

Processo Seletivo 03/2022 UDESC

PADRÃO DE RESPOSTA DAS QUESTÕES CONSTANTES NA PROVA ESCRITA
Área de Conhecimento: Biologia Aplicada à Engenharia

Questão 01 (valor 3,0 pontos)

Segundo Madigan et al. (2010, p. 744),

as vitaminas e os aminoácidos são nutrientes utilizados nas indústrias farmacêutica, de suplementos nutricionais (nutracêutica) e alimentos. Dentre esses compostos, vários são produzidos por micro-organismos em escala industrial.

Discorra sobre o que os autores descrevem para as vitaminas e os aminoácidos.

Resposta:

Fonte: MADIGAN, et al. **Microbiologia de Brock**. 12. ed. São Paulo: Pearson Education: Prentice-Hall, 2010. **Páginas 744 e 745.**

e utilizados no esquema de produção. Por exemplo, sabe-se que a síntese de clortetraciclina é reprimida por glicose e fosfato. A repressão por fosfato é particularmente significativa, de maneira que o meio de cultura utilizado na produção comercial contém concentrações relativamente baixas de fosfato. A Figura 25.11 apresenta um protocolo de produção de tetraciclina. Assim como na produção de penicilina, a água de maceração de milho é utilizada, porém, sacarose em vez de lactose é utilizada como fonte de carbono. O uso da glicose é evitado, pois esse composto inibe fortemente a produção do antibiótico por meio de repressão catabólica (Seção 9.9).

Minirrevisão de 25.6

Os principais antibióticos de importância clínica incluem os antibióticos β-lactâmicos penicilina e cefalosporina, e as tetraciclina. Todos esses antibióticos correspondem a metabólitos secundários típicos e a sua produção industrial foi altamente refinada.

- Qual a estrutura química comum à penicilina e à cefalosporina?
- Em relação à produção de penicilina, qual o significado do termo semissintético? E biossintético?

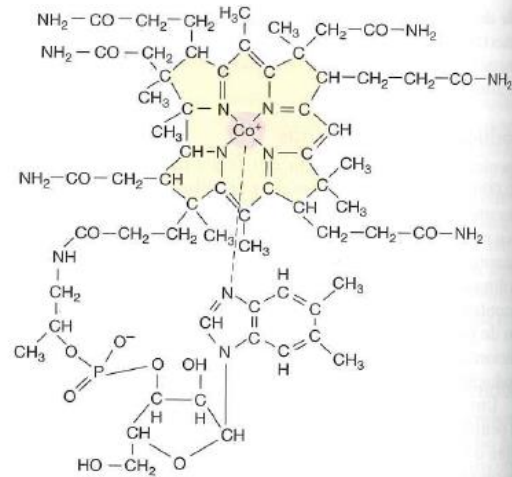
25.7 Vitaminas e aminoácidos

As vitaminas e os aminoácidos são nutrientes utilizados nas indústrias farmacêutica, de suplementos nutricionais (nutracêutica) e alimentícia. Dentre esses compostos, vários são produzidos por micro-organismos em escala industrial.

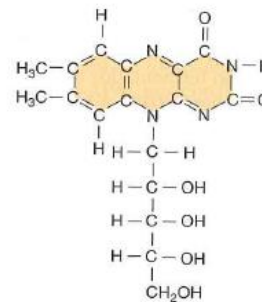
Vitaminas

As vitaminas são utilizadas como suplementos de alimentos humanos e rações animais, sendo sua produção superada apenas pelos antibióticos, em termos de vendas totais de produtos farmacêuticos. A maioria das vitaminas é produzida comercialmente por meio de síntese química. Entretanto, algumas vitaminas são muito complicadas para serem sintetizadas a um baixo custo, mas podem ser produzidas em quantidades suficientes, de forma relativamente fácil, por processos microbianos. A vitamina B₁₂ e a riboflavina são as vitaminas mais importantes.

A vitamina B₁₂ (Figura 25.12a) é sintetizada exclusivamente por micro-organismos, na natureza, sendo requerida como um fator de crescimento por todos os animais. Como uma coenzima, a vitamina B₁₂ desempenha um papel importante na bioquímica animal em determinadas transferências de metil e processos relacionados. Em seres humanos, uma significativa deficiência de vitamina B₁₂ leva a uma condição debilitante denominada *anemia perniciosa*, caracterizada pela baixa produção de hemácias e por distúrbios do sistema nervoso. Em animais, as necessidades de vitamina B₁₂ são satisfeitas por meio da alimentação ou pela absorção intestinal da vitamina produzida por bactérias intestinais. As plantas não produzem, nem utilizam, a vitamina B₁₂ e, assim, é importante que vegetarianos estritos suplementem sua dieta com esta vitamina.



