

Microbiologia Geral

**Alexandre Luna Cândido
Gabriel Isaias Lee Tunon
Maria Regina Pires Carneiro**



**São Cristóvão/SE
2010**

Microbiologia Geral

Elaboração de Conteúdo
Alexandre Luna Cândido
Gabriel Isaias Lee Tunon
Maria Regina Pires Carneiro

Projeto Gráfico e Capa
Hermeson Alves de Menezes

Diagramação
Nycolas Menezes Melo

Ilustração
Lucas Barros de Oliveira

Copyright © 2010, Universidade Federal de Sergipe / CESAD.
Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização por escrito da UFS.

FICHA CATALOGRÁFICA PRODUZIDA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

C217m	Cândido, Alexandre Luna. Microbiologia Geral / Alexandre Luna Cândido, Gabriel Isaias Lee Tunon, Maria Regina Pires Carneiro -- São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2009.
-------	--

1. Microbiologia. I. Tunon, Gabriel Isaias Lee. II Carneiro, Maria Regina Pires. III. Título.

CDU 579

Presidente da República
Luiz Inácio Lula da Silva

Chefe de Gabinete
Ednalva Freire Caetano

Ministro da Educação
Fernando Haddad

Coordenador Geral da UAB/UFS
Diretor do CESAD
Antônio Ponciano Bezerra

Secretário de Educação a Distância
Carlos Eduardo Bielschowsky

Vice-coordenador da UAB/UFS
Vice-diretor do CESAD
Fábio Alves dos Santos

Reitor
Josué Modesto dos Passos Subrinho

Vice-Reitor
Angelo Roberto Antonioli

Diretoria Pedagógica
Clotildes Farias de Sousa (Diretora)

Núcleo de Serviços Gráficos e Audiovisuais
Giselda Barros

Diretoria Administrativa e Financeira
Edélzio Alves Costa Júnior (Diretor)
Sylvia Helena de Almeida Soares
Valter Siqueira Alves

Núcleo de Tecnologia da Informação
João Eduardo Batista de Deus Anselmo
Marcel da Conceição Souza
Raimundo Araujo de Almeida Júnior

Coordenação de Cursos
Djalma Andrade (Coordenadora)

Assessoria de Comunicação
Edvar Freire Caetano
Guilherme Borba Gouy

Núcleo de Formação Continuada
Rosemeire Marcedo Costa (Coordenadora)

Núcleo de Avaliação
Hérica dos Santos Matos (Coordenadora)
Carlos Alberto Vasconcelos

Coordenadores de Curso
Denis Menezes (Letras Português)
Eduardo Farias (Administração)
Haroldo Dorea (Química)
Hassan Sherafat (Matemática)
Hélio Mario Araújo (Geografia)
Lourival Santana (História)
Marcelo Macedo (Física)
Silmara Pantaleão (Ciências Biológicas)

Coordenadores de Tutoria
Edvan dos Santos Sousa (Física)
Geraldo Ferreira Souza Júnior (Matemática)
Janaína Couvo T. M. de Aguiar (Administração)
Priscila Viana Cardozo (História)
Rafael de Jesus Santana (Química)
Ítala Santana Souza (Geografia)
Trícia C. P. de Sant'ana (Ciências Biológicas)
Vanessa Santos Góes (Letras Português)
Lívia Carvalho Santos (Presencial)

NÚCLEO DE MATERIAL DIDÁTICO

Hermeson Menezes (Coordenador)
Arthur Pinto R. S. Almeida
Carolina Faccioli dos Santos
Cássio Pitter Silva Vasconcelos

Isabela Pinheiro Ewerton
Lucas Barros Oliveira
Nevertton Correia da Silva
Nycolas Menezes Melo

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos"
Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze
CEP 49100-000 - São Cristóvão - SE
Fone(79) 2105 - 6600 - Fax(79) 2105- 6474

Sumário

AULA 1	
Introdução à Microbiologia	07
AULA 2	
Morfologia e Citologia Bacteriana	25
AULA 3	
Metabolismo e Crescimento Bacteriano	37
AULA 4	
Microbiota Normal	51
AULA 5	
Genética Microbiana	71
AULA 6	
Métodos de Controle do Crescimento Microbiano	97
AULA 7	
Antimicrobianos	115
AULA 8	
Noções de Virologia	139
AULA 9	
Noções de Micologia	161
AULA 10	
Métodos de Diagnóstico Microbiológico	175

INTRODUÇÃO A MICROBIOLOGIA

META

Introduzir os conceitos básicos e iniciais da Microbiologia, essenciais na compreensão dos conteúdos abordados nas aulas de Microbiologia.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- entender a classificação dos seres vivos;
- definir os critérios dos sistemas de classificação dos seres vivos;
- entender a importância da Microbiologia na atualidade;
- relacionar a questão do tamanho entre os microrganismos;
- reconhecer a atuação dos microrganismos como seres multicelulares;
- entender a importância dos estudos com bactérias primitivas;
- relacionar os estudos da Microbiologia com a origem da vida;
- definir a ubiquidade dos microrganismos;
- descrever as principais funções dos microrganismos na natureza;
- reconhecer os microrganismos como agentes causadores de doenças;
- reconhecer as aplicações da Microbiologia;
- relacionar fatos históricos importantes para a microbiologia;

PRÉ-REQUISITO

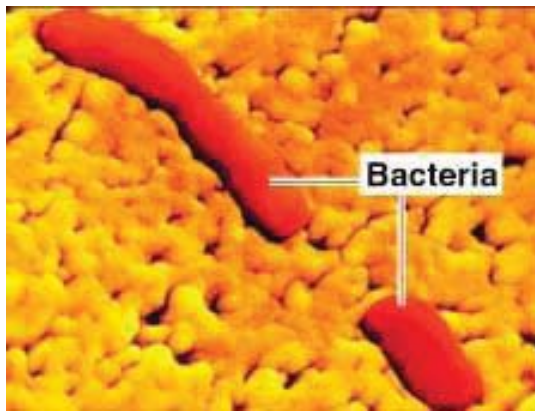
Para acompanhar melhor esta aula você deverá rever temas como a origem da vida, obtenção de energia pelos seres vivos e estruturas básicas das células eucariotas e procariotas. fotossintetizantes.

