

VÍRUS 9

TÓPICO

Sônia Godoy Bueno Carvalho Lopes
Fanly Fungyi Chow Ho

- 9.1 Introdução ao grupo dos vírus
- 9.2 Estrutura Viral
- 9.3 O ciclo de Replicação
- 9.4 Classificação dos Vírus
- 9.5 Vacinas
- 9.6 Doenças mais comuns causadas por vírus

9.1 Introdução ao grupo dos vírus

Os vírus são pequenas entidades visíveis em sua imensa maioria apenas com microscópio eletrônico, e carregam uma quantidade mínima de material genético constituído por uma ou várias moléculas de DNA ou RNA. O material genético é protegido por um envoltório proteico, o capsídeo. Em alguns vírus há também mais um envoltório externo ao capsídeo, composto de uma bicamada fosfolipídica e por proteínas imersas nessa bicamada. Os vírus não possuem organização celular nem organelas ou ribossomos, não são capazes de produzir sua própria energia metabólica e precisam necessariamente invadir e controlar uma célula para poder se replicar e se dispersar, sendo considerados parasitas intracelulares obrigatórios. Aminoácidos, nucleotídeos, ribossomos e energia metabólica são obtidos a partir de seus hospedeiros. Além disso, diferentemente dos organismos formados por células, os vírus são incapazes de crescer em tamanho e de se dividir autonomamente.

Existe um grande debate em que se discute a origem dos vírus, sua classificação e até mesmo se representam um tipo de organismo vivo. O que sabemos certamente é que as partículas virais são entidades naturais sujeitas a todas as forças evolutivas, inclusive mutação, recombinação, seleção natural e derivação gênica. Por isso, a tendência é considerá-los como formas particulares de vida. Há também um grande debate sobre a origem dos vírus. Atualmente há duas grandes correntes: a que considera os vírus como derivados de seres celulares e, portanto, mais recentes na árvore da vida, e a que considera os vírus como as primeiras formas de vida.

Independentemente dessas dúvidas sobre a origem dos vírus, eles representam uma importante força ecológica, pois parasitam todo tipo de vida na Terra, inclusive micro-organismos, como unicelulares eucariontes, bactérias e arqueias. Possuem grande importância médica e econômica, sendo a causa de dezenas de doenças infecciosas nos seres humanos. Por exemplo, a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (sigla Sida, derivada do português, ou Aids, derivada do inglês), causada pelo vírus HIV, é desde a década de 1980 uma das principais causas de morte no planeta e a doença infecciosa que mais atinge pessoas.



Antes de prosseguir a leitura do texto, realize a **atividade 2**: assista ao vídeo **O terror das bactérias**, do Museu de Microbiologia



Agora é com você:
No decorrer desta semana, participar da **atividade online 1**

Objetivos

Espera-se que o aluno compreenda:

- o debate em que se discute se os vírus representam um tipo extremamente reduzido de organismo ou se poderiam ser derivados das primeiras formas vivas que surgiram no planeta;
- os diferentes tipos de vírus, classificando-os de acordo com a organização do material genético;
- os diferentes ciclos de vida e métodos de replicação mais comuns;
- a impacto deste grupo, principalmente na área da Saúde.

9.2 Estrutura Viral

Os vírus são entidades com alto grau de redução estrutural. São, em geral, extremamente pequenos. A maior parte deles é muito menor que as menores bactérias (**Figura 9.1**), com bem menos de 1 μm (1 micrômetro, equivalente à milésima parte de um milímetro) e 1 nm (1 nanômetro, equivalente à milésima parte de 1 μm). No entanto, alguns vírus podem ter mais de 1 μm , sendo maiores que algumas bactérias. Um exemplo é o vírus popularmente chamado de Ebola, que tem 970 nm (ou 0,97 μm), sendo maior que as bactérias do gênero *Mycoplasma*, causadoras de alguns tipos de pneumonia e que possuem geralmente 0,3 μm (ou 300 nm) de diâmetro.

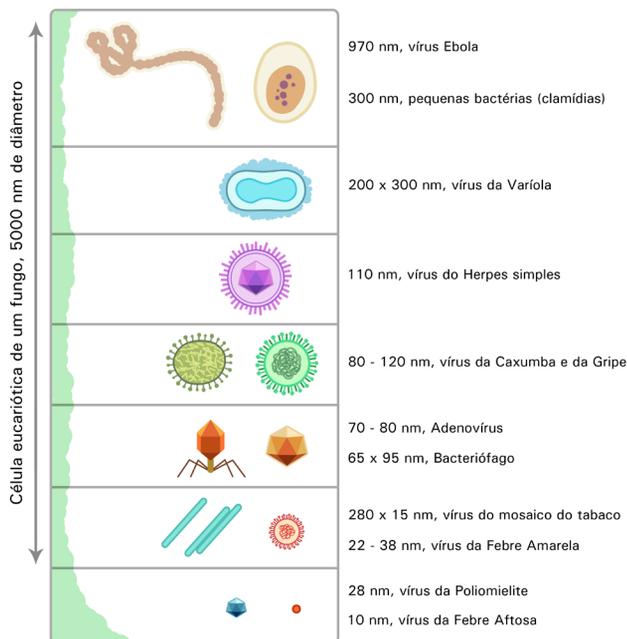
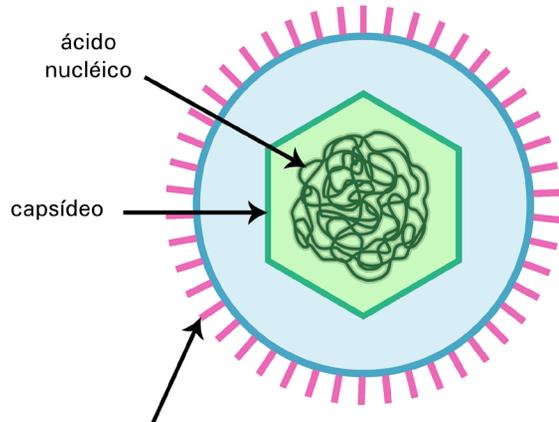


