

PROPRIEDADE GERAIS DOS VIRUS

Prof. Jansen de Araujo

Laboratório de Pesquisa de Vírus Emergentes-LPVE

BMM0413- MICROBIOLOGIA BÁSICA E APLICADA CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

ICB-II/USP

2025

Vírus vivem no nosso organismo de maneira harmoniosa a milhares de anos

- Presentes em todas as formas de vida
- Nós comemos e bebemos bilhões de partículas virais
- Vírus são partes do nosso material genético





An Egyptian stele, or stone tablet, from the 18th dynasty (1580–1350 b.c.) depicting a man with a withered leg and the “drop foot” syndrome characteristic of polio.

Livro: Flint, 2015

3

O QUE SÃO VÍRUS?

■ Os vírus são microrganismos de grande simplicidade:

- pequenos, de 20 a 300 nm de diâmetro
- em geral, com apenas um tipo de ácido nucléico (RNA ou DNA)
- desprovidos de estrutura celular
- não crescem, não metabolizam
- não sofrem divisão
- inertes fora de células vivas
- são parasitas intracelulares obrigatórios.

CONCEITO

Os vírus podem ser definidos como organismos acelulares, cujos genomas são replicados, obrigatoriamente, no interior de uma célula hospedeira.

Com base no seu código genético, transcrito pela polimerase viral e com o uso de parte do maquinário metabólico celular, os vírus sintetizam os seus componentes (proteínas e ác. nucléico). Estes se agrupam no citoplasma ou núcleo, formando novas partículas ou vírions.

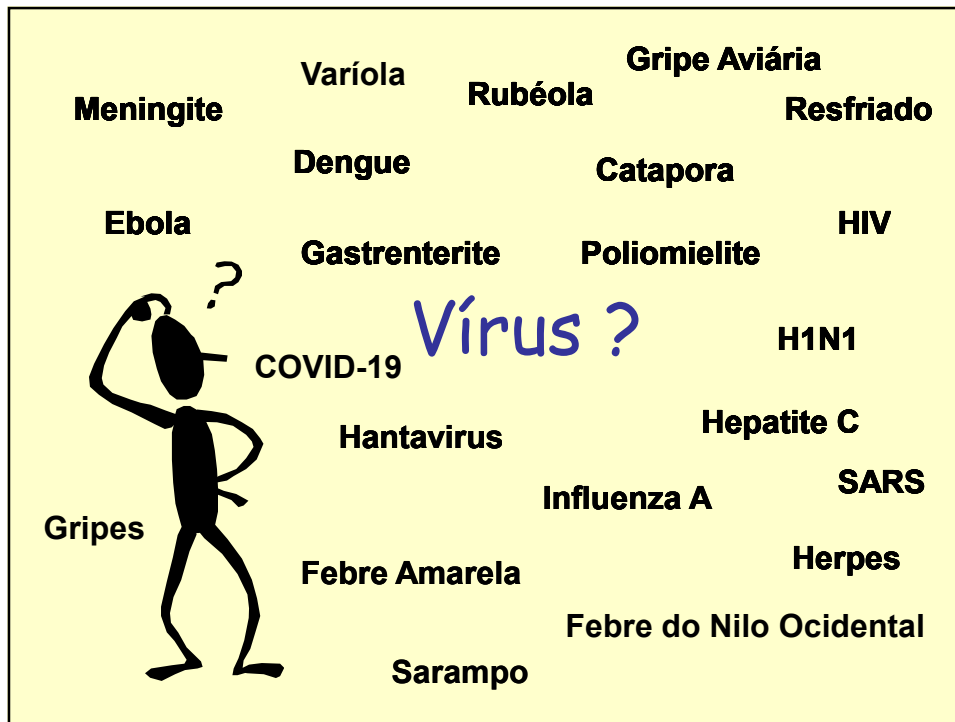
Os novos vírions são liberados da célula hospedeira e vão infectar novas células, perpetuando a espécie.

CONCEITO

✓ “São agentes infecciosos, que podem causar doenças em humanos, animais e plantas”

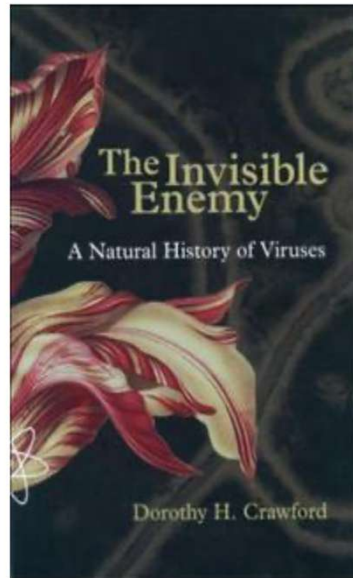
✓ “São partículas submicroscópicas, com tamanhos variados entre 20nm a 300 nm, (salvo vírus gigantes), constituídas por um único tipo de ácido nucléico (DNA ou RNA), envolto por subunidades protéicas (capsídeo) e alguns possuem envoltório lipídico (envelope)”

