

Fundamentos de Bacteriologia

1 – Definição – do grego bakteríon, pequeno bastão. Trata-se de organismos unicelulares pertencentes ao reino Monera, vivendo isolados ou constituindo colônias filamentosas móveis ou imóveis; muitas são patogênicas, outras comensais e a grande maioria de vida livre.

2 – Habitat – as bactérias vivem em toda a Biosfera, ou seja, na água, no ar, no solo e em outros organismos animais e vegetais, vivos e mortos.

3 – Tamanho – em geral as bactérias são microscópicas, com 1 a 10 μm de comprimento por 0,2 a 1 μm de largura, constituindo-se nos menores seres vivos. A *Escherichia coli*, que faz parte da microbiota natural do intestino grosso do homem, possui 2 μm de comprimento por 0,8 μm de largura. As menores bactérias são as clamídias, riquetsias e micoplasmas (0,2 a 0,5 μm), sendo parasitos intracelulares obrigatórios, pois dependem de muitos metabólitos da célula hospedeira para sua sobrevivência.

4 – Morfologia Celular – as células bacterianas mostram um número limitado de formas: cocos, bastonetes, filamentos, bastonetes curvos, bastonetes espiralados. Outras características microscópicas importantes apresentadas pelas bactérias são a presença de esporos, disposição em cadeias, presença de flagelos e cápsulas. Essas características morfológicas são as primeiras etapas observadas na classificação de uma bactéria. Quanto à forma as bactérias estão assim classificadas:

4.1 – Cocos – do grego kókkos, pelo latim coccus = núcleo. São bactérias de forma arredondada ou esférica. Os cocos estão divididos em:

4.1.1 – Micrococos – são cocos que vivem isolados.

4.1.2 – Diplococos – do grego diplo = dois. São cocos que se apresentam reunidos dois a dois (aos pares). Exemplos:

4.1.2.1 – Gonococos – do grego gonos = semente, geração ou esperma + cocos. São diplococos em forma de rim ou grão de feijão, cuja espécie *Neisseria gonorrhoea* é causadora da blenorragia ou gonorréia em humanos.

4.1.2.2 – Meningococos – do grego mênigx = membrana fina. São diplococos arredondados em forma de rim ou grão de café, cuja espécie *Neisseria meningitidis*, é o agente etiológico da meningite humana. Além do gonococo e do meningococo, existe a *Neisseria catarrhalis* (com morfologia semelhante e fisiologia diferente) que vive como comensal, fazendo parte da microbiota normal das vias aéreas superiores.

4.1.2.3 – Pneumococos – do latim científico pneumococcus, do grego pnéumon = pulmão + kókkos = pequeno corpo redondo (bactéria arredondada). São diplococos em forma de ponta de lança ou chama de vela, que podem ser no homem o agente etiológico de diversas infecções, tais como pneumonia, sinusite, otite, meningite, entre outras.

4.1.3 – Estafilococos – do grego staphylé = uva + kókkos. São bactérias que se apresentam de modo aglomerado assemelhando-se a um cacho de uvas. Ex: *Staphylococcus aureus*, causador de enfermidades da pele, como impetigo (ferida ou pereba), de furunculose, de infecções intestinais, entre outras.

4.1.4 – Estreptococos – do grego streptós = revirado, entortado, cadeia, rosário + kókkos. São bactérias (cocos) que se apresentam sob a forma de cadeia ou rosário. Exs: *Streptococcus pyogenes*, causador da amigdalite estreptocócica e da escarlatina.

4.2 – Bacilos – do latim bacillu = bastonete, bastãozinho. São bactérias em forma de bastonetes e cujas extremidades se apresentam cortadas em ângulo reto. Exs: *Bacillus anthracis*, agente etiológico do carbúnculo, *Salmonella typhi*, agente causador da febre tifóide, entre outros.

4.2.1 – Estreptobacilos – são exemplos de bacilos que se dispõem em cadeias, como o *Streptobacillus moniliformis*, que forma cadeias irregulares de bacilos intercalados. Trata-se de um habitante natural da garganta de ratos e o homem pode ser infectado tanto pela mordedura desses roedores, quanto pela ingestão de leite contaminado com secreções nasais ou oculares (que parece de forma epidêmica), produzindo a doença humana denominada febre por mordedura de rato. Esta pode ser produzida também pelo *Spirillum minus* ou *Spirillum morsus muris*, também habitantes da cavidade oral de roedores, especialmente de ratos e ratazanas.

4.3 – Espirilos – do latim spirillum = helicoidal, espiral. São bactérias de forma helicoidal ou de segmento em espiral. Os tipos morfológicos são:

4.3.1 – Espiroquetas – é o espirilo propriamente dito, sob a forma de saca-rolhas. Ex: *Treponema pallidum*, agente etiológico da sífilis.

