

MATERIAL DIDÁTICO



BACTERIOLOGIA

BACTERIOLOGIA

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	BACTERIOLOGIA.....	6
2.1	História da bacteriologia.....	7
3	BACTÉRIAS.....	10
3.1	Morfologia bacteriana	11
3.2	Citologia bacteriana.....	14
4	TAXONOMIA BACTERIANA.....	23
4.1	Nomenclatura	23
4.2	Identificação	24
4.3	Convenção taxonômica	25
4.4	Regras de modificação na nomenclatura	25
5	CRESCIMENTO BACTERIANO	26
5.1	Reprodução em Bactérias	26
5.2	Fatores que Alteram o Crescimento	27
6	GENÉTICA BACTERIANA.....	32
6.1	Genótipo e Fenótipo	33
6.2	Genes e reprodução.....	33
6.3	Mutações.....	34
7	MECANISMOS DE PATOGENICIDADE E DEFESA BACTERIANA.....	35
7.1	Início da patogenicidade.....	36
7.2	Fatores de virulência	37
8	MICROBIOTA AUTÓCTONE	38
8.1	Cavidade oral	40
8.2	Nasofaringe	40
8.3	Esôfago	40

BACTERIOLOGIA

8.4	Trato gastrointestinal	41
8.5	Vagina	41
8.6	Pele	42
8.7	Conjuntiva	43
9	PRINCIPAIS BACTÉRIAS DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA.....	43
9.1	<i>Estafilococos, estreptococos, enterococos</i> e outros cocos gram positivos. 44	
9.2	<i>Neisserias</i>	46
9.3	Enterobactérias	48
9.4	Bastonetes não fermentadores	50
9.5	Bacilos curvos ou espiralados	51
9.6	Corineformes.....	53
9.7	Bacilos gram positivo.....	57
9.8	Bacilos esporulados aeróbios e anaeróbios facultativos	58
9.9	<i>Actinomicetos</i>	60
9.10	<i>Fastidiosos</i>	61
9.11	<i>Bartonella</i>	62
9.12	<i>Bordetella</i>	62
9.13	<i>Brucella</i>	63
9.14	<i>Francisella tularensis</i>	64
9.15	<i>Haemophilus</i>	65
9.16	<i>Haemophilus aphrophilus</i>	65
9.17	<i>Haemophilus ducrey</i>	66
9.18	<i>Legionella</i>	66
9.19	<i>Pasteurella</i>	66
9.20	<i>Actinobacillus</i>	67
9.21	<i>Kingella</i>	67

BACTERIOLOGIA

9.22	<i>Chromobacterium violaceum</i>	68
9.23	<i>Streptobacillus moniliformis</i>	68
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
	BIBLIOGRAFIA.....	73

BACTERIOLOGIA

1 INTRODUÇÃO

Prezado aluno!

O Grupo Educacional FAVENI, esclarece que o material virtual é semelhante ao da sala de aula presencial. Em uma sala de aula, é raro – quase improvável - um aluno se levantar, interromper a exposição, dirigir-se ao professor e fazer uma pergunta, para que seja esclarecida uma dúvida sobre o tema tratado. O comum é que esse aluno faça a pergunta em voz alta para todos ouvirem e todos ouvirão a resposta. No espaço virtual, é a mesma coisa. Não hesite em perguntar, as perguntas poderão ser direcionadas ao protocolo de atendimento que serão respondidas em tempo hábil.

Os cursos à distância exigem do aluno tempo e organização. No caso da nossa disciplina é preciso ter um horário destinado à leitura do texto base e à execução das avaliações propostas. A vantagem é que poderá reservar o dia da semana e a hora que lhe convier para isso.

A organização é o quesito indispensável, porque há uma sequência a ser seguida e prazos definidos para as atividades.

Bons estudos!

BACTERIOLOGIA

2 BACTERIOLOGIA



Fonte: alapacml.net

Bacteriologia é a designação dada à ciência que estuda as bactérias, indicando a sua constituição e estrutura. Esta ciência corresponde a uma área da biologia, particularmente uma subdivisão da microbiologia, onde são estudados os seres vivos com um tamanho microscópico. O termo bacteriologia tem origem no grego “bakteria” que significa pequeno bastão e “logos” que significa estudo. (GUERRA, 2017 apud ALMEIDA, 2017)

Apesar de serem conceito muito semelhantes a microbiologia é um termo mais geral que centra o seu estudo em todos os organismos microscópicos, enquanto a bacteriologia estuda apenas as bactérias. A microbiologia e a bacteriologia evoluíram devido as necessidades médicas e econômicas, uma vez que as bactérias afetam a saúde assim como os alimentos que são consumidos podendo prejudicar o bem-estar. Este estudo contribui também para a criação de tratamentos, como as vacinas.

Bacteriologia é também o termo usado para indicar análises médicas com o intuito de despistar doenças ou a contaminação por agentes bacterianos nocivos. Nestas análises as bactérias são cultivadas em meio solido (aeróbico ou anaeróbio dependendo do tipo de bactéria) para que posteriormente possam ser estudadas e identificadas. (ALMEIDA, 2017 apud NOGUEIRA, 2015)

BACTERIOLOGIA

Nesta ciência são estudados inúmeros seres capazes de causar infecções, assim como o melhor método para eliminar os efeitos que estes organismos podem ter sobre outros, particularmente o ser humano.

O estudo das bactérias centra-se na identificação destes organismos usando as suas características morfológicas, a sua estrutura, fisiologia, bioquímica e ainda o método de reprodução que utilizam assim como o seu metabolismo, ciclo de vida e a sua ecologia.

De acordo com Almeida (2017):

A bacteriologia centra-se no estudo de três áreas diferentes:

- **Bacteriologia geral:** estuda as bactérias sua morfologia, fisiologia e ciclo de vida
- **Bacteriologia clínica:** centra-se no estudo dos organismos causadores de doenças e na forma de tratar os efeitos provocados em outros organismos
- **Bacteriologia laboratorial:** centra-se no estudo e identificação das bactérias

2.1 História da bacteriologia



Fonte: monografias.com

Uma das primeiras hipóteses, associadas a Bacteriologia, de que se tem notícia foi postulada no século XIII, por Roger Bacon, que sugeriu que as doenças eram produzidas por seres vivos invisíveis. A ideia foi novamente

BACTERIOLOGIA

recomendada por Girolamo Fracastoro de Verona (1483-1553), mas a primeira observação descrita e documentada dos organismos bacterianos foi realizada pelo naturalista holandês Antony Van Leeuwenhoek (1632-1723), com a ajuda de um microscópio simples de sua própria construção. (FIOCRUZ, 2017 apud TORTOTA, 2005)

Ele informou sua descoberta à Sociedade Real de Londres, em 1683, mas a Bacteriologia, como ciência, não se estabeleceu até meados do século XIX.

Apesar das tentativas iniciais de associar as bactérias as doenças, como nos antigos trabalhos do pesquisador Marcus Anton Von Plenciz (1705- 1786), que procurou estabelecer a natureza do “*contagium*” e do “*miasma*” (o primeiro, derivando do organismo doente, enquanto o segundo, que era gerado fora do corpo, se espalhava pelo ar), por vários anos se acreditou que bactérias eram produzidas através de geração espontânea.

Foram requeridos os esforços de vários químicos e biólogos para provar que as bactérias, como todos os organismos vivos, só surgiam de outros organismos semelhantes. Este fato fundamental foi finalmente estabelecido em 1860, pelo cientista Francis Louis Pasteur (1822-1895).

Com seus trabalhos associados aos de Robert Koch (1843-1910), outro brilhante estudioso, praticamente inicia-se a era da Bacteriologia. Em 1840, depois dos primeiros trabalhos de Pasteur, Friedrich Gustav Jacob Henle (1809-1885), em uma notável publicação, expôs as suas ideias, estabelecendo condições básicas para que um agente microscópico particular pudesse ser considerado causador de uma doença infecciosa ou infectocontagiosa.

Segundo Pires (2017):

Estas condições correspondem aos “postulados de Henle”:

- O agente causador da infecção deve ser encontrado com constância no corpo do doente.
- Deve ser possível isolá-lo e, com tal agente isolado, reproduzir experimentalmente a doença. Os dois postulados citados seriam aperfeiçoados e mais tarde impostos aos bacteriologistas pelos trabalhos de Robert Koch (primeiro a isolar o *M. tuberculosis* – bacilo de Koch):
- Um microrganismo específico pode sempre ser encontrado em associação com uma dada doença

BACTERIOLOGIA

- O organismo pode ser isolado e cultivado, em cultura pura, no laboratório.
- A cultura pura produzirá a doença quando inoculada em animal sensível.
- É possível recuperar o microrganismo, em cultura pura, dos animais experimentalmente infectados.

Seguindo as ideias de Pasteur, que ao destruir a teoria da geração espontânea, John Needham 1745, afirmou estar o ar cheio de micróbios, e levando em conta que as fermentações e as putrefações são também obras de microrganismos, o médico Oliver W. Holmes (1809-1894) insistia que a febre puerperal era contagiosa e, provavelmente, ocasionada por um agente transmitido de uma mãe para outra, por intermédio dos médicos e das parteiras.

Quase na mesma Época, o médico húngaro Ignaz P. Semmelweis (1818-1865) introduziu o uso de antissépticos na prática obstétrica. Com base nestes estudos, o Dr. Joseph Lister (1827-1912) concluiu em 1867 que deveria ser possível evitar as infecções pós-operatórias, desinfetando previamente os instrumentos cirúrgicos, o campo operatório e as mãos do cirurgião. (ANVISA, 2017 apud TRAMPUZ, 2004)

O período de 1880-1900 representa a época áurea da Bacteriologia com a descoberta de várias bactérias patogênicas. Durante um congresso internacional ocorrido em Londres em 1881, Louis Pasteur teve a oportunidade de tomar conhecimento da introdução, por Robert Koch, dos meios sólidos (gelatina, ágar, etc.) na Bacteriologia (até então Pasteur só usava meios líquidos, o que praticamente impossibilitava o isolamento bacteriano). Koch também desenvolveu técnicas de fixação e coloração, muitas das quais utilizamos até os dias de hoje.

Em 1921 o médico escocês Alexandre Fleming espirrou acidentalmente sobre uma placa com colônias de bactérias e observou que existia uma substância capaz de destruí-las. Ele nomeou essa substância de *lisozima* e publicou artigos científicos para noticiar sua descoberta.

Em 1928 Fleming observava algumas placas com cultivo de bactérias quando uma lhe chamou atenção. Essa placa havia sido contaminada por esporos de fungos presentes no ar. Fleming achou tratar-se de uma contaminação comum até observar que em volta do fungo as bactérias haviam

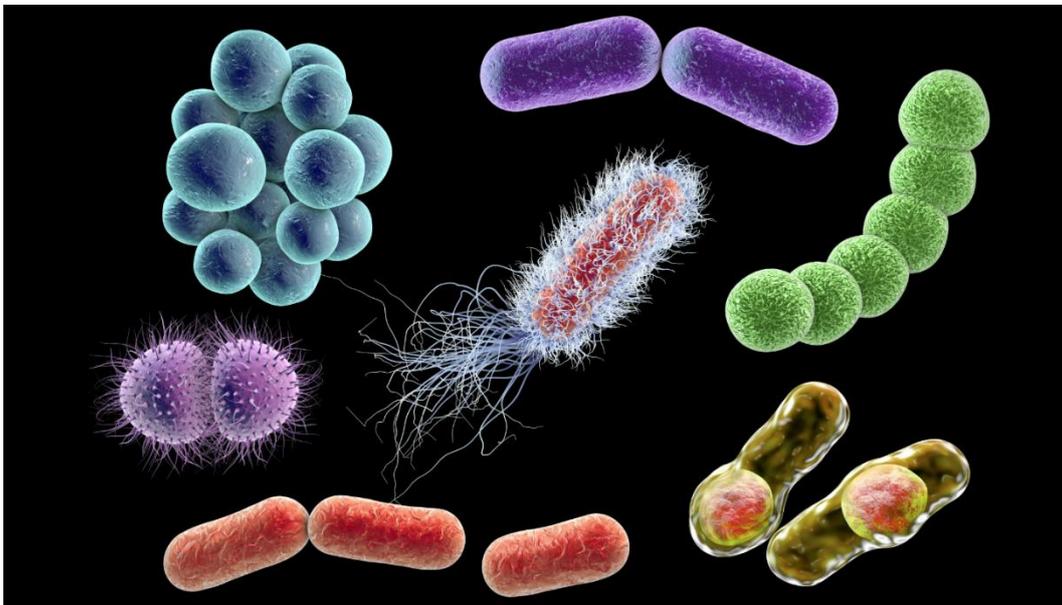
BACTERIOLOGIA

desaparecido, enquanto em outras partes da placa continuavam presentes. (PASQUETTI, 2011)

Por meses, Fleming realizou vários experimentos concluindo que o fungo *Penicillium notatum*, possuía uma substância capaz de matar as bactérias. A essa substância foi dado o nome de penicilina.

Mas apenas em 1940, os cientistas Howard Florey e Ernst Boris Chain dedicaram-se a criar um antibiótico com base na penicilina. Em 1941, eles documentaram quase 200 casos de tratamento de infecções com o novo medicamento.

3 BACTÉRIAS



Fonte: vix.com

As bactérias são seres unicelulares aclorofilados, microscópicos, que se produzem por divisão binária. Elas são células podem ser de várias formas, como esféricas ou em forma de bastonetes curtos, com tamanhos variados, alcançando às vezes micrômetros linearmente.

Na maioria das espécies, a proteção da célula é feita por uma camada extremamente resistente, a parede celular, havendo imediatamente abaixo uma membrana citoplasmática que delimita um único compartimento contendo DNA, RNA, proteínas e pequenas moléculas. São chamadas de procarióticas porque

BACTERIOLOGIA

não possuem um núcleo organizado e são morfologicamente mais simples que as células dos organismos “superiores”. Compreende os domínios: *Bacteria* e *Archae*.

Classificação bacteriana

- Procariotas: Pró (antes) Karyon (núcleo)
- Eucariotas: Eu (verdadeiro) Karyon (núcleo)
- Eubactérias: Água, solo e organismos vivos
- Arqueobactérias: Ambientes inóspitos (pântanos, oceano, salinas, vulcões, etc.)

Capacidade de síntese: - Autotróficas
- Heterotróficas

Pressão osmótica: - Osmofílicas
- Halofílicas

Tensão de Oxigênio: -Aeróbias
- Anaeróbias estritas
- Anaeróbias facultativas
- Microaerófilas

Temperatura: - Psicrófilas
- Mesófilas
- Termófilas

PH: - Acidófilas
- Neutrófilas
- Basófilas

3.1 Morfologia bacteriana

Segundo Guerra (2017):

BACTERIOLOGIA

As Bactérias fazem parte dos seres Procariontes (sem núcleo organizado) e diferem das células Eucarióticas, principalmente, pela:

- Ausência de organelas e citoesqueleto em seu citoplasma;
- O glicocálix está presente como cápsula (proteção contra fagocitose: papel importante na virulência) ou camada viscosa (protege contra desidratação), além de promoverem adesão;
- Ribossomos de tamanho menor (70S);
- Presença de Parede Celular complexa de Peptidoglicano;
- Membrana plasmática sem carboidratos e, geralmente, sem esteróides (o que a torna mais rígida);
- Normalmente possui um único cromossomo circular
- Não tem histonas.

É importante diferenciar tais células bacterianas das eucarióticas humanas em especial, pois assim pode-se desenvolver mecanismos específicos para o combate de bactérias patogênicas ao organismo, sem causar danos ao paciente. Os principais alvos dos Antibióticos são: Parede Celular (que quando há em eucariontes é quimicamente simples, de quitina e celulose) e Ribossomos (os maiores ribossomos possuem 80S).

Tamanho

As bactérias possuem tamanho por ordem de milésimos de milímetro, ou seja, micrômetros (mm), podendo, no entanto, serem observadas em microscopia Óptica, o que não ocorre com os vírus, que, possuidores de dimensões inferiores a 0,2 mm (limite de visibilidade do microscópio Ótico), não podem ser observados neste instrumento. (NOGUEIRA, 2015)

A maioria das bactérias estudadas nos laboratórios de Microbiologia mede de 0,5 a 1,0 mm de diâmetro por 2,0 a 5,0 mm de comprimento.

Existem relatos de bactérias denominadas nanobactérias ou ultramicrobactérias, cujo tamanho varia de 0,05 a 0,2 μm de diâmetro. Geralmente medem de 1 a 6 μm de comprimento por 1 a 2 μm de largura. (NOGUEIRA, 2015)

Existe uma grande área de superfície através da qual os nutrientes podem entrar em relação a um pequeno volume de substância celular a ser alimentada.