(a) B₁₂



(b) Riboflavina

Figura 25.12 Vitaminas produzidas por micro-organismos, em escala industrial. (a) Vitamina B₁₂. A estrutura de cobalamina é apresentada; observe o átomo central de cobalto. A real forma da coenzima da vitamina B₁₂ contém um grupo desoxiadenosil ligado ao Co, acima do plano do anel. (b) Riboflavina (vitamina B₂).

Na produção industrial de vitamina B₁₂, são empregadas linhagens microbianas especificamente selecionadas em virtude de sua elevada produção de vitamina. Espécies de *Propionibacterium* e *Pseudomonas* são os principais produtores comerciais, especialmente *Propionibacterium freudenreichii*. O metal cobalto está presente na vitamina B₁₂ (Figura 25.12a), havendo um grande aumento na produção dessa vitamina quando pequenas quantidades de cobalto são adicionadas ao meio de cultura.

A riboflavina (Figura 25.12b) é o composto parental das flavinas FAD e FMN, coenzimas que desempenham importantes papéis nas enzimas envolvidas em reações de oxidação-redução (Seção 5.11). A riboflavina é sintetizada por vários micro-organismos, incluindo bactérias, leveduras e fungos. O fungo *Ashbya gossypii* produz naturalmente grandes quantidades dessa vitamina (até 7 g/L), sendo, por essa razão, utilizado na maioria dos processos de produção microbiana. Apesar de seu ótimo rendimento, há uma grande competição econômica entre o processo microbiano e a síntese estritamente química.

Tabela 25.3 Aminoácidos utilizados na indústria alimentícia^a

Aminoácido ^b	Produção mundial anual (toneladas métricas)	Usos	Finalidade
L-Glutamato (glutamato monossódico, GMS)	370.000	Vários alimentos	Intensificador de sabor; amaciante de carne
L-Aspartato e L-Alanina	5.000	Sucos de frutas	"Suavizador" de sabor
Glicina	6.000	Alimentos adoçados	Melhorar o sabor; ponto de partida de sínteses orgânicas
L-Cisteína	700	Pães	Melhorar a qualidade
L-Triptofano + L-Histidina	400	Sucos de frutas	Antioxidante
Vários alimentos, leite desidratado			Antioxidante, evita a rancidez; aditivo nutricional
Aspartame (produzido de L-fenilalanina + ácido L-aspártico)	7.000	Refrigerantes, goma de mascar, outros produtos sem adição de açúcar	Adoçante pouco calórico
L-Lisina	70.000	Pães (Japão), aditivos alimentares	Aditivo nutricional
DL-Metionina	70.000	Produtos de soja, aditivos alimentares	Aditivo nutricional

^aDados obtidos de Glazer, A. N. e Mikaido, H. 1995. *Microbial Biotechnology*, W. H. Freeman, Nova York.
^bAs estruturas desses aminoácidos são apresentadas na Figura 3.12.

Aminoácidos

Os aminoácidos são intensamente utilizados na indústria alimentícia como aditivos alimentares, na nutraceutica, como suplementos nutricionais e, na indústria química, como compostos iniciadores (Tabela 25.3). O aminoácido comercial de maior importância é o ácido glutâmico, utilizado como intensificador de sabor (glutamato monossódico, GMS). Dois outros importantes aminoácidos, ácido aspártico e fenilalanina, são os componentes do adoçante artificial **aspartame**, um adoçante não nutritivo de refrigerantes dietéticos e outros alimentos comercializados como produtos de baixa caloria ou livres de açúcar.

A lisina é um aminoácido essencial para seres humanos e animais de interesse econômico, sendo produzida comercialmente pela bactéria *Brevibacterium flavum* para o uso como aditivo alimentar. Como os aminoácidos são utilizados para a síntese de proteínas, sua produção é altamente regulada pela célula, conforme discutido no Capítulo 9. Contudo, na produção industrial de aminoácidos, tais mecanismos regulatórios devem ser contornados, a fim de obter-se uma linhagem *superprodutora*, capaz de produzir o aminoácido de maneira econômica.