4.3.2 – Vibriões – são espirilos sob a forma de vírgulas. Ex: *Vibrio cholerae*, agente etiológico do cólera.

5 – Estrutura Bacteriana:

5.1 – Membrana – é o envoltório que delimita a bactéria com relação ao ambiente, sendo constituída por:

5.1.1 – Cápsula Bacteriana – é a estrutura mais externa que existe em algumas bactérias, constituída basicamente por polissacarídeos de alto peso molecular. Exs.: *Streptococcus sp* e *Staphilococcus sp* (algumas cepas).

5.1.2 – Parede Celular – estrutura colada à cápsula, localizada entre esta e a membrana plasmática (interna), constituída quimicamente por mucopeptídeos, hemicelulose e substâncias pécticas. Ex: as bactérias em geral apresentam parede celular.

5.1.3 – Membrana Plasmática – é a membrana mais interna, que fica em contato com o citoplasma, de composição lipoprotéica, semelhante as demais membranas encontradas em outras células, sendo responsável pela troca de substâncias entre a célula e o ambiente.

5.2 – Citoplasma – é todo o conteúdo celular envolvido pela membrana plasmática, constituído fundamentalmente por substâncias dissolvidas em meio líquido e estruturas responsáveis pelo metabolismo celular, que são as organelas.

5.3 – Núcleo – nas bactérias o núcleo não é diferenciado, pois se trata de uma célula procarionte e representa o centro de comando do metabolismo celular, contendo ácidos nucléicos.

5.4 – Organelas ou Organóides:

5.4.1 – Ribossomos – são estruturas responsáveis pela síntese de proteínas. Nas bactérias, os ribossomos são livres, ou seja, encontram-se dispersos na matriz citoplasmática, visto que, devido à pobreza em membranas não existem ribossomos aderidos como nas células eucariontes.

5.4.2 – Mesossomos – são invaginações da membrana plasmática (estrutura análoga das cristas mitocondriais), possuindo enzimas respiratórias, que realizam a respiração bacteriana.

5.4.3 – DNA – representa o material genético bacteriano, comendo celular e estrutura ligada ao mesossomo.

5.5 – Formações Especiais de Certas Bactérias:

5.5.1 – Cápsula – utilizada como mecanismo de defesa de certas bactérias, tais como, *Staphylococcus* e *Streptococcus*, entre outras. É constituída por polissacarídeos, grânulos de hidróxido de ferro, oriundos do metabolismo, entre outras substâncias.

5.5.2 – Cílios – são prolongamentos filiformes (pequenos flagelos) que funcionam como aparelho locomotor das bactérias. De acordo com a quantidade ou presença podem ser:

5.5.2.1 – Atríquia – são bactérias que não possuem cílios.

5.5.2.2 – Monotríquias – possuem apenas um só prolongamento ou cílio.

5.5.2.3 – Lofotríquias – são as bactérias que possuem apenas um tufo de cílios em uma das extremidades, ocorrendo nos bacilos.

5.5.2.4 – Anfitríquias – são aquelas que possuem um tufo de cílios em cada região polar, sendo que esta característica só acontece nos bacilos, devido a suas características morfológicas.

5.5.2.5 – Peritríquias – apresentam o corpo rodeado de cílios, sendo que esta particularidade pode acontecer em qualquer tipo morfológico de bactérias.

5.5.3 – Esporos – é a forma resistente de bactérias contra as condições adversas (intempéries) do ambiente.

6 – Morfologia da Colônia – determinadas bactérias apresentam um aspecto colonial característico, quando são cultivadas em meios de ágar. Pode ser o resultado da presença de determinados fatores, como a formação de pigmentos (por exemplo, colônias negras de *Bacteróides melaninogenicus*), hemólise do sangue (por exemplo, beta hemólise do *Streptococcus pyogenes*) ou colônias com superfície irregular devido à formação de polissacarídeos extracelulares (por exemplo, *Streptococcus mutans* e *Streptococcus sanguis*). O aspecto desta colônia é algumas vezes suficiente para identificar as bactérias de modo conclusivo.

7 – Coloração das Bactérias – as bactérias quando são submetidas à coloração de Gram (complexo de cristal-violeta e iodo: coloração inicial pelo violeta; descoloração pelo álcool e posterior coloração pela fucsina), tornam-se arroxeadas e são ditas gram-positivas. As bactérias

que não se coram por esse complexo (se coram em vermelho) se diz gram–negativas, isso é, não tomam a coloração de Gram. Este é um critério fundamental na taxionomia, uma vez que as bactérias gram–positivas apresentam determinadas características comuns na parede celular, que estão ausentes nas bactérias gram–negativas. Da mesma forma, as bactérias gram–negativas possuem endotoxinas que não são encontradas em quantidades significativas, ou até mesmo são totalmente ausentes, nas bactérias gram–positivas.

