

# FISIOLOGIA, SISTEMAS & SINAIS

---

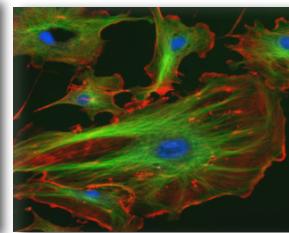
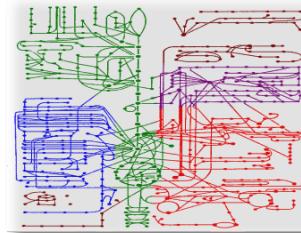
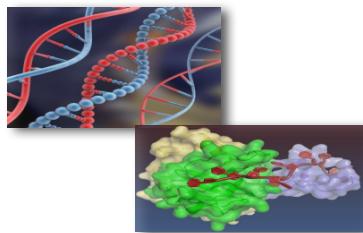
DEB 0512 - Beatriz Stransky

DIM 0122 - Edgard Corrêa e Fabricia Costa

# Sistemas Biológicos & Fisiológicos

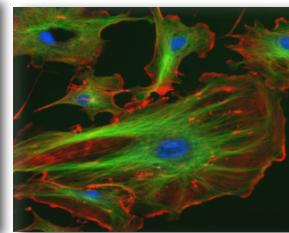
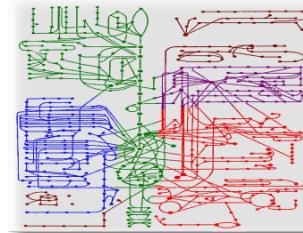
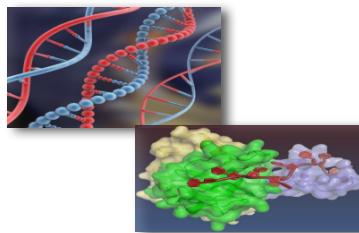
# Sistemas Biológicos

- Sistemas químicos auto-replicativos.
- Sistemas que transmitem a informação genética.
- Sistemas complexos adaptativos.



# Sistemas Biológicos

- Sistemas químicos auto-replicativos.
  - Sistemas que transmitem a informação genética.
  - Sistemas complexos adaptativos.
- 
- **Estrutura e dinâmica de sistemas biológicos**
    - Ampla variação de escalas temporais e espaciais.
    - Ausência de separação de respostas à estímulos externos e programação interna.
    - Constituintes com múltiplas funcionalidades.
    - Múltiplos níveis de organização e processamento de sinais.
    - Ampla variação de sensibilidades à perturbações.
    - **Inerentemente não-lineares.**



# Alguns conceitos

**Robustez:** capacidade de um sistema em manter suas características frente à instabilidades e perturbações - internas ou externas, específicas ou estocásticas:

- Teoria de Sistemas => estabilidade
- Engenharia => funcionalidade

# Alguns conceitos

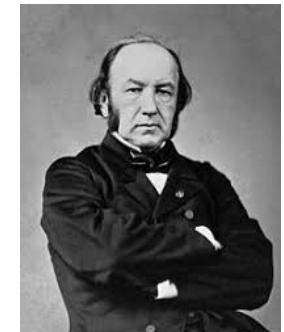
**Robustez:** capacidade de um sistema em manter suas características frente à instabilidades e perturbações - internas ou externas, específicas ou estocásticas:

- Teoria de Sistemas => estabilidade
- Engenharia => funcionalidade
- Fisiologia => homeostase

**Homeostase:** *homeo*, "similar", "igual", *stasis*, "estático".

*"os mecanismos vitais, por mais variados que  
sejam, não têm outro objetivo além da  
manutenção da estabilidade das condições do  
meio interno "*

*Claude Bernard, 1859*



# Alguns conceitos

## Propriedades estruturais

- Estabilidade estrutural
- Redundância
- Modularidade
- Sistemas de controle



Рис. 1. *Mycoplasma genitalium*

## Propriedades dinâmicas

- Insensibilidade aos parâmetros
- Adaptação
- Degradação suave



# Controle homeostático

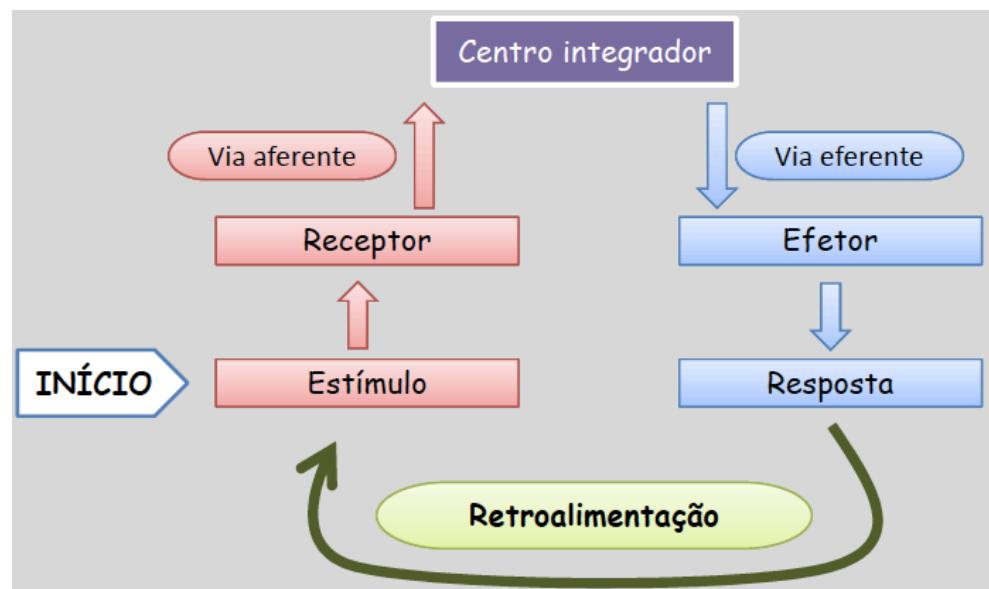
Sequências de estímulo-resposta conhecidas como REFLEXOS