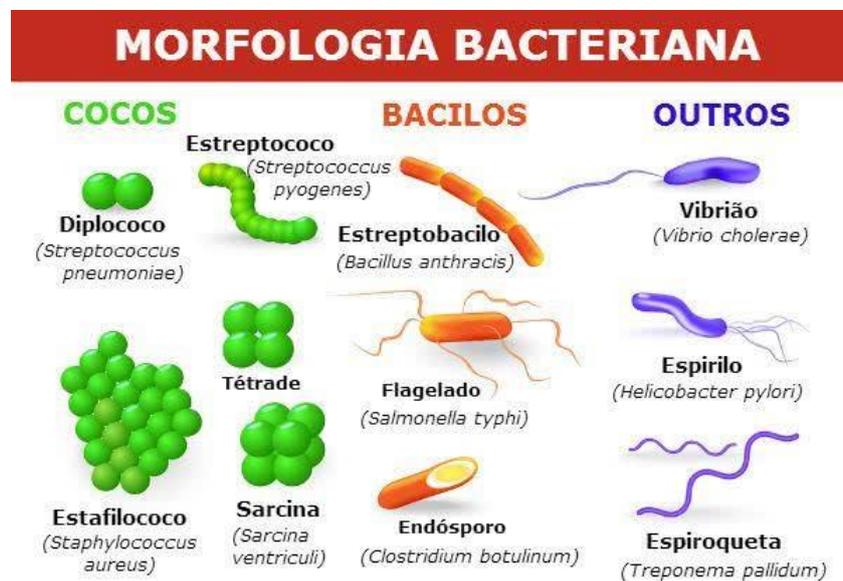
BACTERIOLOGIA

Formas

Guerra (2017) diz:

As bactérias podem se apresentar nos seguintes tipos morfológicos:

- **Bastonetes ou bacilos:** Bastonetes longos ou curtos com extremidade reta ou de ponta arredondada, ou ainda curvos. Ex: Tuberculose e Hanseníase.
- **Espirilos:** Forma de hélice, saca-rolha ou espiralar. Ex: Leptospirose
- **Cocos:** Podem ser esféricos, elípticos, em forma de ponta de lança, riniformes, etc. Ex: Gonorréia e Meningite.
- **Vibriões:** Bactérias em forma de “vírgula”.



Fonte: todamateria.com.br

Arranjos

Guerra (2017) diz:

Os cocos podem formar diferentes arranjos, de acordo com a sua divisão celular (em plano único, ou em mais planos):

- **Diplococos:** não Cocos agrupados 2 a 2 (divisões em um único plano).
- **Estreptococos:** vários cocos dispostos em cadeia, similar a um cordão de pérolas. (Divisão em um único plano).
- **Tétrades:** Grupos de 4 cocos unidos (divisão em 2 planos).
- **Sarcinas:** Grupos de 8 cocos unidos, de forma semelhante a um cubo (divisão em 3 planos).

BACTERIOLOGIA

- **Estafilococos:** Cocos agrupados de forma aleatória, semelhante ao formato de um cacho de uvas (divisão em muitos planos).

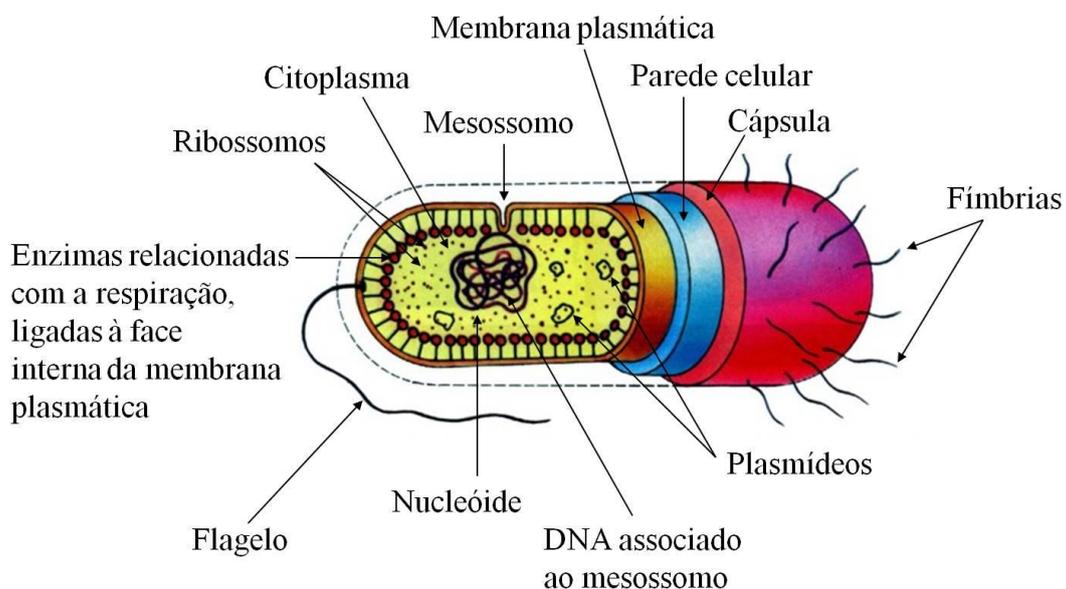
Os bastonetes (ou bacilos) não se dispõem em tantos arranjos como os cocos, sendo que, na sua grande maioria, se apresentam de forma isolada. Porém, ocasionalmente podem ocorrer aos pares (diplobacilos) ou em cadeias (estreptobacilos).

Dependendo do gênero, fase de crescimento ou da composição do meio de cultura, estas bactérias podem também apresentar arranjos diferenciados, como crescimento em paliçada ou letras chinesas (*Corynebacterium/Difteria*). (NOGUEIRA, 2015)

Quando os bastonetes são muito curtos, podemos encontrar alguns autores denominando-os cocobacilos.

Os espirilos ocorrem, predominantemente, como células isoladas. Exibem, porém, nítidas diferenças em relação ao comprimento, largura, número e amplitude dos espirais.

3.2 Citologia bacteriana



Fonte: paginone.biz

BACTERIOLOGIA

As células bacterianas apresentam várias estruturas, algumas das quais estão presentes apenas em determinadas espécies, enquanto outras são essenciais às células e, portanto, são encontradas em todas as bactérias. Elas não possuem todas as estruturas internas das células eucarióticas sendo mais simples em todos os níveis, menos no seu envoltório celular.

Parede celular

Responsável pela forma, rigidez bacteriana, divisão celular e muitas vezes manutenção osmótica, com uma espessura de aproximadamente 10 a 20 nm é formada, entre outras substâncias, por um complexo macromolecular, conhecido como mucocomplexo (também chamado de peptidoglicano, mureína, mucopeptídeo ou glicopeptídeo), de importância prática na taxonomia bacteriana. (PIRES,2017)

Nas bactérias chamadas Gram-negativas, este complexo representa uma fração menor do total da parede em relação as Gram-positivas.

Nogueira (2015) afirma que:

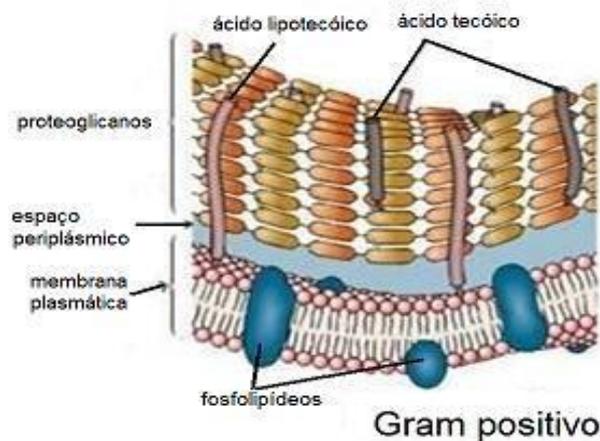
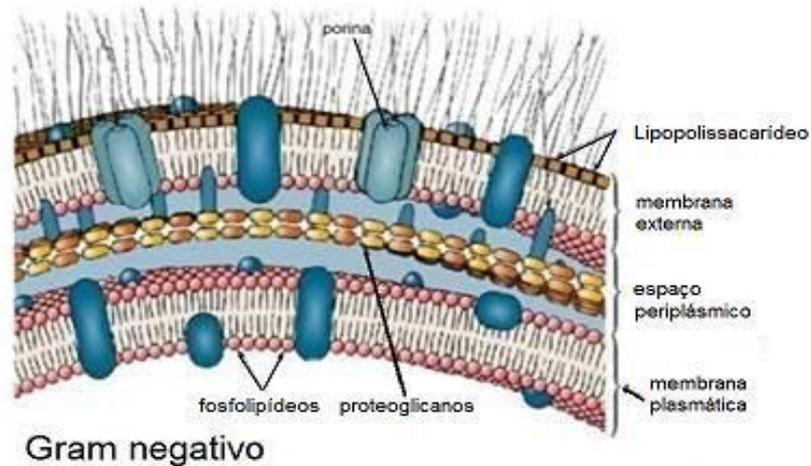
As Gram-negativas apresentam além da membrana plasmática, uma fina camada de peptidoglicano e uma segunda membrana externa (bicamada lipídica assimétrica) formando a Parede Celular. Há um espaço entre o peptidoglicano e a membrana externa, chamado de Periplasmático e é o local de ação de várias enzimas.

Outra característica importante é a presença de Lipopolissacarídeo (LPS) na membrana externa (barreira para moléculas grandes e hidrofóbicas, incluindo alguns antibióticos; apresenta um Antígeno O que mimetiza estruturas do Hospedeiro, o que proporciona um escape da resposta imune). Quando corados pela Coloração de Gram, as bactérias Gram negativas tornam-se rosas.

Em contrapartida Nogueira (2015), diz que,

Já as Gram positivas apresentam uma membrana plasmática e parede celular grossa, possui ácidos teicóicos e Lipoteicóicos (que atuam na entrada e saída de cátions, proteção de rupturas, promovem adesão e especificidade antigênica). As bactérias Gram positivas são mais sensíveis a penicilina. Quando coradas pelo método de Gram, apresentam a coloração roxa.

BACTERIOLOGIA



Fonte: abcdamedicina.com.br

Algumas bactérias com paredes estruturalmente Gram-positivas possuem uma modificação importante que pode ser utilizada na taxonomia; nestas bactérias, os lipídios estão em maior quantidade e fortemente ligados (cerca de 60% do peso seco da parede), além disso, elas possuem também em sua composição ácidos micólicos.

O gênero *Mycobacterium* é o exemplo mais importante de microrganismo onde ocorre esta modificação, devido ao caráter hidrofóbico de sua parede, sua coloração pelo método Gram é dificultada, mas ele poderá ser diferenciado pela capacidade de álcool ácido resistência.

Existe um grupo de bactérias chamado micoplasmas, que não possui parede celular nem peptidoglicano, apesar de estudos moleculares os colocarem próximos das bactérias Gram negativas, estes são incapazes de serem corados pelo método clássico de Gram, já que não possuem parede. Alguns deles

BACTERIOLOGIA

possuem esteróis em suas membranas, diferenciando-os mais ainda dos outros procariotos.

Outro fato interessante é que eles acabam se tornando resistentes aos antibióticos, que têm a parede bacteriana comum como alvo. A parede celular das arqueobactérias também não acompanha o mesmo esquema das bactérias comuns, podendo apresentar uma parede rígida (pseudomureína) ou uma simples camada S (geralmente glicoproteínas).

Método de coloração de Gram

Santos et al (2018) discorre que:

A coloração de Gram é um método de coloração de bactérias desenvolvido pelo médico dinamarquês Hans Christian Joachim **Gram**, em 1884, e que consiste no tratamento sucessivo de um esfregaço bacteriano, fixado pelo calor, com os reagentes cristal violeta, lugol etanol-acetona e fucsina básica.

Essa técnica permite a separação de amostras bacterianas em Gram-positivas e Gram-negativas e a determinação da morfologia e do tamanho das amostras analisadas.

O método da coloração de Gram é baseado na capacidade das paredes celulares de bactérias Gram-positivas de reterem o corante cristal violeta no citoplasma durante um tratamento com etanol-acetona enquanto que as paredes celulares de bactérias Gram-negativas não o fazem.

A coloração de Gram é um dos mais importantes métodos de coloração utilizados em laboratórios de microbiologia e de análises clínicas, sendo quase sempre o primeiro passo para a caracterização de amostras de bactérias.

A técnica tem importância clínica uma vez que muitas das bactérias associadas a infecções são prontamente observadas e caracterizadas como Gram-positivas ou Gram-negativas em esfregaços de pus ou de fluidos orgânicos. Essa informação permite ao clínico monitorar a infecção até que dados de cultura estejam disponíveis.

É possível a análise de vários esfregaços por lâmina, o que facilita a comparação de espécimes clínicos. As lâminas podem ser montadas de forma permanente e preservadas como documentação.

BACTERIOLOGIA

Quando examinadas ao microscópio ótico, usando objetiva de imersão, as bactérias gram-negativas aparecem coradas de vermelho e as gram-positivas de roxo (violeta azulado).

Soluções em ordem de aplicação	Gram positivas	Gram negativas
1- Cristal violeta – CV	Células coradas em violeta	Células coradas em violeta
2- Solução de iodo (lugol) – I	Formação do complexo CV-I no interior das células, que permanecem violetas	Formação do complexo CV-I no interior das células, que permanecem violetas
3- Álcool	Desidratação das paredes celulares, diminuição da porosidade e da permeabilidade: o complexo CV-I não pode sair das células que permanecem violetas.	Extração dos lipídios da parede celular, aumentando a porosidade: O complexo CV-I é removido das células
4- Safranina	As células não são afetadas, permanecendo violetas.	As células tomam o corante, tornando-se vermelhas.

Fonte: portalsaofrancisco.com.br

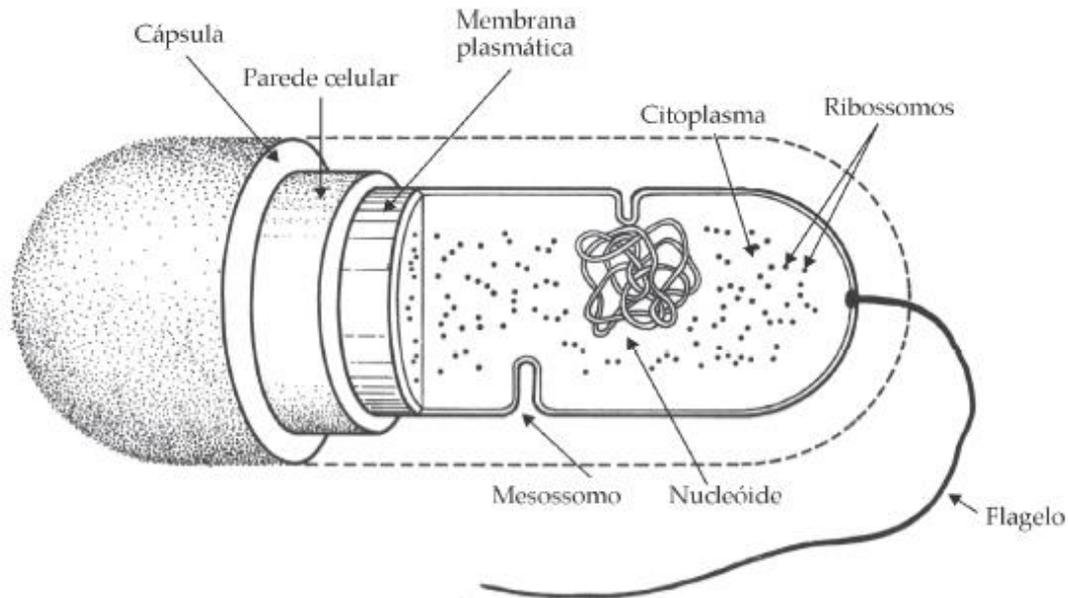
Membrana celular ou membrana citoplasmática bacteriana

Também chamada de membrana plasmática não constituída de fosfolipídios e proteínas, sua estrutura é semelhante aos dos organismos não procarióticos, todavia, com exceção dos grupos bacterianos dos micoplasmas, não possuem esteróis. (NOGUEIRA, 2015)

Trata-se de uma membrana semipermeável, seletiva, sede de várias enzimas, que limita o citoplasma. Importante não só para o transporte de íons e metabólitos (ex.: enzimas permeases e porinas), ela também atua em numerosos processos biossintéticos. A membrana celular das arqueobactérias pode conter lipídios únicos e longos sem grupamento fosfato. O que, segundo

BACTERIOLOGIA

alguns autores, pode contribuir para suas atividades em ambientes incomuns (alta concentração de sal, baixo pH ou altas temperaturas).



