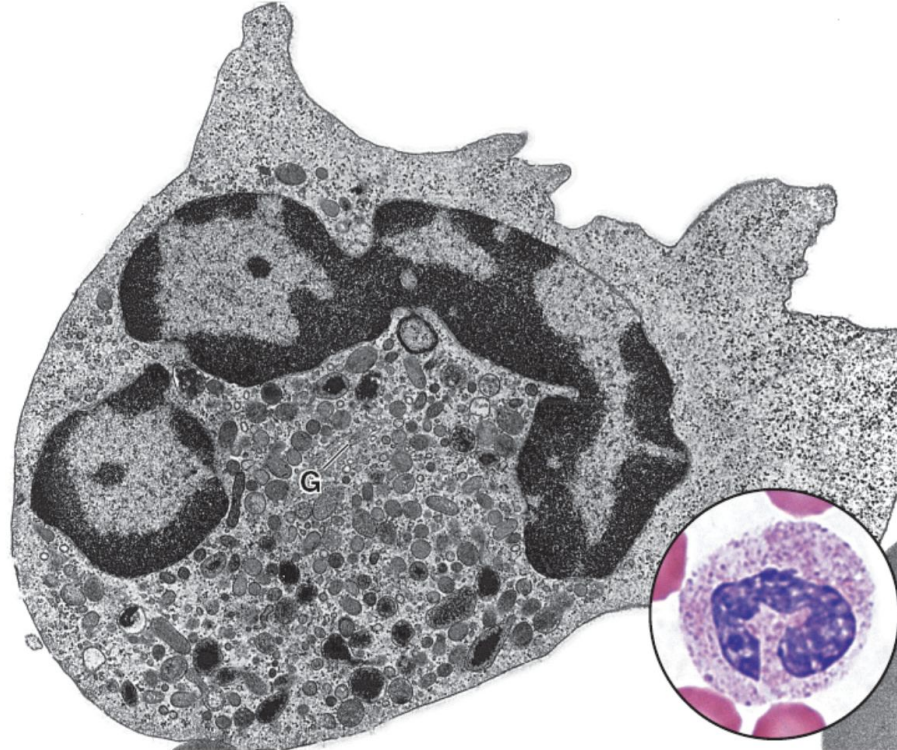


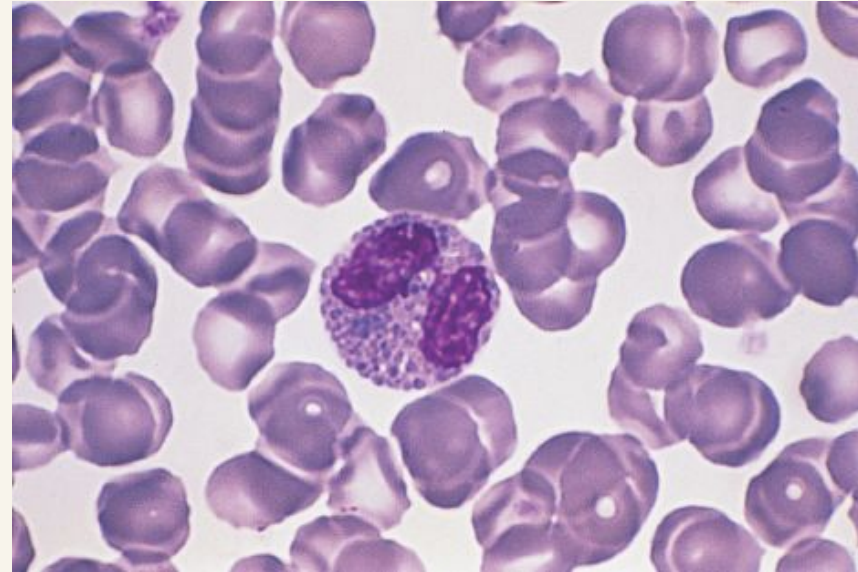
Figura 10.8 Eletromicrografia de um neutrófilo maduro humano. O núcleo mostra a configuração multilobulada típica com a heterocromatina distribuída na periferia e a eucromatina localizada mais centralmente no núcleo. Observa-se um pequeno complexo de Golgi (G); outras organelas são esparsas. A aparência pontilhada do citoplasma adjacente à face convexa do perfil nuclear é produzida por partículas de glicogênio. Numerosos grânulos estão localizados adjacentes à face côncava do perfil nuclear. Os grânulos específicos são menos densos e mais arredondados que os grânulos azurófilos. Estes últimos são encontrados em menor número e são extremamente elétron-densos. 22.000 $\times$. (Cortesia da Dra. Dorothea Zucker-Franklin.) Para comparação, o *detalhe* mostra um neutrófilo de um esfregaço sanguíneo examinado ao microscópio óptico. 1.800 $\times$.

Eosinófilos

- 1-3% das células do sangue
- Vida média na circulação: menos de 2 semanas

Características diferenciais:

- Tamanho: 2x o diâmetro da hemácia
- Núcleo bilobulado
- Granulações citoplasmáticas específicos eosinofílicos (mediadores lipídicos)
- Grânulos azurófilos