Figura 9.1: Esquema comparativo de tamanhos de vírus / Fonte Cepa; adaptado de Bio. 1. ed. - Editora Saraiva

Os vírus mais simples, chamados de não envelopados, são compostos apenas de **material genético** envolto por um **capsídeo proteico** (Figura 9.2). O capsídeo, ou cápsula proteica, é formado por proteínas produzidas na célula parasitada sob o comando do material genético do vírus. Em geral, dentro do capsídeo está localizado apenas o material genético, mas podem estar presentes também algumas proteínas que serão essenciais para a invasão da célula hospedeira. Alguns vírus podem também utilizar parte da membrana da célula hospedeira para recobrir a parte externa do capsídeo. Esses são conhecidos como **vírus envelopados**. O envelope é, em geral, composto da bicamada fosfolipídica da membrana celular da célula hospedeira (Figura 9.2), associada com proteínas de origem viral. Um exemplo de vírus que possui envelope é o HIV.

O material genético (ou genoma) dos vírus pode ser organizado de diversas formas, sendo essa uma característica dos vírus diferente de qualquer outro grupo biológico. Diferentemente da maioria dos organismos que utiliza apenas DNA (ácido desoxirribonucleico) para armazenar a informação genética, os vírus podem também utilizar RNA (ácido ribonucleico). Por exemplo, o HIV é um vírus que utiliza RNA como material genético, enquanto o vírus da catapora utiliza DNA. Em termos de formato, os genomas virais podem estar organizados em círculos (por exemplo, algumas formas de vírus da hepatite B), podem também ser lineares (como o HIV) ou até mesmo ser compostos de diversos pequenos fragmentos lineares (como o vírus da gripe). Essas características servem para classificar os vírus em diferentes grupos. O genoma viral pode adquirir essas formas independentemente do tipo de ácido nucleico utilizado. O genoma viral pode ainda estar organizado como uma fita simples ou uma fita dupla, também independentemente do ácido nucleico ou do formato.

A grande variedade de arquiteturas genômicas encontradas nos vírus é atribuída às diferentes estratégias que utilizam para penetrar células. No entanto, essa organização do genoma não determina a letalidade ou infecciosidade do vírus. Todos os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios. Como regra geral, os genomas de vírus são extremamente reduzidos, os menores



Envelope: formado por fosfolipídios (provenientes de célula hospedeira) e proteínas virais (projeções)

Figura 9.2: Estrutura geral de um vírus envelopado. / Fonte: Cepa; adaptado de Bio. 1. ed. - Editora Saraiva

genomas virais codificam apenas duas proteínas. O vírus da Aids, por exemplo, codifica apenas 16 proteínas (**Figura 9.3**). Porém, alguns vírus podem chegar a codificar centenas de proteínas, como é o caso de alguns vírus de amebas (mimivírus).

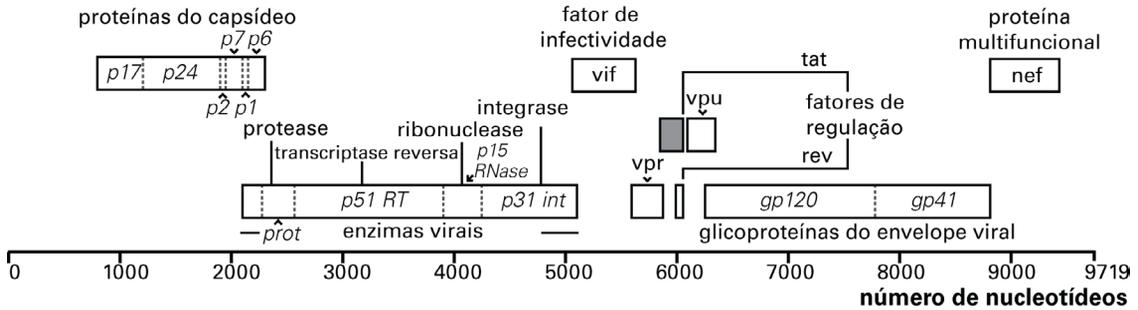


Figura 9.3: Esquema de organização genômica do vírus da Aids, com anotações de alguns dos 16 genes (em letras minúsculas e itálico) que totalizam o material genético do vírus HIV. / Fonte: Cepa; adaptado de [HIV Databases](#)

