

# Conhecendo o Sistema Imunológico

**UERN**



Francisco Geraldo Gomes Nazário  
Dayseanne Araujo Falcão  
Regina Célia Pereira Marques

## **CONHECENDO O SISTEMA IMUNOLÓGICO**

**Revisão de conteúdo:** Dayseanne Araujo Falcão e Regina Célia Pereira Marques

**Revisão de texto:** Edilberto Cleuton dos Santos

**Diagramação:** Uirandy Alencar - [www.uadesigner.com.br](http://www.uadesigner.com.br)

**Layout:** Uirandy Alencar / Francisco Geraldo Gomes Nazário

**Ilustrações:** Josué Negreiros da Silva



## **Universidade do Estado do Rio Grande do Norte**

### **Reitora**

Cicília Raquel Maia Leite

### **Vice-Reitor**

Francisco Dantas de Medeiros Neto

### **Diretor da Editora Universitária da Uern ( Eduern)**

Francisco Fabiano de Freitas Mendes

### **Chefe do Setor Executivo da Editora Universitária da Uern ( Eduern)**

Jacimária Fonseca de Medeiros



### **Conselho Editorial da Edições Uern**

Edmar Peixoto de Lima

Filipe da Silva Peixoto

Francisco Fabiano de Freitas Mendes

Isabela Pinheiro Cavalcanti Lima

Jacimária Fonseca de Medeiros

José Elesbão de Almeida

Maria José Costa Fernandes

Maura Vanessa Silva Sobreira

Kalidia Felipe de Lima Costa

Regina Célia Pereira Marques

Rosa Maria Rodrigues Lopes

Saulo Gomes Batista

### **Catálogo da Publicação na Fonte. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.**

Nazário, Francisco Geraldo Gomes.  
Conhecendo o Sistema Imunológico [recurso eletrônico]. / Francisco Geraldo Gomes  
Nazário, Dayseanne Araujo Falcão, Regina Célia Pereira Marques – Mossoró, RN: Edições  
UERN, 2024.

73 p.

ISBN: 978-85-7621-535-6. (E-book).

1. Imunologia. 2. Ensino de Ciências. 3. Educação científica. I. Universidade do Estado do  
Rio Grande do Norte. II. Título.

UERN/BC

CDD 616.079

# Conteúdo

<b>Capítulo I.....</b>	<b>6</b>
Introdução à imunologia.....	7
Um pouco de história.....	8
Composição e organização do sistema imunológico .....	9
Hora do desafio.....	10
<b>Capítulo II.....</b>	<b>12</b>
Tipos de imunidade.....	13
Imunidade inata.....	13
As células que participam da sua imunidade inata.....	16
Granulócitos .....	16
Agranulócitos ou mononucleares.....	17
Células linfoides inatas (do inglês <i>innate lymphoid cells - ilcs</i> ).....	17
Imunidade adaptativa.....	18
Particularidades da imunidade adaptativa .....	18
Tipos de imunidade adaptativa.....	19
O tempo de resposta da imunidade inata e adaptativa .....	20
Hora do desafio .....	21
<b>Capítulo III.....</b>	<b>23</b>
Imunidade inata e a inflamação.....	24
Barreiras naturais.....	24
A inflamação aguda .....	26
Regeneração tecidual .....	27
Hora do desafio .....	28
<b>Capítulo IV.....</b>	<b>31</b>
Células e órgãos do sistema imunológico .....	32
Órgãos do sistema imunológico .....	32
Órgãos linfoides primários.....	32
Órgãos secundários.....	34
Hora do desafio.....	36
<b>Capítulo V.....</b>	<b>39</b>
Imunidade celular.....	40
Etapa 1: fase de reconhecimento do peptídeo.....	41
Etapa 2: fase de ativação do linfócito TCD4 <sup>+</sup> .....	41

Etapa 3: fase efetora do Th1 .....	41
Hora do desafio .....	44
<b>Capítulo VI .....</b>	<b>46</b>
A imunidade humoral ou mediada por anticorpos.....	47
Fases da resposta imune humoral.....	48
Fase de reconhecimento do antígeno pelo linfócito B.....	48
Fase de ativação do linfócito B.....	49
Fase efetora do linfócito B.....	49
Resposta humoral primária.....	49
Resposta humoral secundária.....	50
Hora do desafio.....	50
<b>Capítulo VII .....</b>	<b>53</b>
A Importância dos soros e das vacinas.....	54
Imunização passiva .....	55
Imunização ativa .....	56
Características essenciais de uma vacina.....	57
Os tipos de vacinas .....	57
A importância das vacinas e seus benefícios.....	58
Hora do desafio .....	59
<b>Bibliografia.....</b>	<b>62</b>
<b>Respostas dos desafios.....</b>	<b>66</b>

# **CAPÍTULO I**

**Introdução à imunologia**

**Um pouco de história...**

**Composição e organização do sistema imunológico**

**Hora do desafio**



Olá! Tudo bem? Eu sou uma célula dendrítica. Nós as células dendríticas, somos um tipo de leucócito produzido na medula óssea, podemos ser encontrados nos tecidos do corpo incluindo, pele e trato digestivo e respiratório. Fazemos parte do sistema imunológico, sendo responsáveis pela identificação da infecção e desenvolvimento da resposta imune. Estou aqui para te ajudar na compreensão do funcionamento do sistema de defesa do seu corpo contra as doenças, mais conhecido como Sistema Imune ou Sistema Imunológico. Meus irmãos e eu faremos toda a narrativa dos acontecimentos descritos nas páginas desse paradiático. Mas, antes de falarmos desse maravilhoso sistema, vamos conhecer o conceito de imunologia? Me acompanha...

Mas você precisa se defender?  
Se defender de quem?



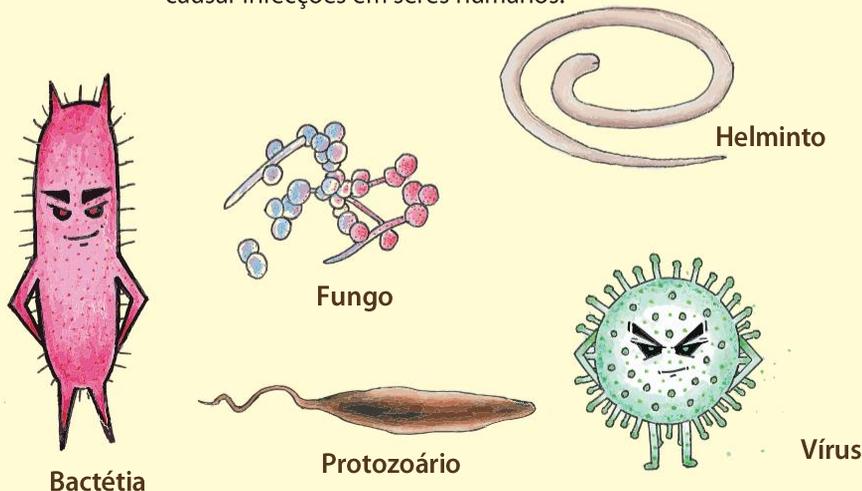
## INTRODUÇÃO À IMUNOLOGIA

Imunologia é a denominação dada ao ramo da biologia que tem como objeto de estudo o sistema imunológico dos seres vivos, bem como sua capacidade de responder e de combater ações de agentes patogênicos.

A base de toda imunologia é o fato de que o corpo possui a habilidade de se defender de doenças infecciosas causadas por microrganismos como bactérias, protozoários, fungos, bactérias e vírus, ou mesmo parasitas, como os vermes.

Pare, pense, olhe ao seu redor... Você está sozinho no mundo? Existem inúmeros seres potencialmente capazes de causar, desde infecções leves até infecções letais (bactérias, fungos, helmintos, protozoários e vírus) (Figura 01).

Figura 01 – Imagens ilustrativas e adaptadas de alguns grupos de organismos potencialmente capazes de causar infecções em seres humanos.



Fonte: Autores, 2023.

Se o ambiente ao seu redor está repleto de ameaças em potencial a sua saúde, então faz todo sentido você possuir um sistema com mecanismos capazes de te manter saudável, produzindo imunidade contra esses possíveis patógenos.

Biologicamente falando é a capacidade de o sistema imunológico nos proteger contra agentes/organismos/microrganismos que tenham potencial de causar doenças infecciosas. Existem duas formas de proteção: a imunidade inata e a imunidade adquirida.

Sim, mas o que significa imunidade?



Ambas usam células de defesa, que são ativadas diante de invasores e desenvolvem uma resposta, a fim de reestabelecer a sua saúde. A base desta resposta imunológica, é a habilidade de distinguir o próprio (*self*) do não próprio (*nonself*) ao organismo.

### **UM POUCO DE HISTÓRIA...**

Era 1798, quando o médico inglês, Edward Jenner, de forma ousada para sua época, se propôs a fazer um experimento inédito. Baseado em suas observações sobre uma doença que causava lesões purulentas (com pus) nas tetas de bovinos (vacas), denominada de varíola bovina, e que, por sua vez, contaminavam as pessoas encarregadas de ordenhá-las (retirar o leite), Jenner, então, coletou o líquido das pústulas (feridas) das mãos de um dos ordenhadores e aplicou no antebraço de um garoto de oito anos de idade. Passadas algumas semanas, inoculou (injetou) no mesmo menino, o conteúdo retirado de uma pústula de um indivíduo acometido com varíola humana. Os resultados e conclusões aos quais Jenner chegou foram surpreendentes: uma vez exposto à infecção leve (bovina) o jovem tinha adquirido imunidade à infecção letal da varíola humana.

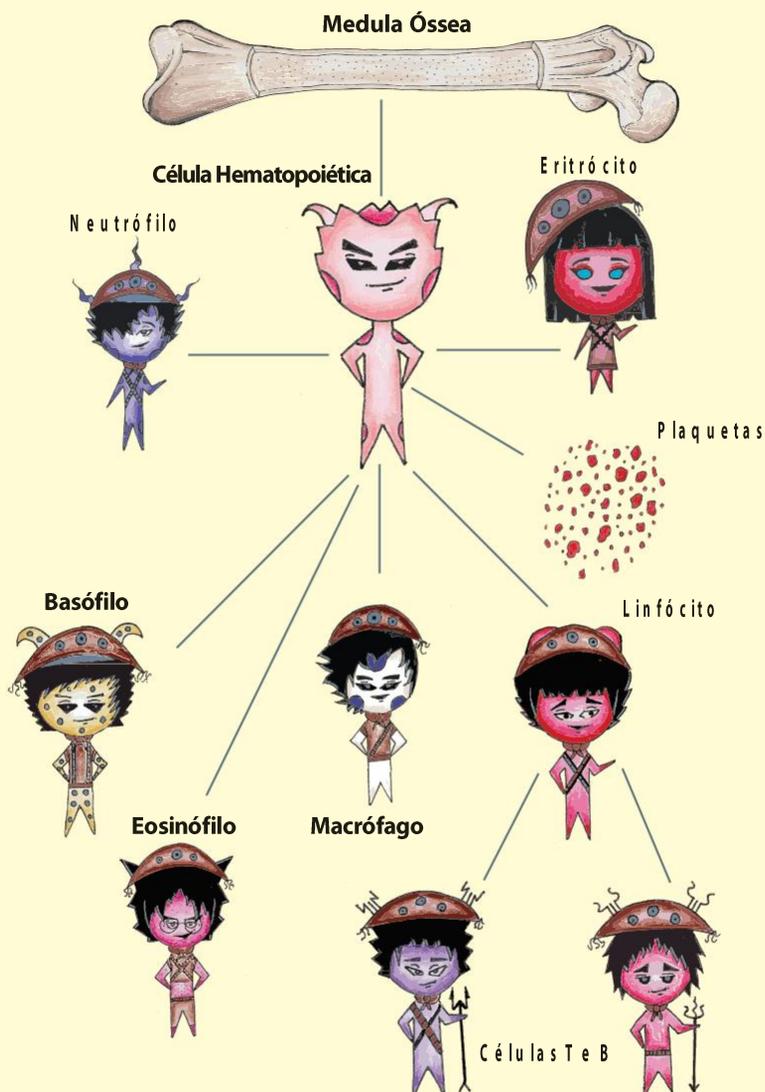
Séculos se passaram e nos dias de hoje o princípio do experimento de Jenner ainda é usado para a produção de vacinas (do latim "vaccinus", ou derivado de vacas) no combate a microrganismos infecciosos. Para muitos, Jenner é o pai da Imunologia. Em uma definição mais geral, a imunologia está relacionada ao estudo do sistema imunológico, que se constitui em um sistema de regulação e manutenção da saúde, além do combate a agentes estranhos ao corpo.

### **COMPOSIÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO**

O seu sistema imunológico é formado por células, tecidos e órgãos que compõem o chamado sistema linfóide. Todas as células do sistema são originárias de precursores indiferenciados da medula óssea denominados

**Células-tronco, C. Hematopoiética** ou **C. pluripotentes** (Figura 02). Para tanto, irão passar por um processo denominado de **hematopoiese** que irá promover a diferenciação e o amadurecimento dessas células, e ao final desse processo teremos as linhagens mielóides e linfóides.

Figura 02 – Imagem ilustrativa e adaptada da medula óssea e a origem das células sanguíneas pluripotentes representadas pelos seus respectivos personagens.



Fonte: Figura adaptada da figura 1-1, Calich e Vaz, 2009.

As células da linhagem mielóide são os granulócitos (neutrófilos, eosinófilos e basófilos), monócitos, células dendríticas e hemácias. Durante o processo de formação da linhagem mielóide sobram restos de células que darão origem as plaquetas elementos importantes na coagulação do sangue. A partir da linhagem linfóide, são gerados os linfócitos T, linfócitos B, células linfóides inatas e células *Natural Killer* (células NK). As plaquetas irão participar dos processos de coagulação sanguínea, as hemácias do transporte de gases

no seu organismo e as demais células farão parte do seu sistema imunológico (Figura 03).

Figura 03 – Ilustrações que representam as células do sistema imunológico.



Fonte: Autores, 2023.



Chegou a hora do desafio! Convido você a testar seus conhecimentos sobre o que você aprendeu no Capítulo 1. As atividades a seguir foram feitas com o objetivo de testar seus conhecimentos e ao mesmo tempo diverti-lo. As respostas encontram-se no final do paradidático.

## Hora do desafio

1. Onde são originadas as células do sistema imunológico?

---

---

---

2. Quais são as células da linhagem mieloide?

---

---

---

3. Que elementos formam o sistema imunológico ?

---

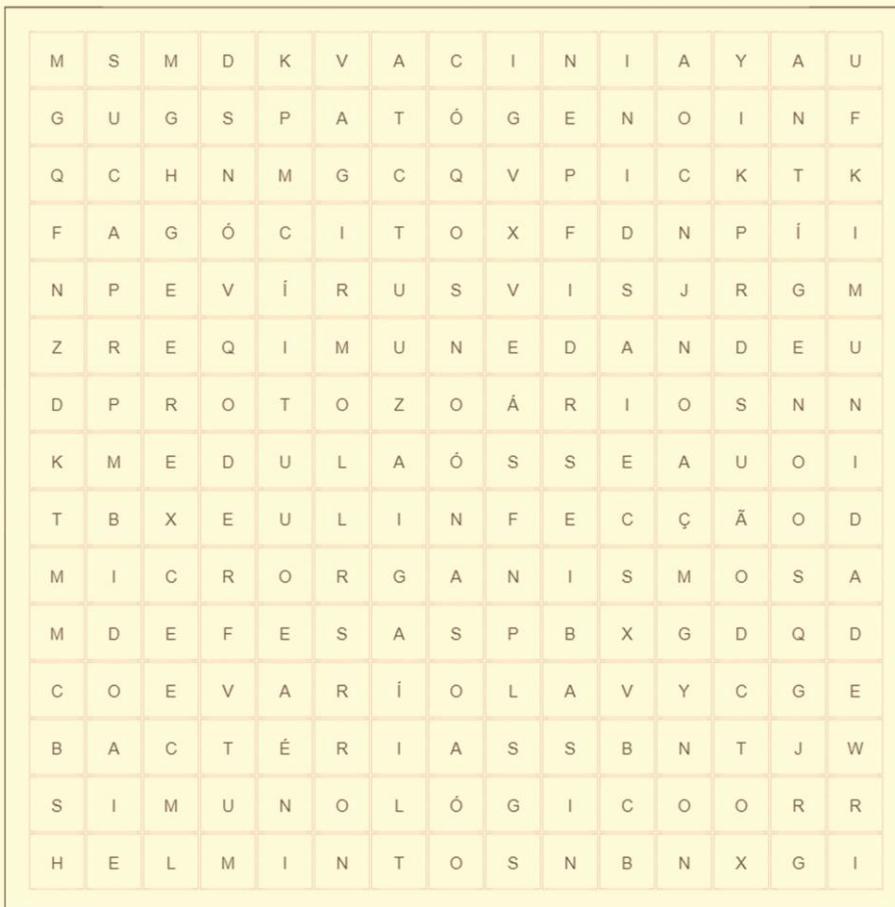
---

---

## Caça-Palavras

### SISTEMA IMUNE

Quais são os principais aspectos do sistema imune?



ANTÍGENO  
DEFESAS  
HELMINTOS  
IMUNIDADE  
INFECÇÃO  
MICROORGANISMOS  
PROTOZOÁRIOS  
VARIOLA  
  
BACTÉRIAS  
FAGÓCITO  
IMUNE  
IMUNOLÓGICO  
MEDULAÓSSEA  
PATÓGENO  
VACINIA  
VÍRUS

## **CAPÍTULO II**

**Tipos de imunidade**

**Imunidade inata**

**As células que participam da imunidade inata**

**Granulócitos**

**Agranulócitos ou mononucleares**

**Células linfoides inatas (do inglês *innate lymphoid cells - ilcs*)**

**Imunidade adaptativa**

**Particularidades da imunidade adaptativa**

**Tipos de imunidade adaptativa**

**O tempo de resposta da imunidade inata e adaptativa**

**Hora do desafio**

## TIPOS DE IMUNIDADE

O sistema imunológico tem por finalidade manter a saúde do organismo, garantindo a homeostase pelo combate às agressões em geral. As respostas imunológicas podem ser didaticamente divididas em dois grandes grupos:

### IMUNIDADE INATA

A imunidade inata, nasceu com você, ela é natural de cada indivíduo, já está previamente pronta, ou seja, não depende da sua exposição aos antígenos que venha a ocorrer após o seu nascimento.