Fonte: coceducacao.com.br

Citoplasma

A célula bacteriana apresenta no seu citoplasma diferentes regiões que podem ser divididas didaticamente. Uma área chamada citoplasmática, de aparência granular e rica em RNA, uma área chamada de cromática ou nuclear, rica em DNA e uma porção fluída com nutrientes dissolvidos. (NOGUEIRA, 2015)

Na área citoplasmática, existe, junto com o RNA, partículas proteicas formando corpúsculos que recebem o nome de ribossomas. Esses possuem enzimas que atuam na biossíntese da célula (são responsáveis pela síntese proteica, possuindo em sua composição, aproximadamente, 60% de RNA e 40% de proteínas).

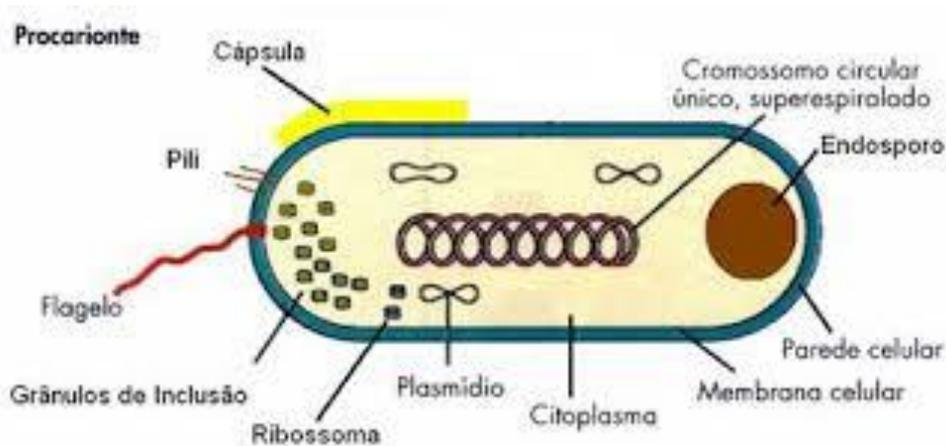
As bactérias não possuem membrana nuclear e nem aparato mitótico, em sua área cromática, há o chamado nucléolo ou nucleóide, composto por um cromossomo de DNA de dupla hélice, em sua grande maioria na forma de uma molécula única circular (algumas bactérias, como o *Vibrio cholerae*, podem possuir mais de um cromossomo; e outras, como a *Borrelia burgdorferi*, possuem um cromossomo linear). (ANVISA, 2004)

O cromossomo é possível de ser caracterizado em cultura de células jovens tratadas com HCl, a fim de destruir o RNA citoplasmático, seguido de

BACTERIOLOGIA

coloração, pelo método de *Giemsa*. (Coloração ou corante de Giemsa, em homenagem ao químico alemão e bacteriologista Gustav Giemsa, é usado em citogenética e para o diagnóstico histopatológico de malária e outros parasitas.) (ALBERTS, 2006)

Outras estruturas



Fonte: unirio.br

Alguns elementos podem estar presentes, ou não, em determinados gêneros bacterianos. Podendo, muitas vezes, além de sua função para a própria célula, auxiliar na taxonomia:

Grânulos ou inclusões citoplasmáticas: Podem ser visualizados através de colorações especiais, pois geralmente são refringentes. Sua natureza varia de acordo com o organismo, porém sua função é sempre de armazenamento. Encontrando-se reservas de glicogênio, amido, fosfatos, enxofre, etc.(ANVISA, 2004)

Alguns destes grânulos podem auxiliar na identificação presuntiva da presença de determinadas bactérias, como no caso de *Corynebacterium*, que acumulam polifosfatos. Esses grânulos são as vezes denominados grânulos de volutina ou metacromáticos, uma vez que, com corantes azuis, se diferenciam, corando-se em vermelho. Uma alternativa para realizar essa distinção é através do método de Albert Laybourn

Granulações metacromáticas: As granulações metacromáticas são as que tratadas por certos corantes apresentam o fenômeno de metacromasia, isto é,

BACTERIOLOGIA

tomam uma cor diferente da do corante. São também chamadas de granulações de volutina ou de Babes-Ernst; são encontradas em determinadas bactérias como: *Spirillum volutans*, bacilo diftérico, difteróide e lactobacilo. Para evidenciá-las, usam-se métodos de coloração especiais como: método de Neisser, método de Albert Laybourn, os quais empregam corantes metacromáticos.

Plasmídeo: Estrutura de DNA circular extracromossomial, de duplicação independente (*replicon*), localizada no citoplasma da célula (menor que o cromossoma), que não é responsável por características essenciais da bactéria. (BERETTA, 2017)

Geralmente se apresentam com várias cópias não possuindo homologia com o cromossomo, mas capacidade de conferir várias vantagens seletivas (ex.: resistência a antibióticos), podendo, inclusive, ser transferidos para outras bactérias. Essas estruturas têm sido largamente utilizadas atualmente na engenharia genética.

Glicocálice: Camada externa viscosa que cerca a parede celular e pode ocorrer em muitas bactérias. Sua natureza química na maior parte polissacarídea, é variada e depende da espécie bacteriana.

Os termos cápsula e camada limosa ou *slime* são usados, frequentemente, e diferenciados, muitas vezes, baseando-se na organização mais ou menos definida de sua estrutura.

De acordo com Nogueira (2015),

Além de fornecer um envoltório protetor, possui seu papel ligado à virulência e à imunogenicidade, já que pode atuar na defesa da bactéria contra a fagocitose, bacteriófagos e, principalmente, auxiliar na aderência bacteriana a algumas superfícies. Um bom exemplo é o *Streptococcus mutans*, que forma a placa bacteriana dentária.

Flagelos: São estruturas de locomoção formadas por apêndices muito finos, compostos de flagelina (proteína), e se encontram presentes em algumas bactérias. O flagelo apresenta três componentes:

- Uma estrutura basal
- Uma similar a um gancho
- Um longo filamento externo à parede celular.

BACTERIOLOGIA

O seu comprimento, geralmente, é várias vezes o comprimento da célula, contudo, seu diâmetro é uma pequena fração do diâmetro celular (10 a 20 nm). Podem ser únicos ou múltiplos, polares ou peritríquios (em todo corpo bacteriano), auxiliando, desta forma, em estudos taxonômicos.

Apesar destas estruturas estarem categoricamente ligadas à locomoção bacteriana, algumas bactérias podem se movimentar por outros meios, como, por exemplo, o deslizamento provocado pelo fluxo protoplasmático.

Pili ou fímbria: São apêndices filamentosos compostos de pilina (proteína) encontrados em algumas bactérias Gram-negativas mais finos, mais curtos e geralmente mais numerosos que os flagelos. (SILVA, 2013)

De acordo com sua estrutura podem desempenhar duas funções de grande importância:

A aderência a superfícies (através das adesinas localizadas em suas extremidades) e como pili sexuais, permitindo a fixação de células doadoras e receptoras, servindo como porta de entrada para material genético na conjugação bacteriana.

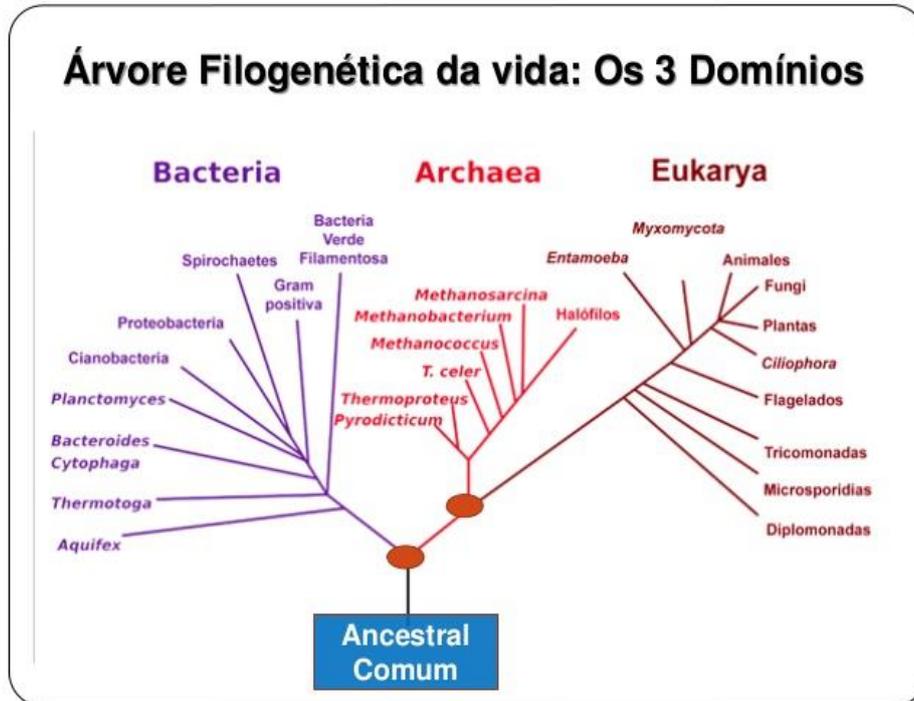
Esporos (endosporos): Essas estruturas são produtos de uma resposta ao meio ambiente e podem ser formadas em alguns gêneros bacterianos (ex.: *Bacillus* e *Clostridium*), são refringentes (refrativos) aos corantes e altamente resistentes a agentes físicos e químicos. (NOGUEIRA, 2015)

Formam-se quando o meio se torna inadequado para a sobrevivência da bactéria em sua forma vegetativa (ex.: escassez de água ou nutrientes). Cada célula forma um único esporo que é liberado quando a bactéria morre. Sua composição se caracteriza por alto teor de cálcio associado ao ácido dipicolínico, relacionado à desidratação e a alta resistência, inclusive térmica.

Essas estruturas permitem a manutenção de microrganismos em forma esporulada (latente ou em repouso), por longos anos, no ambiente, sendo consideradas notáveis estratégias de sobrevivência, já que podem reverter à forma vegetativa quando o local se torna viável novamente para sua sobrevivência.

BACTERIOLOGIA

4 TAXONOMIA BACTERIANA



Fonte: slideshare.net

Taxonomia (do grego *tassein* = para classificar e *nomos* = lei, ciência, administrar) é considerada a ciência da classificação. A classificação necessita da criação de um sistema que facilite identificar os seres. O primeiro sistema de classificação foi o de Aristóteles, no século IV a.C., que ordenou os animais pelo tipo de reprodução e por terem ou não sangue vermelho. Vários sistemas foram posteriormente criados a partir destas ideias. (NOGUEIRA, 2015)

4.1 Nomenclatura

Refere-se ao nome do microrganismo seguindo o Código Internacional para Nomenclatura de Procariontes (*International Committee on Systematic of Prokaryotes*). Este contém todos os princípios e recomendações para a descrição de uma nova unidade de classificação (ou *táxon*, no plural taxa), em espécie, gênero ou família. (THOMPSON, 2010)

As regras do código internacional baseiam-se no sistema binominal desenvolvido por *Linnaeus*: O nome de uma espécie bacteriana é proveniente

BACTERIOLOGIA

da combinação, em latim, formada de duas partes, o nome do gênero, seguido pelo nome da espécie bacteriana. Como, por exemplo: *Escherichia coli* (*Escherichia* é o gênero, e *coli* a espécie). Seguindo a regra, apenas a primeira letra do nome do gênero é escrita em maiúscula, e o nome completo deve ficar em itálico ou sublinhado. Exemplo: *Escherichia coli* ou *Escherichia coli*.

No caso de bactérias em que os sorotipos possuem grande importância, eles são citados após o nome da espécie, mas não se muda a grafia para itálico, o que poderá causar confusão.

Exemplo: *Salmonella enterica*, subespécie (subsp.) enterica sorotipo *Typhi*. Muitas vezes encontraremos escrito *Salmonella Typhi*.

Para se estabelecer um nome de um táxon, este deverá ser avaliado pelo código Internacional para Nomenclatura de Procariontes. Após validação, o novo nome é divulgado na comunidade científica através da revista *International Journal of Systematic Bacteriology* (IJSB). (NOGUEIRA, 2015)

4.2 Identificação

É um processo que determina as características do microrganismo, sua relação com microrganismos similares ou diferentes, e, posteriormente, com base nesses achados, indica-lhe o nome. Normalmente o nome da espécie determina uma característica morfológica ou bioquímica ou pode homenagear uma pessoa ou lugar.

Para citar uma espécie que não tenha sido identificada, mas que conhecemos o gênero, faz-se uso da abreviatura “sp.”, que significa “espécie”. (EMBRAPA, 2019)

Por exemplo, *Kle*

bsiella sp., ou seja, uma espécie qualquer do gênero *Klebsiella*. Se for necessário fazer referência a várias espécies do gênero, a abreviatura a ser utilizada é “spp.”, “espécies” *Klebsiella* spp. Deve ser observado que sp. ou spp. não são escritos em itálico ou sublinhados.

Com relação a taxonomia e nomenclatura, Nogueira (2015), discorre:

Atualmente, a taxonomia e a nomenclatura são realizadas por determinações genéticas (homologia do DNA, análise de sequência do DNA, análise do RNA 16S ribossômico). Permitindo sistemas

BACTERIOLOGIA

taxonômicos mais estáveis, onde as modificações de nomes sejam menos frequentes.

4.3 Convenção taxonômica

Sufixos usados para determinação de ordens, famílias e tribos:

- **Ordens:** sufixo - **ales**. Ex.: *Eubacteriales*
- **Famílias:** sufixo - **aceae**. Ex.: *Bacillaceae*
- **Tribos:** sufixo - **eae**. Ex.: *Proteae (Proteus)*

4.4 Regras de modificação na nomenclatura

Os nomes dos microrganismos podem ser modificados após estudos mais detalhados e estes devem ser registrados no IJSB de acordo com as seguintes regras afirmadas por Nogueira (2015):

- Quando se transferir uma espécie de um gênero para outro, a espécie ser mantida. Ex.: *Campylobacter pylori* mudou para *Helicobacter pylori*.
- Quando a cepa pura (cepa tipo) pertencer a outro gênero, o gênero desta cepa deverá ser considerado nulo.
- Ex.: *Enterobacter agglomerans* mudou para *Pantoeae agglomerans*.
- Quando um microrganismo estiver em duas ou mais designações de gênero e espécie, o nome do gênero/espécie da cepa tipo deverá ser considerado como o nome válido.

BACTERIOLOGIA

5 CRESCIMENTO BACTERIANO



Fonte: melhorcomsaude.com.br

O crescimento microbiano é definido não em termos de tamanho celular, mas como o aumento do número de células que ocorre por divisão celular. A divisão celular nas bactérias geralmente ocorre por Divisão Binária (Fissão binária) e às vezes por brotamento. (VIEIRA, FERNANDES, 2012)

Considerando-se uma célula isolada, o tempo de vida de uma bactéria vai do término da divisão celular anterior até o final da próxima divisão. Uma população de bactérias existe por tempo indeterminado.

5.1 Reprodução em Bactérias

As bactérias se reproduzem por fissão binária transversa, que havendo a replicação do cromossomo a bactéria desenvolve uma parede celular transversa, dividindo-a em duas células. Assim, a parede transversa forma como uma invaginação da membrana plasmática e da parede celular. Quando a nova parede formada não se separa completamente em duas paredes, pode-se formar uma cadeia (ou filamento) de bactérias. (BERETTA et al, 2017)

Existem outras formas de reprodução, como:

Transformação: onde a bactéria absorve fragmentos de material genético de outra bactéria se rompeu.

BACTERIOLOGIA

Conjugação: duas bactérias geneticamente diferentes, mas da mesma espécie, trocam material genético de forma direta, em *Escherichia coli* formam um pelo oco chamado de pelo F ou pelo sexual que servirá para a troca do DNA.

Transdução: é o processo de reprodução no qual o DNA bacteriano é transferido de uma bactéria para outra por um vírus, os chamados bacteriófagos.

Quando o bacteriófago entra numa célula bacteriana, o DNA do vírus mistura-se com uma parte do DNA bacteriano, de modo que o vírus agora carrega esta parte do DNA. Se o vírus infecta uma segunda bactéria, o DNA da primeira bactéria pode misturar-se com o DNA da segunda bactéria.

Existem dois mecanismos de transdução: generalizada, em que qualquer gene pode ser transmitido, e restrita, que se limita a alguns genes específicos.