8 – Fisiologia Bacteriana (Celular):

8.1 – Nutrição – quanto à nutrição as bactérias podem ser:

8.1.1 – Autótrofas ou Autotróficas – são aquelas que sintetizam o seu próprio alimento, podendo ser de forma fotossintetizante (bactérias fotossintéticas) e quimiossintetizantes (bactérias quimiossintéticas).

8.1.2 – Heterótrofas ou Heterotróficas – são aquelas bactérias que não sintetizam o seu próprio alimento e por isso se alimentam de detritos (bactérias de vida livre, de decomposição) ou vivem às expensas de animais ou vegetais, parasitando–os. A grande maioria das bactérias é heterótrofa.

8.2 – Locomoção – quanto à locomoção as bactérias podem ser:

8.2.1 – Com Movimento – bacilo tifóide e paratifóide, vibrião colérico, entre outras.

8.2.2 – Sem Movimento – bacilo do carbúnculo, bacilo de Hansen, estafilococos, estreptococos, e outras.

Obs – algumas bactérias da cavidade oral são extremamente móveis, enquanto outras apresentam movimentos de deslizamento. Isto pode ser observado em suspensões de placa dental colocada entre a lamínula e lâmina de vidro, utilizando–se o microscópio para campo escuro ou condensador de fase. A microscopia de contraste de fase para demonstrar a presença de formas móveis como espiroquetas e vibriões, tem sido preconizada como um recurso para instruir o paciente sobre sua higiene oral. Estas formas estão presentes nas placas “**envelhecidas**” que se associam com os quadros de doença periodontal.

8.3 – Reprodução – ocorre através de dois processos básicos:

8.3.1 – Assexuada – ocorre sem a intervenção de gametas. Existem dois tipos básicos de reprodução assexuada:

8.3.1.1 – Cissiparidade ou Bipartição – é a mais comum e consiste na divisão da célula mãe em duas células filhas.

8.3.1.2 – Gemiparidade ou Brotamento – nesse caso, brota uma gema da célula mãe, formando um ou mais indivíduos.

8.3.2 – Sexuada – como o nome indica, aqui ocorre a intervenção de “**gametas**” (troca de material genético entre células). Os tipos de reprodução sexuada são:

8.3.2.1 – Conjugação – constitui um tipo raro e ocorre troca de material genético através de pontes citoplasmáticas. A chamada “**bactéria macho**” doa e a “**bactéria fêmea**” recebe o material genético.

8.3.2.2 – Transdução – consiste no transporte de um pedaço de DNA bacteriano para outra bactéria através de um bacteriófago (vírus que destrói bactérias).

8.3.2.3 – Transformação – pedaços de DNA estranhos existentes no ambiente, penetram na célula bacteriana e se incorporam à sua cromatina.

8.4 – Respiração – esta é realizada sob duas formas:

8.4.1 – Respiração Aeróbia – é aquela que se processa na dependência de oxigênio (O_2) livre, ou seja, essas bactérias precisam de oxigênio livre para respirar. Exs.: bacilo de Hansen, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Salmonella typhi*, entre outros.

8.4.2 – Respiração Anaeróbia – nesse tipo de respiração, as bactérias não precisam necessariamente de oxigênio livre (O_2) para realizar o processo. A respiração anaeróbia pode ser:

8.4.2.1 – Estrita – aqui, a bactéria só vive na ausência de oxigênio livre, como é o caso do bacilo do tétano (na presença de O_2 , transforma-se em esporos).

8.4.2.2 – Facultativa – a bactéria vive com ou sem O_2 livre, como o bacilo diftérico.

8.5 – Sensibilidade ao Oxigênio – o oxigênio é um elemento muito importante para o desenvolvimento ou não das bactérias, pois determinados microorganismos são rapidamente mortos pelo oxigênio, enquanto que outros são indiferentes à sua presença. A capacidade dos microorganismos crescerem na presença e oxigênio tem sido utilizada para classificar as bactérias de acordo com certas características (observe de forma detalhada o processo de respiração bacteriana):

8.5.1 – Aeróbios Estritos – crescem apenas na presença de oxigênio e nesse caso, este elemento químico é o aceptor final de elétron da cadeia energética que forma a água. As leveduras são exemplos de aeróbios estritos encontrados na cavidade oral. Deve-se ressaltar que poucos aeróbios são encontrados nas mucosas dos mamíferos.

8.5.2 – Aeróbios Facultativos – são microorganismos que podem crescer tanto na presença como na ausência de oxigênio, podendo existir dois tipos de microorganismos facultativos:

8.5.2.1 – Facultativos Verdadeiros – são micróbios que respiram quando crescem aerobicamente, formando água como produto terminal. Quando crescem anaerobicamente, estes microorganismos realizam a fermentação, na qual diversos compostos orgânicos atuam como receptores finais de elétrons. A *Escherichia coli* é um exemplo de microorganismo facultativo verdadeiro.