Se microrganismos invadirem seu corpo, a imunidade inata vai te proteger nos minutos iniciais ou nas primeiras horas, em certas situações até nos primeiros dias. Composto as primeiras linhas de defesa do seu organismo contra patógenos os seus componentes apresentam uma resposta rápida e eficaz contra antígenos.

Imagine a seguinte situação: você está assistindo aula, sala cheia, ventiladores ligados a todo vapor, então a pessoa do seu lado espirra e libera alguns microrganismos nas gotículas de saliva lançadas no ar, os antígenos liberados facilmente podem entrar pelas suas mucosas (boca, nariz, olhos e ouvidos) e chegar até os seus pulmões. Todavia, no trajeto, podem, por exemplo, ficar presos nos cílios das células epiteliais da via aérea ou no muco. E, se, por acaso, chegarem até os pulmões, os macrófagos existentes nos alvéolos irão fagocitá-los, e você sequer vai saber o que aconteceu.

Para facilitar o entendimento dos mecanismos utilizados pela imunidade inata, quero te contar um pouco da história de uma construção na cidade de Natal/RN, o Forte dos Reis Magos. Você conhece (Figura 04)?

Figura 04 – Registro fotográfico do Fortaleza dos Reis Magos, Natal/RN.

Olha, que lindo!  
Tem forma de  
estrela!



Fonte: <http://www.cultura.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=5666&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Fortaleza+dos+Reis+Magos>.

O Forte dos Reis Magos começou a ser construído em janeiro de 1598, antes mesmo das primeiras casas de Natal surgirem num ponto mais alto da cidade, a dois quilômetros da costa. Sua finalidade era proteger o território brasileiro das investidas dos franceses. Construído em pedra, sobre pedras de um arrecife que vira ilha na maré cheia, sua planta reproduz a forma de uma estrela. Em 1602, a fortaleza já dispunha de significativa artilharia, com dezenas de canhões de bronze e de ferro, e um destacamento de 200 homens.

A muralha é a barreira física composta pela pele e mucosas, que têm a missão de impedir a entrada dos patógenos e o destacamento representa as células de defesa presentes nos tecidos, tais como macrófagos e células dendríticas, localizadas em diversos tecidos do corpo, e as células que estão na corrente sanguínea, os leucócitos.

Sempre que são acionados, os leucócitos irão se juntar aos macrófagos fortalecendo as defesas e aumentando o contingente do destacamento. Se o invasor ultrapassar todas as linhas de defesa, células mensageiras inatas, as células dendríticas, levarão informações para as células da imunidade adquirida

(processo de apresentação de antígenos), os linfócitos, que se encontram no interior da cidade (os órgãos linfoides secundários), a fim de recrutá-los para a batalha (processo de ativação dos linfócitos). Uma vez convocados e cientes de quem é o invasor, os linfócitos se reúnem no local da invasão e elaboram a melhor, mais poderosa e eficaz resposta, neutralizando completamente o agente estranho.

As ações desencadeadas pela resposta inata são sempre as mesmas, pois, para esta etapa, não é possível desenvolver adaptações ou células com especificidade exclusiva para o invasor (processo conhecido como memória imunológica). Após a ativação de macrófagos e células dendríticas, os linfócitos são ativados e se apresentam, trazendo uma solução altamente específica e capaz de neutralizar completamente os invasores que não tenham sido, ainda, destruídos pelos mecanismos clássicos da resposta inata. A eficácia da imunidade adquirida consiste no fato de que, a cada novo encontro com o mesmo invasor, tem-se uma resposta já organizada e que pode ser mais rápida e mais eficiente a cada exposição, pois os linfócitos são dotados de memória imunológica.

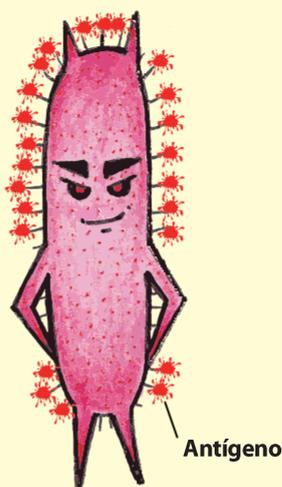
Agora que você se apropriou das primeiras informações sobre o seu sistema de defesa, quero te convidar a conhecer de forma mais detalhada os mecanismos imunológicos elaborados pelas células, dos quais elas se utilizam

**Pense comigo: digamos que o seu corpo seja o forte, e que a imunidade inata é representada pela muralha e pelo destacamento de 200 homens.**



quando se faz necessário proteger o seu organismo da invasão de patógenos e/ou de substâncias estranhas “não próprias”, que, na imunologia, recebem o nome de antígenos ou imunógenos (Figura 05).

Figura 05 – Imagem ilustrativa e adaptada de uma célula bacteriana repleta de diferentes pontos de reconhecimento pelas células do sistema imunológico, sejam eles padrões (PAMPs<sup>1</sup>) ou epítomos<sup>2</sup>.



Fonte: Autores, 2023.

A principal qualidade da imunidade inata é a rapidez, porém é pouco específica, isso acontece porque as células de defesa são capazes de reconhecer moléculas compartilhadas por diversos microrganismos, que na imunologia são chamados de PAMPs [Padrões moleculares associados a patógenos (do inglês *Pathogen-associated molecular pattern*)], que são padrões de moléculas reconhecidas pelas células do sistema imunológico inato como sinal de invasão por um grupo de agentes patogênicos. Se um macrófago estiver diante de três bactérias GRAM negativas diferentes (Figura 06), ele não vê diferenças entre elas. Ele então as fagocita (come) pois elas apresentam semelhanças entre si, tais como, os lipopolissacarídeos (LPS). Uma vez que o macrófago tem o receptor para o LPS, vai reconhecer essas moléculas, mesmo sem saber qual espécie de bactéria tem que combater. Assim, diz-se que o reconhecimento do macrófago é inespecífico.

Um outro aspecto relevante na imunidade inata é que suas células de defesa não “lembram” que já tiveram contatos anteriores com certos antígenos, pois não desenvolvem memória imunológica. Assim, a cada encontro dessas células com antígenos é como se fosse a primeira vez. Em decorrência disso, não há aumento na qualidade da resposta imune e nem tão pouco aumento da intensidade da resposta com a reexposição.

<sup>1</sup>PAMPs: Padrões Moleculares Associados a Patógenos;

<sup>2</sup>Epítomos: Porção do antígeno ou imunógeno à qual se ligam diretamente anticorpos ou receptores celulares.

Figura 06 – Personagem que representam o macrófago capturando diferentes tipos de bactérias para fagocitá-las.



Fonte: Autores, 2023.

A imunidade inata é formada pelos macrófagos, células dendríticas e mastócitos que habitam os seus tecidos, por isso chamadas células teciduais. Compõem, ainda, essa seleção, as células sanguíneas que, quando solicitadas, reforçam as primeiras linhas de defesa, os granulócitos (neutrófilos, eosinófilos, basófilos) e também as células NK, sendo o neutrófilo a principal célula da inflamação aguda. É importante te dizer que a imunidade inata não é formada somente por células. As barreiras físicas e químicas e também as proteínas do Sistema Complemento são importantes na proteção da “muralha do seu forte”.

## AS CÉLULAS QUE PARTICIPAM DA SUA IMUNIDADE INATA

Agora vou te apresentar os representantes da minha imensa família que têm a importante missão de te manter saudável a qualquer custo.

Estas células após a hematopoiese darão origem aos neutrófilos, eosinófilos e basófilos, elas recebem essa denominação por causa dos grânulos presentes em seu citoplasma. Também fazem parte da família os macrófagos, células dendríticas, mastócitos e células NK.

### GRANULÓCITOS

Os granulócitos são células de defesa do organismo, caracterizadas pela presença de grânulos em seu interior.



Nós os **NEUTRÓFILOS** somos os **LEUCÓCITOS** encontrados em maior quantidade no seu sangue. Sou a principal célula da resposta inflamatória aguda. Quando eu e meus irmãos recebemos a informação que devemos seguir até um tecido inflamado, somos os primeiros a chegar e já iniciamos nossa principal função: a fagocitose. Infelizmente para nós essa é uma viagem sem volta, pois morremos durante o processo. As substâncias presentes nos nossos grânulos atuam no controle de bactérias.



Enquanto meus irmãos os neutrófilos agem sobre bactérias, nós os **EOSINÓFILOS** agimos sobre helmintos (vermes), mas também podemos estar em número elevado nos processos alérgicos. Os nossos grânulos contêm substâncias que são letais às paredes dos parasitas.



Nós os **BASÓFILOS** estamos em menor número no seu sangue. Os nossos grânulos são negros e bem maiores quando comparados aos dos demais granulócitos. Apresentamos em grande quantidade duas substâncias, a histamina e a heparina e desempenhamos funções parecidas com as dos mastócitos. Nossas ações estão relacionadas com processos alérgicos ou leucemia.



Nossa "praia" são os tecidos, somos os **MASTÓCITOS**. Nós temos em nosso citoplasma, grânulos pré-formados ricos em mediadores inflamatórios como a histamina, que são liberados rapidamente quando necessário. Mas não é só isso, também temos mediadores que são produzidos após a nossa ativação, como as prostaglandinas e os leucotrienos, substâncias relacionadas a resposta inflamatória aguda e nas alergias.

## AGRANULÓCITOS OU MONONUCLEARES

Os agranulócitos são células de defesa do organismo, caracterizadas por não apresentarem grânulos em seu interior.



Quando estamos presentes no seu sangue recebemos o nome de **MONÓCITOS**, mas, quando nos dirigimos até tecidos, para completar um "curso de aperfeiçoamento" que é o amadurecimento, nos tornamos macrófagos. Nossa missão é promover a fagocitose de patógenos.



Nós, os **MACRÓFAGOS**, habitamos em vários tecidos do seu corpo. Em cada um deles o nosso nome muda, tendo relação direta com tecido onde estamos. Se estamos presentes nos pulmões, nos chamam de macrófagos alveolares; se for no fígado, de células de Kupffer; e no cérebro, de micróglia. Além da fagocitose, secretamos várias citocinas (TNF-alfa, IL-1, IL-6, IL-8 e IL-12), que estão relacionadas no processo de migração dos neutrófilos para o tecido inflamado.



Nós, as **CÉLULAS DENDRÍTICAS**, também somos fagócitos, mas nosso objetivando ao realizar a fagocitose é capturar os microrganismos para apresentar os seus fragmentos, chamados de peptídeos, para os linfócitos T. Somos as principais células APCs [células apresentadoras de antígenos profissionais (do inglês *Antigen Presenting Cells*)] e estamos presentes principalmente nos tecidos. Quando necessário, migramos rapidamente para os linfonodos para participar do início de uma resposta imune adquirida. Os patógenos me chamam de "X-9" (dedo duro).

## CÉLULAS LINFOIDES INATAS (DO INGLÊS *INNATE LYMPHOID CELLS - ILCs*)

Há quem diga que nós as células ILCs pertencemos ao grupo dos linfócitos T helper CD4<sup>+</sup>, por termos funções semelhantes a eles. Nós somos encontradas principalmente nos tecidos dos pulmões e dos intestinos, mas, diferentemente dos

linfócitos, dificilmente estaremos na sua corrente sanguínea. Por estarmos presentes nos epitélios de barreira somos essenciais nas ações da defesa inata, por conta do nosso constante estado de alerta. As nossas respostas imunes estão diretamente relacionadas ao tipo de substância química denominada citocina secretada e, assim, podemos atuar na defesa contra diferentes microrganismos intracelulares, em alergias, na defesa contra helmintos, na defesa contra fungos e bactérias extracelulares.



Temos a mesma morfologia dos linfócitos, por termos origem em linhagem linfoide, como os linfócitos T, mas, como não necessitamos do timo para amadurecer e não expressamos em nossa membrana um receptor típico dos linfócitos T (receptor de células T-TCR), atuamos na imunidade inata. Na imunidade inata, estamos presentes na defesa inicial contra os vírus e na vigilância imunológica contra células tumorais. Nosso citoplasma apresenta grânulos ricos em proteínas (perforinas e granzimas) necessários para a minha ação citotóxica. Somos, as **CÉLULAS NATURAL KILLER** ou **CÉLULAS NK**, portanto, as células “assassinas” da imunidade inata.

## A IMUNIDADE ADAPTATIVA

De uma forma bem simplificada, a imunidade adquirida é aquela que aparece após você se expor ao antígeno. Não é igual à imunidade inata, pois é uma forma de defesa que não está pronta ao nascermos. Por exemplo, anticorpos contra o *Morbillivirus*, causador do sarampo, somente serão produzidos após o contato com as proteínas desse vírus, quer por infecção, quer por vacinação. Do contrário, você não terá anticorpos contra ele, nem mesmo linfócitos de memória específicos, o que poderia significar que você se mantivesse imune a este microrganismo. A imunidade adquirida, também é chamada de imunidade adaptativa, pois apresenta a capacidade de se adaptar ao patógeno invasor. Se o invasor for uma bactéria ou um vírus, as respostas imunes serão geradas contra essa bactéria ou contra esse vírus de forma altamente específica.

## PARTICULARIDADES DA IMUNIDADE ADAPTATIVA

Lembre-se que já te disse que a imunidade adquirida é ativada em sequência à inata, ou seja, precisa de um pouco mais de tempo para se formar e você não nasceu com ela. Podemos então, a partir dessas informações diferenciá-la da imunidade inata, observando as seguintes características básicas que ela apresenta: especificidade, diversidade e memória imunológica.

A especificidade e a memória imunológica são características fáceis de serem compreendidas. Tomemos como exemplo o vírus da varicela (catapora), o *Varicela-Zoster*. Quando o seu sistema imunológico entra em contato pela primeira vez com esse vírus, desenvolve anticorpos que somente funcionarão contra ele. Esse anticorpo não reconhecerá outros tipos de vírus, temos assim

ilustrada a especificidade. O anticorpo produzido contra o vírus da catapora é específico para ela, ou seja, não vai te proteger contra o vírus da rubéola ou do sarampo. O linfócito B, que foi estimulado a produzir esses anticorpos, está apto a proteger você bem mais rapidamente, caso ocorra um segundo contato com o mesmo vírus, pois será muito mais fácil ativá-lo e por já termos anticorpos produzidos circulantes, também como resultado da primeira resposta. Essa ação imediata impede as reinfecções, o que ilustra a segunda característica: a memória imunológica.

A diversidade se caracteriza pela enorme capacidade dos linfócitos produzirem cópias diferentes de si mesmas, sendo que cada clone possui um único receptor antigênico (TCR) que reconhece um determinado antígeno. Você já deve ter concluído que essa diversidade se faz necessária pelo fato de seu organismo precisar se defender contra milhares de microrganismos diferentes que existem na natureza.

É importante ressaltar que os linfócitos são capazes de exercer a autotolerância, característica que os impede de reagir aos autoantígenos, proteínas do seu próprio organismo. Mas em certas situações, essa autotolerância pode não funcionar e o indivíduo pode vir a desenvolver as doenças autoimunes.

## TIPOS DE IMUNIDADE ADAPTATIVA



Para que você possa entender como funciona a imunidade celular e a humoral é preciso conhecer uma galera muito importante nesse processo. São eles: os linfócitos T e os linfócitos B. Os linfócitos T, por sua vez, formam dois grupos: os linfócitos T auxiliares e os linfócitos T citotóxicos. Vamos deixar que elas mesmas se apresentem a você.



Nós os **LINFÓCITOS T HELPER** ou **AUXILIARES**, temos como função secretar citocinas que ajudam outras células de defesa, incluindo os linfócitos T citotóxicos, os linfócitos B e células da imunidade inata, como os macrófagos. Em nossa membrana é encontrada uma proteína denominada CD4 e, por causa dela, também nos chamam de linfócito T CD4<sup>+</sup>. Alguns de nós são chamados de linfócitos T reguladores ou Treg e são como coordenadores de nós mesmos, pois nos “dizem” como devemos agir nas respostas imunes.



Já nós, os **LINFÓCITOS T CITOTÓXICOS**, atuamos na eliminação de células infectadas por microrganismos, como os vírus, mas também participamos da eliminação de patógenos que estão no interior dos macrófagos. Outra função que desempenhamos é a de vigília imunológica, neutralizando células tumorais. Enquanto os linfócitos T auxiliares apresentam a proteína CD4 na membrana, nós apresentamos a CD8. E, assim como os linfócitos auxiliares, há quem nos chame de linfócito T CD8<sup>+</sup>.



E nós **LINFÓCITOS B**, temos a missão de produzir anticorpos, após sermos ativados e diferenciados em uma forma denominada de plasmócito. Também apresentamos moléculas específicas, tais como os linfócitos T e os linfócitos T citotóxico, a nossa molécula chama-se CD19. Diferentemente dos linfócitos T, ninguém me atribui um “pseudônimo” em decorrência da CD19 e simplesmente me chamam de linfócito B.

## O TEMPO DE RESPOSTA DA IMUNIDADE INATA E ADAPTATIVA

Como você pode ver na Figura 07, o tempo de resposta das duas imunidades na nossa defesa é diferente. Na inata, a ação inicia-se em minutos ou em poucas horas, pois nesse tipo os componentes já estão prontos para agir. Todavia, na adquirida, a resposta é mais demorada, pois se faz necessário um tempo maior de preparação dos seus componentes, sendo representado na figura com prazo em dias.

Figura 07 – Componentes característicos da Imunidade Inata e Adaptativa.



Fonte: Figura adaptada da figura 1-1, Abbas et al, 2015.



Chegou a hora do desafio! Convido você a testar seus conhecimentos sobre o que você aprendeu no Capítulo 2. As atividades a seguir foram feitas com o objetivo de testar seus conhecimentos e ao mesmo tempo diverti-lo. As respostas encontram-se no final do paradidático.