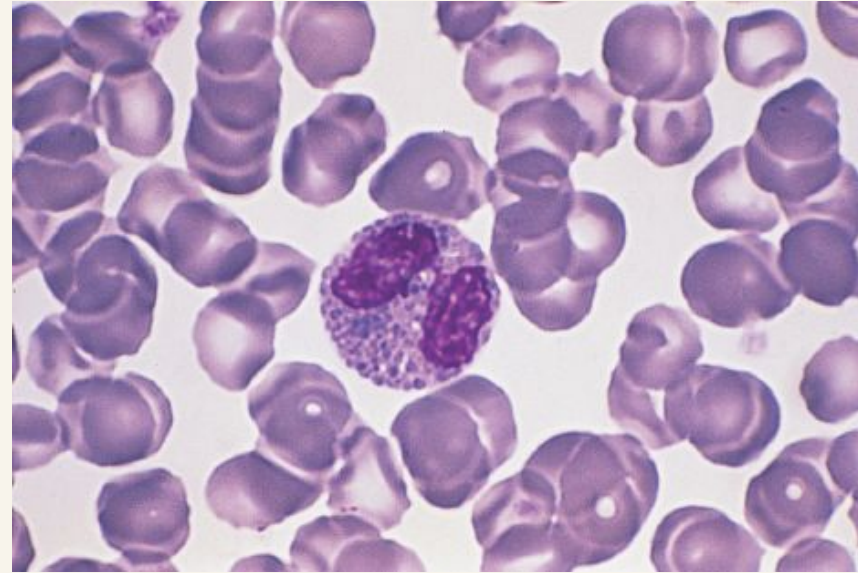


Eosinófilos - funções

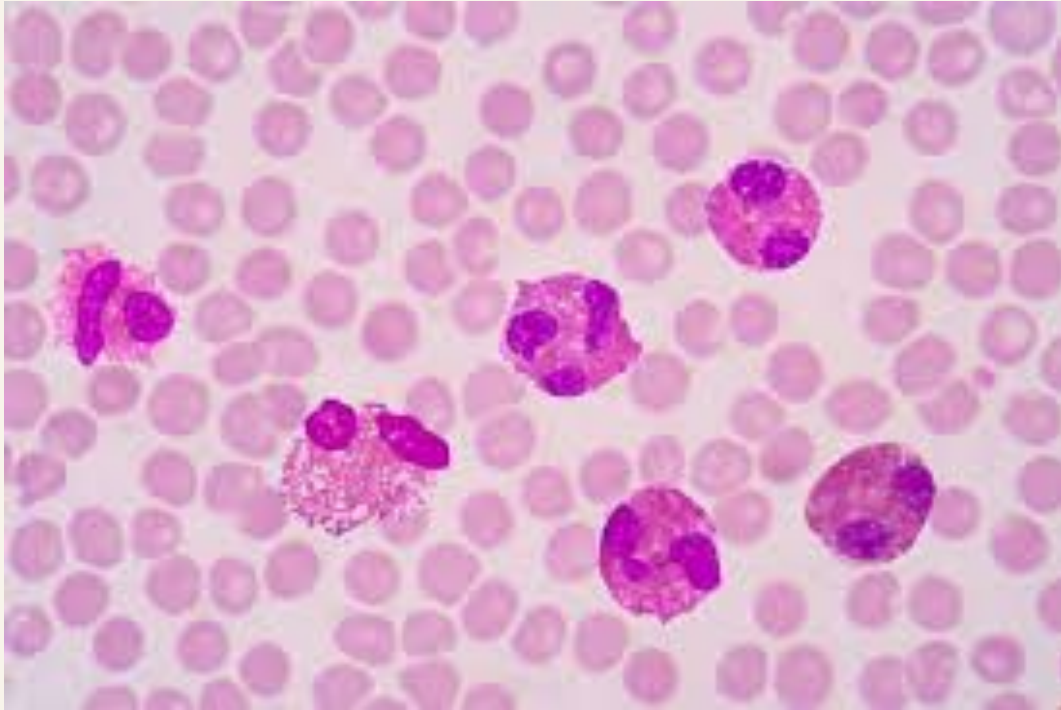
Fagocitose de complexos antígeno + anticorpo
(alérgeno + IgE)

Modulação da resposta inflamatória
(mediadores lipídicos)

Destruição de parasitas



Eosinófilos



Eosinófilos

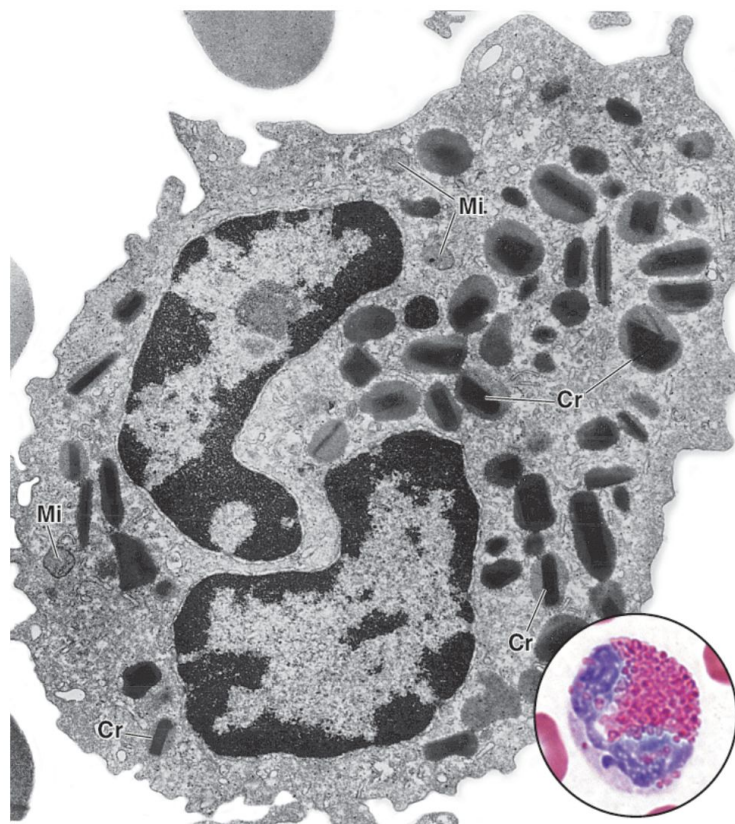
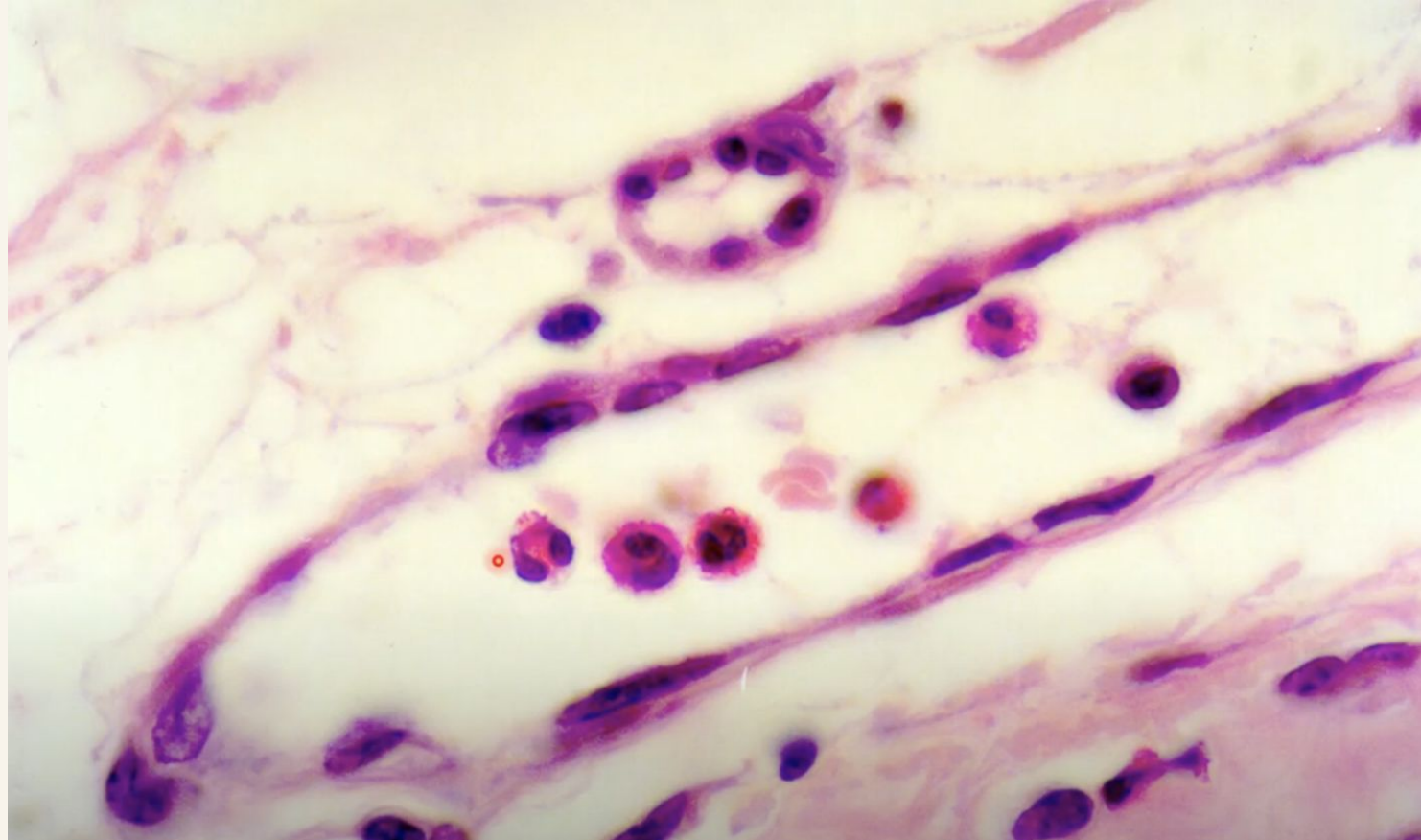


