



**UFPEL**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA  
DISCIPLINA DE HISTOLOGIA

## Sistema Imunitário

### Introdução e Visão Geral do Sistema Imunológico

O sistema imunitário representa um conjunto complexo e altamente especializado de células, tecidos e órgãos que trabalham de forma coordenada para proteger o organismo contra agentes agressores. Sua função principal consiste na identificação e inativação de elementos potencialmente nocivos, sejam eles de origem endógena ou exógena.

- **Imunidade inata ou inespecífica:** constitui a linha de defesa imediata do organismo e não necessita de exposição prévia ao agente agressor para ser ativada.
- **Imunidade adquirida ou específica:** se desenvolve após a exposição a um patógeno infeccioso e cria uma memória imunológica que permite respostas mais rápidas e eficientes em exposições subsequentes.

A imunidade adquirida subdivide-se em dois componentes essenciais:

- **A imunidade humoral (linfócitos B):** caracteriza-se pela produção de anticorpos que se ligam aos antígenos presentes na superfície de células infectadas ou em toxinas circulantes, facilitando sua neutralização por outras células do sistema imune.
- **A imunidade celular (linfócitos T):** envolve a captação direta do patógeno por células fagocíticas, bem como a destruição de células infectadas.

### As Linhas de Defesa do Organismo

- Primeira linha: Barreira física do epitélio (pele e mucosas)
- Segunda linha: Muco, pH e enzimas das mucosas
- Terceira linha: Sistema imune propriamente dito

### Antígenos e Anticorpos

Os antígenos são moléculas, geralmente proteínas ou polissacarídeos, capazes de estimular os plasmócitos (linfócitos B diferenciados) a produzirem anticorpos específicos. Os anticorpos, também chamados de imunoglobulinas, são proteínas altamente especializadas que se ligam aos antígenos de forma precisa, como uma chave em sua fechadura.

## Complexo Principal de Histocompatibilidade e Autoimunidade

Consiste em um conjunto de moléculas presentes na superfície das células que funcionam como marcadores de identidade celular. Estas moléculas são fundamentais para que o sistema imune diferencie células próprias de células estranhas, permitindo o reconhecimento e a eliminação seletiva de células infectadas ou anormais.

- Doenças autoimunes: Podem se desenvolver quando ocorre uma falha neste sistema de reconhecimento, onde o sistema imunológico ataca erroneamente células e tecidos saudáveis do próprio corpo.

## As Células do Sistema Imune

### Linfócitos Natural Killer (NK)

- Não passam por um processo de maturação no timo.
- Sua função principal é combater células anormais (sem MHC classe I).

### Linfócitos T

- Constituem a população mais abundante de linfócitos.
- Completam sua maturação no timo.

Subpopulações de linfócitos T:

- T helper (Th): auxiliam outros linfócitos T e B através da secreção de citocinas e do contato direto célula-célula.
- T citotóxico (Tc): atacam células tumorais e infectadas por vírus
- T supressor (Ts): modulam a resposta dos linfócitos B

### Linfócitos B

Os linfócitos B são as células responsáveis pela imunidade humoral e pela produção de anticorpos. Quando ativados pela presença de um antígeno específico, os linfócitos B aumentam de tamanho e transformam-se em **linfoblastos B**. Diferenciam-se em:

- **Plasmócitos:** produzem anticorpos (imunoglobulinas: IgA, IgG, IgM, IgD, IgE)
- **Linfócitos B de memória:** garantem resposta rápida em exposições futuras

## Células Apresentadoras de Antígeno (CAA)

São células especializadas em capturar, processar e apresentar fragmentos de antígenos aos linfócitos T, iniciando assim a resposta imune adaptativa.

- Macrófagos (tecido conjuntivo, pulmão, células de Kupffer, micróglia)
- Células de Langerhans (pele)
- Células dendríticas (órgãos linfoides)
- Linfócitos B, células endoteliais, fibroblastos e astrócitos

## Órgãos Linfáticos Centrais

São os órgãos onde os linfócitos nascem e amadurecem, tornando-se capazes de combater invasores.

### Timo

**Localização:** No peito, região do mediastino.

**Função:** Ensinar e preparar os linfócitos T para funcionarem corretamente, além de produzir hormônios imunorreguladores.