✓ “São parasitas intracelulares obrigatórios”



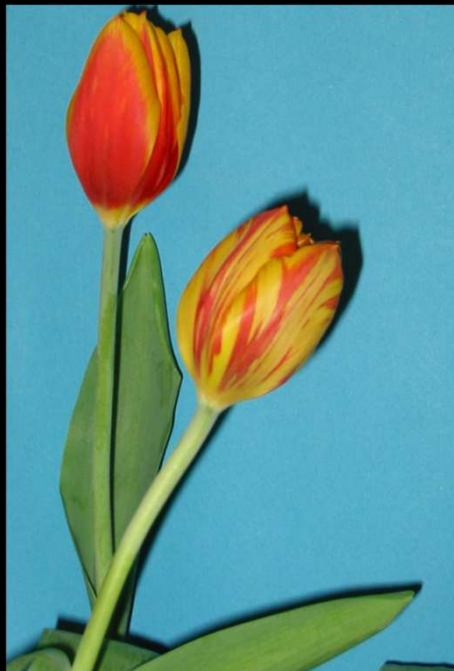
		Características gerais dos Vírus	
Hospedeiros	Amplamente disseminados na Natureza, incluindo ambientes extremos		
			Específicos para cada tipo de célula
			Eucariotos - Animal - Vegetal - Fungo - Protozoário
			Procariotos - Bactéria - Archaea

Definições



Características gerais dos Vírus

1. Tamanho pequeno
2. Parasitas intracelulares obrigatórios
3. Um único tipo de ácido nucléico
4. Sem organização celular
5. Agentes infecciosos patogênicos



• **1576, Hortus Botanicus de Leiden by Carlos Clusius:** descreve quebra na coloração de flores de tulipa

• **1600 a 1660:** Europa Ocidental - pinturas e desenhos de tulipas. Plantas avaliadas como variedades especiais - custavam fortunas

Histórico

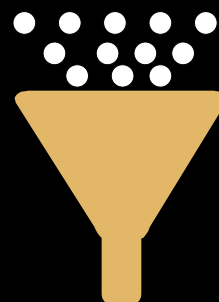
- 1876, **Adolf Eduard Mayer**: mosaico em fumo - doença misteriosa e contagiosa - contato



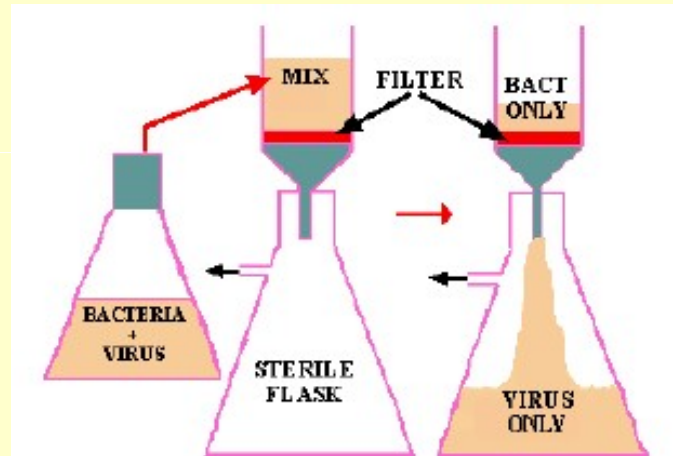
- 1882 e 1886: transmitida por injeção do extrato das plantas

Histórico

- 1892, **D. Iwanowski**: extrato não perde a infectividade após passar por filtro

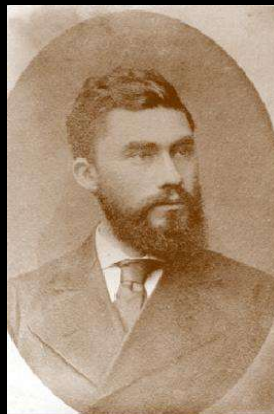


Com atividade



Filtração de extrato de plantas contaminadas com a doença do mosaico do tabaco utilizando filtros bacteriológicos (vermelho), os vírus passam junto com o filtrado para o frasco.

Histórico



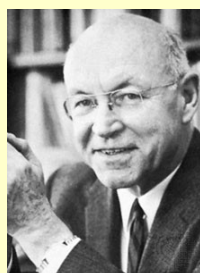
• 1898, Beijerinck

VÍRUS FILTRÁVEL (*latim*)- qualquer líquido viscoso, veneno ou substância infecciosa

HISTÓRICO

- Marco fundamental: Stanley (1940) descobriu que o vírus do mosaico do tabaco podia ser cristalizado (assim como os sais inorgânicos e proteínas moleculares) e que os cristais inanimados, podiam produzir doença em plantas saudas.
- A controvérsia: organismos vivos ou não?

HISTÓRICO



Wendell Meredith Stanley
The Nobel Prize in Chemistry 1946

Prize motivation: "for their preparation of enzymes and virus proteins in a pure form."

O vírus é um ser vivo?