Figura 10.12 Eletromicrografia de um eosinófilo humano. O núcleo é bilobulado, mas o segmento de conexão não foi incluído no plano de corte. Os grânulos são menores que aqueles dos basófilos, e contêm um corpúsculo cristalino (Cr) que se distingue da matriz menos elétron-densa do grânulo. Mi, mitocôndria. 26.000×. (Cortesia da Dra. Dorothea Zucker-Franklin.) **Detalhe.** Imagem ao microscópio óptico de um eosinófilo de um esfregaço sanguíneo. 1.800×.

Eosinófilo no tecido

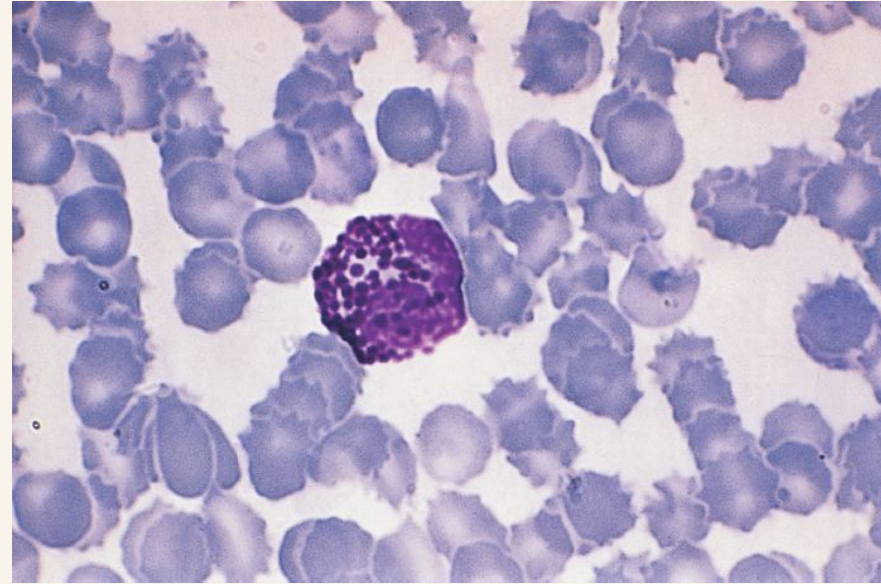


Basófilos

- 0-2% das células do sangue
- Vida média na circulação: 1 a 2 anos (roedores)

Características diferenciais:

- Núcleo: bastão retorcido
- Granulações citoplasmáticas específicos basofílicas (histamina)
- Grânulos azurófilos (lisossomos)