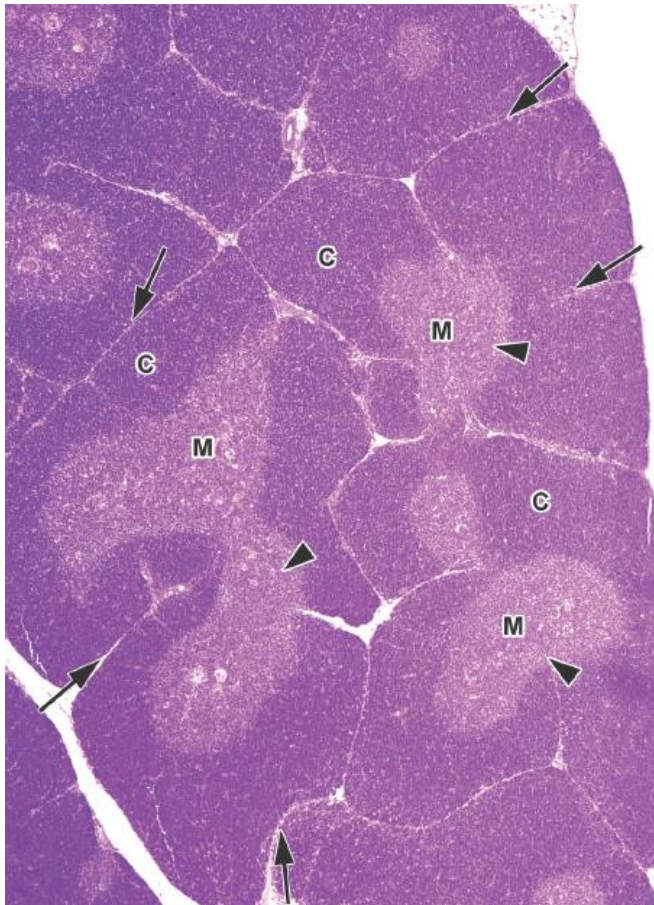
**Como funciona:** Linfócitos imaturos saem da medula óssea, chegam ao timo, amadurecem lá dentro e depois saem para circular pelo corpo.

Mudanças com a idade:

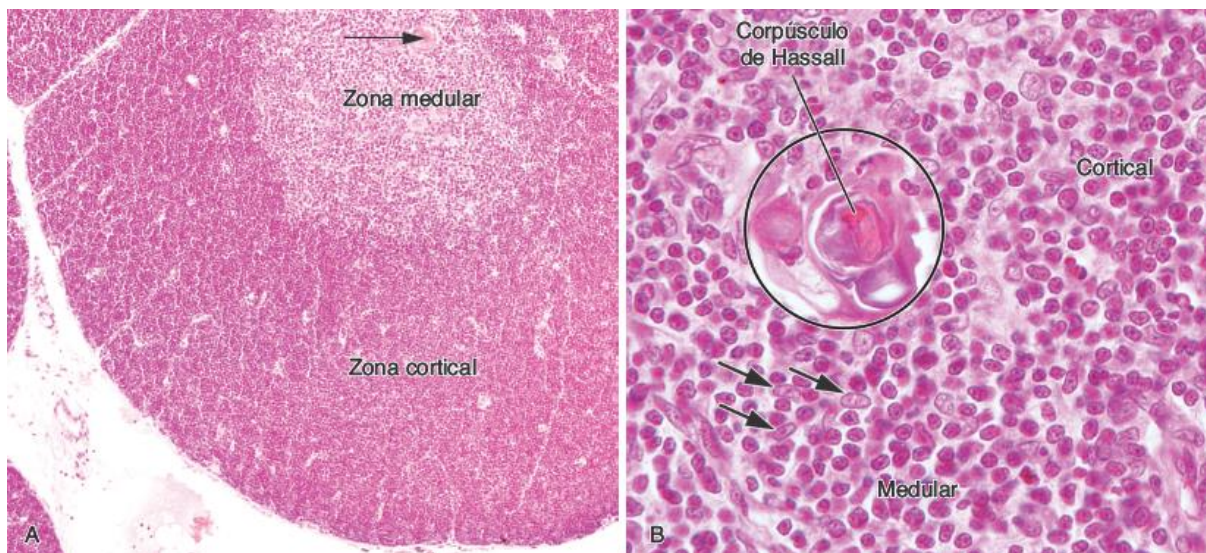
- Criança/adolescente: Timo cheio de linfócitos, funcionando no máximo
- Adulto: Após a puberdade, o timo diminui e acumula gordura (Timo adiposo)