Organismo acelular

" Um organismo é uma unidade elementar de uma linhagem com uma história evolutiva individual." (Luria, 1978)

"acelular = sem estrutura de célula (protoplasma circundado por membrana)."

Ser vivo

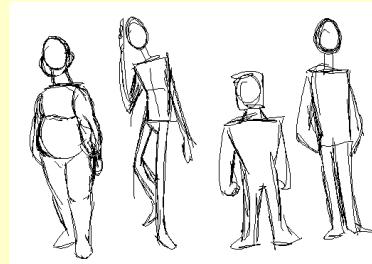
- 1- Apresenta capacidade de: nutrição, respiração, excreção, irritabilidade, movimento, crescimento e reprodução.
- 2- Apresenta capacidade de: estocar e replicar informações genéticas e tem potencial de atividade enzimática. (Luria)
- 3- Vida pode ser um fenômeno associado com a replicação de sistemas de informação auto-codificados.

ORIGEM

- Seriam componentes celulares que adquiriram um invólucro protéico e tornaram-se autônomos (involução)?
- Seriam formas primitivas de vida ou moléculas primitivas auto-replicativas?
- Os vírus não possuem origem única, provavelmente evoluíram com seus hospedeiros.



Existe uma possível explicação para a Pandemia que vivemos?



"Spillover"

19

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

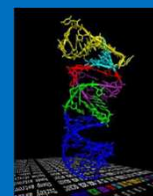
Ácidos nucleicos - genoma

DNA

- fita dupla (ds)
- fita simples (ss)
- linear
- circular

RNA

- fita dupla (ds)
- fita simples (ss)
- linear
- circular
- fita única
- segmentado



COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Proteínas

Codificadas pelo genoma viral

Estruturais

- proteção do genoma
- reconhecimento da célula
- atividade biológica

Não estruturais

- atividade enzimática:
 - replicação do ác. nucléico
 - proteólise
 - modificações
- regulação gênica

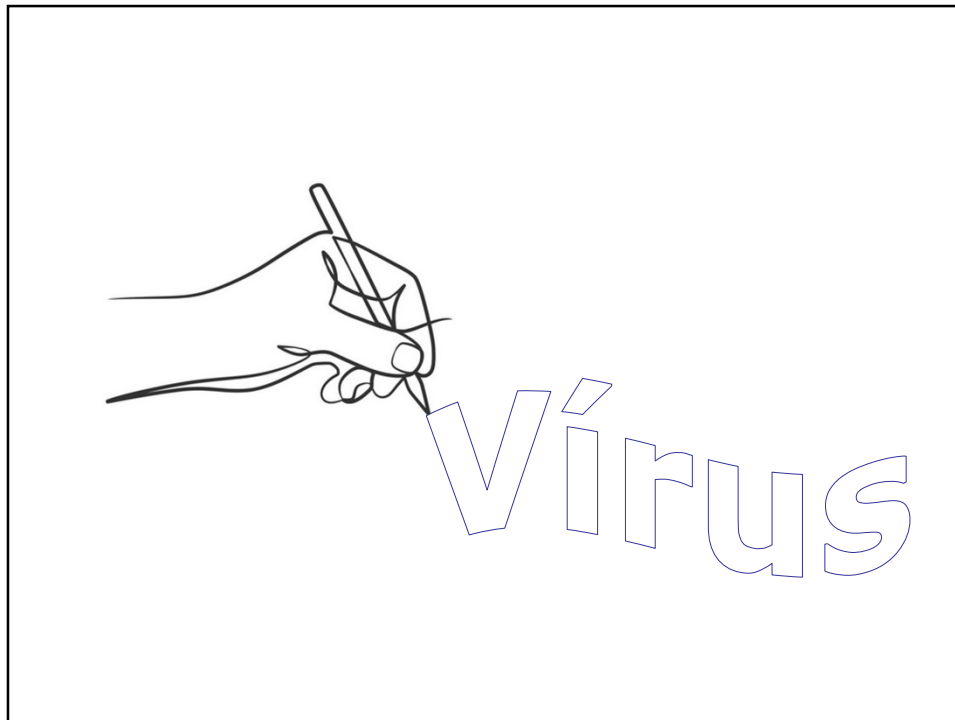
COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Lipídeos

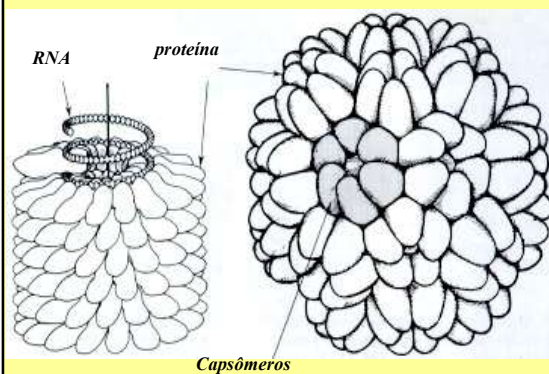
- provenientes das membranas celulares
- compõem o envoltório ou envelope