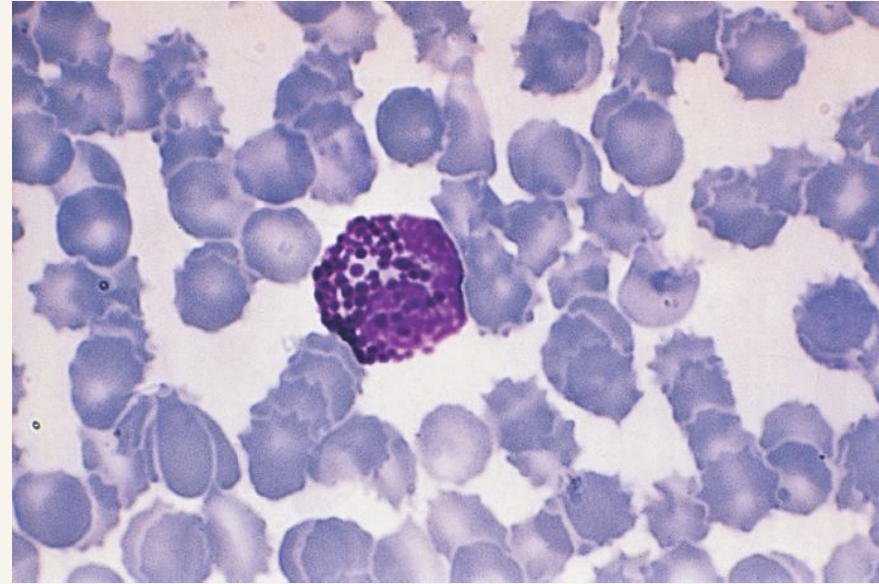
Basófilos - funções

Receptores de IgE na membrana

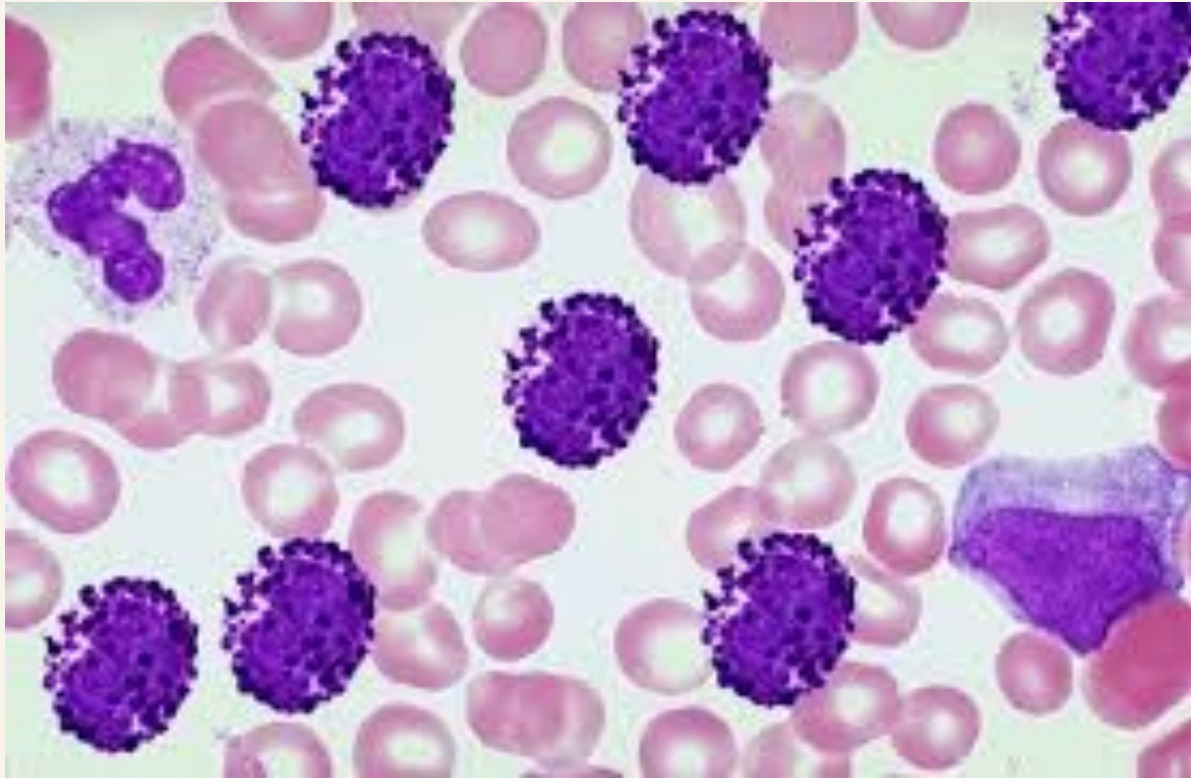
Antígeno + IgE: exocitose dos grânulos

Histamina: vasodilatação e aumento da permeabilidade vascular

Ativação e migração de leucócitos:
mediadores lipídicos da inflamação



Basófilos



Basófilos

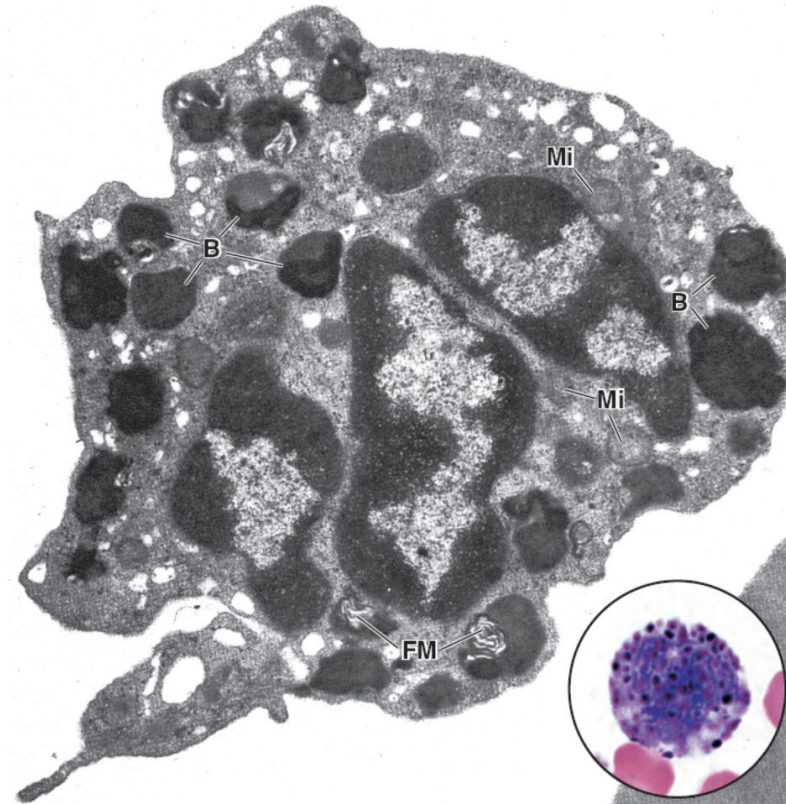


Figura 10.13 Eletromicrografia de um basófilo humano. O núcleo aparece como três estruturas separadas, uma vez que os filamentos de conexão entre os lobos não estão no plano de corte. Os grânulos dos basófilos (B) são muito grandes e exibem formato irregular. Alguns grânulos revelam figuras de mielina (FM). Mi, mitocôndria. 26.000×. (Cortesia da Dra. Dorothea Zucker-Franklin.) **Detalhe.** Aspecto de um basófilo de esfregaço sanguíneo à microscopia óptica. 1.800×.

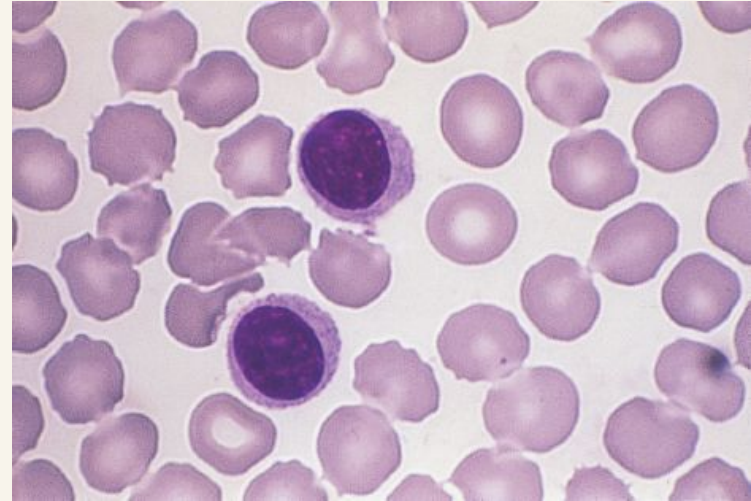
Agranulócitos

Linfócitos

- 18-42% das células do sangue
- Vida média na circulação: meses a anos

Características diferenciais:

- Núcleo: esférico
- Citoplasma: escasso



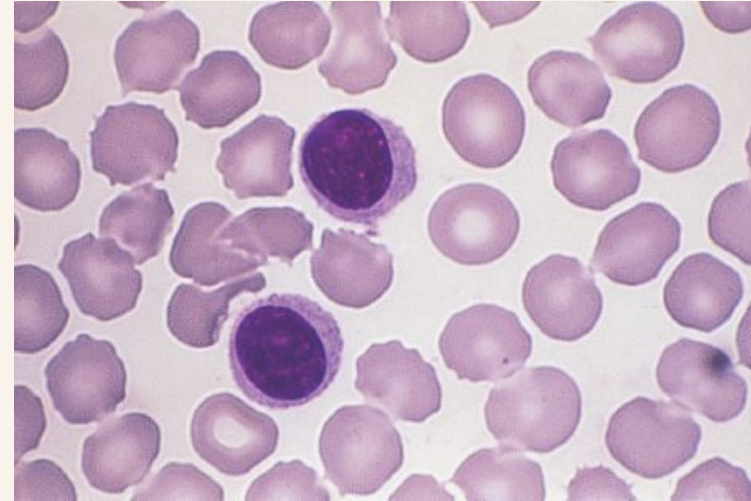
Linfócitos - funções

Células imunocompetentes

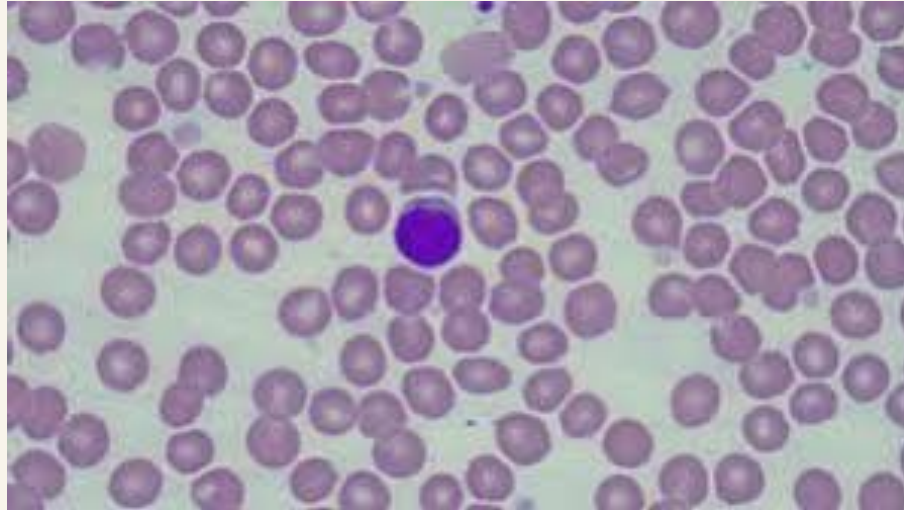
Linfócitos T CD4 (auxiliares)

Linfócitos T CD8 (citotóxicos)

Linfócitos B (produção de anticorpos)



Linfócitos



Linfócitos

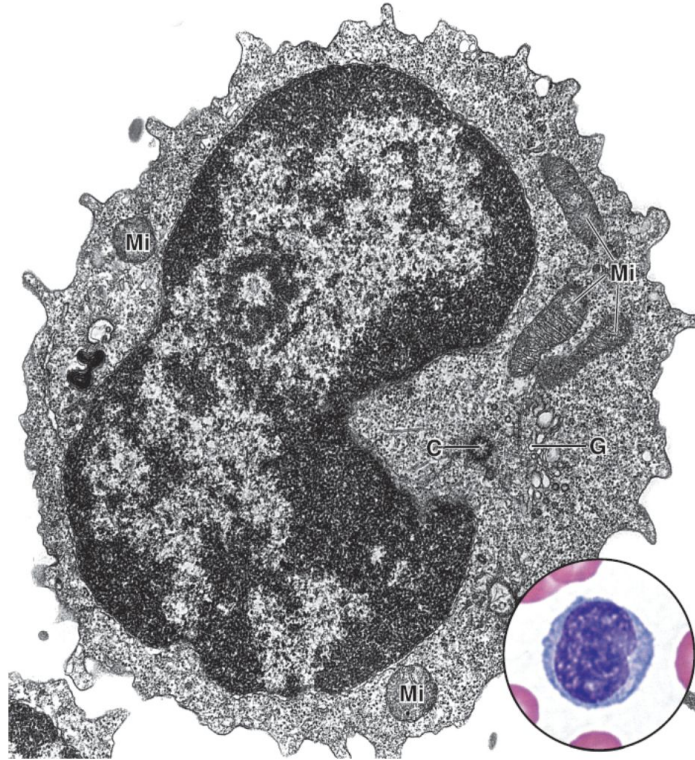


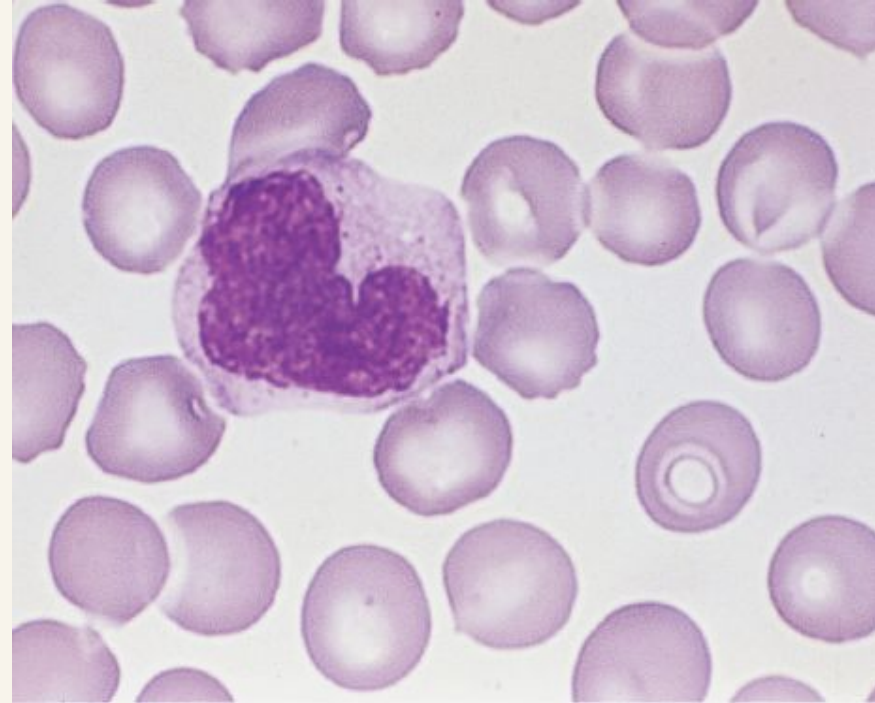
Figura 10.14 Eletromicrografia de linfócito de tamanho médio. O aspecto puntiforme do citoplasma é produzido pela existência de numerosos ribossomos livres. Várias mitocôndrias (*Mi*) são evidentes. O centro da célula ou região da centrosfera (a área de endentação nuclear) também mostra um pequeno complexo de Golgi (*G*) e um centríolo (*C*). 26.000 $\times$. (Cortesia da Dra. Dorothea Zucker-Franklin.) **Detalhe.** Estrutura de um linfócito de tamanho médio de um esfregaço sanguíneo ao microscópio óptico. 1.800 $\times$.

Monócitos

- 2-11% das células do sangue
- Vida média na circulação: poucos dias

Características diferenciais:

- Núcleo: riniforme
- Citoplasma: grânulos azurófilos
- Precursor dos macrófagos



Monócitos - funções

- Diferenciar em macrófagos

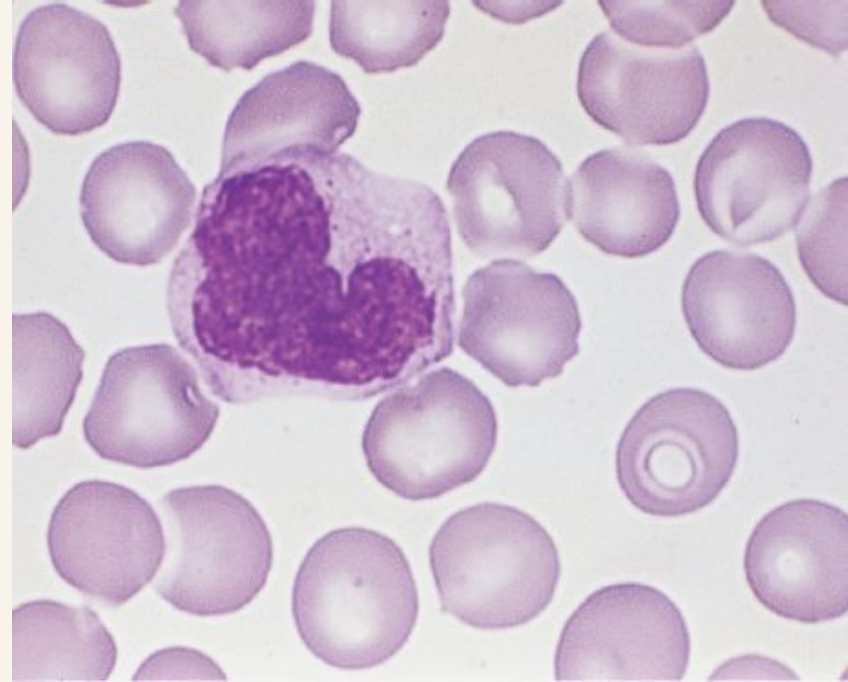
Fagocitose de células mortas e senescentes