A produção de lisina por *B. flavum* é controlada pela enzima aspartoquinase; o excesso de lisina inibe retroativamente a atividade dessa enzima (Figura 25.13; o fenômeno geral da inibição por retroalimentação foi descrito na Seção 5.18). Todavia, a superprodução de lisina pode ser obtida pelo isolamento de mutantes de *B. flavum*, nos quais a aspartoquinase não seja inibida por retroalimentação. Tal procedimento é realizado pelo isolamento de mutantes resistentes à S-aminoetilcisteína (AEC), um análogo de lisina que se liga ao sítio alostérico da aspartoquinase, inibindo sua atividade enzimática (Figura 25.13b). Mutantes AEC-resistentes podem ser obtidos facilmente e possuem uma forma modificada da aspartoquinase, cujo sítio alostérico não reconhece a AEC ou a lisina, reduzindo significativamente a inibição por retroalimentação desta enzima pela lisina. Tais mutantes de *B. flavum* podem produzir mais de 60 gra-

mas de lisina por litro em fermentadores industriais, uma concentração suficientemente alta para tornar o processo comercialmente viável.

Minirrevisão de 25.7

As vitaminas produzidas por micro-organismos incluem a vitamina B₁₂ e a riboflavina, enquanto os principais aminoácidos produzidos comercialmente são glutamato, aspartato, fenilalanina e lisina. Uma alta produção de aminoácidos pode ser obtida modificando-se os sinais regulatórios que controlam sua síntese, permitindo que sejam superproduzidos.

- Qual aminoácido é produzido comercialmente em maiores quantidades?
- Como a superação da inibição por retroalimentação otimiza a produção de um aminoácido?

25.8 Esteroides e outras biotransformações

Discutimos o papel dos esteróis nas membranas eucarióticas, na Seção 4.3. Esteroides são derivados de esteróis, e importantes hormônios de animais que regulam vários processos metabólicos. Alguns esteroides são também utilizados como fármacos na medicina humana. Membros de um grupo, os *corticosteroides*, reduzem a inflamação. Assim, esses compostos são agentes terapêuticos eficazes no controle dos sintomas da inflamação tópica, artrite e alergias. Membros de outro grupo, os *estrógenos* e esteroides androgênicos, estão envolvidos na fertilidade humana e podem ser utilizados terapêuticamente no controle da fertilidade, ou como estimulantes para ganho de massa muscular.

Os esteroides podem ser sintetizados quimicamente, porém esse é, frequentemente, um processo complexo e dispendioso. Todavia, determinadas etapas quimicamente difíceis

Questão 02 (valor 2,0 pontos)

A respeito da otimização do contraste em microscopia óptica, responda:

- a) Qual a principal vantagem que a microscopia de contraste de fase possui sobre a coloração? (1,0)
- b) Como é possível tornar as células fluorescentes? (1,0)

Resposta:

Fonte: MADIGAN, et al. **Microbiologia de Brock**. 12. ed. São Paulo: Pearson Education: Prentice-Hall, 2010. [Páginas 27, 28 e 29.](#)

gera o contraste, otimizando, assim, a visualização (Figura 2.2). No caso de células desprovidas de pigmentos, existem formas de aumentar-se o contraste, esses métodos serão discutidos na próxima seção.

Aumento e resolução

O aumento total de um microscópio composto corresponde ao produto do aumento obtido com as lentes objetiva e ocular (Figura 2.1b). Aumentos de aproximadamente 1.500x são o limite máximo para um microscópio óptico composto. Acima desse limite, a resolução não é melhorada. A resolução é uma função do comprimento de onda da luz utilizada e de uma característica das lentes objetivas, conhecida como *abertura numérica* (uma medida da capacidade de concentrar a luz). Há uma correlação entre o aumento de uma lente e sua abertura numérica: normalmente, lentes de maior aumento apresentam aberturas numéricas maiores (a abertura numérica de uma lente é gravada, na lente, ao lado do aumento). O diâmetro do menor objeto que pode ser distinguido por qualquer lente é igual a $0,5\lambda/abertura\ numérica$, onde λ é o comprimento de onda da luz utilizada. Com base nessa fórmula, a resolução é maior quando a luz azul é empregada para iluminar um espécime (a luz azul exibe comprimento de onda menor que a luz branca ou vermelha) e a objetiva utilizada possui alta abertura numérica. Muitos microscópios ópticos são comercializados com um filtro azul sobre a lente do condensador, a fim de aumentar a resolução.

Como mencionado, a maior resolução possível em um microscópio óptico composto é de aproximadamente $0,2\ \mu\text{m}$. Isso significa que dois objetos posicionados a uma distância inferior a $0,2\ \mu\text{m}$ não podem ser distinguidos e separados. A maioria dos microscópios utilizados em microbiologia possui oculares com aumento de 10-15x e objetivas de 10-100x (Figura 2.1b). Com um aumento de 1.000x, os objetos com $0,2\ \mu\text{m}$ de diâmetro podem ser distinguidos. Com um total da objetiva de 1.000x e com algumas outras objetivas de abertura numérica muito elevada, um óleo óptico especial é colocado entre o espécime e a objetiva. Lentes utilizadas com óleo são denominadas lentes de *imersão*. O óleo de imersão aumenta a capacidade de concentração de luz de uma lente, permitindo que os raios que emergem do espécime formando ângulos (os quais seriam perdidos pela lente objetiva), sejam coletados e visualizados.