Glicídeos

- presentes nas proteínas de envoltório
- glicosilação é feita na célula hospedeira

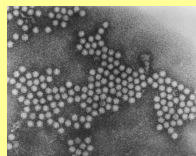
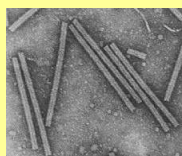


Vírus: proteína + ácido nucléico



PROTEÍNA
(MÉTODOS SOROLÓGICOS)

ÁCIDOS NUCLEICOS
(MÉTODOS MOLECULARES)



PARTÍCULAS VIRAIS
(Microscopia Eletrônica)

Estrutura das partículas virais

Vírus de Eucariotos

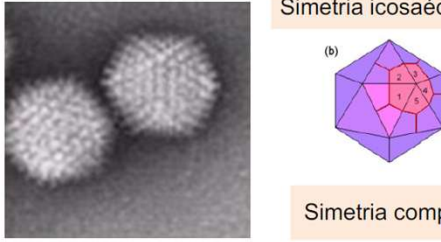
Capsídeo

- ✓ Capa de proteínas
- ✓ 1 único tipo de proteína ou várias proteínas

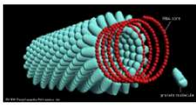
Funções:

- proteção do genoma
- interação com célula hospedeira nos vírus nus
- Forma das partículas

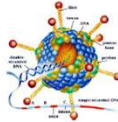
Simetria icosaédrica



Simetria helicoidal



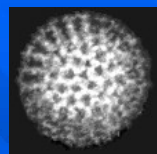
Simetria complexa



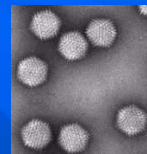
Vírus com simetria icosaédrica



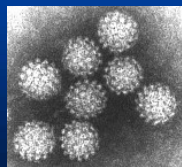
poliovírus



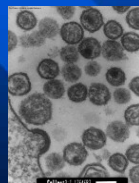
rotavírus



adenovírus



papilomavírus



vírus HIV



vírus herpes

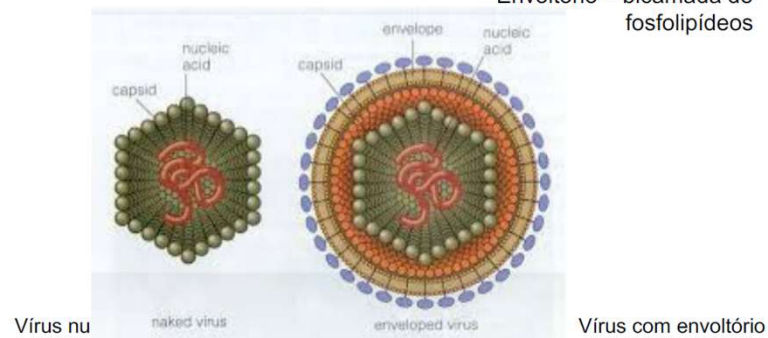
Estrutura das partículas virais

Vírus de Eucariotos

Genoma - ácido nucléico (DNA ou RNA)

Capsídeo - capa de proteínas

Envoltório - bicamada de fosfolípidos

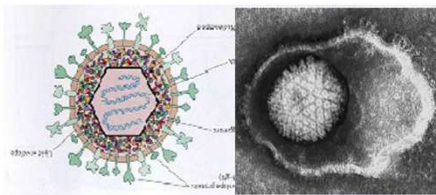


Estrutura das partículas virais

Vírus de Eucariotos

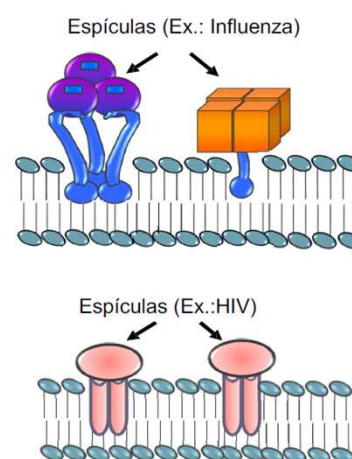
Envoltório viral

Membrana fosfolipídica que envolve o capsídeo



Funções:

- interação com célula hospedeira
- Penetração na célula hospedeira por mecanismos de fusão



ESTRUTURA

Vírus: ácido nucléico protegido pelo capsídeo viral.