Estrutura interna:

- **Córtex** (parte externa, mais escura): Cheio de linfócitos T em treinamento.
- **Medula** (parte interna, mais clara): Menos linfócitos. Contém os **corpúsculos de Hassal** (estruturas arredondadas de células degeneradas).



*Corte de timo. Esse órgão tem dois lobos, cada qual constituído de inúmeros lóbulos delimitados por delgadas paredes de tecido conjuntivo (setas). Cada lóbulo é formado por uma zona cortical periférica (C) e por uma zona medular central (M). As regiões medulares de lóbulos adjacentes podem se continuar de um lóbulo para outro (pontas de seta). (HE. Vista panorâmica.)*



*Cortes de timo. A. Em pequeno aumento, observa-se parte de um lóbulo tímico com a zona cortical de alta densidade de linfócitos e a zona medular com menos linfócitos, contendo um corpúsculo de Hassall indicado pela seta. B. Em médio aumento, observam-se na zona medular, linfócitos e células de núcleo claro e ovalado indicadas pelas setas, provavelmente células reticulares epiteliais. Um corpúsculo de Hassall com acúmulo central de queratina é delimitado pelo círculo. (HE.)*

## Medula Óssea

**Função:** Local onde os linfócitos B amadurecem completamente. Também é onde nascem todas as células do sangue.

## Órgãos Linfáticos Periféricos

São os órgãos onde os linfócitos já maduros trabalham, encontrando e combatendo invasores.

### Linfonodos (Gânglios Linfáticos)

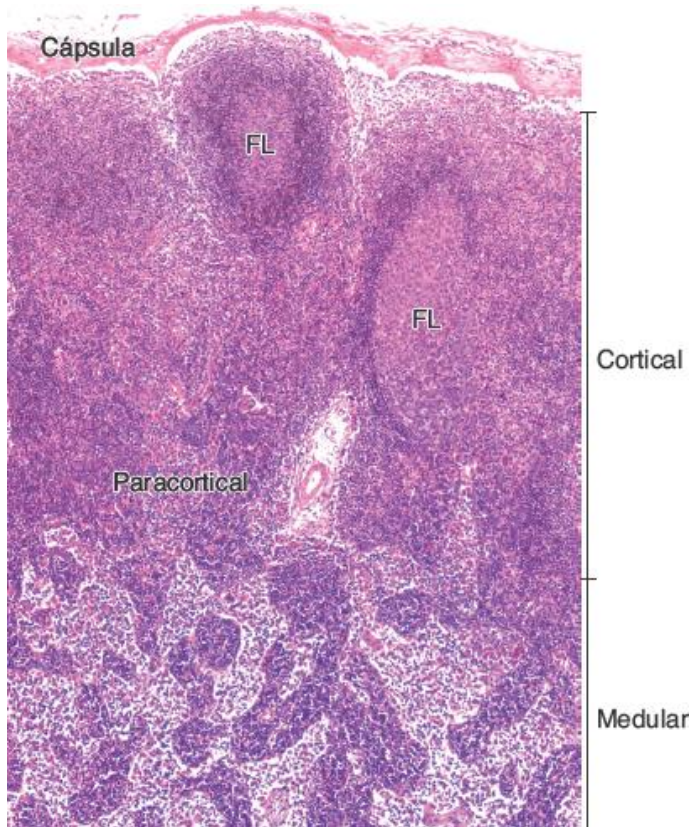
**Função:** Filtrar a linfa (líquido que circula pelos vasos linfáticos) e capturar invasores.

**Como a linfa circula:** Entra por vários canais → passa por dentro do linfonodo sendo filtrada → sai por um único canal no hilo.

