



MICROBIOLOGIA, IMUNOLOGIA E PARASITOLOGIA HUMANA

UNIDADE V

Virologia e Micologia de Importância Clínica

Eduardo Gomes da Silva

CENTRO
UNIVERSITÁRIO
UNI  **GRANDE**

Virologia e Micologia de Importância Clínica

Introdução

Nesta unidade, apresentaremos conceitos importantes sobre a virologia, suas aplicações, características e sua relevância em relação às doenças que estamos vivenciando atualmente, sempre considerando a parte clínica. Em seguida, nos aprofundaremos no estudo da micologia e nos tipos de fungos que afetam a sociedade de um modo geral.

Neste momento de nossos estudos, trataremos da virologia, analisando suas aplicações clínicas. As formas de contaminação e evolução dos vírus são imensas e exigem um aprofundamento, devido ao risco de outros pacientes adquirirem as doenças. Além disso, o estudo da micologia se torna importante e necessário diante dos principais problemas enfrentados pela contaminação de fungos. Muitos desses problemas podem ter suas origens relacionadas a vírus, o que acarreta importantes alterações clínicas causadas pela doença e pelo uso de medicamentos.

Assim, vamos compreender os principais pontos relacionados à Virologia e à Micologia de Importância Clínica, com base em autores da área que são relevantes quando se trata desse assunto.

Objetivos de Aprendizagem

Ao final do conteúdo, esperamos que você seja capaz de:

- Conhecer as principais características dos vírus, relacionando sua contaminação no meio ambiente e no ser humano.
- Compreender os principais pontos da micologia e sua relação com o ser humano e o meio ambiente como um todo.