9.3 O ciclo de Replicação

Os vírus infectam todos os tipos de organismos vivos. A estratégia básica de um vírus pode ser entendida em seis estágios principais: **1.** adesão; **2.** penetração; **3.** remoção do capsídeo; **4.** replicação genética; **5.** montagem das partículas virais; e **6.** dispersão. Cada vírus segue uma estratégia diferente em cada um desses estágios, porém o princípio geral infeccioso é o mesmo: utilizar a célula hospedeira para produzir mais partículas virais. Abaixo temos o exemplo do bacteriófago, um vírus que ataca especificamente bactérias.



Agora é com você:

Caso ainda não tenha assistido ao vídeo “O Terror das Bactérias”, realize a [atividade online 1 – parte 1](#)

○○○○○

Replicação dos bacteriófagos

Agora que já teve uma noção geral da replicação dos bacteriófagos, vamos fazer um resumo das diferentes etapas do processo, ampliando para os demais tipos de vírus:

- a. Adesão do vírus à célula:** A adesão é realizada por meio da utilização de proteínas especiais do capsídeo, as quais interagem com proteínas da membrana plasmática da célula alvo.

- b. Penetração:** Após a adesão, a partícula viral insere seu material genético no interior da célula. Diferentes vírus utilizam diferentes estratégias para alcançar esse objetivo. Bacteriófagos injetam seu DNA na célula hospedeira. Em vírus envelopados, por exemplo, toda a partícula viral pode ser englobada pela célula por endocitose (processo pelo qual as células ingerem material formando vesículas chamadas endossomos) ou poder haver fusão do envelope viral com a membrana plasmática da célula hospedeira (**Figura 9.4**).

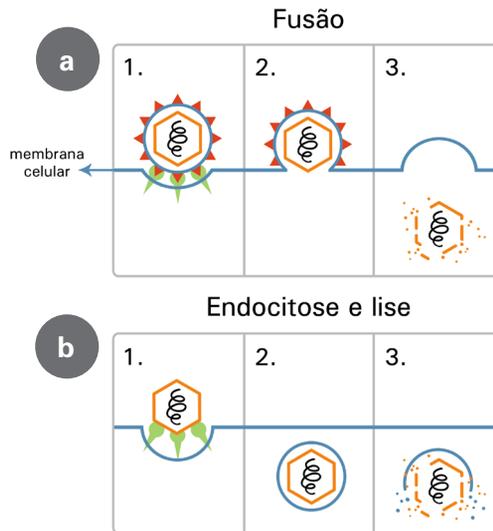


Figura 9.4: Esquema de penetração de vírus envelopado: **(a)** endocitose e subsequente lise da vesícula; **(b)** fusão entre o capsídeo viral e a membrana plasmática para liberação do material genético viral. / Fonte: Cepa

- c. Remoção do capsídeo:** Este estágio é necessário para os vírus que penetraram o meio intracelular por endocitose ou fusão. A digestão do capsídeo por enzimas presentes no citoplasma da célula invadida ou dentro da vesícula de fagocitose contendo o vírus resulta na liberação do material genético viral dentro da célula hospedeira. Vírus como os bacteriófagos não necessitam deste estágio uma vez que o material genético viral é diretamente injetado na bactéria infectada.
- d. Biossíntese:** Nesta fase, o vírus impede a síntese de proteínas da célula hospedeira e promove a transcrição e tradução de seu próprio material genético, utilizando a maquinaria da célula hospedeira. Primeiramente, utiliza os nucleotídeos e as enzimas destes para a produção de diversas cópias do seu próprio material genético (esse passo é explicado mais detalhadamente abaixo). São utilizados ribossomos, enzimas e aminoácidos da célula hospedeira para a síntese de proteínas, e outros componentes virais para posterior composição de diversas outras partículas virais.

- e. Montagem de partículas virais:** Também chamada de maturação, esta fase consiste na montagem de diversos componentes virais em partículas virais completas.
- f. Dispersão:** O último estágio da multiplicação viral consiste na dispersão das novas partículas virais formadas, pela lise da célula hospedeira ou por brotamento (**Figura 9.5**). Na lise da célula hospedeira – mais comum em vírus não envelopados –, os vírus promovem a síntese da lisozima, uma enzima capaz de romper a membrana plasmática. O rompimento resulta na morte da célula hospedeira e na liberação dos novos vírus formados para o meio extracelular. Já o mecanismo de liberação por brotamento é utilizado apenas por vírus envelopados (como o HIV), que saem para o meio extracelular ao adquirir o envelope a partir da membrana plasmática da célula hospedeira, ou por vesículas que se fundem com a membrana plasmática. Os novos vírus são, assim, capazes de infectar novas células, repetindo o ciclo da multiplicação viral. Quando o número de vírus liberados por brotamento é muito elevado, a célula estoura e morre.