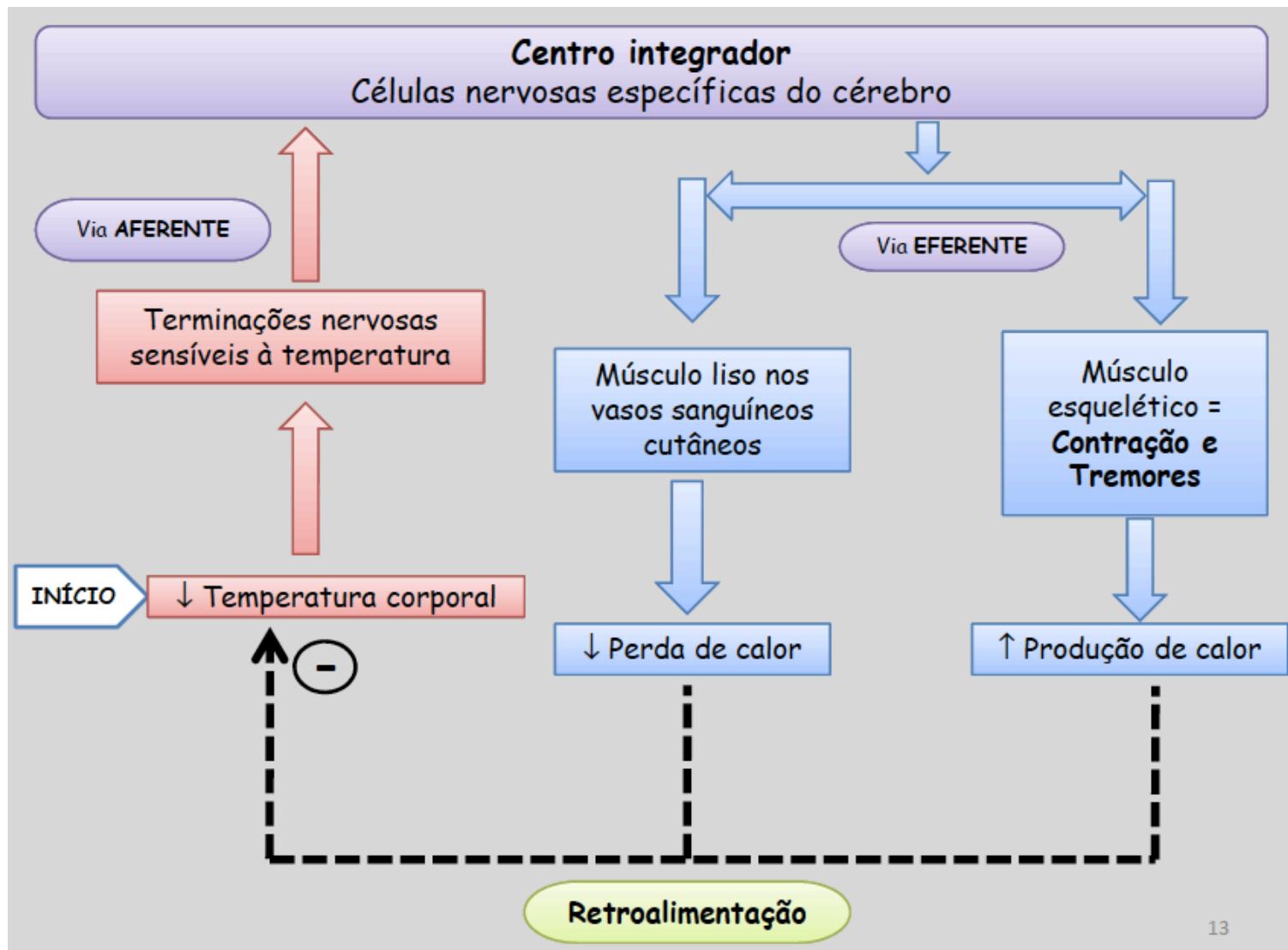
## Sistemas de controle

- Retroalimentação negativa.
- Retroalimentação positiva.
- Pontos de checagem.

## Sistemas de comunicação

- Comunicação célula-célula.
- Sistema hormonal.





# As analogias não são perfeitas...

## Sistemas Tecnológicos

- Leis da física e química
- Sistemas determinísticos
- Componentes, protocolos e ambientes fixos
- Fluxo de informação unidirecional
- Filtros contra ruídos
- Não-adaptativos
- Engenharia direta
- Projetos
- História ~ 50.000 anos

# As analogias não são perfeitas...

## Sistemas Tecnológicos

- Leis da física e química
- Sistemas determinísticos
- Componentes, protocolos e ambientes fixos
- Fluxo de informação unidirecional
- Filtros contra ruídos
- Não-adaptativos
- Engenharia direta
- Projetos
- História ~ 50.000 anos

## Sistemas Biológicos

- Leis da evolução
- Predominantemente estocásticos
- Componentes, protocolos e ambientes variáveis
- Fluxo de informação bidirecional
- Utilização de ruídos
- Adaptativos
- Engenharia direta (?)
- Evolução
- História ~3.2 bilhão de anos

# Questões

- Que variável é mantida “constante” diante de estímulos?
- Onde estão os receptores que detectam as alterações no estado da variável?
- Onde se localiza o **centro integrador** para o qual estes receptores enviam informações e qual a natureza das vias aferentes e eferentes?
- Quais são os efetores e como eles alteram suas atividades de modo a manter a variável regulada próximo do ponto de ajuste do sistema?

# Alguns conceitos

**Anatomia (*anatomo* = cortar em partes):** estudo da organização estrutural dos seres vivos, incluindo a aparência, composição, localização e relação com outras partes do organismo.