Minirrevisão de 2.1

Os microscópios são essenciais no estudo dos micro-organismos. Um microscópio de campo claro utiliza uma série de lentes para aumentar e distinguir a imagem.

- Defina o termo resolução.
- Qual o limite máximo de aumento de um microscópio de campo claro? Por que isso ocorre?

2.2 Otimização e ajuste do contraste na microscopia óptica

Na microscopia, o aumento do contraste melhora a imagem final observada. A técnica de coloração corresponde a uma forma simples de melhorar o contraste, embora existam outras formas de fazê-lo.

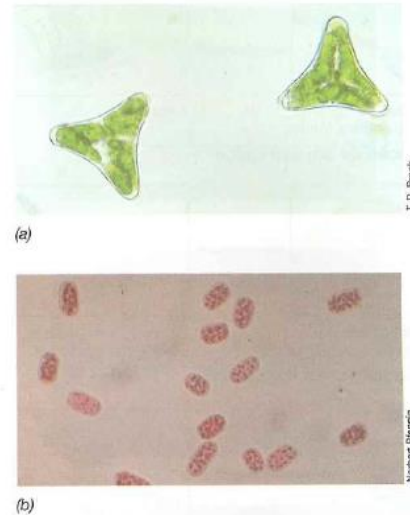


Figura 2.2 Fotomicrografias de campo claro de micro-organismos pigmentados. (a) Uma alga verde (eucarioto). As estruturas verdes são cloroplastos. (b) Bactérias fototróficas púrpuras (procaríoto). A célula da alga apresenta aproximadamente $15\ \mu\text{m}$ de largura, e as células bacterianas, $5\ \mu\text{m}$.

Coloração: aumentando o contraste na microscopia de campo claro

Os corantes podem ser utilizados para corar as células e aumentar seu contraste, facilitando sua visualização ao microscópio de campo claro. Os corantes são compostos orgânicos, sendo que cada classe de corantes apresenta afinidade específica por determinados compostos celulares. Vários corantes utilizados em microbiologia são carregados positivamente, sendo denominados *corantes básicos*, os quais se ligam fortemente aos constituintes celulares carregados negativamente, como ácidos nucleicos e polissacarídeos ácidos. Exemplos de corantes básicos incluem azul de metileno, cristal violeta e safranina. Uma vez que as superfícies celulares também tendem a ser carregadas negativamente, esses corantes combinam-se às estruturas presentes na superfície celular com alta afinidade, sendo, assim, excelentes corantes de uso geral.

A realização de uma coloração simples deve ser iniciada a partir de preparações celulares secas (Figura 2.3). Uma lâmina de microscopia contendo uma suspensão de células secas, fixadas pelo calor, é recoberta com uma solução diluída de um corante, por um minuto ou dois, sendo então lavada várias vezes em água e seca ao ar. Pelo fato de as células serem tão diminutas, é comum observar-se as preparações de bactérias secas e coradas utilizando-se uma lente de grande aumento (objetiva de imersão) (Figura 2.3).

Colorações diferenciais: a coloração de Gram

Corantes que conferem diferentes cores a diferentes tipos de células são denominados corantes *diferenciais*. Um importante procedimento de coloração diferencial, amplamente utilizado em microbiologia, é a **coloração de Gram** (Figura 2.4a). De acordo com sua reação à coloração de Gram, as bactérias podem ser divididas em dois grupos principais: *Gram-positivas* e *Gram-negativas*. Após a coloração de Gram,



Figura 2.3 Coloração de células para a observação microscópica. Os corantes aumentam o contraste entre as células e o plano de fundo.

as bactérias Gram-positivas coram-se em roxo, enquanto as bactérias Gram-negativas, em rosa (Figura 2.4b). Essa diferença de reação à coloração de Gram deve-se às diferenças na estrutura da parede celular das células Gram-positivas e Gram-negativas (Seções 4.6 e 4.7). Após a coloração com um corante básico, normalmente o cristal violeta, o tratamento com o etanol descora as células Gram-negativas, mas não as Gram-positivas. Após a coloração de contraste com um corante de cor diferente, os dois tipos de células podem ser diferenciados microscopicamente (Figura 2.4).