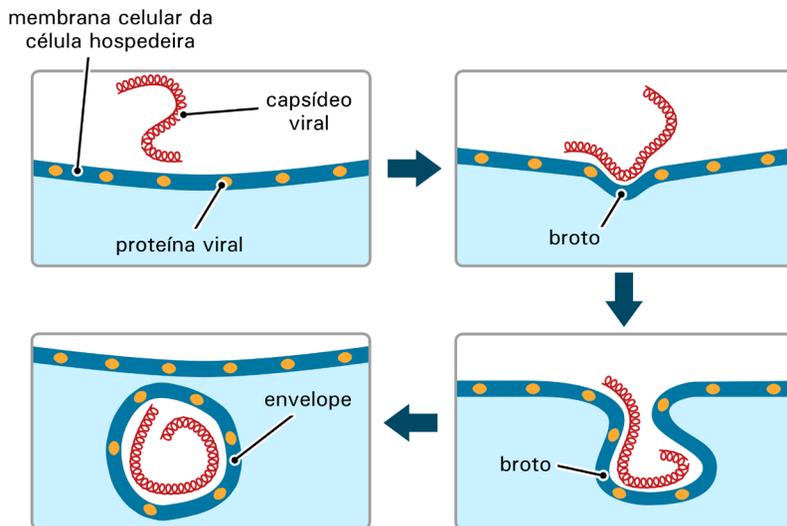


Figura 9.5: Liberação por brotamento e concomitante aquisição do envelope viral a partir da membrana plasmática do hospedeiro. / Fonte: Cepa

Quando há a liberação de novos vírus a partir da ruptura da membrana da célula hospedeira, o processo de multiplicação viral é denominado **ciclo lítico** (**Figura 9.6A** e **Figura 9.6B**). No entanto, há ainda um ciclo alternativo de multiplicação viral denominado **ciclo lisogênico**. Nesse método de replicação viral, o material genético do vírus integra-se ao cromossomo (material genético)

da célula hospedeira (**Figura 9.6C**), que passa a ser chamada de **célula lisogênica**, e o material genético do vírus incorporado ao material genético da célula e que permanece inativo é chamado de **prófago**. Toda vez que o material genético da célula hospedeira é replicado, o material genético do vírus é replicado também, ou seja, todas as células-filhas da célula hospedeira também carregam o material genético viral incorporado em seu genoma (**Figura 9.6D**). Eventualmente, o material genético viral pode se separar do cromossomo da célula e dar início ao ciclo lítico (**Figura 9.6E**).

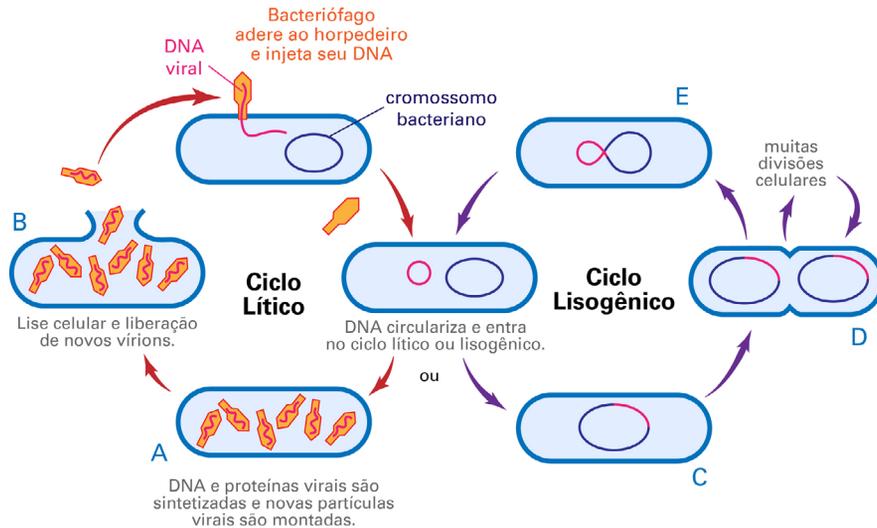


Figura 9.6: Esquema do ciclo lítico e lisogênico em bacteriófagos. / Fonte: Cepa; adaptada de *Microbiology: An introduction media update*. Editora Benjamin Cummings.

○○○○

9.4 Classificação dos Vírus

Em todos os organismos dos domínios Eukarya, Bacteria e Archaea, o fluxo da informação genética pode ser representado, em termos gerais, como:

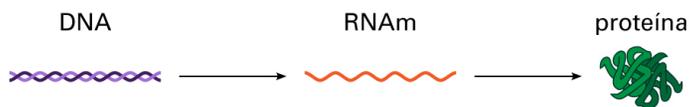


Figura 9.7: Representação simplificada do fluxo da informação genética em todos os organismos celulares / Fonte: Cepa

Todas as informações necessárias para a vida devem estar contidas primariamente nas moléculas de DNA, para que então possam ser transcritas em moléculas de RNA. Dentre os tipos de RNA, há o RNAm, que contém mensagens que serão traduzidas em proteínas (juntamente com a participação dos ribossomos).

No entanto, no grupo dos vírus, essa generalização não se aplica em todos os casos. O material genético primário dos vírus pode ser tanto DNA como RNA. Essa característica é essencial para sua classificação.

Vamos considerar uma classificação simplificada dos vírus em três grandes grupos:

- a. **Vírus de DNA:** O material genético é o DNA e o fluxo da informação genética é, em linhas gerais, DNA → RNA → proteínas. Um exemplo desse grupo é a família *Herpesviridae*, em que os vírus são esféricos, com envelope e medem de 150 a 200 nm de diâmetro. Causam uma doença chamada herpes. Outros exemplos são vírus do gênero *Orthohepadnavirus*, pertencentes à família *Hepadnaviridae*. São vírus envelopados, esféricos, de aproximadamente 42 nm de diâmetro. Estão associados a doenças como hepatite B, cirrose e carcinomas hepatocelulares.
- b. **Vírus de RNA que não são retrovírus:** O material genético é o RNA e não possuem a enzima transcriptase reversa; o fluxo da informação genética é RNA → RNA → proteínas. A família *Picornaviridae* pertence a este grupo e inclui os gêneros *Hepatovirus* e *Enterovirus*. O vírus da gripe Influenzavírus A, dentro da família *Orthomyxoviridae*, é outro exemplo dentro deste grupo. São arredondados, mas podem ser filamentosos, envelopados e têm de 80 a 120 nm de diâmetro.
- c. **Vírus de RNA que são retrovírus:** O material genético é o RNA e possuem a enzima denominada transcriptase reversa, que produz primeiramente uma das cadeias do DNA, que, por sua vez, serve de molde a outra cadeia. Ao final, esse processo gera uma molécula de DNA, que poderá ser integrada ao genoma do hospedeiro no núcleo e utilizada para a síntese de RNAm viral (Figura 9.8).



Figura 9.8: Esquema da formação de RNAm nos retrovírus / Fonte: Cepa

O vírus representante deste grupo é o HIV. Possui de 80 a 100 nm de diâmetro, envelopado, com dois segmentos idênticos de RNA e as enzimas transcriptase reversa, integrase e protéase. Estudaremos mais detalhadamente o ciclo de replicação deste vírus na seção 6 deste tópico.

9.5 Vacinas

Por mais de 200 anos, vacinas têm sido vastamente utilizadas no combate a doenças infecciosas. Campanhas mundiais de vacinação erradicaram a varíola e, em muitos países, eliminaram a poliomielite. A vacinação de crianças reduziu substancialmente a mortalidade infantil em países desenvolvidos e a vacinação anual contra o vírus da gripe tem um impacto mundial na redução dessa doença.

A vacinação é um método que visa à prevenção de doenças transmitidas por vírus ou bactérias. Nesse método são introduzidos antígenos atenuados que vão desencadear a produção de anticorpos específicos que combatem aquele antígeno. Nas vacinas, os antígenos podem ser micro-organismos enfraquecidos, toxinas produzidas pelos micro-organismos ou, ainda, proteínas específicas dos micro-organismos causadores de doenças, que são capazes de desencadear no corpo uma resposta imunológica, com a produção de anticorpos para o combate e destruição dos antígenos. É importante ressaltar que os anticorpos produzidos são específicos para cada antígeno; portanto, a reação antígeno-anticorpo é muito específica.

Assim, as vacinas constituem um mecanismo de imunização ativa do organismo e preparam o corpo para uma resposta imunológica mais rápida quando em contato novamente com aquele vírus ou bactéria.

Na vacinação, quando há o primeiro contato com o antígeno, ou seja, na primeira vez que o nosso organismo “percebe” o antígeno inoculado, a resposta imunológica primária é lenta e a produção de anticorpos, pequena. No entanto, quando o mesmo corpo entra em contato em um segundo momento com o mesmo antígeno, há uma resposta imunológica mais rápida, resultando em uma produção maior de anticorpos em um menor intervalo de tempo. Essa resposta é chamada de secundária e ocorre, por exemplo, quando a pessoa já vacinada (primeira inoculação do antígeno) entra em contato com o agente causador da doença (segunda inoculação do antígeno). Nesse caso, a resposta secundária impede ou dificulta a manifestação da doença (**Figura 9.9**).

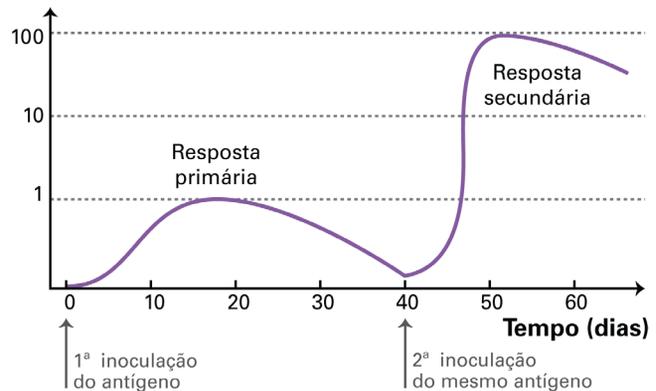


Gráfico 9.1: Gráfico representando as respostas imunológicas primária e secundária / Fonte: Cepa; adaptado de Bio. 1. ed. - Editora Saraiva

Essa capacidade que nosso sistema imunológico tem de reconhecer antígenos previamente presentes em nosso corpo é chamada de **memória imunológica**.