Fagocitose e destruição de invasores do organismo (ex:bactérias)

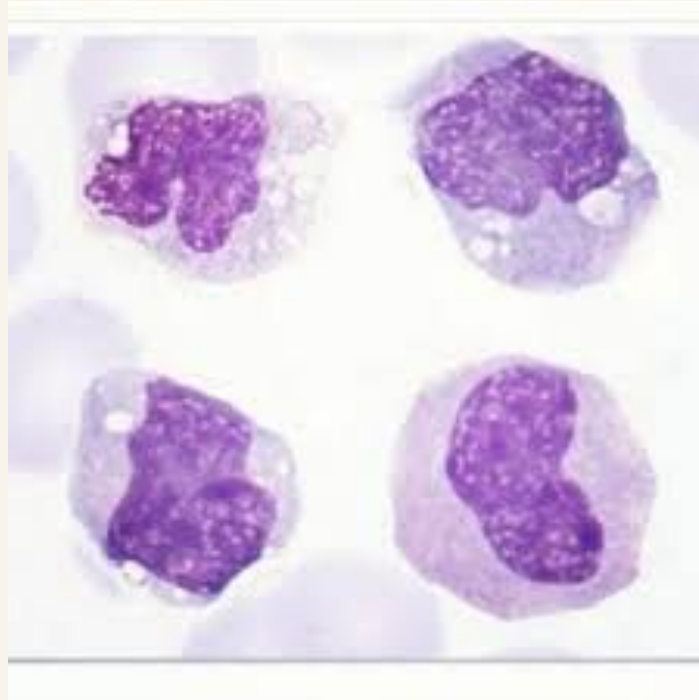
Secreção de citocinas - ativação da inflamação

Células apresentadoras de antígenos (MHCII)

Formam células gigantes tipo corpo estranho



Monócitos



Monócitos



Figura 10.15 Eletromicrografia de monócito maduro humano. O núcleo está acentuadamente endentado. Adjacentes ao local da endentação, há um centríolo (C) e vários perfis de Golgi (G), ambos evidentes. Os pequenos grânulos escuros consistem em grânulos azurófilos, os lisossomos (L) da célula. Os perfis ligeiramente maiores e menos densos são de mitocôndrias (Mi). 22.000 $\times$. (Cortesia da Dra. Dorothea Zucker- Franklin.) **Detalhe.** Aspecto de um monócito em um esfregaço sanguíneo ao microscópio óptico. 1.800 $\times$.

Plaquetas

Plaquetas

Fragmentos de células

Vida média na circulação: 7-10 dias

Morfologia: forma de disco

Características funcionais:

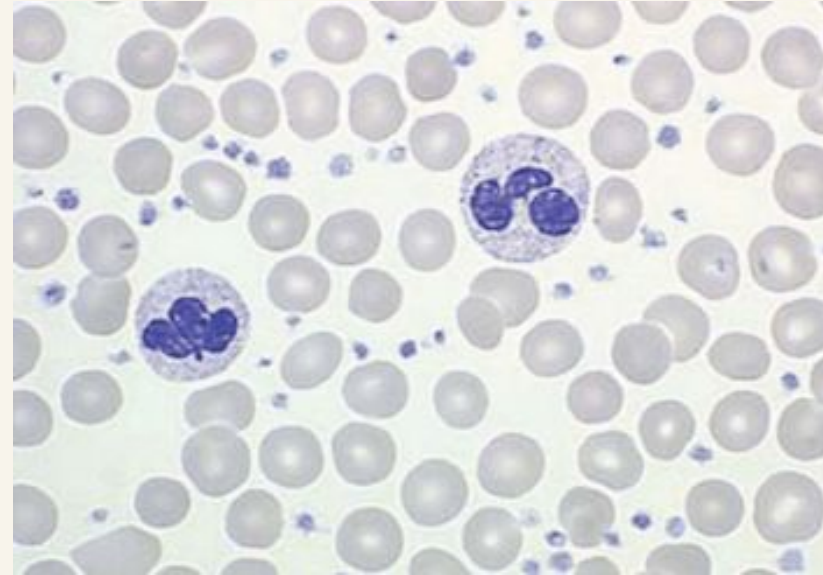
Glicocálice espesso com numerosos receptores e grande capacidade de adesão e agregação

Funções:

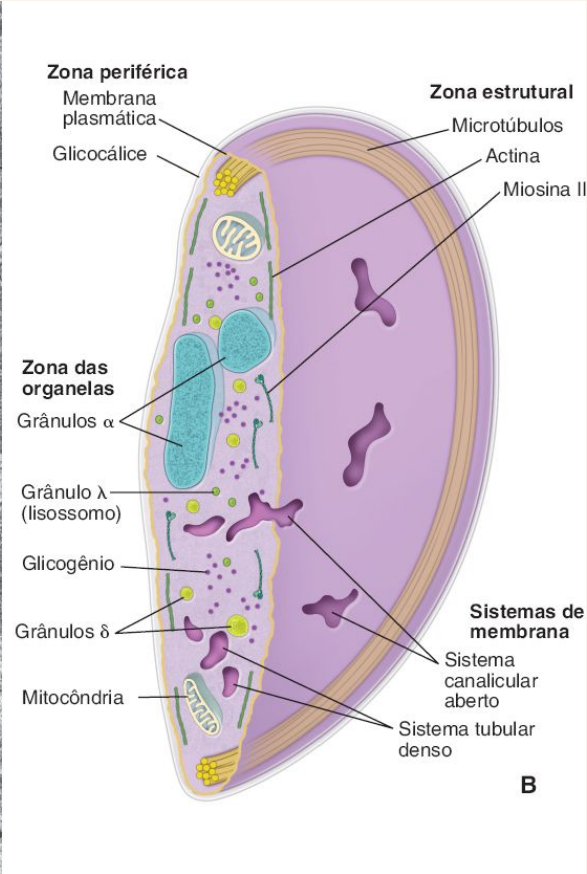
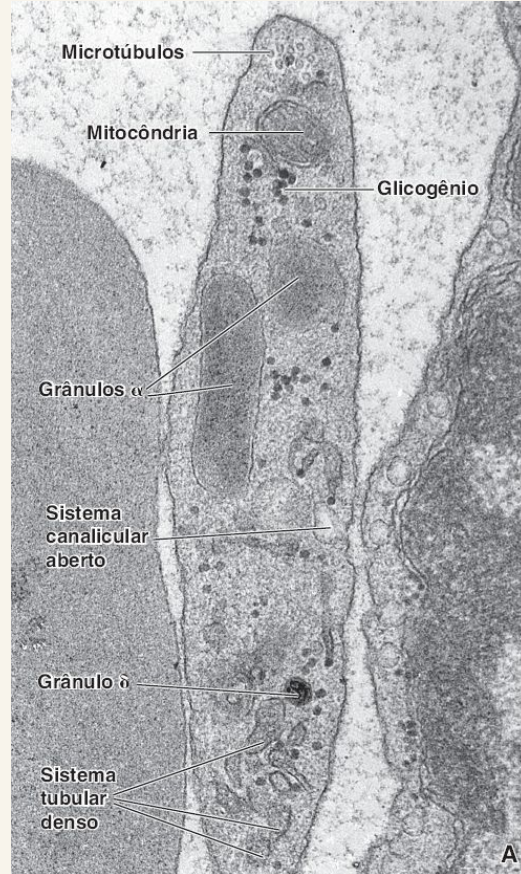
Hemostasia