## Hora do desafio

1. A defesa do nosso corpo contra organismos invasores é garantida graças a uma série de órgãos, células e moléculas que constituem nosso sistema:

- a) nervoso.
- b) digestório.
- c) imunológico.
- d) cardiovascular.
- e) locomotor.

2. Quando entramos em contato com um antígeno pela primeira vez, desencadeamos uma resposta primária que leva à ativação dos linfócitos B e a diferenciação dessas células em:

- a) plasmídeos e linfócitos T.
- b) plasmídeos e macrófagos.
- c) plasmócitos e células de memória.
- d) plasmócitos e linfócitos T.
- e) células de memória e plasmídeos.

3. Quais são os tipos de imunidade adaptativa?

---

---

---

4. Quais são as células que participam da imunidade inata?

---

---

---

5. Defina granulócitos e dê exemplos.

---

---

---

## Quem sou eu?

1- Sou a célula que tem ação eficaz sobre helmintos (vermes). Quem sou eu!

2- Invasores me chamam de dedo duro. Quem sou eu!

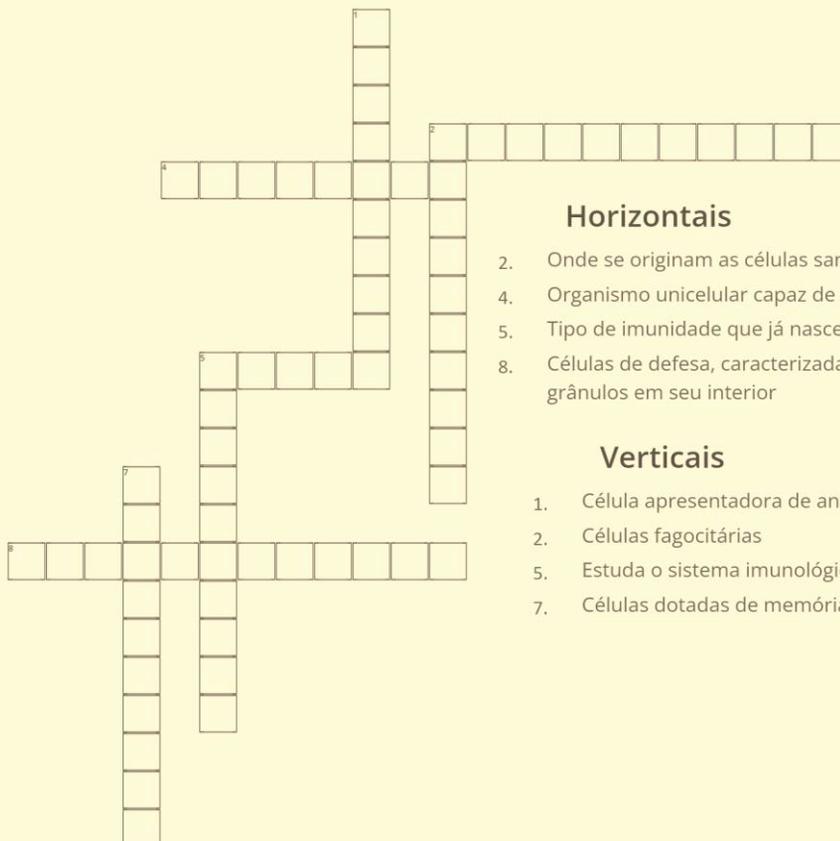
3- Caracterizada por um tempo de resposta rápida na presença de patógenos. Quem sou eu!

4- É toda substância estranha ao organismo que desencadeia a produção de anticorpos. Quem é ele?

## Palavras - Cruzadas

### IMUNOLOGIA

Como é a organização e a composição do sistema imune?



#### Horizontais

2. Onde se originam as células sanguíneas
4. Organismo unicelular capaz de causar doenças
5. Tipo de imunidade que já nasce com você
8. Células de defesa, caracterizadas pela presença de grânulos em seu interior

#### Verticais

1. Célula apresentadora de antígeno
2. Células fagocitárias
5. Estuda o sistema imunológico
7. Células dotadas de memória imunológica

# **CAPÍTULO III**

**Imunidade inata e a inflamação**

**Barreiras naturais**

**A inflamação aguda**

**Regeneração tecidual**

**Hora do desafio**

## IMUNIDADE INATA E A INFLAMAÇÃO

No final do século passado, Louis Pasteur constatou que as doenças são causadas por germes. Porém um invasor não causa doença em todos os organismos que infecta, pois existem variações individuais relacionadas à suscetibilidade. A sua resistência ou suscetibilidade às infecções, tem relação com a eficiência da resposta imune do seu organismo a um determinado invasor em particular. Desta forma, um indivíduo pode ser resistente a uma infecção e suscetível a outra. A sua resposta imune pode ser determinada por mecanismos da imunidade inata ou adaptativa. Mas, como seu corpo desencadeia as ações da imunidade inata e da imunidade adaptativa diante de uma infecção? Podemos observar como isso acontece no (Quadro 1) a seguir.

Quadro 1 – Imunidade inata versus imunidade adaptativa.



Fonte: Retirado do Quadro 2-1, Calich e Vaz, 2009.

## BARREIRAS NATURAIS

Os mecanismos de defesa inatos preexistem no organismo e agem imediatamente após a infecção. Entretanto, a ocorrência de infecção é rara, embora estejamos constantemente expostos a invasores. Isso se deve às barreiras naturais representadas pela pele e mucosas e pelas substâncias antimicrobianas produzidas nesses locais, que são fundamentais para impedir que microrganismos se instalem nos tecidos (Calich e Vaz, 2009).

Constituem barreiras naturais, a pele, as mucosas que revestem os tratos respiratório, digestório, geniturinário e conjuntiva. Na Tabela 1 a seguir estão

representadas as substâncias produzidas por essas barreiras naturais e os seus mecanismos de ação.

Tabela 1 – Barreiras naturais e seus mecanismos de ação no combate a infecções.

Barreira natural	Substância produzida	Mecanismo de ação
Pele	Ácido láctico, Lisozimas, ácidos graxos insaturados, pH ácido e peptídeos (antibióticos naturais)	Barreira mecânica e eficaz ação microbicida eliminando vários microrganismos ou ainda efeito citostático (impede o crescimento) sobre eles.
Trato respiratório	Muco	Cílios constituem uma barreira mecânica e o muco vai envolver os microrganismos invasores
Trato digestório	Saliva	Contém bactericidas e bacteriostáticas; Seu fluxo constante, garante que os invasores sejam carregados até o estômago que com pH em torno de 1, elimina a maioria dos microrganismos.
Trato geniturinário	Urina	O fluxo da urina arrasta as partículas e o pH ácido limita o crescimento de bactérias. O pH da vagina também é ácido em razão dos lactobacilos da flora normal produzem ácido láctico auxiliando na defesa do organismo.
Conjuntiva dos olhos	Lágrima	O fluxo constante de lágrimas arrasta os microrganismos para as fossas nasais. A alta concentração de lisozima presente nas lágrimas é efetiva contra vários microrganismos.

Fonte: Retirado de Calich e Vaz, 2009

Uma vez que o microrganismo tenha vencido essas barreiras e consiga instalar-se nos tecidos do hospedeiro, tem início uma reação inflamatória que propicia o influxo, para o local da infecção, de um grande número de fagócitos,

os quais fagocitam (comem) e eliminam os microrganismos através de potentes mecanismos microbicidas (Calich e Vaz, 2009).

## A INFLAMAÇÃO AGUDA

O termo inflamação vem do latim “inflammare”, que significa “acender”, o que define esse processo como um estado de alerta e recuo em que se encontra o organismo após ser provocado. A origem desse provocador pode ser um patógeno ou um dano tecidual decorrente de algum ferimento.

Para que você compreenda melhor o que ocorre no tecido abaixo da pele que sofreu uma lesão por corte ou por queimadura, acompanhe o caso de Pedro:

“Pedro, 16 anos, estudante da primeira série do ensino médio, estava jogando futebol em um campinho de terra batida perto da escola e cortou o pé em um caco de vidro de uma garrafa. Ao final do dia, notou que o local do corte estava vermelho, dolorido, inchado e quente. Sem entender por que seu pé estava daquele jeito, Pedro pediu a ajuda da sua mãe que colocou um curativo no local. Enquanto sua mãe realizava o procedimento, Pedro começou a refletir sobre o que poderia ter acontecido.”

A inflamação, ou a resposta inflamatória que se desenvolveu após o corte da pele de Pedro, na maioria das vezes é autolimitada, ou seja, é “neutralizada” quando a lesão inicial é reparada. Quando eventos dessa natureza acontecem, o seu organismo produz substâncias que regulam e controlam o grau de resposta à lesão, para que não ocorra um estado de **Inflamação crônica**, no qual a resposta imunológica causa mais dano ao organismo do que a próprio dano inicial. Estigmatizada como sinônimo de doença, a inflamação é um processo natural de relevante importância na restauração do equilíbrio imunológico do seu organismo (Quadro 2).



Quadro 2 – A inflamação como mecanismo de defesa.

Fonte: Retirado do quadro 2-2, Calich e Vaz, 2009.

Normalmente, a inflamação ocorre em dois níveis: clínico e celular. Clinicamente, caracteriza-se por 5 sinais típicos: **dor, rubor (vermelhidão), calor, edema (inchaço) e perda da função**. Três fenômenos a nível celular, explicam esses sintomas clínicos, são eles: **vasodilatação, aumento da permeabilidade vascular e migração de neutrófilos para o local da lesão**.

Além da inflamação aguda existe a inflamação crônica. A inflamação aguda caracteriza-se pelos sinais e fenômenos citados anteriormente, com duração variada (minutos, horas ou dias). A inflamação crônica por sua vez, ocorre quando o agente causador da resposta inflamatória não é suprimido de forma imediata, o que provoca uma resposta contínua e permanente. Normalmente os casos de inflamação crônica provocam sequelas em virtude das mudanças que ocorrem no local a resposta, tais como reumatismo.

Quando o tecido celular sofre danos, suas células podem liberar substâncias denominadas **Padrões Moleculares Associados a Dano (DAMPs)**. Os danos relacionados a liberação dessas substâncias podem ser uma infecção, presença de toxinas, traumas ou queimaduras, inclusive as provocadas pela exposição aos raios solares. A lesão no pé de Pedro desencadeou a liberação dos DAMPs e como o corte não ocorreu em um ambiente limpo (estéril), o tecido sofreu a invasão de bactérias, que causaram a infecção. Estas por sua vez apresentam em suas paredes os **PAMPs (Padrões Moleculares Associados ao Patógeno)**. Os DAMPs e/ ou PAMPs são reconhecidos pelos receptores encontrados nos macrófagos, neutrófilos e células dendríticas que são ativadas e iniciam a produção e liberação de citocinas pró-inflamatórias (proteína com função de regular e estimular o processo inflamatório) e quimiocinas (moléculas essenciais a progressão do progresso do processo inflamatório, são secretadas por macrófagos e outras células em resposta às citocinas).

## **REGENERAÇÃO TECIDUAL**

O resultado esperado depois da ocorrência de uma inflamação aguda é a reparação do tecido danificado. Porém, para que isso ocorra, depois de ter havido infecção, os invasores devem ser eliminados.

Os neutrófilos, que foram recrutados para o foco inflamatório/infeccioso morrem após terem fagocitado os invasores e, mesmo no caso de inflamação sem infecção, essas células têm o mesmo fim alguns dias depois de terem migrado, pois são dotadas de um programa de morte celular chamado de apoptose. Os neutrófilos que entram em apoptose passam a expressar, em sua membrana, moléculas que são reconhecidas por macrófagos através de receptores.

A fagocitose de células apoptóticas pelos macrófagos leva à produção de citocinas, que são inúmeras proteínas, que podem ativar, mas podem inibir os

macrófagos. Desta forma, o reconhecimento e a fagocitose das células apoptóticas regulam negativamente o processo inflamatório. O estado inflamatório terá cessado depois que os neutrófilos apoptóticos foram removidos e o número de macrófagos volta ao normal.

Os macrófagos são, portanto, células essenciais por efetuarem a limpeza dos tecidos afetados pela inflamação/infecção, fagocitando células mortas e restos celulares e promovendo a síntese de componentes da matriz extracelular e a formação de novos vasos.



Chegou a hora do desafio! Teste os conhecimentos sobre os temas discutidos no Capítulo 3. As respostas encontram-se no final do paradidático.

## Hora do desafio

1. Quais os principais sinais e sintomas de um processo inflamatório?

---

---

---

2. Qual o resultado esperado depois de uma inflamação aguda?

---

---

---

3. O que são DAMPs e PAMPs?

---

---

---

4. (Fuvest S/D) Um vírus foi identificado como a causa da morte de centenas de focas no mar do Norte e no Báltico. Ao penetrarem no organismo, as primeiras células que esses vírus invadem e prejudicam são os macrófagos e os linfócitos.

a) Explique porque as focas infectadas tornam-se extremamente vulneráveis ao ataque de outros micro-organismos patogênicos.

---



---



---

b) Especifique a função de cada uma das células mencionadas.

---



---

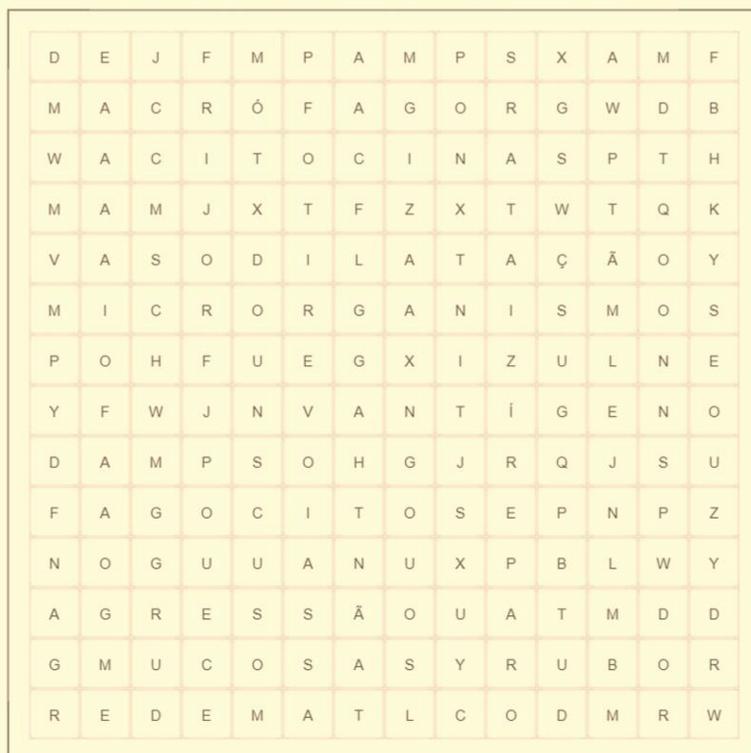


---

## Caça-Palavras

### IMUNIDADE INATA E A INFLAMAÇÃO

Quais eventos caracterizam a imunidade inata e a inflamação?

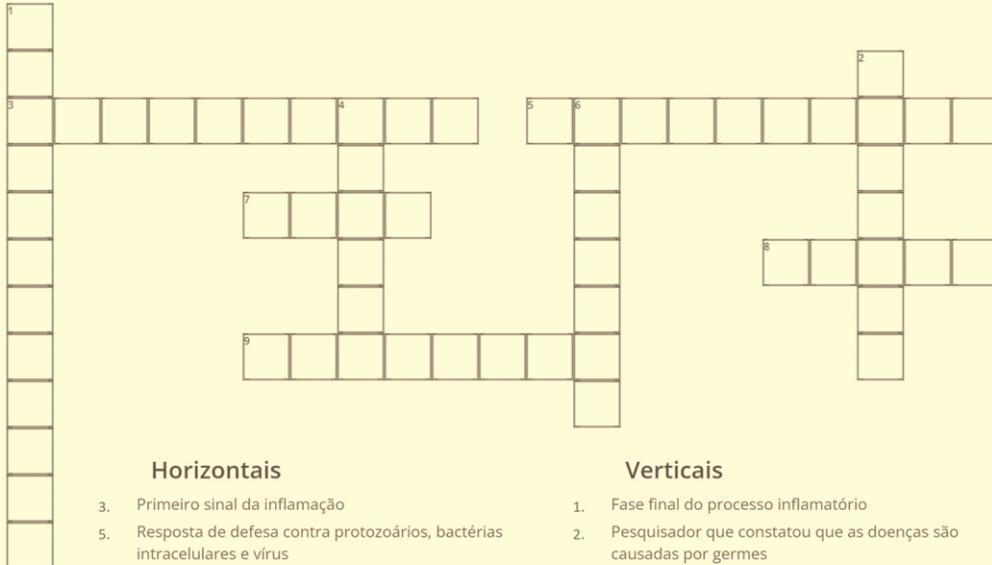


ANTÍGENO  
DAMPS  
EDEMA  
MACRÓFAGO  
MUCOSAS  
REPARO  
VASODILATAÇÃO  
AGRESSÃO  
CITOCINAS  
DOR  
FAGOCITOSE  
MICROORGANISMOS  
PAMPS  
RUBOR

# Palavras - Cruzadas

## BARREIRAS NATURAIS

Qual o papel das barreiras naturais na defesa do organismo?



### Horizontais

3. Primeiro sinal da inflamação
5. Resposta de defesa contra protozoários, bactérias intracelulares e vírus
7. Barreira física contra invasores
8. É um dos sintomas da inflamação
9. Substância presente na lágrima

### Verticais

1. Fase final do processo inflamatório
2. Pesquisador que constatou que as doenças são causadas por germes
4. Barreira mecânica do trato respiratório
6. Barreira química presente na saliva

# **CAPÍTULO IV**

**Células e órgãos do sistema imunológico**

**Órgãos do sistema imunológico**

**Órgãos linfoides primários**

**Órgãos linfoides secundários**

**Hora do desafio**

## CÉLULAS E ÓRGÃOS DO SISTEMA IMUNOLÓGICO

As células responsáveis pela resposta imune encontram-se organizadas em tecidos e órgãos e isto permite que a resposta imune seja mais eficiente. Este conjunto estrutural, denominado **Sistema linfoide** é composto por linfócitos, células acessórias (macrófagos e APCs) e, em alguns tecidos, células epiteliais. O tecido linfoide encontra-se distribuído pelo organismo e pode ser encontrado na forma de órgãos encapsulados.