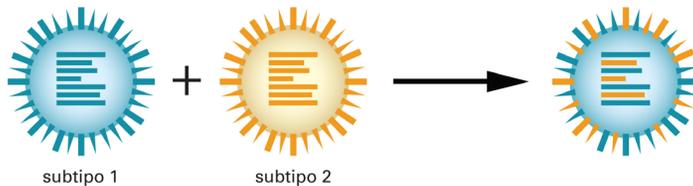
Assim, quando o indivíduo apropriadamente imunizado é infectado pelo patógeno de alta virulência, a memória imunológica do nosso corpo permite que o sistema imunológico reconheça prontamente o micro-organismo invasor e desencadeie uma resposta de defesa potente e imediata para sua destruição. A infecção será mais rapidamente curada e a doença poderá ser mais branda ou inexistente.

9.6 Doenças mais comuns causadas por vírus

Gripe: O vírus Influenzavírus é o causador da gripe em vertebrados, incluindo aves, suínos, humanos e outros mamíferos. Pode ser do tipo A, B ou C, sendo o Influenzavírus A o responsável por todos os surtos mundiais de gripe. Esse vírus consiste em 7 ou 8 segmentos de RNA, encapsulados pelo envelope proteico. Pandemias de gripe foram marcantes na história. A mais devastadora, a gripe espanhola de 1918, foi causada pelo vírus Influenza A, subtipo H1N1, e estima-se que em um ano matou de 40 a 100 milhões de pessoas. Esse mesmo subtipo da gripe A – H1N1 foi identificado no surto de gripe suína que ocorreu em 2009. Já a gripe aviária é identificada como subtipo H5N1. As letras H e N, que identificam o subtipo de Influenza A, são letras iniciais das palavras hemaglutinina e neuroaminidase. Essas duas proteínas compõem a superfície viral e são os antígenos reconhecidos pelo nosso sistema imunológico para combater a gripe. Há 16 variedades de hemaglutinina e 9 variedades de neuroaminidase que podem ser combinadas resultando em diferentes níveis de patogenicidade. A grande variedade encontrada nessas proteínas de superfície, bem como em todo o material genético viral, provém de mutações e recombinações dos segmentos de RNA que compõem o genoma do Influenzavírus. O acúmulo gradual de mutações que, ao longo do tempo, culmina em versões diferentes, porém efetivas, de proteínas de superfícies virais é chamado de **deriva antigênica** (Figura 9.10). A evolução dessas moléculas torna os anticorpos produzidos para combater o vírus da gripe ancestral incapazes de reconhecer o novo subtipo viral, tornando-os ineficazes no combate à doença. A deriva antigênica é uma das razões pela qual vacinas para a gripe devem ser desenvolvidas anualmente, a cada temporada de gripe. Cientistas realizam estudos no intuito de prever as mudanças mais prováveis de ocorrer

nas proteínas presentes nos vírus que circulam atualmente no ambiente e, a partir dessa previsão, desenvolver vacinas. Existe, portanto, uma probabilidade de a vacina produzida ser efetiva, bem como uma probabilidade de não ser, caso a previsão das mudanças não for acurada. Outro processo genômico que ocorre com o vírus da gripe é **mudança** ou **redistribuição antigênica** (Figura 9.10). Nesse processo, dois ou mais tipos diferentes do vírus Influenzavírus A se combinam e formam um vírus totalmente diferente dos vírus ancestrais, criando novos subtipos de hemaglutinina e neuraminidase. Esse processo de rearranjo gênico pode ocorrer principalmente com o vírus Influenzavírus A, pois esse subtipo viral é capaz de infectar grande diversidade de hospedeiros: porcos, aves, humanos, cães, cavalos etc. Assim, um vírus suíno e outro humano podem se recombinar em uma ave e dar origem a um novo tipo radicalmente diferente de vírus, contendo antígenos completamente desconhecidos para o nosso organismo.

Rearranjo antigênico



Deriva antigênica

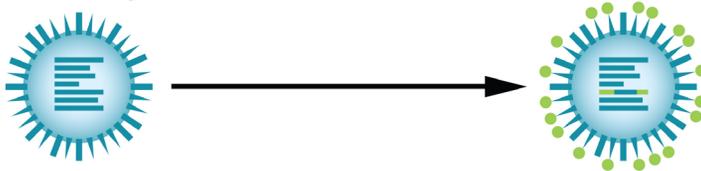


Figura 9.10: Representação dos processos de redistribuição e deriva antigênica no vírus da gripe (obs.: "triângulos" são hemaglutininas e "não triângulos" são neuraminidases) / Fonte: Cepa

Hepatite: Grande parte dos casos de hepatite (inflamação do fígado) é causada por vírus, porém esta doença também pode ser causada por bactérias, protistas e fungos. Causadas por vírus, são as chamadas hepatite A (causada por um *Picornaviridae*), hepatite B (causada por um *Hepadnaviridae*), hepatite C (causada por um *Flaviridae*), hepatite D (causada pelo vírus da hepatite D) e, ainda, hepatite E (causada por um *Caliciviridae*).

Vírus e câncer: A relação entre certos tipos de câncer com a infecção por vírus foi demonstrada somente no início do século XX. Essa relação permaneceu obscura em função:

1. da infecção viral nem sempre desencadear o desenvolvimento de células cancerígenas; 2. do câncer poder se desenvolver muito tempo após a infecção viral; e 3. do câncer em si não ser contagioso. Os vírus capazes de promover o desenvolvimento de tumores em animais são chamados de oncovírus e podem pertencer a diversas famílias virais, como *Adenoviridae*, *Hesperiviridae*, *Poxviridae*, *Papovaviridae* e *Retroviridae*.

Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (Sida, em português, Aids, em inglês).

A Aids é causada pelo vírus HIV e caracteriza-se pelo comprometimento do sistema imunológico em humanos. Assim, esta doença torna as pessoas infectadas muito mais susceptíveis a outras doenças oportunistas (como pneumonia, tuberculoses, gastroenterite e câncer), que poderiam ser mais facilmente combatidas em pessoas com o sistema imunológico saudável. A depleção do sistema de defesa do organismo se deve ao fato de o vírus HIV apresentar grande afinidade com a proteína CD4 e os linfócitos T auxiliares (glóbulos brancos com a função de ativar e direcionar outras células de defesa ao combate contra organismos invasores). Diversas outras células apresentando a proteína CD4 na membrana celular podem também ser invadidas pelo HIV. A **Figura 9.11** esquematiza o ciclo reprodutivo do HIV.

1. O HIV entra nas células pela adesão de proteínas presentes em sua superfície com receptores CD4 presentes nas células do hospedeiro.
2. Ocorre a fusão do envelope viral com a membrana celular, liberando o capsídeo dentro da célula. O RNA viral e enzimas, como a transcriptase reversa, ribonuclease, integrase e protéase, são injetados na célula.
3. A transcriptase reversa promove a transcrição reversa, sintetizando uma fita de DNA a partir da fita de RNA. A fita complementar ao DNA também é sintetizada formando uma fita dupla de DNA viral dentro da célula. A enzima ribonuclease degrada o RNA viral.
4. O DNA viral é então transportado ao núcleo e pela ação da enzima integrase une-se ao genoma hospedeiro.
5. A partir do DNA viral integrado, RNA virais são transcritos e transportados para o citoplasma.
6. Alguns RNA virais são traduzidos em proteínas e outros constituem o genoma viral de novos vírus.
7. A enzima protéase quebra longas cadeias peptídicas em diferentes proteínas virais.
8. Ocorre a montagem e liberação de novos vírus por brotamento.

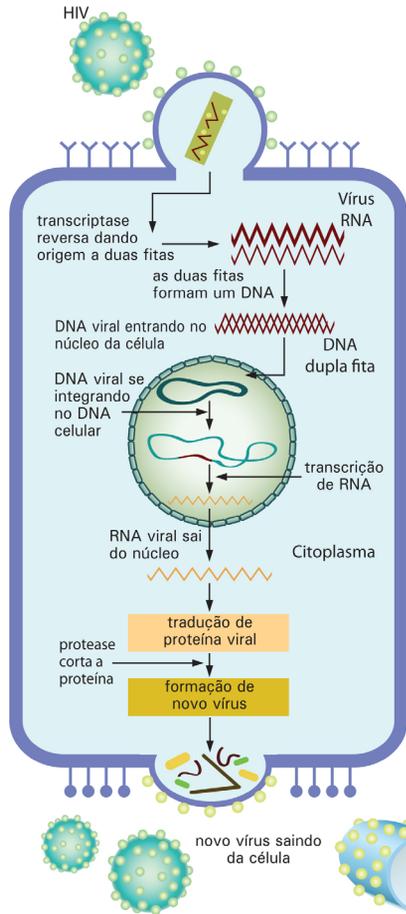


Figura 9.11: Esquema do ciclo reprodutivo do HIV. /
Fonte: Cepa

Nem sempre a infecção pelo vírus HIV leva a Aids. Na fase latente da infecção, o DNA viral é incorporado ao genoma, porém, não há transcrição do RNA viral e, portanto, não há produção de novas partículas virais. No entanto, mesmo sem manifestar os sintomas da Aids, o portador assintomático do vírus pode transmitir o vírus a outras pessoas por meio de fluidos corporais das formas já conhecidas de transmissão: contato sexual sem uso de preservativos, materiais cortantes ou penetrantes (agulhas) contaminados, leite materno de mães contaminadas e através da placenta diretamente para o feto. A taxa de mutação do vírus HIV é em geral maior do que a maioria dos outros vírus, tornando o HIV um vírus muito variável geneticamente. Possui uma taxa alta de replicação, chegando a produzir

bilhões de cópias a cada dia. À medida que faz cópias, naturalmente produz pequenos erros que se acumulam com o tempo. Essa alta taxa de mutação do vírus HIV torna o desenvolvimento de vacinas um grande desafio – não há ainda uma vacina eficaz contra a Aids – e ainda traz dramática consequência para o tratamento da síndrome: o vírus pode rapidamente desenvolver resistência a novas drogas anti-HIV, tornando obsoletas drogas já existentes e exigindo o desenvolvimento acelerado de novas opções farmacológicas.