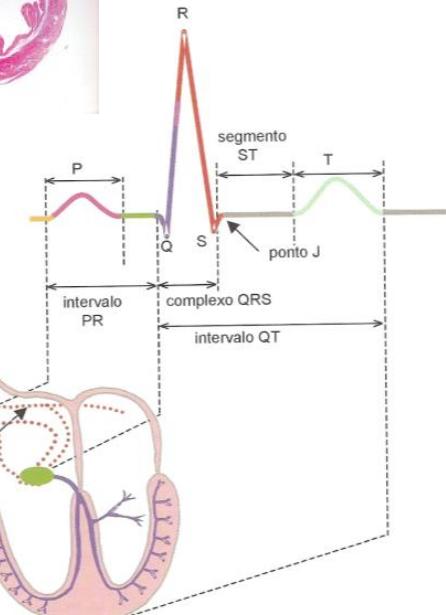
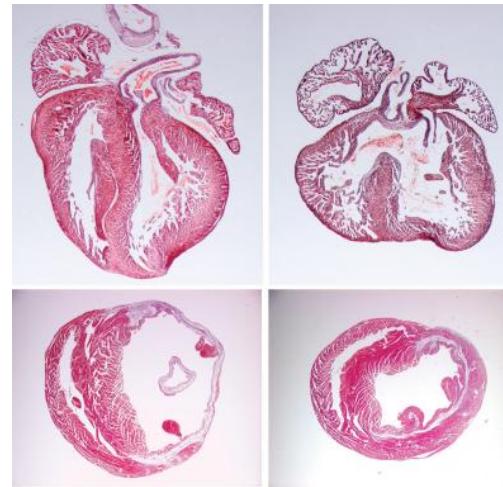
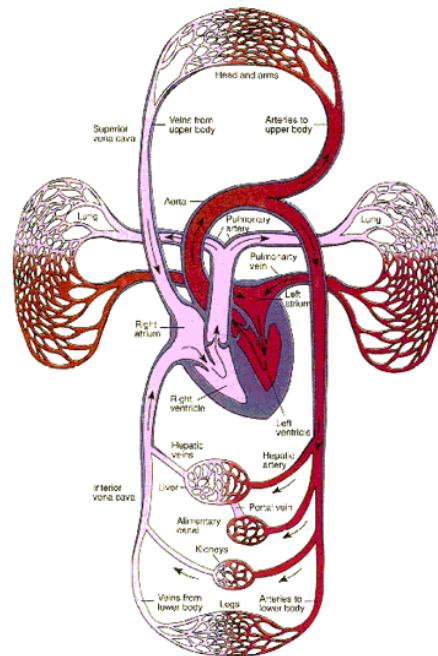
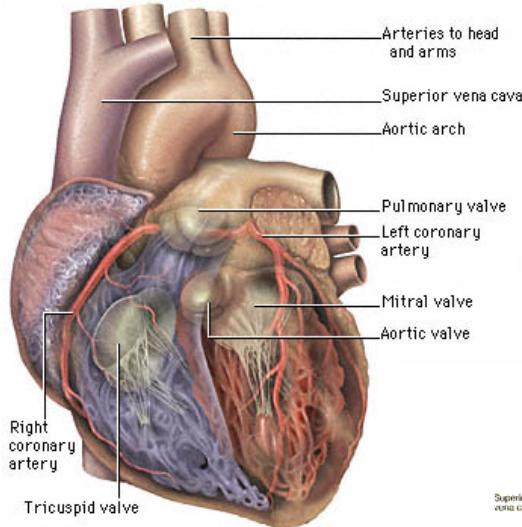
**Fisiologia (*physis* = natureza):** estudo do funcionamento dos organismos e partes componentes, incluindo processos químicos e físicos.

**SAÚDE:** manutenção da homeostase e morfostase.



# Anatomia e Fisiologia

*Interior structures of the heart*

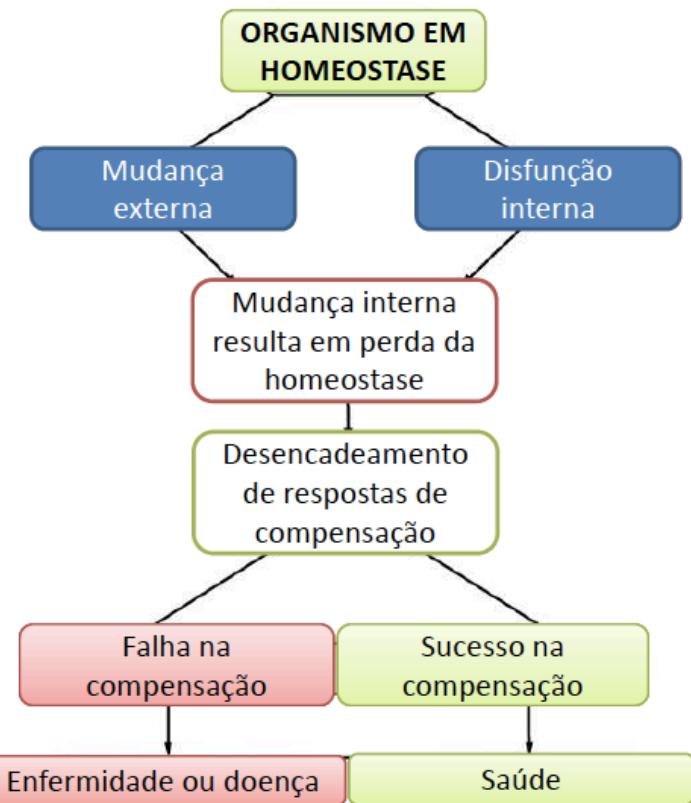


# Alguns conceitos

**Patologia (pathos = doença):** estudo das mudanças estruturais e/ou funcionais que causam ou são causadas por alterações que interferem de forma significativa na homeostasia do sistema.

**DOENÇA:** resultado de uma agressão ou disfunção que leva a uma alteração não compensada da homeostase ou da morfostase.

- **Injúria celular:** estado celular reversível, capacidade adaptativa da célula.
- **Morte celular:** estado irreversível.
- **Envolvimento de respostas inflamatórias e imunológicas.**



# Patologia



# Inflamação

- **Flogose** (flogístico = *queimar*).
- **Definição:** resposta local do tecido vascularizado agredido, caracterizada por alterações do sistema vascular, dos componentes líquidos e celulares e adaptações do tecido conjuntivo.
- Reação de defesa: visa compensar as alterações de forma e função por meio de reações teciduais que buscam destruir o agente agressor.
- Características
  - **Dor:** liberação de mediadores que afetam terminações nervosas
  - **Calor:** vasodilatação e aumento do metabolismo celular
  - **Rubor:** vasodilatação
  - **Tumor (edema):** vasodilatação e extravasamento de fluido
  - **Perda da função**

# Resposta Inflamatória

## Etapas

1. Agressão
2. Reação vascular
3. Aumento da permeabilidade vascular
4. Proliferação
5. Reparação / cicatrização

## Fatores que influenciam

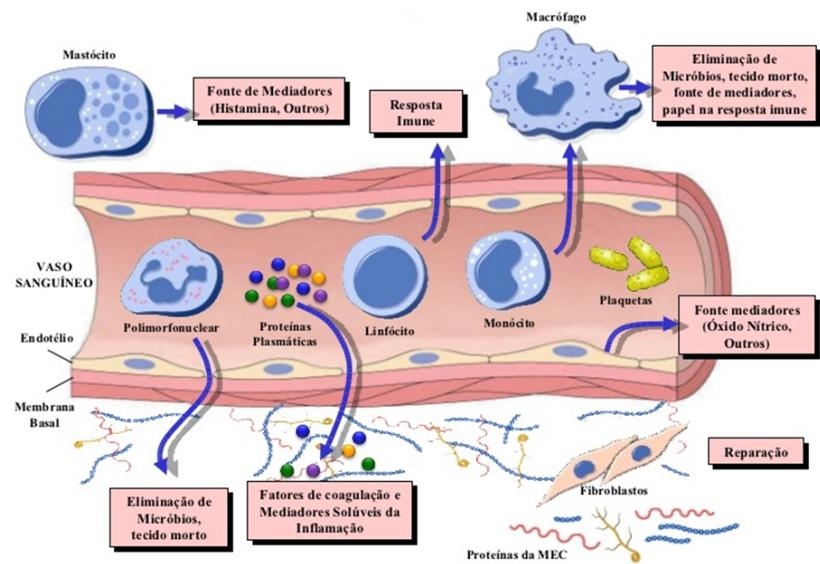
- Natureza e intensidade da lesão.
- Local e tecido afetado.
- Resposta do hospedeiro.

## Inflamação AGUDA

- Neutrófilo, basófilo, eosinófilo, mastócito.

## Inflamação CRÔNICA

- Plasmócito, linfócito, monócito e macrófago.



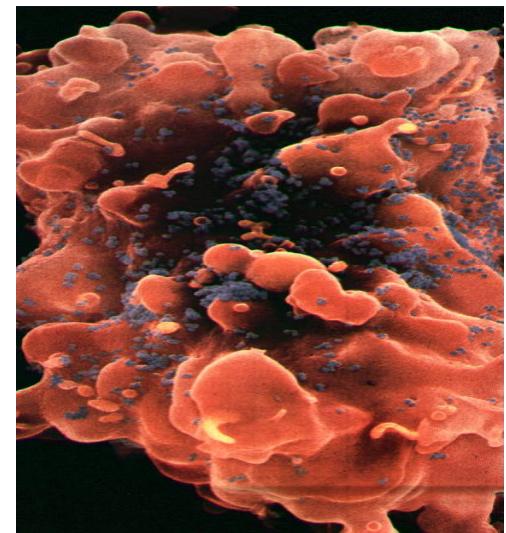
# Sistema Imune

A função fisiológica do sistema imune é a '**defesa**' do organismo.

- 'Limpeza' do organismo.
- Renovação de determinadas estruturas.
- Memória imunológica.
- Destruição de células pré-tumorais ou tumorais.

## Disfunções

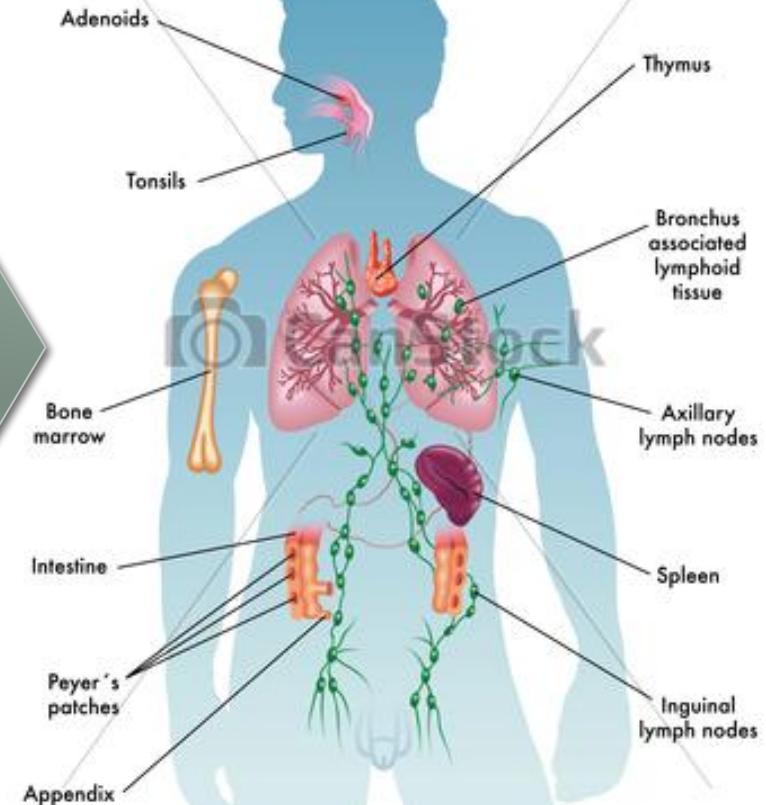
- Rejeição de enxertos.
- Autoimunidade
- Imunodeficiências



# Sistema Imune



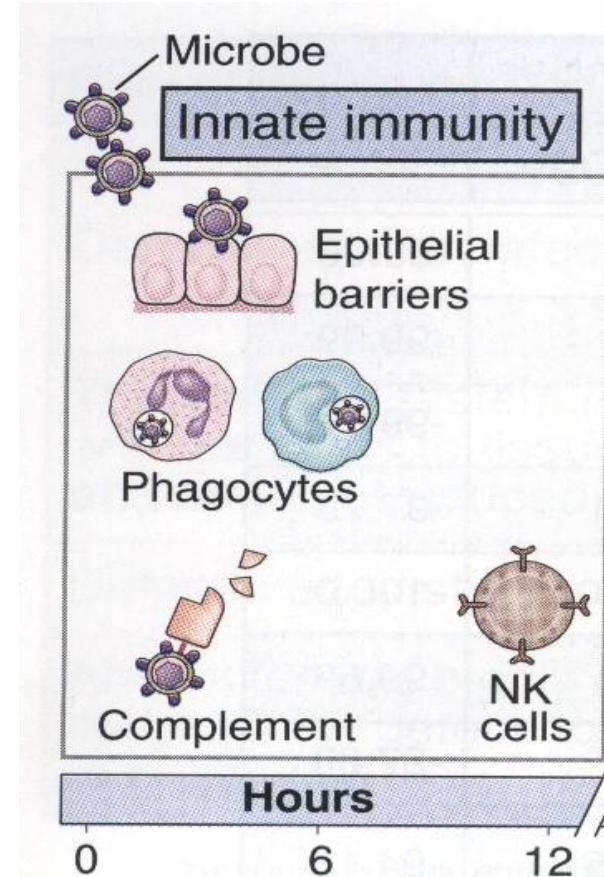
Organs of the Immune System



© Can Stock Photo - csp40993780

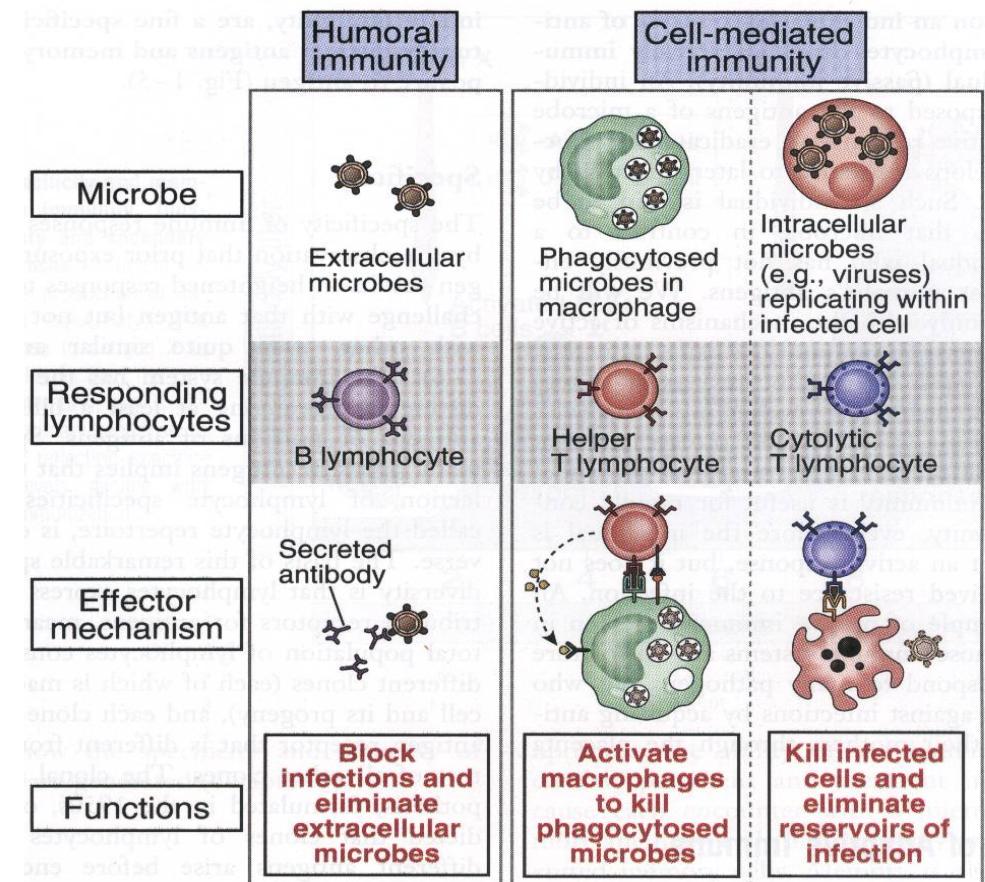
# Imunidade Inata

- Estão presentes antes da exposição aos agentes (infectantes ou não).
- São ativados, mas não exacerbados, em decorrência desta exposição.
- Não são capazes de discriminar diferentes抗ígenos.
- Presente em indivíduos saudáveis **desde o nascimento**, e preparada para bloquear e/ou eliminar a entrada de microorganismos.



# Imunidade Adquirida

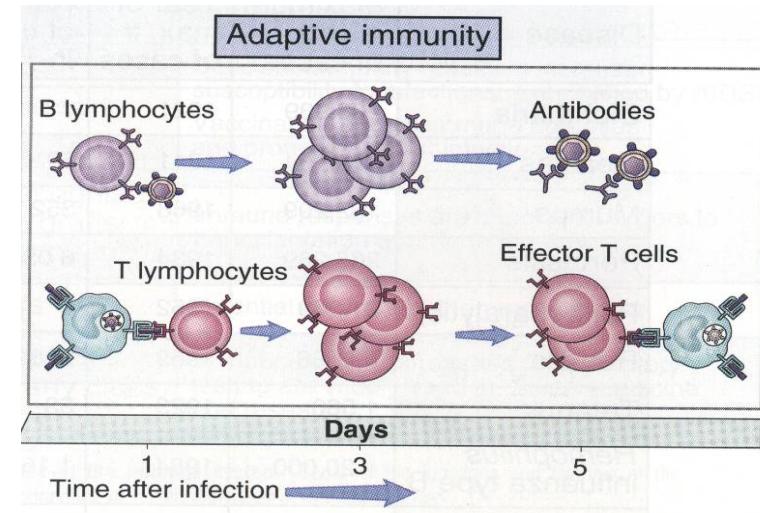
- Defesa estimulada por micróbios que invadem tecidos, i.e., adapta à presença de invasores microbianos.
- Induzida pela ‘apresentação’ aos antígenos.
- Aumenta em magnitude ou potencial de defesa a cada exposição de um antígeno em particular.
- São extremamente específicas para antígenos diferentes.



# Imunidade Adquirida

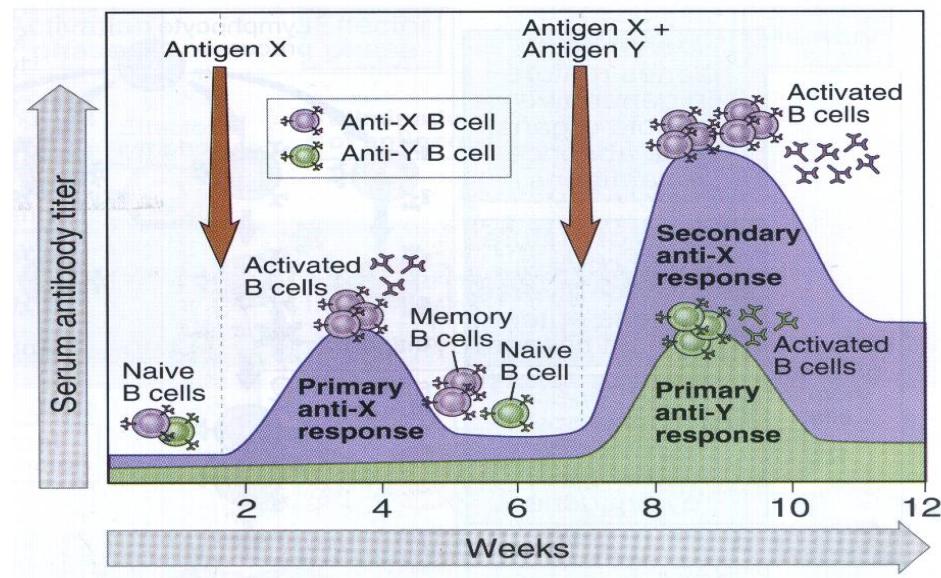
## DIVERSIDADE

- Diferentes linfócitos ou clones.
- $\sim 10^9$  por indivíduo.

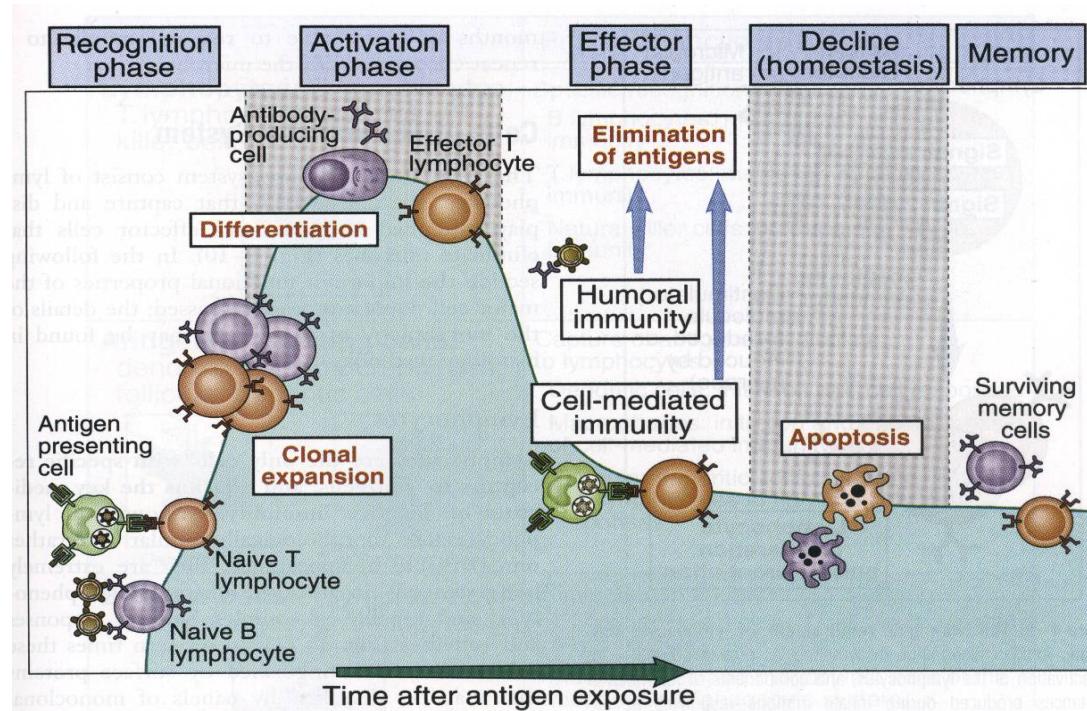


## MEMÓRIA

- Capacidade aumentada de responder novamente ao mesmo antígeno, devido à expansão de linfócitos com a mesma especificidade.
- Respostas **mais rápidas e potentes**.
- Mecanismo de proteção de vacinas e/ou infecções anteriores.



RESPOSTA INESPECÍFICA (IMUNIDADE INATA)		RESPOSTA ESPECÍFICA (IMUNIDADE ADQUIRIDA)
Barreiras Naturais	Inflamação	
Pele e mucosas Secréções Flora natural Peristaltismo	Células fagocitárias Substâncias antimicrobianas Complemento	Anticorpos Resposta imune celular



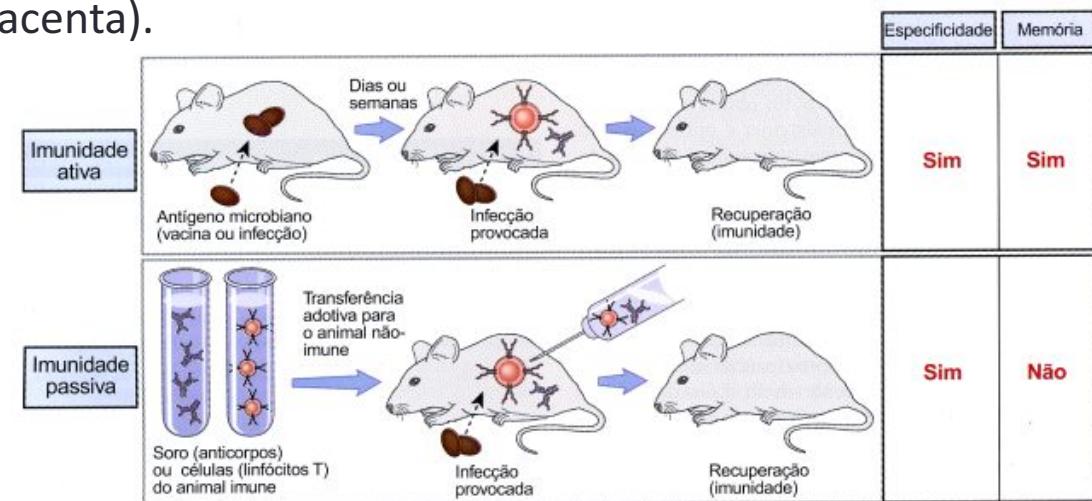
# Imunidade Passiva vs. Ativa

## ATIVA

- Induzida por infecção ou vacinação.
- Pode desenvolver resistência a re-infecção.

## PASSIVA

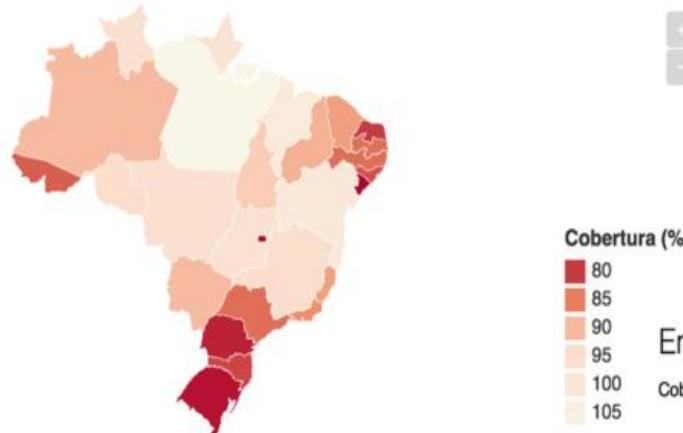
- Induzida por transferência de anticorpos ou linfócitos.
- Não induz resistência duradoura a infecção.
- Natural: Ac maternos (leite e placenta).
- Não natural: soroterapia.