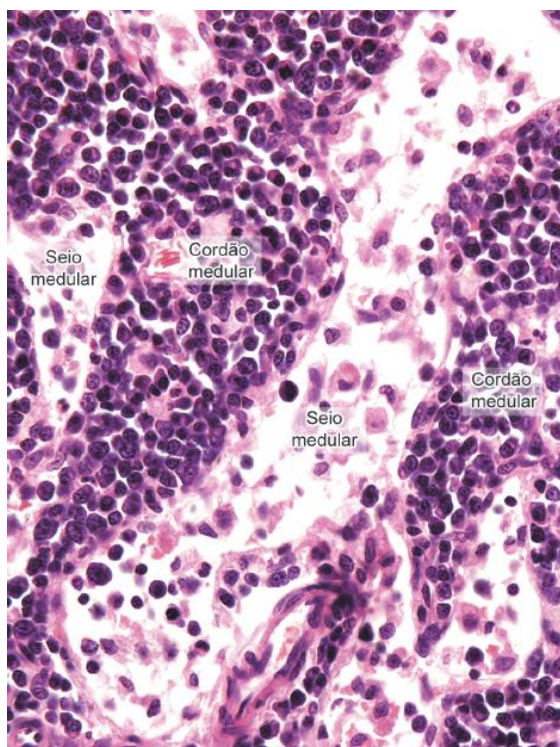
Estrutura interna (dividida em 3 áreas):

1. **Córtex** (região mais externa):
  - a. Contém folículos linfoides
  - b. Apresenta muitos linfócitos B
  - c. Folículos primários = linfócitos B virgens (nunca viram invasores)
  - d. Folículos secundários = têm centro germinativo onde linfócitos B se multiplicam e viram plasmócitos ou células de memória
2. **Paracórtex** (região intermediária):
  - a. Área dos linfócitos T
  - b. Tem vasos especiais (vênulas de endotélio alto) que permitem linfócitos entrarem do sangue para o linfonodo
3. **Medula** (região central):
  - a. Cordões com muitos plasmócitos produzindo anticorpos
  - b. Esses anticorpos vão direto para a linfa que sai do linfonodo





Corte de um linfonodo. Observe a cápsula e as camadas do órgão. Os folículos linfoides (FL) situam-se exclusivamente na cortical e apresentam um manto denso em linfócitos e a região central mais clara, o centro germinativo. Entre os folículos há grande número de linfócitos e essas áreas se continuam com a região denominada paracortical, de limites imprecisos, próxima à medular. Na região medular, observam-se cordões medulares compactos em linfócitos em secções transversais e oblíquas e os seios medulares, mais claros, entre os cordões. (HE. Vista panorâmica.)



Corte de região medular de um linfonodo. Observe os dois componentes da medular: os cordões medulares, que são cordões compactos de células, e os seios medulares, espaços com poucas células e locais preferenciais de passagem de linfa. (HE. Pequeno aumento.)

## BAÇO

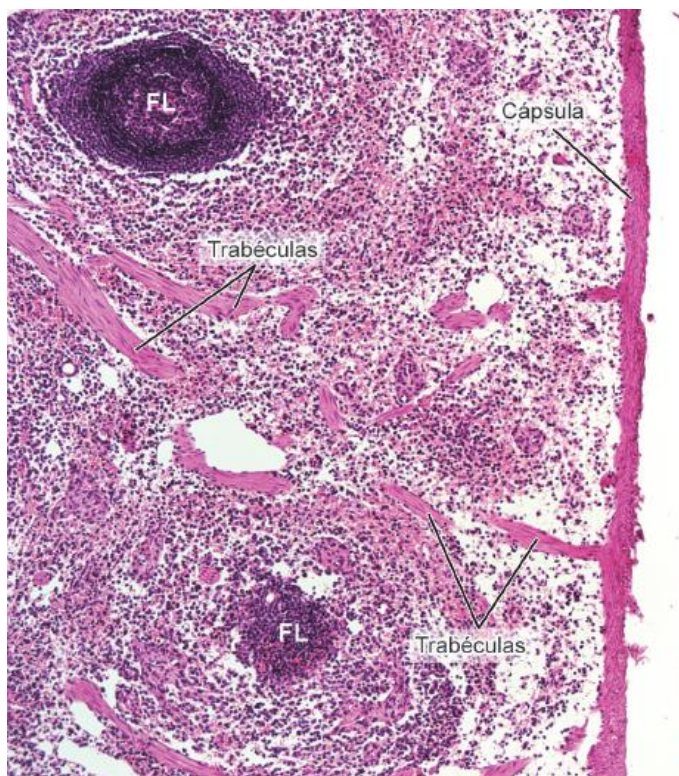
**Localização:** Lado esquerdo do abdome, abaixo das costelas.