Proteínas : - protômeros
- capsômeros
- capsídeo

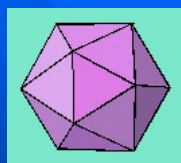
Nucleocapsídeo: ácido nucleico com o envoltório protéico

Envoltório: membrana lipo-protéica

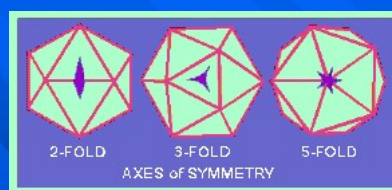
- lipídeos - da célula
- proteínas - virais

ESTRUTURA

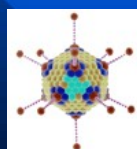
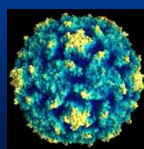
■ A simetria icosaédrica



icosaedro



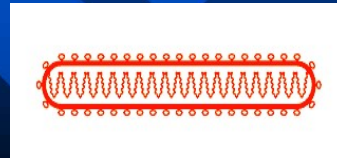
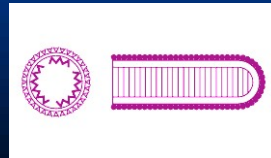
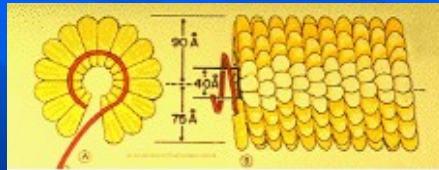
Eixos de simetria



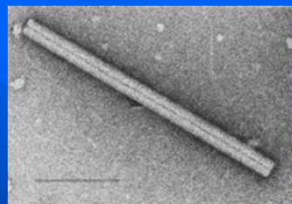
Modelos de vírus icosaédricos

ESTRUTURA

■ A simetria helicoidal



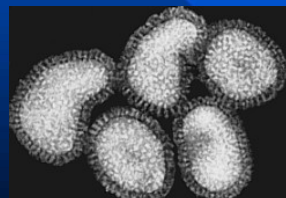
Vírus com simetria helicoidal



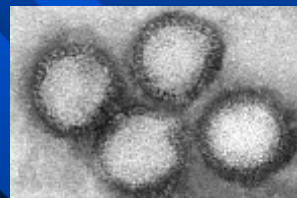
vírus do mosaico do tabaco



vírus Ebola



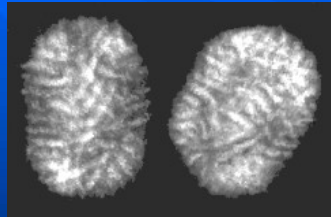
vírus influenza



hantavírus

ESTRUTURA

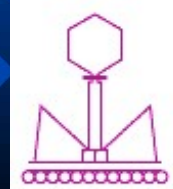
■ Vírus de simetria complexa



Poxvirus



Bacteriófago T4



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

CLASSIFICAÇÃO

- Presença ou ausência de envoltório:
 - envelopados
 - não envelopados
- Estrutura e simetria do capsídeo
- Composição química
- Homologia nucleotídica

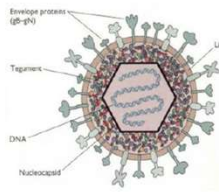
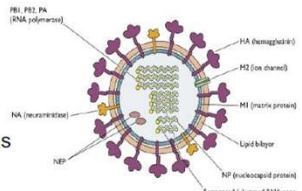
Estrutura das partículas virais

Vírus de Eucariotos

Tipos de Genoma

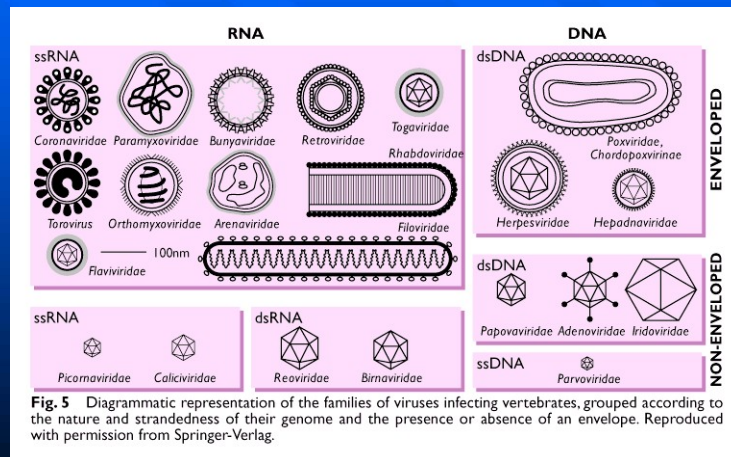
DNA	{	Fita simples : parvovírus Fita dupla: herpesvírus incompleto (Fita 1 ½) – vírus da Hepatite B
-----	---	---

RNA	{	Fita simples: { filamento único: sarampo fragmentado: gripe
		Fita dupla: { sempre fragmentado: rotavírus

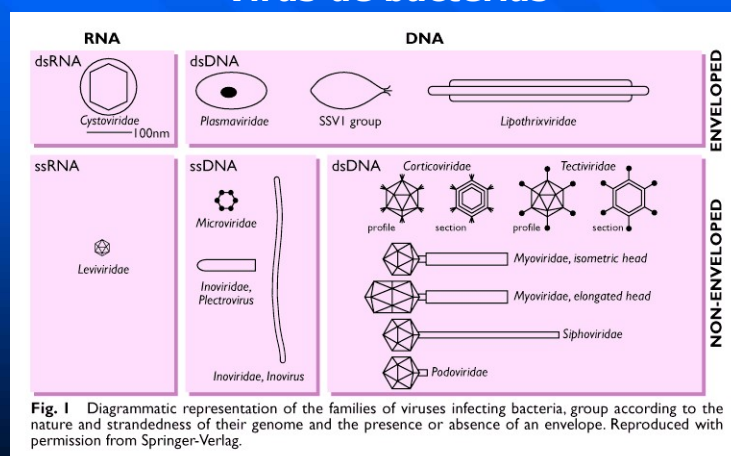
CLASSIFICAÇÃO

Vírus de vertebrados



CLASSIFICAÇÃO

Vírus de bactérias

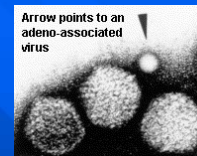


São os vírus os menores agentes infecciosos?

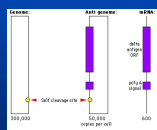
Partículas subvirais:

• vírus satélite

- Vírus pequeno, defectivo,
- Depende de outro vírus para se multiplicar
- Ex: dependovírus



• viróides



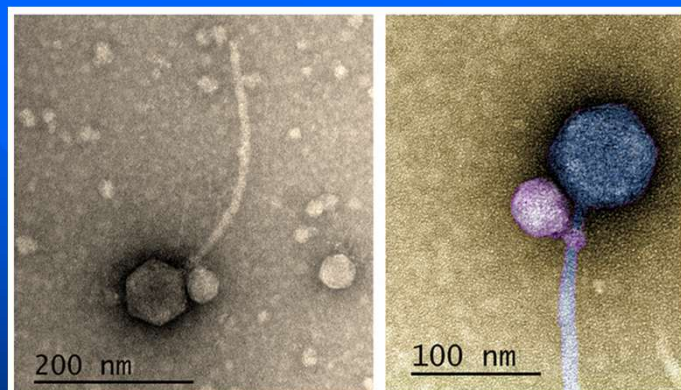
- Ácido nucleico (ssRNA circular)
- capaz de se replicar quando infecta uma célula
- codifica ou não uma proteína
- pode ou não causar doença



• prions

- Proteína (desprovida de ácido nucleico)
- capaz de infectar células e causar doença

Vírus Satélites (Mulch e Flayer)



Imágenes obtenidas con microscopía TEM y coloreadas del virus satélite adherido a su ayudante. Imágenes de Tagide deCarvalho, UMBC

Journal of the International Society for Microbial Ecology.

deCarvalho, T.; Mascolo, E.; Caruso, S. M., et al. «Simultaneous entry as an adaptation to virulence in a novel satellite-helper system infecting *Streptomyces* species». *ISME J* (2023)

Viróides

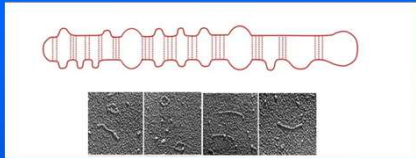


FIGURA 1 - Sintomas de viroides em citros: A. exocorte induzida pelo *Citrus exocortis viroid* (CEVd) em porta-enxerto de limoeiro 'Cravo'; B. Xiloporose induzida pelo *Hop stunt viroid* (HSVd); C. rachaduras (*cracking*) em ramos (copa) de limeira ácida 'Tahiti' induzidas pelo CEVd; D. nanismo em limeira ácida 'Tahiti' infectada por CEVd; E. Epinastia em cidreira infectada por uma mescla de CEVd, *Citrus dwarfing viroid* (CDVd) e *Hop stunt viroid* (HSVd)

Tropical Plant Pathology 34 (5) September - October 2009

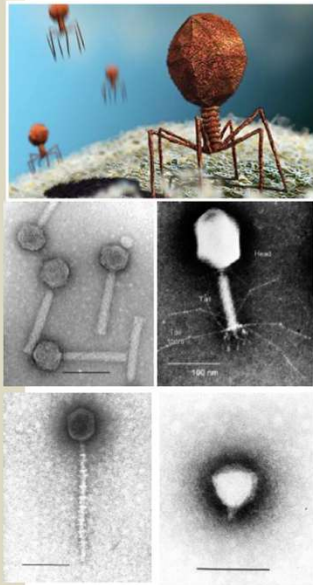
Prions- Mad Cow Diseases

Officially around 180,000 cows were infected - but almost half a million more cows with the disease are likely to have ended up on dinner plates.