# Alerta: Vacinação!

Em 2005, 11 dos 26 Estados tinham cobertura vacinal acima de 90%

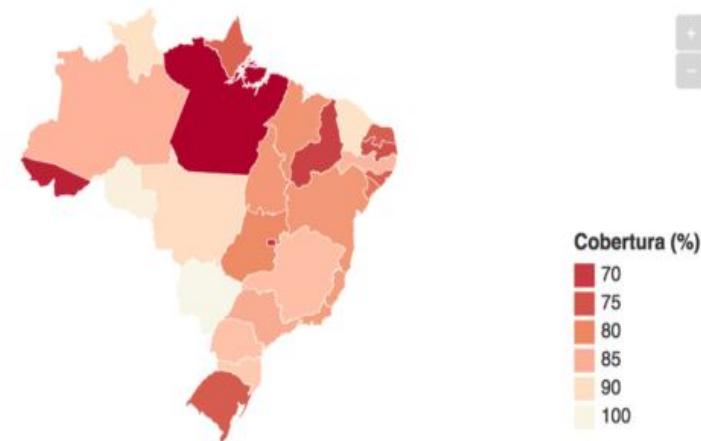
Cobertura se refere ao total de vacinação em um grupo de 23 vacinas; quanto mais escura a cor, menor a taxa de imunização



Fonte: Programa Nacional de Imunização/Datasus. Foram consideradas todas as vacinas presentes no sistema Datasus para crianças de 0 a 4 anos, mais Hepatite B, dupla adulto e Meningococo C 9, 10, 11, 12 e 13 anos. Foram excluídas HPV.

Em 2015, apenas 5 Estados tiveram cobertura vacinal acima de 90%

Cobertura se refere ao total de vacinação em um grupo de 23 vacinas; quanto mais escura a cor, menor a taxa de imunização

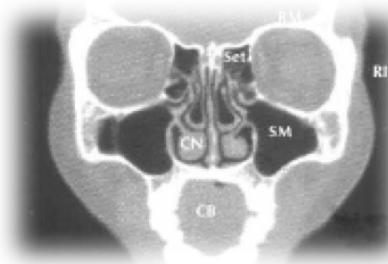
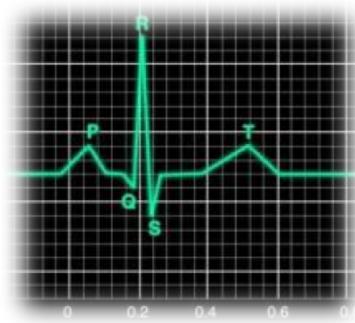


Fonte: Programa Nacional de Imunização/Datasus. Foram consideradas todas as vacinas presentes no sistema Datasus para crianças de 0 a 4 anos, mais Hepatite B, dupla adulto e Meningococo C 9, 10, 11, 12 e 13 anos. Foram excluídas HPV.

# Tecnologia em Saúde

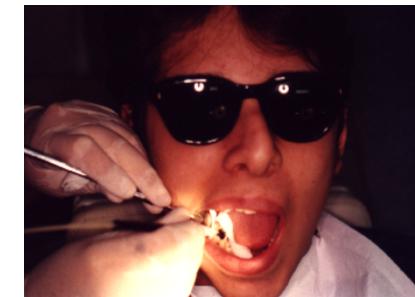
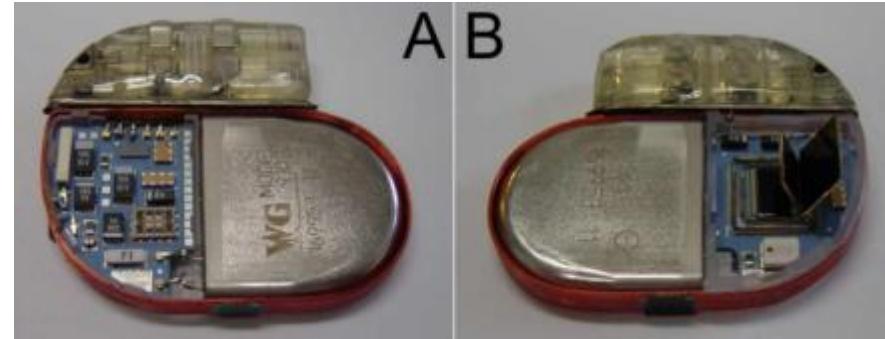
# Diagnóstico

- Radiografia
- Ultrassom
- Tomografia computadorizada
- Ressonância Magnética Nuclear
- Imagem térmica
- ECG, EMG, EEG
- Exames de laboratório



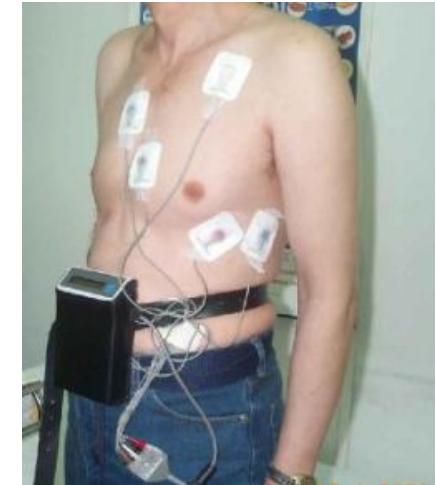
# Terapêutica

- Marcapasso cardíaco
- Desfibriladores
- Instrumentos cirúrgicos
- Aparelhos de anestesia
- Ventilação mecânica
- Hemodiálise
- Litotripsia
- Radioterapia
- Laser
- Sistemas dosadores de drogas
- Próteses, tecidos artificiais



# Monitoramento

- ECG (UTI)
- Oximetria
- Gasometria
- Pletismografia (respiração);
- Catéter de Swan-Ganz , débito cardíaco
- Tomografia de impedância elétrica
- Pressão arterial invasiva, não invasiva
- Monitoramento fetal
- Monitoramento à distância





## Golden Accomplishments in Biomedical Engineering

*50 Years of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society  
and the Emergence of a New Discipline*

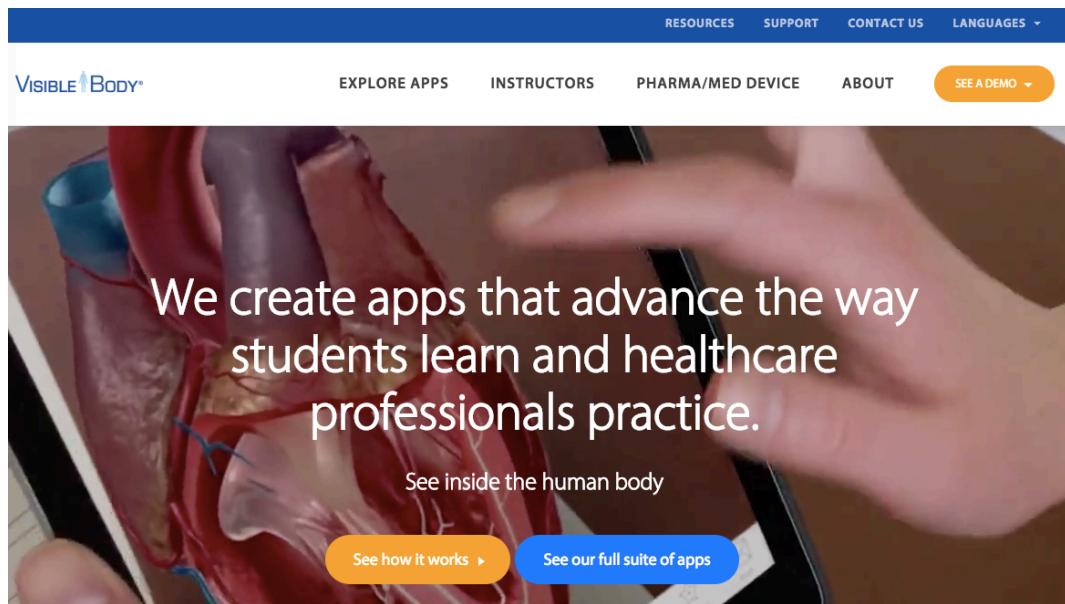
[http://ethw.org/w/images/2/29/Embs\\_1.pdf](http://ethw.org/w/images/2/29/Embs_1.pdf)

The image shows the MIT logo and a portion of a white paper cover. The logo consists of the letters 'MIT' in a serif font above the text 'MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY'. Below the logo is a graphic of three overlapping circles in gold, teal, and red. To the right of the logo, the text 'The Third Revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences, and Engineering' is displayed. Below this text are two images: a molecular structure on the left and a close-up of a metal flange on the right.

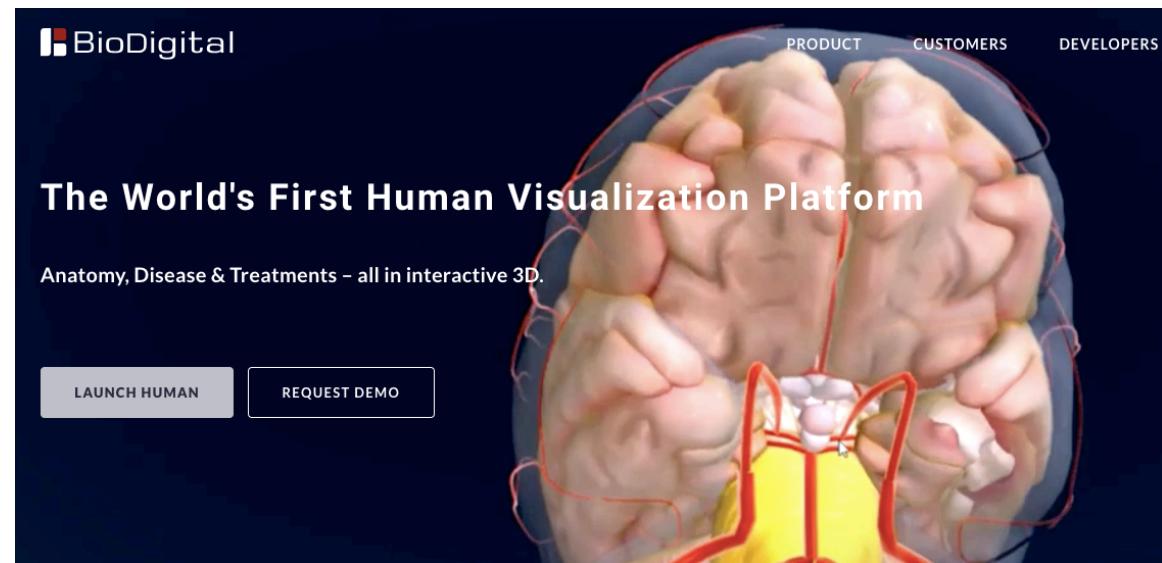
[http://research.uc.edu/Libraries/Advanced\\_Seminar\\_Documents/MIT\\_White\\_Paper\\_on\\_Convergence\\_pd.sflb.ashx](http://research.uc.edu/Libraries/Advanced_Seminar_Documents/MIT_White_Paper_on_Convergence_pd.sflb.ashx)

# Sugestões de bibliografia

- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. *Tratado de Fisiologia Médica*, Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- FMUSP. *Clínica Médica*. Coleção completa. São Paulo: Manole. 2009.
- SOBOTTA, J. *Atlas de Anatomia Humana*. Coleção completa. 22<sup>a</sup> ed. São Paulo: Guanabara, 2006.
- MOORE, K.L.; DALLEY, A.F. *Anatomia orientada para a clínica*. São Paulo: Guanabara, 2007.
- ABBAS, A.K. et al. *Imunologia Celular e Molecular*. 8<sup>a</sup> ed. Elsevier: Rio de Janeiro, 2015.
- JANEWAY, C.A.; TRAVERS, P. *Imunobiologia*. 8<sup>a</sup> ed. Artmed: Porto Alegre, 2014.
- BRONZINO, J. D. *Biomedical Engineering Handbook*. Coleção completa. 2<sup>nd</sup> ed. New York: CRC Press, 1999.
- ENDERLE, J. D., BLANCHARD, S. M., BRONZINO, J. D. *Introduction to Biomedical Engineering*. 2<sup>a</sup> ed. Elsevier Academic Press. 2005.



The image shows the homepage of Visible Body's website. At the top, there is a dark blue header bar with white text links for "RESOURCES", "SUPPORT", "CONTACT US", and "LANGUAGES". Below the header, the "VISIBLE BODY" logo is on the left, followed by navigation links: "EXPLORE APPS", "INSTRUCTORS", "PHARMA/MED DEVICE", "ABOUT", and a yellow "SEE A DEMO" button. The main visual is a close-up photograph of a hand interacting with a smartphone displaying a 3D anatomical model of a human body. Overlaid text reads: "We create apps that advance the way students learn and healthcare professionals practice." Below this, a subtitle says "See inside the human body". At the bottom of the main image are two buttons: a yellow one labeled "See how it works" and a blue one labeled "See our full suite of apps".



The image shows the homepage of BioDigital's website. At the top, the "BioDigital" logo is on the left, and "PRODUCT", "CUSTOMERS", and "DEVELOPERS" are on the right. The main visual is a large, detailed 3D rendering of a human brain and skull, showing internal structures like the cerebrum and cerebellum. Overlaid text reads: "The World's First Human Visualization Platform" and "Anatomy, Disease & Treatments – all in interactive 3D.". At the bottom of the main image are two buttons: a grey one labeled "LAUNCH HUMAN" and a white one labeled "REQUEST DEMO".