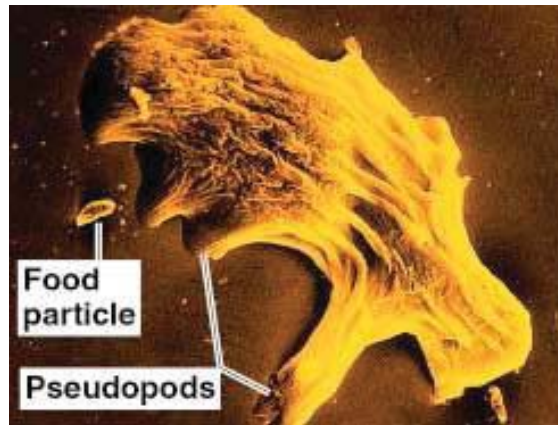
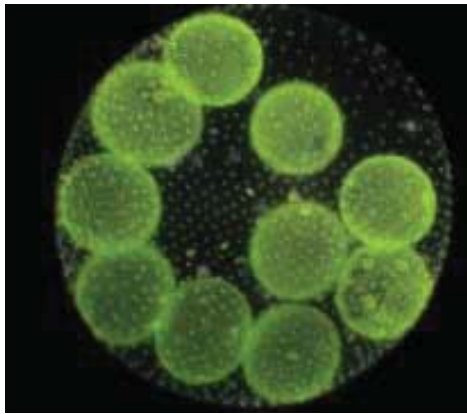


Placas de Petri utilizadas para a cultura de micróbios.
(Fonte: <http://www.unoeste.br>)

INTRODUÇÃO

A Microbiologia é uma ciência cujo campo de atuação engloba o estudo de diversos seres vivos eucariotas inferiores e procariotas. A palavra Microbiologia significa: Mikros (= pequeno) + Bio (= vida) + logos (= ciência). A Microbiologia era definida, até recentemente, como a área da ciência que se dedica ao estudo dos microrganismos, um vasto e diverso grupo de organismos unicelulares de dimensões reduzidas, que podem ser encontrados como células isoladas ou agrupados em diferentes arranjos (cadeias ou massas), sendo que as células, mesmo estando associadas, exibiriam um caráter fisiológico independente. Assim, com base neste conceito, a microbiologia envolve o estudo de organismos procariotas (bactérias, archaeas), eucariotas inferiores (algas, protozoários, fungos) e também os vírus, viroides, virusóides e príons.





Esta área do conhecimento teve seu início com os relatos de Robert Kocke e Antony van Leeuwenhoek, que desenvolveram microscópios que possibilitaram as primeiras observações de bactérias e outros microrganismos, além de diversos espécimes biológicos. Embora van Leeuwenhoek seja considerado o "pai" da microbiologia, os relatos de Kocke, descrevendo a estrutura de um fungo, foram publicados anteriormente aos de Leeuwenhoek. Assim, embora Leeuwnhoek tenha fornecido importantes informações sobre a morfologia bacteriana, estes dois pesquisadores devem ser considerados como pioneiros nesta ciência. Recentemente foi publicado um artigo discutindo a importância de Robert Kocke para o desenvolvimento da Microbiologia “Uma outra visão sobre a descoberta dos microrganismos”.



CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS

De acordo com a definição tradicional da microbiologia, esta é uma ciência que até recentemente, era responsável pelo estudo de organismos classificados em três reinos distintos: Monera, Protista e Fungi. No entanto, a partir dos estudos de Carl Woese, a microbiologia passou a estar relacionada a três domínios de seres vivos, como veremos a seguir:

Sistemas de classificação dos seres vivos:

- *Linnaeus* (séc. XVIII): reinos Animal e Vegetal
- *Haeckel* (1866): introdução do reino Protista
- *Whittaker* (1969): 5 reinos, divididos principalmente pelas características morfológicas e fisiológicas:
 - *Monera*: Procariotos
 - *Protista*: Eucariotos unicelulares - Protozoários (sem parede celular) e Algas (com parede celular)
 - *Fungi*: Eucariotos aclorofilados
 - *Plantae*: Vegetais
 - *Animalia*: Animais

No entanto, a partir dos estudos de C. Woese (1977), passamos a dispor de um sistema de classificação baseado principalmente em aspectos evolutivos (filogenética), a partir da comparação das sequências de rRNA de diferentes organismos. Com esta nova proposta de classificação, os organismos são agora subdivididos em 3 domínios (contendo os 5 reinos), empregando-se dados associados ao caráter evolutivo.

- *Archaea*: Procariotos
- *Bacteria*: Procariotos
- *Eukarya*: Eucariotos

A princípio, acredita-se que estes 3 domínios divergiram a partir de um ancestral comum. Provavelmente os microrganismos eucarióticos atuaram como ancestrais dos organismos multicelulares, enquanto as bactérias e archaeas correspondem a ramos que não evoluíram além do estágio microbiano.

Archaea: são organismos procariotos que, frequentemente são encontrados em ambientes cujas condições são bastante extremas (semelhantes às condições ambientais primordiais na Terra), sendo por isso, muitas vezes considerados como sendo “ancestrais” das bactérias. No entanto, atualmente consideram-se as *Archaeas* como um grupo “intermediário” entre procariotos e eucariotos.

Muitos destes organismos são anaeróbios, vivendo em locais "inabitáveis" para os padrões humanos - fontes termais (com temperaturas acima de 100°C), águas com elevadíssimos teores de sal (até 5M de NaCl - limite de dissolução do NaCl), em solos e águas extremamente ácidos ou alcalinos (espécies que vivem em pH 0, outras em pH 10) e muitas são metanogênicas.

Genericamente, podemos dizer que as *Archaeas* definem os limites da tolerância biológica às condições ambientais.

Bacterias: Corresponderem a um enorme grupo de procariotos, anteriormente classificados como eubactérias, representadas pelos organismos patogênicos ao homem, e bactérias encontradas nas águas, solos, ambientes em geral. Dentre estas, temos as bactérias fotossintetizantes (cianobactérias) e outras quimiossintetizantes (*E. coli*), enquanto outras utilizam apenas substratos inorgânicos para seu desenvolvimento.

Eukarya: No âmbito microbiológico, compreende as algas, protozoários e fungos (além das plantas e animais). As algas caracterizam-se por apresentarem clorofila (além de outros pigmentos), sendo encontradas basicamente nos solos e águas.

Os *protozoários* correspondem a células eucarióticas, apigmentados, geralmente móveis e sem parede celular, nutrindo-se por ingestão e podendo ser saprófitas ou parasitas.

Os *fungos* são também células sem clorofila, apresentando parede celular, realizando metabolismo heterotrófico, nutrindo-se por absorção.

Como mencionado anteriormente, os vírus, viróides virusóides e príons são também assunto abordado em microbiologia, embora, formalmente, não exibam as características celulares, no sentido de não apresentarem metabolismo próprio, de conterem apenas um tipo de ácido nucléico, etc, com veremos em capítulos posteriores.

A MICROBIOLOGIA NA ATUALIDADE

A definição clássica de "microbiologia" mostra-se bastante imprecisa, e até mesmo inadequada, frente aos dados da literatura publicados nesta última década. Como exemplo pode-se citar duas premissas que já não podem mais ser consideradas como verdade absoluta na conceituação desta área de conhecimento: as dimensões dos microrganismos e a natureza independente destes seres.

Em 1985 foi descoberto um organismo, denominado *Epulopiscium fischelsoni* que, a partir de 1991, foi definido como sendo o maior procarioto já descrito, exibindo cerca de 500 µm de comprimento. Esta bactéria foi isolada do intestino de um peixe marinho (Surgeonfish, peixe barbeiro ou cirurgião), encontrado nas águas da Austrália e do Mar Vermelho. Além de apresentar dimensões nunca vistas, tal bactéria mostra-se totalmente diferente das demais quanto ao processo de divisão celular, que ao invés de ser por fissão binária, envolve um provável tipo de reprodução vivíparo, levando à formação de pequenos "glóbulos", que correspondem às células filhas.

Mais recentemente, em 1999, outro relato descreve o isolamento de uma bactéria ainda maior, isolada na costa da Namíbia. Esta, denominada *Thiomargarita namibiensis*, pode ser visualizada a olho nu, atingindo até cerca de 0,8 mm de comprimento e 0,1 a 0,3 mm de largura.

COMO ANALISAR A QUESTÃO DO TAMANHO DOS MICRORGANISMOS?

Durante muito tempo se acreditava que o tamanho das bactérias era imposto pelo seu próprio metabolismo, ou seja, se a bactéria aumentasse muito em tamanho, ela seria incapaz de se manter viável e morreria. Tal fato decorre da seguinte dedução: A área superficial da membrana citoplasmática seria o fator limitante para a eficiência das trocas com o meio externo.

Sabendo-se que a área de uma esfera é calculada pela fórmula $4\pi^2$ e que o volume de uma esfera é obtido pela fórmula $4/3\pi^3$, a medida que a área aumenta, seu volume aumenta muito mais rapidamente. Assim, se uma bactéria começasse a crescer, aumentando sua área, a proporção área/volume diminuiria. Isto faria com que a célula passasse a apresentar um volume muito grande, sendo que sua área superficial seria insuficiente, em termos de trocas através da membrana, para manter sua viabilidade.

A partir dos isolados de bactérias “gigantes”, o conceito da limitação de tamanho bacteriano vem sendo abandonado, pois não há mais como questionar a existência e viabilidade destas bactérias e, possivelmente, novos relatos serão incorporados, deixando de ser meras curiosidades.

Uma das explicações mais prováveis para tal fato reside na existência de grandes mesossomos nestes tipos bacterianos, refutando assim a hipótese de que tais estruturas seriam meros artefatos de microscopia. Novos estudos vêm sendo realizados, os quais estão trazendo informações sobre outras estratégias desenvolvidas pelos microrganismos para que sobrevivam, quando apresentam dimensões extremamente maiores que os microrganismos ditos "convencionais".

MICRORGANISMOS ATUANDO COMO SERES MULTICELULARES

Outro aspecto que vem sendo demonstrado refere-se ao caráter “multicelular” das bactérias. Embora estas exibam a capacidade de sobreviver como uma célula única, realizando os processos metabólicos necessários à sua perpetuação, quando as bactérias encontram-se associadas, formando colônias, ou biofilmes (estruturas rígidas, adesivas, de natureza geralmente polissacarídica, que se encontram fortemente ancoradas às superfícies, criando um ambiente protegido que possibilita o crescimento microbiano), estas passam a se comportar de forma social, exibindo divisão de tarefas e alterando seu perfil fisiológico de forma a apresentar uma cooperação que se reflete em diferentes níveis metabólicos.