A coloração de Gram é um dos procedimentos de coloração mais úteis na microbiologia. Normalmente, a caracterização de uma nova bactéria é iniciada determinando-se se ela é Gram-positiva ou Gram-negativa. Se houver a disponibilidade de um microscópio fluorescente, discutido a seguir, a coloração de Gram pode ser reduzida a um procedimento de uma etapa, no qual as células Gram-positivas e Gram-negativas fluorescem em diferentes cores (Figura 2.4c).

Microscopia de contraste de fase e de campo escuro

Embora seja um procedimento amplamente utilizado na microscopia óptica, a coloração mata as células e pode alterar suas características. Duas formas de microscopia óptica aumentam o contraste, sem empregar corantes. Elas são a microscopia de contraste de fase e a microscopia de campo escuro (Figura 2.5). O microscópio de contraste de fase é amplamente utilizado em pesquisas porque permite a observação de preparações a fresco (vivas).

A microscopia de contraste de fase foi inventada por Frits Zernike, em 1936, um físico e matemático holandês. É

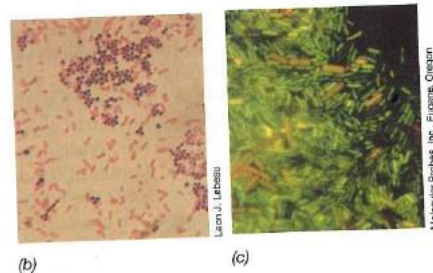
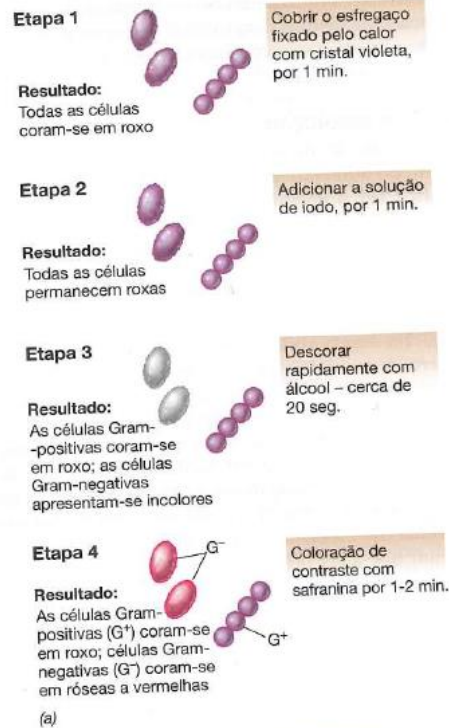


Figura 2.4 Coloração de Gram. (a) Etapas do procedimento de coloração de Gram. (b) Bactéria coradas por coloração de Gram que são Gram-positivas (roxo) e Gram-negativas (rosa). As espécies são, respectivamente, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. (c) Células de *Pseudomonas aeruginosa* (Gram-negativas, em verde) e *Bacillus cereus* (Gram-positivas, em laranja), submetidas a um método de coloração fluorescente de etapa única. Esse método permite a diferenciação de células Gram-positivas e Gram-negativas em uma única etapa de coloração.

baseada no princípio de que as células diferem de seu meio circundante quanto ao índice de refração (um fator pelo qual a luz sofre um retardo ao atravessar um material). Assim, a luz que atravessa uma célula apresenta uma diferença na fase em relação à luz que atravessa o meio circundante. Essa diferença sutil é amplificada por um dispositivo presente na lente objetiva do microscópio de contraste de fase, denominado *anel de fase*, resultando em uma imagem escura sobre um fundo claro (Figura 2.5b). O anel consiste em uma placa

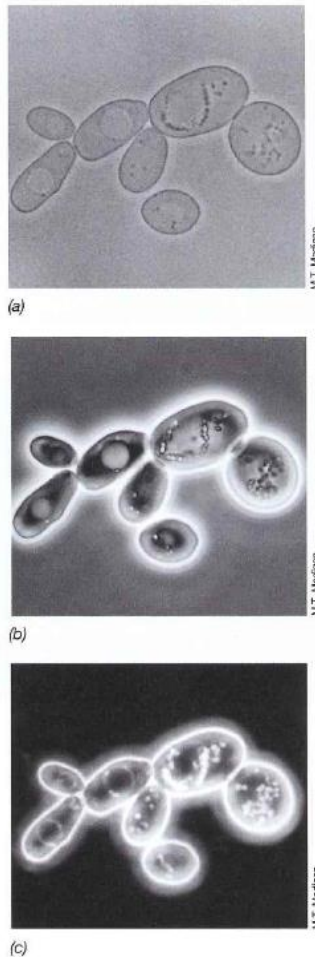


Figura 2.5 Células da levedura de pão, *Saccharomyces cerevisiae*, observadas por diferentes tipos de microscopia óptica. (a) Microscopia de campo claro. (b) Microscopia de contraste de fase. (c) Microscopia de campo escuro. Largura média das células de 8-10 μm .

de fase – a descoberta-chave de Zernike – que amplifica a pequena variação na fase. A descoberta de Zernike das diferenças de contraste entre as células e seus planos de fundo estimulou outras inovações na microscopia, como a microscopia de fluorescência e confocal (discutidas a seguir). Graças à invenção da microscopia de contraste de fase, Zernike foi agraciado com o Prêmio Nobel de Física, em 1953.

O microscópio de campo escuro corresponde a um microscópio óptico no qual o espécime é atingido apenas lateralmente pela luz. A única luz que atinge a lente corresponde àquela desviada pelo espécime e, dessa forma, o espécime aparece claro em um fundo escuro (Figura 2.5c). A resolução na microscopia de campo escuro é um pouco melhor que aquela da microscopia óptica, frequentemente permitindo

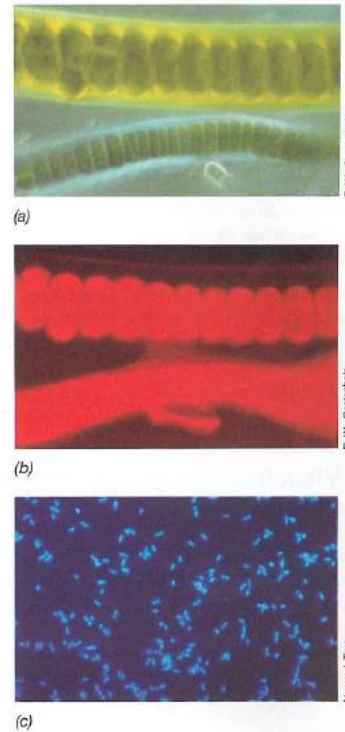


Figura 2.6 Microscopia de fluorescência. (a, b) Cianobactérias. (a) Células observadas por microscopia de campo claro. (b) As mesmas células, observadas por microscopia de fluorescência (células expostas à luz de 546 nm). As células fluorescem em vermelho porque contêm clorofila a e outros pigmentos. (c) Fotomicrografia de fluorescência de células de *Escherichia coli* tomadas fluorescentes pelo tratamento com o corante fluorescente DAPI.

a resolução, por campo escuro, de objetos não distinguidos em microscópios de campo claro ou mesmo de contraste de fase. A microscopia de campo escuro é também uma forma excelente de observar-se micro-organismos móveis, uma vez que os feixes de flagelos são frequentemente distinguidos por essa técnica (Figura 4.46a).

Microscopia de fluorescência

O microscópio de fluorescência é utilizado para visualizar espécimes que fluorescem, isto é, que emitem luz de uma cor, quando iluminados com luz de outra cor (Figura 2.6). As células fluorescem seja porque contêm substâncias naturalmente fluorescentes, como a clorofila ou outros componentes fluorescentes (autofluorescência) (ver Figura 2.6a, b), seja porque as células foram tratadas com um corante fluorescente (Figura 2.6c). O DAPI (diamidino-2-fenilindol) é um corante fluorescente amplamente utilizado, que cora as células em azul brilhante (Figura 2.6c). O DAPI pode ser utilizado para identificar células em um ambiente complexo, como solo, água, alimento ou espécime clínico. A microscopia de fluorescência é amplamente utilizada no diagnóstico

Questão 03 (valor 3,0 pontos)

Conforme Raven, Evert e Curtis (1978), os três sistemas de tecidos são: (1) o sistema de tecido fundamental ou de sustentação, (2) o sistema de tecido vascular, e (3) o sistema de tecido de revestimento. Discorra de maneira sucinta, como os autores descrevem cada um desses três sistemas de tecidos.

Resposta:

Fonte: RAVEN, Peter H; EVERT, Ray Franklin; CURTIS, Helena. **Biologia vegetal**. 2/5/6/7/8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978. [Página 429](#).

completa, algumas células estão vivas, ao passo que outras estão mortas. Dentre estas células vivas e mortas, existem muitos tipos celulares diferentes (Fig. 19.2). O modo pelo qual as células que possuem uma origem comum se tornam tão diferentes umas das outras é geralmente considerado como um dos problemas cruciais da Biologia moderna. Alguns fatores envolvidos no controle da diferenciação celular estão discutidos no Capítulo 23.