5.2 Fatores que Alteram o Crescimento

Vários fatores podem afetar o crescimento de uma população bacteriana, incluindo:

- O tipo de ambiente,
- Número de indivíduos na população,
- Interações dinâmicas com outras populações bacterianas,
- Presença de outros microrganismos predadores,
- Fatores químicos e físicos tais como disponibilidade de nutrientes essenciais, temperatura, pH, osmolaridade, pressão hidrostática, concentração de oxigênio, luz, radiação ionizante ou ultravioleta, presença de metabólitos tóxicos resultantes do metabolismo das células da população em crescimento ou presença de agentes antimicrobianos tais como bacteriocinas e antibióticos.

Os microrganismos podem viver em um grande número de ambientes, para praticamente qualquer mudança ambiental há algum microrganismo que pode sobreviver.

População

O tamanho da população afeta o número de novas células que serão formadas. Se a população aumenta, a taxa de crescimento também aumenta,

BACTERIOLOGIA

resultando em crescimento exponencial, desde que haja disponibilidade de nutrientes e espaço.

Nutrientes

O crescimento bacteriano exige a disponibilidade de nutrientes essenciais, tais como fontes de carbono, nitrogênio, fósforo, enxofre, ferro e outros minerais com os quais as bactérias podem sintetizar precursores de macromoléculas orgânicas e vitaminas, ou quando incapazes da síntese de um precursor essencial este deve estar presente no meio de crescimento. (TONHATO, 2008 apud UNB, 2008)

As bactérias são grandemente diversificadas em relação aos seus requerimentos nutricionais, sendo que, para praticamente qualquer substância há um microrganismo capaz de metabolizá-la como nutriente.

A disponibilidade de nutrientes diminui à medida que a população aumenta de tamanho; enquanto houver um mínimo de nutrientes a população continuará a crescer.

Temperatura

A temperatura pode ter efeitos positivos ou negativos sobre o crescimento de uma população bacteriana. À medida que a temperatura se aproxima de um valor ótimo, a taxa de crescimento aumenta rapidamente porque a cinética de reação das enzimas das células da população aumenta de modo diretamente proporcional; as reações químicas tendem a ocorrer mais rapidamente com aumento da taxa de divisões celulares.

Por temperatura ótima de crescimento entende-se aquela em que as células se dividem mais rapidamente, ou seja, apresentam um tempo de geração mais curto. Quanto à temperatura de crescimento, as bactérias foram agrupadas em quatro categorias: mesófilas, psicrófilas obrigatórias, psicrófilas facultativas e termófilas.

Bactérias mesófilas	Bactérias mesófilas apresentam crescimento ótimo em temperaturas variando entre 25°C e 40°C, ou seja, a faixa de temperatura mais comum na superfície da Terra e nos organismos animais. A
----------------------------	--

BACTERIOLOGIA

	<p>maioria dos patógenos humanos apresenta crescimento ótimo em temperaturas próximas de 37°C. Bactérias termodúricas, tais como <i>Bacillus cereus</i>, <i>Clostridium botulinum</i> e <i>Listeria monocytogenes</i>, geralmente vivem como mesófilas, mas podem suportar temperaturas elevadas por curtos períodos de tempo.</p>
Bactérias psicrófilas obrigatórias	<p>Bactérias psicrófilas obrigatórias requerem baixas temperaturas para seu crescimento; o crescimento ótimo se dá abaixo de 15°C. Algumas espécies marinhas toleram temperaturas negativas uma vez que a água do mar permanece líquida em temperaturas abaixo de 0°C. Tais organismos morrem quando expostos à temperatura ambiente. Sua adaptação a baixas temperaturas é devido ao alto conteúdo de ácidos graxos insaturados em suas membranas.</p>
Bactérias psicrófilas facultativas	<p>Bactérias psicrófilas facultativas ou psicrotróficas apresentam crescimento ótimo em temperaturas abaixo de 20°C, mas podem crescer, embora mais lentamente, em temperaturas de refrigerador e têm alta probabilidade de contaminar e estragar produtos resfriados tais como alimentos (por exemplo, <i>Bacillus cereus</i>) e sangue.</p>
Bactérias termófilas	<p>Bactérias termófilas são aquelas cujas taxas de crescimento ótimo estão entre 50°C e 60°C; são encontradas em pilhas de adubo orgânico. Algumas espécies toleram temperaturas de até 110 °C em fontes termais. As enzimas dos organismos termófilos apresentam propriedades de termo-estabilidade que lhes permitem atingir um pico de atividade entre 60°C e 80°C. Dentro dessa categoria encontram-se os organismos termófilos obrigatórios que só crescem</p>

BACTERIOLOGIA

em temperaturas acima de 37°C e os termófilos facultativos que podem crescer em temperaturas abaixo de 37° C.

A bactéria *Bacillus stearothermophilus* cresce muito bem entre 65 e 75°C, mas pode apresentar um pequeno crescimento e deteriorar alimentos em temperaturas em torno de 30°C. Os esporos dessa bactéria são utilizados para controlar o funcionamento de autoclaves em laboratórios de microbiologia.

Dentre os termófilos obrigatórios encontram-se as bactérias hipertermófilas que apresentam crescimento ótimo em temperaturas em torno e acima dos 85°C. Há apenas três gêneros de bactérias hipertermófilas: *Aquifex*, *Thermocrinis* e *Thermotoga*.

Fonte: adaptado de pronatec.ifpr.edu.br

PH

A maioria das espécies bacterianas podem crescer em meios cujo pH esteja entre 5 e 9, faixa na qual encontra-se a maior parte dos ambientes naturais. A maioria das bactérias não crescem em valores de pH com uma unidade acima ou abaixo do seu pH ótimo. Quanto à tolerância ao pH, as bactérias podem ser classificadas em três categorias: neutrófilas, acidófilas e alcalinófilas. (VIEIRA, FERNANDES, 2012)

Bactérias neutrófilas crescem em faixas de pH entre 5,4 a 8,5. A maioria das bactérias apresenta um crescimento ótimo em ambientes cujo pH se aproxima da neutralidade. A maioria das bactérias patogênicas está incluída nessa categoria.

Bactérias acidófilas crescem em faixas de pH extremamente baixos, entre 0,1 e 5,4, como a bactéria *Helicobacter pylorique* pode colonizar a parede estomacal. Bactérias alcalinófilas crescem em faixas de pH entre 8,5 e 11,5. A bactéria *Vibrio cholerae* apresenta um crescimento ótimo em pH 9.

BACTERIOLOGIA

Oxigênio

A capacidade de crescer na presença ou ausência de oxigênio divide as bactérias em cinco grupos: aeróbicas estritas, microaerófilas, anaeróbicas facultativas, anaeróbicas aerotolerantes, anaeróbicas estritas. (CARVALHO, 2010)

Bactérias aeróbicas estritas crescem apenas onde há disponibilidade de oxigênio, como por exemplo, as bactérias do gênero *Pseudomonas*.

Bactérias microaerófilas requerem uma quantidade reduzida de oxigênio; altas concentrações de oxigênio lhes são tóxicas. As bactérias microaerófilas sobrevivem em ambientes com alta concentração de dióxido de carbono e baixas concentrações de oxigênio, como por exemplo, as bactérias do gênero *Campylobacter*.

Bactérias anaeróbicas facultativas utilizam oxigênio em seu metabolismo energético, mas também podem crescer na ausência de oxigênio. As bactérias *Escherichia coli* e espécies de *Staphylococcus* são encontradas no trato intestinal e urinário onde há pouca disponibilidade de oxigênio.

Bactérias anaeróbicas aerotolerantes suportam a presença de oxigênio, sem utilizá-lo em seu metabolismo. Por exemplo, a bactéria *Lactobacillus acidophilus*.

Bactérias anaeróbicas estritas não crescem na presença de oxigênio que lhes é tóxico.

A maioria das espécies anaeróbicas estritas é encontrada no solo ou em microambientes em organismos animais que tenham se tornado anaeróbicos, como ferimentos profundos ou a junção das gengivas com os dentes. Como o *Clostridium tetani* (causadora do tétano), *Clostridium botulinum* (causadora do botulismo) e as bactérias associadas com doenças periodontais, como *Porphyromonas gingivallis* e *Prevotella intermedia*. (TRABULSI,2015)

A grande maioria das bactérias associadas aos intestinos de animais são anaeróbicas estritas.

Para o crescimento de bactérias anaeróbicas estritas em laboratório são requeridos procedimentos especiais de cultivo, tais como a exclusão total do oxigênio do meio e do ambiente de crescimento através do uso de agentes redutores que reajam com o oxigênio gasoso.

BACTERIOLOGIA

Metabolismo e toxicidade

À medida que a população aumenta de tamanho aumenta o consumo de nutrientes com conseqüente aumento da produção de produtos secundários do metabolismo. Esses metabólitos, quando em baixos níveis têm pouco efeito nas taxas de divisões celulares, mas em altas concentrações podem inibir a divisão celular ou mesmo matar as células, conseqüentemente, diminuindo a taxa de crescimento da população.

Metabólitos tóxicos se acumulam rapidamente em grandes populações bacterianas. Tais metabólitos são altamente reativos podendo destruir componentes celulares essenciais tais como proteínas, ácidos nucleicos e lipídios. (TONHATO, 2008 apud UNB, 2008)

6 GENÉTICA BACTERIANA



Fonte: docplayer.com.br

Segundo Nogueira (2015) sobre genética bacteriana:

O conjunto das características de todos os seres que conhecemos é influenciado por dados hereditários através dos genes. A informação genética, na maioria dos organismos, é armazenada na forma de sequência de bases nitrogenadas, chamada de DNA (ácido desoxiribonucleico). Ocasionalmente, organismos como os vírus podem armazenar as informações da forma de RNA.

BACTERIOLOGIA

Quando pensamos em evolução e genética, temos de pensar em diversidade, já que esta é uma condição prévia para a evolução. A mutação e a recombinação de genes aumentam a diversidade dos organismos e a seleção natural permite a manutenção dos mais bem adaptados a determinados ambientes.

6.1 Genótipo e Fenótipo

O genótipo de um organismo é determinado pelas suas informações genéticas, que não necessariamente estão ou estarão todas expressas. O fenótipo, todavia, é a sua manifestação, ou seja, as propriedades genéticas que podem ser evidenciadas naquele momento.

Em outras palavras, o genótipo é a coleção dos genes e o fenótipo baseia-se direta ou indiretamente nas proteínas que foram formadas. A informação genética do DNA é transcrita em mRNA, permitindo sua tradução em proteínas, que irão gerar o que anteriormente chamamos de fenótipo.

6.2 Genes e reprodução

Os organismos procariontes (com fitas duplas de DNA), na sua maioria, possuem os dados genéticos codificados no cromossoma (disperso no citoplasma). Sendo que aproximadamente 90% destes genomas consistem em uma única molécula de DNA circular bastante torcida e espiralada que ocupa quase 10% do volume celular.

Algumas poucas exceções podem ocorrer em algumas bactérias, como, por exemplo, *Brucella* e *Burkholderia*, que podem possuir mais de uma molécula de DNA, ou então *Streptomyces coelicolor* que apresenta o cromossoma em forma linear. Além disso, muitas bactérias poderão possuir genes adicionais em plasmídeos que podem apresentar mais de 30 cópias em uma única célula bacteriana. (MEDEIROS, 2008)

As informações contidas nos plasmídeos, apesar de não serem essenciais ao crescimento bacteriano, podem ser extremamente importantes para o sucesso do espécime, podendo mediar desde resistência antimicrobiana

BACTERIOLOGIA

até as próprias informações que possibilitam a transferência, aquisição e rearranjo de DNA entre bactérias.

A replicação do DNA possibilita o fluxo de informações genéticas para as novas gerações. Geralmente, os organismos bacterianos reproduzem-se assexuadamente por divisão binária transversa. Inicialmente ocorre a replicação do cromossomo que se inicia em determinado ponto prosseguindo em ambas as direções (replicação bidirecional). (NOGUEIRA, 2015)

No processo, as duas fitas de DNA original são separadas e usadas como modelo para a síntese de novas fitas (replicação semiconservativa). Os nucleotídeos livres presentes no citoplasma são pareados com as bases expostas do DNA de fita simples seguindo sempre a ordem da adenina se ligando a timina e da guanina se ligando a citosina.

Todo este processo, inclusive de correção, caso uma base errada seja encaixada, é mediado por enzimas incluindo a do DNA polimerase que age “colando” as bases correspondentes.

Logo após o princípio da replicação, inicia-se o desenvolvimento de uma invaginação na membrana plasmática e na parede celular (mesossoma), que posteriormente dividirá a bactéria original em duas novas células. Quando a nova parede formada não se separa completamente em duas paredes, pode-se formar uma cadeia (ou filamento) de bactérias. (RIBEIRO,2009)

A fissão binária não é o único método reprodutivo entre as bactérias, mas outras formas são menos comuns: O gênero *Streptomyces* pode produzir vários esporos reprodutivos ao mesmo tempo, cada um originando um novo indivíduo; bactérias filamentosas do gênero *Nocardia* podem aumentar seu filamento e fragmentá-lo em pequenas células bacilares ou cocoides; espécies do gênero *Hyphomicrobium* podem reproduzir-se por brotamento.

6.3 Mutações

Os mecanismos que levam as mutações genéticas são de grande importância evolutiva aumentando a diversidade dos organismos. A mutação nada mais é que uma alteração na sequência de bases nitrogenadas do DNA, modificando o produto codificado.

BACTERIOLOGIA

Essas mutações ocorrem espontaneamente ou são induzidas com a presença de um agente mutagênico (radiação ou agentes químicos). Muitas das mutações que ocorrem acabam não causando nenhuma modificação e são chamadas de neutras. Outras, porém, poderão ser desvantajosas ou benéficas, dependendo do produto gerado.

Com relação aas mutações, Nogueira (2015), esclarece:

Pares de bases do DNA podem ser deletados ou adicionados ao DNA, causando uma mutação chamada de “troca de fase de leitura”. Outro tipo de mutação é aquele que acaba por causar a substituição de um aminoácido ou que cria um códon de finalização, já que um par de bases pode ser substituído por outro diferente. Várias enzimas trabalham na reparação do DNA alterado, mas, apesar da eficiência destes sistemas, os erros, embora raros, na replicação natural, existem e podem ser aumentados por exposição a agentes mutagênicos em até mil vezes.

Esses agentes podem ser utilizados em engenharia genética para fins comerciais. Um exemplo clássico pode ser evidenciado através das mutações induzidas pela exposição do fungo *Penicillium* (produtor de penicilina) aos mutagênicos, resultando numa variante produtora de quantidades mil vezes maiores de penicilina que o fungo original.

7 MECANISMOS DE PATOGENICIDADE E DEFESA BACTERIANA

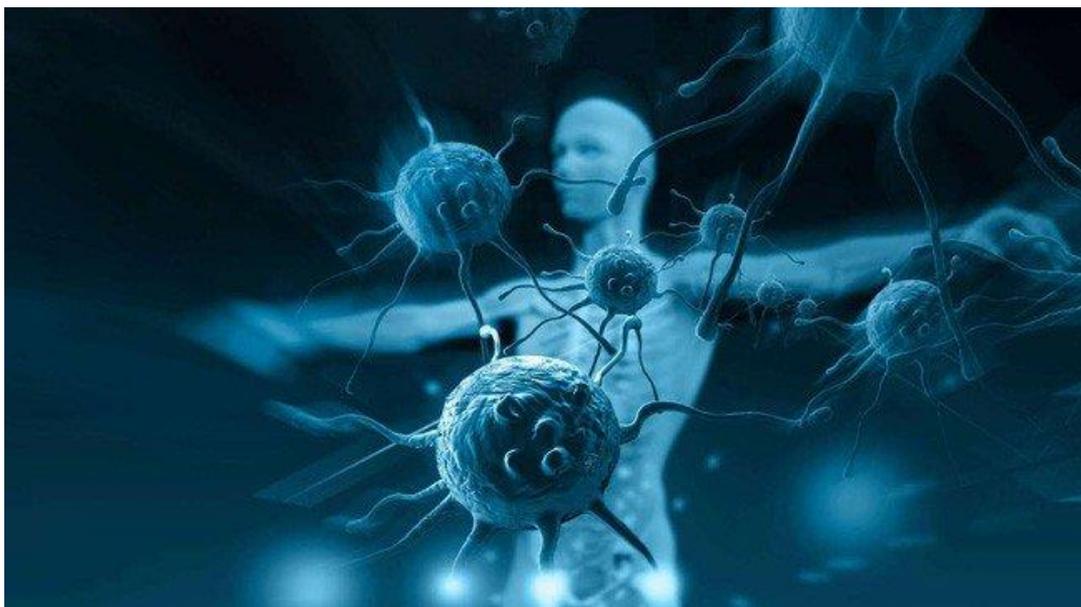


Imagem: brasil247.com

BACTERIOLOGIA

A capacidade que tem um agente infeccioso, de uma vez, instalado no organismo do homem e de outros animais produzir sintomas em maior ou menor proporção chama-se patogenicidade. Portanto, microrganismos patogênicos são aqueles capazes de causar enfermidades em condições apropriadas.