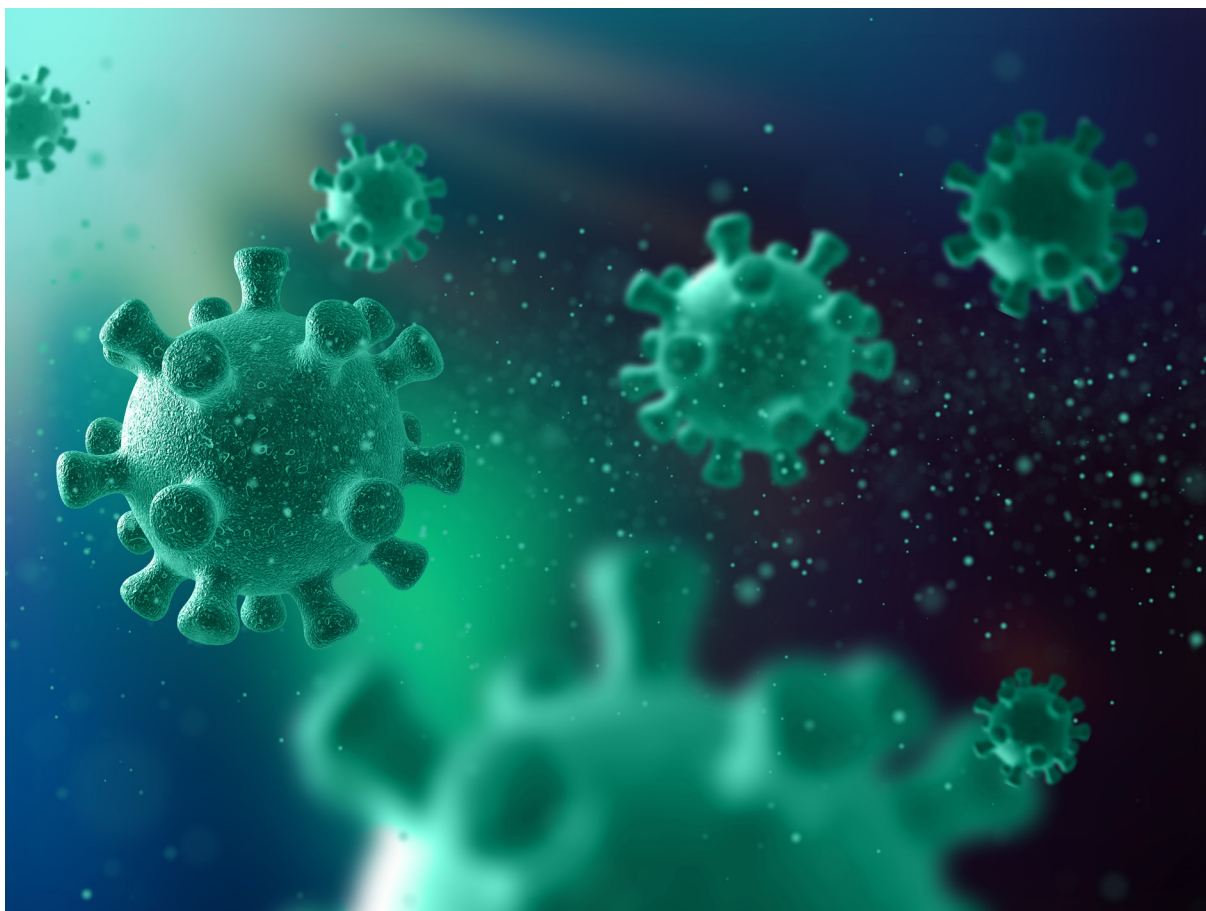
Introdução à Virologia

A palavra “vírus” tem origem no latim e significa “veneno”. Os vírus não possuem a célula como unidade estrutural básica, são inertes no ambiente extracelular e dependem de células vivas para se multiplicarem, sendo considerados parasitas intracelulares obrigatórios (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2019).

Quanto à sua estrutura, os vírus são constituídos por um núcleo que pode ser composto por DNA ou RNA, cuja fita pode ser simples ou dupla, desempenhando a função de genoma. Esse genoma é envolvido por uma cobertura proteica chamada capsídeo, formada pela união de subunidades proteicas menores denominadas capsômeros (JORGE, 2006).

Na imagem a seguir, podemos observar a representação ilustrativa de um grupo de vírus tentando invadir um organismo.

Vírus



Fonte: Freepik (2023).

#pratodosverem: ilustração de um grupo de vírus tentando invadir um organismo.

Alguns vírus possuem um segundo envoltório membranoso lipoproteico ao redor do capsídeo chamado envelope. O conjunto de ácido nucleico com o capsídeo é chamado núcleo-capsídeo. O capsídeo determina o tipo de hospedeiro e é responsável pelo início da infecção nos vírus que não possuem envelope (PELCZAR; CHAN; KRIEG, 2009).

O envelope pode apresentar espículas em sua superfície formadas por glicoproteínas. Os vírus podem ser metabolicamente inativos, denominados vírions (conjunto de genoma e capsídeo) e forma infectante (interação específica entre suas proteínas e as da superfície celular, as quais têm papel de receptores, admitindo a aderência do vírus na célula a ser infectada (MEZZARI, FUENTEFRIA, 2012).

Assim, observa-se que a proteína viral possui algumas funções importantes, como:

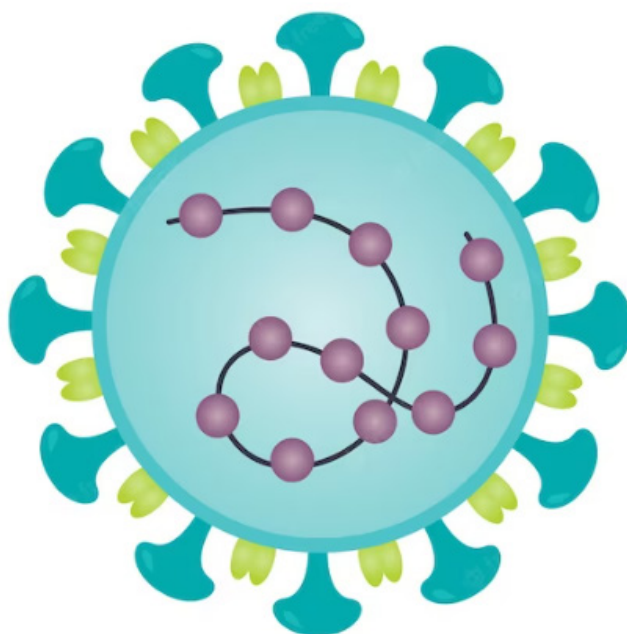
Transferência
São responsáveis por facilitar a transferência do ácido nucleico viral de uma célula hospedeira para outra.
Proteção
Têm o papel de proteger o genoma viral contra a inativação por nucleases;
Fixação
Exercem a função de fixar a partícula viral a uma célula suscetível.
Características do vírus
São responsáveis pela simetria viral e determinam as características antigênicas dos vírus.