Sabe-se que muitos genes de virulência são expressos somente quando a densidade populacional atinge um determinado ponto. Da mesma forma, a capacidade de captar DNA do meio externo, a bioluminescência, e outras

capacidades, envolve a percepção da densidade populacional por parte das bactérias. Este tipo de mecanismo de comunicação é denominado “sensor de quorum” (*quorum sensing*) e vem sendo amplamente estudado nas mais diferentes áreas da Microbiologia, uma vez que foi descrito tanto para bactérias como para fungos.

ESTUDOS COM BACTÉRIAS PRIMITIVAS

Ainda em relação às novas pesquisas desenvolvidas na área de Microbiologia, temos o cultivo de bactérias pré-históricas, visando a busca de compostos com atividade antimicrobiana ou de interesse comercial. Neste sentido, empresas foram criadas “Ambergene”, especializadas na reativação de formas bacterianas latentes, isoladas de insetos preservados em âmbar. Os resultados obtidos revelam a reativação de mais de 1200 espécies bacterianas, apresentando de 2 a até 135 milhões de anos.

Em 2000, foi publicado um relato descrevendo o isolamento e cultivo de uma espécie bacteriana a partir do líquido contido em um cristal de sal de 250 milhões de anos. Os estudos de seqüenciamento do DNA que codifica o RNA ribossomal 16S indicam que o organismo pertence ao gênero *Bacillus*, uma bactéria em forma de bastonete, Gram positiva, com a capacidade de formar endósporos. Até o momento, esta corresponde à espécie bacteriana mais antiga.

A QUESTÃO DA ORIGEM DA VIDA EM NOSSO PLANETA

Em 1997, foram publicados relatos de expedições da NASA a Marte, sugerindo a presença de possíveis microrganismos “nanobactérias” em espécimes minerais, sendo que achados semelhantes foram também detectados em partículas de meteoritos de Marte, que atingiram a Terra. A favor desta hipótese há o achado de microrganismos que decompõem minerais, frequentemente isolados das profundezas marinhas (cerca de 1,5 km abaixo do solo).

Os meteoritos apresentam carbono, fósforo, nitrogênio, além da presença de água. Já em relação às condições ambientais de Marte (muito frio), temos como contra-argumento o isolamento de *Archaea* a partir de ambientes absolutamente inóspitos, inicialmente considerados como inadequados à vida.

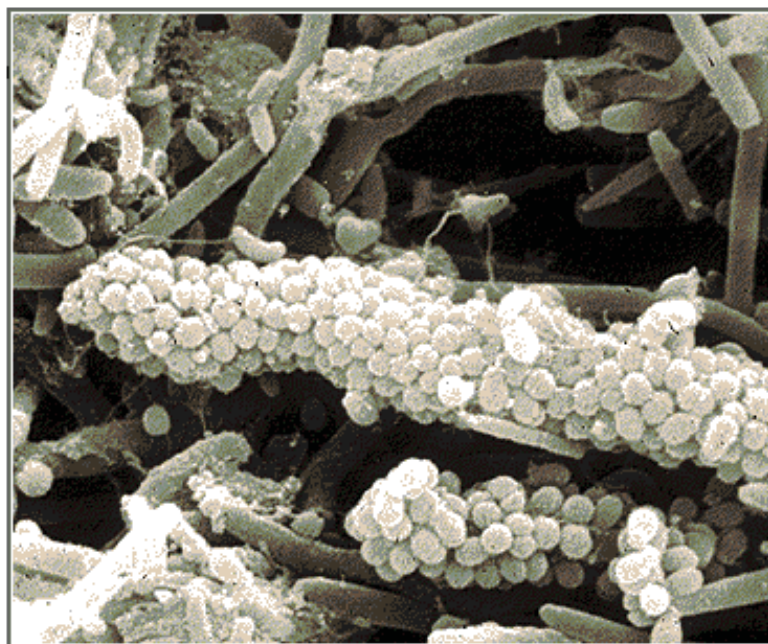
De acordo com alguns pesquisadores, não é absurdo considerar que a vida surgiu em Marte, pois estudos com o meteorito Nakhla, que caiu em 1911 no Egito, com aparentemente de 1,3 bilhões de anos, revelam a presença de elementos cocóides, potenciais fósseis bacterianos, variando de

0,25 a 2,0 μm de tamanho, o que seria correspondente ao tamanho médio atual das bactérias. Curiosamente, estas formas ovais apresentam um teor maior de carbono no seu interior que nas áreas ao seu redor. Além disso, exibe também um elevado teor de óxido de ferro, um composto comum em células fossilizadas.

Recentemente, a NASA enviou outra sonda para Marte e os dados recebidos reforçam cada vez mais a idéia da existência anterior de vida em Marte, devido aos achados da possível ocorrência de água naquele planeta.



Structures resembling bacterial or archaeal cells (although smaller) found in a Martian rock 3.6 billion years old



Using biofilms, bacteria that cause dental plaque, adhere to teeth.

Assim, com base nestes novos achados e principalmente com estudos envolvendo as Archaea, a microbiologia vem levantando uma série de questões quanto à fisiologia e o metabolismo celular, além de questionar permanentemente os limites das condições de vida.

UBIQUIDADE DOS MICRORGANISMOS

Os microrganismos são os menores seres vivos existentes, encontrando-se em uma vasta diversidade de ambientes e desempenhando importantes papéis na natureza. Este grupo caracteriza-se por ser completamente heterogêneo, tendo com única característica comum o pequeno tamanho dos organismos.

Acredita-se que cerca de metade da biomassa do planeta seja constituída pelos microrganismos, sendo os 50% restantes distribuídos entre plantas (35%) e animais (15%).