O grau de patogenicidade dentro de um determinado gênero ou espécie é chamado de virulência. A virulência não está atribuída a um único fator, e sim, dependerá de vários fatores relacionados com o microrganismo, ao hospedeiro e à interação entre os dois. A virulência envolve duas características de um microrganismo patogênico: infecciosidade (capacidade de poder iniciar uma infecção) e a gravidade de condição da infecção. (SILVA, 2013)

Podemos caracterizar as cepas dentro de um gênero ou espécies de microrganismos que na maioria das vezes são considerados patogênicos em:

- Com alto grau de virulência
- Com médio grau de virulência
- Sem virulência (avirulentas)

7.1 Início da patogenicidade

Para se estabelecer um processo infeccioso o microrganismo deve penetrar no hospedeiro e iniciar uma infecção. A capacidade do microrganismo de se aderir e sobreviver nas superfícies das mucosas do hospedeiro leva ao primeiro contato.

A união dos microrganismos em superfícies epiteliais, muita das vezes, não invade os tecidos mais profundos. Nesses casos, uma ou mais toxinas produzidas pelo patógeno são responsáveis pela patologia. Os microrganismos aderem as células das mucosas epiteliais e em seguida atravessam esta barreira, posteriormente à multiplicação em tecidos subepiteliais, causando a destruição dos tecidos. (FERNANDES, 2014)

Há organismos altamente invasivos que podem aderir e atravessar a superfície epitelial, multiplicando-se e invadindo tecidos mais profundos, podendo eventualmente chegar à corrente sanguínea e causar infecção generalizada.

BACTERIOLOGIA

Existem bactérias que se aderem, invadem, multiplicam-se, e se adaptam para continuarem no hospedeiro, mas normalmente dentro das células do sistema retículo endotelial. Ex.: Microbactérias.

Há algumas bactérias que são específicas, pois infectam um determinado tipo de tecido. O *Streptococcus pneumoniae*, por exemplo, pode habitar a garganta e a nasofaringe, mas quando causa doença, infecta preferencialmente o trato respiratório inferior. A afinidade tecidual pode estar relacionada com a presença de receptores específicos para aderência bacteriana ou à presença de nutrientes. (AZEVEDO,2013)

7.2 Fatores de virulência

Adesão

Capacidade das bactérias de se fixar nas células e tecidos do organismo. A adesão se dá pela presença de estruturas da superfície da célula bacteriana, definida como adesinas. As adesinas funcionam quando interagem com os receptores que existem no organismo. Estes receptores se localizam na superfície da célula ou são proteínas da matriz extracelular. (SILVA, 2013)

As adesinas bacterianas incluem fímbrias, componentes da cápsula, ácidos lipoteicoicos das bactérias Gram-positivas, Gram-negativas, ou outro antígeno de superfície celular. As bactérias podem se aderir, por exemplo, a superfícies de vasos sanguíneos ou a diferentes dispositivos plásticos usados em medicina, onde formam os chamados biofilmes.

Estes são microcolônias ou agregados bacterianos que são envolvidos por uma película de exopolissacarídeos produzida pela bactéria que se forma na superfície dos dispositivos plásticos quando colocados no organismo. Funcionam como uma fonte permanente de bactérias que podem causar infecção em órgãos distintos.

Quanto aos biofilmes, Nogueira (2015), diz:

Nos biofilmes, as bactérias estão bem resguardadas das defesas do organismo e da ação dos antimicrobianos. Estes podem se formar tanto em superfícies plásticas quanto em mucosas (fibrose cística), nos dentes (placa dentária) e nas tubulações em geral.

BACTERIOLOGIA

Invasão

Além de aderir, as bactérias também podem invadir diferentes células do nosso organismo para causar infecção. A penetração bacteriana nas células do organismo se dá pelo processo que chamamos de fagocitose (defesa inata mais eficiente). Há dois tipos de fagocitose: uma é exercida por células fagocitárias e a outra pelas células epiteliais ou células não fagocitárias. A fagocitose exercida pelas células fagocitárias é um processo que acontece naturalmente com o objetivo de proteger o organismo da bactéria.

A fagocitose causada por células epiteliais ou por células não fagocitárias é induzida pela bactéria e tem como objetivo protegê-las das defesas do organismo. Quanto aos mediadores das duas fagocitoses, temos, na fagocitose natural, o auxílio de anticorpos e do complemento. (TEVA, et al, 2008)

Já na fagocitose induzida, temos a ação de diferentes proteínas, chamadas de invasinas. As invasinas podem se localizar na membrana externa da bactéria ou podem ser introduzidas no citosol.

Cada bactéria invasora é dotada de diferentes mecanismos próprios de invasão e estes servirão ao propósito de cada uma delas. As respostas das células do nosso organismo podem ser várias, as que mais conhecemos incluem a produção de citocinas e prostaglandinas. (NOGUEIRA,2015)

As citocinas, também chamadas de interleucinas, são produzidas por macrófagos ativados e estimulam o amadurecimento do linfócito. Já as prostaglandinas podem causar morte celular por necrose (diminuição de nutrientes) ou por apoptose (morte celular programada). (TEVA, et al, 2008)

Com relação as bactérias, o mais importante é a necessidade de regular a expressão dos seus genes de virulência para se adaptarem aos organismos onde vivem.

8 MICROBIOTA AUTÓCTONE

O conceito de microbiota autóctone ou, como era conhecida, “flora normal”, se refere aos microrganismos que habitam a pele e as mucosas de pessoas normais e sadias. A microbiota, normal, se origina inicialmente do ambiente no momento do nascimento e da alimentação podendo haver relativa

BACTERIOLOGIA

variação entre indivíduos com o passar do tempo, mas que geralmente engloba microrganismos frequentemente encontrados em determinado local e numa determinada idade entre indivíduos saudáveis. (ANVISA, 2004)

Sua presença não é essencial à vida, porém, ela desempenha um papel bem definido na manutenção da saúde e das funções normais. Os microrganismos membros da microbiota podem ser extremamente benéficos existindo como mutualistas, protegendo o hospedeiro, competindo pelos nichos onde se encontram e pelos nutrientes, de forma mais eficiente que os microrganismos externos, inibindo e dificultando a colonização de outros microrganismos produzindo nutrientes importantes (síntese de vitamina K e B) e também contribuindo para o desenvolvimento do sistema imunológico.

Na grande maioria, a microbiota se compõe de comensais, quando mantém associações aparentemente neutras sem benefícios ou malefícios detectáveis. Contudo, em algumas ocasiões, esses microrganismos podem agir como oportunistas quando causam doenças em indivíduos imunocomprometidos (portadores de AIDS, pessoas que utilizam terapia imunossupressora, quimioterapia, radioterapia, que possuem queimaduras extensas, etc.). (NOGUEIRA, 2015)

Ainda existem os casos em que se os microrganismos normais forem retirados por algum motivo do local onde são considerados comensais e introduzidos em outro ambiente corpóreo, eles poderão agir como patogênicos, já que neste outro nicho eles não fazem parte da microbiota.

A microbiota normal pode ser classificada em dois grupos: A microbiota residente, que é considerada fixa de uma determinada área em determinada idade, e que, se perturbada, prontamente se restabelece. E a microbiota transitória, proveniente do meio ambiente, que pode permanecer no indivíduo por algumas horas ou até mesmo semanas.

Geralmente, se a microbiota residente se mantém intacta, a microbiota transitória não apresenta maiores problemas principalmente porque ela não se mantém de forma permanente. Porém, se houver algum distúrbio com a primeira os microrganismos transitórios poderão colonizar o local e, posteriormente, caso sejam patogênicos ou oportunistas virem a produzir doenças.

A existência de microrganismos residentes em determinado local do corpo vai depender de diversos fatores ambientais como temperatura, umidade, pH,

BACTERIOLOGIA

secreções, presença de lisozima, oxigênio, etc. Existem ainda os locais de nosso corpo desprovidos de microbiota como o cérebro, a medula espinhal, os rins e os pulmões, onde qualquer microrganismo detectado deve ser considerado com cuidado.

8.1 Cavidade oral

A composição da microbiota oral se altera com a idade, hábitos alimentares, hormônios, fluxo salivar, condições imunológicas e outros fatores, como higienização e ingestão de álcool. Todavia, de um modo geral, a alta umidade, o pH próximo da neutralidade, a temperatura constante (entre 34 e 36°C) e a disponibilidade de nutrientes da boca possibilitam o estabelecimento de uma microbiota bacteriana bastante complexa que habita as diversas áreas da cavidade oral.

Entre as bactérias mais comuns podemos identificar os *Lactobacillus spp.*, os *Streptococcus spp.*, os anaeróbios e as espiroquetas. Muitas dessas bactérias podem estar associadas à formação de cáries e à ocorrência de doenças periodontais.

8.2 Nasofaringe

A faringe é onde inala-se a maioria das bactérias. Muitas bactérias da cavidade oral, também podem ser encontradas neste local. O trato respiratório superior é a porta de entrada para a colonização inicial por muitos patógenos.

Na nasofaringe podemos encontrar portadores sadios de vários gêneros bacterianos de importância médica, com *Staphylococcus* e *Neisseria*. Já o trato respiratório inferior (brônquios e alvéolos) é normalmente estéril, porque partículas do tamanho de bactérias não conseguem atingi-lo prontamente. (NOGUEIRA, 2015)

8.3 Esôfago

Quando está anatomicamente normal e sadio, o esôfago é um órgão praticamente estéril e, se presentes, as bactérias da saliva e alimentos são

BACTERIOLOGIA

apenas transitórias. Apesar disso, condições patológicas podem alterar a anatomia do esôfago e predispor o órgão ao estabelecimento de uma microbiota residente constituída de microrganismos potencialmente patogênicos.

8.4 Trato gastrointestinal

A ANVISA (2004) declara que:

Devido as rigorosas condições ambientais, no estômago, os microrganismos são comumente transitórios e sua densidade populacional é mantida baixa. A quantidade de bactérias imediatamente após as refeições é estimada em aproximadamente 10^3 a 10^6 bactérias por grama do conteúdo estomacal, sendo após a digestão praticamente indetectável.

Entretanto, quando consideramos as porções posteriores desse trato, sabemos da existência de grande quantidade e variabilidade de espécies bacterianas habitando esses ambientes. A quantidade e o número de espécies presentes em dado segmento do trato gastrointestinal são afetados pelo pH e pelo tempo de retenção de seu conteúdo.

O baixo pH do conteúdo estomacal e o fluxo rápido de conteúdo do intestino delgado tende a inibir o crescimento de muitas bactérias. Por outro lado, o pH relativamente neutro e a prolongada manutenção do conteúdo ingerido no intestino grosso permitem o desenvolvimento da grande diversidade microbiana comentada anteriormente.

As bactérias residentes do trato gastrintestinal contribuem para a dieta fermentando carboidratos indigeríveis, como a celulose em ácidos graxos, que são fontes de energia para as células do epitélio intestinal e facilitam a absorção de sódio e água, além de sintetizarem proteínas e vitaminas K e B.

8.5 Vagina

A microbiota vaginal varia de acordo com o indivíduo, a idade, o pH local e os níveis hormonais. As maiores alterações acontecem quando ocorre uma infecção bacteriana vaginal. As bactérias que colonizam a vagina formam um grupo multiespecífico e complexo de Gram-positivos e Gram-negativos, com predominância de anaeróbios. (LINHARES,2010)

BACTERIOLOGIA

Com relação aos gêneros de bactérias predominantes em cada fase da mulher, Nogueira (2015) afirma:

Prevalecem, no primeiro mês de vida, as bactérias do gênero *Lactobacillus*, mantendo o pH vaginal ácido em torno de 5. A partir deste estágio até o início da puberdade, a acidez vaginal diminui elevando o pH para 7, onde predominam *S. epidermidis*, *Streptococcus spp.* e *Escherichia coli*. Entre a puberdade e a menopausa, devido à ação do hormônio estrogênio, ocorre produção de glicogênio e a microbiota passa a ser predominantemente de membros dos gêneros *Lactobacillus*, *Corinebacterium*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* e *Bacteroides*.

Devido a prevalência da espécie *Lactobacillus acidophilus*, o pH do trato vaginal decresce novamente e se estabelece em torno de 5. Após a menopausa, com a diminuição da produção de estrogênio, a secreção de glicogênio diminui e o pH vaginal se eleva novamente para chegar em torno de 7, neste período a composição da microbiota volta a ser aquela característica da pré-puberdade.

8.6 Pele

Vários tipos e gêneros de bactérias diferentes estão disponíveis na superfície da pele, já que possuímos regiões mais secas e mais úmidas, apresentando menores ou maiores quantidades da microbiota.

Nas regiões mais secas predominam *Staphylococcus epidermidis* e *Propionibacterium acnes*. Nas áreas mais úmidas, como virilhas, axilas, espaços interdigitais, genitália e períneo, predominam *Staphylococcus aureus* e *Corynebacterium sp.* Nesses locais, as condições ambientais, como umidade, maior temperatura e abundância de lipídios cutâneos, favorecem o crescimento bacteriano.

De modo geral, ocorre a predominância das bactérias Gram-positivas na superfície corporal, já que estas possuem um alto grau de especificidade na adesão às superfícies epiteliais e nem todas as bactérias possuem esta habilidade. (LINHARES,2010)

BACTERIOLOGIA

8.7 Conjuntiva

A região da conjuntiva, apesar da sua constante exposição ao ambiente externo e, consecutivamente, a contaminação microbiana, apresenta mecanismos de proteção bastante eficazes.

A ação de remoção da sujeira e dos microrganismos que entram em contato com a conjuntiva pelas lágrimas através dos movimentos das pálpebras é um deles. A lágrima, além de ser um meio de cultura pobre, possui em sua composição imunoglobulinas (IgG), que inativam vários microrganismos; além disso, possui lactoferrina, que atua sequestrando o ferro (essencial para o metabolismo bacteriano). A lágrima possui também lisozima, que é uma enzima que dificulta a formação de paredes celulares bacterianas.

Quando ocorre o desequilíbrio entre a microbiota residente e a transitória, pode haver o desenvolvimento de doenças. No caso da conjuntiva, o uso indiscriminado de colírios contendo agentes antimicrobianos ou corticoides pode levar a esse problema.

9 PRINCIPAIS BACTÉRIAS DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA



Fonte: estudokids.com.br

BACTERIOLOGIA

9.1 *Estafilococos, estreptococos, enterococos e outros cocos gram positivos.*

Os Estafilococos são as bactérias não esporuladas que mais resistem no meio ambiente. Podem sobreviver por meses em amostras clínicas secas, são relativamente resistentes ao calor e podem tolerar uma concentração aumentada de sal (ANVISA, 2004).

No entanto, apesar dos antimicrobianos existentes, da melhora das condições sanitárias e das medidas de controle de infecção hospitalar, este microrganismo continua a ser um dos mais importantes patógenos para o homem.

Indivíduos sadios são colonizados intermitentemente por *Staphylococcus aureus* desde a amamentação e podem albergar o microrganismo na nasofaringe, ocasionalmente na pele e raramente na vagina. A partir destes sítios, o *S. aureus* pode contaminar a pele e membranas mucosas do paciente, objetos inanimados ou outros pacientes por contato direto ou por aerossol, ocasionando infecções letais por conta dos fatores de virulência ou através de resistência aos antimicrobianos atualmente utilizados.

De acordo com a ANVISA (2004):

Já foram descritos no Brasil casos de infecções causadas por *Staphylococcus aureus* parcialmente resistentes aos antibióticos mais potentes como a Vancomicina, e relatos da capacidade que os *Staphylococcus coagulase* negativa tem de desenvolver resistência. Assim há necessidade de uma identificação rápida e eficiente de todos os casos em que estes microrganismos se apresentam.

Os estreptococos foram os maiores causadores de infecção hospitalar na era pré-antibiótica causando surtos de infecção e morte de puérperas. Apesar de não serem atualmente uma importante causa de infecção hospitalar, provocam, no entanto, doenças muito graves e muitas vezes letais, mesmo em pacientes imunocompetentes, sendo importante o rápido diagnóstico deste agente.

Já os *enterococos* apresentam importância crescente como causadores de infecção hospitalar pelo aparecimento de resistência quase total aos

BACTERIOLOGIA

antibióticos tradicionalmente utilizados para tratamento destas infecções. Os *Enterococos* mais comumente isolados são:

- *Enterococcus faecalis* (90% dos casos)
- *Enterococcus faecium*, com grande capacidade de colonização de pacientes e de contaminarem superfícies ou equipamentos utilizados em hospitais.

Possuem sensibilidade ou resistência variável aos antibióticos chamados glicopeptídios como a vancomicina e teicoplanina. Existem, atualmente, cepas comensais naturalmente resistentes à vancomicina e que podem ser isoladas de pacientes internados, porém não sendo ainda capazes de causarem surtos, mas que devem ser corretamente identificadas.

Identificação preliminar

A identificação dos estreptococos e estafilococos é baseada na morfologia que apresentam em meios líquidos. Sendo o estreptococo uma cadeia normalmente longa e os estafilococos mostrando-se em forma de cocos aos pares em cachos de uva ou agrupados.

Identificação de estafilococos

O teste mais importante na identificação da família *Micrococcaceae* é a prova da catalase, esta família é composta de quatro gêneros: *Planococcus*, *Micrococcus*, *Stomatococcus* e *Staphylococcus*. (ANVISA, 2004)

O gênero *Staphylococcus* apresenta 32 espécies, 14 subnegespécies, sendo que somente 15 espécies são encontradas em amostras humanas, e de uma maneira prática, os estafilococos são divididos em duas categorias, de acordo com a resposta ao teste da plasmo coagulase.

- coagulase positivos
- coagulase negativos

De acordo com a ANVISA (2014), existem cerca de 31 espécies de *Staphylococcus* coagulase negativa conhecidas, das quais os mais frequentes são:

BACTERIOLOGIA

- ***Staphylococcus epidermidis***: causador de infecções de cateteres e próteses e o mais frequente microrganismo encontrado em hemoculturas.
- ***Staphylococcus saprophyticus***: causador de infecção urinária em mulheres jovens.
- ***Staphylococcus haemolyticus***: importante devido à resistência aumentada aos antimicrobianos, e por ser comumente confundido com o *S. aureus*, pois apresenta hemólise na placa de ágar sangue de carneiro.

9.2 Neisserias

As espécies de *Neisseria* tem como característica morfológica serem diplococos Gram negativos mais achatadas nas laterais, dando a forma de rins ou dois grãos de feijão unidos por uma ponte. Apenas a espécie *N. elongata* difere desta morfologia, sendo diplobacilos ou diplococo-bacilo.

As diferentes espécies de *neisseria*, incluindo *N. meningitidis* e *N. gonorrhoeae*, são analisadas junto com a *Moraxella catarrhalis*, *Moraxella spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Kingella spp* e *Alcaligenes spp.* pelas características morfológicas de serem cocos ou cocóides ao Gram e pela possibilidade de haver confusão na sua identificação. Quanto a sua importância clínica, a maioria das neisserias é comensal vivendo em mucosas de humanos e animais.

Características de algumas espécies de importância clínica

	<p>É sempre considerada patogênica, de transmissão sexual ou pelo parto e indicativa de tratamento.</p> <p>No homem causa uretrite, sendo até 50% assintomática e está relacionada a complicações como epididimite, prostatite e estenose uretral.</p> <p>Na mulher causa corrimento vaginal, endocervicite, uretrite, abscesso vestibular, salpingoneooforite e doença inflamatória pélvica.</p>
--	---

BACTERIOLOGIA

<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	<p>Pode ser isolada também na mucosa oral e anal, e em recém-nascidos pode causar uma conjuntivite denominada Oftalmia neonatorum.</p> <p>A doença sistêmica disseminada pode ocorrer em 1 a 3% dos pacientes infectados, principalmente em assintomáticos e caracterizada por febre, tremores, lesões cutâneas, artrite de extremidades.</p> <p>As lesões cutâneas são do tipo máculo-pustulares ou hemorrágicas, com centro de necrose. Raramente ocorre artrite séptica com 50% de positividade de isolamento. Pode ocorrer meningite e endocardite.</p>
<i>Neisseria meningitidis</i>	<p>Pode causar meningite, infecção sistêmica grave com coagulação intravascular disseminada (CIVD) e elevada mortalidade, podendo causar em associação outras infecções (conjuntivite, artrite, sinusite e pneumonia).</p> <p>Em mucosas pode ser isolada em portadores sãos em 5 a 15 % dos indivíduos e por períodos de semanas a meses. A transmissão se faz por vias aéreas.</p>
<i>Moraxella (Branhamella) catarrhalis</i>	<p>Potencial patógeno de vias aéreas, principalmente em crianças e adultos jovens. Causa com maior frequência otite, sinusite e pneumonia. Mais raramente pode causar endocardite e meningite.</p> <p>Em idosos, após o <i>Haemophilus influenzae</i> e o Pneumococo, constitui a terceira causa de pneumonia em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.</p> <p>Em adultos raramente é isolada em pacientes assintomáticos. Cerca de 80% das</p>

BACTERIOLOGIA

cepas são produtoras de beta-lactamase, e são detectadas através do teste do Nitrocefim (cefalosporina cromogênica).

Outras espécies de *Neisseria* raramente são isoladas em casos de endocardite

Fonte: saude.gov.br

9.3 Enterobactérias

É a maior e mais heterogênea família de bactérias Gram negativas de importância médica. São considerados atualmente: 27 gêneros / 102 espécies / 08 grupos indefinidos. Independente da complexidade, mais de 95% das amostras implicadas em casos clínicos são colocadas em 25 espécies, sendo possível o isolamento de enterobactérias de qualquer amostra clínica. (SILVA,2013)

Caracterização da família enterobacteriaceae

São bacilos Gram negativos, não esporulados, com motilidade variável, oxidase negativos, e que crescem em meios básicos (caldo peptona), meios ricos (ágar sangue, ágar chocolate e CLED), meios seletivos (Mac Conkey, EMB).

São anaeróbios facultativos (crescem em aerobiose e anaerobiose), fermentam a glicose com ou sem produção de gás, são catalase positivos, e reduzem nitrato a nitrito. São divididos através de diferentes provas em 11 principais gêneros, tendo sido descritos nos últimos anos outros 16 gêneros e algumas espécies, mas ainda consideradas de pouca ou nenhuma importância clínica.

Importância clínica

- A maioria das enterobactérias é encontrada no trato gastrointestinal de humanos, no reino animal, na água, solo e vegetais. (FELIPE, 2008)
- Alguns também são considerados enteropatógenos por causarem preferencialmente infecções gastrointestinais como a *Salmonella typhi*, outras salmonellas, *Shigella spp.*, *Yersinia enterocolitica* e vários

BACTERIOLOGIA

sorotipos de *Escherichia coli*, embora possam também causar infecção em outros locais. (FELIPE, 2008)

- As enterobactérias representam 80% ou mais de todos os Gram negativos de importância clínica isolados na rotina microbiológica
- São responsáveis por de cerca de 70% das infecções urinárias e 50% das septicemias.

Infecções hospitalares e na comunidade

Segundo a ANVISA (2004), nas infecções hospitalares as bactérias que mais predominam:

- As enterobactérias que atualmente predominam são: *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.*
- Principais gêneros das enterobactérias (cerca de 99% dos isolamentos de enterobactérias de importância clínica): *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.*, *Proteus spp.*, *Providencia spp.*, *Morganella spp.*, *Citrobacter spp.*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Serratia spp.*
- As enterobactérias menos isoladas são: *Edwardsiella spp.*, *Hafnia spp.*, *Yersinia spp.*

Baseado em dados de prevalência e importância clínica, considera-se necessário que os laboratórios de microbiologia utilizem metodologia que permita discriminar com $\geq 80\%$ de acerto os gêneros e espécies considerados abaixo:

• <i>Escherichia coli</i>	• <i>Shigella spp.</i>
• <i>Salmonella typhi</i>	• <i>Salmonella spp.</i>
• <i>Citrobacter freundii</i>	• <i>Proteus mirabilis</i>
• <i>Citrobacter koseri</i>	• <i>Klebsiella pneumoniae</i>
• <i>Klebsiella oxytoca</i>	• <i>Providencia spp.</i>
• <i>Serratia spp.</i>	• <i>Proteus vulgaris</i>
• <i>Enterobacter aerogenes</i>	• <i>Enterobacter cloacae</i>
• <i>Enterobacter cloacae</i>	• <i>Enterobacter agglomerans</i>
• <i>Yersinia enterocolitica</i>	• <i>Morganella morganii</i>

Fonte: saude.gov.br

BACTERIOLOGIA

Nas infecções da comunidade

Destacam-se:(ANVISA,2004)

- *Escherichia coli*

- *Klebsiella spp*

- *Proteus spp*

- *Salmonella spp*

- *Shigella spp*

9.4 Bastonetes não fermentadores

Os bacilos Gram negativos classificados como não fermentadores (BNFs) são microrganismos aeróbios, não esporulados, que se caracterizam pelo fato de serem incapazes de utilizar carboidratos como fonte de energia através de fermentação degradando-os pela via oxidativa.

A identificação dos BNFs sempre foi um desafio para os laboratórios de rotina em microbiologia, considerando que a maioria deles não realiza este tipo de identificação, ou o faz de maneira elementar em virtude da pouca incidência em amostras ambulatoriais, assim como pela complexidade e elevado custo dos esquemas completos de identificação.

A caracterização deste grupo de bactérias é de grande importância nos casos de infecção hospitalar. Embora a sua incidência, mesmo em hospitais, seja pequena quando comparada a outros agentes etiológicos, geralmente eles apresentam resistência elevada a vários antibióticos e são capazes de causar infecções graves.

Estas bactérias colonizam e causam infecções, em especial, em pacientes graves oriundos de CTI e submetidos à procedimentos invasivos, sendo importante classificá-los até o nível de gênero e espécie. O número de bactérias não fermentadoras conhecidas é muito grande.

BNFs de importância clínica:

<i>Acinetobacter spp.*</i>	<i>Pseudomonas luteola</i>
<i>Alcaligenes spp.*</i>	<i>Pseudomonas oryzihabitans</i>
<i>Achromobacter spp.</i>	<i>Pseudomonas putida</i>
<i>Bordetella bronchyseptica</i>	<i>Pseudomonas stutzeri</i>

BACTERIOLOGIA

<i>Burkholderia cepacia</i> *	<i>Pseudomonas pseudomallei</i> *
<i>Chryseobacterium (Flavobacterium) spp.*</i>	<i>Roseomonas spp.</i>
<i>Methylobacterium spp.</i>	<i>Stenotrophomonas spp.*</i>
<i>Moraxella spp.*</i>	<i>Shewanella spp.</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> *	<i>Sphingobacterium spp.</i>
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Sphingomonas paucimobilis</i>

Fonte: saude.gov.br

9.5 Bacilos curvos ou espiralados

Os principais bacilos curvos ou espiralados de importância clínica, relacionados às principais patologias, fontes de infecção e recursos diagnósticos para sua caracterização. Por se tratar de agentes raros, com exceção dos *Campylobacter spp.*, não serão abordados em profundidade, devendo o microbiologista encaminhar a cepa isolada para Laboratório de Referência ou consultá-lo sobre recursos disponíveis para tentativa de isolamento.

Principais bactérias curvas ou espiraladas

Agente	Doença	Reservatório	Transmissão
<i>Arcobacter spp.</i>	Bacteremia gastroenterite	Gado, humanos	Alimentos
<i>Borrelia burgdoferi</i>	Doença de Lyme	Roedores	Carrapatos
<i>Borrelia recurrentis</i>	Febre recorrente epidêmica	Humanos	Sarna (<i>P.humanus</i>)
<i>Campylobacter coli/ jejuni</i>	Gastroenterite	Alimentos contaminados	Alimentos
<i>Campylobacter fetus</i>	Bacteremia, infecção, extranegintestinal	Humanos	Fecal-oral

BACTERIOLOGIA

<i>Helicobacter pylori</i>	Gastrite, úlcera péptica	Humanos, macacos, gatos	Fecal-oral
<i>Helicobacter spp.</i>	Gastroenterite, bacteremia, etc.	Animais domésticos	Fecal-oral, alimentos
<i>Leptospira spp.</i>	Leptospirose	Cães, gatos, porcos, ratos	Alimentos-água
<i>Treponema pallidum</i>	Sífilis	Humanos	Sexual
<i>Vibrio spp.</i>	Gastroenterite	Alimentos, água	Alimentos

Fonte: saude.gov.br

Vibrio

As espécies do Gênero *Vibrio* são bacilos curvos ou às vezes retos, longos, anaeróbios facultativos, móveis, fermentadores da glicose, em geral sem produzir gás, e oxidase positivas.

Segundo a ANVISA (2004),

Além do *Vibrio cholerae*, existem mais de 10 espécies patogênicas para o ser humano. Algumas espécies podem causar gastroenterite, outras infecções cutâneas e bacteremias. A cólera, é causada pelo *V. cholerae* produtor de toxina (dois biotipos: clássica e El Tor), responsável por diarreia secretória disseminada por via fecal-oral (água e alimentos contaminados) em surtos e epidemias associadas à falta de condições sanitárias adequadas.

O quadro clínico pode variar de assintomático a diarreia aguda com morte em 5 horas por desidratação e distúrbio eletrolítico. Casos esporádicos podem ocorrer por ingestão de ostras e outros pescados crus ou malcozidos.

Aeromonas e plesiomonas

Vivem em ambientes aquáticos em todas as partes do mundo. Podem ser encontradas em água de fonte, água de lagos, águas poluídas, etc. *Plesiomonas* preferem águas tropicais e não marinhas, sendo a *Aeromonas* mais tolerante às diferentes condições.

BACTERIOLOGIA

Aeromonas têm sido isoladas em carnes, meio ambiente aquático e produtos do mar, e suas diferentes espécies causam doenças não só no homem como em animais, peixes, répteis, cobras e pássaros. É comum o isolamento de *Aeromonas* em abscesso pós-picada de cobra, líquido biliar em pacientes com colicistite, diarreia, sepse (em pacientes com doença hepática crônica) e abscessos cutâneos pós-acidentes (corto-contusos) em lagos, tanques, etc.

9.6 Corineformes

São classificados como corineformes as seguintes bactérias:

<i>Corynebacterium spp.</i>	<i>Aureobacterium spp.</i>
<i>Arthrobacter spp.</i>	<i>Turicella spp.</i>
<i>Brevibacterium spp.</i>	<i>Dermabacter spp.</i>
<i>Curtobacterium spp.</i>	<i>Gardnerella spp.</i>
<i>Exiguobacterium spp.</i>	<i>Rothia spp.</i>
<i>Arcanobacterium spp.</i>	<i>Cellulomonas spp.</i>
<i>Microbacterium spp.</i>	

Fonte: saude.gov.br

Entre os corineformes foram selecionados aqueles de maior importância clínica, sendo recomendável a caracterização e provas diferenciais apenas dos gêneros: (ANVISA, 2004)

- *Corynebacterium spp.*
- *Arcanobacterium spp.*
- *Gardnerella spp.*
- *Rothia spp.*

Principais doenças associadas aos bacilos gram positivos

Bactéria	Quadro clínico
<i>Actinomyces spp.</i> , <i>A. israelii</i> , <i>A. naeslundii</i> , <i>A. viscosus</i> , <i>A. odontolyticus</i> e outros.	Actinomicose, doença granulomatosa predominante cervico-facial

BACTERIOLOGIA

<i>Arcanobacterium</i> spp., <i>A. nhaemolyticum</i> .	Faringite, infecção de partes moles, endocardite, etc
<i>Bacillus</i> sp, <i>B. anthracis</i> , <i>B. cereus</i> .	Antraz, intoxicação alimentar, sepse e pneumonia em imunossuprimidos e neutropênicos
<i>C. diphtheriae</i> , <i>C. ulcerans</i>	Difteria
<i>C. jeikeium</i>	Endocardite, bacteremia
<i>C. pseudotuberculosis</i>	Zoonose, linfadenite e abscessos
<i>Erysipelotrix</i> sp	Celulite em veterinários e zona rural
<i>Gardnerella</i> spp.	Vaginose, endometrite, pós-parto
<i>Lactobacillus</i> spp.	Flora oro-intestinal e vaginal, raríssimo patógeno
<i>Listeria</i> spp.	Meningite, sepses, aborto
<i>Nocardia</i> spp.	Abscesso cerebral, abscesso pulmonar, etc. em imunocomprometidos
<i>Oerskovia</i> spp.	Bacteremia, infecção associada a corpo estranho
<i>Rhodococcus</i> spp.	Pneumonia, abscessos, etc. em imunocomprometidos
<i>Rothia</i> spp., <i>R. dentocariosa</i>	Endocardite, bacteremia, infecções respiratórias
<i>Streptomyces</i> spp.	Oportunista, infecções de partes moles, etc.

Fonte: saude.gov.br

Corynebacterium spp - Corinebactérias de importância clínica

Espécies de *C. diphtheriae* e *C. ulcerans* que podem produzir a toxina diftérica. Outra espécie de importância em infecções hospitalares e frequentemente isolada em material clínico é a *C. jeikeium*.

Difteria:

Segundo a ANVISA, (2004) “Em virtude da vacinação compulsória, a difteria na atualidade é uma doença rara em pacientes imunizados, mas de importância epidemiológica quando detectada.”-

BACTERIOLOGIA

A infecção caracteriza-se por processo infeccioso localizado no trato respiratório e manifestações tóxicas no coração e nervos periféricos.

De acordo com a ANVISA (2004)

Quadro clínico:

- Ocorre dor de garganta,
- Dificuldade de deglutição,
- Presença de pseudomembrana purulenta
- Dor no corpo,
- Cefaleia,
- Náuseas
- Febre.

A morte pode ocorrer por obstrução respiratória ou por miocardite. Pode ocorrer difteria cutânea com lesões necróticas e, eventualmente, presença de pseudomembrana.

C. Pseudotuberculosis

Importância clínica: Deve ser lembrado nos casos de veterinários ou trabalhadores de zona rural com quadro de linfadenite, linfangite ulcerativa ou abscesso relacionado a manuseio de aborto de gado. Esta espécie pode ser produtora de toxina diftérica. (ANVISA,2004)

C. Jeikeium

É um pequeno coco-bacilo gram positivo, resistente a vários antibióticos (beta-lactâmicos, gentamicina, etc).

Importância clínica: Associada a septicemia, endocardite, infecções de pele e tecido subcutâneo. Infecções mais severas podem ocorrer em imunossuprimidos como meningite, pneumonia e peritonite ou associada a próteses e procedimentos invasivos. (ANVISA,2004)

Rothia denticariosa (Rothia ssp.)

Características gerais: São bacilos Gram positivo retos, sendo alguns ramificados.

Importância clínica: Pertence à microbiota da cavidade oral, e está raramente associada à endocardite.

BACTERIOLOGIA

Arcanobacterium spp.

Características gerais: São bacilos delicados e curvos e alguns apresentam dilatação terminal e ramificações rudimentares.

Importância clínica: *Arcanobacterium haemolyticum* tem sido considerado juntamente com *S. pyogenes* como agentes patogênicos em orofaringe, identificados e relatados com a finalidade de tratamento. Está associado com infecções de partes moles, faringite em jovens e raros casos de septicemia, endocardite e osteomielite. (ANVISA,2004)

Gardnerella spp.

Características gerais: São pequenos bacilos ou coco-bacilos irregulares que se coram irregularmente pela violeta. A principal espécie é a *Gardnerella vaginalis*, que tem uma classificação taxonômica incerta, e, portanto, para fins didáticos, estudada com os *coryneformes*.

Importância clínica: Faz parte da microbiota vaginal de cerca de 70% das mulheres em idade reprodutiva, mas está associada à vaginose bacteriana, quando predomina na flora vaginal em substituição ao *Lactobacillus de Doderlein*. A vaginose bacteriana e a presença de *Gardnerella* estão associadas também ao parto prematuro, ruptura prematura de membranas e corioamnionite. (ANVISA,2004)

Esta bactéria é comumente isolada em hemoculturas de pacientes com febre puerperal e pós-aborto. Pode causar sepse em recém-nascidos e raramente infecção urinária em adultos.

Oerskovia spp.

Características gerais: São microrganismos cocóides ou na forma de bacilos resultantes da quebra de micélios, apresentam ramificação, hifas vegetativas, sem hifas aéreas e penetração no ágar.

Oerskovia turbata e *O. xanthineolytica* são bactérias do meio ambiente ou solo, com pouca importância clínica, com raros casos de bacteremia e infecções em implantes de próteses.

BACTERIOLOGIA

9.7 Bacilos gram positivo

Listeria

Características gerais: São bacilos uniformes, não ramificados, apresentando-se só ou em pequenas cadeias. A única espécie importante para o homem entre as sete espécies conhecidas é a *L. monocytogenes*. Móvel a temperatura ambiente (25 a 28°C) e imóvel a 37°C. (ANVISA,2004)

Encontrada na natureza no solo, em matéria orgânica em decomposição, água, leite e derivados, carne, etc. Sendo encontrada como microbiota de diversos mamíferos, aves, peixes e insetos.

Quanto a importância clínica, a ANVISA (2004) afirma:

Tem importância clínica particularmente para idosos e imunocomprometidos causando meningite, encefalite ou septicemia. Na grávida a infecção pode causar amnionite, infecção do feto com aborto, parto prematuro, meningite neonatal e sepsis neonatal. Pode ocorrer em surtos, em geral relacionados a contaminação de alimentos.

Erysipelotrix rhusiopathiae

Características gerais: Bacilo Gram positivo curto, de extremidades arredondadas, anaeróbio facultativo, não esporulado, não álcool-ácido resistente, ocorre só em cadeias curtas ou longas, sem ramificar. Existe na natureza, em matéria orgânica, urina, fezes e carcaça de animais. Vive em animais, peixes e pássaros e causa erisipela em porcos. No homem causa uma zoonose (doença ocupacional de veterinários e manuseadores de carne e animais) caracterizada por celulite que aparece no local da inoculação após 2 a 7 dias. (ANVISA,2004)

Importância clínica: A lesão costuma ser violácea e com muita dor, acompanhada de edema endurecido, sem supuração e bem delineado nas bordas. Ocorre linfangite regional e artrite adjacente.

Disseminação da doença e endocardite podem ocorrer, particularmente em imunossuprimidos, cujo prognóstico é grave. Cicatrização pode ocorrer em 2 a 4 semanas ou meses, com possibilidade de recaída.

BACTERIOLOGIA

9.8 Bacilos esporulados aeróbios e anaeróbios facultativos

Os *Bacillus* spp. encontram-se basicamente no solo, água, matéria orgânica animal e vegetal nas condições mais variadas de temperatura, umidade, pH, etc. As duas espécies mais importantes são o *B. anthracis* e *B. cereus*.

Principais espécies de *Bacillus* relacionadas à infecção

Espécie de <i>Bacillus</i>	Quadro clínico	Frequência de relatos
<i>Anthracis</i>	<ul style="list-style-type: none">• Anthrax cutâneo• Anthrax intestinal• Anthrax pulmonar	<ul style="list-style-type: none">• Bastante frequente• Raro• Raro
<i>Cereus</i>	<ul style="list-style-type: none">• Necrose ou gangrena em partes moles.• Bacteremia e Sepsis• Intoxicação alimentar• Infecções, pulmonares, Endocardite, Meningite, Osteomielite, Endoftalmite.	<ul style="list-style-type: none">• Bastante frequente• Frequente• Muito frequente• Frequente
<i>Circulans</i>	<ul style="list-style-type: none">• Infecções de partes moles, abscessos,• bacteremia e sepsis	<ul style="list-style-type: none">• Frequente
<i>Licheniformis</i>	<ul style="list-style-type: none">• Bacteremia e sepsis• Intoxicação alimentar	<ul style="list-style-type: none">• Pouco frequente• Frequente
<i>Subtilis</i>	<ul style="list-style-type: none">• Intoxicação alimentar• Bacteremia, sepsis, endocardite e• infecções respiratórias	<ul style="list-style-type: none">• Muito frequente• Raro

Fonte: saude.gov.br

Bacillus cereus

Pode apresentar dois tipos de intoxicação: (ANVISA, 2004)

BACTERIOLOGIA

Caracterizado por diarreia, dor abdominal, que aparecem 8 a 16 h após a ingestão do alimento contaminado (carnes, vegetais, leite, molhos, massas, doces, bolos).

Caracterizado por náuseas e vômitos que aparecem 1 a 5 horas após a ingestão do alimento contaminado, principalmente arroz, mas pode ser os mesmos alimentos acima.

Bacillus anthracis

Características gerais: No passado era causa importante de mortalidade no gado, sendo os herbívoros altamente suscetíveis, sendo reduzida pela vacinação e melhores condições de higiene.

O homem pode adquirir a doença em contato com animais doentes (trabalhadores área rural e veterinários), no manuseio industrial de ossos, lã, crina, e outros produtos animais e de forma eventual, sendo a forma cutânea quase a totalidade dos casos, com raros episódios intestinais pela ingestão de carne contaminada. Potencial risco elevado na comunidade quando usado como arma biológica. (ANVISA,2004)

Quadro clínico: A forma cutânea não tratada pode ser fatal (menos de 20% dos casos), principalmente quando a lesão é próxima a cabeça ou pescoço. As formas pulmonares e intestinais são mais graves pela dificuldade de diagnóstico.

No local de inoculação da forma cutânea aparece após 2 a 3 dias uma pequena mancha ou pápula, seguida no dia seguinte de um anel de vesículas em torno da pápula, que ulcera, seca, escurece formando uma escara característica que cresce, fica mais espessa e aderente aos planos profundos.

O edema pode ser importante, mas tem a característica de ser indolor e sem pus. A forma intestinal é semelhante à forma cutânea atingindo a mucosa com lesões e eventualmente gastroenterite.

No antraz pulmonar o esporo inalado é transportado pelos macrófagos do pulmão para o sistema linfático onde os esporos germinam e causam septicemia, que é fatal.

Atenção ao fato de que evolução nos casos fatais: é inicialmente caracterizada por sintomas leves como fadiga, mal-estar e febre baixa, ou às vezes até sem sintomas, quando repentinamente se instala dispneia, cianose,

BACTERIOLOGIA

febre elevada, desorientação, falência circulatória, choque, coma e morte em poucas horas.

9.9 Actinomicetos

Nocardia spp.

Características gerais: São bacilos Gram positivo ramificados e filamentosos, aeróbios estritos, catalase positivo, imóveis, que se fragmenta em bacilos e cocos irregulares. Existem 12 espécies sendo as mais importantes *N. asteroides* e *N. brasiliensis*. (ANVISA,2004)

Importância clínica: Está associada ao solo e vegetais. As formas clínicas podem ser bem distintas:

- Pulmonar (abscessos),
- Extra-pulmonar localizada,
- Sistêmica,
- Sistema nervoso central (abscessos),
- Partes moles
- Micetoma.

É considerada uma bactéria oportunista, pois a maioria dos casos não cutâneos e micetomas ocorrem em pacientes imunocomprometidos.

Rhodococcus spp.

Características gerais: O *R. equi* é uma bactéria oportunista, causando pneumonia em imunocomprometidos, apresentando uma evolução lenta e granulomatosa, com infiltrados que evoluem para cavitação.

Pode causar também abscessos no sistema nervoso central, tecido subcutâneo, linfadenite, etc.

Streptomyces spp.

Características gerais: Alguns milhares de espécies de *Streptomyces* já foram caracterizados, sendo na quase totalidade saprófitas. O *Streptomyces somaliensis* é responsável pelo micetoma de cabeça e pescoço.

Outras espécies foram identificadas em casos de pericardite crônica e infecções de partes moles pós-traumáticas (*S. griseus*).

BACTERIOLOGIA

9.10 Fastidiosos

Este grupo heterogêneo de bactérias apresenta como característica comum exigências especiais de condições de cultivo, em relação as enterobactérias e a maioria dos não fermentadores.

Estas condições variam para cada microrganismo, podendo ser a necessidade de CO₂, crescimento lento com a necessidade de até 30 dias de incubação (*Brucella*), adição de fatores especiais de crescimento, etc.

Com base na importância clínica e epidemiológica, este grupo de bactérias será dividido em dois grupos:

Grupo A: maior interesse clínico e epidemiológico

Grupo B: casos clínicos esporádicos / microbiota oral humana

Grupo a - maior interesse clínico e epidemiológico

Bactéria	Hospedeiro principal	Via de transmissão
<i>Bordetella pertussis</i> / <i>parapertussis</i>	Homem	Secreções de vias aéreas
<i>Bartonella spp.</i>	Gatos, humanos infectados, outros desconhecidos	Mordida ou arranhão de gato; picada de piolho infectado
<i>Brucella spp.</i>	Mamíferos domésticos	Leite e derivados, carne, sangue, secreções de animais doentes
<i>Francisella spp.</i>	Animais silvestres	Picada de carrapato ou mosquito infectado em zona endêmica
<i>Haemophilus spp.</i>	Homem	Secreções de vias aéreas
<i>Legionella spp.</i>	Meio ambiente/água	Inalação de água contaminada
<i>Pasteurella spp.</i>	Animais domésticos/silvestres	Mordida e secreções de animais domésticos e silvestres

BACTERIOLOGIA

9.11 *Bartonella*

A classificação taxonômica dos membros do gênero *Bartonella* ainda não é definitiva e agrupa as espécies *B. bacilliformis*, *B. quintana*, *B. hensleia*, *B. elizabethae* e *Afipia felis*.

B. bacilliformis: é o agente etiológico da verruga peruana (febre de Oroya), doença restrita aos Andes, caracterizada por profunda anemia, trombocitopenia, adenopatia, mialgia, delírio, coma e alta mortalidade. (ANVISA,2004)

B. Quintana: é causa de doença febril que atacou soldados na I Guerra Mundial, conhecida como febre das trincheiras e relacionado a picada de piolhos e baixa higiene. Caracterizada por febre e bacteremia com duração variável e ainda não bem conhecida. Casos associados à infecção por HIV foram relatados.

B. hensleia: pode apresentar quadro de bacteremia principalmente em imunossuprimidos bem como relacionada à doença da arranhadura do gato. O quadro de bacteremia caracteriza-se de forma insidiosa por fadiga, dores no corpo, perda de peso e com febre progressiva. A doença da arranhadura do gato manifesta-se inicialmente com uma pápula ou pústula cerca de uma semana no local de contato com animal (gato ou cão novo que arranha ou morde). Após 1 a 7 semanas aparece adenopatia regional e 1/3 dos pacientes apresentam febre e em 1/6 ocorre supuração do gânglio, sendo que a maioria evolui sem outros sintomas. A cura espontânea ocorre entre 2 a 4 meses.

B. quintanae e *B. hensleae* podem causar quadro de angiomatose bacilar caracterizado por proliferação neovascular envolvendo pele, gânglios e fígado. *B. elizabethae* ainda é pouco conhecida.

Afipia felis: foi considerada há alguns anos como o agente etiológico da doença da arranhadura do gato, que é hoje atribuída à *B. hensleae*. Seu papel patogênico não está bem esclarecido.

9.12 *Bordetella*

Características gerais: O gênero *Bordetella* compreende as espécies *B. pertussis*, responsável pela coqueluche ou tosse comprida, e *B. parapertussis*,

BACTERIOLOGIA

com quadro clínico semelhante a coqueluche, mas em geral menos severo. Ambas são patógenos exclusivos dos humanos.

A *B. bronchiseptica* e *B. avium* são bactérias comensais de mamíferos e aves, causando infecções em cães (tosse dos canis) e a *B. avium* rinotraqueíte em perus. São patógenos oportunistas para humanos que entram em contato com estes animais. Foram classificadas mais recentemente para o gênero *Bordetella* as espécies *holmesii* e *hinzii*. (ANVISA,2004)

Quanto a importância clínica, segundo a ANVISA (2004):

A *Bordetella pertussis* causa a coqueluche em crianças não vacinadas, com clínica bastante característica:

- Período prodrômico, que inicia 5 a 10 dias após a aquisição do agente, com sintomas semelhantes a um resfriado ou gripe.
- Fase altamente contagiosa e com sintomas inespecíficos.
- Segue-se o período paroxístico com quadro de tosse convulsiva, persistente e característica seguida de inspiração ruidosa. Podem ser acompanhadas de cianose e vômito e várias complicações como convulsões, insuficiência respiratória, encefalopatia, infecções secundárias, etc.
- A convalescença ocorre cerca de quatro semanas após início dos primeiros sintomas.

9.13 *Brucella*

A brucelose é uma doença de sintomas vagos, que cursa de forma insidiosa com febre baixa, calafrios, sudorese noturna, cefaleia, mialgia e artralgia. Pode ser acompanhada na forma crônica de alterações hematológicas importantes como leucopenia, pancitopenia, trombocitopenia, anemia hemolítica, etc. (MINISTÉRIO DA SAÚDE,2001)

Importância clínica: Está associado à ingestão de leite e derivados e carne de mamíferos, à veterinários, açougueiros ou trabalhadores rurais que manipulam carne e sangue destes animais e à acidentes em laboratórios. A hemocultura exige tempo superior de 5-7 dias de incubação. É importante a informação médica de suspeita clínica para orientar o laboratório na pesquisa e caracterização do agente.

BACTERIOLOGIA

9.14 *Francisella tularensis*

Apresenta grande resistência no meio ambiente, sobrevivendo semanas em meios úmidos, carcaças de animais, água, lama, etc. Constitui o agente da tularemia, uma doença de animais selvagens e com vários vetores hematófagos. É transmitida principalmente por carrapatos, mas também por mosquitos. (ANVISA,2004)

Nos Estados Unidos prevalece o biovar A, mais grave, enquanto que no hemisfério sul prevalece o biovar B que apresenta a forma clínica mais leve, sendo pouco diagnosticada principalmente por desconhecimento do agente. (ANVISA,2004)

Fontes de transmissão: Centenas de animais silvestres, incluindo alguns domésticos (incluindo cães, gatos e pássaros), podem ser portadores deste agente.

Cerca de uma dezena de diferentes insetos servem de vetores.

A transmissão pode ocorrer também em contato direto com animais pela mordida, sangue, carne contaminada e eventualmente água e inalação de aerossóis.

Segundo a ANVISA (2004), o quadro clínico caracteriza-se:

É extremamente infectante, bastam 10 microrganismos injetados por via subcutânea ou 25 inaladas para causar a doença.

- Logo após a penetração do agente, em geral pela pele, aparecem sintomas semelhantes da gripe: febre, tremores, cefaleia e dor generalizada.
- Após período de incubação de 2 a 10 dias forma-se uma úlcera no local de penetração, que pode durar meses.
- Os gânglios regionais aumentam e ocorre necrose.
- Se ocorrer invasão sanguínea, o quadro de endotoxemia típico se manifesta. Estes casos são pouco frequentes e ocorrem quando há grande inoculação ou paciente é imunocomprometido.
- A mortalidade alcança 60%, ocorrendo toxemia, cefaleia intensa, febre elevada e contínua, com delírios, prostração e choque.
- A forma ulcero-ganglionar ocorre em cerca de 80% dos casos relatados. A úlcera é endurecida, eritematosa, que não cicatriza.
- Outras formas relatadas são oculo-ganglionar, em orofaringe, ganglionar sem úlcera, pleuropulmonar e gastrointestinal.

BACTERIOLOGIA

9.15 *Haemophilus*

Diferentes espécies pertencentes ao gênero *Haemophilus* podem ser encontradas como flora normal da nasofaringe e orofaringe, chegando a 50% da população, geralmente cepas não capsuladas, embora também cepas do *H. influenzae b* possam apenas representar colonização (rara nos adultos e cerca de 5% nas crianças). (ANVISA 2004)

Várias são as infecções causadas por *H. influenzae*, sendo *H. influenzae* do tipo b as cepas mais virulentas. Entretanto a partir da década passada, com a disponibilidade de vacinação, houve uma drástica redução na importância desta bactéria nas populações vacinadas.

Doenças causadas pelo *H. influenzae b* principalmente na infância: Meningite, Epiglotite, Pericardite, Pneumonia, Artrite séptica, Osteomielite, Celulite facial.

Mais raramente: peritonite e infecção urinária em crianças menores que cinco anos.

Doenças causadas por cepas não b e não tipáveis (em maiores de 9 anos e adultos associados a doença de base predisponente como neoplasia, AIDS, alcoolismo, DPOC, etc.): Traqueobronquite e pneumonia, Bacteremia, Conjuntivite, Ootite (segunda causa depois do pneumococo), Sinusite.

9.16 *Haemophilus aphrophilus*

De acordo com a ANVISA (2004):

Microbiota do trato respiratório superior, especialmente em placas dentárias e sulco gengival; endocardite e abscesso cerebral e mais raramente meningite, pneumonia e bacteremia estão associados a este agente, particularmente em pacientes com comprometimento imunológico.

A endocardite não está necessariamente relacionada à lesão valvular prévia, mas a associação com embolia arterial é frequente nestes casos. Existem relatos também de isolamento em otites, sinusites e epiglotites, etc.

BACTERIOLOGIA

9.17 *Haemophilus ducrey*

É o agente do cancro mole, sendo na atualidade raramente isolado, pela menor incidência da doença da contaminação das lesões com flora genital e pelo frequente uso prévio de antibióticos.

9.18 *Legionella*

Importância clínica: Pneumonia com ou sem sepsis é a manifestação clínica mais importante, podendo ocorrer infecções de partes moles e sinusite. Está em geral associada a surtos cuja fonte é a água contaminada com este agente.

Largamente distribuída na natureza em ambiente úmido e água potável e ocasionalmente em chuveiros. Está associada a presença de outras bactérias e amebas de vida livre na água. A presença de bactérias do gênero *Legionella* em material clínico humano está invariavelmente associada à doença clínica.

A ANVISA (2004), diz sobre as espécies e manifestações clínicas:

Existem algumas dezenas de espécies de *Legionella* sendo a espécie mais importante a *L. pneumophila*, sorogrupos 1 e 6. A doença pode ser subclínica, forma não pulmonar, pneumonia e doença extrapulmonar.

A forma não pulmonar tem período de incubação curto (horas a dias), sendo autolimitada e sem evidências radiológicas de comprometimento pulmonar. Os sintomas são febres, mal-estar, mialgia e tosse.

A pneumonia é a forma mais frequente de manifestação da doença, acompanhada dos mesmos sintomas acima descritos para a forma não pulmonar e em geral com tosse não produtiva. A doença apresenta rápida progressão e nos casos graves, a formação de abscessos são sugestivos da *legionelose*.

9.19 *Pasteurella*

A infecção pela *Pasteurella* constitui uma zoonose, pois se trata de bactéria microbiota de boca e trato respiratório superior de mamíferos e aves. As diferentes espécies estão associadas a infecções humanas relacionadas a

BACTERIOLOGIA

mordida dos animais descritos abaixo ou outros tipos de contato com sangue, carne, carcaça, etc. (ANVISA 2004),

A *P. multocida* é a espécie mais comumente isolada em material clínico humano, em geral associada a mordida ou arranhadura de cães e gatos. Caracteriza-se pela formação de abscessos ou celulite e eventualmente osteomielite. Infecções respiratórias podem ocorrer, incluindo pneumonia lobar, com ou sem derrame e empiema. Em pacientes imunocomprometidos com cirrose, neoplasias, podem apresentar bacteremia e septicemia.

9.20 *Actinobacillus*

São habitantes das mucosas do trato respiratório e urinário de humanos e animais. As três espécies mais importantes são: *A. actinomycetemcomitans*, *A. urea* e *A. hominis*.

Segundo a ANVISA (2004);

O primeiro está relacionado doença periodontal e particularmente à periodontite juvenil localizada, bem como com endocardite e abscesso cerebral, oriundos da boca. A doença periodontal está associada à endocardite pelos seguintes agentes:

- actinomycetemcomitans
- *Cardiobacterium hominis*
- *E. corrodens*
- *Kingella* spp.

As outras espécies de *Actinobacillus* são patógenos oportunistas e causam raramente infecções do trato respiratório e bacteremia.

9.21 *Kingella*

Espécies de *Kingella* fazem parte do trato respiratório e genito-urinário humanos. *K. kingae* é a espécie mais importante e é um patógeno oportunista responsável por casos graves de endocardite, osteomielite, septicemia, com provável porta de entrada em lesões da mucosa da orofaringe.

A doença valvular pode estar ou não associada a doença cardíaca prévia. A osteomielite ocorre com maior frequência em crianças menores de 5 anos. Os quadros sépticos podem ser semelhantes à doença meningocócica.

BACTERIOLOGIA

9.22 *Chromobacterium violaceum*

Encontrada na natureza no solo e na água, a infecção em geral está relacionada a lesões cutâneas com estes elementos. Lesões localizadas ou formas septicêmicas graves com múltiplos abscessos têm sido esporadicamente relatadas. Mais raramente diarreia e infecção urinária.

9.23 *Streptobacillus moniliformis*

Encontrado na nasofaringe e orofaringe de ratos, camundongos e outros roedores domésticos. As infecções estão relacionadas a mordida destes roedores ou ingestão de leite ou alimentos contaminados.

Com relação a febra e outros sintomas e sinais a ANVISA (2004), afirma:

A febre por mordedura do rato apresenta quadro clínico bem definido com período de incubação de cerca de 10 dias, início abrupto com

- Febre elevada
- Tremores
- Cefaleia intensa
- Vômitos e artralgia migratória.
- Rash semelhante ao sarampo com erupções maculopapulares podendo ser pustulosa, com petéquias ou púrpuras nas extremidades, incluindo região palmar e plantar.
- Complicações graves podem ocorrer como endocardite, pericardite, septicemia, abscesso cerebral, etc.
- Sem tratamento pode evoluir favoravelmente em 2 semanas ou pode se tornar crônica; a mortalidade chega a 10%.

BACTERIOLOGIA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTS, B.; et al. **Fundamentos da biologia celular**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. cap. 1, 4, 6, 7, 8, 10 a 19. Disponível em: <https://docplayer.com.br/5064844-Capitulo-3-bacteriologia.html>. Acesso em: jan. 2009.

ALMEIDA, S. **Bacteriologia**. Disponível em: cienciterravida/biologia/bacteriologia. Acesso em: jan. 2019.

AZEVEDO, A.C. **Bactérias associadas às Infecções do Trato Respiratório**. Disponível em: <http://www.ufjf.br/microbiologia/files/2013/05/Bact%C3%A9rias-associadas-%C3%A0s-infec%C3%A7%C3%B5es-de-trato-respirat%C3%B3rio.pdf>. Acesso em: jan. 2019.

BERETTA, et al. **O MUNDO DOS MICROORGANISMOS INTRODUÇÃO À MICROBIOLOGIA BÁSICA**. Disponível em: <http://e-learning.uniararas.br/e-learning/moodle/>. Acesso em: jan. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Deteção e Identificação de Bactérias de Importância Médica**. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/microbiologia/mod_5_2004.pdf. Acesso em: jan. 2019

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde**. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_microbiologia_completo.pdf. Acesso em: 15 de jan.2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Segurança do paciente Higienização das mãos**. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/paciente_hig_maos.pdf. Acesso em: jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde/Brasil. **DOENÇAS RELACIONADAS AO TRABALHO Manual de Procedimentos para os Serviços de Saúde**. Disponível em:

BACTERIOLOGIA

http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_relacionadas_trabalho1.pdf
f. Acesso em: fev. 2019

CARVALHO, I.T. **Microbiologia Básica**. http://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Microbiologia_Basica.pdf. Acesso em: jan. 2019

EMBRAPA. **Nomes científicos e comuns**. Disponível em: https://www.embrapa.br/manual-de-editoracao/nomenclatura-cientifica/nomes-cientificos/-/journal_content/56_INSTANCE_HscRfKvOm1wj/1355746/28877098?p_p_stat e=pop_up&_56_INSTANCE_HscRfKvOm1wj_page=1&_56_INSTANCE_HscRfKvOm1wj_viewMode=print. Acesso em: fev. 2019.

FERNANDES, A.J. **Mecanismos de Patogenicidade das Bactérias**. Disponível em: http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/MicrobiologiaeImunologia/aula_patogenicidade.pdf. Acesso em: jan. 2019.

FELIPE, L.M. **ASSOCIAÇÃO DE BACTÉRIAS DA FAMÍLIA *Enterobacteriaceae* E *Clostridium estertheticum* COM A DETERIORAÇÃO “BLOWN PACK” EM CORTES CÁRNEOS EMBALADOS A VÁCUO**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária (Medicina Veterinária Preventiva). SÃO PAULO, 2008. Prof. Orientador: Prof. Dr. Oswaldo Durival Rossi Júnior. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/mvp/m/3247.pdf>. Acesso em: jan. 2019.

GUERRA, A.F. Microbiologia Geral. **Bacteriologia**. Valença, 1ª Edição, 2017, 20p. Disponível em: www.microbiologia-de-alimentos.com. Acesso em jan. 2019

LINHARES, I.M. et al. **Novos conhecimentos sobre a flora bacteriana vaginal**. Rev. Assoc. Med. Bras. vol.56 no.3 São Paulo 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302010000300026. Acesso em: jan. 2019

BACTERIOLOGIA

MEDEIROS, J.D. **Genética Bacteriana.** Disponível em:
<http://www.ufjf.br/microbiologia/files/2013/05/Gen%C3%A9tica-Bacteriana-1.pdf>. Acesso em: dez. 2018.

NOGUEIRA, J.M.R. MIGUEL, L.F.S. FIOCRUZ. **Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde.** Disponível em:
<http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/d/cap3.pdf>. Acesso em: 14 de jan.2019

PASQUETTI, M, V. **A História da Ciência nos Livros Didáticos de Biologia.** Trabalho de conclusão de curso apresentado à comissão de graduação do curso de ciências biológicas – Licenciatura da Universidade Federal do Rio Grande de Sul. Orientador Prof. Aldo Mellender de Araújo. Porto Alegre,2011.

Pedro Teixeira e Silvio Valle (2010). **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar.** 2ª ed . Rio de Janeiro. Ed. FIOCRUZ

PELCZAR, MICHAEL. **Microbiologia - Conceitos e Explicações - Vol. 2 - 2ª** Ed. Editora: Makron Books, 2005.

PIRES, J. da C.V. **Robert Koch (1843-1910) Percursos científicos de um bacteriologista.** Monografia apresentada à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas. Universidade Fernando Pessoa. Faculdade Ciências da Saúde. Porto, 2017. Disponível em:
https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6647/1/PPG_25543.pdf. Acesso em: jan. 2019

RIBEIRO, J.C.N. **Nossas células e nossa origem.** Disponível em:
<https://evolucionismo.org/joscarneiroribeironeto/nossas-celulas-e-nossa-origem/>. Acesso em: fev. 2018

SANTOS, et al. **Relatório de aula prática: Coloração de GRAM.** FAMAM – Faculdade Maria Nilza. Disponível em: <http://www.famam.com.br/biblioteca>. Acesso em jan. 2019.

SILVA, V.L. **Morfologia e Citologia Bacteriana.** Disponível em:
<http://www.ufjf.br/microbiologia/files/2013/05/Morfologia-E-Citologia-Bacteriana-2018-BAC1.pdf>. Acesso em: fev. 2019

BACTERIOLOGIA

SILVA, U. **MICROBIOLOGIA.** Disponível em:
<http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/09-50-57-apostilademicrobiologia.pdf>. Acesso em: dez. 2018.

TEVA, A et al. **Imunologia.** Disponível em:
<http://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/cap1.pdf>. Acesso em: fev. 2019.

THOMPSON, F.L. OLIVEIRA, V.M. **Taxonomia: Microbiana, de Procariontes, de Fungos, de Protozoários e de Vírus.** Disponível em:
https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/1.7.20_1197.pdf/2e9c6be7-218d-4b2e-bf82-834906b91059?version=1.0. Acesso em fev. 2019.

TONHATO, A.J. et al. **CRESCIMENTO MICROBIANO.** Disponível em:
<http://www.unb.br/ib/cel/microbiologia/crescimento/crescimento.html>. Acesso em dez. 2018.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, CL. **Microbiologia.** 10. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010

TRABULSI, LR. (2015). **Microbiologia.** 6ª.ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 2008.

UFJF. **TÉCNICAS DE COLORAÇÃO COMUNS NA BACTERIOLOGIA** (Gram, Ziehl Neelsen, Fontana Tribondeau, Albert-Laybourn, Wirtz-Conklin). Disponível em:
<http://www.ufjf.br/microbiologia/files/2018/04/ROTEIRO-PARA-AULAS-PR%C3%81TICAS-bacteriologia-2018-parte-03-Tecnicas-de-colora%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 11 de jan.2019.

VIEIRA, D.A.P. FERNANDES, N.C.A.Q. **Microbiologia Geral.** Disponível em:
http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/ifgo/tecnico_acucar_alcool/microbiologia_geral.pdf. Acesso em: fev. 2019.

BACTERIOLOGIA

BIBLIOGRAFIA

PORTOCARRERO, V. **As ciências da vida: de Canguilhem a Foucault.** Pasteur e a microbiologia. Ed: FIOCRUZ, 2009. 260 p.

ONU-BR. Nações Unidas no Brasil. **Lista de “agentes patogênicos prioritários”**. disponível em: <https://nacoesunidas.org/oms-publica-lista-inedita-de-bacterias-resistentes-a-antibioticos/>.

ANVISA. **Plano de Ação da Vigilância Sanitária em Resistência aos Antimicrobianos.** Disponível em: http://www.bibliotecasbpc.org.br/arcs/pdf/Plano_acao_Visa_CombateResistenciaMicrobiana.pdf.