Millions of cattle were slaughtered as Britain was gripped by mad cow disease

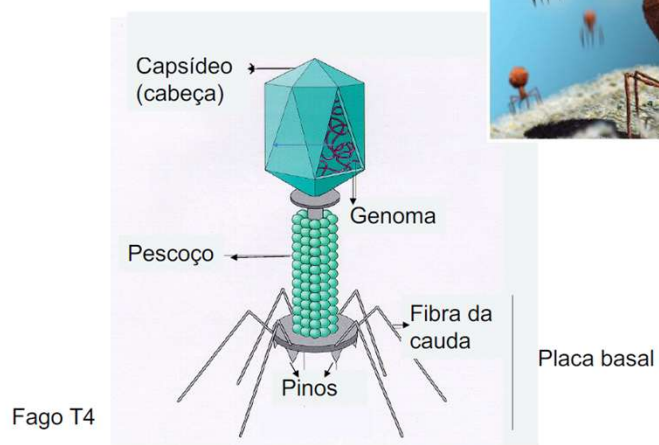
Bacteriófagos

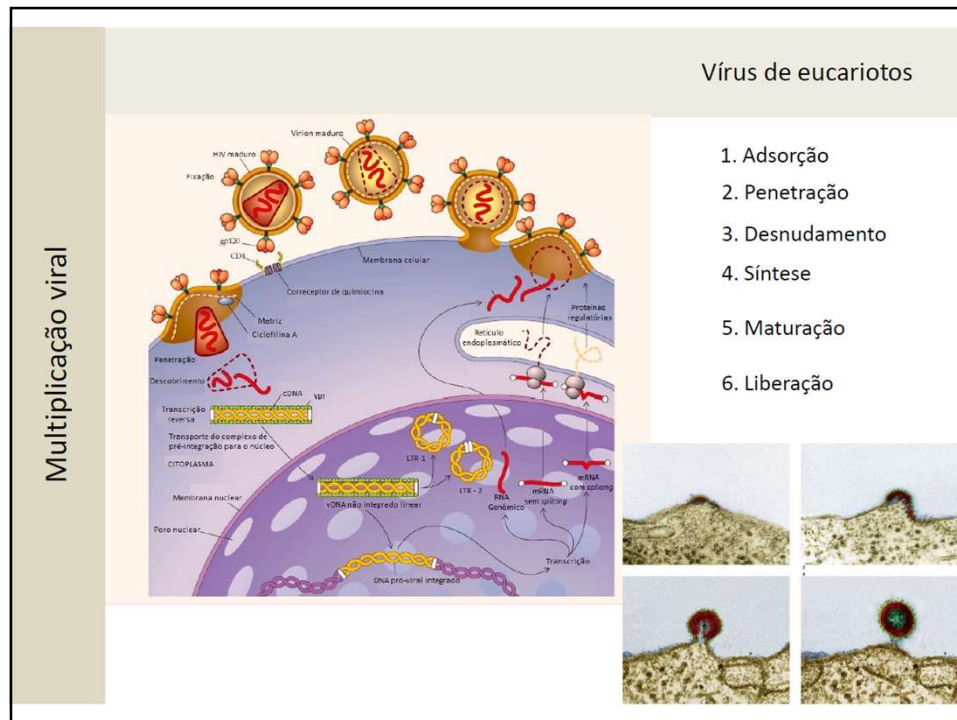


- ✓ Vírus que infectam exclusivamente Procariotos: Bacteria e Archaea
- ✓ Amplamente distribuídos em todos os ecossistemas, desde solo ao trato intestinal de humanos e animais
- ✓ 95% contém genoma DNA fita dupla linear, sem envoltório e cauda
- ✓ Aplicações atuais:
 - Controle de infecções bacterianas
 - Aditivos alimentares

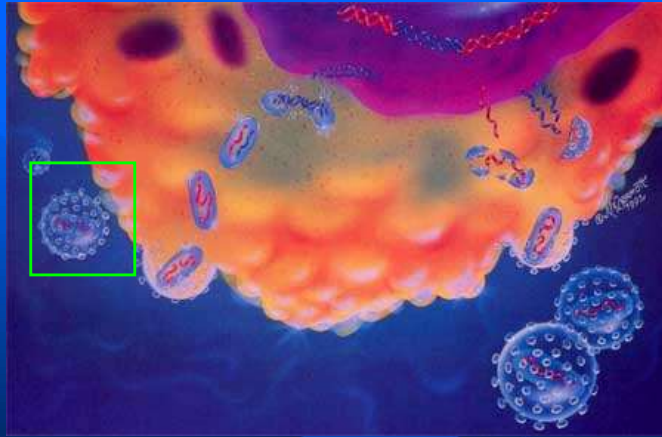
Características gerais dos Vírus

Estrutura dos fagos caudados



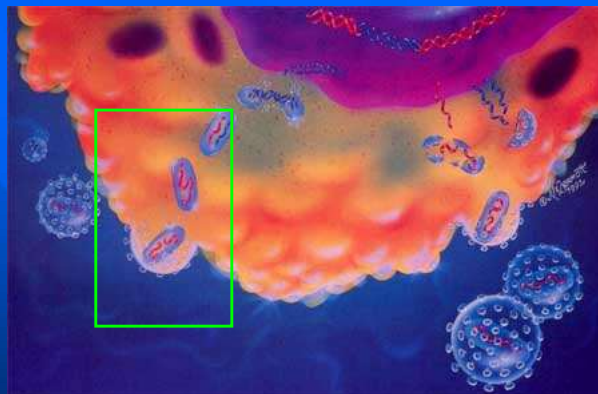


ADSORÇÃO



Ligação específica de uma proteína viral a um constituinte da célula hospedeira denominado RECEPTOR CELULAR.

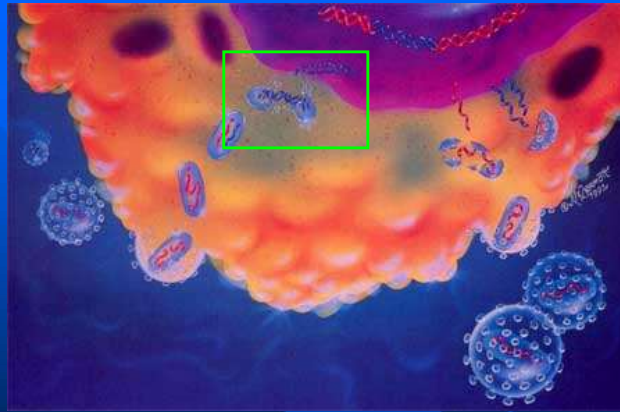
PENETRAÇÃO



Mecanismo dependente de energia, pode ocorrer por:

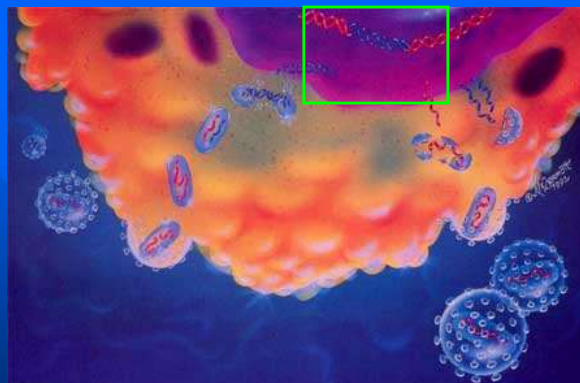
- a) PENETRAÇÃO DIRETA do vírus inteiro - não envelopados
- b) ENDOCITOSE mediada por receptores - ambos
- c) FUSÃO DIRETA do envelope com a membrana celular - envelopados

DESNUDAMENTO



Liberação do genoma viral para que possa vir a ser expresso.

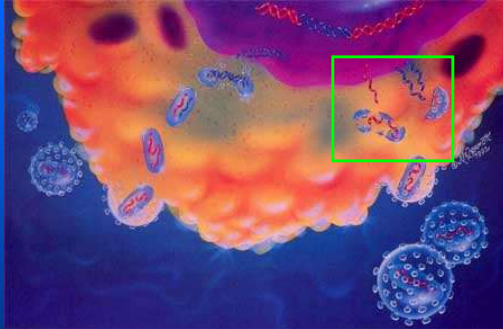
REPLICAÇÃO



Os vírus desenvolveram diferentes estratégias para a expressão e replicação do seu genoma na célula hospedeira.

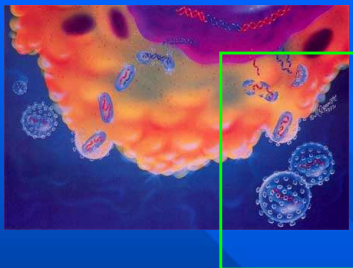
- Transcrição do ácido nucléico
- Síntese de proteínas

MONTAGEM, LIBERAÇÃO



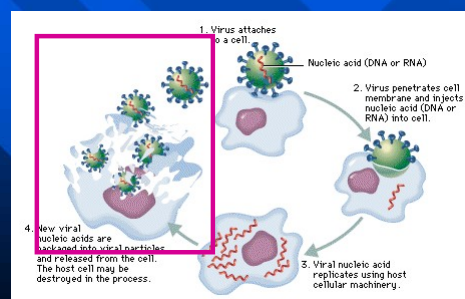
Ocorre no núcleo ou no citoplasma, dependendo do vírus.

LIBERAÇÃO



Envelopados saem por brotamento ou exocitose

Vírus **não envelopados** dependem da lise celular para sua liberação



Referências

- Trabulsi, L.R., Alterthum, F. MICROBIOLOGIA, 2024. 7ª edição. Ed. Atheneu.
- Madigan, M., Martinko, J. and Parker, J. 2000. Brock Biology of Microorganisms, 9th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA.
- Controle Microbiano de pragas. Departamento de Entomologia e Acarologia, ESALQ-USP. ESALQ/USP, 2018
- Why unprecedented bird flu outbreaks sweeping the world are concerning scientists. NATURE, May 2022.
- Petersen et al., Mar Biol (2017) 164:62. First detection of avian influenza virus (H4N7) in Giant Petrel monitored by geolocators in the Antarctic region.
- Thirty-thousand-year-old distant relative of giant icosahedral DNA viruses with a pandoravirus morphology. Proceedings of the National Academy of Sciences" (PNAS), 2014.