Em termos de habitat, os microrganismos são encontrados em quase todos os ambientes, tanto na superfície, como no mar e subsolo. Desta forma, podemos isolar microrganismos de fontes termais, com temperaturas atingindo até 130°C (clique aqui para ler o relato do isolamento de um procarioto cujo máximo de temperatura de crescimento foi definido como 130°C); de regiões polares, com temperaturas inferiores a -10°C; de ambientes extremamente ácidos (pH=1) ou básicos (pH=13). Alguns sobrevivem em ambientes extremamente pobres em nutrientes, assemelhando-se à água destilada. Há ainda aqueles encontrados no interior de rochas na Antártida.

Em termos metabólicos, temos também os mais variados tipos, desde aqueles com vias metabólicas semelhantes a de eucariotos superiores, até outros que são capazes de produzir ácido sulfúrico, ou aqueles capazes de degradar compostos pouco usuais como cânfora, herbicidas, petróleo, e muitos outros.

Uma vez que os microrganismos precederam o homem em bilhões de anos, pode-se dizer que nós evoluímos em seu mundo e eles em nosso. Desta forma, não é de se estranhar que a associação homem-microrganismo mostra-se com grande complexidade, com os microrganismos habitando nosso organismo, em locais tais como a pele, intestinos, cavidade oral, nariz, ouvidos e trato geniturinário. Embora a grande maioria destes microrganismos não cause qualquer dano, compondo a denominada “microbiota normal”, algumas vezes estes podem originar uma série de doenças, com maior ou menor gravidade. Nesta classe de organismos estão aqueles denominados patogênicos e potencialmente patogênicos.

Sabe-se que em cerca de 10¹³ células de um ser humano podem ser encontradas, em média, cerca de 10¹⁴ células bacterianas. No homem, estas se encontram em várias superfícies, especialmente na cavidade oral e trato intestinal.

PRINCIPAIS FUNÇÕES DOS MICRORGANISMOS NA NATUREZA

Além de seu importante papel como componentes da microbiota residente de animais e plantas, em nosso dia a dia conviveram com os mais diversos produtos microbiológicos “naturais” tais como: vinho, cerveja, queijo, pickles, vinagre, antibióticos, pães, etc. Paralelamente, não pode ser deixada de lado a importância dos processos biotecnológicos, envolvendo engenharia genética, que permitem a “criação” de novos microrganismos, com as mais diversas capacidades metabólicas.

Os microrganismos desempenham também um importante papel nos processos geoquímicos, tais como o ciclo do carbono e do nitrogênio, sendo genericamente importantes nos processos de decomposição de substratos e sua reciclagem. Dentre os compostos utilizados como substrato temos alguns de grande importância atualmente: DDT, outros pesticidas, cânfora, etc.

O carbono encontra-se na atmosfera primariamente como CO₂, sendo utilizado pelos organismos fotossintetizantes, para sua nutrição. Virtualmente, a energia para o desenvolvimento da vida na Terra é derivada, em última análise, a partir de a luz solar. Esta é captada pelas plantas e microrganismos fotossintetizantes (algas e bactérias), que convertem o CO₂ em compostos orgânicos, através da reação: $CO_2 + H_2O \Rightarrow (CH_2O)_n + O_2$

Os herbívoros alimentam-se de plantas e os carnívoros alimentam-se dos herbívoros. O CO₂ atmosférico torna-se disponível para a utilização na fotossíntese origina-se de duas fontes biológicas principais: 1) 5 a 10% a partir de processos de respiração e 2) 90 a 95% oriundos da degradação (decomposição ou mineralização) microbiana de compostos orgânicos.

Em termos de ciclo global, há um balanço entre o consumo de CO₂ na fotossíntese e sua produção através da mineralização e respiração. Este balanço, no entanto, vem sendo fortemente alterado por atividades humanas, tais como a queima de combustíveis fósseis, promovendo um aumento da quantidade de CO₂ atmosférico, resultando no conhecido “efeito estufa”.

A celulose existente nas plantas, embora seja um substrato extremamente abundante na Terra, não é utilizável pela vasta maioria dos animais. Por outro lado, vários microrganismos, incluindo fungos, bactérias e protozoários a utilizam, como fonte de carbono e energia. Destes microrganismos, muitos se encontram no trato intestinal de vários herbívoros e nos cupins. Muitos compostos tóxicos podem ser degradados por microrganismos, dentre eles, policlorados, DDT, pesticidas.

Outra abordagem que tem se mostrado de grande valia para o homem refere-se à introdução de genes bacterianos em outros organismos (ditos transgênicos), tais como plantas. Assim, está em franco desenvolvimento a obtenção de plantas transgênicas resistentes a pesticidas ou ao ataque de insetos.

MICROORGANISMOS COMO AGENTES DE DOENÇAS

Os microrganismos, eventualmente provocam doenças no homem, outros animais e plantas. Apesar dos enormes avanços em relação ao tratamento de doenças infecciosas, estas vêm se tornando novamente um tema preocupante, em virtude do crescente surgimento de linhagens bacterianas cada vez mais resistentes às drogas. Atualmente, a Organização Mundial da Saúde (OMS) vem demonstrando crescente interesse nas doenças emergentes e re-emergentes, de origem infecciosa.

IMPORTÂNCIA DA MICROBIOLOGIA

É uma área da Biologia que tem grande importância seja como ciência básica ou aplicada.

Básica: Taxonomia estudos fisiológicos, bioquímicos e moleculares (modelo comparativo para seres superiores). => Microbiologia Molecular

Aplicada: processos industriais, controle de doenças, de pragas, produção de alimentos, etc.

Áreas de estudo da Microbiologia

Medicina Veterinária: Doenças infecciosas dos animais, produção de alimentos de origem animal, medicamentos soros, vacinas e outros.