## ÓRGÃOS DO SISTEMA IMUNOLÓGICO

A medula óssea e o timo são órgãos linfoides primários ou centrais. Neles, os linfócitos T e B se desenvolvem e amadurecem e só depois é que estarão aptos para atuarem em uma resposta imune. Os linfócitos T e B têm a mesma origem, porém os linfócitos B permanecem na medula óssea até ficarem prontos, enquanto os linfócitos T, ainda imaturos, saem da medula e viajam através do sangue até o timo, onde amadurecerão.

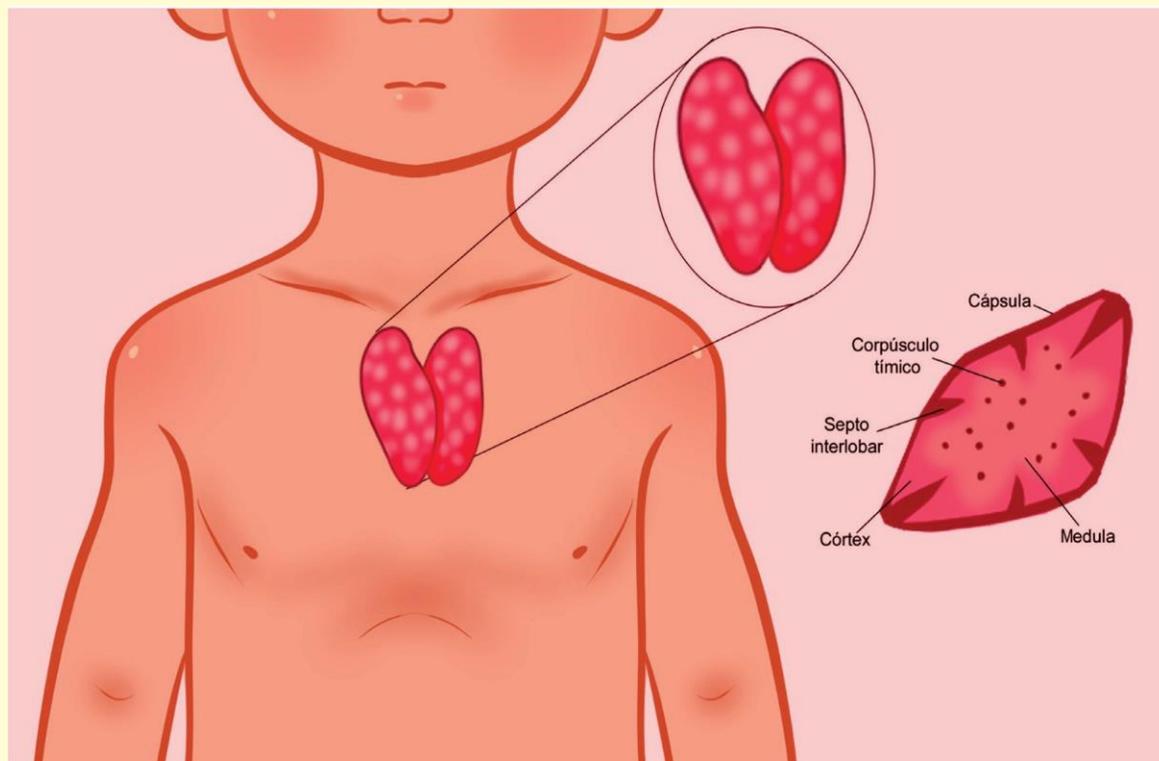
## ÓRGÃOS LINFOIDES PRIMÁRIOS

Os órgãos linfoides primários são o principal local de desenvolvimento de linfócitos. Neles os progenitores linfoides proliferam e amadurecem em células funcionais. Os linfócitos T amadurecem no timo enquanto os linfócitos B na medula óssea ou no fígado – em indivíduos na fase fetal. O processo de amadurecimento em células funcionais decorre da geração de seus receptores antígeno – específicos (BCR em linfócitos B e TCR em linfócitos T) que atuarão através dos linfócitos nos desafios antigênicos com que o organismo irá se deparar ao longo da vida.

O timo de mamíferos é um órgão bilobulado, localizado na cavidade torácica, próximo ao coração e aos grandes vasos sanguíneos (Figura 08). Cada lobo é organizado em lóbulos separados um dos outros por tecido conjuntivo travecular (filamentos cruzados). No interior de cada lóbulo as células linfoides são arranjadas em um córtex (região externa do órgão) e uma medula (região interna). O córtex denso contém a maioria das células linfoides relativamente imaturas em proliferação, enquanto na medula encontram-se as células maduras. Assim temos um gradiente de diferenciação das células linfoides do córtex para a medula. Em todos os lóbulos existe uma rede de células epiteliais importantes no processo de amadurecimento dos linfócitos T. Entretanto, além das células epiteliais, podemos encontrar **células dendríticas interdigitantes (IDCs)** e macrófagos nos lóbulos tímicos. Estas três populações celulares expressam moléculas do **MHC (Complexo Principal de Histocompatibilidade)** vitais para o desenvolvimento e seleção de

linfócitos T funcionais para o organismo.

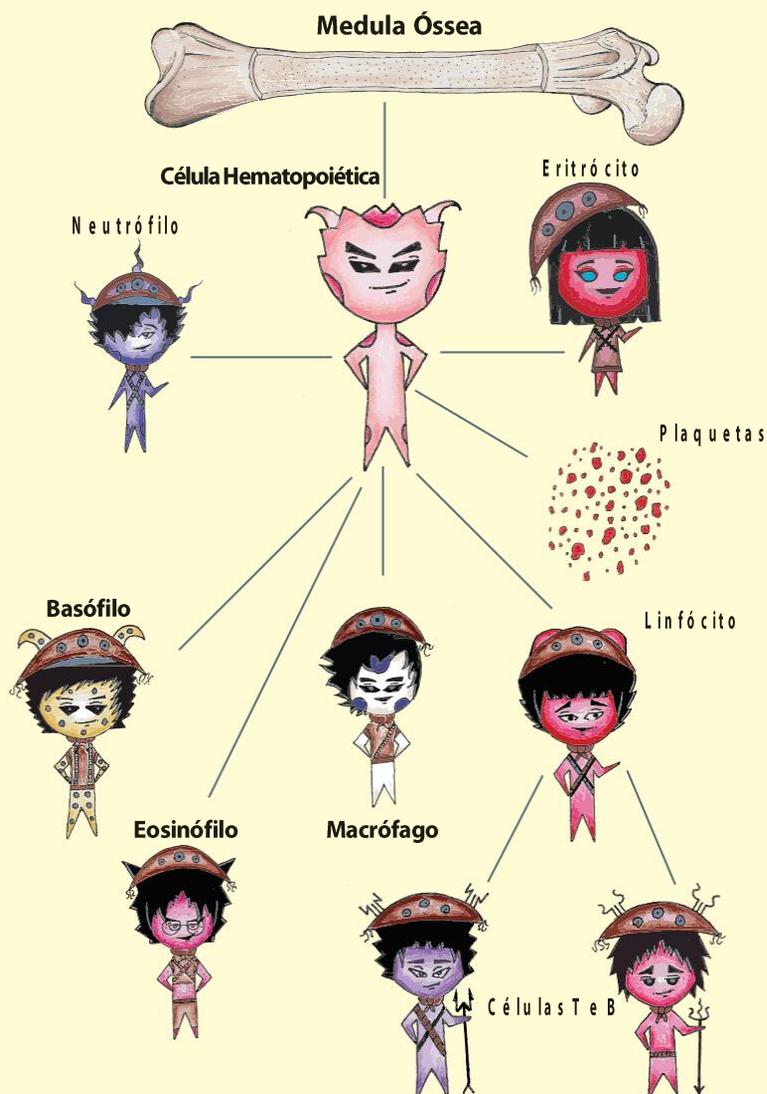
Figura 08 – A-Localização anatômica do timo, B-Timo em vista frontal e estruturas internas.



Fonte: Autores, 2023.

Além da função hematopoiética, a medula óssea (Figura 09) compartimentaliza o amadurecimento de linfócitos B. Os linfócitos B amadurecem em íntima associação com as células reticulares do estroma. A maioria dos linfócitos B em fase de amadurecimento não chega à circulação pois sofrem um processo de morte programada (apoptose). O receptor antígeno-específico dos linfócitos B (BCR) é uma imunoglobulina de superfície. Os genes de codificação do BCR sofrem rearranjos para sua síntese e cada clone de linfócito B mantém esse e apenas esse BCR específico. Uma vez diferenciados, os linfócitos B penetram nos seios vasculares, atravessando o endotélio e caem na circulação, podendo ser distribuídos pelo organismo. Após o amadurecimento os linfócitos B podem se tornar células que secretam anticorpos no plasma, pois as moléculas de imunoglobulina do linfócito B podem ser de superfície (BCR) ou secretadas (anticorpos).

Figura 09 – Imagem ilustrativa e adaptada da medula óssea e a origem das células sanguíneas pluripotentes representadas pelos seus respectivos personagens.



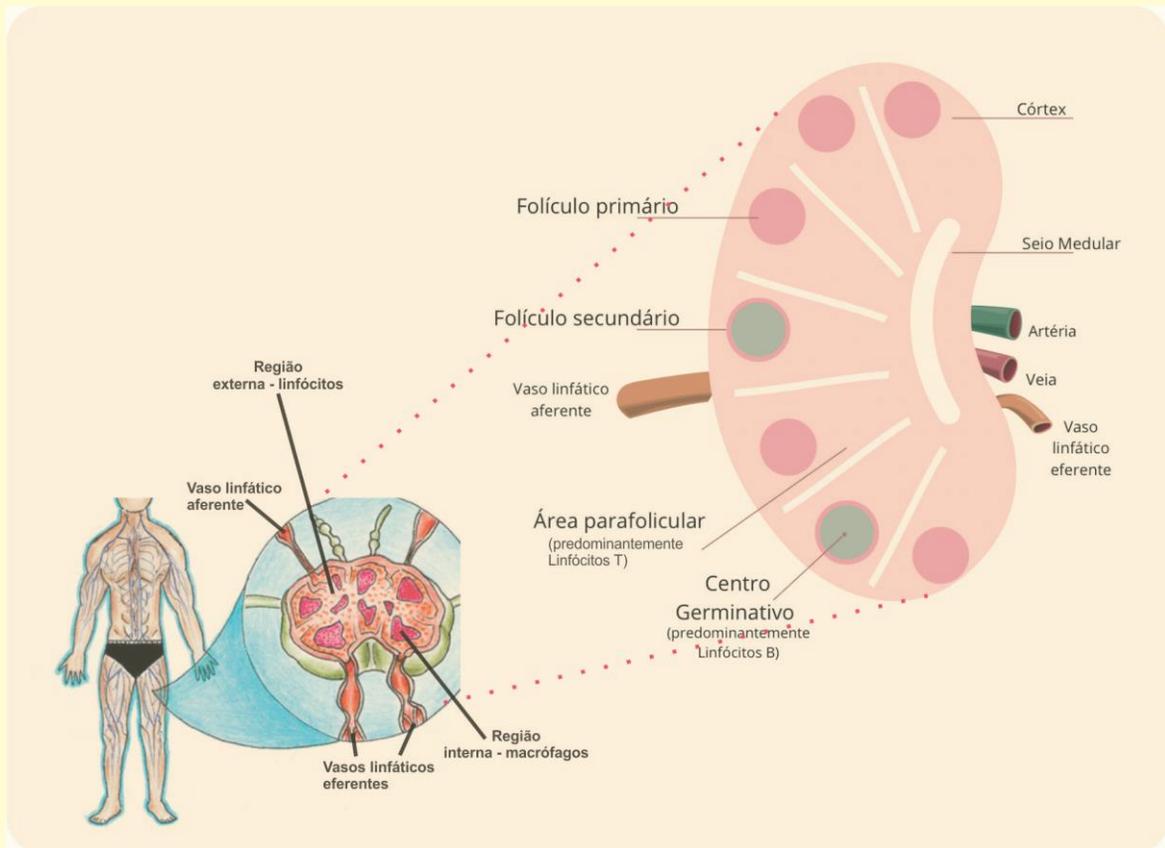
Fonte: Figura adaptada da figura 1-1, Calich e Vaz, 2009.

## ÓRGÃOS SECUNDÁRIOS

O linfonodo (Figura 10) e o baço (Figura 11) constituem os seus órgãos linfoides secundários ou periféricos. Nesses locais, os linfócitos T e B “virgens” encontram-se com os antígenos pela primeira vez, quando são ativados, e então tem início a sua participação nas respostas imunes.

Depois de gerados nos seus órgãos linfoides primários os linfócitos migram para os órgãos linfoides secundários. Estes podem ser órgãos encapsulados e bem estruturados, como os linfonodos e o baço, mas também podem ser formados por acúmulos não encapsulados de tecido linfóide associados às mucosas disperso pelo organismo e recebem o nome de tecido linfóide associado às mucosas (*MALT - Mucosa Associated Lymphatic Tissue*).

Figura 10 – Localização anatômica de um linfonodo e o detalhamento das suas estruturas internas

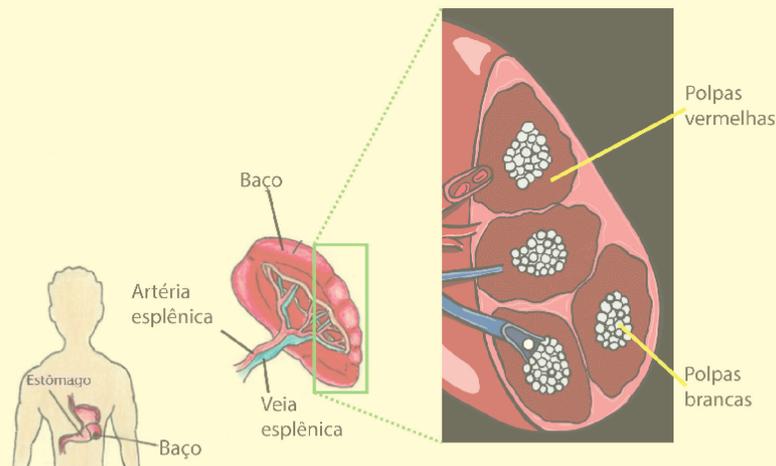


Fonte: Autores, 2023.

O baço defende seu organismo contra os antígenos que tem disseminação hematogênica (circulam pelo sangue) e aumentam a imunidade contra esses patógenos. A camada externa do baço consiste em uma capsula de fibras de colágeno que penetram no parênquima esplênico e formam pequenas trabéculas (filamentos cruzados). Estas juntamente com uma rede reticular sustentam uma variedade de células encontradas no interior do baço: a polpa vermelha (com grande número macrófagos e células dendríticas) a polpa branca (local de grande concentração de linfócitos).

Os linfonodos, também conhecidos como gânglios ou nódulos linfáticos, encontram-se distribuídos pela rede linfática, filtrando (retendo e facilitando o reconhecimento) antígenos presentes na linfa durante sua passagem da periferia em direção ao ducto torácico ou outros ductos coletores importantes, com acesso à circulação sanguínea.

Figura 11 – Aspecto geral do baço.



Fonte: Autores, 2023.



Chegou a hora do desafio! Te convido a testar seus conhecimentos sobre o que você aprendeu no Capítulo 4. As respostas encontram-se no final do paradidático.

## Hora do desafio

1. Os órgãos linfoides fazem parte do sistema imunológico e podem ser classificados em centrais e periféricos. Marque o nome correto do órgão linfóide em que os linfócitos T completam sua maturação.

- a) Medula óssea
- b) Timo
- c) Baço
- d) Linfonodo
- e) Apêndice

2. Quais são os principais órgãos do sistema imunológico ?

---

---

---

3. No trajeto dos vasos linfáticos, existem estruturas ovoides que apresentam como função filtrar as substâncias nocivas. Essas estruturas são chamadas de:

- a) gânglios nervosos.
- b) amígdalas.
- c) timo.
- d) linfonodos.
- e) linfa.

4. Algumas vezes, quando estamos doentes, percebemos um pequeno inchaço na região do pescoço (ÍNGUAS). Isso é consequência de:

- a) um inchaço nos gânglios linfáticos.
- b) um aumento generalizado dos vasos linfáticos.
- c) um aumento da deposição de linfa no pescoço.
- d) uma multiplicação exagerada e descontrolada de células nessa região.
- e) um deslocamento dos gânglios linfáticos.

