



DEPARTAMENTO DE

**MICroBiologia**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

# **BMM-400**

# **Microbiologia Básica**

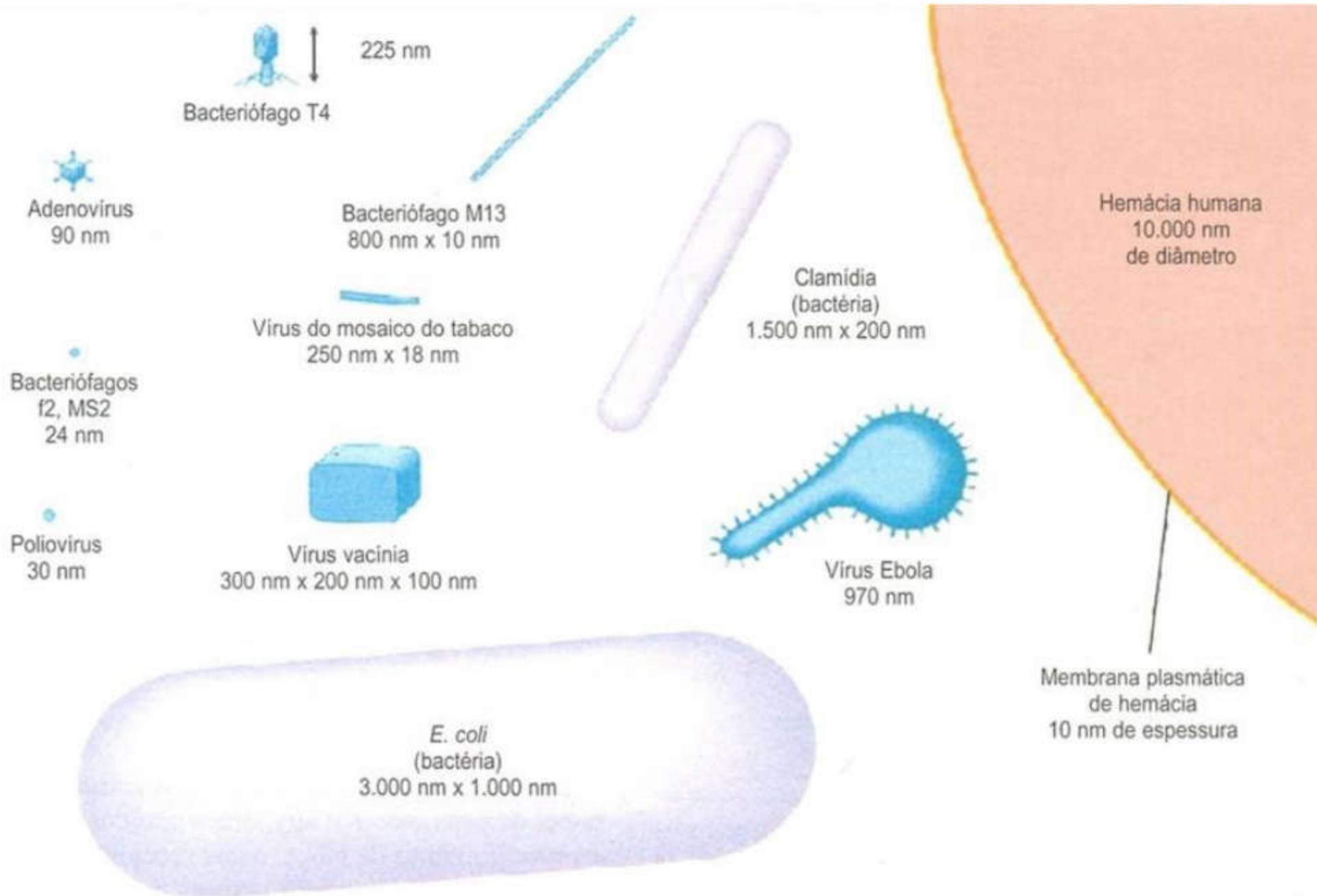
Prof. Mario H. Barros



**Microbiología → estudio dos  
Microorganismos**



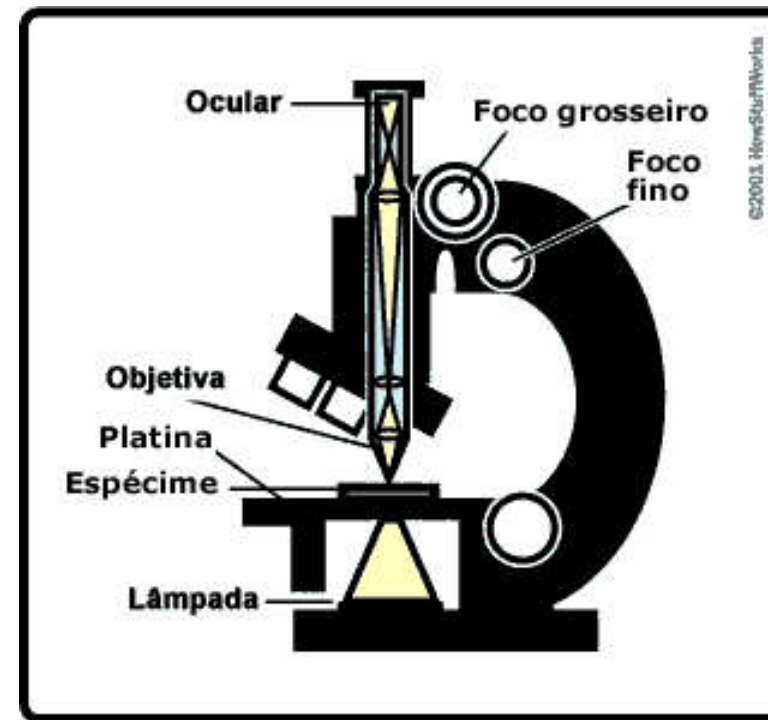
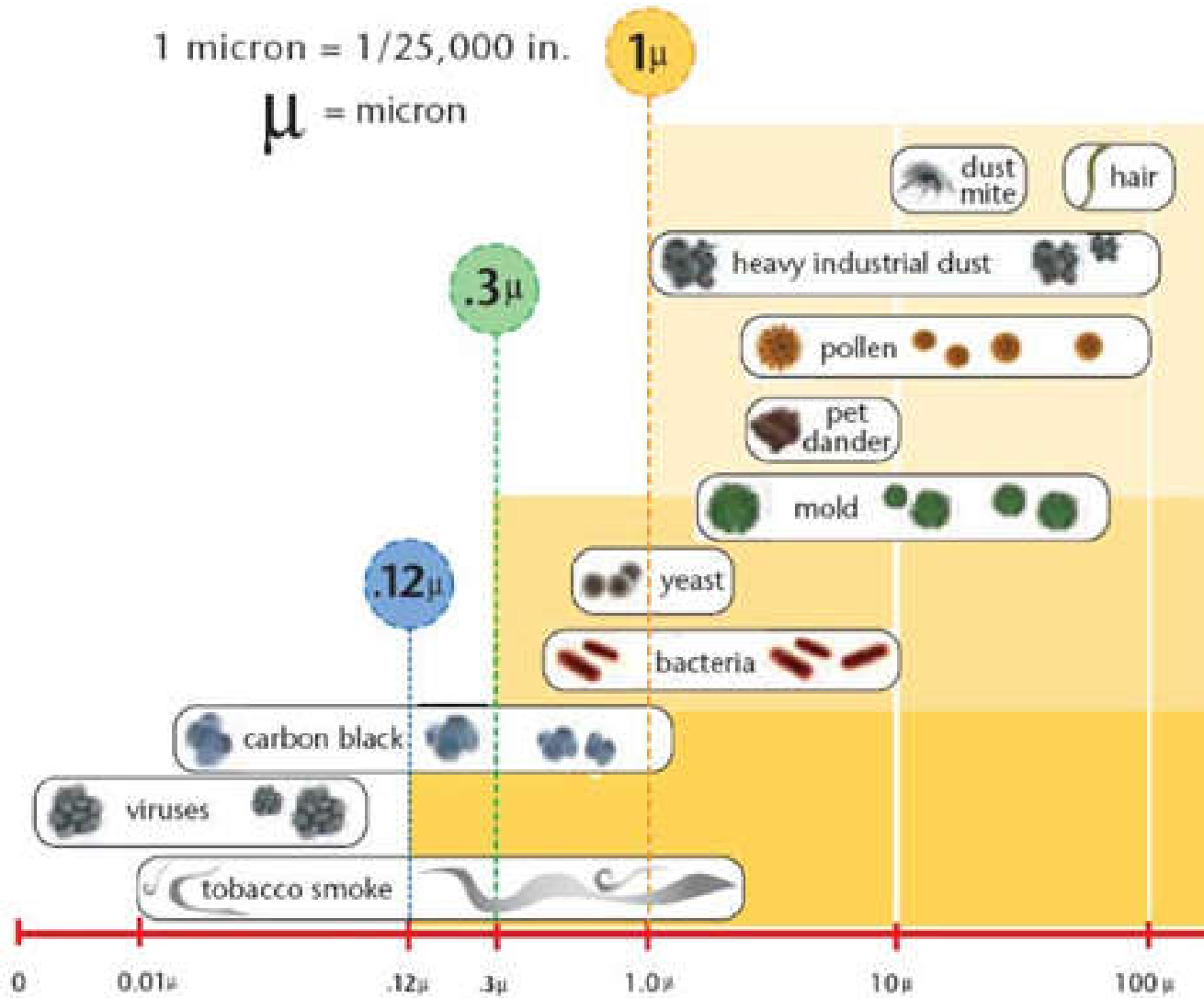
**Seres vivos microscópicos**



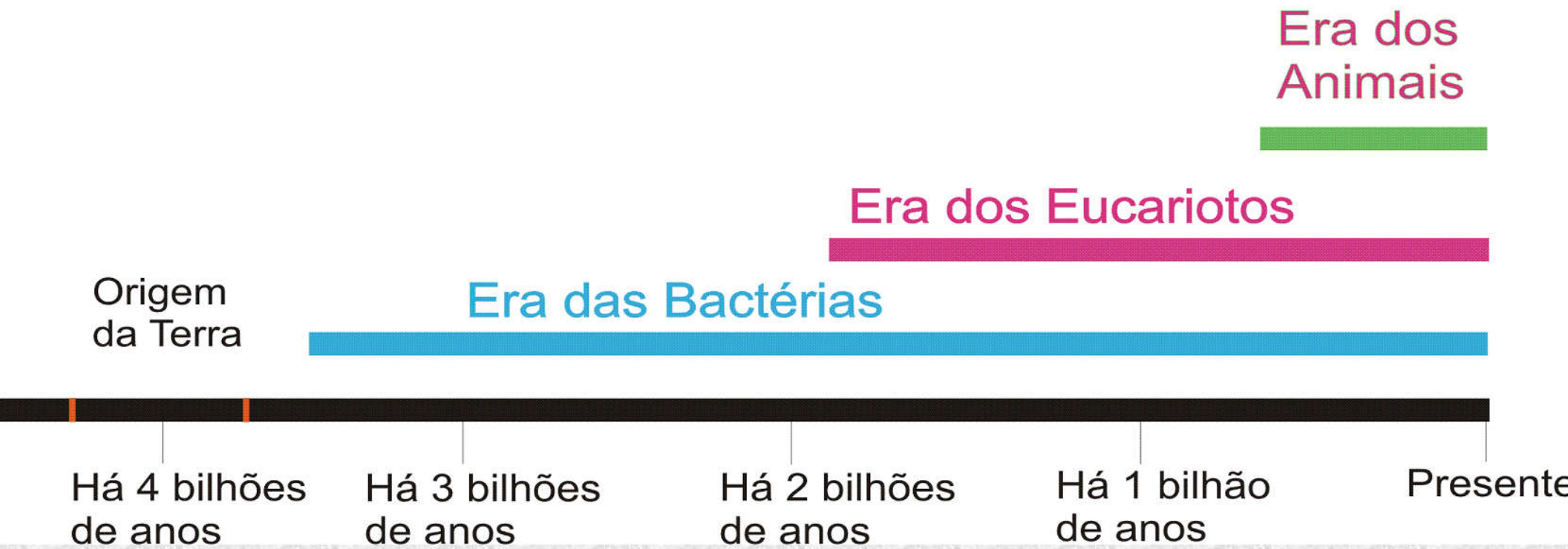


1 micron = 1/25,000 in.

$\mu$  = micron

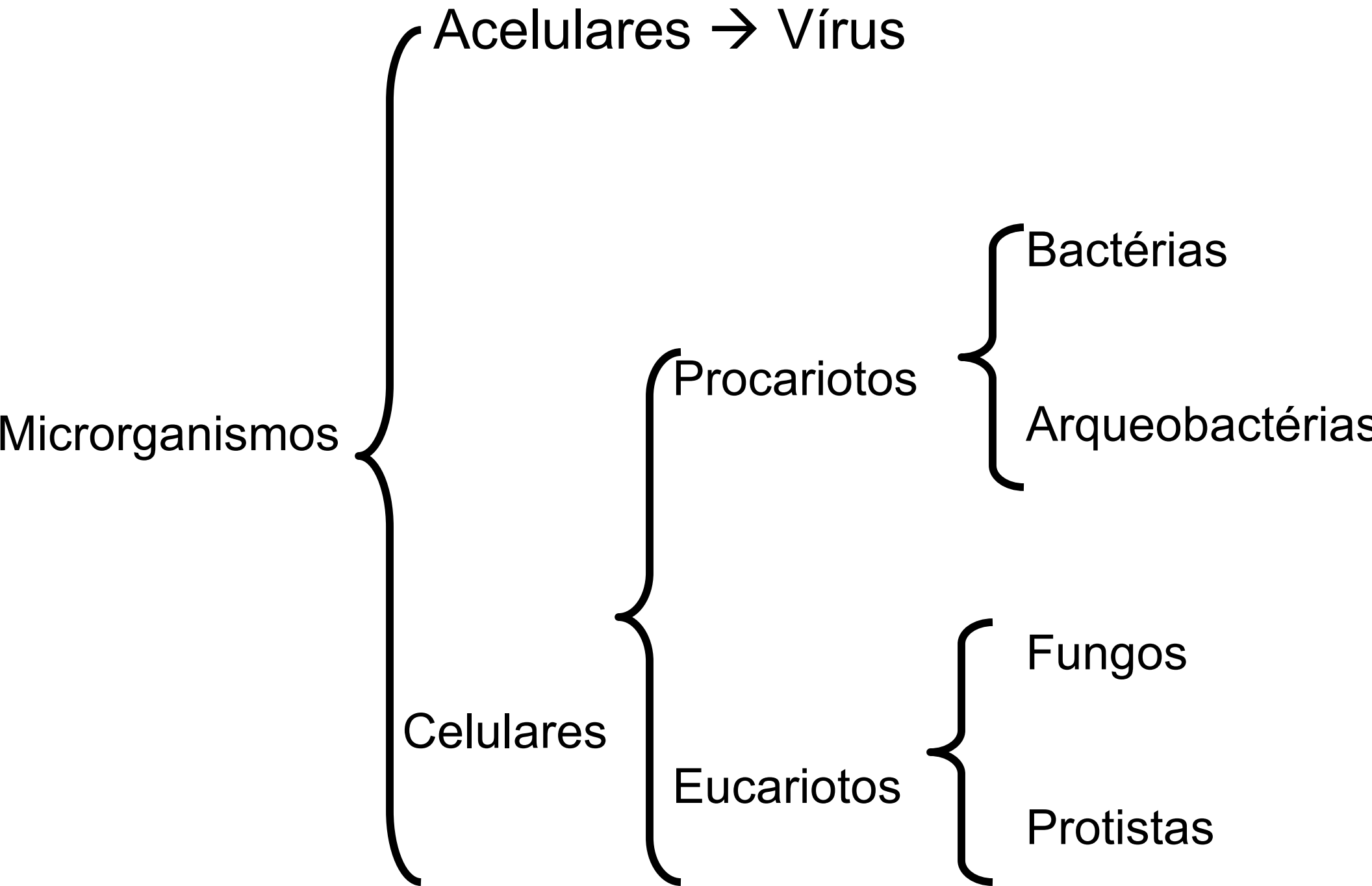


# Tempo de Vida na Terra



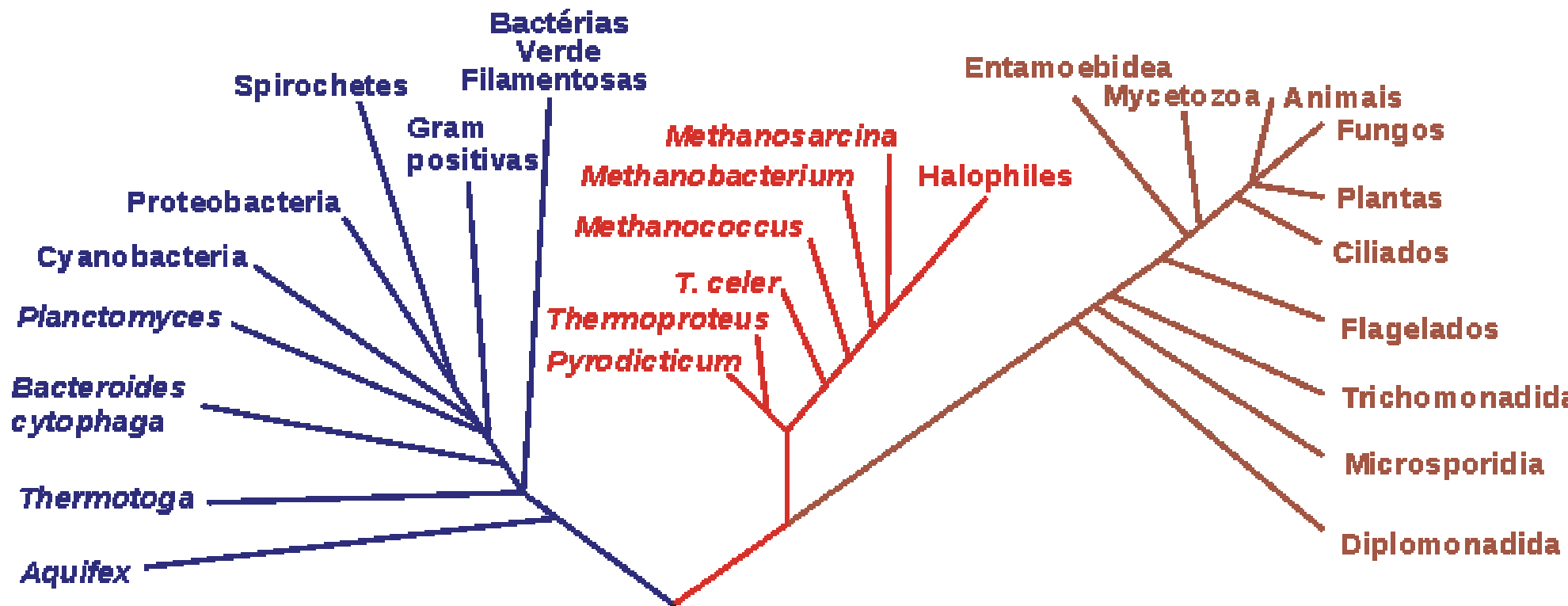
**Estromatólito:**  
formação marinha  
derivada da ação de  
microrganismos, os  
mais antigos datam  
de 3,5 bilhões de  
anos, e são o  
registro mais antigo  
de vida na Terra.





# Árvore filogenética da vida

Bactérias Archea Eucariotos



Classificação proposta por Carl Woese

# Estudo dos Microrganismos

*Antony van Leeuwenhoek*

*Louis Pasteur*

*Robert Koch*

# Estudo dos Microrganismos

*Antony van Leeuwenhoek - 1673*



Construiu mais de 500 microscópios de forma artesanal, foi o 1º a observar com mais cuidado os microrganismos



# Leeuwenhoek relatou suas observações a Royal Society of London

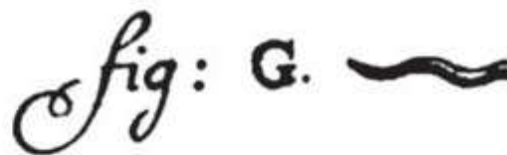
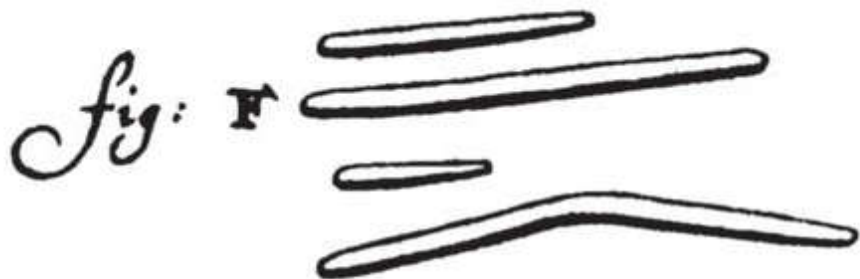
“Mantenho meus dentes sempre muito limpos, todavia, quando eu os vejo através de lente de aumento, encontro crescendo entre eles uma pequena massa branca tão espessa quanto farinha umedecida... Então peguei um pouco dessa farinha e misturei ... com água pura proveniente da chuva, onde não há animais ... E para minha enorme surpresa percebi que o material continha muitos minúsculos animais vivos, que se moviam com muita agitação ... O número desses animais na crosta de um dente humano é tamanho que acredito exceder o número de homens no reino”

van Francis Bacon.

52.

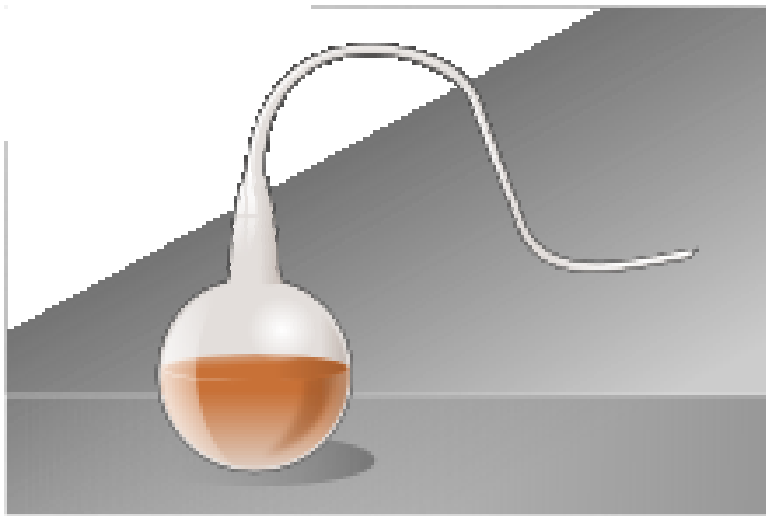
Mijn Heer.

In Veld. aen genomen Vonden 17<sup>de</sup> Augustij 1635. Sie ik  
 De danbaarheid vande Co. Soc. over myne Laaste ob-  
 servation, dat mijn Lief was te verstaan, en voor  
 momentlyk, als Veld. komt te leggen, dat die ge-  
 drukt Sullen werden, inde Philosophical Transactions  
 of dat de Werelt mag deel, en Lennisse hebben, hoe  
 verre ik, geprocediert inde Aendinge van dat groote  
 Secret, vande generatie. Ik blyve daar over aen  
 het Hooghweerdige College ten hoogsten verpligt  
 Was mijn ook aen genaam te verstaan, dat Veld.  
 ten mynen respecte de twee Edellijnden, die ik aen  
 Veld. hadde geaddressert, hadde gepresidentert, te bre-  
 gen, inde Vergadering vande Societeit, welke groote  
 eere, sy wel behoorden aen genomen te hebben  
 Deselbige hebben sulds bij minne tijt London beken-  
 gemaakt, en seggen, geen andere redenen hadden,  
 als dat de Engeltche taal oniet en bestonden, en  
 bekommert waren, de Heeren daar door hinderlyk te  
 sijn.  
 Ik heb voordelen geschreven, myne observatien omtrent  
 het Speckel, die ik gesien heb, dat met den druck gemeen  
 sijn gemaakt, inde Lectures and collections, myt gegeven  
 by de Heere Robert Hooke, Secretaris vande Co. Soc.  
 inden jare 1630. Sedert welke tijt, ik weder verscheide  
 observatien omtrent mijn Speckel hebbe gedaen, myt  
 die in sigte, dat soo daar eenige dierkens, door het  
 Lichaam mochten verspreijt leggen, dat deselbige,  
 + zij D een of d'ander tijt, door de quijlwaaten inde  
 mont



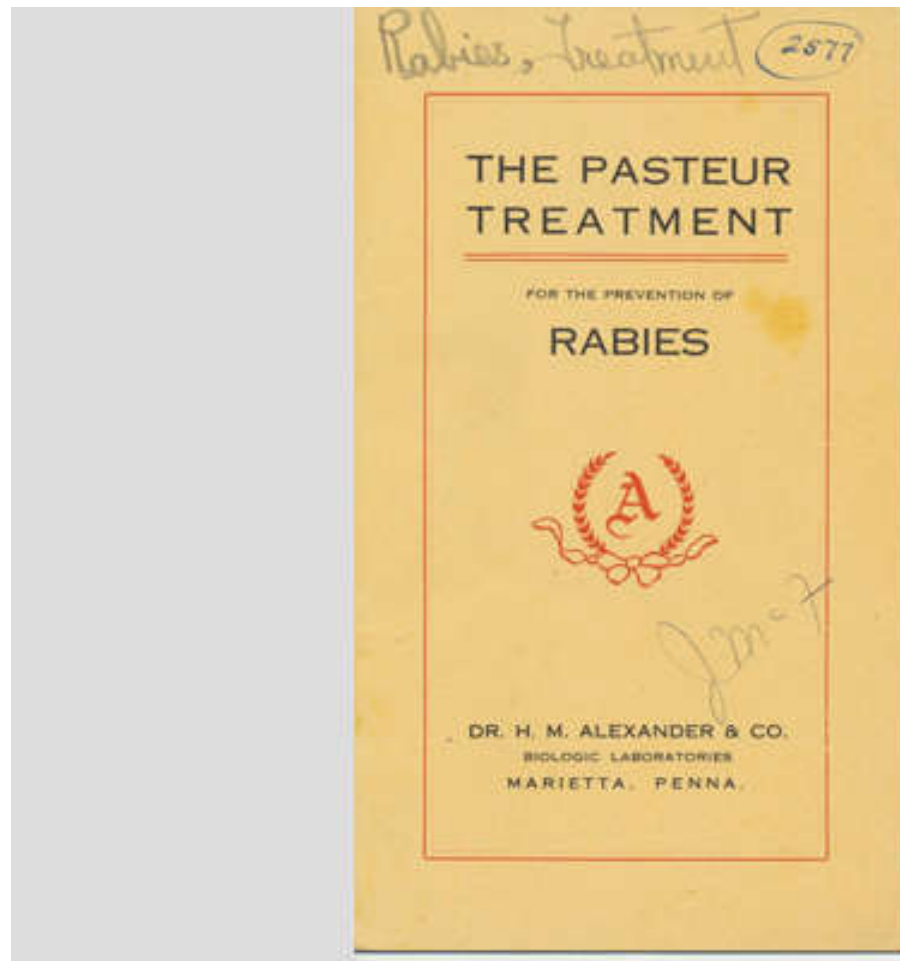
# Estudo dos Microrganismos

*Louis Pasteur - 1860*



- Processo de Fermentação depende de microrganismos
- Todo ser vivo se origina de outro ser vivo
- Pasteurização
- Produção de vacinas

Vacina contra a raiva – uso de vírus “atenuados”



Origem Vacinas (latim vaccina , vacca)

Pessoas que tiveram Varíola bovina eram imunes a humana.



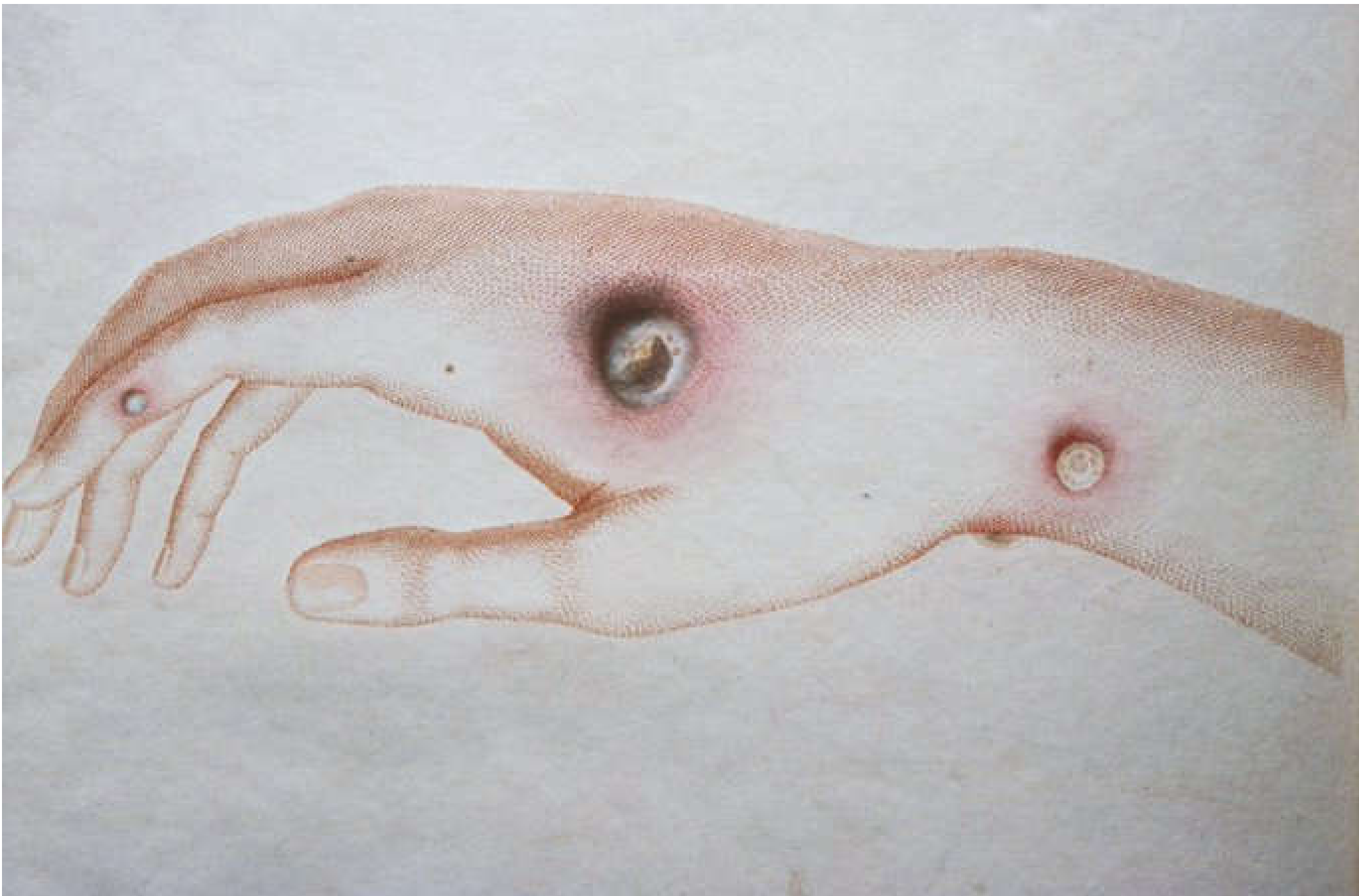
Edward Jenner: inoculação do líquido de pústulas de pessoas com varíola bovina em indivíduos saudáveis.



# L'ORIGINE DE LA VACCINE.

*A Paris chez Doyelle, par les Balthazar, chez les deux Plancher & Co.*

*Après la fin de l'année.*











# 1º Posto de Vacinação – Edward Jenner







*The Cow Pock — or — the Wonderful Effects of the New Inoculation! — Vide. the Publications of the Anti-Vaccine Society.*

*Pub. June 1818. by H. Manby, 3, James Street.*



# ANTI-VACCINE BODY COUNT

Number of Preventable Illnesses

149957

From June 3, 2007  
To May 9, 2015

Number of Preventable Deaths

9020

From June 3, 2007  
To May 9, 2015

Number of Autism Diagnoses  
Scientifically Linked to Vaccinations

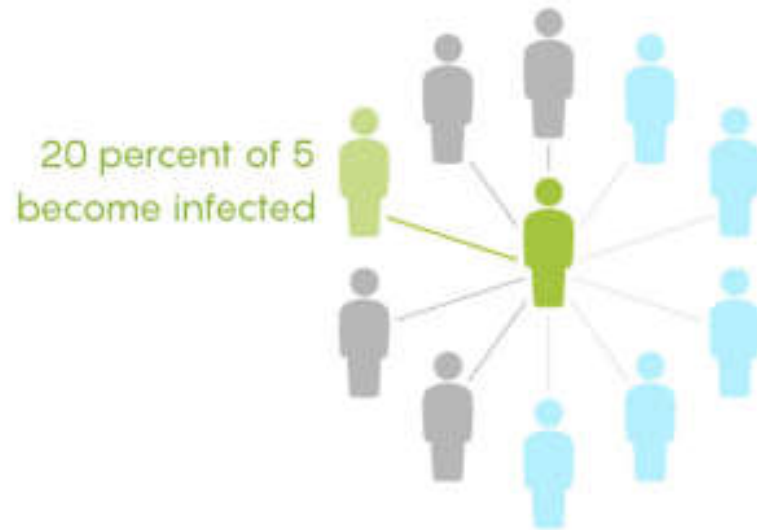
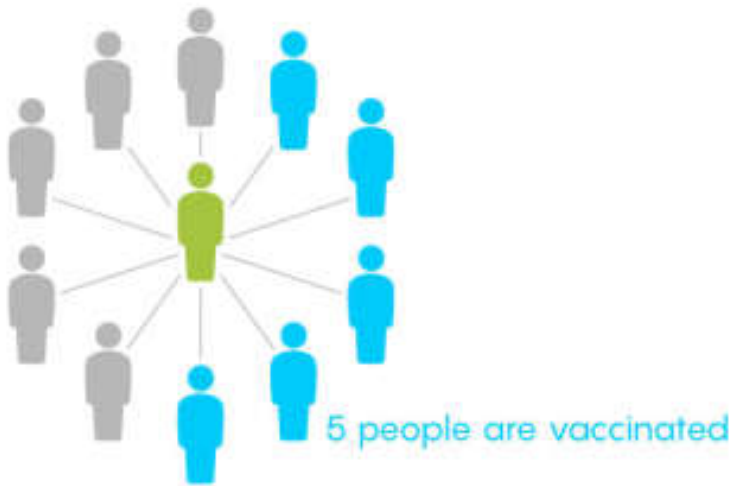
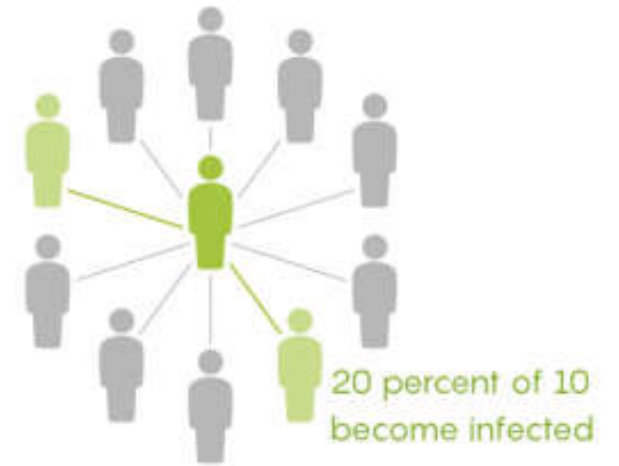
0

From June 3, 2007  
To May 9, 2015

WELCOME TO THE ANTI-VACCINE BODY COUNT



$$R_0 = 2$$





# Estudo dos Microrganismos

*Robert Koch - 1884*



- Identificou agentes causadores do Antrax, Cólera e Tuberculose
- Definição dos Postulados de Koch

## OS POSTULADOS DE KOCH



**Os Postulados:**

**Ferramentas:**

<p><b>1. O organismo patogênico suspeito deve estar presente em todos os casos da doença e ausente em animais sadios.</b></p>	<p>Microscópio, corantes</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Eritrócito sangue/tecido</p> <p>Patógeno suspeito</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Observar o Eritrócito ao microscópio</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Eritrócito sangue/tecido</p> </div> </div>
<p><b>2. O organismo suspeito deve ser cultivado em cultura pura.</b></p>	<p>Cultura laboratorial</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Colônias do patógeno suspeito</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Inocular um meio sólido com uma amostra do animal doente ou do animal sadio</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Nenhum organismo presente</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">Inocular o animal sadio com células do patógeno suspeito</p>
<p><b>3. Células de uma cultura pura do organismo suspeito devem causar a doença em um animal sadio.</b></p>	<p>Animal experimental</p>	<div style="text-align: center;"> <p>Animal doente</p> </div> <p style="text-align: center;">Remover uma amostra de sangue ou tecido e observar ao microscópio</p>
<p><b>4. O organismo deve ser reisolado e demonstrar-se idêntico ao original.</b></p>	<p>Reisolamento laboratorial</p>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Patógeno suspeito</p> </div> <div style="margin: 0 20px;"> <p>Cultura laboratorial</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Cultura pura (deve ser o mesmo organismo que o anterior)</p> </div> </div>

# Estudo dos Microrganismos

*Robert Koch - 1884*

Postulados de Koch:

A presença do agente deve ser sempre comprovada em todos os indivíduos que sofram da doença em questão e, a partir daí, isolada em cultura pura.

O agente causador da doença em questão não pode ser encontrado em indivíduos saudáveis.

Uma vez isolado, o agente deve ser capaz de reproduzir a doença em questão, após a sua inoculação em animais experimentais.

O mesmo agente deve poder ser recuperado desses animais experimentalmente infectados e de novo isolado em cultura pura.



# Exemplos recentes de aplicação dos postulados de Koch

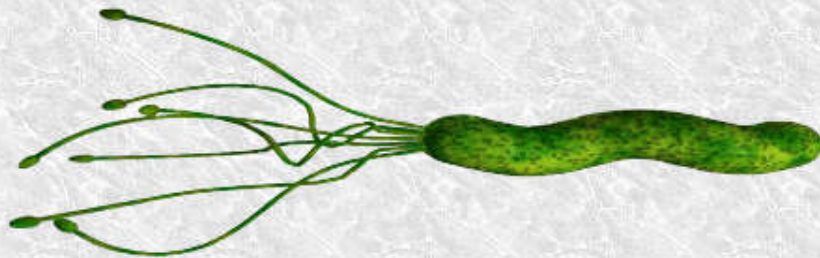


J. Robin Warren



Barry Marshall

**Prêmio Nobel de 2005**



*Helicobacter pylori*



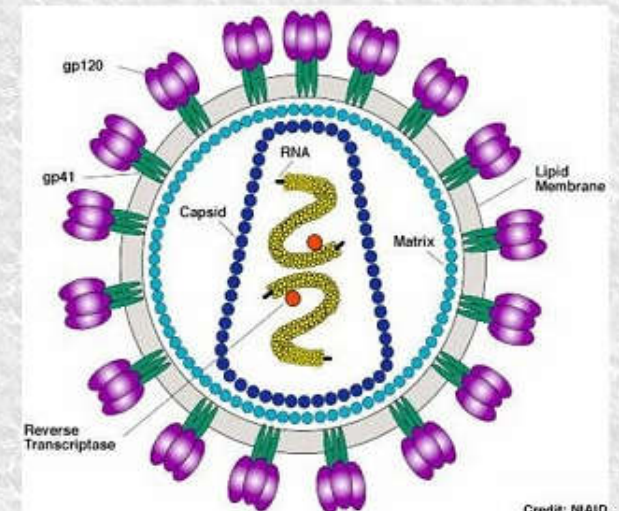
Luc Montagnier



Françoise Barré-Sinoussi

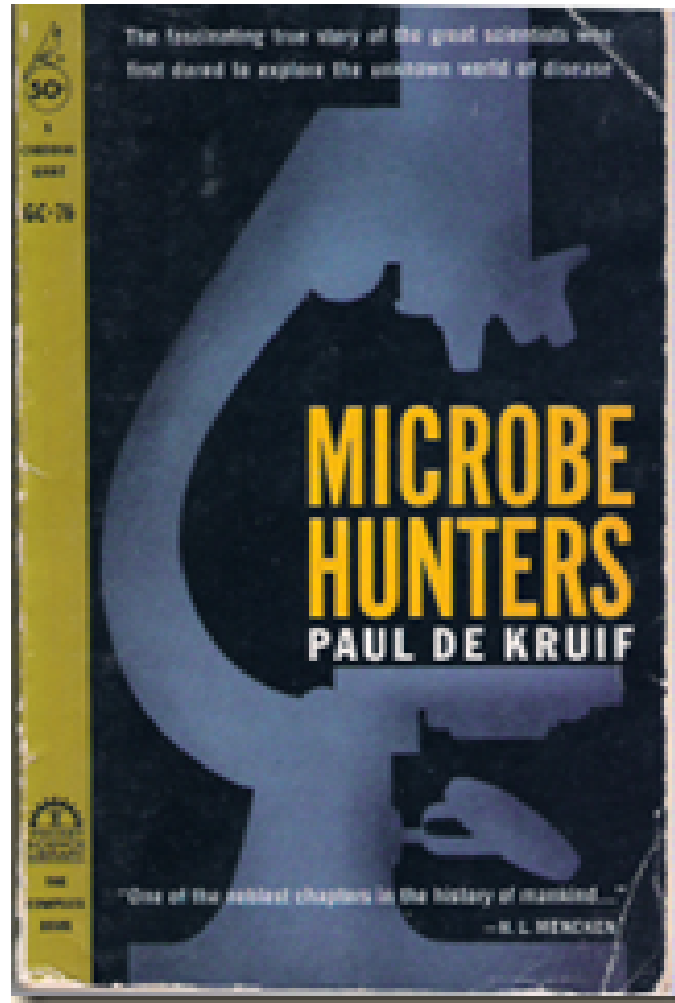
**Prêmio Nobel de 2008**

**HIV**



Credit: NIAID

# Caçadores de Micróbios



Ignaz Phillip Semmelweis (1847)



Princípios de  
higienização



# Infecções Hospitalares

Febre puerperal → médicos vs parteiras

Ignaz Phillip Semmelweis

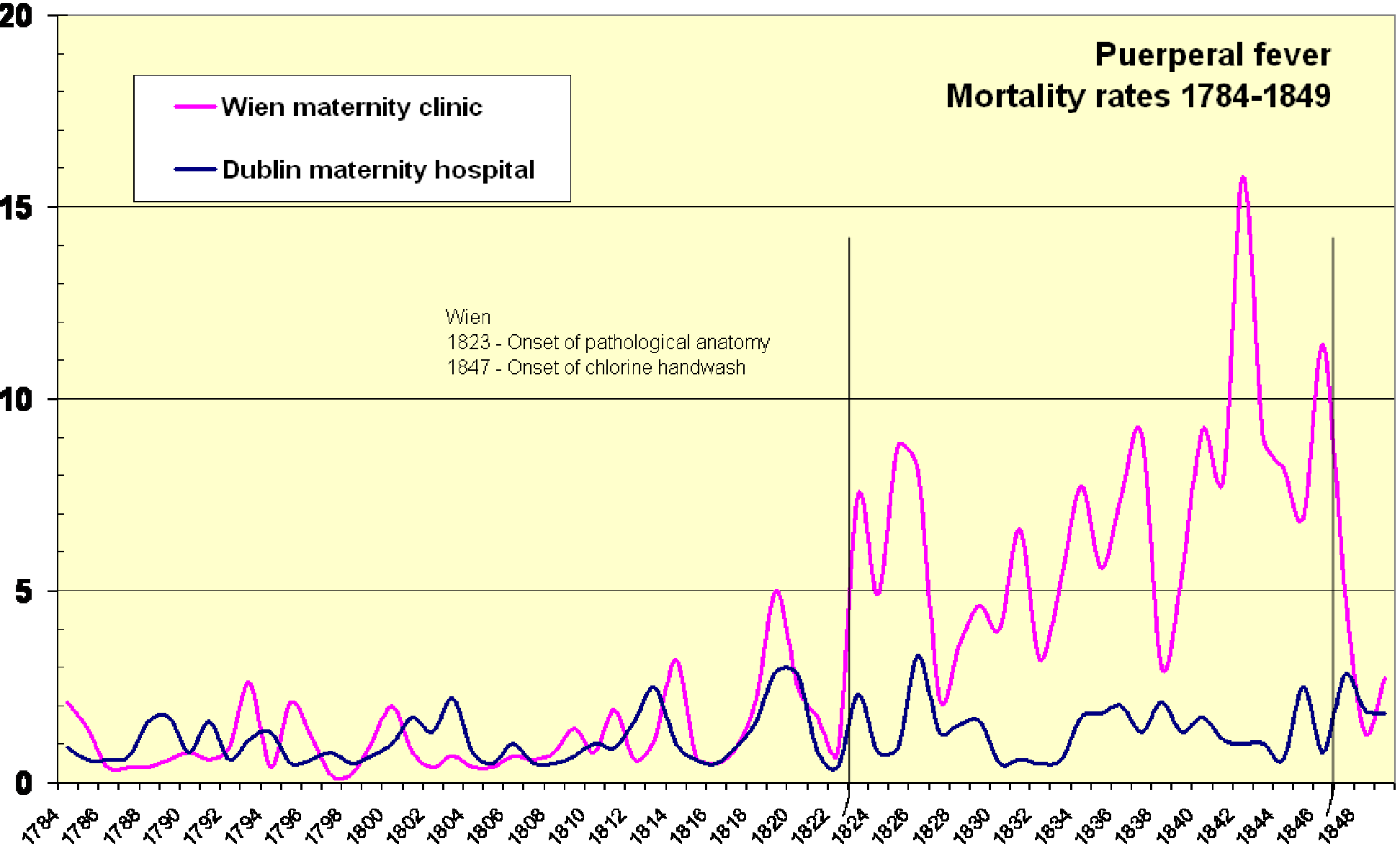
Lavagem das mãos dos médicos com hipoclorito, reduziu a mortalidade materna de 12% para 1%.



# Puerperal fever Mortality rates 1784-1849

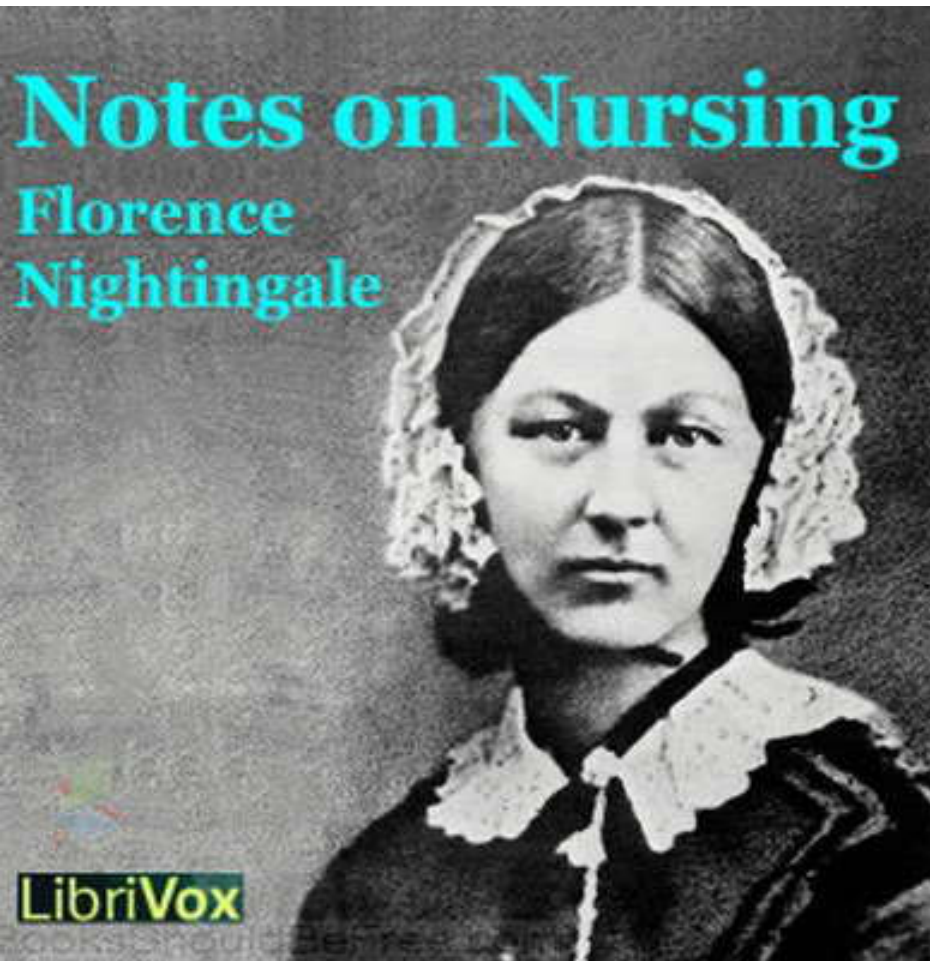
Wien maternity clinic  
Dublin maternity hospital

Wien  
1823 - Onset of pathological anatomy  
1847 - Onset of chlorine handwash



# Infecções Hospitalares

## Florence Nightingale



The following notes are by no means intended as a rule of thought by which nurses can teach themselves to nurse, still less as a manual to teach nurses to nurse. They are meant simply to give hints for thought to women who have personal charge of the health of others. Every woman, or at least almost every woman, in England has, at one time or another of her life, charge of the personal health of somebody, whether child or invalid,--in other words, every woman is a nurse. Every day sanitary knowledge, or the knowledge of nursing, or in other words, of how to put the constitution in such a state as that it will have no disease, or that it can recover from disease, takes a higher place. It is recognized as the knowledge which every one ought to have--distinct from medical knowledge, which only a profession can have.

If, then, every woman must at some time or other of her life, become a nurse, \_i.e.\_, have charge of somebody's health, how immense and how valuable would be the produce of her united experience if every woman would think how to nurse. I do not pretend to teach her how, I ask her to teach herself, and for this purpose I venture to give her some hints.

# Infecções Hospitalares



Florence Nightingale



Princípios de higienização aplicados  
em hospital de campanha

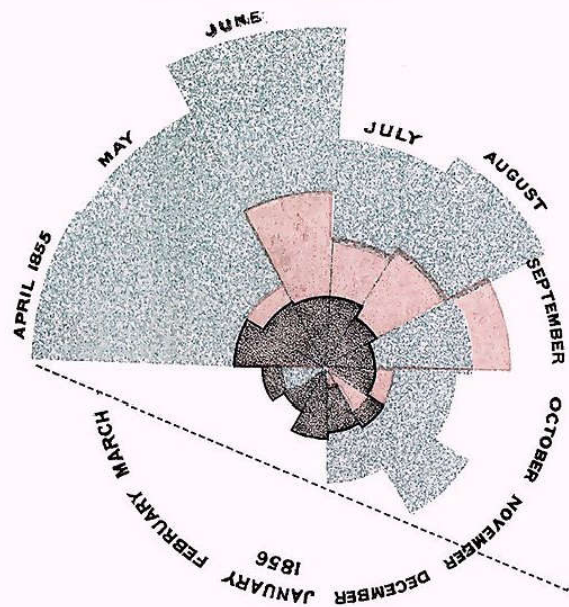


Diminuição da Mortalidade de 42% para 2%

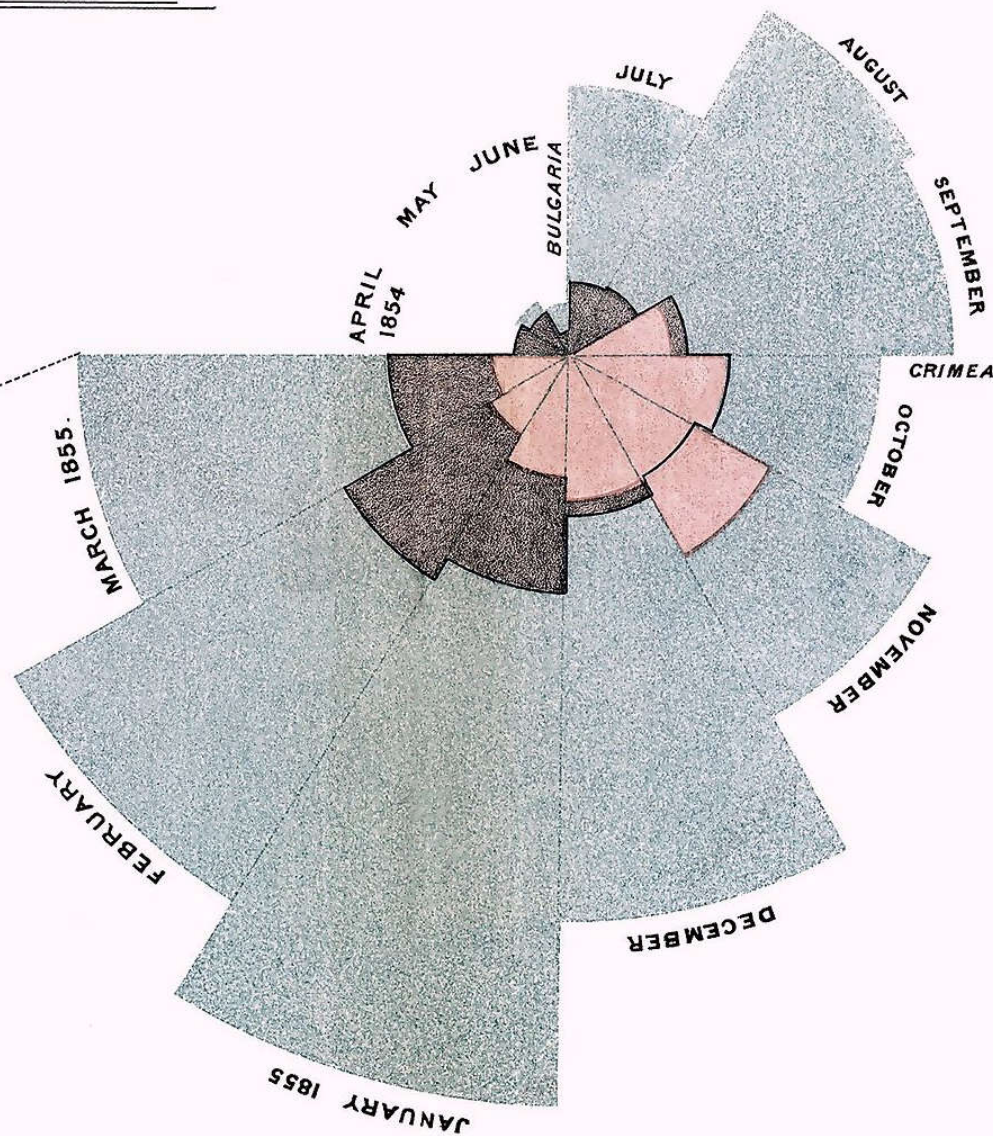


## DIAGRAM OF THE CAUSES OF MORTALITY IN THE ARMY IN THE EAST.

2.  
APRIL 1855 TO MARCH 1856.



1.  
APRIL 1854 TO MARCH 1855.



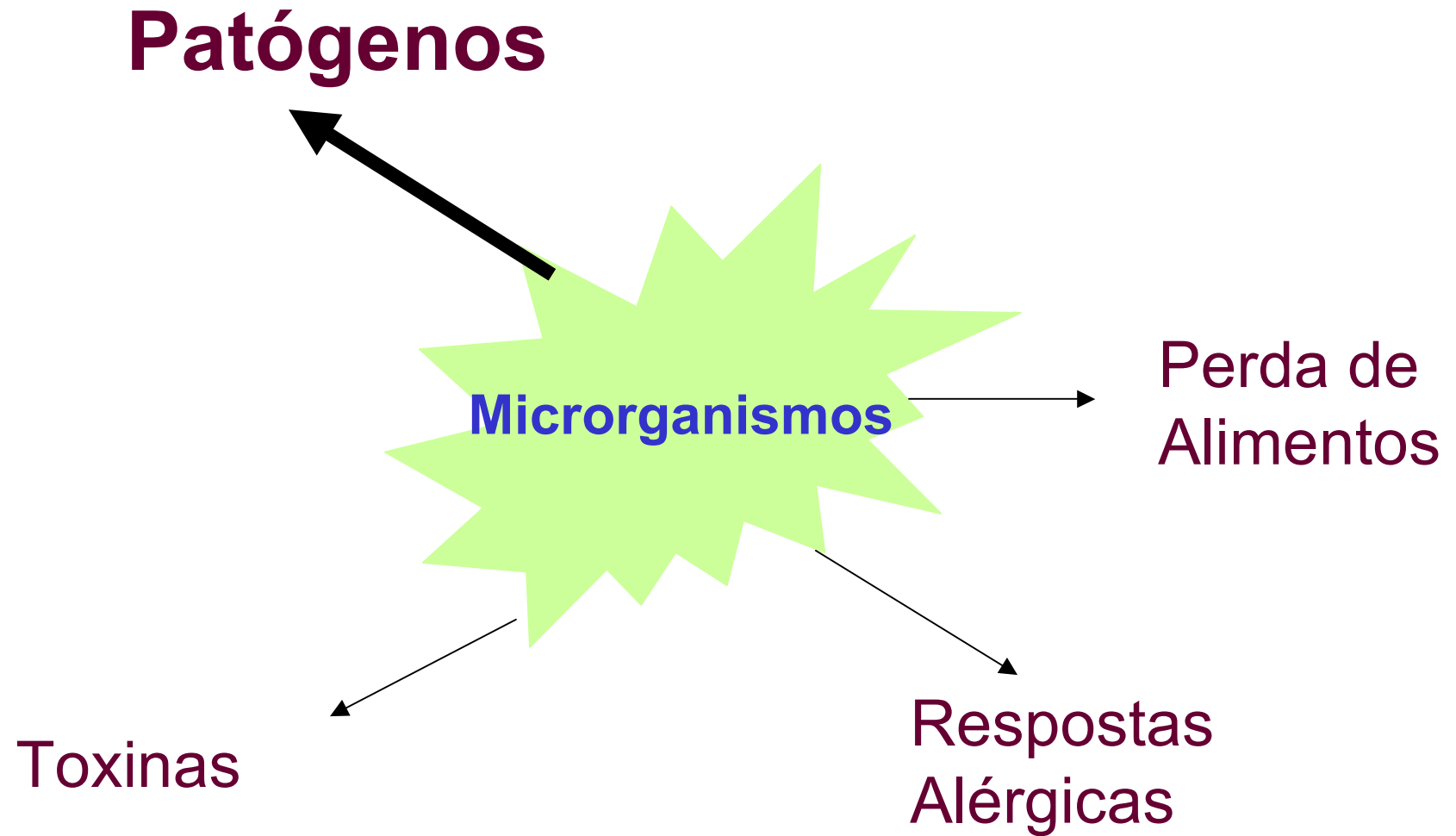
*The Areas of the blue, red, & black wedges are each measured from the centre as the common vertex.*

*The blue wedges measured from the centre of the circle represent area for area the deaths from Preventible or Mitigable Zymotic diseases, the red wedges measured from the centre the deaths from wounds, & the black wedges measured from the centre the deaths from all other causes.*

*The black line across the red triangle in Nov. 1854 marks the boundary of the deaths from all other causes during the month.*

*In October 1854, & April 1855, the black area coincides with the red; in January & February 1856, the blue coincides with the black.*

*The entire areas may be compared by following the blue, the red & the black lines enclosing them.*

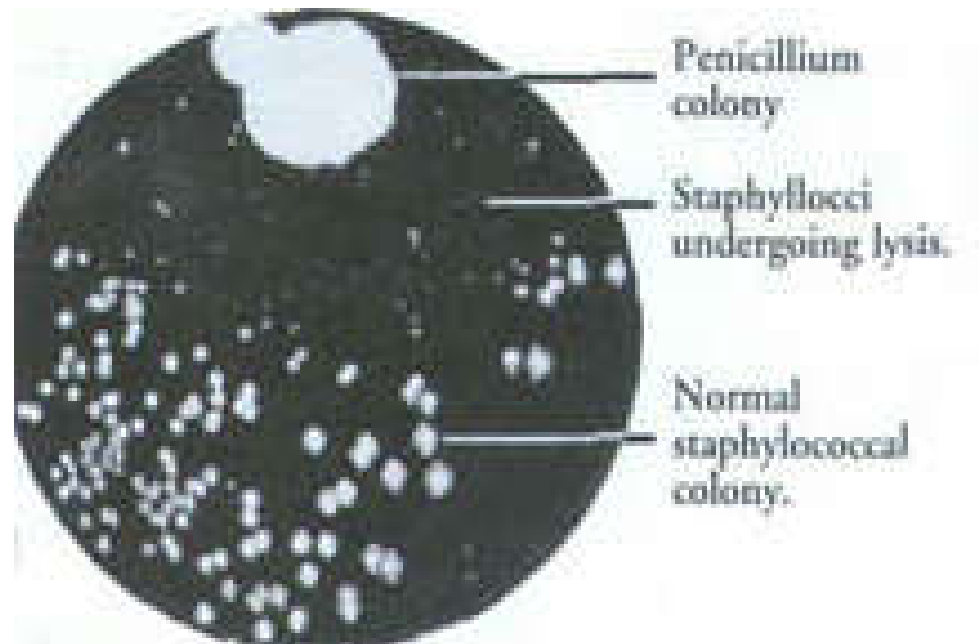


# Alexander Fleming -→ descoberta do primeiro antibiótico, a Penicilina, obtida do fungo *Penicillium sp.*

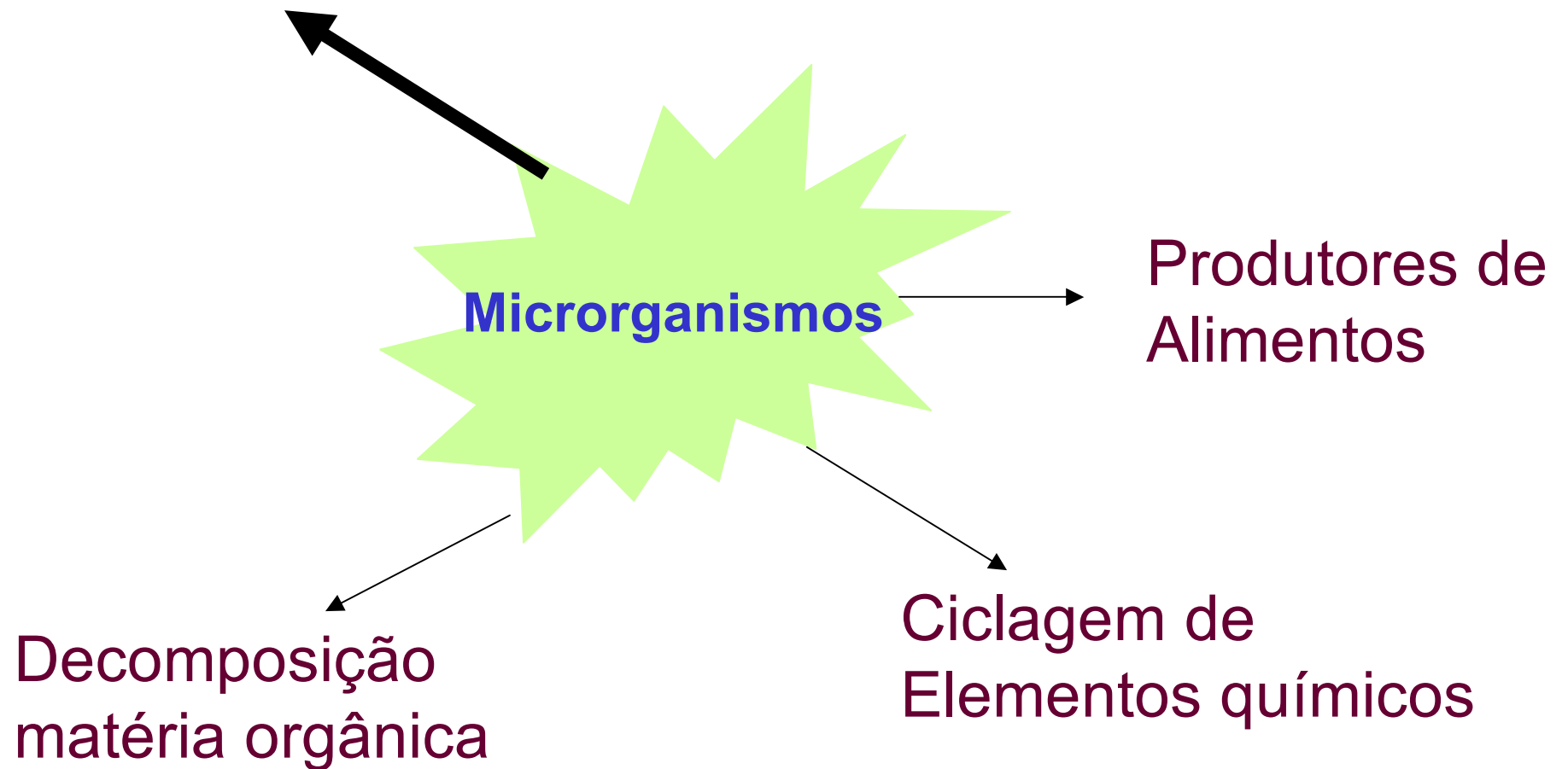
*The British Journal of Experimental Pathology,*  
1929, Vol. X, p. 226.

**ON THE ANTIBACTERIAL ACTION OF CULTURES OF A PENICILLIUM, WITH SPECIAL REFERENCE TO THEIR USE IN THE ISOLATION OF *B. INFLUENZAE*. ALEXANDER FLEMING, F.R.C.S.**

Received for publication May 10, 1929.

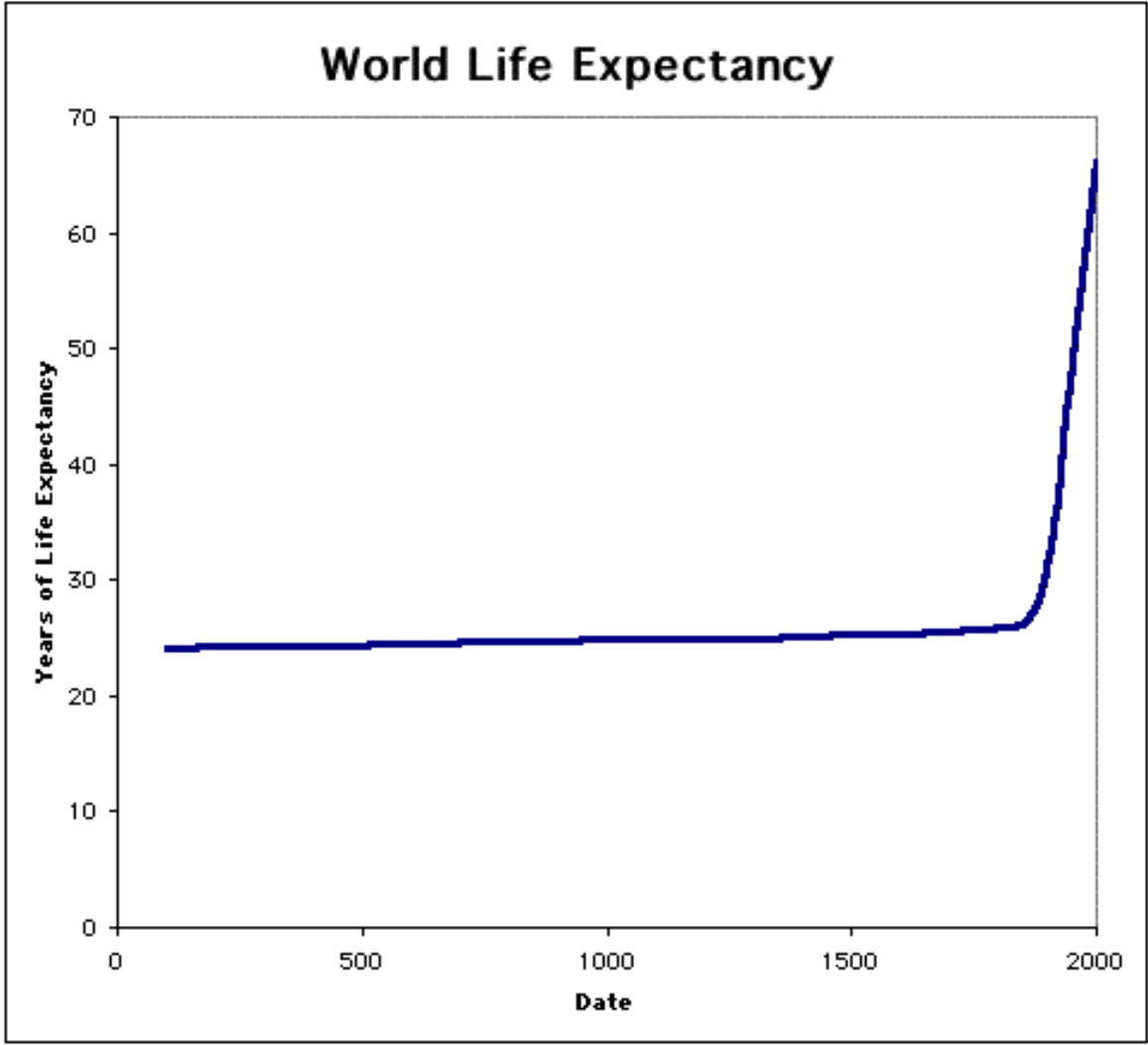


# Produtores de antibióticos

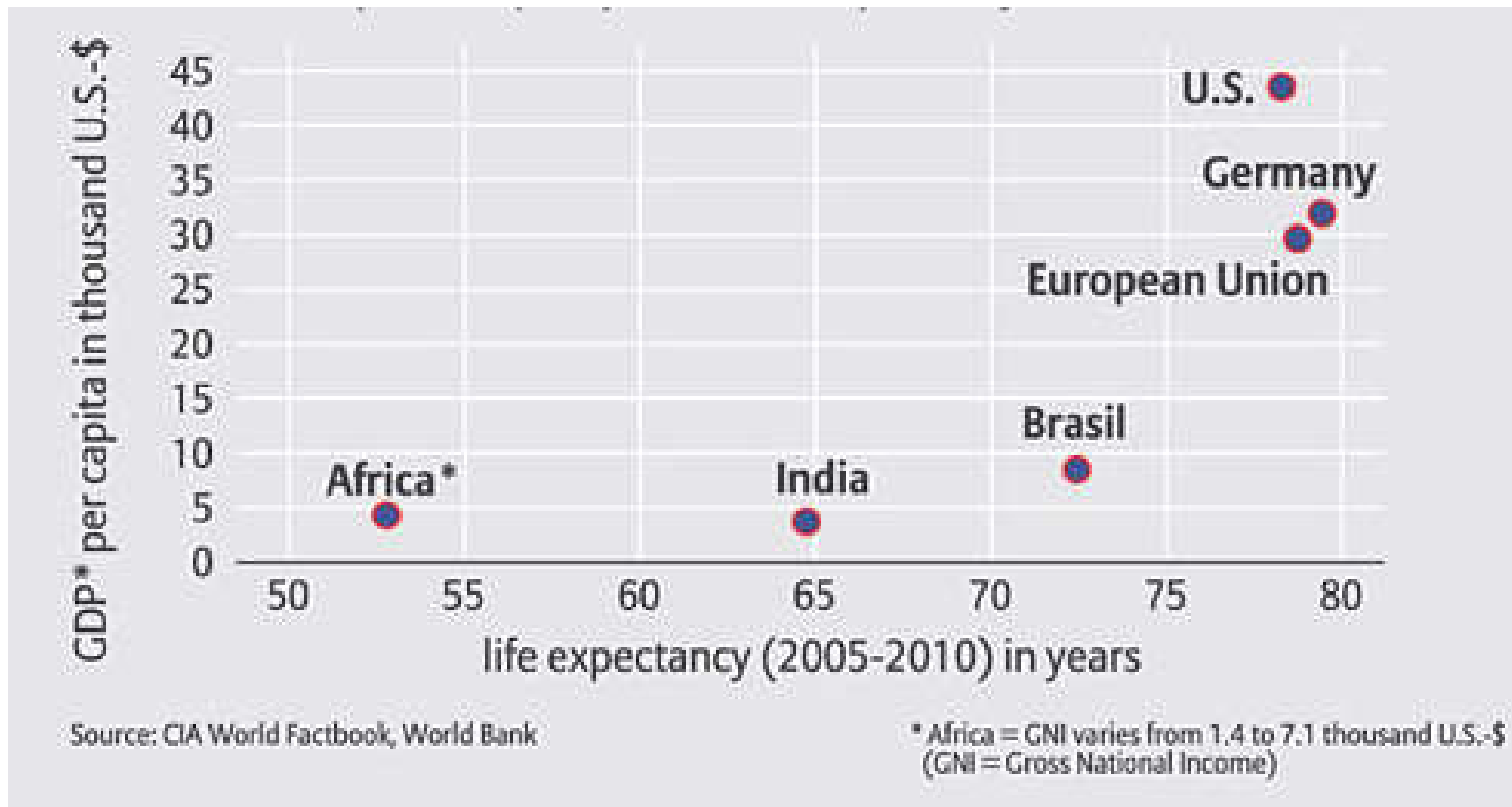




A descoberta dos microrganismos e seu tratamento aumentou a expectativa de vida da humanidade



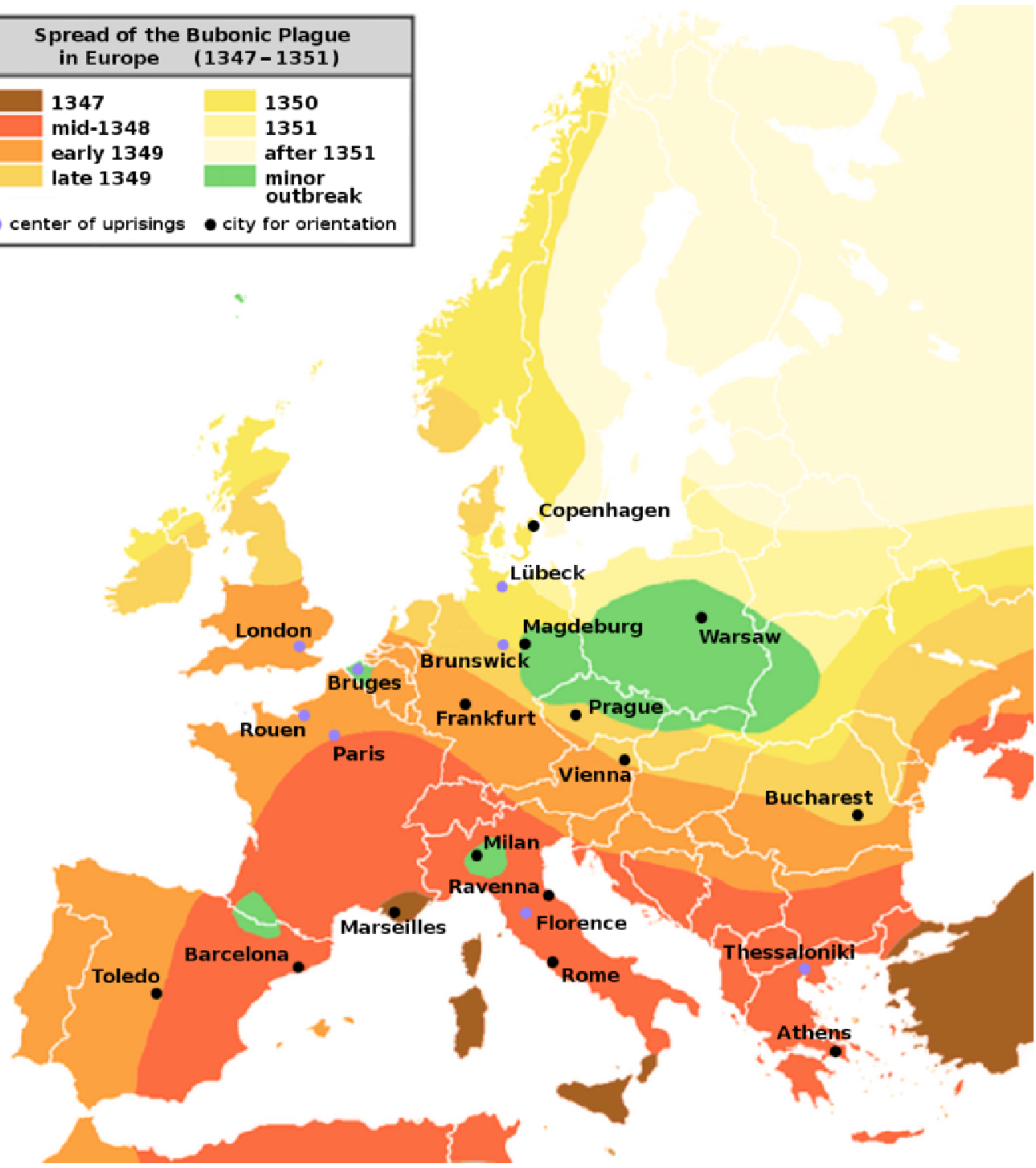
A expectativa de vida está intimamente relacionada ao sistema sanitário local.



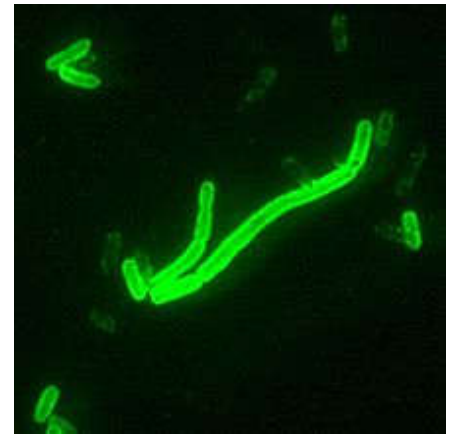
<b>Pandemias Historicas</b>	<b>Casos</b>	<b>Mortes</b>
<b>Peste Justiniana (441-767)</b>		
<b>Peste Negra (Bubonica)</b> <b>sec. XIV</b>	*142 milhões	~100 milhões
<b>"Terceira Pandemia"</b> <b>(1896-1930)</b>	30 milhões	12 milhões
<b>Gripe Espanhola</b> <b>(1918-1919)</b>	1 bilhão	21 milhões

Spread of the Bubonic Plague  
in Europe (1347 - 1351)

- |            |                |
|------------|----------------|
| 1347       | 1350           |
| mid-1348   | 1351           |
| early 1349 | after 1351     |
| late 1349  | minor outbreak |
- center of uprisings ● city for orientation



*Yersinia pestis*

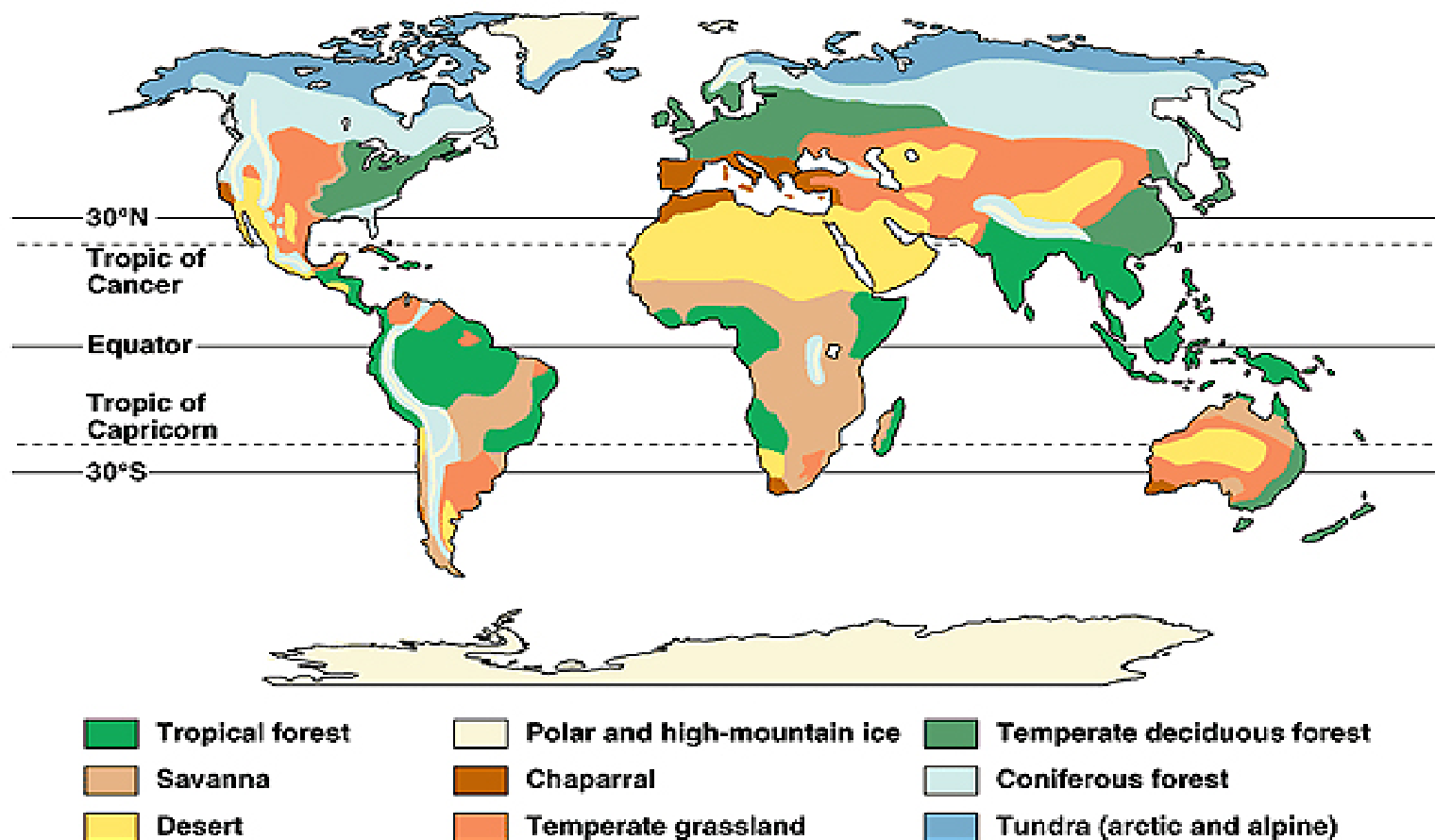






<b>Pandemias Atuais</b>	<b>Casos</b>	<b>Mortes</b>
	Por Ano	Por Ano
<b>Malaria</b>	300-500 milhões	1 milhão
<b>Tuberculose</b>	8 milhões	2 milhões
<b>AIDS</b>	6 milhões	3 milhões

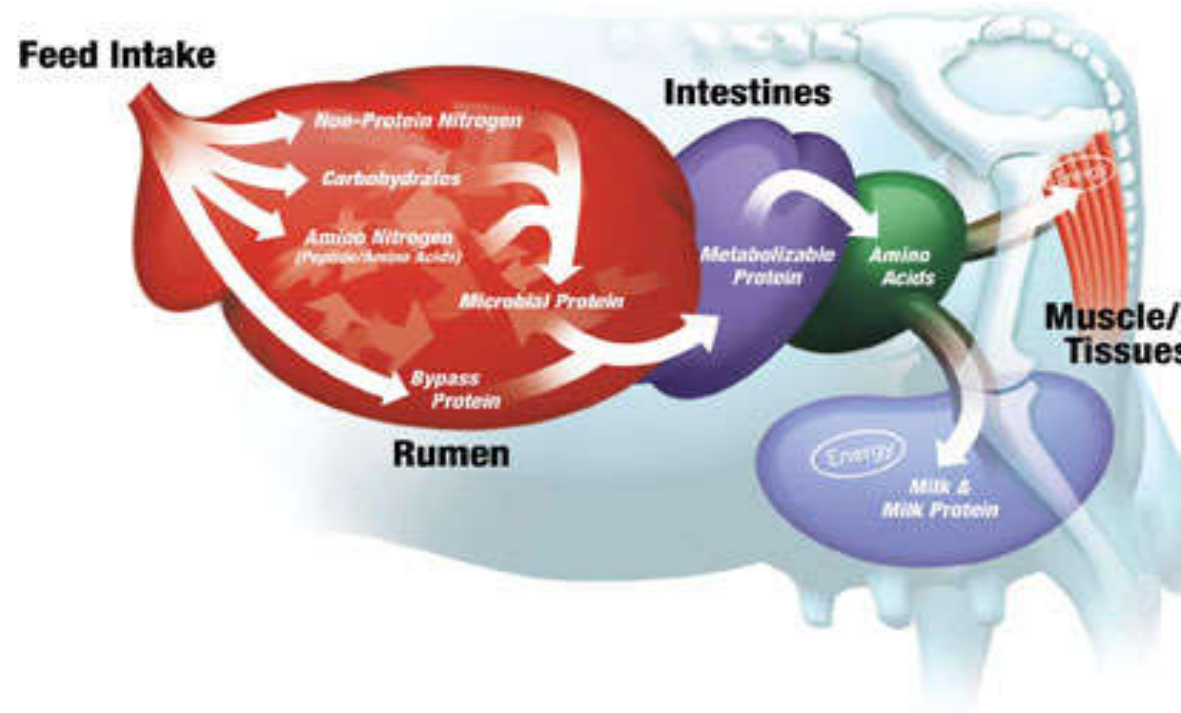
Em quais ambientes terrestres os microrganismos modernos habitam?



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Os Microrganismos estão presentes em todos habitats terrestres – das regiões polares, desertos, fendas hidrotermais, a ambientes anaeróbicos.

Além dos habitats naturais, muitos microrganismos vivem associados a outros seres vivos constituindo suas “microbiotas” – ou são parasitas obrigatórios.





# Vivendo no limite

Microrganismos chamados extremófilos são encontrados em vários ambientes extremos da Terra, o que sugere que poderia haver vida em ambientes igualmente inóspitos de outros planetas ou luas

## BAIXAS TEMPERATURAS

Organismos que vivem em temperaturas abaixo de 15 °C são chamados psicrófilos. Os mais extremos vivem em microcanais ou bolhas de água líquida no interior de geleiras, em solos congelados (permafrost) ou abaixo da calota polar, em temperaturas negativas. O recorde é -20 °C



## DESERTOS

Organismos que crescem em ambientes extremamente áridos, como os desertos do Saara, na África, do Atacama, no Chile, e os Dry Valleys da Antártida são chamados xerófilos. Na ausência total de água, podem permanecer dormentes por longos períodos

## ALTAS TEMPERATURAS

Organismos que vivem em temperaturas acima de 80 °C são chamados hipertermófilos. Eles vivem em crateras vulcânicas, no interior da crosta e em fontes de água fervente, como as de Yellowstone. O recorde é de um micróbio que se reproduz a 121 °C, suficiente para sobreviver em fornos de (es)

## ROCHAS

Há vários organismos que vivem dentro de rochas, chamados endolíticos. Eles são encontrados tanto na superfície quanto no interior da crosta terrestre, vivendo em microfissuras e entre grãos minerais. Aproveitam pequenas quantidades de água e luz que penetram na rocha, ou se alimentam de compostos inorgânicos minerais

## ALTA PRESSÃO

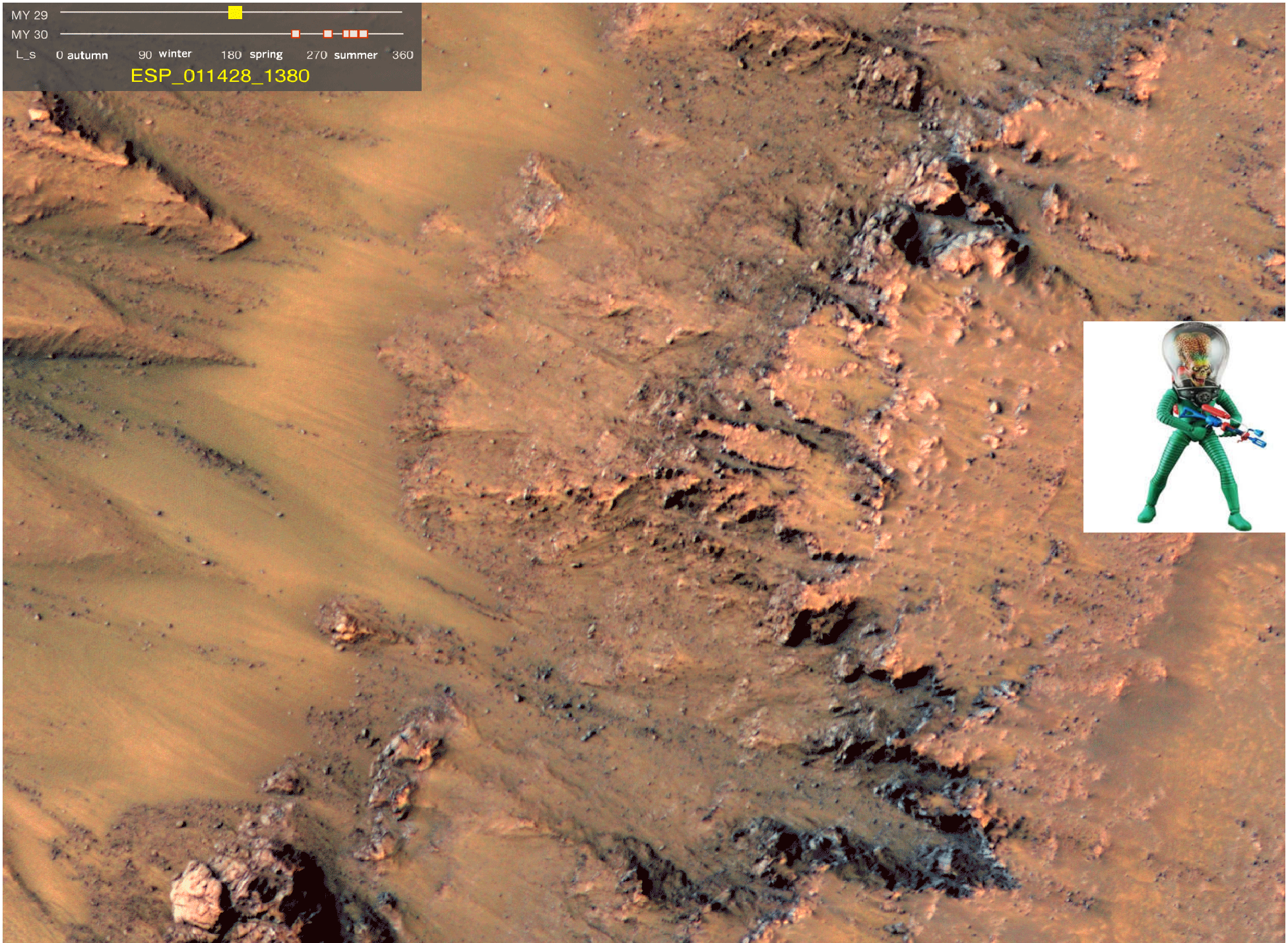
Organismos que vivem em ambientes de alta pressão, como o fundo do oceano ou o interior da crosta, são chamados barófilos. Até a Fossa Mariana, o ponto mais profundo do oceano (10.898 m), está repleta de vida. Na crosta, os recordes são 3.500 m abaixo da superfície terrestre e 1.600 m abaixo do leito marinho

## pH EXTREMO

Organismos que crescem em ambientes superalcalinos (pH acima de 8) ou superácidos (pH abaixo de 2), são chamados alcalófilos e acidófilos, respectivamente. São encontrados em lagos e solos de algumas regiões do Alasca e do oeste dos EUA, principalmente



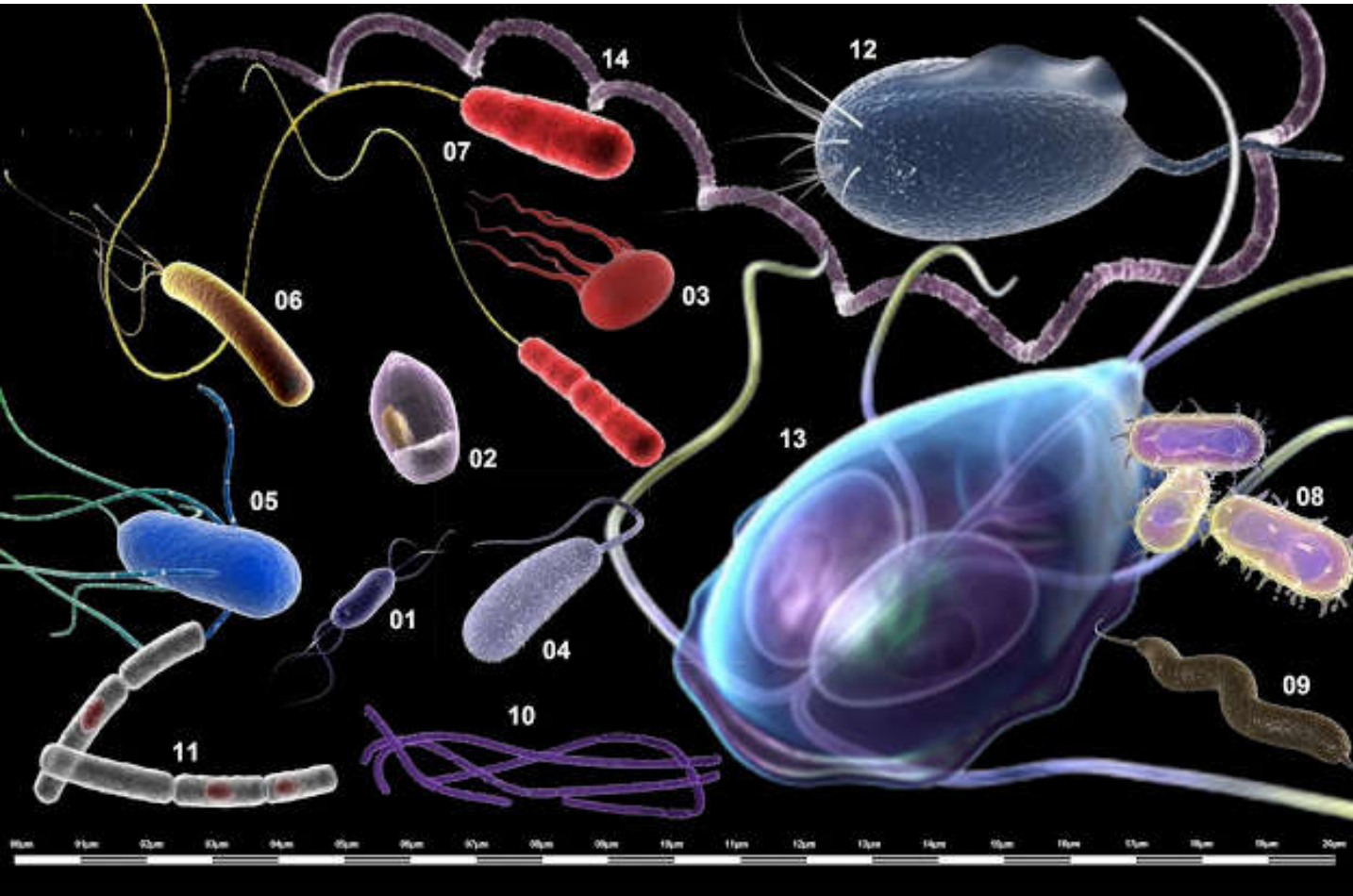
MY 29  
MY 30  
L\_s 0 autumn 90 winter 180 spring 270 summer 360  
ESP\_011428\_1380



Estrutura



# Alguns microrganismos e seus tamanhos:



1) *Listeria monocytogenes* - 1,5 $\mu$ m: encefalite

2) *Plasmodium vivax* - 2 $\mu$ m: malária

3) *Salmonella typhi* - 2 $\mu$ m: febre tifóide

4) *Vibrio cholerae* - 2 $\mu$ m: cólera

5) *Escherichia coli* - 3 $\mu$ m: gastroenterite

6) *Helicobacter pylori* - 3 $\mu$ m: úlcera

7) *Legionella pneumophila* - 3 $\mu$ m - pneumonia

8) *Yersinia pestis* - 3 $\mu$ m: peste bubônica

9) *Campylobacter jejuni* 4 $\mu$ m: diarreia

10) *Bacillus anthracis* - 5 $\mu$ m: antrax

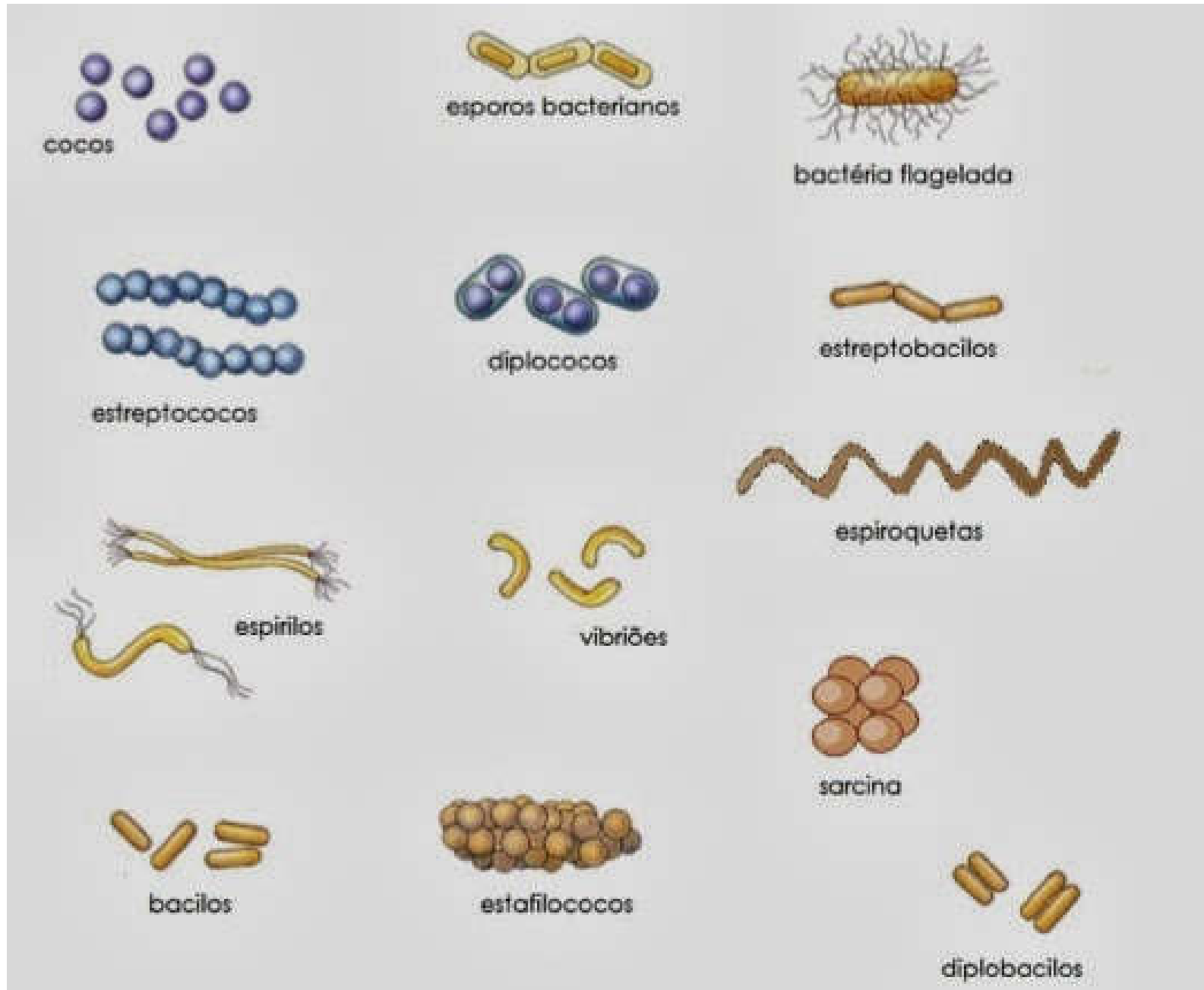
11) *Bacillus cereus* 5 $\mu$ m: comida envenenada

12) *Trichomonas vaginalis* 9 $\mu$ m: tricomoníase

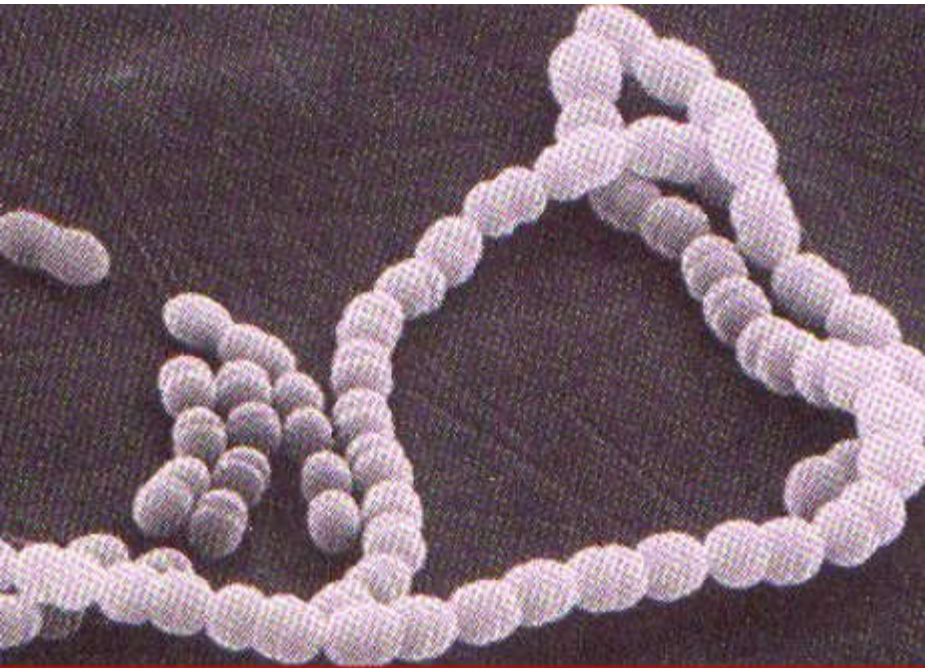
13) *Giardia lamblia* - 15 $\mu$ m: giardíase

14) *Treponema pallidum* - 20 $\mu$ m: sífilis

# Morfologias microscópica das bactérias



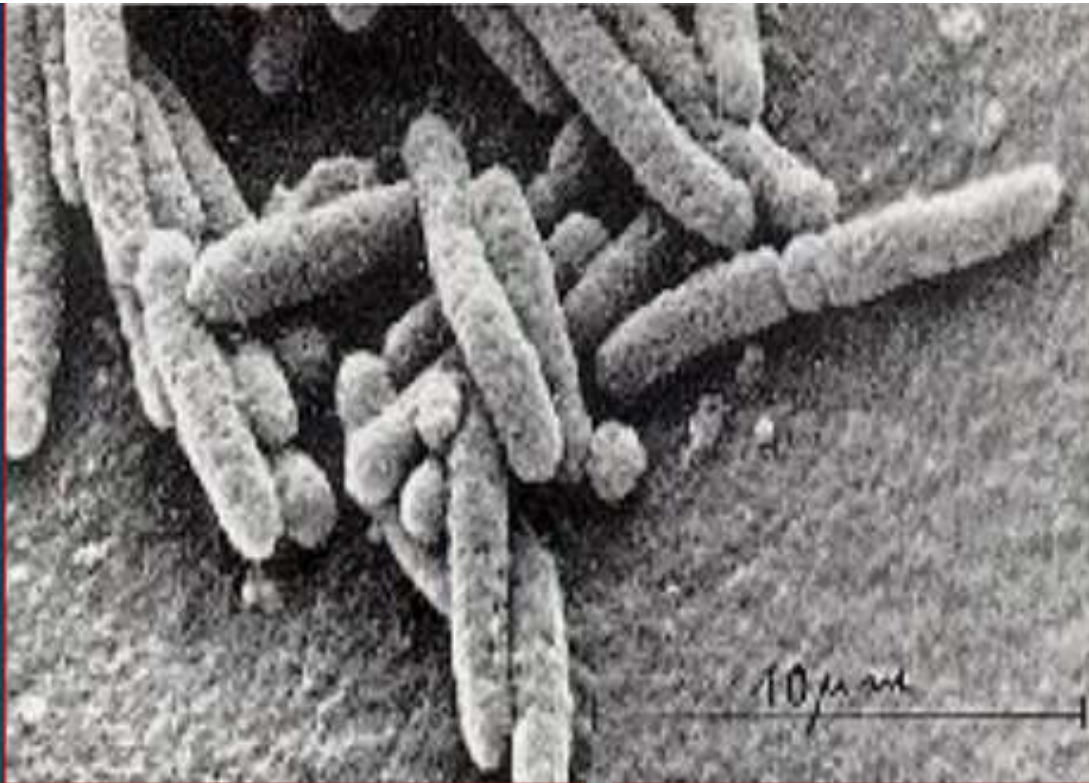




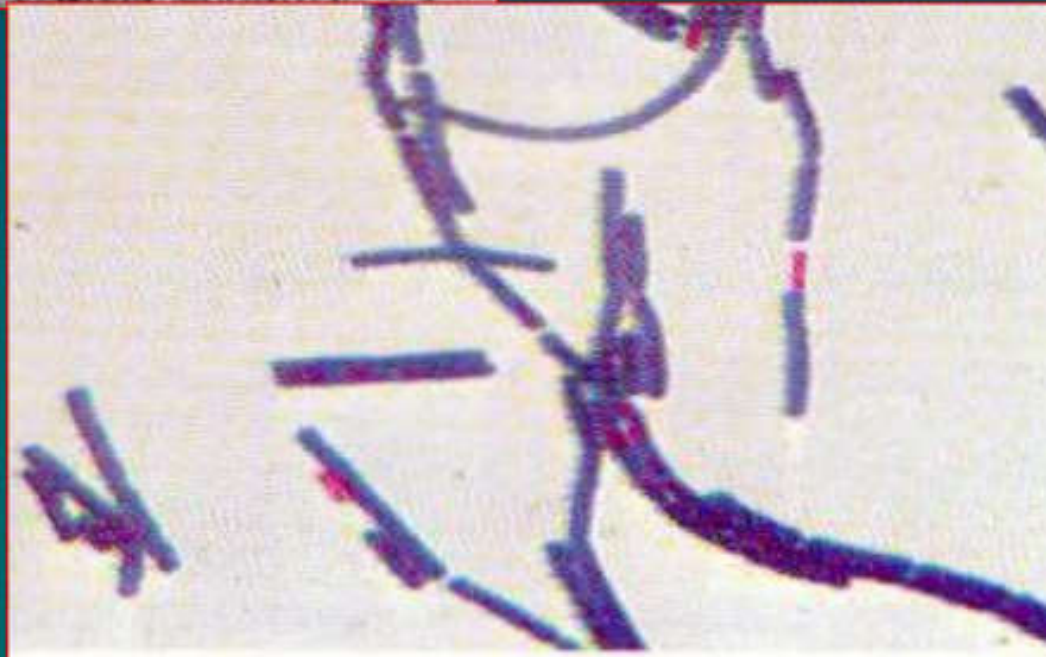
**Streptococcus spp.**



*Staphylococcus spp*

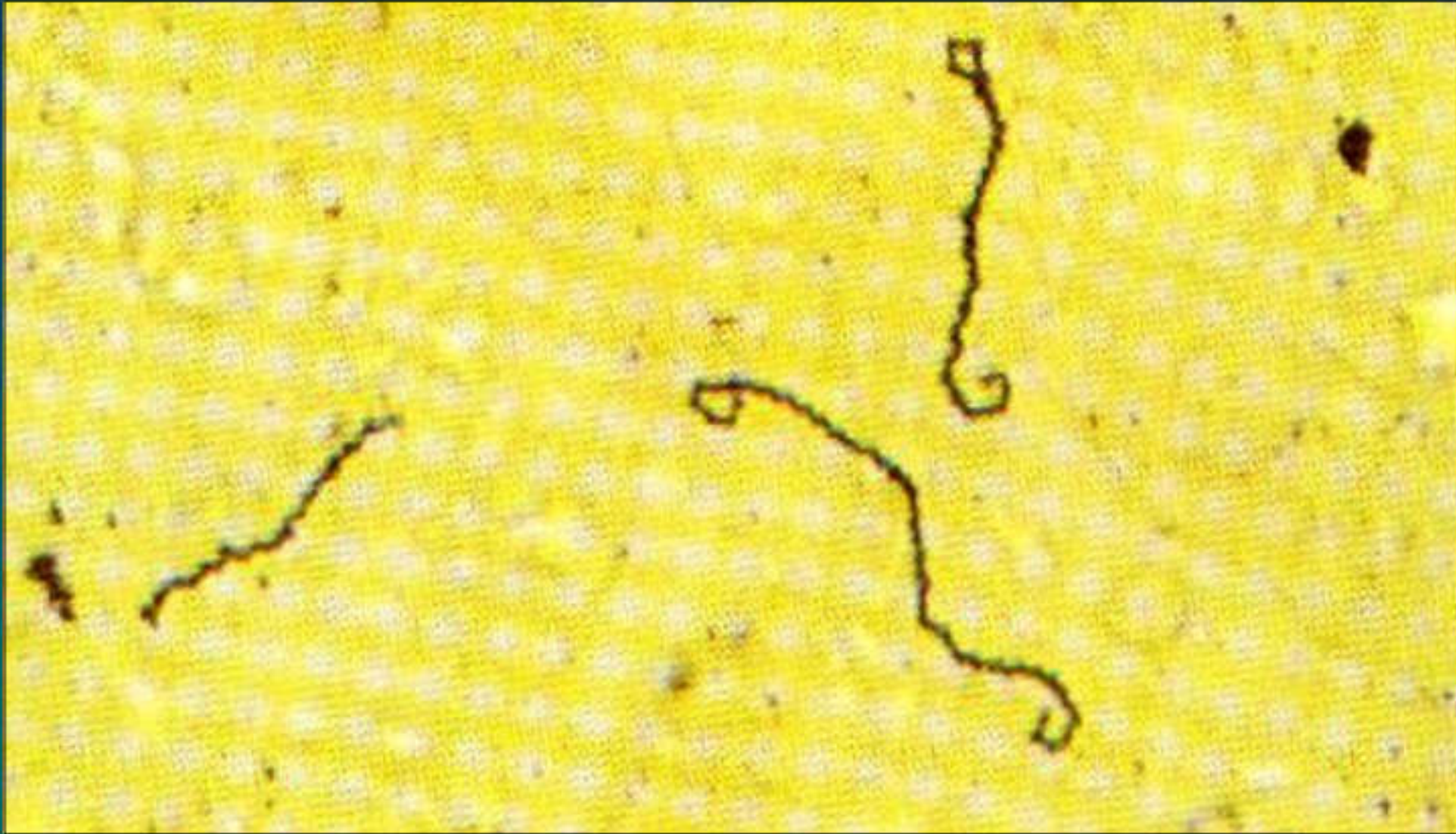


***Bacillus* spp.**





*Leptospira*  
Coloração Fontana Tribondeau  
(impregnação argentea)

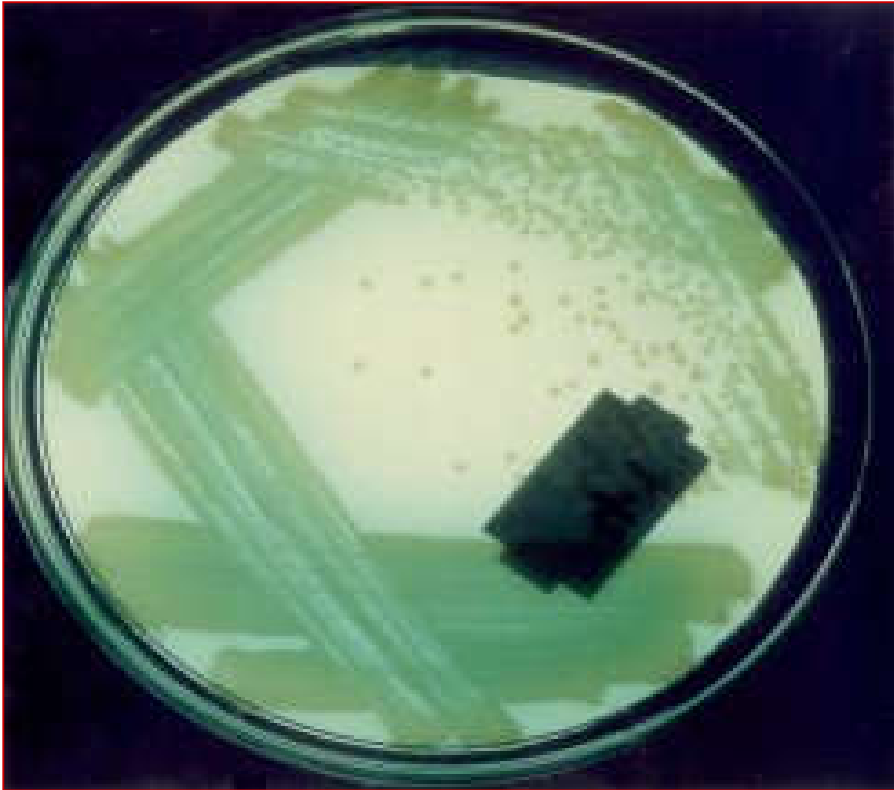


# Fungos:

**Bolores** –  
Pluricelular ~ 50 $\mu$ m

**Leveduras** –  
Unicelular ~ 5 $\mu$ m





***Pseudomonas aeruginosa***



***Serratia Marcescens***



# Fungos



*Aspergillus*



*Aspergillus*



*Aspergillus*



*Aspergillus*



*Aspergillus*



*Penicillium*



*Penicillium*



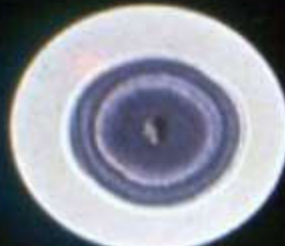
*Penicillium*



*Penicillium*



*Penicillium*



*Penicillium*



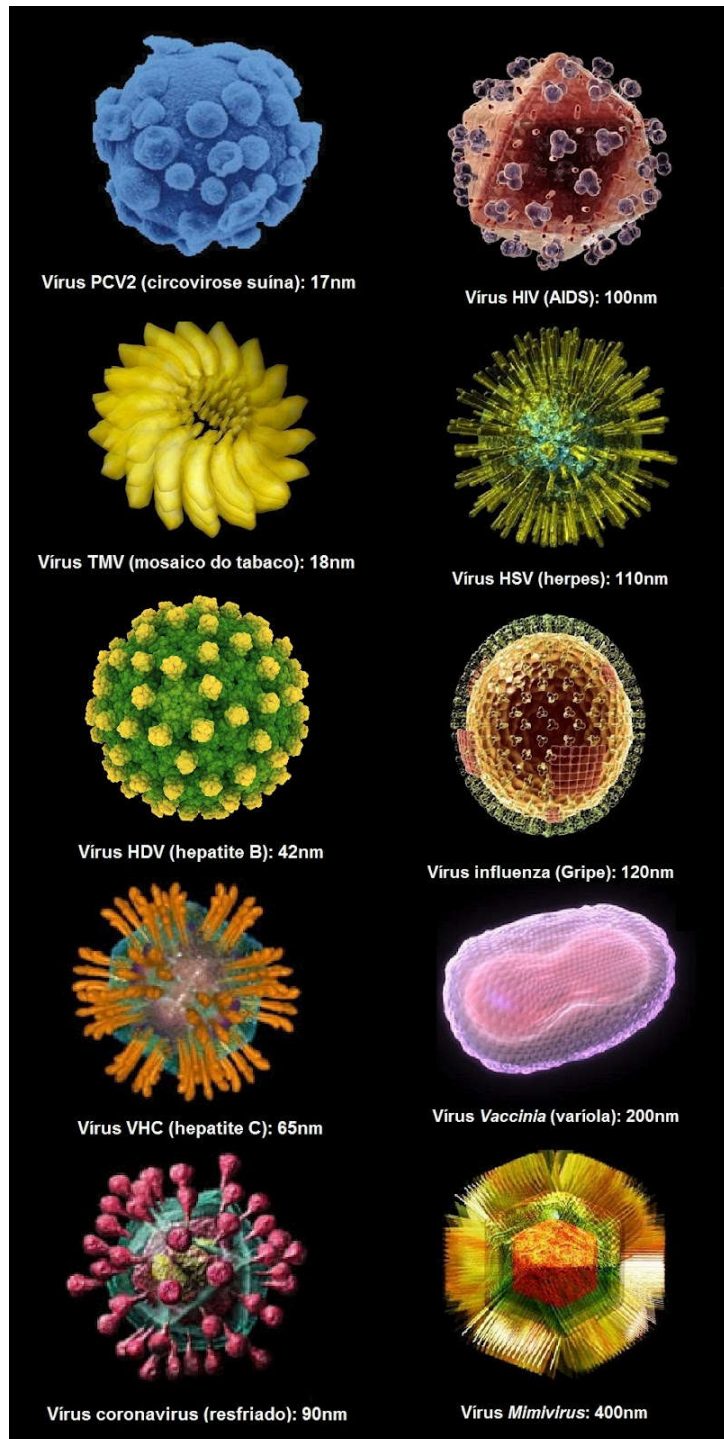
*Penicillium*

# **VIRUS**

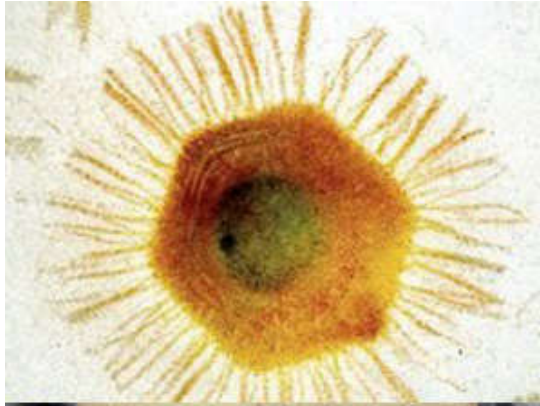
**❖ Os vírus são microrganismos de grande simplicidade:**

- pequenos, de 20 a 300 nm de diâmetro**
- Material genético DNA ou RNA**
- desprovidos de estrutura celular**
- não crescem, não metabolizam**
- não sofrem divisão binária**
- inertes fora de células vivas**
  
- são parasitas intracelulares obrigatórios.**

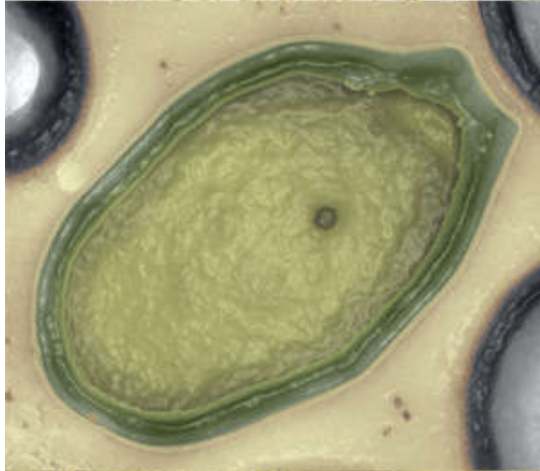
Microscópios de luz conseguem detectar estruturas de pelo menos 200nm. Portanto a maioria dos vírus não é detectada



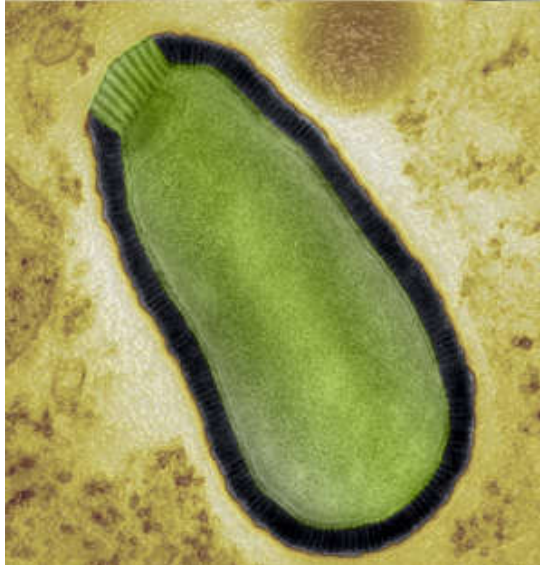
Virus “gigantes”



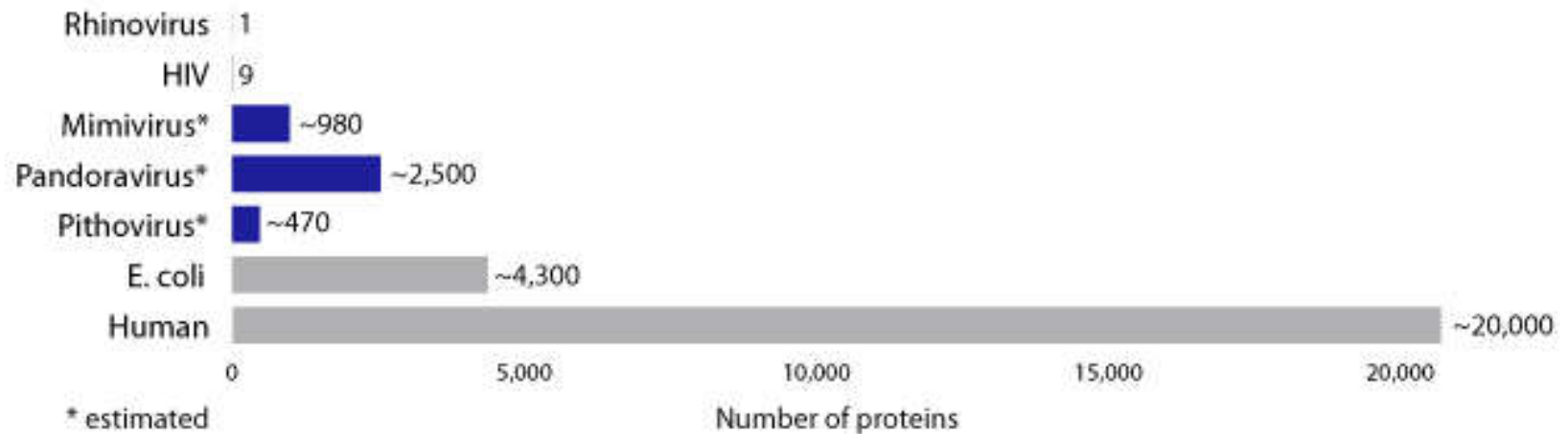
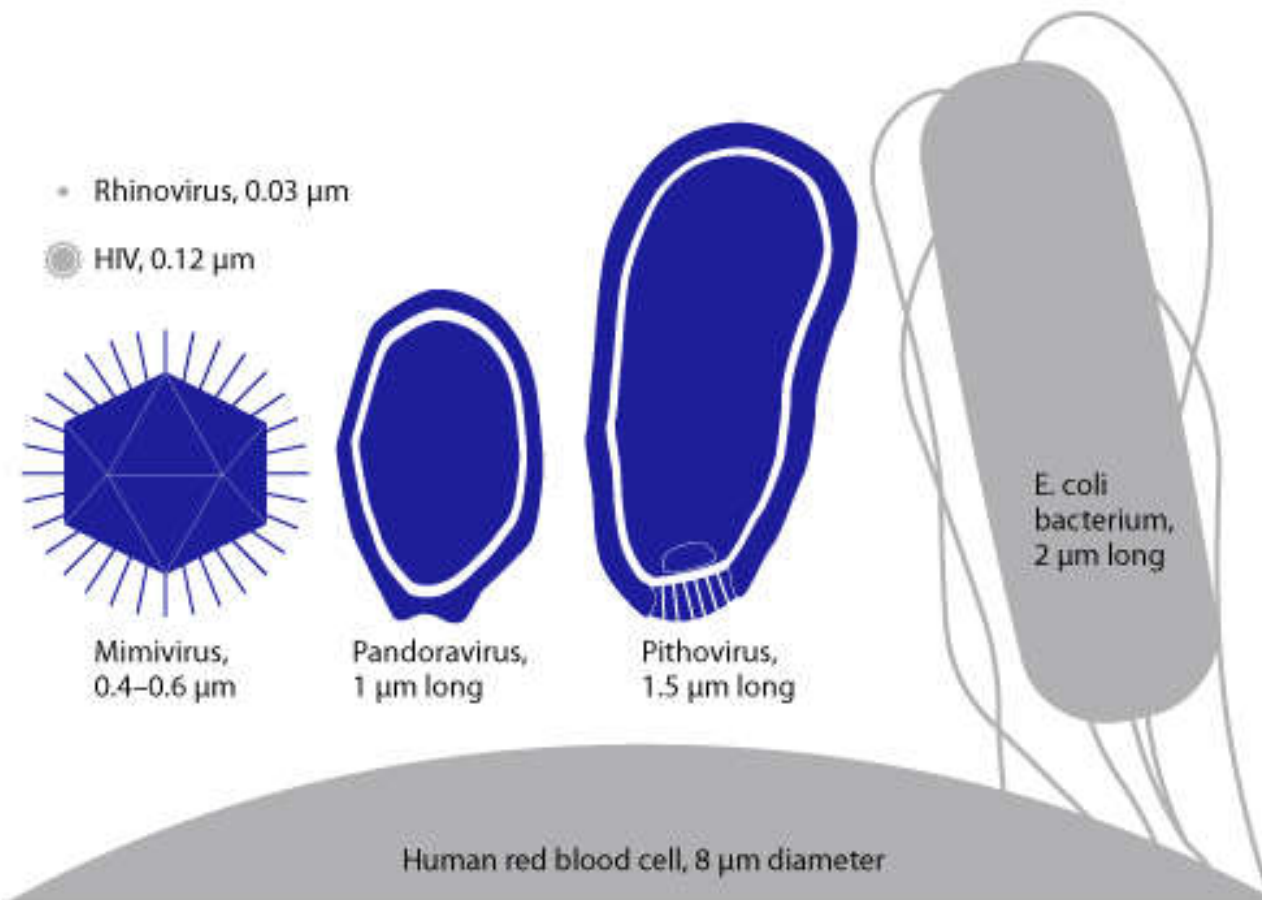
mimivirus



pandoravirus



pithovirus





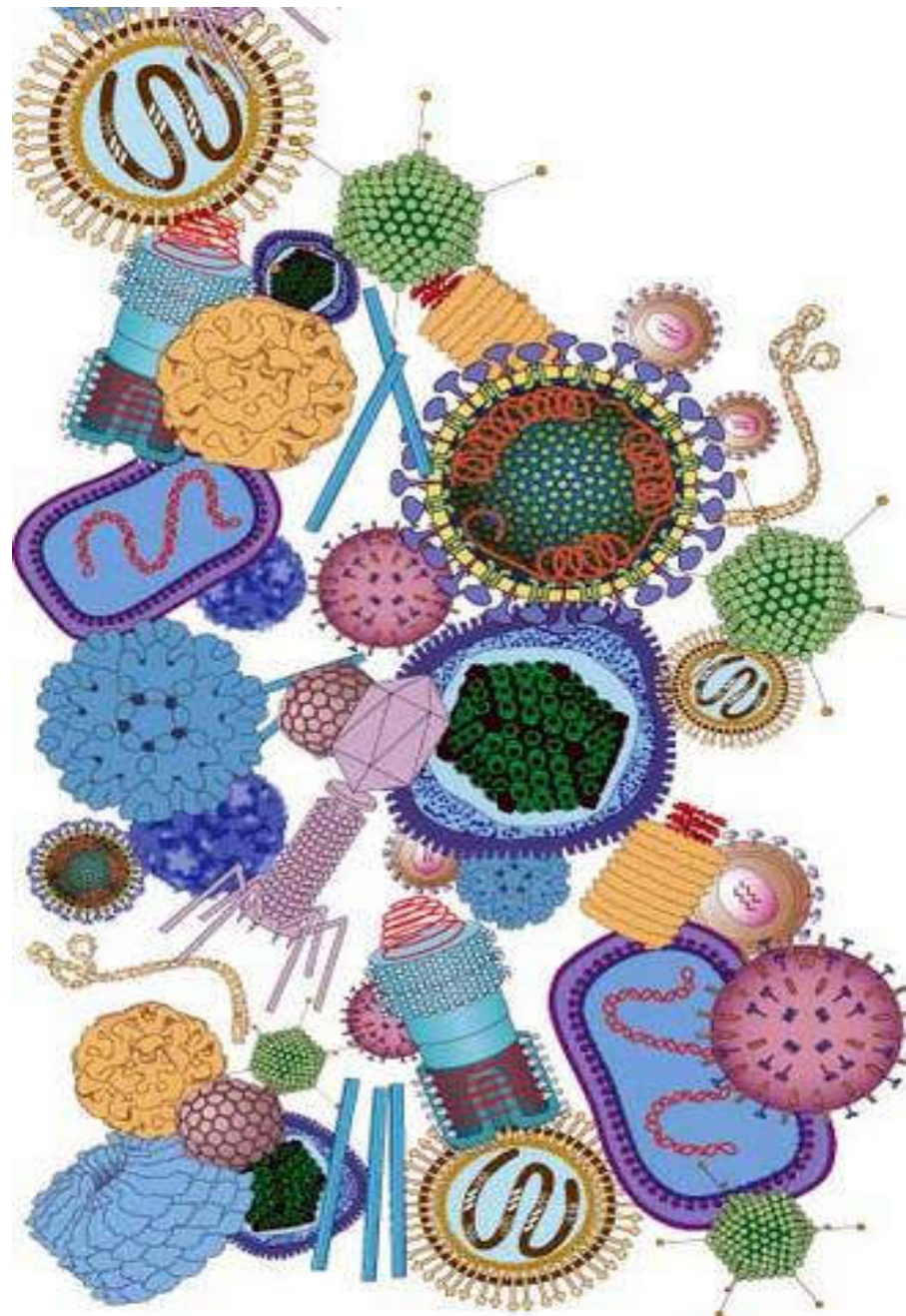
# E a origem e evolução dos vírus?

3 hipóteses:

→ Origem anterior às células

→ Origem a partir da redução de células

→ Escape de material genético que se torna “infeccioso”





→  $10^{31}$  virus na Terra

→  $10^{25}$  estrelas no universo

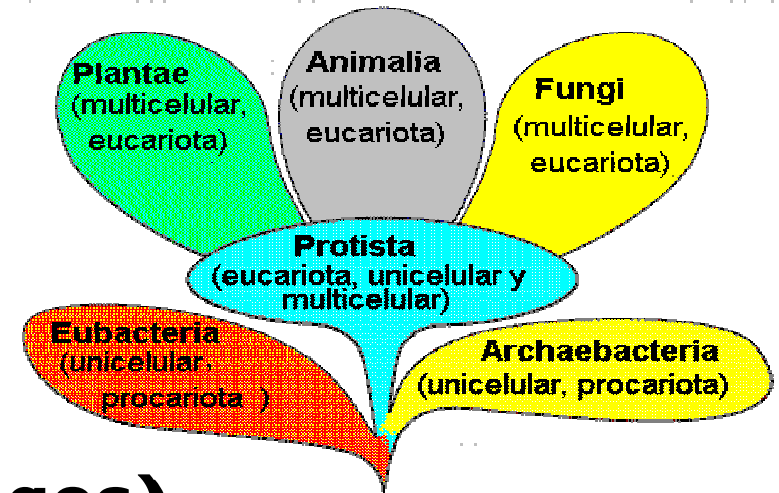
→ 1L água do mar tem  $10^9$  micróbios;  $10^{10}$  virus

→ Papel fundamental ciclagem dos elementos químicos : Ciclam ~ 150 Gigatoneladas de carbono por ano nos oceanos.

# CLASSIFICAÇÃO

## ❖ Segundo o hospedeiro

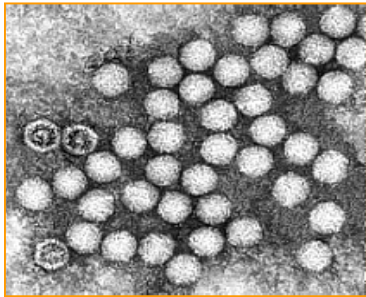
- **Vírus de vertebrados**
- **Vírus de invertebrados**
- **Vírus de plantas**
- **Vírus de bactérias (Bacteriófagos)**
- **Vírus de fungos (Micovírus)**



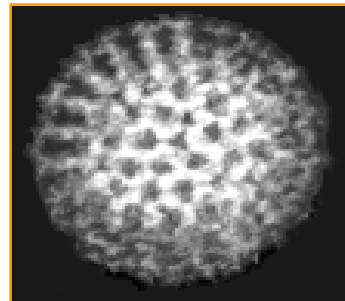
## ❖ Segundo o tipo de ácido nucleico

- **vírus de DNA**
- **Vírus de RNA**

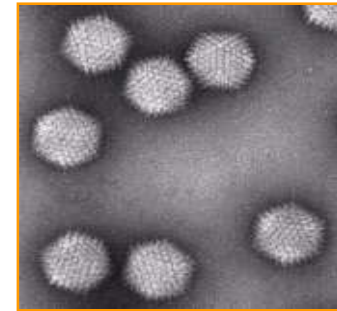
# Vírus com simetria icosaédrica



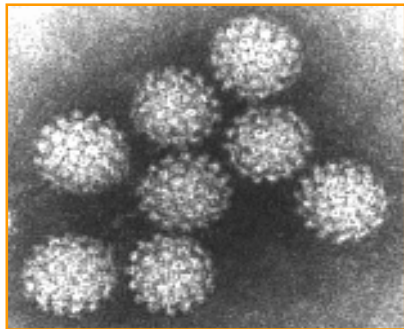
**poliovírus**



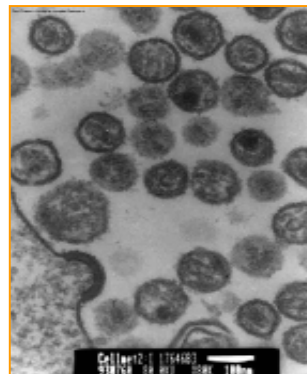
**rotavírus**



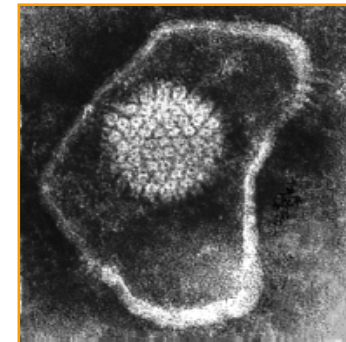
**adenovírus**



**papilomavírus**

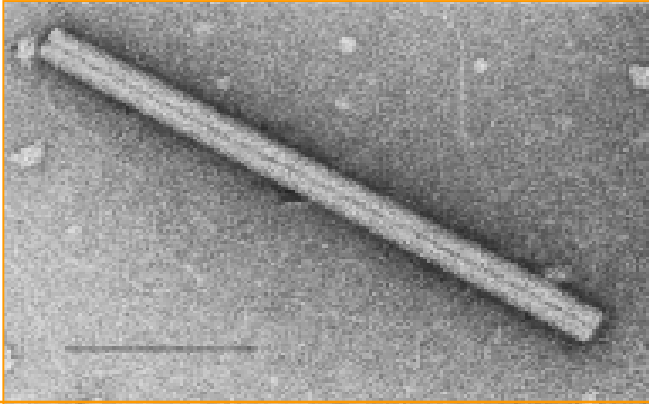


**vírus HIV**



**vírus herpes**

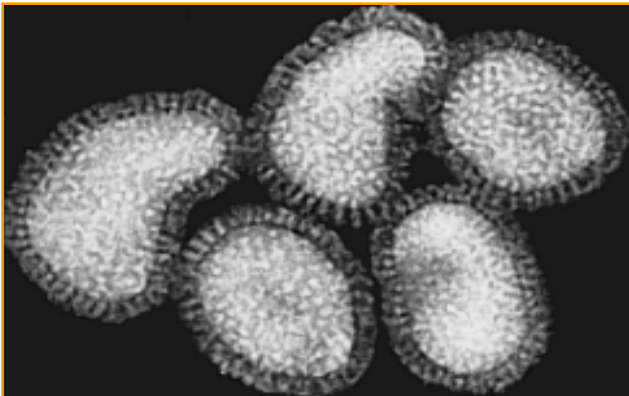
# **Vírus com simetria helicoidal**



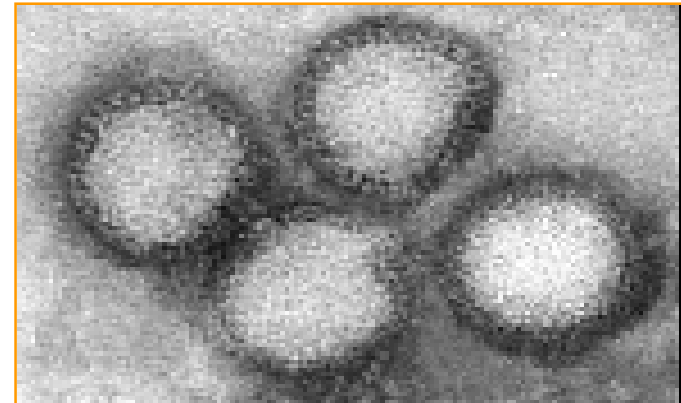
**vírus do mosaico do tabaco**



**vírus Ebola**



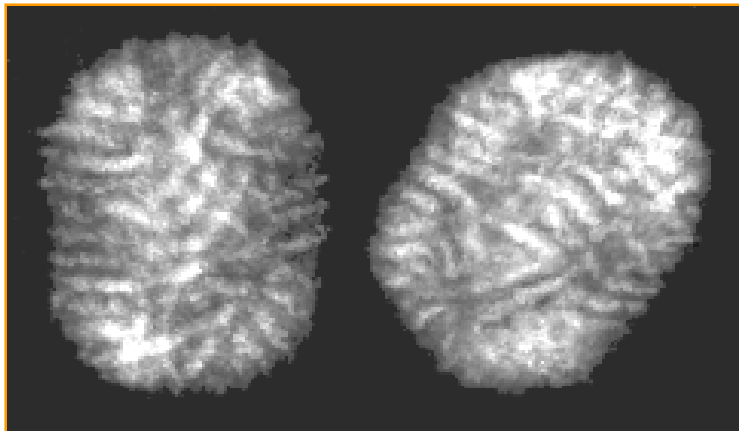
**vírus influenza**



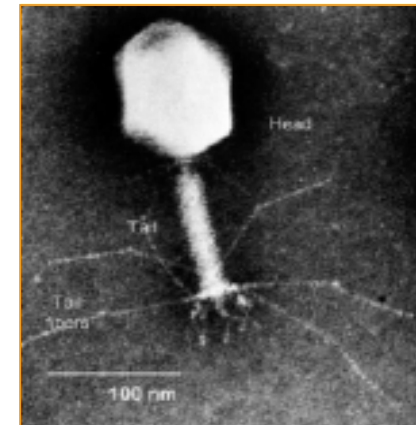
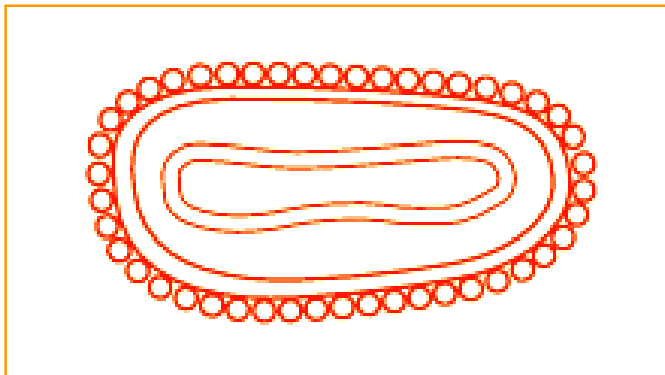
**hantavírus**



## ■ Vírus de simetria complexa



**Poxvirus**



**Bacteriófago T4**