Com relação ao tipo de ácido nucléico, os vírus podem possuir DNA de fita dupla, como é o caso do DNA do vírus que transcreve RNAm, ocorrendo síntese do DNA no citoplasma celular. Exemplos de vírus com essa característica são o Herpesvírus, Poxvírus, Adenovírus e Papovírus (BLACK, 2002).

Já os vírus com DNA de fita simples têm seu DNA duplicado no núcleo da célula. Um exemplo desse tipo de vírus é o Parvovírus. Os vírus com RNA de fita dupla têm seu material genético copiado em RNAm e traduzido em proteínas virais no citoplasma. O Reovírus é um exemplo desse tipo de vírus (MALE et al., 2014).

Na imagem a seguir, é possível conferir uma ilustração da estrutura de um vírus. A imagem representa o vírus Sars-Cov 2, que pode causar mutações no organismo.

Estrutura do vírus



Fonte: Freepik (2023).

#pratodosverem: ilustração de uma imagem interna do vírus Sars-Cov 2, podendo causar mutações no organismo.

O RNA de fita simples positiva refere-se a casos em que o próprio RNA viral é o RNAm e ocorre no citoplasma. Exemplos de vírus com essa característica são o Picornavírus e Togavírus (TAVARES, 2005).

Por outro lado, o RNA de fita simples negativo envolve o processo em que o RNA viral é copiado em fitas de RNA pela enzima polimerase-RNA-dependente de origem viral, para servir de molde para a síntese de RNAm. Alguns exemplos de vírus que apresentam esse tipo de RNA são o Paramixovírus e Rabdovírus (TAVARES, 2005).

Há também o RNA de fita simples com DNA complementar, que são chamados de retrovírus. Esses vírus possuem a enzima transcriptase reversa, responsável pela síntese de DNA complementar ao RNA viral. A replicação do DNA ocorre no núcleo, enquanto o RNA é sintetizado no citoplasma. Um exemplo conhecido de retrovírus é o vírus da imunodeficiência humana (HIV) (JORGE, 2006).

Replicação Geral

Etapas	Ocorrência
Absorção	Ocorre interação do vírion com um local receptor específico sobre a superfície da célula hospedeira (receptor glicoproteico)
Penetração	O vírus entra na célula por invaginação da membrana celular (endocitose), por fusão do invólucro viral com a membrana celular
Desnudamento	É a remoção do envoltório proteico do vírus por enzimas da célula parasitada (período de eclipse), ocorrendo desintegração do vírus, liberando seu ácido nucleico
Síntese de proteínas	Transcrição do RNAm específico a partir do ácido nucleico viral para duplicação da informação genética
Morfogênese	Os genomas virais recém-sintetizados e polipeptídeos do capsídio unem-se para formar os vírus.
Liberação	Vírus sem envelope acumulam-se nas células infectadas e são liberadas por lise celular, porém vírus com envelope amadurecem por processo de brotamento e não destroem a célula.

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

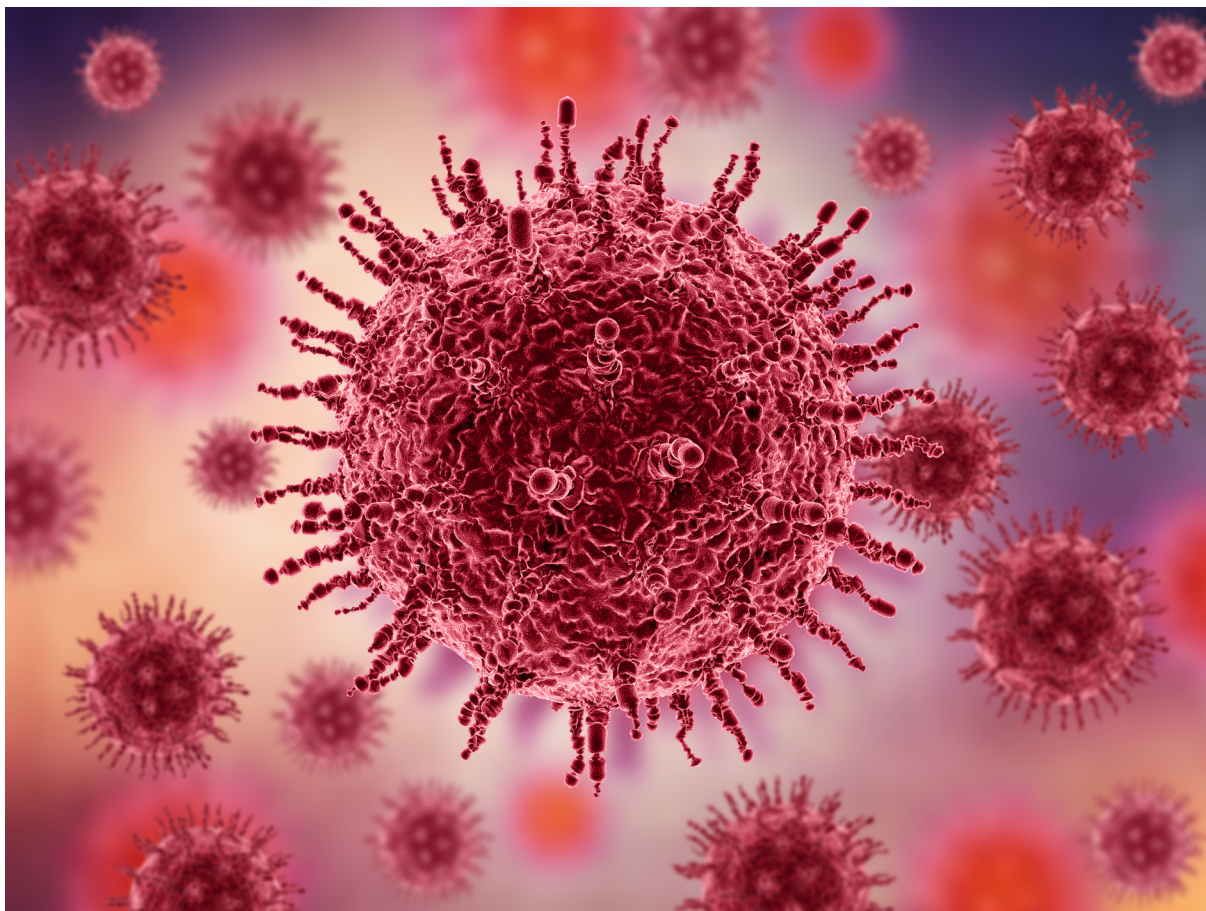
#pratodosverem: quadro dos principais pontos específicos da replicação viral de forma geral, ocorridas dentro do organismo.

Porém, é importante mencionar também a replicação por meio de bacteriófagos, que são vírus DNA que infectam bactérias. Sua estrutura consiste em uma cabeça, onde o ácido nucleico está envolvido por um capsídeo, e uma cauda, pela qual o bacteriófago se fixa na superfície da bactéria hospedeira, perfurando a membrana celular e injetando seu ácido nucleico (VERMELHO, 2006).

A reprodução ou replicação dos bacteriófagos, assim como ocorre com outros vírus, acontece exclusivamente no interior de uma célula hospedeira. Existem dois tipos de ciclos reprodutivos conhecidos como ciclo lítico e ciclo lisogênico (MALE *et al.*, 2014).

Para ilustrar, na imagem a seguir, é possível observar de forma abstrata as células virais dentro do organismo, que são meios importantes de contaminação.

Células virais



Fonte: Freepik (2023).

#pratodosverem: ilustração de células virais dentro do organismo de forma abstrata, sendo importantes meios de contaminação.

Esses dois ciclos têm início com o fago T aderindo à superfície da célula bacteriana por meio das fibras proteicas da cauda, que se contraem e injetam o DNA viral para dentro da célula, assemelhando-se a uma seringa. Em seguida, ocorre a diferenciação entre o ciclo lítico e o ciclo lisogênico (JORGE, 2006).

No ciclo lisogênico, o genoma viral se integra ao cromossomo bacteriano, formando um prófago, e a célula continua com seu metabolismo normal. Durante a reprodução, o material genético celular, que agora contém o material genético do vírus, se replica e é distribuído igualmente entre as células filhas (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2019).

Já no ciclo lítico, o genoma viral se separa do genoma bacteriano e se replica, resultando na lise celular e na liberação rápida dos novos vírus (MEZZARI; FUENTEFRÍA, 2012).

Introdução ao Estudo da Micologia

Os fungos são importantes no ecossistema, pois são degradados de matéria orgânica. Os fungos existem na natureza, no solo, no ar, na água, na poeira, nas plantas, em troncos apodrecidos e outros. Necessitam dos compostos orgânicos vivos (parasitos) ou mortos (saprófagos) como fonte de carbono e a maioria é aeróbia (BLACK, 2002).

Na imagem a seguir, observe um cogumelo em meio à natureza.

Cogumelos



Fonte: Freepik (2023).

#pratodosverem: fotografia de um cogumelo no meio ambiente, demonstrando sua importância dentro das classes de fungos.

Alguns fungos são úteis nas indústrias de medicamentos, alimentos, bebidas, química e pesquisa científica, enquanto outros são patógenos para plantas, animais ou humanos. Os fungos geofílicos vivem no solo e parasitam seres humanos ou animais, os zoofílicos parasitam animais, e os antropofílicos parasitam seres humanos (MEZZARI; FUENTEFRÍA, 2012).

Os fungos são organismos heterótrofos, eucarióticos, que não possuem clorofila nem pigmentos fotossintéticos. Eles obtêm sua energia por meio da absorção de nutrientes e armazenam glicogênio. Além disso, possuem quitina em sua parede celular e podem ser unicelulares ou multicelulares (PELCZAR; CHAN; KRIEG, 2009).

A maioria dos fungos é imóvel e aeróbia, embora alguns sejam anaeróbios facultativos, nenhum deles é anaeróbio. Os fungos utilizam processos de respiração e fermentação para obter energia (JORGE, 2006).

No que diz respeito à parede celular dos fungos, ela desempenha o papel de fornecer rigidez à célula fúngica. A composição da parede celular pode variar dependendo da espécie, idade do fungo, substrato de crescimento, pH e temperatura (MALE *et al.*, 2014).



Atenção

Dentre as classes de fungos, é de extrema importância o controle desses microorganismos, pois muitos deles estão associados a doenças e apresentam características específicas em relação às suas estruturas e formas de contaminação do organismo humano.

A membrana plasmática está conectada ao citoplasma e é composta por duas camadas de fosfolipídios com revestimento de proteínas. Além disso, contém esteróis, como o ergosterol, diferentemente da membrana celular dos animais, que é composta por colesterol (ZAITZ *et al.*, 2012).

O citoplasma é o local onde ocorrem sínteses e processos metabólicos energéticos

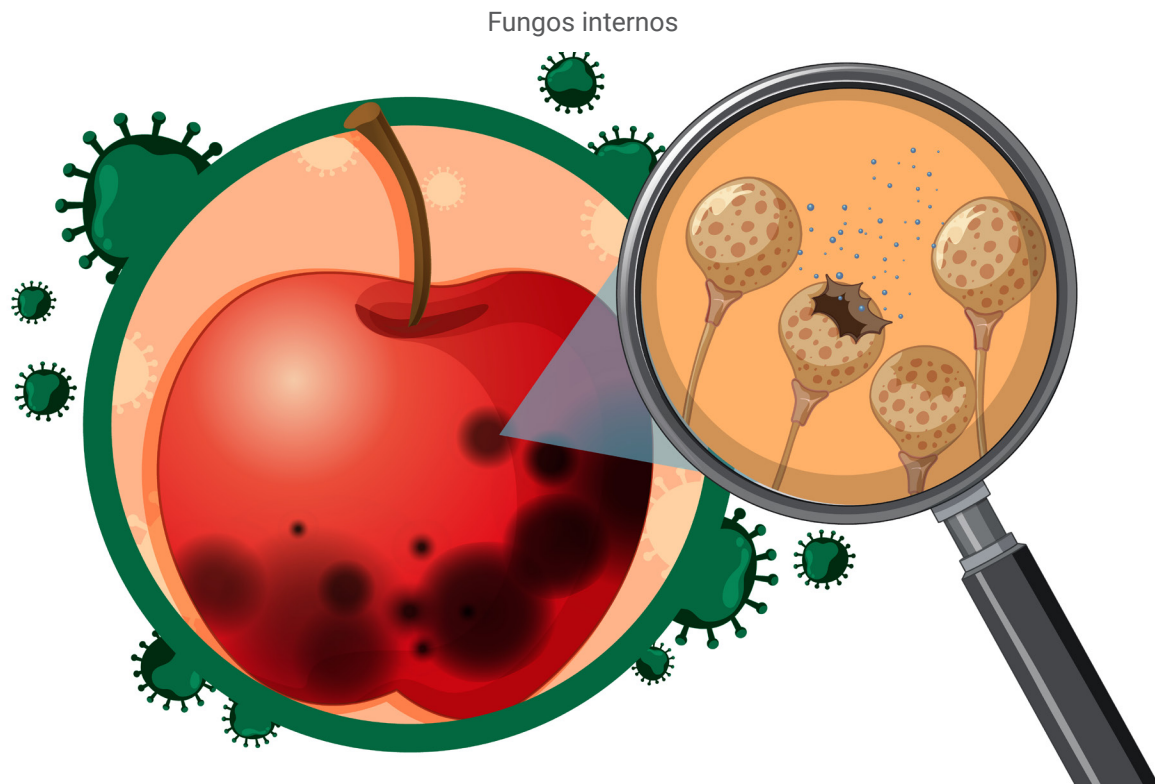


Saiba mais

É importante considerar as mudanças significativas nos fungos em diferentes áreas específicas. Alguns fungos apresentam características distintas em diversas regiões, influenciadas, por exemplo, pelo clima. Para aprofundar ainda mais o seu conhecimento, recomendamos a leitura do artigo "Riqueza dos fungos ingoldianos e dos fungos aquáticos facultativos do Parque Municipal da Aclimação, São Paulo, SP, Brasil". [Clique aqui para acessá-lo.](#)

Alguns fungos apresentam uma cápsula mucopolissacarídica com estrutura fibrilar composta de amilose e um poliosídeo semelhante à goma arábica, que tem a função de dificultar a fagocitose por células de defesa, sendo como exemplo o *Cryptococcus neoformans* (BLACK, 2002).

Na imagem a seguir, observe como podem ser os fungos internos de uma maçã contaminada, assim como os tipos que podem ser encontrados.



Fonte: Freepik (2023).

#pratodosverem: ilustração de uma maçã contaminada por fungos e os tipos que podem ser encontradas.

Os fungos possuem dois tipos morfológicos: as leveduras, que são unicelulares, e os bolores ou fungos filamentosos são multicelulares. Existem ainda os fungos dimórficos, que se apresentam sob duas formas diferentes, como leveduras nos tecidos (35 a 37^aC) e como micélio à temperatura ambiente (25 a 30^aC) (MADIGAN *et al.*, 2016).

As leveduras são consideradas unicelulares, esferoidais ou ovais, podem se reproduzir assexuada ou sexuadamente. A reprodução assexuada por ser:

Cissiparidade ou divisão direta

O núcleo da célula divide-se em dois, por mitose, e um septo divide a célula original em duas células-filhas iguais à original (ZAITZ *et al.*, 2012).

Brotamento ou gemulação

Acontece quando se forma um broto ou uma gêmula em um ponto específico da célula, o núcleo se divide em dois, por mitose, e um deles migra para o broto, o qual cresce e se separa da célula-mãe (ZAITZ *et al.*, 2012).

Na imagem a seguir, observe como se apresenta o cogumelo trametes, versicor, com suas estruturas e principais pontos importantes.

Cogumelo Trametes



Fonte: Freepik (2023).

#pratodosverem: fotografia de um cogumelo versicor, com suas estruturas e principais pontos importantes.

Os fungos filamentosos são constituídos por hifas, uma organização pseudocelular que tem a finalidade de evitar os efeitos nocivos de traumas e permitir a diferenciação de estruturas. Existem dois tipos de hifas: septadas, que possuem paredes transversais (septos), e cenocíticas, que não possuem septos e são contínuas (JORGE, 2006).

Os esporos são unidades de reprodução dos fungos e podem apresentar diferentes características, como serem hialinos, pigmentados, simples, septados, lisos, verrugosos ou ciliados. Essas características podem ser utilizadas para identificar o fungo em termos de gênero e espécie (MEZZARI; FUENTEFRIA, 2012).

O micélio vegetativo é uma parte subterrânea do micélio e é responsável pela nutrição do fungo. Nele, podemos observar a presença ou ausência de septos, assim como a existência de estruturas diferenciadas, como rizoides e gavinhas (hifas enroladas), além de esporos formados por reprodução assexuada, como clamidoconídios e artroconídios (BLACK, 2002).

O micélio reprodutor é a parte aérea do fungo e é responsável pela reprodução. Ele pode ter origem assexuada ou sexuada e pode apresentar esporos internos (esporângiosporos e ascósporos) ou externos (conídios e basidiósporos). A forma, tamanho e cor desses esporos são importantes para o estudo e aprofundamento das infecções fúngicas (MALE *et al.*, 2016).

Com base na classificação, os quitridiomicetos podem ser unicelulares ou filamentosos, possuem quitina na parede celular e vivem em ambientes de água doce ou salgada. Eles são cosmopolitas e heterótrofos, obtendo seus nutrientes orgânicos de algas, larvas de insetos e vermes (PELCZAR, CHAN, KRIEG, 2009).

Os zigomicetos podem ser unicelulares, mas a maioria é de fungos filamentosos. Eles também possuem quitina na parede celular e vivem livremente no solo, alimentando-se de matéria orgânica em decomposição (JORGE, 2006).

Os ascomicetos apresentam formas unicelulares (leveduras) e formas filamentosas (mofos e bolores). Eles têm a capacidade de decompor celulose e lignina de origem vegetal, além de colágeno de origem animal. Um exemplo de ascomiceto é a *Saccharomyces cerevisiae* (MALE *et al.*, 2016).

Os basidiomicetos são micélios ecossopolitas que vivem em ambientes terrestres, sendo a maioria saprófita. Alguns são mutualistas, como é o caso do *Agaricus campestris*.

Além disso, as micoses podem ser classificadas em diferentes tipos, tais como:

Micoses superficiais

Limitadas às camadas mais externas da pele;

Micoses cutâneas

Estendem-se pela epiderme, incluindo doenças invasivas dos pelos e unhas;

Micoses subcutâneas

Afetam a derme, tecido subcutâneo, músculo e fáscias;

Micoses sistêmicas

Podem disseminar-se por vários sistemas do organismo entrando pela inalação.

Micoses oportunistas

Infecções causadas por fungos de virulência intrínseca baixa ou originalmente comensais (BLACK, 2002).

As infecções fúngicas humanas são denominadas micoses, podendo ser causadas por fungos patógenos primários ou oportunistas, sendo de extrema importância o seu estudo e aprofundamento (JORGE, 2006)



Saiba mais

Para se aprofundar mais sobre covid-19 e como evitar, leia o artigo “Como o Brasil pode deter a COVID-19” (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Como o Brasil pode deter a COVID-19. [Clique aqui para acessar.](#)

Conclusão

O estudo da micologia é fundamental devido à crescente ocorrência de problemas relacionados à contaminação por fungos. Muitos desses problemas podem estar ligados a vírus, resultando em consequências clínicas e afetando a eficácia de medicamentos. Além disso, os fungos desempenham um papel essencial no ecossistema, sendo responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Eles estão presentes em diversos ambientes naturais, como solo, ar, água, poeira, plantas e troncos em decomposição.

Diante do exposto, fica evidente a necessidade de aprofundar o estudo da virologia e da micologia, a fim de compreender os mecanismos relacionados às características dos vírus, às doenças causadas por fungos e outros aspectos relevantes para a compreensão das situações clínicas em pacientes. É essencial contar com suporte e conhecimento sólido nessas áreas para lidar eficazmente com tais problemas. A virologia e a micologia, de uma maneira geral, são bases para o bom entendimento sobre o assunto e demais pontos necessários para entender de perto os efeitos clínicos das doenças e de como tratar, onde o papel do profissional farmacêutico nestes pontos é de extrema importância para o sucesso das condutas clínicas.

Referências

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. **Imunologia celular e molecular**. 9. ed. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2019. 576p.

BLACK, J. G. **Microbiologia**: fundamentos e perspectivas. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

JORGE, A. O. C. **Princípios de microbiologia e imunologia**. [s. l.]: Livraria Santos Editora, 2006.

MADIGAN, M. T. et al. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. 1032p.

MALE, D. et al. **Imunologia**. 8. ed. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan. 2014. 488p.

MEZZARI, A.; FUENTEFRIA, A. M. **Micologia no laboratório clínico**. Barueri: Manole, 2012.

PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia**: conceitos e aplicações. São Paulo: Pearson Makron Books, 2009.

REY, L. **Parasitologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 888p.

RIBEIRO, M. C.; SOARES, M. M. S. R. **Microbiologia prática**: roteiro e manual: bactérias e fungos. São Paulo: Atheneu, 1993.

TAVARES, W. **Rotinas de diagnóstico e tratamento de doenças infecciosas e parasitárias**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

VERMELHO, A. B. et al. **Práticas de microbiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ZAITS, C. et al. **Compêndio de micologia médica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

**CENTRO
UNIVERSITÁRIO
UNI  GRANDE**