No corpo da planta, os padrões básicos dos tecidos são estabelecidos pela atividade precoce do meristema. A forma da planta e a organização de seus tecidos são grandemente influenciadas pela divisão celular e pelo aumento de tamanho das células. Esta aquisição de uma forma particular é conhecida como *morfogênese* (*morphe*, "forma", e *genere*, "criar").

OS SISTEMAS DE TECIDOS

Os botânicos verificaram há muito tempo que os principais tecidos das plantas vasculares se encontram agrupados ou organizados em unidades maiores, situadas em todas as partes da planta. Estes grupos de tecidos, em número de três, são denominados sistemas de tecidos, e sua presença nas raízes, caules e folhas revela a semelhança básica dos órgãos vegetais e a continuidade do corpo da planta.

Os três sistemas de tecidos são: (1) o sistema de tecido fundamental ou de sustentação, (2) o sistema de tecido vascular, e (3) o sistema de tecido de revestimento.

O sistema fundamental consiste dos denominados tecidos de sustentação: *parênquima*, *colênquima* e *esclerênquima*. O parênquima constitui, decididamente, o tecido fundamental mais comum. O sistema de tecido vascular consiste dos dois tecidos condutores, o *xilema* e o *floema*. O sistema de tecido de revestimento é representado pela *epiderme*, o revestimento protetor externo do corpo primário da planta, e, mais tarde, pela *periderma*, encontrada no corpo secundário da planta.

OS TECIDOS E SUAS CÉLULAS COMPONENTES

Os tecidos podem ser definidos como grupos de células estrutural e/ou funcionalmente distintas. Os tecidos formados por apenas um tipo de célula são denominados *tecidos simples*, e os tecidos compostos de dois ou mais tipos de células recebem a denominação de *tecidos complexos*. O parênquima, o colênquima e o esclerênquima são tecidos simples; o xilema, o floema e a epiderme são tecidos complexos.

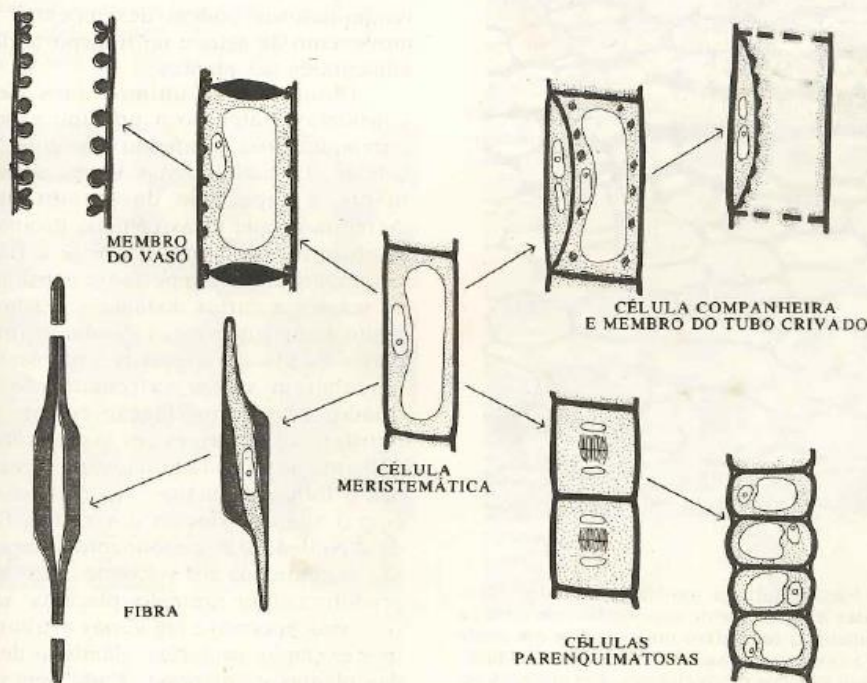


Fig. 19.2 Esquema ilustrativo de alguns dos tipos celulares que podem se originar de um único tipo de célula meristemática no procâmbio ou câmbio vascular.

Questão 04 (valor 2,0 pontos)

Em relação a ultraestrutura dos fungos, responda: a superfície hifal e levuriforme está constituída de três matrizes interconectadas. Quais são?

Resposta:

Fonte: ESPOSITO, Elisa; AZEVEDO, João Lúcio de. **Fungos:** uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia. 2. ed. rev. e ampl. Caxias do Sul: EDUCS, 2010. [Página 20](#).