8.5.2.2 – Facultativos Indiferentes – são microorganismos que realizam uma fermentação independente do crescimento em aerobiose ou anaerobiose. Eles se mostram indiferentes ao oxigênio, embora geralmente apresentem enzimas como catalase superóxido dismutase, que previnem o acúmulo de peróxidos tóxicos. Os *Streptococcus sp* são exemplos de bactérias facultativas indiferentes.

8.5.3 – Microaerófilos – são bactérias que sofrem inibição pelas concentrações de oxigênio, sendo encontradas no ar atmosférico (que é de 21%) e crescem pouco na ausência de oxigênio. No entanto, quando cultivadas em concentrações intermediárias de oxigênio, apresentam um crescimento ótimo. O *Compylobacter (Vibrio) sputorum* é um microaerófilo oral que apresenta um crescimento ótimo numa concentração aproximada de 5% de oxigênio.

8.5.4 – Anaeróbios – são inibidos totalmente pelas concentrações de oxigênio do ar atmosférico e crescem muito bem na ausência desse composto químico. Existem dois tipos de anaeróbios:

8.5.4.1 – Anaeróbios Moderados Que Não São Mortos Rapidamente Pelo Ar Atmosférico – eles podem ser manipulados durante alguns minutos na aplicação de procedimentos de isolamento sem comprometer sua viabilidade. No entanto, são mortos pela exposição prolongada às tensões de oxigênio ambiental. Estes microorganismos parecem representar a grande parte dos isolamentos da placa subgingival, incluindo gêneros como *Bacterioides*, *Fusobacterium*, *Actinomyces* e *Vellonella*.

8.5.4.2 – Anaeróbios Estritos São Mortos Rapidamente Pelo Oxigênio – os espiroquetas da cavidade oral são anaeróbios estritos, pois são mortos na presença de ar em poucos minutos e algumas espécies não crescem na superfície de meios de cultura com ágar em atmosferas contendo mais que 0,1% de oxigênio.

8.6 – Metabolismo – muitas bactérias fermentam carboidratos, embora nem todas apresentam a mesma via metabólica. Algumas vezes o padrão específico de fermentação de carboidratos pode ser utilizado na distinção de microorganismos intimamente relacionados: *S. mutans* fermenta manitol, enquanto *S. sanguis* não fermenta. A *Escherichia coli* é lactose positiva, enquanto *Shigella* e *Salmonella* são lactose negativas. A fermentação de carboidratos tem como resultados a formação de substâncias ou produtos ácidos, sendo constatada pela diminuição do pH.

Existem outras bactérias não executam a fermentação de carboidratos, sendo uma característica que se utiliza para a identificação, podendo ser detectada pela incapacidade do microorganismo baixar o pH em caldo contendo glicose. Na cavidade oral, *Bacterioides gingivalis*, *Veillonella*, *Compylobacter (Vibrio) sputorum* e outros microorganismos não abaixam o pH e, portanto, são exemplos de não fermentadores de carboidratos.

Uma outra característica fisiológica importante para fins taxionômicos é identificação dos produtos metabólicos terminais formados pelas bactérias. Entre os bastonetes gram-negativos, as espécies de bacteróides e fusobactérias eram de difícil distinção, até que se determinou que os bacteróides sintetizam o ácido succínico, enquanto a fusobactérias formam o ácido butírico.

8.7 – Patogenicidade – quanto a este aspecto as bactérias podem ser:

8.7.1 – Bactérias Saprófitas – são as que não produzem doenças, vivem como comensais, fazendo parte da microbiota normal. Ex: *Neisseria catarrhalis*, que faz parte da microbiota normal das vias aéreas superiores, os bacilos de Döderlein, componente da microbiota normal da cavidade vaginal e a *Escherichia coli*, habitante normal dos intestinos, entre outras.

8.7.2 – Bactérias Patogênicas – são aquelas que espoliam ou seja, parasitam os hospedeiros, produzindo enfermidades. Exs: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Salmonella enteritidis*, entre inúmeras outras.

Nota – este texto é, na realidade, uma breve introdução, por isso queremos esclarecer aos interessados no assunto, que para obter o texto na íntegra (total), basta solicitá-lo, que

atenderemos todos os pedidos e enviaremos os mesmos pelos Correios e Telégrafos; portanto, entre em contato conosco através dos nossos telefones ou e-mail.

À Direção.

Maceió, Janeiro de 2.012

Autor: Mário Jorge Martins.

Prof. Adjunto de Saúde Coletiva da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL).

Mestre em Parasitologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Médico da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA).