

Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM



ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Fungos](#)
- [Características dos fungos](#)
- [Importância dos fungos](#)
- [Micoses](#)
- [Reprodução dos fungos](#)
- [Classificação dos fungos](#)
- [Divisão chytridiomycota: fungos aquáticos flagelados ou protistas?](#)
- [Divisão zygomycota: mofo negro do pão](#)
- [Divisão ascomycota: leveduras, bolores e trufas](#)
- [Divisão basidiomycota: cogumelos e orelhas-de-pau](#)
- [Mixomicetos, oomicetos e quitridiomycetos: fungos ou protistas?](#)

FUNGOS

Fungos são organismos sésseis, incapazes de se locomover, e que não apresentam um tamanho definido na idade adulta, possuindo de uma certa maneira crescimento indefinido. Nos primórdios da classificação taxionômica dos seres vivos, a natureza viva era dividida em somente dois reinos, Reino Animal e Reino Vegetal. Os critérios de classificação para esses organismos antes do reconhecimento de diferenças de organização celular ou de processos metabólicos como fotossíntese e respiração era bem simples: animais se locomoviam e apresentavam um crescimento bem definido; plantas não se locomoviam e apresentavam um crescimento indefinido. Assim, originalmente, fungos foram classificados como vegetais, sendo até hoje estudados em livros de Botânica.

Com o reconhecimento das diferenças celulares e metabólicas entre os seres vivos, os fungos passaram a ser incluídos em um reino à parte, exclusivo para eles, denominado **Reino Fungi**. Incluem-se nesse reino seres conhecidos popularmente por nomes como cogumelos, mofo, levedas, orelhas-de-pau e outros. O estudo dos fungos é denominado **Micologia** (do grego *miketos*, fungo).

A importância desse campo da Biologia é facilmente percebida quando se analisa a ampla diversidade de comportamentos e utilidades desses organismos: muitos deles têm ação ecológica como decompositores, causam doenças conhecidas genericamente como **micoses**, produzem combustíveis, medicamentos e alimentos ou mesmo são eles próprios comestíveis e mais.

CARACTERÍSTICAS DOS FUNGOS

O que define um fungo é um conjunto de características descritas a seguir:

Fungos são eucariontes, unicelulares (como as leveduras) ou pluricelulares sem organização tecidual.

O corpo de um fungo é formado por uma série de filamentos denominados **hifas**, que se reúnem em conjuntos denominados **micélios**. Esses micélios consistem de um **pletênquima**, um "falso tecido". Organismos do Reino Fungi, portanto, não têm tecidos em sua estrutura corporal.

No micélio de alguns fungos, pode-se reconhecer regiões diferenciadas. Fala-se em **micélio vegetativo** para a porção do corpo do fungo responsável por suas atividades gerais, e em **micélio reprodutivo ou corpo de frutificação ou esporocarpio** para a porção responsável pela reprodução. O corpo de frutificação corresponde normalmente ao **cogumelo**, parte dos fungos visível acima do solo. Fungos que possuem corpos de frutificação bem definidos são denominados **ficomicetos**.

As hifas podem ser de dois tipos: **cenocíticas** ou **septadas**. As hifas cenocíticas consistem de uma massa de citoplasma multinucleada, chamada de **plasmódio** ou **cenócito**. As hifas septadas possuem septos (paredes) separando porções de citoplasma denominadas simplesmente **células**.

Cada célula numa hifa septada pode abrigar um ou mais núcleos. Apesar da separação, as células divididas pelos septos são intercomunicadas por perfurações nas paredes, permitindo a livre passagem de substâncias dentro da hifa.

A existência de hifas cenocíticas ou septadas é uma característica da espécie de fungos.



Hifa cenocítica.



Hifa septada.

Fungos são heterótrofos com digestão inteiramente extracorpórea e nutrição por absorção.

A nutrição de um fungo ocorre através de um método bem particular do grupo: enzimas são liberadas no meio, externamente ao micélio, e digerem toda a matéria orgânica existente no local; posteriormente, as hifas absorvem o material já digerido. Não há boca, tubo digestivo ou qualquer forma de digestão intracelular.

Esse método de nutrição faz dos fungos excepcionais **decompositores**, tendo papel fundamental na ciclagem de

nutrientes. Juntamente com bactérias, fungos são os mais importantes organismos decompositores na biosfera. Fungos possuem uma extrema versatilidade em termos de categorias de enzimas digestivas. Dependendo da espécie, suas enzimas e demais substâncias digestivas podem atacar rochas, madeira, plástico, seu pé, sua mão, e, tá bom, outras partes do seu corpo. Assim, fungos podem se instalar em tecidos humanos, inclusive vivos, como parasitas, causando uma grande diversidade de micoses.

Quanto aos hábitos alimentares, a maioria dos fungos é **sapróvora**, consumindo matéria orgânica em decomposição (agindo como decompositores, pois). Vários fungos são **mutualísticos** com seres autótrofos como vegetais superiores ou algas, bem como vários fungos são **parasitas**. Algumas poucas espécies de fungos, como *Arthrobotrys sp.*, são **predadores** de vermes, particularmente nematoides, no solo. Nesses fungos predadores, as hifas formam estruturas em forma de anel; quando vermes passam por elas, o fungo reage produzindo uma abundante secreção pegajosa que aprisiona o animal, que é então invadido pelas demais hifas e consumido.

Fungos são dotados de parede celular de quitina e suas reservas nutritivas são à base de glicogênio.

De modo geral, **fungos** possuem **parede celular de quitina**.

Existem, entretanto, organismos semelhantes a fungos, que dependendo do autor, são classificados como **fungos** ou **protistas**, e que não possuem parede celular ou possuem parede celular de celulose, correspondendo aos **mixomicetos (Myxomycota)**, **oomicetos (Oomycota)** e **quitridiomicetos (Chytridiomycota)**. Os mixomicetos não possuem parede celular, os oomicetos possuem **parede celular de celulose** e os quitridiomicetos possuem **parede celular de quitina**, com alguns representantes com **parede celular de celulose**.

Assim, se tais organismos forem considerados fungos, pode ser considerada a existência de fungos sem parede celular (mixomicetos) ou com parede celular de celulose (oomicetos e alguns quitridiomicetos). Se tais organismos forem considerados protistas, pode-se afirmar que fungos somente possuem parede celular de quitina.

Nas classificações mais atuais, **mixomicetos** e **oomicetos** tendem a ser classificados no reino Protista e quitridiomicetos no **Reino Fungi**.

Fungos não apresentam gametas em seus ciclos reprodutivos. A reprodução é assexuada ou sexuada en-

volvendo a formação de esporos.

IMPORTÂNCIA DOS FUNGOS

Se tem uma coisa importante a se saber sobre os fungos é o porquê deles serem tão importantes para a natureza e a vida humana. Fungos têm importância ecológica, alimentar, econômica e médica a conhecer.

IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA

Como já mencionado, o principal motivo pelo qual fungos são ecologicamente essenciais à vida na Terra é sua ação decompositora. Fungos são normalmente criaturas de hábitos **saprófitos (= detritívoros = decompositores)** que se desenvolvem sobre matéria orgânica morta. Especialmente em áreas úmidas, onde fungos proliferam mais facilmente, sua ação de ciclagem bioquímica mantém a nutrição de raízes de modo geral, que necessitam dos produtos inorgânicos de decomposição como os sais minerais. Assim, florestas temperadas e tropicais apresentam abundante populações de fungos no solo, devido à sua umidade. Em regiões áridas, no entanto, fungos não se instalam com tanta facilidade, uma vez que não possuem estruturas para evitar sua dessecação.

Muitos fungos realizam associações simbióticas do tipo **mutualismo**, onde há mútuo benefício e obrigatoriedade de relação entre os indivíduos associados. Duas associações mutualísticas se destacam entre fungos e outros **organismos: líquens e micorrizas**.

Líquens

Líquens são associações mutualísticas entre **algas e fungos**. Essas algas podem ser as **cianobactérias** (algas azuis) ou as **clorofíceas** (algas verdes), e os fungos, normalmente do grupo dos **ascomicetos** (mais comumente) ou dos **basidiomicetos**. Nessa associação, a alga fornece ao fungo matéria orgânica proveniente da fotossíntese e compostos nitrogenados gerados a partir da fixação do nitrogênio, no caso em particular das cianobactérias fixadoras. Em troca, os fungos promovem desagregação do solo através de seus ácidos digestivos, permitindo que as hifas absorvam mais eficientemente água e sais minerais que são daí fornecidos para a alga. Além disso, as várias enzimas do fungo protegem a alga contra microorganismos nocivos a ela.

Os líquens (especialmente aqueles com cianobactérias

em sua estrutura, que podem fixar o nitrogênio atmosférico) são excepcionais **organismos pioneiros** em processos de sucessão ecológica devido aos seus requisitos nutricionais mínimos: **água, CO₂, N₂ e alguns sais minerais**. Trazidos pelo vento ou pela água, líquens podem aderir a rochas e a partir daí criar toda uma comunidade. Os ácidos digestivos liberados para a digestão extracorpórea dos fungos podem desagregar até rochas sólidas, esfacelando-as e gerando então solo. Água retida devido à ação do fungo e nutrientes acumulados a partir da ação da alga podem então se acumular nesse solo, abrindo caminho para que outros organismos possam se instalar nessa área, num processo ecologicamente conhecido como **facilitação**.

A reprodução do líquen é assexuada, através de estruturas denominadas **sorédios**. Cada sorédio possui uma porção do talo da alga com um emaranhado de hifas do fungo. Dispersos pelo vento ou pela água, os sorédios podem germinar ao encontrarem condições favoráveis.

Líquens são ótimos **indicadores de poluição** por serem muito sensíveis a poluentes, morrendo rapidamente diante da exposição mesmo a pequenas quantidades de poluentes.

Micorrizas

Micorrizas são associações mutualísticas entre **fungos e raízes**. Nessa associação, o vegetal fornece aos fungos nutrientes produzidos na fotossíntese, enquanto os fungos aumentam a capacidade de absorção de água por parte das raízes. Essa associação é de tal maneira importante que estimativas mostram que até 95% das espécies vegetais formam micorrizas. Essas micorrizas podem ser **endomycorrizas**, quando as hifas do fungo penetram na intimidade dos tecidos do vegetal, ou **ectomicorrizas**, quando as hifas se associam apenas superficialmente à raiz, sem que haja sua instalação nos tecidos internos da mesma.

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Alimentação

Vários alimentos consumidos por populações humanas são fungos ou são produzidos a partir de sua ação.

Cogumelos como o **champignon** (*Agaricus sp*) e o **cogumelo shiitake** (*Lentinus edodes*), bem como os fungos ascomicetos *Morchella esculenta* e as **trufas** (*Tuber sp*) são comestíveis e considerados iguarias gastronômicas em várias culturas. As trufas não são lá muito conhecidas aqui no Brasil, mas em países da Europa, principalmente a França, são considerados alimentos bastante sofisticados. Como o corpo de

frutificação, que é a parte comestível, é subterrânea, costuma-se treinar porcos farejadores para encontrar esses fungos no solo de florestas temperadas.

Leveduras são fungos microscópicos capazes de realizar fermentação alcoólica e, com isso, são fundamentais na produção de vários tipos de alimento. O exemplo mais conhecido de levedura é o **levedo de cerveja** (*Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces carlsbergensis*), que é também o organismo responsável pela ação do **fermento biológico**. No processo de fermentação alcoólica, há a produção de álcool etanol e gás carbônico.

O álcool é base para produção de bebidas alcoólicas que, além de deixar muita gente alegre, são importantes componentes da dieta de algumas sociedades, especialmente as antigas. No tempo em que não havia geladeiras nem conservantes químicos, as estratégias utilizadas na conservação de alimentos eram outras, como o salgamento da carne. A cerveja foi uma maneira encontrada para conservar grãos como a cevada ou o trigo (através da cerveja, que chegou a ser chamada de “pão líquido”) ou frutos como a uva (através do vinho). Além de alimentar, ainda dava para o cidadão curtir aquele barato...

Quando as leveduras fazem fermentação alcoólica e acumulam álcool no meio, elas acabam morrendo a partir de um determinado teor alcoólico, de cerca de 12 a 14%. Assim, o teor alcoólico conseguido com a fermentação somente é relativamente baixo. Bebidas alcoólicas produzidas dessa maneira são chamadas de bebidas fermentadas, como a cerveja e o vinho. Para se obter um teor alcoólico mais elevado, deve-se destilar a mistura de água com álcool produzida na fermentação. O álcool de ponto de ebulição mais baixo evapora antes da água, e pode ser condensado para voltar à forma líquida na concentração desejada. Isso é feito em aparelhos conhecidos como alambiques, e as bebidas assim produzidas são chamadas de bebidas destiladas. Como exemplos destas, temos a cachaça (a partir da cana-de-açúcar), o rum (a partir de melado de açúcar), o uísque (a partir da cevada), a vodka (a partir de batata e beterraba) e daí por diante. E pode parar de pensar em bebida e festa e voltar a estudar. Ora, mas menino mesmo...

O gás carbônico liberado na fermentação alcoólica é a base para o inchaço de pães e bolos. O fermento biológico (fermento tipo Fleischmann) é na verdade a própria levedura, que em contato com o substrato adequado, começa a realizar fermentação alcoólica. As minúsculas bolhas de CO₂ se expandem dentro da massa, e graças ao glúten, substância elástica e liguenta, promovem o inchaço da massa. O álcool,

produzido nesse caso em quantidades bastante diminutas (teor alcoólico de cerca de 0,5%), evapora no processo, dando o característico aroma do pão que saiu do forno (cheiro bom...).

Queijos são produzidos a partir da ação de fermentação láctica mediada por bactérias como as *Lactobacillus*. Alguns queijos, entretanto, chamado de curados, passam por modificações durante sua produção graças à ação de fungos. O sabor forte do Camembert e do Roquefort, por exemplo, é produzido a partir de produtos do metabolismo dos fungos *Penicillium camembertii* e *Penicillium roquefortii* respectivamente.

Produção de Álcool

Como já mencionado, fungos estão relacionados à produção de **álcool**, que além de ter sua importância alimentar é um importante **combustível** e uma interessante alternativa aos derivados de petróleo. A queima de derivados de petróleo produz gás carbônico, que está relacionado à intensificação do efeito estufa. Já a queima do álcool libera menos poluentes e ainda traz a vantagem da cana-de-açúcar durante seu crescimento remover o CO₂ atmosférico com sua atividade fotossintética. O álcool é ainda um poderoso **antiséptico** (ou seja: elimina bactérias e por isso pode ser usado como produto de limpeza).

Pragas Agrícolas

Alguns fungos parasitas de plantas causam problemas a lavouras diversas. Doenças como a **ferrugem do cafeeiro**, **a necrose do amendoim**, **a podridão parda da batata** e **a vassoura de bruxa do cacau** causam grandes perdas em cultivos a cada ano. A vassoura de bruxa está sendo um problema particularmente sério para a lavoura cacaueteira no Brasil nos últimos anos, tendo quase exterminado as plantações na região sul da Bahia. A seleção de variedades resistentes de cacau tem felizmente contido a disseminação da praga.

IMPORTÂNCIA MÉDICA

Produção de Medicamentos

Fungos são usados na produção de **antibióticos**. O primeiro antibiótico foi descoberto meio que por acaso. Em 1929, o pesquisador inglês Alexander Flemming percebeu que uma de suas placas de cultura de bactérias havia sido contaminada por um fungo, o bolor verde do pão (*Penicillium notatum*). Ao perceber que as colônias bacterianas desapareciam na área do meio de cultura em contato com o bolor,

Flemming isolou a substância responsável por essa ação. Essa substância foi batizada então de **penicilina**, exatamente o primeiro antibiótico e ainda um dos mais usados até hoje (por exemplo, muita gente já tomou uma divertidíssima injeção de benzetacil, que é um tipo de penicilina). Outro antibiótico derivado do metabolismo de fungos é a **estreptomicina** (de fungos *Streptomyces sp.*).

Fungos são usados na produção de outros medicamentos. Para que transplantes de órgãos pudessem começar a serem feitos com sucesso, havia a necessidade de se controlar o sistema imune do receptor, para evitar a rejeição. Por isso, as cirurgias de transplantes puderam se tornar cada vez mais bem-sucedidas com o desenvolvimento da droga ciclosporina (de fungos *Tolypocladium sp.*), que age como um imunossupressor e minimiza os riscos de rejeição.

Fungos Venenosos

Fungos venenosos como os cogumelos *Amanita muscaria*, *Amanita phalloides* e *Psilocybe sp* podem até mesmo causar a morte em casos de ingestão de grande quantidade de toxinas. De modo geral, fungos venenosos tendem a apresentar coloração vistosa, como *Amanita muscaria* e *Psilocybe sp*, que são vermelhos ou amarelos. Entretanto, fungos de coloração branca não devem ser descartados como tóxicos, como é o caso de *Amanita phalloides*, cogumelo branco que está entre as formas de vida mais venenosas da natureza.

Amanita produz substâncias denominadas **ciclo-peptídeos** capazes de inibir a síntese de RNA em células animais, levando-as à morte. A ingestão de um único cogumelo de *Amanita phalloides* pode causar a morte de um humano adulto.

Psilocybe produz a **psilocibina**, substância de forte efeito alucinógeno.

Claviceps purpurea, também conhecido como esporão-do-centeio. Esse fungo cresce sobre grãos de cereais como o centeio e o trigo, e suas toxinas, como o **ácido lisérgico** e **ergotina**, têm efeito alucinógeno e abortivo. O *Claviceps purpurea* também serve como base para a produção do **LSD (dietilamida do ácido lisérgico)**, que é também um poderoso alucinógeno e se tornou a droga oficial dos movimentos de contracultura das décadas de 1960 e 1970.

Aspergillus sp, que costuma crescer em amendoim e produz as chamadas **aflatoxinas**, possivelmente causadoras de reações alérgicas, lesões hepáticas e, eventualmente, câncer de fígado.

Fungos Parasitas: Causadores de Micose

Fungos parasitas causam uma grande variedade de doenças, conhecidas genericamente pelo nome de **micose**. As mais frequentes são aquelas que afetam a pele.

MICOSES

As micose podem ser classificadas em **micose superficiais**, **micose cutâneas (ou dermatofitoses)**, **micose subcutâneas**, **micose sistêmicas** e **micose oportunistas**.

MICOSES SUPERFICIAIS

As **micose superficiais** são aquelas que afetam apenas as camadas mais externas da pele (principalmente a camada córnea da epiderme, formada por células mortas queratinizadas) e os pelos. Essas micose não trazem dor nem efeitos sistêmicos.

Malassezia furfur (*Pitysporum orbiculare*) causa uma das mais comuns lesões cutâneas, a **ptíriase versicolor** ou **pano branco**, que é caracterizada pela presença na pele de manchas hiperpigmentadas ou hipopigmentadas, bastante propensas à descamação. Esse fungo pode também causar descamação no couro cabeludo, caracterizando a caspa.

Exophiala werneckii causa a **tinea nigra**, caracterizada pelo surgimento de manchas escuras na pele, *Piedraia hortae* causa a **pedra negra**, caracterizada pelo surgimento dos corpos negros em cabelos e pelos, e *Trichosporon beigelii* causa a **pedra branca**, caracterizada pelo surgimento dos corpos brancos em cabelos e pelos.

MICOSES CUTÂNEAS OU DERMATOFIToses

As **micose cutâneas ou dermatofitoses** ou **tinhas** são aquelas que causam infecções mais profundas na epiderme e em seus derivados, como pelos e unhas, levando a descamação, prurido (coceira) e dor.

Trichophyton sp causam o **pé-de-atleta ou frieira**, normalmente entre os dedos dos pés, causando prurido, rachaduras e descamação na pele, as **onicomicoses** nas unhas e as **peladas**, no couro cabeludo, causando queda de cabelos.

MICOSES SUBCUTÂNEAS

As **micoses subcutâneas** são aquelas que causam infecções em derme e tecidos subcutâneos, como hipoderme, músculos e tecido ósseo.

Sporothrix schenckii penetra, por esporos, através de lesões cutâneas, e causa a **esporotricose subcutânea**, podendo afetar também tecidos internos.

MICOSES SISTÊMICAS

As **micoses sistêmicas** são aquelas que afetam órgãos internos, como pulmões e coração.

Histoplasma pseudocapsulatum causa uma doença denominada **histoplasmose**, também conhecida como “**doença dos exploradores de cavernas**”, uma vez que o contágio se dá normalmente através da inalação de esporos do fungo a partir de fezes ressecadas de morcego. Uma outra possibilidade de transmissão está na inalação de esporos a partir de fezes ressecadas de pombos ou outras aves, o que explica a preocupação com a proliferação descontrolada desses animais em grandes centros urbanos. A doença atinge os pulmões e pode variar de assintomática a letal, com sintomas como pneumonia, febre e anemia. A prevenção desta doença pode ser feita evitando a inalação de pó em ambientes onde haja ou tenha havido animais transmissores. Exploradores em particular devem ter o cuidado de utilizar máscaras ao adentrarem cavernas e minas ou túneis abandonados.

Cryptococcus neoformans causa a **criptococose** ou **blastomicose europeia**, doença também transmissível pela inalação de esporos principalmente a partir das fezes de pombos ou partículas do solo ou árvores. Também causa lesões pulmonares e cutâneas, além de ser a principal responsável pela **meningite fúngica**, uma importante causa de morte em pacientes com AIDS.

Paracoccidioides brasiliensis causa graves lesões ulcerativas nas cavidades oral e nasal, o que lhe valeu o nome vulgar de “fungo bravo”, além de afetar possivelmente os pulmões. A transmissão dessa doença, denominada **paracoccidiomicose** ou **blastomicose sul-americana** (apesar de vários autores preferirem usar o nome blastomicose para designar outras doenças, sendo este termo muitas vezes considerado impróprio para tal doença), ocorre por via pulmonar por aspiração de esporos, mas o hábito de palitar os dentes com gravetos, mastigar mato ou de fazer higiene anal com folhas mostram que a inoculação do fungo também se dá de modo direto.

Blastomyces dermatitidis causa a **blastomicose norte-americana** (essa sim, merecedora do termo blastomicose para ser descrita). De modo semelhante à paracoccidiomicose, a transmissão se dá pela inalação de esporos ou contato direto, e os sintomas são também semelhantes, com lesões pulmonares e cutâneas.

MICOSES OPORTUNISTAS

As **micoses oportunistas** são aquelas que se instalam em pacientes imunodeprimidos, podendo causar desde manifestações cutâneas a efeitos sistêmicos mais graves.

Candida albicans causa uma doença denominada **candidíase** ou **monilíase**, que se manifesta de diferentes modos em cada indivíduo. Este fungo se instala basicamente em indivíduos com deficiência imunológica. Em crianças (cujo sistema imune não está totalmente desenvolvido), a candidíase se manifesta como manchas brancas nos lábios e língua com o nome popular de **sapinho**. Em pacientes com AIDS ou outros pacientes imunodeprimidos, a candidíase pode, além das manifestações orais e genitais, se instalar em órgãos internos como os do sistema nervoso central (causando **meningite**), o coração e o sangue. Essa em forma em particular de manifestação da candidíase é bastante grave.

Pneumocystis carinii é um fungo normalmente inofensivo, mas oportunista: em pacientes imunodeprimidos acaba causando uma forma grave de pneumonia (**pneumonia pneumocística**) que frequentemente é a causa do óbito em pacientes com AIDS.

Aspergillus sp e *Rhizopus sp* são fungos que formam mofo em determinados alimentos e cujos esporos, se inalados, podem causar infecções sistêmicas, principalmente pulmonares, em pacientes imunodeprimidos, respectivamente, **Aspergilose** e **Mucormicose** (ou **Zigomicose**).

REPRODUÇÃO DOS FUNGOS

REPRODUÇÃO ASSEXUADA

A reprodução assexuada em fungos pode se dar de várias maneiras:

- **bipartição ou cissiparidade** (somente nas formas unicelulares)
- **brotamento** (somente nas formas unicelulares)
- **fragmentação do micélio** (nas formas pluricelulares)
- **produção de esporos** assexuados por mitose.

Os esporos dos fungos são produzidos por estruturas do micélio denominadas de **esporângios**, por vezes localizadas em hastes denominadas de **esporangióforos**, e podem ser basicamente de dois tipos:

- **zoósporos**, dotados de flagelos e, portanto, móveis em ambientes aquáticos
- **aplanósporos**, não dotados de flagelos e que se dispersam pelo vento.

Os **zoósporos** ocorrem **somente** nos **mastigomicetos (fungos com flagelos)**, se estes forem considerados fungos. Todos os **amastigomicetos (fungos sem flagelos)**, ou seja, os **fungos verdadeiros**, formam **somente aplanósporos**.

REPRODUÇÃO SEXUADA

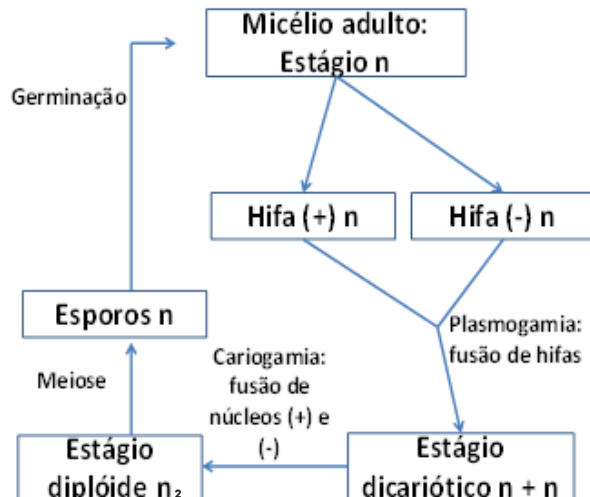
Há grande variedade nos ciclos vitais de fungos, mas de modo geral pode-se afirmar que **não há gametas** em seus processos reprodutivos, mas **somente esporos**, e eles apresentam uma **meiose zigótica** especial, sendo portanto organismos **haplobiontes-haplontes**. Assim, os fungos adultos são **haploides (n)**.

Fungos não apresentam uma divisão de sexos convencional, como “machos” e “fêmeas”. Na verdade, há duas linhagens de hifas, denominadas simplesmente (+) e (-). Hifas (+) não podem cruzar com hifas (+), assim como hifas (-) não podem cruzar com hifas (-); o cruzamento só é possível entre hifas (+) e (-). Apesar disso, não é possível se reconhecer se uma hifa é de um tipo ou de outro, pois não há caracteres distintivos entre as duas linhagens. Ao se colocar duas linhagens em um determinado ambiente, o cruzamento indica que há hifas (+) e (-), mas a falta de cruzamento não permite reconhecer se ambas são (+) ou ambas são (-); sabe-se apenas que elas são da mesma linhagem. Em alguns fungos, ocorrem hifas (+) e (-) simultaneamente no mesmo micélio, que é dito **homotático**; em outros, o micélio apresenta somente hifas (+) ou somente hifas (-), e o micélio agora é dito **heterotático**.

Num primeiro momento, hifas de linhagens distintas se aproximam e se fusionam, num processo denominado **plasmogamia (fusão dos citoplasmas)**. Dessa maneira, a plasmogamia permite o encontro de núcleos n da hifa (+) com núcleos n da hifa (-). Esse estágio onde se encontram núcleos n das duas linhagens de hifas, (+) e (-), simultaneamente num mesmo compartimento gerado pela própria fusão de hifas é denominado **estágio dicariótico ($n + n$)**. O estágio dicariótico pode permanecer por vários anos.

Num segundo momento, os núcleos n (+) e (-) do estágio dicariótico sofrem fusão, num processo denominado cariogamia (**fusão dos núcleos**). Assim, a cariogamia leva à formação de vários núcleos $2n$ a partir da fusão de vários núcleos n (+) com vários núcleos n (-). Esse estágio onde há vários núcleos $2n$ é denominado na região de fusão das hifas é denominado **estágio diploide ($2n$)**.

Os núcleos $2n$ do estágio diploide sofrem então meiose para dar origem a **esporos sexuais**, que germinarão para produzir novos micélios.



Tome nota:

CLASSIFICAÇÃO DOS FUNGOS

A classificação dos fungos é bastante controversa. Vários termos que foram originalmente usados na taxionomia dos fungos para designar filos ou classes não têm valor na sistemática atual. Apesar disso, muitos desses termos são ainda usados na identificação de um grupo em particular de fungos. Fungos podem ser classificados pela presença ou não de **flagelos** e pela presença ou não, bem como pelas formas dos **corpos de frutificação**.

Quanto à presença de flagelos

- **Mastigomicetos** (do grego *mastigo*, flagelo, e *myketos*, fungo) são fungos **dotados de flagelos**, sendo aquáticos. Para alguns autores, não devem ser enquadrados como fungos, mas como protistas. Para outros autores, são a forma mais primitiva de fungos, que deu origem aos demais grupos de fungos modernos.

- **Amastigomicetos** (do grego *a*, sem) são fungos não **dotados de flagelos**. Para alguns autores, somente amastigomicetos são fungos verdadeiros.

Quanto ao corpo de frutificação

- **Ficomicetos** são fungos que não possuem corpo de frutificação bem caracterizado.

- **Ascomicetos** possuem um corpo de frutificação em forma de taça.

- **Basidiomicetos** possuem um corpo de frutificação em forma de guarda-chuva.

Classificação moderna

Esses termos são hoje usados para auxiliar a classificação dos fungos. Consideram-se 4 ou 5 divisões de fungos atualmente: **Divisão Chytridiomycota**, **Divisão Zygomycota**, **Divisão Ascomycota**, **Divisão Basidiomycota** e **Divisão Deuteromycota**.

| | | |
|--|------------------------|---|
| Mastigomicetos: com flagelos (nem sempre considerados fungos) | Chytridiomycota | Ficomicetos: sem corpo de frutificação |
| | Zygomycota | |
| Amastigomicetos: sem flagelos (eumicetos ou fungos verdadeiros) | Ascomycota | Não ficomicetos: com corpo de frutificação |
| | Basidiomycota | |
| | Deuteromycota | |

DIVISÃO CHYTRIDIOMYCOTA: FUNGOS AQUÁTICOS FLAGELADOS OU PROTISTAS?

Os **quitrídiomicetos** (Divisão *Chytridiomycota*) são seres **aquáticos flagelados** que podem ter hábitos sapróvoros (agindo como decompositores) ou parasitas. O gênero *Achlya* é muito comum em água doce e responsável frequente pela decomposição de organismos mortos.

Os aspectos morfológicos e fisiológicos dos quitridiomicetos seguem o mesmo padrão dos fungos, com algumas **quitrídias** inclusive possuindo uma **parede celular de quitina**. Entretanto, a presença de flagelos as torna filogeneticamente distantes dos fungos modernos. Ou elas são considerados os fungos mais primitivos, ou são consideradas protistas, dependendo do autor.

Observação: Tal como os restantes filos de fungos, os quitrídios têm parede celular de quitina mas há um pequeno grupo (*Hyphochytrios*) com parede celulósica, uma característica única entre os fungos vivos.

DIVISÃO ZYGOMYCOTA: MOFO NEGRO DO PÃO

Os **zigomicetos** são fungos que apresentam **hifas cenocíticas** e não possuem corpo de frutificação bem caracterizado, sendo, pois, **ficomicetos**. Eles vivem em ambientes terrestres, como o solo, e tem hábitos tipicamente decompositores. Alguns deles são úteis na produção de medicamentos como esteroides antiinflamatórios e anticoncepcionais. Um exemplo bem conhecido é o mofo negro do pão, de frutas e de outros alimentos, representado pelos gêneros *Rhizopus* e *Mucor*.

Na reprodução assexuada dos zigomicetos ocorre a diferenciação no micélio de **esporângios** para a geração dos esporos assexuados. Isso ocorre quando as condições ambientais são favoráveis.



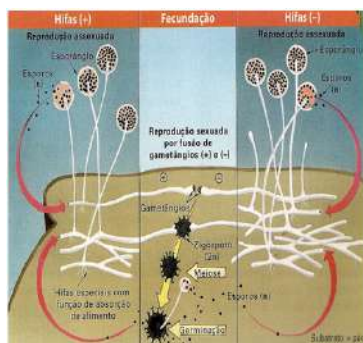
Esporângios.

Na reprodução sexuada, quando as hifas (+) e (-) se tocam, formam-se septos nas duas hifas isolando o segmento central da área da fusão, que agora passa a ser conhecido como **gametângio**, onde há uma grande quantidade de núcleos n (+) e (-) (**estágio dicariótico**). Ocorre então a fusão dos citoplasmas (**plasmogamia**), formando o **estágio dicariótico** ($n + n$), e logo depois ocorre a fusão dos núcleos n (+) e (-) (**cariogamia**), formando o **estágio diploide** ($2n$) multinucleado. A parede celular do gametângio se espessa e assume uma coloração negra, quando a estrutura passa a ser denominada **zigósporo**, o que deu nome ao grupo.

O zigósporo é altamente resistente e pode permanecer meses resistindo a condições adversas, até que o ambiente se torne propício para a germinação: ele abre e forma um único esporângio com todos os núcleos $2n$, onde há a meiose para a produção e subsequente dispersão dos esporos. Cada esporo então origina um novo micélio.

DIVISÃO ASCOMYCOTA: LEVEDURAS, BOLORES E TRUFAS

Os **ascomicetos** formam o **maior grupo de fungos**, havendo espécies **unicelulares (leveduras)** e **pluricelulares de hifas septadas**. Suas **hifas têm extremidades arredondadas** e seus corpos de frutificação, os ascocarpos, têm forma normalmente a uma taça. Entre os ascomicetos, estão organismos conhecidos, como as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces carlsbergensis*, os mofos verdes e rosados do gênero *Penicillium* (classificados por alguns autores como deuteromicetos), o bolor rosado *Neurospora* que foi a base para a compreensão dos mecanismos de funcionamento do gene (com a teoria “um gene, uma enzima” de Beadle e Tatum), as comestíveis



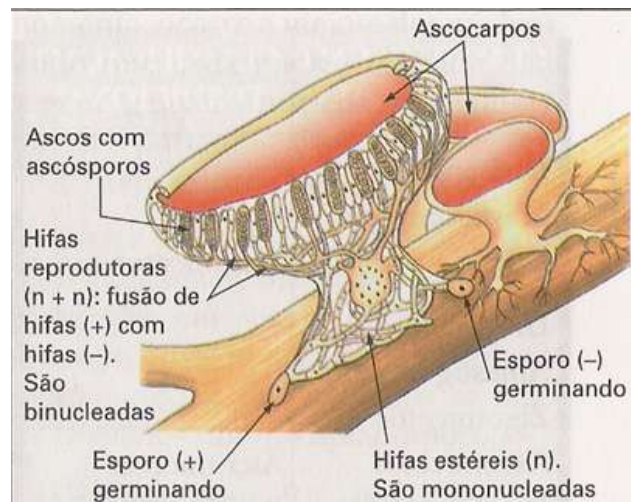
Reprodução de zigomicetos.

trufa (gênero *Tuber*) e *Morchella* e a *Claviceps purpurea*, base para a produção do LSD.

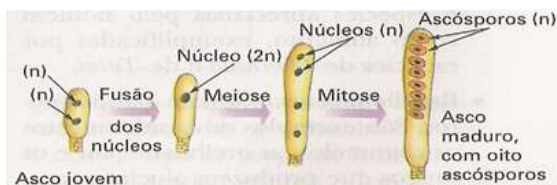
Na reprodução assexuada os esporos não são formados em esporângios, mas nas extremidades das hifas, por vezes chamadas nessa ocasião de **conidióforos**, e os esporos assexuados são denominados **conídias** ou **conidiósporos**.

Na reprodução sexuada, as hifas que enviam núcleos para a formação do estágio dicariótico são chamadas gametângios. Os gametângios femininos são conhecidos como **ascogônios**, e os gametângios masculinos como **anterídios**. A partir do ascogônio, se desenvolve uma projeção denominada **tricógino**, que cresce em direção ao anterídio mais próximo. O tricógino funciona como uma ligação pela qual os núcleos do anterídio podem migrar para o ascogônio.

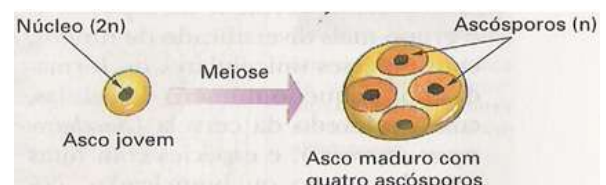
A partir do estágio dicariótico, há um tipo todo particular de esporo denominado **ascósporo**, produzido em estruturas denominadas ascos, que são na verdade modificações das hifas. Neles, uma célula com dois núcleos n tem seus núcleos se fusionados, dando origem a um núcleo $2n$, que sofre uma meiose, originando quatro núcleos n . Em leveduras, esses quatro núcleos já são os ascósporos, mas na maioria das espécies, ocorre depois uma mitose, originando oito núcleos n que corresponderão aos ascósporos nesse caso. Os esporos são então dispersos pelo vento para dar origem a novos indivíduos.



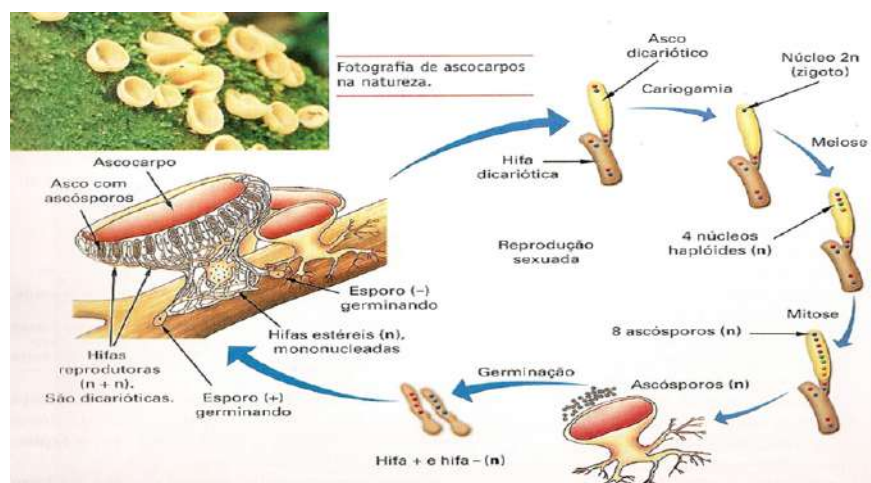
Esquema mostrando a relação entre ascocarpo e ascos.



Formação de ascósporos em ascomicetos em geral.



Formação de ascósporos em leveduras.



Esquema mostrando a relação entre ascocarpo e ascos.

DIVISÃO BASIDIOMYCOTA: COGUMELOS E ORELHAS-DE-PAU

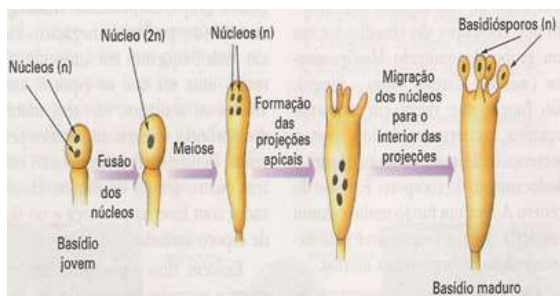
Os **basidiomicetos** são fungos que apresentam **hifas septadas**. Seus corpos de frutificação, os **basidiocarpos**, têm forma de **guarda-chuva**. Entre os basidiomicetos estão os cogumelos como o comestível champignon (*Agaricus sp*) e os venenosos *Amanita* e *Psilocybe*, além das orelhas-de-pau. Cogumelos e orelhas-de-pau são exatamente os corpos de frutificação dos fungos.

Dentre os basidiomicetos, somente a classe **Basidiomycetes** forma corpos de frutificação; as duas outras classes do filo, **Te-*liomycetes*** e **Ustomycetes**, não formam tais estruturas, ficando os basídios agrupados sobre os micélios formando estruturas denominadas soros.

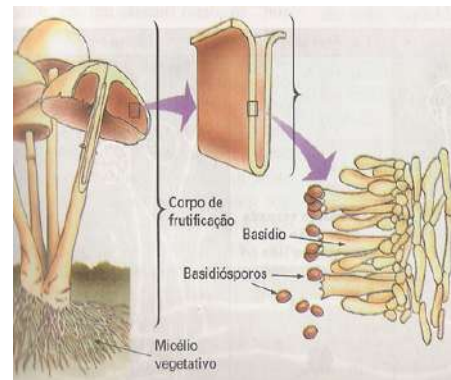


Cogumelos venenosos alucinógenos *Amanita muscaria*.

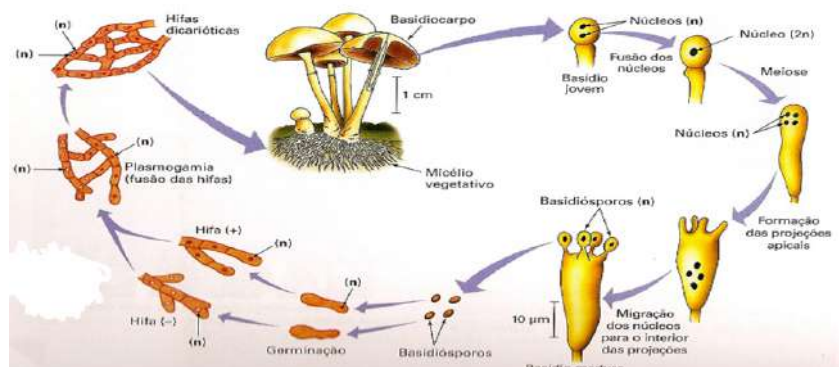
Na reprodução sexuada, há um tipo de esporo característico denominado **basidiósporo**, produzido em estruturas denominadas **basídias**, formadas a partir de hifas modificadas. A formação desses esporos é bastante semelhante àquela descrita para os ascósporos, com a diferença que os basidiósporos ficarão em evaginações da basídia, projetados para fora para facilitar a exposição ao vento. Os esporos são, como no caso dos ascósporos, dispersos pelo vento para dar origem a novos indivíduos.



Formação de basidiósporos.



Esquema mostrando a relação entre basidiocarpo e basídias.



Resumo da reprodução em basidiomicetos; notar o corpo de frutificação (basidiocarpo) em chapéu.

MIXOMICETOS, OOMICETOS E QUITRIDOMICETOS: FUNGOS OU PROTISTAS?

Mixomicetos

Os **mixomicetos** (*Myxomycota*) são organismos **eucariontes heterótrofos** originalmente classificados como “fungos gelatinosos”, devido a algumas semelhanças morfológicas e reprodutivas em relação aos fungos. Entretanto, eles **não apresentam parede celular**, o que é uma evidente diferença em relação aos membros do Reino Fungi. Alguns autores ainda os consideram fungos, entretanto.

Os mixomicetos são **normalmente unicelulares**, apresentando forma ameboide ou flagelada, mas em condições de pequena disponibilidade de nutrientes no solo, vários organismos podem se fundir e formar uma massa multinucleada denominada **plasmódio**. Nessa forma, mixomicetos podem migrar por deslizamento para um lugar mais apropriado. Ainda nessa massa, pode haver reprodução sexuada dos organismos, gerando esporos que podem dar origem a outros indivíduos. Mixomicetos na forma plasmodial podem assumir dimensões absurdamente grandes, se espalhando por vários hectares de solo, mas ainda são microscópicos por serem extremamente delgados.

Quitridiomycetos e Oomicetos

Os **quitridiomycetos** (*Chytridiomycota*) e os **oomycetos** (*Oomycota*) são organismos **eucariontes heterótrofos unicelulares ou multicelulares sem organização tecidual** e que guardam uma estreita relação de parentesco com fungos. Tanto quitridiomycetos como oomicetos são seres **aquáticos flagelados** que podem ter hábitos sapróvoros (agindo como decompositores) ou parasitas.

As **quitrídias** possuem **parede celular de quitina** (embora outras substâncias possam estar presentes, inclusive celulose), o que inclusive leva muitos autores a defenderem a ideia de que os fungos (também dotados de parede celular de quitina) se originaram de um grupo ancestral de quitrídias. Para muitos autores, ainda, quitrídias são fungos, sendo encarados desse modo como o mais primitivo dos grupos de fungos.

Os **oomycetos** possuem **parede celular de celulose** (embora outras substâncias possam estar presentes), o que os torna mais distantes dos fungos. Ainda assim, alguns autores os consideram fungos, o que permite que às vezes se afirme que há fungos com celulose na parede celular. Nessas ocasiões, se está se referindo aos oomicetos como sendo fungos.

O que diferencia quitridiomycetos e oomicetos de fungos verdadeiros é o fato de serem dotados de **flagelo** enquanto os fungos não são. Para muitos autores, a transição das quitrídias para os fungos teria envolvido exatamente a perda dos centríolos e consequentemente dos flagelos. Para outros autores, que consideram quitridiomycetos e oomicetos como fungos, eles seriam **mastigomicetos** (do grego *mastigo*, flagelo e *myco*, fungo), os fungos flagelados, em contrapartida aos demais fungos que seriam **amastigomicetos**, os fungos não flagelados.

Infelizmente, os vários estudiosos de Biologia ainda não conseguiram se decidir a respeito da classificação dos organismos no Reino Protista, apesar de a classificação aqui apresentada estar entre as tendências mais modernas. Paciência...