Além das doenças virais acima descritas detalhadamente, a **Tabela 9.1** reúne as doenças virais mais comuns atualmente, apontando a família e o gênero viral a que pertencem.

	Família viral	Gêneros importantes	Doenças associadas
DNA	<i>Parvoviridae</i>	<i>Parvovirus</i> <i>Erythrovirus</i>	Causador de danos gastrointestinais em cães Eritema infeccioso
	<i>Herpesviridae</i>	<i>Varicellovirus</i> <i>Lymphocryptovirus</i> <i>Roseolovirus</i>	Catapora Mononucleose Roséola
	<i>Papillomavirus</i>	<i>Papillomavirus</i>	Verrugas e papilomas humanos (HPV)
	<i>Hepadnaviridae</i>	<i>Orthohepadnavirus</i>	Hepatite B
RNA (não retrovírus)	<i>Picornaviridae</i>	<i>Enterovirus</i> <i>Rhinovirus</i> vírus da Hepatite A	Poliomielite Resfriado comum Hepatite A
	<i>Caliciviridae</i>	<i>Norovirus</i> , <i>Sapovirus</i>	Gastroenterite
	<i>Togaviridae</i>	<i>Rubivirus</i>	Rubéola
	<i>Flaviviridae</i>	<i>Flavivirus</i> <i>Hepacivirus</i>	Dengue, febre amarela Hepatite C
	<i>Rhabdoviridae</i>	<i>Lyssavirus</i>	Raiva
	vírus Hepatite Delta	<i>Deltavirus</i>	Hepatite D (requer coinfeção com hepatite B)
	<i>Orthomyxoviridae</i>	<i>Influenzavirus A</i>	Gripe
	<i>Paramyxoviridae</i>	<i>Morbilivirus</i> <i>Rubulavirus</i>	Sarampo Caxumba (paratidite infecciosa)
	<i>Bunyaviridae</i>	<i>Hantavirus</i>	Síndrome cardiopulmonar, febre hemorrágica com síndrome renal
	<i>Filoviridae</i>	<i>Ebolavirus</i>	Ebola
<i>Reoviridae</i>	<i>Rotavirus</i>	Gastroenterite	
RNA (retrovírus)	<i>Retroviridae</i>	<i>Lentivirus</i>	Síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS)
		<i>Deltaretrovirus</i>	Linfoma de células T

Tabela 9.1: Doenças virais mais comuns



Agora é com você:
Realizar a **atividade online 2 – questões 1, 2 e 3.**

Fechamento do Tópico

Os vírus representam um interessante fenômeno natural, no limite da vida, devido à sua existência extremamente reduzida e absoluta necessidade de utilizar células hospedeiras para a reprodução. Existe um grande debate em que se discute se são vivos ou não. Os vírus geralmente possuem uma estrutura muito reduzida, consistindo apenas em um capsídeo e do material genético. A replicação viral de bacteriófagos pode ser feita de duas maneiras: diretamente após a infecção, no chamado ciclo lítico, ou o material genético viral pode ser incorporado ao genoma da bactéria, ficando dormente, no chamado ciclo lisogênico. Um método comum de prevenção para doenças virais são as vacinas, que consistem em apresentar o antígeno viral (que pode ser proteína, capsídeo ou linhagem enfraquecida do vírus) com antecedência para que o corpo possa construir anticorpos no caso de uma infecção. A Aids, causada pelo vírus HIV, é atualmente a doença infecciosa que mais afeta pessoas no mundo, para a qual ainda não existe vacina.

Referências Bibliográficas

- ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. **Imunologia celular e molecular**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 564 p.
- ALBERTS, B.; JOHSON, A.; LEWIS, J. et al. **Molecular Biology of the Cell**. New York: Garland Science, Taylor & Francis Group, 2008. 1.268 p.
- CARTER, J.; SAUNDERS, V. **Virology: Principles and Applications**. Chichester: Wiley, 2007. 382 p.
- GORBACH, S. L.; BARTLETT, J. G.; BLACKLOW, N. R. **Infectious diseases**. 3ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. 2.700 p.
- LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**. 1. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2010. v. 2. 480 p.
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiology: An introduction media update**. 7th ed. São Francisco, Califórnia: Editora Benjamin Cummings, 2002. 887 pp.

Website

Viralzone. (Disponível em :<<http://viralzone.expasy.org/>>). Acesso em: 17.Abril.2012)