Agronomia: Doenças de plantas, produção de alimentos e bebidas de origem vegetal, fertilizantes e outros.

Odontologia: Estudo de microrganismos associados à placa dental, cárie dental e doenças periodontais. Estudos com abordagem preventiva.

Medicina e Enfermagem: - Doenças infecciosas e infecções hospitalares.

Nutrição: - Doenças transmitidas por alimentos, Controle de qualidade de alimentos, Produção de alimentos (queijos, bebidas).

Biologia: - Aspectos básicos e biotecnológicos. Produção de antibióticos, hormônios (insulina, GH), enzimas (lipases, celulasas), insumos (ácidos, álcool), Despoluição (Herbicidas - Pseudomonas, Petróleo), Bio-filme (Acinetobacter), etc.

Biotecnologia- Uso de microrganismos com finalidades industriais (bioreatores), como agentes de biodegradação, de limpeza ambiental, etc.

UM BREVE HISTÓRICO DA IMPORTÂNCIA DA MICROBIOLOGIA

Talvez um dos aspectos mais negligenciados quando se estuda a microbiologia referem-se às profundas mudanças que ocorreram no curso das civilizações, decorrentes das doenças infecciosas.

De forma geral, as doenças provocavam um abatimento físico e moral da população e das tropas, muitas vezes influenciando no desenrolar e no resultado de um conflito.

A própria mobilização de tropas, resultando em uma aglomeração, muitas vezes longa, de soldados, em ambientes onde as condições de higiene e de alimentação eram geralmente inadequadas, também colaborava na disseminação de doenças infecciosas, para as quais não existiam recursos terapêuticos.

Paralelamente, em áreas urbanas em franca expansão, os problemas mencionados acima eram também de grande importância, pois rapidamente as cidades cresciam, sendo que as instalações sanitárias geralmente eram completamente precárias.

Com a prática do comércio entre as diferentes nações emergentes, passou a haver a disseminação dos organismos para outras populações, muitas vezes susceptíveis a aqueles agentes infecciosos.

Abaixo listaremos, brevemente, um pequeno histórico com alguns exemplos dos efeitos das doenças microbianas no desenvolvimento de diferentes civilizações.

O declínio do Império Romano, com Justiniano (565 AC), foi acelerado por epidemias de peste bubônica e varíola. Muitos habitantes de Roma foram mortos, deixando a cidade com menos poder para suportar os ataques dos bárbaros, que terminaram por destruir o Império.

Durante a Idade Média várias novas epidemias se sucederam, sendo algumas amplamente disseminadas pelos diferentes continentes e outras mais localizadas. Dentre as principais moléstias pode-se citar: Tifo, varíola, sífilis, cólera e peste.

Em 1346, a população da Europa, Norte da África e Oriente Médio era de cerca de 100 milhões de habitantes. Nesta época houve uma grande epidemia da peste, que disseminou-se através da “rota da seda” (a principal rota mercante para a China), provocando um grande número de mortes na Ásia e posteriormente espalhando-se pela Europa, onde resultou em um total de cerca de 25 milhões de pessoas, em poucos anos.

Novas epidemias da peste ocorreram nos séculos XVI e XVII, sendo que no século XVIII (entre 1720 e 1722), uma última grande epidemia ocorreu na França, matando cerca de 60% da população de Marselha, de Toulon, 44% em Arles, 30% em Aix e Avignon.

A epidemia mais recente de peste originou-se na China, em 1892, disseminando-se pela Índia, atingindo Bombaim em 1896, sendo responsável pela morte de cerca de 6 milhões de indivíduos, somente na Índia.

Antes da II Guerra Mundial, o resultado das guerras era definido pelas armas, estratégias e “pestilência”, sendo esta última decisiva. Em 1566, Maximiliano II da Alemanha reuniu um exército de 80.000 homens para enfrentar o Sultão Soliman da Hungria. Devido a uma epidemia de tifo, o

exército alemão foi profundamente dizimado, sendo necessária a dispersão dos sobreviventes, impedindo assim a expulsão das hordas de tribos orientais da Europa nesta época.

Na guerra dos 30 anos (1618-1648), onde protestantes se revoltaram contra a opressão dos católicos, além do desgaste decorrente da longa duração do confronto, as doenças foram determinantes no resultado final.

Na época de Napoleão, em 1812, seu exército foi quase que completamente dizimado por tifo, disenteria e pneumonia, durante campanha de retirada de Moscou. No ano seguinte, Napoleão havia recrutado um exército de 500.000 jovens soldados, que foram reduzidos a 170.000, sendo cerca de 105.000 mortes decorrentes das batalhas e 220.000 decorrentes de doenças infecciosas.

Em 1892, outra epidemia de peste bubônica, na China e Índia, foi responsável pela morte de 6 milhões de pessoas.

Até a década de 30, este era quadro, quando Alexander Fleming, incidentalmente, descobriu um composto produzido por um fungo do gênero *Penicillium*, que eliminava bactérias do gênero *Staphylococcus*, um organismo que pode produzir uma vasta gama de doenças no homem. Este composto - denominado penicilina - teve um papel fundamental no desfecho da II Guerra Mundial, uma vez que passou a ser administrado às tropas aliadas, enquanto o exército alemão continuava a sofrer pesadas baixas no campo de batalha.

Além destas epidemias, vale ressaltar a importância das diferentes epidemias de gripe que assolaram o mundo e que continuam a manifestar-se de forma bastante intensa até hoje. Temos ainda o problema mundial envolvendo a AIDS, o retorno da tuberculose (17 milhões de casos no Brasil) e do aumento progressivo dos níveis de resistência aos agentes antimicrobianos que vários grupos de bactérias vêm apresentando atualmente.