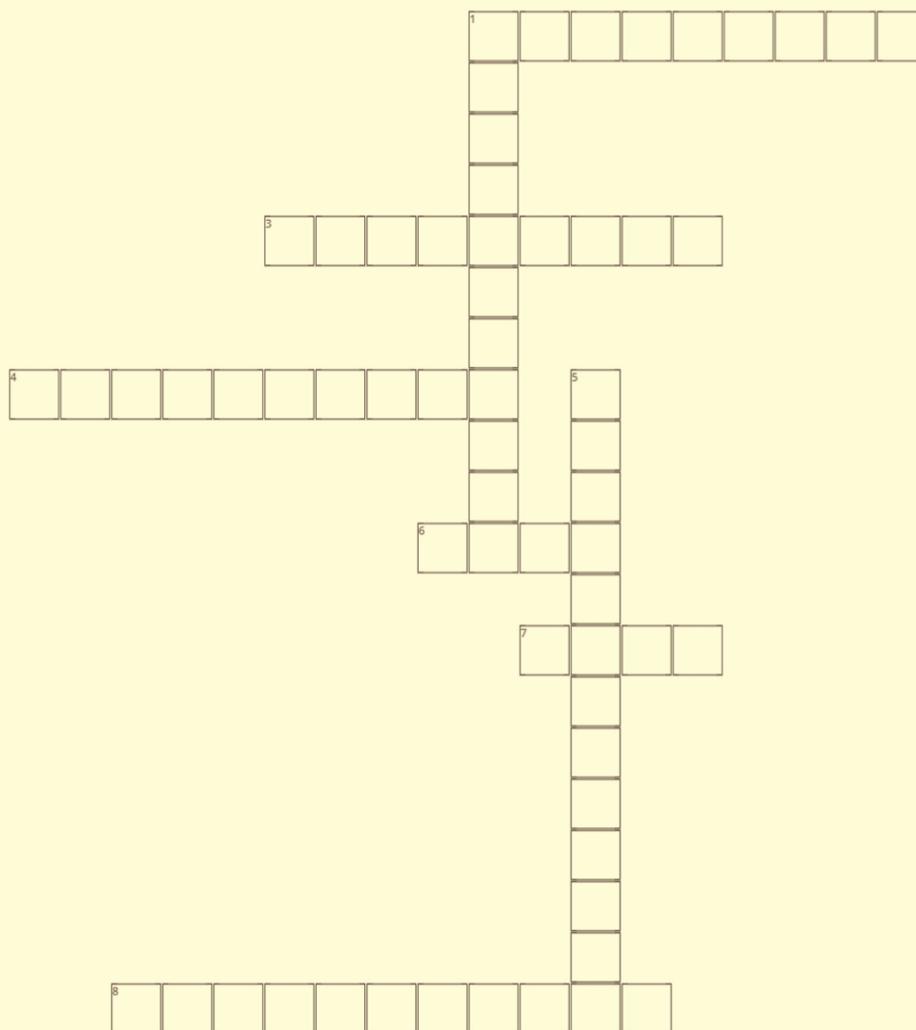
5. Das funções descritas abaixo, qual se refere a uma função exercida pelo sistema linfático?

- a) Transporte de oxigênio pelo organismo.
- b) Transmissão do impulso nervoso.
- c) Bombeamento de sangue pelo organismo.
- d) Captura do fluido presente nos espaços intersticiais.
- e) Via de absorção de fibras.

# Palavras - Cruzadas

## ÓRGÃOS DO SISTEMA IMUNE

Quais são os órgãos do sistema imune?



### Horizontais

1. Importante célula do sistema imune de origem mieloide que tem como precursor o monócito
3. Células de defesa capazes de reconhecer e destruir células infectadas por vírus e/ou células cancerosas
4. Pequenas estruturas espalhadas pelo corpo responsáveis por filtrar substâncias e/ou organismos nocivos
6. Órgão responsável pela captura e eliminação de vírus, bactérias e outros agentes invasores
7. Glândula que participa da defesa imunológica
8. Fagocitam fungos e bactérias

### Verticais

1. Tecido líquido encontrado no interior de ossos longos conhecido popularmente como "tutano"
5. Drena a linfa dos tecidos por meio dos ductos coletivos

# Capítulo V

Imunidade celular

Etapa 1: Fase de reconhecimento do peptídeo

Etapa 2: Fase de ativação do linfócito TCD4<sup>+</sup>

Etapa 3: Fase efetora do Th1

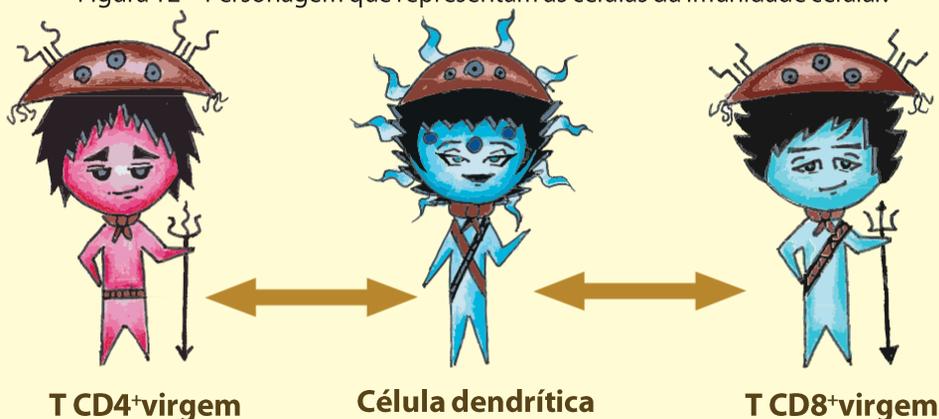
Hora do desafio

## IMUNIDADE CELULAR

A imunidade celular, ou imunidade mediada por células, é um dos mecanismos mais importantes de defesa da imunidade adquirida no controle de invasores, tais como: microrganismos intracelulares (vírus, bactérias e fungos).

As células da imunidade celular são os linfócitos T CD4<sup>+</sup> e T CD8<sup>+</sup>, juntamente com a célula dendrítica que desempenha papel crucial nesse processo (Figura 12). Participam ainda, da imunidade celular o linfócito T regulador (T reg) e linfócitos T CD4<sup>+</sup> efetores: os Th1, Th2 e Th17, que participam da defesa do hospedeiro contra tipos distintos de patógenos.

Figura 12 – Personagem que representam as células da imunidade celular.



Fonte: Autores, 2023.

Os eventos que caracterizam a imunidade celular têm início quando a célula dendrítica encontra o linfócito T CD4<sup>+</sup> virgem ou T CD8<sup>+</sup> virgem como vemos na figura 12. Os linfócitos em questão, são aqueles inexperientes que ainda não se encontraram com os antígenos.

Os linfócitos T efetores (Th1, Th2 e Th17) são produzidos em três etapas. Irei te apresentar o processo de formação dos Th1, mas a produção dos Th2 e Th17 acontecem de modo semelhantes. Os linfócitos T efetores Th2 atuam no controle de helmintos e substâncias que provocam alergias, enquanto os linfócitos T efetores Th17 atuam no controle de bactérias extracelulares e fungos, além de serem importantes nas doenças inflamatórias e na manutenção da nossa microbiota. As etapas 1 e 2 ocorrem nos órgãos linfoides secundários (baço e linfonodo) e a etapa 3, ocorre no sítio de infecção, onde se encontram os antígenos que estão sendo combatidos pelas células da defesa inata.

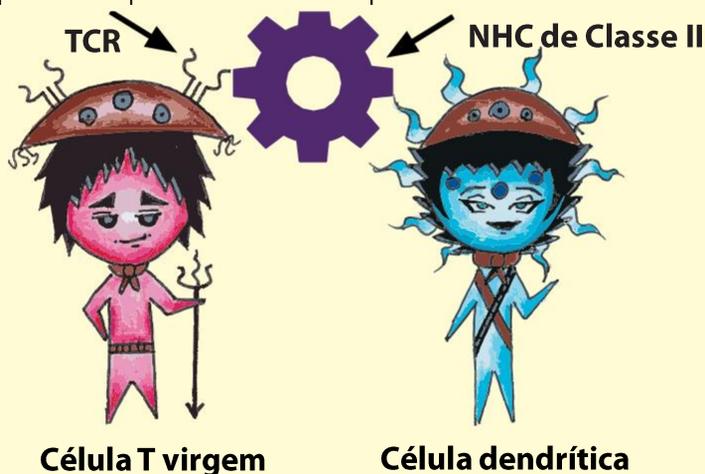
Antes de descrever a etapa 1, é importante te lembrar que o antígeno foi capturado por fagocitose pela célula dendrítica em repouso que se encontrava no tecido inflamado, em cujo interior é fragmentado em peptídeos e associado ao MHC de classe II. Esse complexo peptídeo/MHC II é expresso na membrana da célula

dendrítica. Ainda no tecido, a célula dendrítica que estava em repouso torna-se ativada e, como consequência, aumenta a expressão de moléculas do MHC de classe II e de coestimuladores importantes, que são proteínas denominadas moléculas B7 (B7.1 e B7.2).

### ETAPA 1: FASE DE RECONHECIMENTO DO PEPTÍDEO

Ocorre a apresentação do complexo peptídeo/MHC II pela célula dendrítica ao linfócito T CD4<sup>+</sup> virgem, sendo este evento o primeiro sinal para ativação do linfócito (Figura 13). O linfócito T CD4<sup>+</sup>, cujo TCR reconhece o peptídeo apresentado, continua no linfonodo e inicia o seu processo de ativação, por sua vez, aqueles que não reconhecem o peptídeo saem do linfonodo e continuam circulando no nosso organismo em busca do seu antígeno específico.

Figura 13 – Ilustração que representam o linfócito T CD4<sup>+</sup> virgem reconhecendo o peptídeo apresentado pela célula dendrítica por meio da molécula do MHC de classe II.



Fonte: Autores, 2023.

### ETAPA 2: FASE DE ATIVAÇÃO DO LINFÓCITO TCD4<sup>+</sup>

A etapa 2, é marcada por dois aspectos importantes: a expansão clonal e a diferenciação do linfócito T CD4<sup>+</sup>. Isso é possível, pois, ocorre a interação de duas moléculas coestimuladoras: a molécula CD28, que se encontra na membrana do linfócito T CD4<sup>+</sup>, com a molécula B7, expressa na membrana da célula dendrítica. A interação entre essas duas moléculas corresponde ao segundo sinal para a ativação do T CD4<sup>+</sup>, que agora passa a ser chamado de linfócito T CD4<sup>+</sup> ativado.

### ETAPA 3: FASE EFETORA DO TH1

Agora diferenciados, os linfócitos Th1, já em grande quantidade, saem do linfonodo e se dirigem para o tecido no qual está ocorrendo a infecção. Como efetor, o Th1 pode secretar a citocina ideal para ativar as células de defesa que

estão precisando da sua ajuda. Você deve lembrar que o T *helper* tem como função auxiliar outras células de defesa. Com isso, o seu papel contra invasores é planejar o que fazer de melhor e recrutar, ativar e estimular células de defesa a neutralizarem o antígeno. Para tanto os linfócitos Th1 efetores passam a produzir grandes quantidades de Interferon tipo II, além de secretar TNF- $\alpha$  (Fator de necrose tumoral alfa) e quimiocinas, que contribuem para o recrutamento de leucócitos e intensificar a resposta inflamatória.

Quando os antígenos são destruídos, os Th1 secretam a IL-10 (interleucina-10), uma citocina imunossupressora que funciona como feedback negativo para o próprio Th1. Se não há mais necessidade do Th1, e ele precisa ser induzido à apoptose para que o organismo entre em homeostase.

Os linfócitos T CD8<sup>+</sup> virgens, assim como os TCD4<sup>+</sup>, são ativados em órgãos linfoides secundários por meio da apresentação do peptídeo pelas moléculas do MHC, sendo que, no caso do T CD8<sup>+</sup>, a apresentação é feita pelo MHC de classe I. A célula dendrítica também expressa as moléculas do MHC de classe I, uma vez que tem núcleo, e o MHC de classe I está presente em todas as células nucleadas do organismo. Assim, a célula dendrítica também pode ser a principal célula APC (célula apresentadora de antígenos) para o TCD8<sup>+</sup> virgem.

No Quadro 3 a seguir, é descrito um resumo das principais etapas de formação das células responsáveis pela imunidade celular, bem com a interação destas com outras células da imunidade inata. Esse conjunto de ações e parcerias desempenham papel crucial na manutenção da homeostase do seu organismo.

Quadro 3 – Descrição de processos pelos quais passam as células da imunidade celular.

Célula	Evento	Como
Linfócito T CD4 <sup>+</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecimento do peptídeo;</li> <li>- Ativação;</li> <li>- Expansão clonal;</li> <li>- Diferenciação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação do peptídeo pela célula dendrítica via molécula do MHC de classe II;</li> <li>- Interação entre as moléculas CD28 (Linfócito) e B7 (Célula dendrítica), com isso ele passa a se chamar Linfócito T CD4<sup>+</sup> ativado;</li> <li>- Através da citocina IL-2 secretada pelo linfócito T CD4<sup>+</sup> ativado;</li> <li>- A IL-12 secretada pela célula dendrítica age sobre o linfócito T CD4<sup>+</sup> ativado em expansão clonal e estimula-o a se diferenciar em linfócitos efetores, os Th1 (T helper 1) e em linfócitos T CD4 de memória.</li> </ul>

Linfócito Th1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fase efetora;</li> <li>- Relação com macrófagos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferenciados, os linfócitos Th1, já em grande quantidade, saem do linfonodo e se dirigem para o tecido no qual está ocorrendo a infecção;</li> <li>- Ativar os macrófagos aumentando sua capacidade fagocítica e/ou microbicida.</li> </ul>
Linfócito T CD8 <sup>+</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecimento do peptídeo;</li> <li>- Ativação;</li> <li>- Expansão clonal e diferenciação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação do peptídeo pela célula dendrítica via molécula do MHC de classe I;</li> <li>- Interação entre a molécula CD28 (Linfócito) e a molécula B7 (Célula dendrítica), fornecendo o segundo sinal de ativação do linfócito T CD8<sup>+</sup> ativado;</li> <li>- Através da secreção da IL-2 pelo linfócito T CD8<sup>+</sup> ativado, que age de maneira autócrina, induzindo a sua expansão clonal.</li> </ul>
Linfócito Th2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relação Th2 e eosinófilo;</li> <li>- Relação Th2 e mastócito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ativação dos eosinófilos pela IL-5 aumentando a sua atividade fagocítica contra helmintos;</li> <li>- Sensibilização do mastócito, quando este, por meio de seus receptores de IgE de alta afinidade que há na sua membrana estão ligados as IgEs alérgeno-específicas. Neste caso fala-se então em mastócito sensibilizado.</li> </ul>
Linfócitos Th17	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecimento do peptídeo;</li> <li>- Ativação;</li> <li>- Expansão clonal;</li> <li>- Diferenciação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelos mesmos mecanismos do T Cd4<sup>+</sup>;</li> <li>- Pelos mesmos mecanismos do Th1;</li> <li>- A expansão clonal também acontece da mesma forma que a do Th1;</li> <li>- São necessárias as citocinas próinflamatórias IL-1 e IL-6. Além disso, ocorre a participação do TGF-β (Beta).</li> </ul>

Fonte: Retirado de Abbas et al, 2015.



Olá! Agora é a hora do desafio! Como nos capítulos anteriores, você pode testar seus conhecimentos sobre os assuntos discutidos no Capítulo 5. As respostas encontram-se no final do paradidático.

## Hora do desafio

1. Qual é a função da célula dendrítica na imunidade celular?

---

---

---

---

---

2. Defina receptor TCR.

---

---

---

---

---

3. Que eventos são observados na fase efetora do TH1?

---

---

---

---

---

4. Como acontece a ativação do linfócito TCD4<sup>+</sup>?

---

---

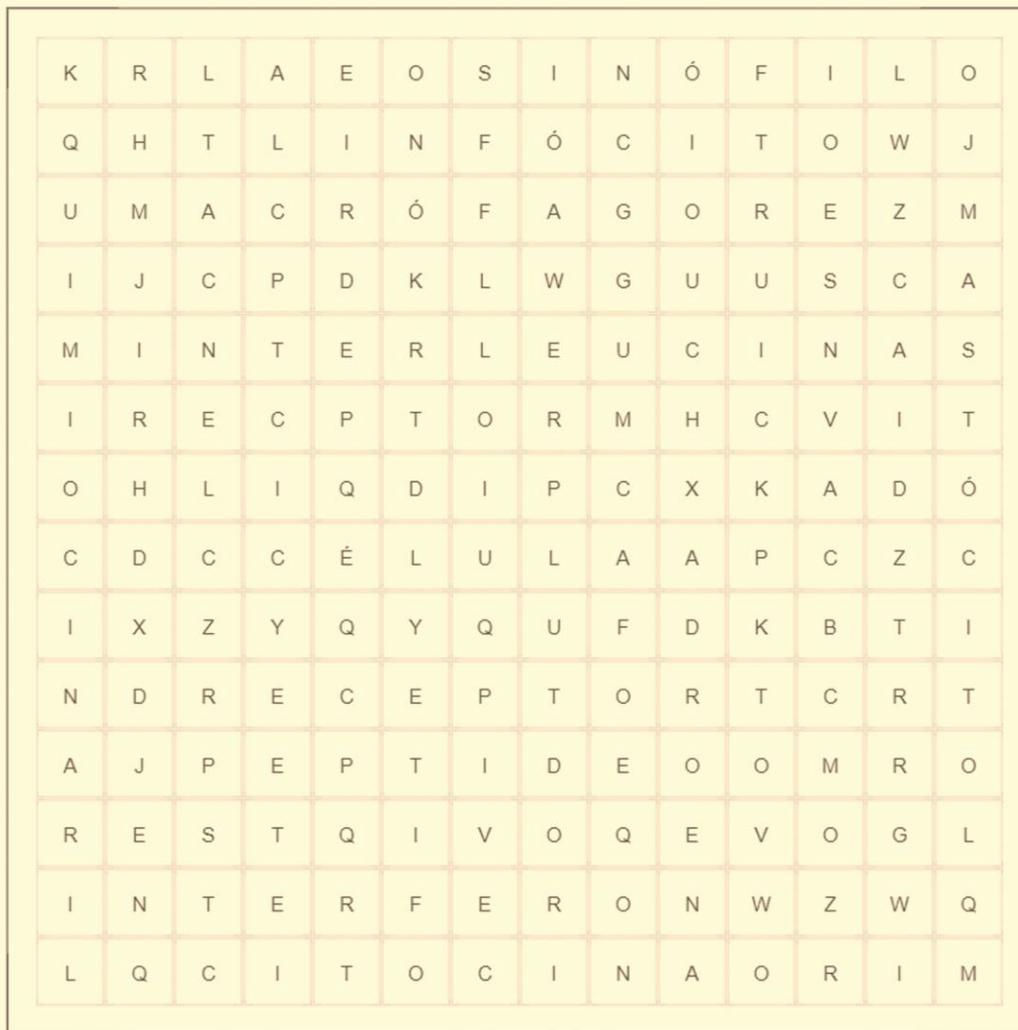
---

---

---

## IMUNIDADE CELULAR

Como se caracteriza a imunidade celular?



educolorir.com

CITOCINA	CÉLULAAPC
EOSINÓFILO	INTERFERON
INTERLEUCINA	LINFÓCITO
MACRÓFAGO	MASTÓCITO
PEPTÍDEO	QUIMIOCINA
RECEPTORTCR	RECPTORMHC

## **Capítulo VI**

**A imunidade humoral ou mediada por anticorpos**

**Fases da resposta imune humoral**

**Fase de reconhecimento do antígeno pelo linfócito B**

**Fase de ativação do linfócito B**

**Fase efetora do linfócito B**

**Resposta humoral primária**

**Resposta humoral secundário**

**Hora do desafio**

## A IMUNIDADE HUMORAL OU MEDIADA POR ANTICORPOS



Pode-se dizer que a imunidade humoral, ou imunidade mediada por anticorpos, é um ramo da imunidade adquirida. Seus mecanismos de ação irão proteger você contra microrganismos extracelulares, como muitas bactérias e suas toxinas, mas também atuam neutralizando patógenos intracelulares, como os vírus, antes que eles penetrem as suas células, quando estes estão livres no meio extracelular.



A imunidade humoral também apresenta especificidade, diversidade e memória imunológica. Porém, na imunidade humoral, alguns fenômenos de ativação acontecem de forma diferente, tendo em vista que o linfócito B interage diretamente com o antígeno durante o reconhecimento e dispensa a apresentação deste pela célula dendrítica ou macrófago. Isto porque os linfócitos B apresentam um receptor denominado BCR ou Imunoglobulina de superfície (Igs), que tem a função de reconhecer antígenos intactos, ou seja, na sua forma natural. Lembre-se que, quem é capaz de reconhecer fragmentos de antígenos ou peptídeos apresentados pelas células dendríticas são os linfócitos T.

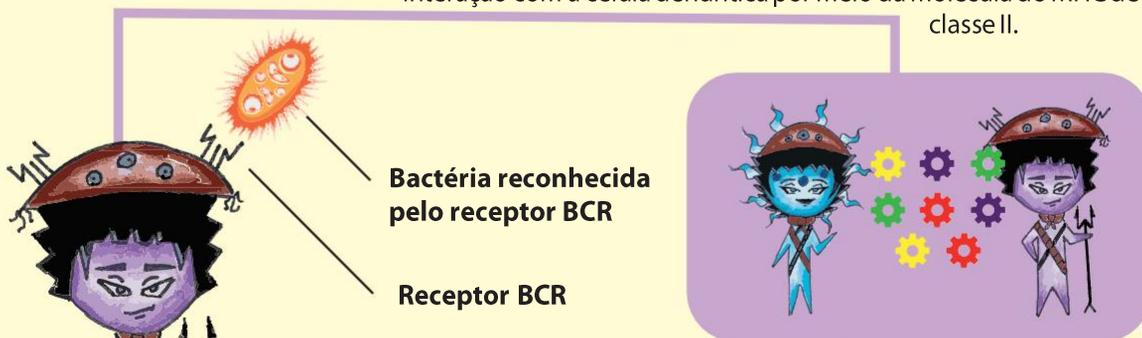


Lembre-se, na imunidade celular eu o linfócito T CD4<sup>+</sup> virgem, após reconhecer os antígenos via TCR, serei ativado e, a depender da situação irei diferenciar-me em Th1, Th2 e/ou Th17 subtipos efetores, e poderei secretar diferentes citocinas que participam da defesa do seu organismo contra tipos distintos de patógenos.



Na imunidade humoral, ocorre algo muito semelhante conosco, os linfócitos B virgens, pois também somos ativados após o reconhecimento do antígeno. Contudo, não nos diferenciamos em subtipos como os linfócitos T, mas sim daremos origem a células efetoras, chamadas de plasmócitos.

Figura 13 – Ilustração do linfócito T CD4<sup>+</sup> virgem relembrando sua interação com a célula dendrítica por meio da molécula do MHC de classe II.



Fonte: Autores, 2023.

Na imunidade celular, o linfócito T interage com a célula dendrítica, pois ela tem informações fundamentais para a sua ativação. Já na imunidade humoral, não há essa necessidade, pois o meu receptor, chamado BCR ou Imunoglobulina de superfície (IgS), reconhece antígenos na sua forma natural.



Esses dois tipos diferentes de respostas adaptativas irão se desenvolver a partir da natureza química dos antígenos detectados, para tanto, se faz necessária a participação dos linfócitos T  $CD4^+$  efetores. É importante você lembrar que os linfócitos T  $CD4^+$  e os T  $CD8^+$  são capazes de reconhecer apenas antígenos proteicos que são apresentados pelas células dendríticas; os linfócitos B, por sua vez, além de reconhecerem antígenos proteicos, reconhecem também os que têm origem em polissacarídeo, lipídeo e ácido nucleico.



Por meio do reconhecimento do antígeno pelos linfócitos B virgens e a sua cooperação os T  $CD4^+$  efetores e suas citocinas, torna-se possível a produção de diferentes classes de anticorpos (IgG, IgE e IgA). Mesmo que essas interações não ocorram, ainda sim, há produção de anticorpos, porém, estes pertenc



Essas duas formas de produção de anticorpos, com ou sem ajuda dos linfócitos T  $CD4^+$  efetores, ocorrem em função da natureza dos antígenos. Por exemplo, se o antígeno for proteico, os linfócitos T  $CD4^+$  efetores desempenham papel importante na ativação e na diferenciação dos linfócitos B, uma vez que os linfócitos T reconhecem peptídeos proteicos apresentados pelas células dendríticas, macrófagos e outros linfócitos B. Esses antígenos proteicos são conhecidos como antígenos Timo-dependentes ou antígenos T-dependentes.



Embora nós os linfócitos T  $CD4^+$  efetores sejamos necessários às respostas de linfócitos B a antígenos proteicos, alguns constituintes dos microrganismos, como os polissacarídeos e os lipídios, podem também induzir a produção de anticorpos. Esses antígenos não proteicos são conhecidos como antígenos Timo-independentes ou antígenos T independentes. Entretanto, é importante ressaltar que os linfócitos B também podem, sem a ajuda dos linfócitos T, responder a antígenos proteicos.

## **FASES DA RESPOSTA IMUNE HUMORAL**

As fases da resposta imune humoral são divididas em três etapas, são elas: etapa 1, a fase de reconhecimento do antígeno; etapa 2, a fase de ativação do linfócito B; e etapa 3, a fase efetora.

### **FASE DE RECONHECIMENTO DO ANTÍGENO PELO LINFÓCITO B**

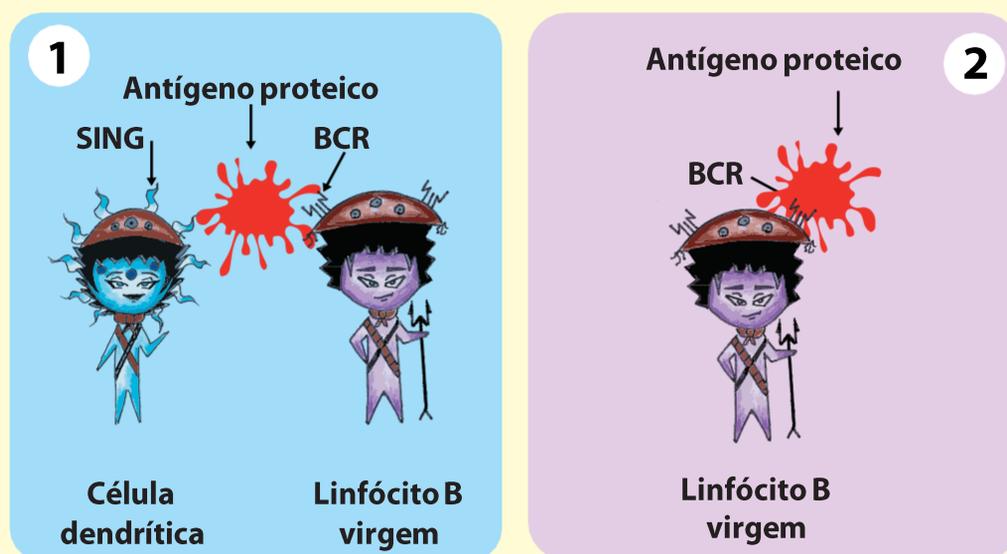
Essa fase tem início quando os antígenos proteicos, na sua forma natural, chegam nos folículos primários dos órgãos linfoides secundários ou ficam retidos no receptor de membrana da célula dendrítica folicular, ou, ainda, entram em contato direto com o receptor BCR do linfócito B virgem que ali se encontra (Figura 14-1).

Em outra situação, o linfócito B virgem pode entrar no folículo primário e interagir diretamente com o antígeno sem a participação da célula dendrítica folicular (Figura 14-2).

### FASE DE ATIVAÇÃO DO LINFÓCITO B

Na fase de ativação do linfócito B ocorrerá a sua interação com o linfócito Th1. Em decorrência dessa e de outras interações, ocorre a diferenciação de alguns linfócitos B em plasmócitos de vida curta, que já iniciam a secreção dos primeiros anticorpos. Esses anticorpos são da classe IgM e apresentam baixa afinidade pelo o antígeno.

Figura 14 – 1-Antígeno intacto capturado pela célula dendrítica sendo reconhecido pelo Linfócito B virgem, 2-Linfócito B virgem reconhecendo antígeno.



Fonte: Autores, 2023.

### FASE EFETORA DO LINFÓCITO B

A fase efetora da resposta imune humoral caracteriza-se pela produção dos anticorpos (antígeno-específicos) propriamente ditos. Nesse processo, os linfócitos T helper foliculares e suas citocinas secretadas no centro germinativo estimulam os linfócitos B, que se encontram em proliferação. Nessas condições pode ocorrer a mudança de isótipo produzido, com formação dos anticorpos do tipo IgG.

### RESPOSTA HUMORAL PRIMÁRIA

Respostas humorais primárias acontecem quando o linfócito B virgem entra em contato pela primeira vez com um determinado antígeno nos órgãos linfoides secundários. Uma parte é ativada, prolifera e diferencia-se em

plasmócitos de vida longa com a ajuda dos linfócitos T<sub>fh</sub>s (Linfócitos T auxiliares foliculares humanos); outros, diferenciam-se em linfócitos B de memória. O tempo necessário para que os primeiros anticorpos IgM sejam secretados é longo (média de cinco a dez dias), mas outras classes de anticorpos são produzidas, como a IgG, por exemplo. Porém, nessa resposta, a produção de anticorpos é reduzida, e são secretadas mais IgM do que IgG. Alguns plasmócitos de vida longa migram para a medula óssea e continuam a secretar as IgGs na corrente sanguínea. Porém, essas IgGs apresentam baixa afinidade pelo o antígeno. Outros linfócitos B de memória, por sua vez, ficam no mesmo órgão linfoide secundário em que foram gerados; outros, ainda entram na circulação e ficam próximos à porta de entrada preferencial do antígeno, como sentinelas, prontos para o reencontro.

### **RESPOSTA HUMORAL SECUNDÁRIA**

Esse tipo de resposta humoral tem início quando o linfócito B de memória reencontra o antígeno que o gerou no primeiro encontro e são ativados rapidamente. Nessa circunstância, o tempo necessário para a produção dos primeiros anticorpos IgGs é rápido (média de três a cinco dias), e ocorre maturação de afinidade do anticorpo com o antígeno, nesse caso ocorre produção de grandes quantidades de IgGs.

Novos plasmócitos de vida longa são gerados e migram também para a medula óssea para ficar repondo, ao longo dos anos, os anticorpos que são degradados. Além disso, novos linfócitos B de memória são gerados e ficam como sentinelas, prontos para um terceiro ou posteriores encontros com o mesmo antígeno.

Compreender esses conceitos de resposta primária e secundária facilita o entendimento da importância das doses vacinais de reforço que precisamos tomar contra alguns patógenos.



É hora do desafio! Divirta-se enquanto estuda. As respostas estão no final do paradidático.

### **Hora do desafio**

1. O que é uma resposta imune primária?

---

---

---

2. O que é uma resposta imune secundária?

---

---

---

3. Anticorpos são moléculas relacionadas com a defesa do organismo. São produzidos por células chamadas de:

- a) Linfócitos T
- b) Neutrófilos
- c) Eosinófilos
- d) Plasmócitos
- e) Mastócitos

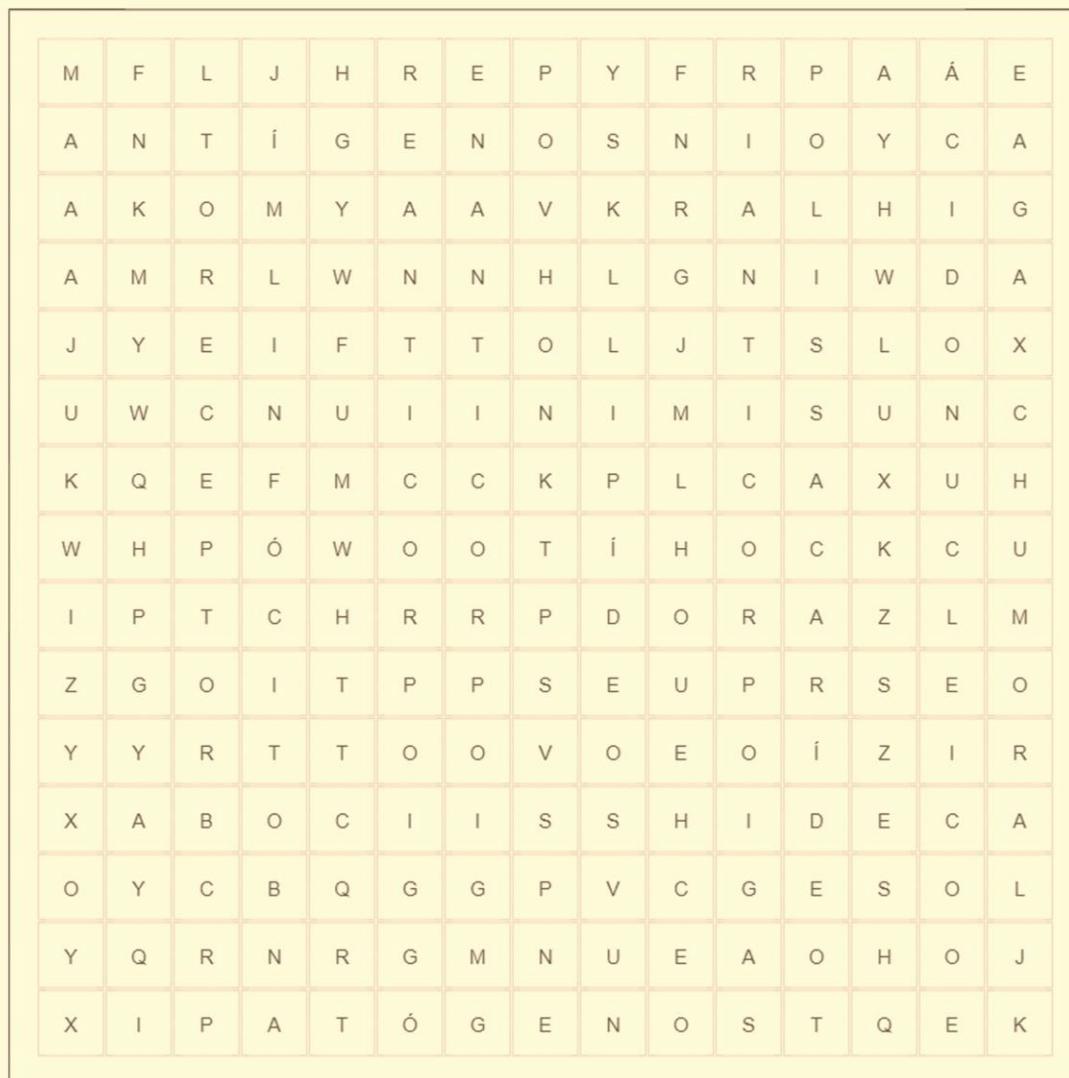
4. Sabemos que os anticorpos são fundamentais para garantir a defesa do corpo contra organismos patogênicos. Essas substâncias são produzidas pelos \_\_\_ após a estimulação por um antígeno e a maturação dessa célula. Marque a alternativa que completa adequadamente o espaço acima:

- a) Linfócito T.
- b) Linfócito CD4.
- c) Linfócitos B
- d) Linfócito CD8.
- e) Eosinófilos.

# Caça-Palavras

## IMUNIDADE HUMORAL

Como se caracteriza a imunidade humoral?



educolorir.com

ANTICORPOIGA  
ANTICORPOIGM  
HUMORAL  
LIPÍDEOS  
POLISSACARÍDEO  
ÁCIDONUCLEICO  
ANTICORPOIGG  
ANTÍGENOS  
LINFÓCITOB  
PATÓGENOS  
RECEPTORBCR

## **Capítulo VII**

**A importância dos soros e das vacinas**

**Imunização passiva**

**Imunização ativa**

**Características essenciais de uma vacina**

**Os tipos de vacina**

**A importância das vacinas e seus benefícios**

**Hora do desafio**

## A IMPORTÂNCIA DOS SOROS E DAS VACINAS



Você já tem ideia da importância das vacinas, então neste capítulo vai entender por que o uso de soros e vacinas tem salvado a vida de milhões de pessoas e reduzido a incidência de muitas doenças infecciosas comuns.

Os soros são compostos por anticorpos que oferecem uma defesa imediata contra uma doença específica, mas não proporcionam imunidade duradoura. Em contraste, as vacinas contêm antígenos do patógeno que se pretende proteger, juntamente com adjuvantes que estimulam a resposta imunológica.

A resposta imunológica provocada pelas vacinas geralmente se manifesta algumas semanas após sua aplicação, contudo, essa imunidade pode perdurar por muitos anos. As vacinas podem conter microrganismos completos atenuados, inativados ou macromoléculas purificadas, sendo que cada tipo apresenta suas próprias vantagens e desvantagens. Atualmente, diversas outras abordagens estão em estudo para promover proteção contra uma variedade de doenças para as quais não existem vacinas eficazes disponíveis. A tentativa de manipular o sistema imunológico para proteger os seres humanos de doenças infecciosas é uma prática antiga, embora só tenha se tornado comum para grandes populações no século XX.

O processo de vacinação é frequentemente tão eficaz que pode levar à eliminação de doenças, representando assim um dos maiores avanços da medicina. O início do século XX foi marcado pelo uso inicial de anticorpos, conhecidos como soros, na prevenção de doenças, sendo os primeiros soros usados em humanos contra difteria e tétano.

Atualmente as vacinas de RNA mensageiro (RNAm) representam uma inovação significativa na área da imunização. Ao contrário das vacinas tradicionais, que introduzem uma forma enfraquecida ou inativada do patógeno no corpo, as vacinas de RNAm fornecem instruções genéticas para que as próprias células do corpo produzam uma proteína viral específica. Essa proteína, por sua vez, desencadeia uma resposta imune, preparando o organismo para combater futuras infecções.

O funcionamento das vacinas de RNAm é relativamente simples: uma vez injetado no corpo, o RNAm é absorvido pelas células e traduzido em proteínas virais. Essas proteínas, por sua vez, estimulam o sistema imunológico a produzir anticorpos e células de defesa, conferindo proteção contra o vírus. Uma das grandes vantagens dessa tecnologia é a rapidez com que as vacinas podem ser desenvolvidas e produzidas, o que as torna especialmente úteis em situações

de pandemia ou surtos de doenças infecciosas.

Além da rapidez na produção, as vacinas de RNAm apresentam outras vantagens, como a segurança e a eficácia. Por não utilizarem o vírus vivo ou atenuado, elas não apresentam risco de causar a doença. Além disso, estudos clínicos demonstraram que as vacinas de RNAm são altamente eficazes na prevenção de diversas doenças, como a COVID-19. No entanto, é importante ressaltar que a tecnologia de RNAm ainda é relativamente nova e que pesquisas contínuas são necessárias para avaliar sua segurança e eficácia a longo prazo.

Existem duas formas distintas de proteção ou imunização: a **imunização passiva** e a **imunização ativa**.

### **IMUNIZAÇÃO PASSIVA**

A imunização passiva ocorre quando anticorpos são transferidos de um indivíduo previamente imunizado, ou de animais de outras espécies, para um receptor. Uma característica crucial da imunização passiva é sua capacidade de fornecer proteção imediata, logo após a administração dos anticorpos. No entanto, essa forma de imunização não estimula as células do sistema imunológico, resultando em uma imunidade de curta duração, pois não gera células de memória. A imunização passiva é dividida em natural e artificial.

A imunização passiva natural ocorre quando anticorpos são transferidos da mãe para o bebê, seja através da placenta (IgG) ou do leite e colostro (IgA). Esse tipo de imunização é crucial, pois os bebês, ao nascerem, ainda não possuem um sistema imunológico completamente desenvolvido, tornando-os suscetíveis a infecções.

A imunização passiva artificial, conhecida como soroterapia, envolve a administração de anticorpos na forma de soros, frequentemente utilizados contra venenos de animais peçonhentos e toxinas bacterianas. A utilização de soros é vital, pois eles neutralizam rapidamente venenos e toxinas. Os anticorpos são geralmente obtidos de outros animais, como cavalos e coelhos principalmente, que foram previamente imunizados com os patógenos específicos contra os quais se deseja produzir o soro. Observe na Tabela 2 os tipos de soros mais utilizados atualmente.

Tabela 2 – Os tipos de soros mais utilizados.

Doença	Soro	Mecanismo de ação
Tétano	Antitoxina tetânica	origem equina ou humana
Botulismo	Antitoxina produzida em cavalos	
Difteria	Antitoxina produzida em cavalos	
Raiva	Imunoglobulina antirrábica	de origem equina ou humana
Picada de cobras	Antiveneno produzido em cavalos	
Picada de aranha viúva-negra	Antiveneno produzido em cavalos	
Picada de escorpião	Antiescorpiônico	imunoglobulina heteróloga produzido em cavalos

Fonte: Retirado da tabela 5.2, Barardi, Carobrez, Pinto, 2009.

## IMUNIZAÇÃO ATIVA

A imunização ativa é resultado da produção de anticorpos, bem como da ativação de linfócitos T, dirigida contra o agente infeccioso ou contra seus produtos tóxicos. Esse tipo de imunização confere proteção de longa duração, pois induz a geração de linfócitos de memória, que podem perdurar por muitos anos. Porém, a proteção conferida por esse tipo de imunização não é imediata, diferente dos processos de imunização passiva, levando algumas semanas até que ela se desenvolva completamente. Pode-se dividir a imunização ativa em **natural** e **artificial**.

A imunização ativa natural acontece quando o indivíduo adquire uma infecção e se cura, tratando-se, portanto, de uma imunização não intencional. Em muitas infecções, quando o indivíduo se cura, ele permanece com uma resposta imune protetora por muitos anos e, caso venha a entrar novamente em contato com aquele agente infeccioso, não adoecerá novamente. É por isso que muitas doenças são adquiridas somente uma vez na vida, como caxumba, rubéola e sarampo, por exemplo.

A imunização ativa artificial é feita por meio da utilização das vacinas na prevenção de uma doença, nesse caso, tem-se uma forma de imunização intencional.

## CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS DE UMA VACINA

Há diversas características essenciais que uma vacina deve apresentar para ser considerada eficaz o suficiente para ser administrada em larga escala. Entre essas características, destacam-se:

1. Deve conferir proteção duradoura, garantindo imunidade por vários anos.
2. Deve gerar proteção eficaz contra o agente infeccioso, sem o risco de causar doenças ou efeitos adversos graves.
3. Deve estimular uma resposta imunológica protetora adequada contra o agente infeccioso, como a produção de anticorpos neutralizantes ou a ativação de linfócitos T.
4. Deve ser estável para permitir armazenamento, transporte e uso, além de ser economicamente viável para ampla utilização.

## OS TIPOS DE VACINAS

As vacinas contêm antígenos específicos derivados do patógeno alvo, juntamente com adjuvantes<sup>3</sup> em sua formulação. Existem diversas abordagens na preparação de vacinas, podendo-se empregar microrganismos inteiros inativados ou atenuados, ou utilizar apenas uma molécula do agente infeccioso, ou até mesmo DNA na forma de plasmídeo. No Quadro 4, são apresentadas as características gerais de alguns tipos de vacinas, juntamente com os métodos de preparação utilizados.

Quadro 4 – Classificação de algumas vacinas de uso em seres humanos.

	Doença ou patógeno	Tipo de vacina
Microrganismos inteiros	Doenças causadas por bactérias	
	Antrax	Inativada
	Tuberculose	Atenuada
	Doenças causadas por vírus	
	Influenza	Inativada
	Caxumba	Atenuada
Macromoléculas purificadas	Toxoides	
	Tétano	Exotoxina inativada
	Polissacarídeos capsulares	
	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Polissacarídeos capsulares
	Antígeno recombinante	
	Hepatite B	Antígeno de superfície viral recombinante

Fonte: Retirado da tabela 5.3, Barardi, Carobrez, Pinto, 2009.

<sup>3</sup>Substância adicionada a uma vacina para potencializar a resposta imunológica ao antígeno. O adjuvante mais frequentemente utilizado é o hidróxido de alumínio, porém, outras substâncias têm sido usadas à base de esqualeno. Fonte: <https://familia.sbim.org.br/vacinas/conceitos-importantes#:~:text=Adjuvante%20%E2%80%94%20Subst%C3%A2ncia%20adicionada%20a%20uma,usadas%20%C3%A0%20base%20de%20esqualeno.>

## A IMPORTÂNCIA DAS VACINAS E SEUS BENEFÍCIOS



A imunização é um dos métodos mais eficazes para diminuição de morbidade e aumento da perspectiva da vida infantil. No combate a epidemias a vacinação apresenta-se como o método de melhor custo benefício, além de diminuir os gastos relacionados a hospitalização, visto que a vacinação também auxilia na diminuição de morbidade e mortalidade dos pacientes.

Segundo o CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE SAÚDE (CONASS) (2017), o Brasil é o precursor da junção de diversas vacinas no calendário do SUS, sendo um dos poucos países no mundo que oferecem de maneira universal um rol extenso e completo de imunobiológicos. Apesar disso, a alta taxa de cobertura vacinal, que sempre foi sua característica fundamental, vem diminuindo nos últimos anos. Um exemplo disso é a baixa adesão as campanhas vacinais para crianças menores de 1 ano de idade. As campanhas de vacinação mundo afora, atualmente, previnem cerca de 2 a 3 milhões de óbitos por ano e, se a cobertura vacinal fosse bem-sucedida a nível mundial, poderiam ser evitadas mais 1,5 milhão de mortes.

O movimento antivacina destaca-se como um dos responsáveis pela propagação de “Fake News” por meio das redes sociais, o que preocupa as autoridades dos sistemas de saúde em diversos países. O movimento pode contribuir para o ressurgimento de doenças controladas e já erradicadas e, a Organização Mundial de Saúde citou o movimento como um dos maiores desafios da saúde mundial dos últimos anos.

As campanhas de vacinação e a cobertura vacinal dentro do especificado pelos órgãos de saúde asseguram o controle e eliminação de casos de doenças imunopreveníveis e é dever do profissional da saúde, em conjunto com o Ministério da Saúde, alertar a sociedade sobre a importância e os benefícios da vacinação, incentivando e promovendo campanhas com avaliações constantes das coberturas vacinais. Desta forma, evita-se que os municípios, estados e países venham enfrentar futuras epidemias causadas pela falta de imunização.

A educação desempenha um papel fundamental no esclarecimento da importância das vacinas para a sociedade em geral. A escola, como instituição central na formação dos indivíduos, tem o poder de disseminar conhecimento científico sobre a imunização, promovendo uma compreensão sólida dos benefícios das vacinas para a saúde pública.

Ao educar os alunos sobre os princípios da imunização, os processos de desenvolvimento de vacinas e os impactos positivos na prevenção de doenças, as escolas capacitam as futuras gerações a tomar decisões informadas

e responsáveis sobre sua saúde e da sua comunidade. Além disso, ao incentivar o pensamento crítico e a análise baseada em evidências, as instituições educacionais capacitam os jovens a discernir informações precisas de mitos e desinformação, fortalecendo assim a confiança na ciência e na medicina preventiva. Portanto, investir na educação sobre vacinas dentro do ambiente escolar é essencial para promover uma sociedade mais saudável e resiliente.

Os meios de comunicação responsáveis, devem promover programas e campanhas para a eliminação e esclarecimento de “Fake News” sobre as vacinas, de forma que informações verdadeiras alcancem o maior número de indivíduos possível, evidenciando que a vacina é um meio seguro e eficaz de nos proteger de doenças e representa o melhor investimento em saúde.



Chegamos ao final da fascinante jornada pelo sistema imunológico. É hora do último desafio! As respostas estão no final do paradidático.

## Hora do desafio

1. (MACKENZIE-S/D) A busca por recursos que sejam eficientes na prevenção de doenças tem sido alvo de grandes investimentos, tanto científicos como industriais. A esse respeito são feitas as seguintes afirmações:

I. A eficiência das vacinas é devida a produção de células de memória que permanecem no organismo, podendo combater o agente causador de uma doença imediatamente.

II. Existem diferentes tipos de células no sistema imunitário, sendo que os macrófagos são capazes de fagocitar partículas estranhas e os linfócitos podem produzir anticorpos.

III. Anticorpos são células cuja função é identificar e destruir partículas estranhas.

**Assinale:**

- a) se somente a afirmativa I for correta.
- b) se somente as afirmativas I e III forem corretas.
- c) se todas as afirmativas forem corretas.
- d) se somente as afirmativas I e II forem corretas.
- e) se somente as afirmativas II e III forem corretas.

2. (Enem-2011) O vírus do papiloma humano (HPV, na sigla em inglês) causa o aparecimento de verrugas e infecção persistente, sendo o principal fator ambiental do câncer de colo de útero nas mulheres. O vírus pode entrar pela pele ou por mucosas do corpo, o qual desenvolve anticorpos contra a ameaça, embora em alguns casos a defesa natural do organismo não seja suficiente. Foi desenvolvida uma vacina contra o HPV, que reduz em até 90% as verrugas e 85,6% dos casos de infecção persistente em comparação com pessoas não vacinadas.

*Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 12 jun. 2011.*

O benefício da utilização dessa vacina é que pessoas vacinadas, em comparação com as não vacinadas, apresentam diferentes respostas ao vírus HPV em decorrência da:

- a) alta concentração de macrófagos.
- b) elevada taxa de anticorpos específicos anti-HPV circulantes.
- c) aumento na produção de hemácias após a infecção por vírus HPV.
- d) rapidez na produção de altas concentrações de linfócitos matadores.
- e) presença de células de memória que atuam na resposta secundária.

3. A Organização Mundial de Saúde recomenda que a amamentação seja exclusiva até os seis meses de idade e que seja realizada, junto a outros alimentos, até pelo menos os dois anos de idade. A amamentação apresenta uma série de benefícios à mãe e ao bebê, sendo responsável, inclusive, por prevenir infecções, uma vez que a mãe fornece, nesse momento, anticorpos ao seu bebê. Esse tipo de imunidade é conhecido como:

- a) Imunidade artificial ativa
- b) Imunidade artificial passiva
- c) Imunidade artificial inata
- d) Imunidade natural ativa
- e) Imunidade natural passiva

4. Todos os anos, no Brasil, é feita a campanha de vacinação contra a gripe. Essa campanha visa à garantia da proteção dos grupos de risco contra essa doença, a qual mata várias pessoas todos os anos. Ao vacinar-se, dizemos que o indivíduo adquire uma

- a) imunidade artificial ativa.
- b) imunidade artificial passiva.
- c) imunidade artificial inata.
- d) imunidade natural ativa.
- e) imunidade natural passiva.

5. Os anticorpos podem ser classificados em cinco classes distintas: IgG, IgM, IgA, IgE e IgD. Dessas classes, qual é a única que consegue ser transportada através da placenta e garantir proteção ao feto?

- a) IgA
- b) IgG
- c) IgM
- d) IgE
- e) IgD

## BIBLIOGRAFIA

ABBAS, Abul K. et al **Imunologia básica: funções e distúrbios do sistema imunológico**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. ISBN 978-85-352-8551-2.

ABBAS, Abul K. et al **Imunologia celular e molecular**. Tradução: Anderson de Sá NUNES, S. I. de O. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019. ISBN 978-85-352-9074-5.

ALBERTS, B. et al. **Biologia molecular da célula**. Artmed Editora, 2010.

ANDRADE, V. A.; PAULA, L. M. NICOLINI, L. B.; ARAÚJO-JORGE, T. C.; COUTINHOSILVA, R. A Imunologia no segundo segmento do Ensino Fundamental Brasileiro. **Ciências & Cognição**, v. 20, n. 1, p. 142-154, 2015.

ANDRADE, V. A. de; ARAÚJO-JORGE, T. C. de; SILVA, R. C. CONCEPÇÕES DISCENTES SOBRE IMUNOLOGIA E SISTEMA IMUNE HUMANO. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 01–22, 2016. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2016v21n3p1. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/144>. Acesso em: 28 nov. 2023.

ARTUSO, A.R.; SILVA, K.V.D.; SUERO, R. Uma discussão do livro didático como tecnologia no campo da ciência, tecnologia e sociedade. **R. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 16, n. 42, p. 171-189. jul/set. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/11351>. Acesso em: 17 de setembro de 2023.

BARARDI, C. R. M, CAROBREZ, S. G., PINTO, A. R. Imunologia. Célia Regina Monte BARARDI. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. 007p. ilustr.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394\\_ldbn1.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf)>. Acesso em: 13 outubro 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em 13 outubro 2023.

BRASIL. Secretaria de Educação Médio e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais (Ensino Médio) – Bases Legais**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em 15 outubro 2023.

CAMPOS, C. R., & PERIN, A. P. (2021). Reflexiones sobre libros paradidáticos de Estadística para la escuela básica: un análisis documental y bibliográfico. **Revista de Didáctica de las Matemáticas**, 106, enero, 73-82,

COICO, R.; SUNSHINE, G. **Imunologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. p. 1-369.

CALICH, V.; VAZ, C. **Imunologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2009. p.215.

COUTO I.A., GRANJA E.R.S., GARCIA A.C.C., FACANALLI D.C.S., MOURA D.M., MENDES G.F., et.al. As causas e as consequências da recusa vacinal na realidade brasileira. **Brazilian Journal of Health Review**. 2019; 4(5):18893-908.

CRUVINEL, W. de M. et al . Sistema imunitário: Parte I. Fundamentos da imunidade inata com ênfase nos mecanismos moleculares e celulares da resposta inflamatória. **Rev. Bras. Reumatol.**, São Paulo , v. 50, n. 4, p. 434-447, Agosto. 2010 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0482-50042010000400008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0482-50042010000400008&lng=en&nrm=iso)>.

LAGUNA, A. G. J. A contribuição do livro paradidático na formação do aluno leitor. Augusto Guzzo **Revista Acadêmica**. N. 2, p. 43-52, mai./2001. Disponível em: [http://www.fics.edu.br/index.php/augusto\\_guzzo/article/view/81](http://www.fics.edu.br/index.php/augusto_guzzo/article/view/81) Acesso: 15 de outubro de 2023.

LIMA, L. C. L. **IMUNOEDUCAÇÃO: software educacional como ferramenta facilitadora da aprendizagem no estudo de Imunologia para o Ensino Médio**. / Leila Cristina Lopes Lima. – Mossoró – RN, 2019. 133p;

LINDQUESTER G. J. (2006). «**Introduction to the History of disease**». Rhodes College. Cópia arquivada em 21 de julho de 2006

LOPES, C.; AMARAL, F. **Explorando o Sistema Imunológico**. Disponível em:[http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC\\_DSC\\_NOME\\_ARQUI20130912164902.pdf?PHPSESSID=79cc7fe47e3e88d4676e77be2f4224e2](http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20130912164902.pdf?PHPSESSID=79cc7fe47e3e88d4676e77be2f4224e2). Acesso em 18 outubro 2023.

MAYER, R. E. **The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media**. Learning and Instruction. v. 13, p. 125-139, 2003.

MAYER, R. E. **Applying the science of learning**. Upper Saddle River: Pearson, 2011.

MONTAGNANI, J. M.; MENEZES, C. R. S.; PINGE FILHO, P.; **Abordagem do alcoolismo e do sistema imunológico nos livros didáticos de ciências e fatores associados ao consumo de álcool por estudantes no Colégio Estadual Barão do Rio Branco, Londrina, Paraná**. Universidade Estadual de Londrina, Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), 2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1817-8.pdf>> Acesso em: 17 setembro. 2023.

MUNAKATA, K. Produzindo livros didáticos e paradidáticos. 1997. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo.

MURPHY, K. **Imunobiologia de Janeway [recurso eletrônico]** / Kenneth Murphy; tradução: Denise C. Machado, Gaby Renard, Lucien Peroni Gualdi; revisão técnica: Denise C. Machado. - 8. ed. - Dados eletrônicos. - Porto Alegre : Artmed, 2014.

NELSON V. **Onde está o organismo? : derivas e outras histórias na biologia e na imunologia.** Nelson Vaz... [et al.]. – Florianópolis : Editora da UFSC, 2011. 204 p.

OLIVEIRA, L. M. G. B. **Imunologia.** v. 2 / Lílian M. G. Bahia Oliveira; Milton M. Kanashiro. – 2.ed. – Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.

PARANÁ. **Secretária de Estado da Educação. Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física.** Paraná: Governo do Paraná. Secretaria do Estado de Educação Básica do Paraná, 2008.

PINTO, E. F.; MATTA, N. E.; CRUZ, A. M. Vacinas: progressos e novos desafios para o controle de doenças imunopreveníveis. **Acta Biológica Colombiana**, v. 16, n. 3, p. 197-212, 2011.

SANTOS, L. M. A.; TAROUCO, L. M. R. **A importância do estudo da teoria da carga cognitiva em uma educação tecnológica.** Novas Tecnologias na Educação, Rio Grande do Sul, v.5, n.1, p. 1-11, 2007. Disponível em: < <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14145>>. Acesso em: 20 julho 2023.

SILVA, S. E. de M. **Vacinação e a apropriação do conhecimento imunológico por alunos do ensino médio: uma abordagem em pesquisa-ação [manuscrito]** / Sarah Eliane de Matos Silva. – 2019.

SOMPAYRAC, L. **How the Immune System Works.** Third Edition. Blackwell Publishing, 2008.

SOUZA, A. R. de M. **Aprendendo sobre vacinas no ensino médio: uma proposta de sequência didática investigativa [manuscrito]** / Ana Regina de Melo Souza. – 2022. 111f. : il. ; 29,5 cm.

SOUZA, R. de P. **Fatores imunológicos associados a resistência a infecção pelo Schistosoma mansoni em uma área endêmica da Bahia.** Brasil / Robson da Paixão de Souza. – Salvador, 2015. 147. ; il.

SWELLER, J. **Cognitive Load Theory: a special issue of educational psychologist.** London: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2003.

ROITT, I. M. (Ivan Maurice), 1927-Roitt, **Fundamentos de imunologia** /Peter J. Delves ... [et al.]; tradução por Carlos Henrique de A. Cosendey, Cláudia Lúcia Caetano de Araújo; revisão técnica Arnaldo Feitosa Braga de Andrade. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 552p. : il.; 28 cm

TORREZINI, T., ATHANAZIO, A. D. Imunovigilância e Imunoedição de Neoplasias: Implicações Clínicas e Potencial Terapêutico. **Revista Brasileira de Cancerologia**, Salvador (BA), v. 54, n.1, p. 63-77. 2008.

VALE FILHO, M. de A. **Imunocards: aprendendo as defesas do organismo jogando.** / Maurício de Almeida Vale Filho. – Mosorró, 2020. 70p.

World Health Organization, (WHO). **Vaccines and immunization.** 2021. Disponível em: <[https://www.who.int/health-topics/vaccines-and-immunization#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/vaccines-and-immunization#tab=tab_1)>.

# RESPOSTAS DO TÓPICO HORA DO DESAFIO

## CAPÍTULO 1

### Questões

1 – Na medula óssea

2 – As células da linhagem mieloide são os granulócitos (neutrófilos, eosinófilos e basófilos), monócitos, células dendríticas e hemácias.

3 – O seu sistema imunológico é formado por células, tecidos e órgãos que compõem o chamado sistema linfóide.

### Caça-palavras

#### SISTEMA IMUNE

Quais são os principais aspectos do sistema imune?

M	S	M	D	K	V	A	C	I	N	I	A	Y	A	U
G	U	G	S	P	A	T	O	G	E	N	O	I	N	F
Q	C	H	N	M	G	C	Q	V	P	I	C	K	T	K
F	A	G	O	C	I	T	O	X	F	D	N	P	I	I
N	P	E	V	I	R	U	S	V	I	S	J	R	G	M
Z	R	E	Q	I	M	U	N	E	D	A	N	D	E	U
D	P	R	O	T	O	Z	O	Á	R	I	O	S	N	N
K	M	E	D	U	L	A	O	S	S	E	A	U	O	I
T	B	X	E	U	L	I	N	F	E	C	Ç	Á	O	D
M	I	C	R	O	R	G	A	N	I	S	M	O	S	A
M	D	E	F	E	S	A	S	P	B	X	G	D	Q	D
C	O	E	V	A	R	I	O	L	A	V	Y	C	G	E
B	A	C	T	É	R	I	A	S	S	B	N	T	J	W
S	I	M	U	N	O	L	O	G	I	C	O	O	R	R
H	E	L	M	I	N	T	O	S	N	B	N	X	G	I

[educolorir.com](http://educolorir.com)

ANTÍGENO  
DEFESAS  
HELMINTOS  
IMUNIDADE  
INFECÇÃO  
MICROORGANISMOS  
PROTOZOÁRIOS  
VARIOLA  
BACTÉRIAS  
FAGÓCITO  
IMUNE  
IMUNOLÓGICO  
MEDULAÓSSA  
PATÓGENO  
VAGINA  
VÍRUS

## CAPÍTULO 2

### Questões

1 – C

2 – C

3 – A resposta imune adaptativa está dividida em imunidade humoral e mediada por células. As células primárias do sistema imunológico adaptativo são os linfócitos (células B e T).

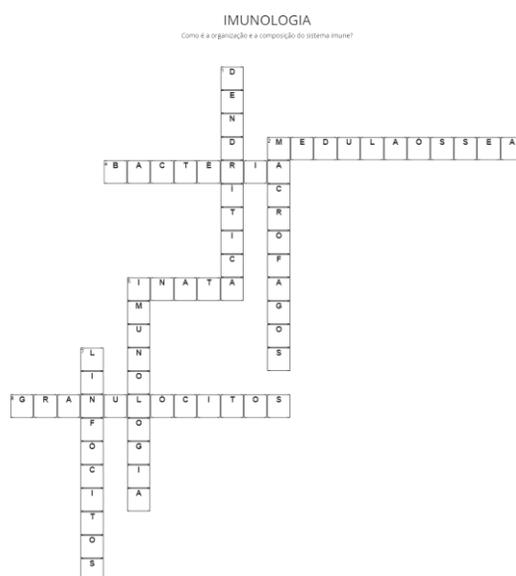
4 – As principais células que participam desta ação são os neutrófilos, os macrófagos e as células naturais killer (NK).

5 – Os granulócitos são células de defesa do organismo, caracterizadas pela presença de grânulos em seu interior. São produzidos na medula óssea, encontrados na corrente sanguínea e compreendem os neutrófilos, eosinófilos e basófilos.

Quem sou eu?

- 1 – Eosinófilo
- 2 – Célula dendrítica
- 3 – Imunidade inata
- 4 - Antígeno

### Palavras-cruzadas



#### Horizontais

- 2. Onde se originam as células sanguíneas
- 4. Organismo unicelular capaz de causar doenças
- 5. Tipo de imunidade que já nasce com você
- 8. Células de defesa, caracterizadas pela presença de grânulos em seu interior

#### Verticais

- 1. Célula apresentadora de antígeno
- 2. Células fagocitárias
- 5. Estuda o sistema imunológico
- 7. Células dotadas de memória imunológica

## CAPÍTULO 3

Questões

1 – Os principais sintomas e sinais de uma inflamação surgem por inchaço, edema, dor ao tocar, vermelhidão, sensação de calor ou diminuição do movimento ou a função da região afetada.

2 – C

3 – E

4 – B

5 – a) Os vírus destroem as células responsáveis pela defesa orgânica das focas.

b) Macrófagos – fagocitose; linfócitos – reconhecimento de antígenos e produção de anticorpos.

# Caça-palavras

## IMUNIDADE INATA E A INFLAMAÇÃO

Quais eventos caracterizam a imunidade inata e a inflamação?

D	E	J	F	M	P	A	M	P	S	X	A	M	F
M	A	C	R	Ó	F	A	G	O	R	G	W	D	B
W	A	C	I	T	O	C	I	N	A	S	P	T	H
M	A	M	J	X	T	F	Z	X	T	W	T	Q	K
V	A	S	O	D	I	L	A	T	A	Ç	Ã	O	Y
M	I	C	R	O	R	G	A	N	I	S	M	O	S
P	O	H	F	U	E	G	X	I	Z	U	L	N	E
Y	F	W	J	N	V	A	N	T	Í	G	E	N	O
D	A	M	P	S	O	H	G	J	R	Q	J	S	U
F	A	G	O	C	I	T	O	S	E	P	N	P	Z
N	O	G	U	U	A	N	U	X	P	B	L	W	Y
A	G	R	E	S	S	Ã	O	U	A	T	M	D	D
G	M	U	C	O	S	A	S	Y	R	U	B	O	R
R	E	D	E	M	A	T	L	C	O	D	M	R	W

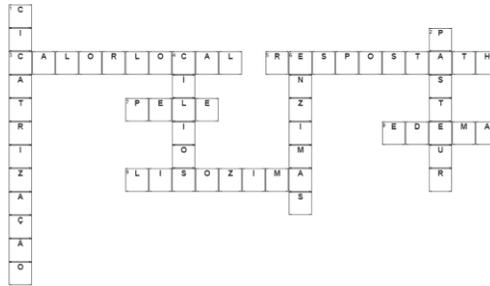
[educolorir.com](http://educolorir.com)

AGRSSÃO      ANTÍGENO  
 CITOCINAS    DAMPS  
 DOR            EDEMA  
 FAGOCITOSE    MACRÓFAGO  
 MICROORGANISMOS    MUCOSAS  
 PAMPS        REPARO  
 RUBOR        VASODILATAÇÃO

# Palavras-cruzadas

## BARREIRAS NATURAIS

Qual o papel das barreiras naturais na defesa do organismo?



### Horizontais

3. Primeiro sinal da inflamação
5. Resposta de defesa contra protozoários, bactérias intracelulares e vírus
7. Barreira física contra invasores
8. É um dos sintomas da inflamação
9. Substância presente na lágrima

### Verticais

1. Fase final do processo inflamatório
2. Pesquisador que constatou que as doenças são causadas por germes
4. Barreira mecânica do trato respiratório
6. Barreira química presente na saliva

## CAPÍTULO 4

### Questões

1 – B

2 – O sistema imunológico é composto por órgãos: timo, baço, linfonodos, medula óssea, vasos linfáticos, dentre outros.

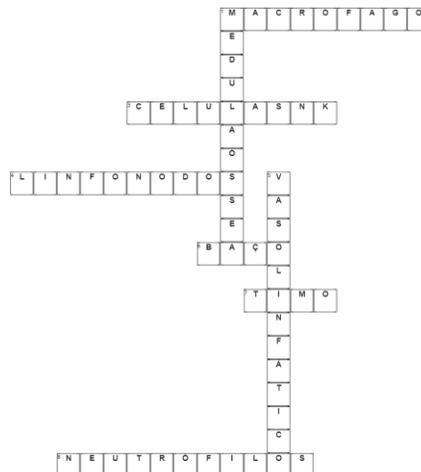
3 – D

4 – A

5 – D

## ÓRGÃOS DO SISTEMA IMUNE

Quais são os órgãos do sistema imune?



### Horizontais

1. Importante célula do sistema imune de origem mieloide que tem como precursor o monócito
3. Células de defesa capazes de reconhecer e destruir células infectadas por vírus e/ou células cancerosas
4. Pequenas estruturas espalhadas pelo corpo responsáveis por filtrar substâncias e/ou organismos nocivos
6. Órgão responsável pela captura e eliminação de vírus, bactérias e outros agentes invasores
7. Glândula que participa da defesa imunológica
8. Fagocitam fungos e bactérias

### Verticais

1. Tecido líquido encontrado no interior de ossos longos, conhecido popularmente como "tutano"
5. Drena a linfa dos tecidos por meio dos ductos coletores

## Palavras-cruzadas

### IMUNIDADE CELULAR

Como se caracteriza a imunidade celular?

K	R	L	A	E	O	S	I	N	Ó	F	I	L	O
Q	H	T	L	I	N	F	Ó	C	I	T	O	W	J
U	M	A	C	R	Ó	F	A	G	O	R	E	Z	M
I	J	C	P	D	K	L	W	G	U	U	S	C	A
M	I	N	T	E	R	L	E	U	C	I	N	A	S
I	R	E	C	P	T	O	R	M	H	C	V	I	T
O	H	L	I	Q	D	I	P	C	X	K	A	D	Ó
C	D	C	C	É	L	U	L	A	A	P	C	Z	C
I	X	Z	Y	Q	Y	Q	U	F	D	K	B	T	I
N	D	R	E	C	E	P	T	O	R	T	C	R	T
A	J	P	E	P	T	I	D	E	O	O	M	R	O
R	E	S	T	Q	I	V	O	Q	E	V	O	G	L
I	N	T	E	R	F	E	R	O	N	W	Z	W	Q
L	Q	C	I	T	O	C	I	N	A	O	R	I	M

educolorir.com

MITOCINA	CÉLULA APC
EOSINÓFILO	INTERFERON
INTERLEUCINA	LINFÓCITO
MAGRÓFAGO	MASTÓCITO
PEPTÍDEO	QUIMIQUINA
RECEPTOR	RECEPTOR MHC

## CAPÍTULO 5

### Questões

1 – B

2 – Elas prendem e processam ANTÍGENOS e os apresentam às CÉLULAS T, estimulando assim a IMUNIDADE MEDIADA POR CÉLULAS.

3 – O receptor de células T (em inglês T-cell receptor, sigla TCR) é uma molécula encontrada na superfície das células T, ou linfócitos T, responsável pelo reconhecimento de fragmentos de antígeno, como peptídeos ligados a moléculas do complexo principal de histocompatibilidade (MHC).

4 – Corresponde a reação dos anticorpos ou dos receptores dos linfócitos T com o antígeno neutralizado e sua eliminação. Nesta fase outras células da linhagem multipotente podem intervir (mastócitos, polimorfonucleares, basófilos), podendo ocorrer o fenômeno da alergia.

5 – Levando em consideração as células dendríticas como principais ativadoras de Linfócitos T, são necessários alguns sinais para que as células T CD4+ virgens sejam ativadas. Nesse sinal, ocorre a interação entre o peptídeo-MHC II com o TCR. Com isso, o TCR reconhece o antígeno e se conecta ao MHC II.

# Caça-palavras

## IMUNIDADE HUMORAL

Como se caracteriza a imunidade humoral?

M	F	L	J	H	R	E	P	Y	F	R	P	A	Á	E
A	N	T	Í	G	E	N	O	S	N	I	O	Y	C	A
A	K	O	M	Y	A	A	V	K	R	A	L	H	I	G
A	M	R	L	W	N	N	H	L	G	N	I	W	D	A
J	Y	E	I	F	T	T	O	L	J	T	S	L	O	X
U	W	C	N	U	I	I	N	I	M	I	S	U	N	C
K	Q	E	F	M	C	C	K	P	L	C	A	X	U	H
W	H	P	Ó	W	O	O	T	I	H	O	C	K	C	U
I	P	T	C	H	R	R	P	D	O	R	A	Z	L	M
Z	G	O	I	T	P	P	S	E	U	P	R	S	E	O
Y	Y	R	T	T	O	O	V	O	E	O	Í	Z	I	R
X	A	B	O	C	I	I	S	S	H	I	D	E	C	A
O	Y	C	B	Q	G	G	P	V	C	G	E	S	O	L
Y	Q	R	N	R	G	M	N	U	E	A	O	H	O	J
X	I	P	A	T	Ó	G	E	N	O	S	T	Q	E	K

[educolorir.com](http://educolorir.com)

ANTIGORPOIGA  
ANTIGORPOIGM  
HUMORAL  
LÍPÍDEOS  
POLISSACARÍDEO  
ÁCIDONUCLEÍCO  
ANTIGORPOIGG  
ANTÍGENOS  
LINFÓCITOS  
PATÓGENOS  
RECEPTORBR

## CAPÍTULO 6

### Questões

1 – Este tipo de anticorpo é produzido quando encontra um determinado antígeno (como o antígeno de um microrganismo infeccioso) pela primeira vez. A resposta desencadeada na ocasião do primeiro encontro com um antígeno é denominada resposta imunológica primária.

2 – Esse tipo de resposta humoral tem início quando o linfócito B de memória reencontra o antígeno que o gerou no primeiro encontro e são ativados rapidamente. Nessa circunstância, o tempo necessário para a produção dos primeiros anticorpos IgGs é rápido (média de três a cinco dias), e ocorre maturação de afinidade do anticorpo com o antígeno, nesse caso ocorre produção de grandes quantidades de IgGs.

3 – D

4 – D

5 – C

Caça palavras

## **CAPÍTULO 7**

### Questões

1 – D

2 – E

3 – E

4 – A

5 – B