**Funções:** Filtrar o sangue (não a linfa!), remover bactérias, destruir hemácias velhas e guardar reserva de sangue.

Estrutura interna (dividida em 2 partes):

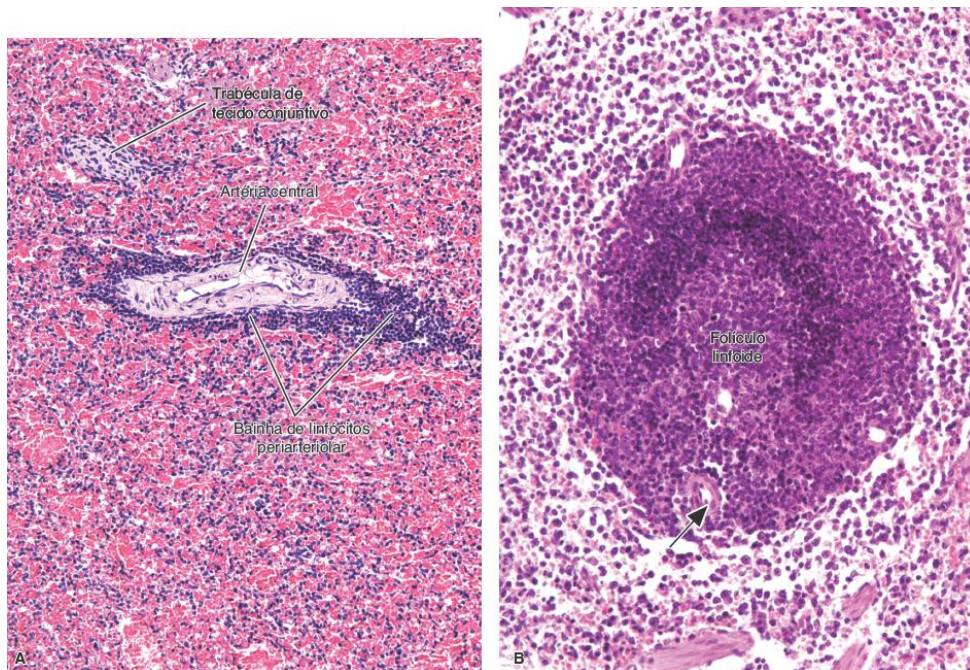
1. **Polpa Branca** (cor esbranquiçada):
  - a. É o tecido linfoide do baço (sistema imune)
  - b. Organizada ao redor de pequenas artérias
  - c. BLPA (Bainha Linfática Periarteriolar)
  - d. Nódulo linfático com arteríola folicular
2. **Polpa Vermelha** (cor avermelhada):
  - a. É o tecido que filtra o sangue
  - b. Preenche todo o espaço entre as "ilhas" da polpa branca
  - c. Tem duas partes:
    - i. Seios esplênicos
    - ii. Cordões de Billroth

**Como funciona:** Sangue chega → passa pela polpa branca (linfócitos vigiam) → vai para polpa vermelha (hemácias velhas são destruídas) → sangue limpo sai.