ATIVIDADES

1. Por que estudar Microbiologia?
2. Qual o campo de ação da Microbiologia?
3. Como estão classificados os microrganismos?
4. Em que se baseia a atual sistemática de classificação dos microrganismos?
5. A Microbiologia na atualidade enfrenta novos paradigmas apresentados pela pesquisa científica. Cite três novas contribuições da ciência, nos últimos cinco anos, a Microbiologia.
6. Justifique: os mesossomos das bactérias podem interferir em seu tamanho!
7. Explique o efeito do quorum sensing!
8. Qual a aplicação prática dos estudos com bactérias primitivas
9. Justifique: A origem da vida na terra pode ser marciana!
10. Pesquise condições extremas de vida dos microrganismos em habitats naturais.



11. Cite cinco funções dos microrganismos na natureza.
12. Defina: microrganismo patógeno.
13. Cite algumas áreas de atuação da Microbiologia.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

1. Todos os ambientes naturais do nosso planeta estão albergando microrganismos. Estes obtêm e utilizam energia, a partir de diversos substratos em processos metabólicos diversos, como veremos em capítulos a seguir. Os produtos destes metabolismos interferem no ambiente natural e o modificam, assim devemos entender a Microbiologia como uma ciência fundamental para compreensão destas alterações.
2. Analisando e contextualizando a questão anterior será possível identificar os amplos campos de ação da Microbiologia.
3. As chaves taxonômicas não são apenas formas oficiais de nomenclatura “dar nome aos microrganismos”, mas servem de fontes de informações importantes sobre características biológicas e moleculares dos microrganismos. Assim é fundamental que o acadêmico conheça estas características.
4. Com o avanço do conhecimento científico (Biotecnologia, Bioinformática, Biologia Molecular, Celular e outras) novas fontes de informação são utilizadas para a caracterização dos microrganismos. Estas informações são fundamentais para a sistemática. Os acadêmicos devem conhecer estas novas ferramentas e como utilizá-las.
5. Muitas são as contribuições científicas que a ciência moderna tem dado a Microbiologia. Estas contribuições estão cada vez de forma mais rápidas e fáceis a disposição não apenas da academia mais também do conhecimento popular. Os acadêmicos devem dominar as ferramentas de informativas, principalmente aquelas utilizadas especificamente pelas Ciências Biológicas e da Saúde. Os acadêmicos devem estar sempre antenados ao novo!
6. Devemos lembrar que as bactérias são muito dependentes de sua capacidade de troca com o meio extracelular. Assim as membranas citoplasmáticas são barreiras naturais responsáveis por permitir seletivamente este transporte. Assim quanto maior a extensão desta membrana maior sua possibilidade de nutrição e conseqüentemente seu tamanho.
7. Os microrganismos “crescem” na forma de colônias. Estas colônias tornam-se extensas e densas “massas vivas”, às vezes denominadas de biofilme. A funcionalidade destas massas depende de vários fatores. O metabolismo das diferentes células que compõe o biofilme sofre

alterações para se assemelharem ao comportamento de um organismo pluricelular. Este fenômeno depende de um sistema complexo de troca de informações entre as células. Este processo foi descoberto recentemente e foi denominado de quorum sensing.

8. Um dos maiores desafios da ciência é desvendar a origem da vida em nosso planeta. O estudo de bactérias primitivas possibilita a compressão de mecanismos de obtenção e utilização de energia, destes microrganismos em condições ambientais especiais iguais aquelas existentes na terra primitiva.

9. Como não sabemos a origem da vida em nosso planeta, várias teorias são propostas e defendidas. É importante conhecer os argumentos das principais teorias e pesquisar as bases científicas de cada uma delas.

10. Vários microrganismos foram isolados a partir de condições extremas. Devemos conhecer estas condições, estes microrganismos e a possibilidade de aplicação destas propriedades em Biotecnologia. Vários livros textos e sites na internet podem ser consultados.

11. Os microrganismos evoluíram a partir de sua origem, não apenas adaptando-se as diversas condições ambientais, mas também possibilitando modificações nos mesmos. Estas modificações são fundamentais para a biodiversidade de vida em nosso planeta. Devemos conhecer estas contribuições dos microrganismos e como devemos contribuir para manter este frágil equilíbrio.

12. Os microrganismos podem habitar diversos ambientes se relacionando de diversas formas com hospedeiros humanos, animais, vegetais ou ainda com substratos inanimados. Sua capacidade de agredir a célula ou tecidos de seus hospedeiros, utilizando fatores de virulência (que será assunto de aulas futuras), determina sua capacidade de produzir manifestações clínicas. Quando um microrganismo possui muitos fatores de virulência ele se torna um potencial agente infeccioso, sendo muito importante seu isolamento e identificação.

13. A Microbiologia estar diretamente relacionada com diversas áreas. Sendo muito atual sua aplicação na produção em larga escala de biomoléculas (Bioreatores). Os acadêmicos devem conhecer as diversas aplicações e ciências relacionadas com a Microbiologia para uma melhor compreensão de problemas em saúde, meio ambiente, Ciências Biológicas, indústria e outras.