Coagulação sanguínea

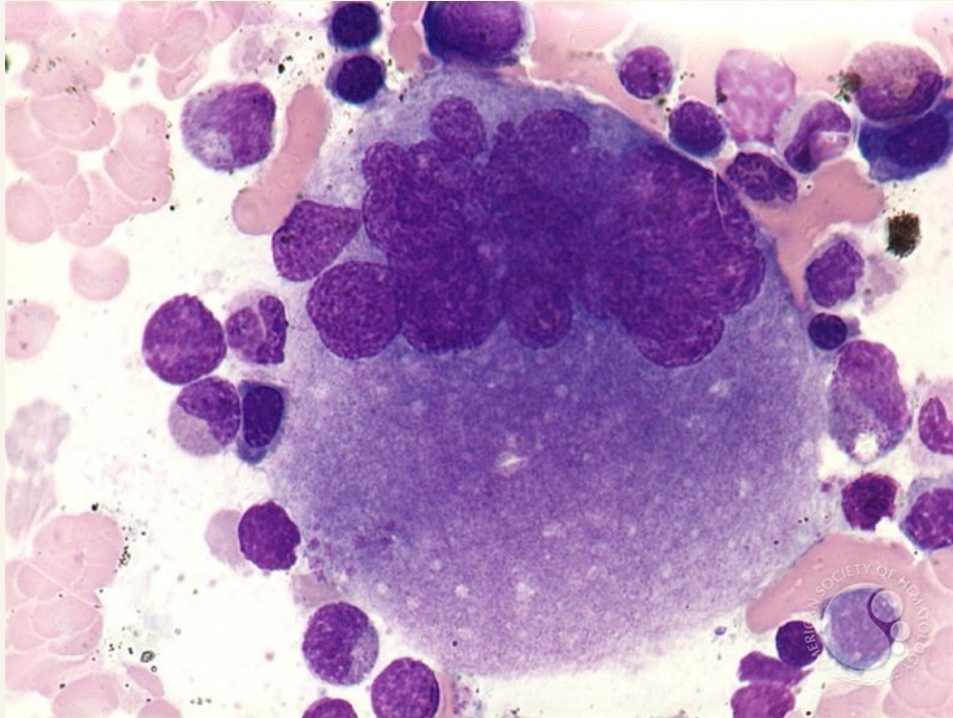
Reparo tecidual (liberação de fatores de crescimento)



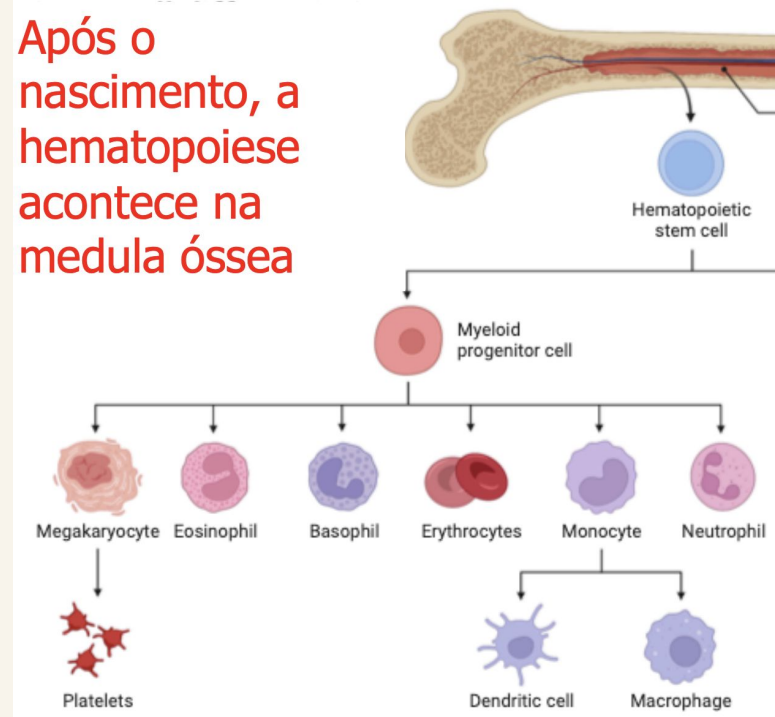
Plaquetas



Plaquetas - fragmentos de megacariócito



Após o nascimento, a hematopoiese acontece na medula óssea

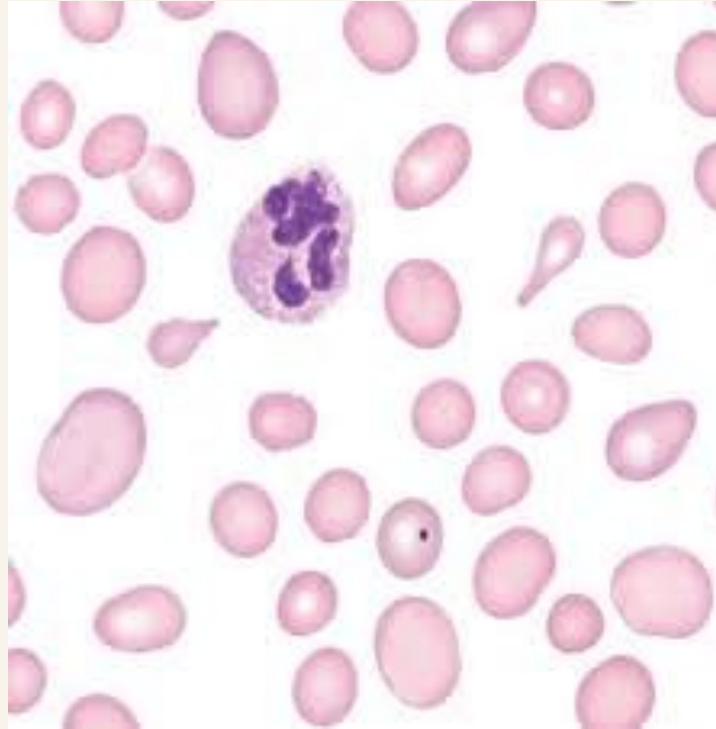


Anemia ferropriva (deficiência de ferro)



hemácias microcíticas (pequenas) e hipocrômicas (pálidas)