20

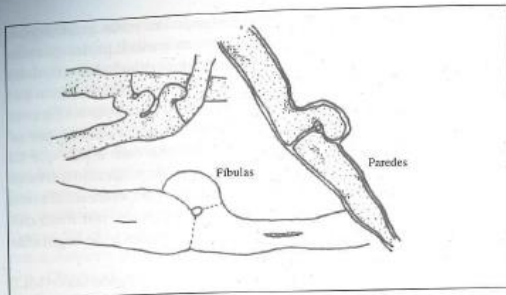


Figura 1: Aspecto de hifas com fibulas, paredes com diferente espessura em *Antrrodia multipileata*
Fonte: Loguerio-Leite e Wright (1991).

compartimento ao outro impede que cada compartimento hifal seja conceitualmente igual a uma célula, já que os fungos filamentosos crescem como um sincício (JEDD; CHUA, 2000).

Ultraestrutura dos fungos

A superfície hifal e levuriforme está constituída de três matrizes interconectadas: a extracelular ou capsular; a parede; e a membrana plasmática. No interior, o citoplasma inclui uma série de organelas como em todos os eucariontes (figura 2). A matriz extracelular é formada por substâncias mucilaginosas que têm a função de adesão em diferentes grupos de fungos, e diversas enzimas extracelulares podem ser aí encontradas (MOORE-LANDECKER, 1996). Hidrofobinas, proteínas de parede, que desempenham um importante papel no crescimento (emergência das hifas aéreas) e diferenciação (formação de estruturas protetoras) dos fungos, estão presentes externamente cobrindo, pelo menos, o micélio aéreo com uma camada impermeável. A presença dessas proteínas já foi comprovada em *Mucor muceño* (Zygomycota), *Neurospora crassa*; *Emericella nidulans* (Ascomycota); *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum* (mitospóricos);

Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia

21

Schizophyllum commune; *Coprinus cinereus* e *Agaricus bisporus* (Basidiomycota), que, além de atuarem de formas diferentes na morfogênese fúngica, interfeririam em outras atividades tais como na simbiose e no parasitismo (WESSLES, 1993). A membrana plasmática mostra a típica estrutura tricamada de todas as unidades de membranas biológicas, incluindo enzimas tais como H^+ -ATPase e quitina-sintetase, fundamentais na função mediadora dos fenômenos que ocorrem na superfície (GRIFFIN, 1994). No seu interior, nos asseptados (*cenocíticos*), os núcleos estão distribuídos randomicamente no citoplasma; nos septados, os compartimentos individuais podem, dependendo das espécies envolvidas e da fase do ciclo de vida, conter habitualmente um, dois (*dicário/dicariofase*) ou muitos núcleos.

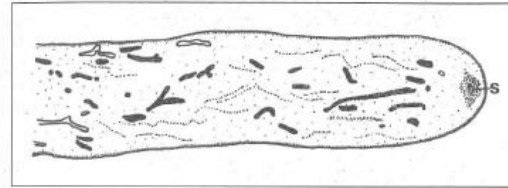


Figura 2: Aspecto de extremidade hifal mostrando a tendência de disposição das organelas ao longo do eixo hifal. S=Spitzkörper
Fonte: Adaptado de Deacon (1997).

Um núcleo típico contém um nucléolo proeminente, e os cromossomos são geralmente muito pequenos, difíceis de visualizar. São encontrados ribossomos, elementos do retículo endoplasmático, vacúolos, corpos lipídicos e glicogênio, complexo de Golgi, filamentos, os quais compreendem o citoesqueleto. Em certos fungos, estão presentes os corpos de Woronin associados aos poros septais (ALEXOPOULOS et al., 1996). Ao se comparar as hifas jovens com hifas mais velhas já vacuolizadas, vê-se que as primeiras contêm um número maior de organelas e de estruturas citoplasmáticas, tais como ribossomos (MULLER et al., 2000). A seguir, serão descritos alguns aspectos da ultraestrutura fúngica, que conferem aos fungos

Clarice Loguerio Leite e Elisa Esposito



Assinaturas do documento



Código para verificação: **35K3LS1Y**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

- ✓ **AGNALDO VANDERLEI ARNOLD** (CPF: 558.XXX.099-XX) em 22/08/2022 às 13:51:04
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:34:37 e válido até 30/03/2118 - 12:34:37.
(Assinatura do sistema)

- ✓ **DELICIO PEREIRA** (CPF: 937.XXX.849-XX) em 22/08/2022 às 14:00:05
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:35:04 e válido até 30/03/2118 - 12:35:04.
(Assinatura do sistema)

- ✓ **DÉBORA BARNI DE CAMPOS** (CPF: 018.XXX.929-XX) em 22/08/2022 às 14:04:05
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:36:09 e válido até 30/03/2118 - 12:36:09.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTlwMjJfMDAwMzY5OTRfMzcwNTBfMjAyMI8zNUzTFMxWQ==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00036994/2022** e o código **35K3LS1Y** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.