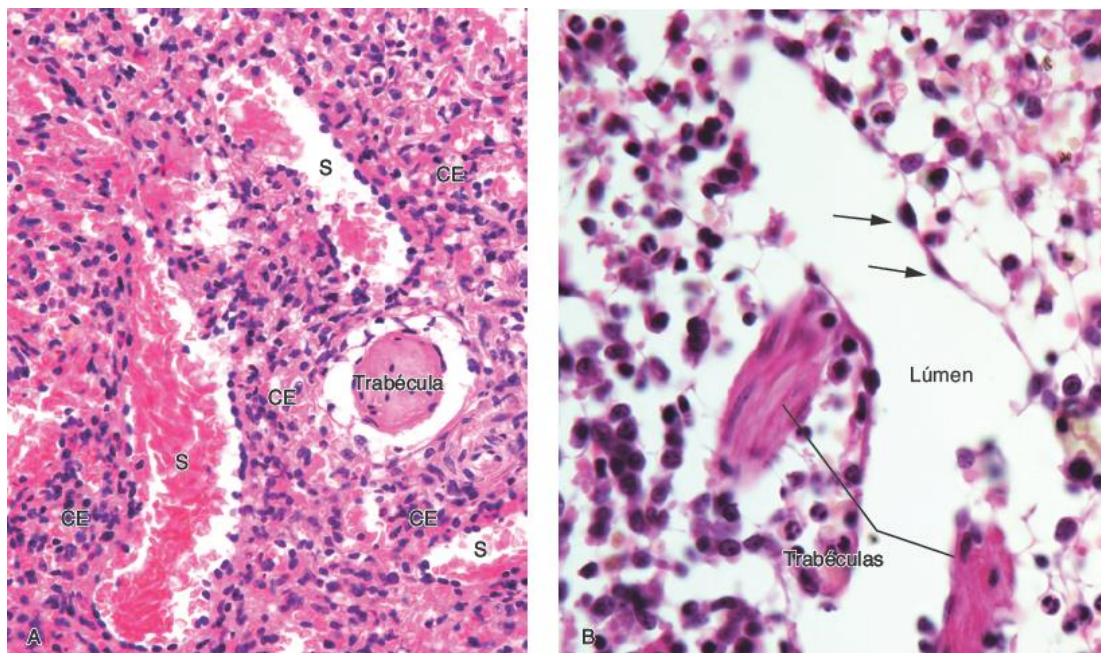




Baço. Esse órgão é revestido por uma cápsula da qual partem trabéculas para o seu interior. O parênquima é constituído por polpa vermelha e polpa branca. Os folículos linfóides (FL) da polpa branca se destacam em meio à polpa vermelha. (HE. Vista panorâmica.)



Baço. A. Em pequeno aumento, observa-se uma artéria central envolvida pela bainha de linfócitos periarteriolar, componentes da polpa branca. O restante da imagem é ocupado por polpa vermelha. Observe uma trabécula de tecido conjuntivo. B. Em aumento médio, observa-se, ao centro, um folículo linfóide e a respectiva arteríola, indicada pela seta. A área mais clara margeando o folículo é a zona marginal, que se continua com a polpa vermelha. Linfócitos trafegam entre folículo, zona marginal e polpa vermelha nos dois sentidos. (HE.)



Baço. A. Em pequeno aumento, observa-se a polpa vermelha, composta de sinusóides (S) e cordões esplênicos (CE). Também se observa uma trabécula de tecido conjuntivo. B. Em aumento médio, observa-se, em detalhe, um capilar sinusóide. Seu lúmen é dilatado e a parede, muito delgada. As setas apontam núcleos de células endoteliais que revestem de maneira descontínua o sinusóide, em torno do qual está a polpa vermelha, composta de linfócitos, plasmócitos, células do SMF, entre outras. (HE.)



## Tecido Linfoide Associado às Mucosas (TLAM)

Tecido de defesa espalhado nas mucosas do corpo (intestino, nariz, garganta, pulmões).

**1. Tecido difuso:** Linfócitos espalhados soltos pelas mucosas, sem organização específica.

**2. Folículos isolados:** Pequenos aglomerados de linfócitos que aparecem sozinhos nas mucosas.

**3. Estruturas organizadas:**

### a) Placas de Peyer

- Localização: Na parede do intestino delgado (íleo)
- Estrutura: Vários folículos linfoides juntos, formando placas

### b) Apêndice

- Localização: Prolongamento do ceco (início do intestino grosso)
- Estrutura: Cheio de folículos linfoides

### c) Tonsilas (Amígdalas)

- Localização: Na boca e garganta, formando um "anel de proteção"
- Tipos:
  - Palatinas = "amígdalas" que vemos na garganta
  - Linguais = na base da língua
  - Faríngea = "adenoide" no fundo do nariz
- Estrutura:
  - Revestidas por epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado
  - Têm criptas (dobras profundas) que aumentam a área de contato
  - Folículos linfoides embaixo do epitélio das criptas