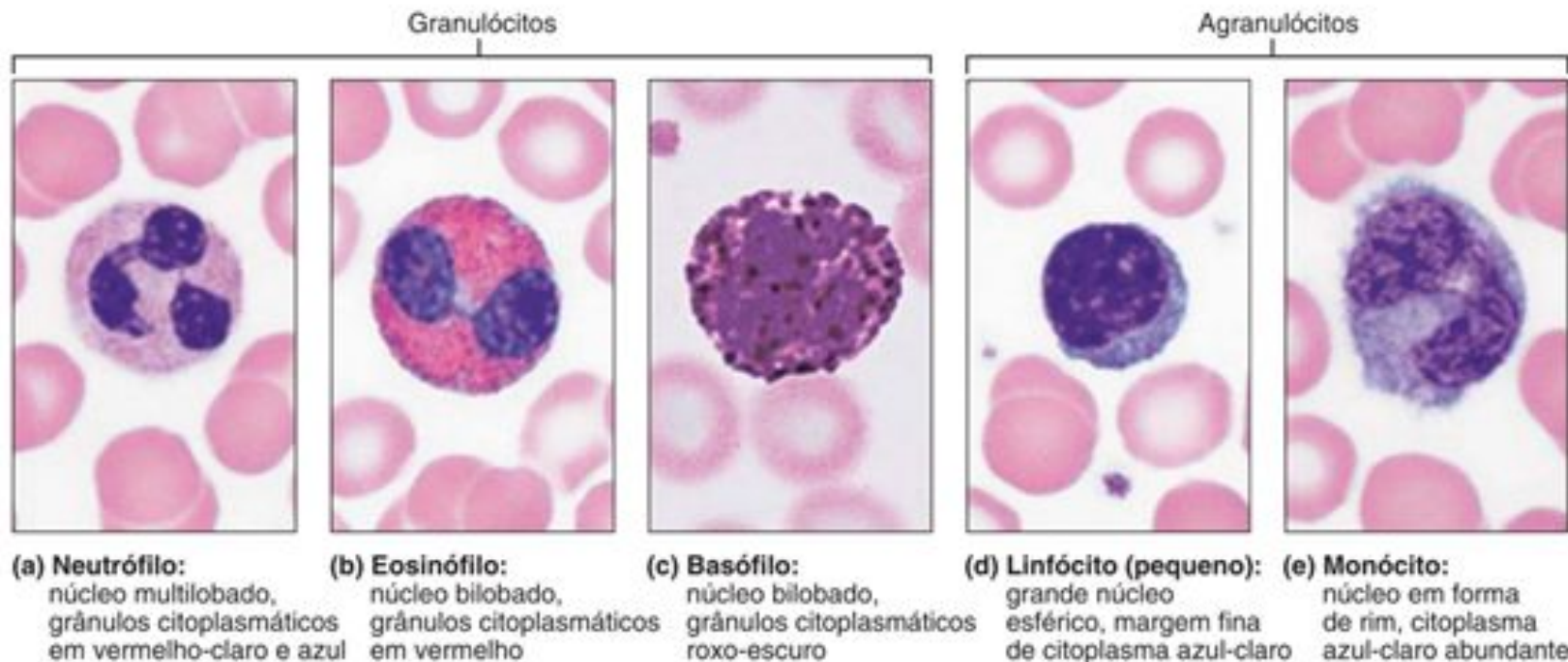
Anemia megaloblástica (deficiência de vitamina B12 ou ácido fólico)



hemácias macrocíticas (grandes), núcleo imaturo na medula

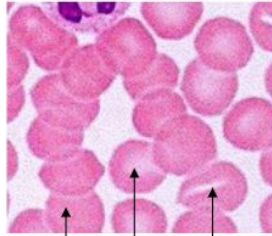
RESUMO

Células sanguíneas - resumo

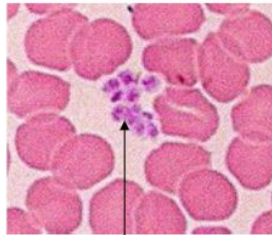


Células sanguíneas - resumo

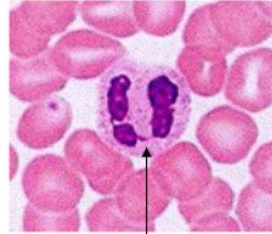
As principais células
sanguíneas maduras:



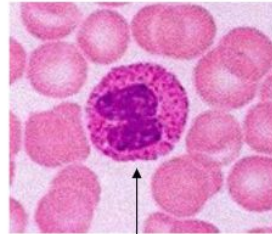
hemácias



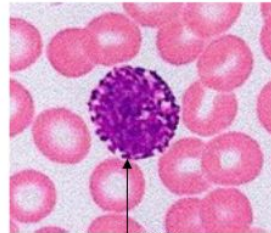
plaquetas



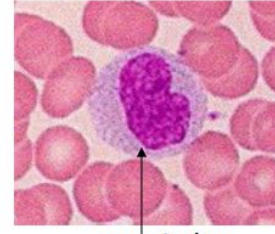
neutrófilo



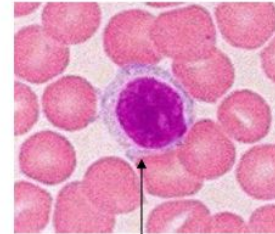
eosinófilo



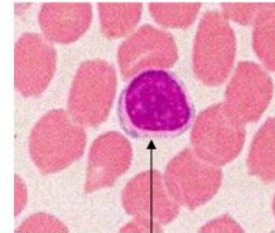
basófilo



monócito



linfócito (grande)



linfócito (pequeno)

Roteiro de aula prática:

Objetivo: reconhecer as células do sangue periférico

- Hemácias
- Plaquetas
- Neutrófilos
- Monócitos
- Linfócitos
- Eosinófilos
- Basófilos (?)

Estudo dirigido:

1. Quais as principais proteínas plasmáticas e quais são suas funções?
2. Qual o nome do processo de origem das células sanguíneas?
3. Cite as principais características da estrutura dos eritrócitos e qual a principal função destas células
4. A incompatibilidade dos antígenos dos eritrócitos (seja para uma transfusão ou entre mãe e feto) pode causar uma série de problemas. Cite as duas principais doenças relacionadas a esta incompatibilidade
5. Podemos dividir os leucócitos em granulócitos e agranulócitos. Quais são os granulócitos e os agranulócitos?
6. Quais os dois tipos de leucócitos mais presentes no sangue?
7. Qual a função de cada um dos leucócitos:
 - Neutrófilos; • Eosinófilos; • Basófilos; • Monócitos(Macrófagos); • Linfócitos(T e B)