CONCLUSÃO

A Microbiologia é uma ciência cujo campo de atuação engloba o estudo de organismos procariotos (bactérias, archaeas), eucariotos inferiores (algas, protozoários, fungos) e também os vírus, viroides virusóides e príons. Esta área do conhecimento teve seu início com os relatos de Robert Kocke e Antony van Leeuwenhoek. A microbiologia está relacionada a três domínios de seres vivos: Archaea: Procariotos; Bacteria: Procariotos e Eukarya: Eucariotos. Os vírus, viróides virusóides e príons são assuntos abordados separadamente. Embora as bactérias sejam organismos unicelulares podemos observar comportamento social, como: divisão de tarefas e alterando seu perfil fisiológico de forma a apresentar uma cooperação que se reflete em diferentes níveis metabólicos “sensor de quorum” (quorum sensing). O estudo de microrganismos primitivos é importante para a compreensão da origem da vida e evolução das espécies. Os microrganismos são encontrados em uma vasta diversidade de ambientes e desempenhando importantes papéis na natureza. Alguns sobrevivem em ambientes extremos: pobres em nutrientes, extremos de temperatura, salinidade, pressão e etc. Os microrganismos podem ser considerados da “microbiota normal”, sem causar doenças ou algumas vezes podem originar uma série de doenças. São os microrganismos “patogênicos ou potencialmente patogênicos”. Além de seu importante papel na natureza os microrganismos podem ser utilizados na produção de bebidas, alimentos, medicamentos, cosméticos, antibióticos, processos geoquímicos, tais como o ciclo do carbono e do nitrogênio, decomposição de substratos, reciclagem, introdução de genes bacterianos em outros organismos (ditos transgênicos), tais como plantas. É uma área que tem grande importância nas ciências básicas ou aplicadas. São muitas as áreas de estudo da Microbiologia: pois profundas mudanças que ocorreram no curso das civilizações, foram decorrentes das doenças infecciosas. Como os microrganismos também servem de modelos vivos tornam-se importantes ferramentas para estudos e aplicações.



RESUMO

A Microbiologia é uma ciência cujo campo de atuação engloba o estudo de diversos seres vivos eucariotas inferiores e procariotas. A palavra Microbiologia significa: Mikros (= pequeno) + Bio (= vida) + logos (= ciência). A microbiologia envolve o estudo de organismos procariotos (bactérias, archaeas), eucariotos inferiores (algas, protozoários, fungos) e também os vírus, viroides virusóides e príons. Esta área do conhecimento teve seu início com os relatos de Robert Kocke e Antony van Leeuwenhoek, que desenvolveram microscópios que possibilitaram as primeiras observações de bactérias e outros microrganismos, além de diversos espécimes biológicos. A microbiologia está relacionada a três domínios de seres vivos, como

veremos a seguir: Archaea: Procariotos; Bacteria: Procariotos e Eukarya: Eucariotos. Archaea: são organismos procariotos que, freqüentemente são encontrados em ambientes cujas condições são bastante extremas. Genericamente, podemos dizer que as Archaeas definem os limites da tolerância biológica às condições ambientais. Bactérias: Correspondem a um enorme grupo de procariotos, anteriormente classificados como eubactérias, representadas pelos organismos patogênicos ao homem, e bactérias encontradas nas águas, solos, ambientes em geral. Eukarya: No âmbito microbiológico, compreende as algas, protozoários e fungos. Os vírus, viróides virusóides e príons são também assunto abordado em microbiologia. Um aspecto importante que vem sendo demonstrado refere-se ao caráter “multicelular” das bactérias que passam a se comportar de forma social, exibindo divisão de tarefas e alterando seu perfil fisiológico de forma a apresentar uma cooperação que se reflete em diferentes níveis metabólicos. Este tipo de mecanismo de comunicação é denominado “sensor de quorum” (quorum sensing). Em 2000, foi isolada e cultivada uma espécie bacteriana a partir do líquido contido em um cristal de sal de 250 milhões de anos. Em 1997, a NASA, sugeriu a presença de possíveis microrganismos “nanobactérias” em espécimes minerais coletadas de Marte. Assim, não é absurdo considerar que a vida surgiu em Marte. Os microrganismos são encontrados em uma vasta diversidade de ambientes e desempenhando importantes papéis na natureza. Acredita-se que cerca de metade da biomassa do planeta seja constituída pelos microrganismos. Os microrganismos são encontrados em quase todos os ambientes, tanto na superfície, como no mar e subsolo. Alguns sobrevivem em ambientes extremamente pobres em nutrientes, assemelhando-se à água destilada. Em termos metabólicos, temos também os mais variados tipos. Uma vez que os microrganismos precederam o homem em bilhões de anos, pode-se dizer que nós evoluímos em seu mundo e eles em nosso. Embora a grande maioria destes microrganismos não cause qualquer dano, compondo a denominada “microbiota normal”, algumas vezes estes podem originar uma série de doenças são os microrganismos “patogênicos ou potencialmente patogênicos”. Além de seu importante papel como componentes da microbiota residente de animais e plantas, em nosso dia a dia conviveram com os mais diversos produtos microbiológicos “naturais” tais como: vinho, cerveja, queijo, pickles, vinagre, antibióticos, pães, processos geoquímicos, tais como o ciclo do carbono e do nitrogênio, sendo importantes nos processos de decomposição de substratos e sua reciclagem, a introdução de genes bacterianos em outros organismos (ditos transgênicos), tais como plantas. É uma área da Biologia que tem grande importância seja como ciência básica ou aplicada. São muitas as áreas estudo da Microbiologia: Medicina Veterinária, Agronomia, Odontologia, Medicina e Enfermagem, Nutrição, Biologia, Biotecnologia e etc. Um importante aspecto do estudo da microbiologia refere-se às profundas mudanças que ocorreram no curso das civilizações, decorrentes das doenças infecciosas.

REFERÊNCIAS

- BLACK, J. G. Microbiologia: fundamentos e perspectivas. 4ª. Ed. Guanabara Koogan, 2002.
- MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; PAKER, J. Microbiologia de Brock. 10ª ed. São Paulo: Printece Hall do Brasil, 2004.
- MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K. S.; KOBAYASHI, G. S. PFALLER, M.A. Microbiologia Médica. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. Microbiologia. 8ª ed. São Paulo: Artmed, 2005.