

840453

1



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Microbiologia Paulo de Góes
Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de
Professor da Carreira de Magistério Superior

Edital UFRJ nº 54, de 30 de janeiro de 2024 (Consolidado com
seus editais de retificação) Versão inicial publicada no DOU em:
02/02/2024 | Edição: 24 | Seção: 3 | Página: 71 a 80, código
MC-055 – área Bacteriologia Médica, do Departamento de
Microbiologia Médica – Instituto de Microbiologia Paulo de
Góes – CCS – UFRJ.

PROVA ESCRITA

CANDIDATO: 840453

Metodos fenotípicos e moleculares aplicados à identificação, diagnóstico e epidemiologia de bactérias patogênicas

Na microbiologia, a identificação dos microrganismos é um passo crucial para tomada de decisões no que diz respeito às condutas para diagnóstico, tratamento, epidemiologia e controle de doenças infecciosas. Existem uma diversidade de testes fenotípicos e moleculares, cujos protocolos estão disponíveis na literatura e em documentos oficiais do Ministério da Saúde.

Os testes fenotípicos, também chamados de testes bioquímicos, se baseiam em propriedades do metabolismo microbiano, como a capacidade de fermentar ou oxidar determinados substratos; a presença de determinadas enzimas e a resistência intrínseca a algumas drogas. Após uma série de provas bioquímicas, os resultados, geralmente expressos em positivo ou negativo, são agrupados e as bactérias são identificadas de acordo com esquemas pré-estabelecidos.

2

Por outro lado, os testes genotípicos (moleculares) permitem a identificação das espécies por meio de ferramentas e técnicas moleculares como a reação em cadeia da polimerase (PCR), através da amplificação de genes específicos e conservados, de modo que sua sensibilidade e especificidade são extremamente altas. Contudo, as técnicas moleculares possuem custo mais elevado e não são amplamente disponíveis. Assim, conhecer os testes fenotípicos torna-se imprescindível na rotina do laboratório de Microbiologia

Para o início da identificação, as amostras são submetidas à coloração de Gram. Esta coloração, amplamente utilizada, fundamenta-se nas diferenças estruturais das paredes celulares dos tipos bacterianos. Assim, o primeiro corante aplicado, cristal violeta, penetra em ambos tipos de parede. O cristal violeta é aplicado sobre um esfregaço fixado em lâmina de vidro, agindo por um minuto e, em seguida, lavado com água corrente. O segundo corante é o lugol, uma solução com iodo que se liga ao cristal violeta, formando um complexo maior, insolúvel. O lugol é aplicado por um minuto e funciona como um mordente, fixando a coloração com cristal violeta nas células. Após lavar o lugol em água corrente, a lâmina é rapidamente descorada com solução de álcool-acetona. Esta solução desidrata o peptidoglicano, de modo que a espessa camada deste, presente nas bactérias Gram-positivas, se torna impermeável e o complexo cristal violeta + lugol não sai. Em contrapartida, bactérias Gram-negativas possuem uma fina camada de peptidoglicano e uma

membrana externa. A solução de álcool-acetona, ao ser aplicada, causa poros na membrana externa, permitindo a saída do complexo cristal-violeta + lugol, tornando as células incolores. ~~Coccos~~ ("negativas"). Por fim, um contra-corante, fucsina (ou safranina), cuja cor contrasta com a cor do primeiro corante, é aplicado para que as células Gram-negativas se coram. Assim, ao final deste processo, bactérias Gram-negativas são coradas de rosa enquanto as Gram-positivas são coradas de roxo.

Os principais grupos bacterianos causadores de doenças são os cocos Gram-positivos e os bacilos Gram-negativos. A partir da coloração visualizada na técnica de Gram, é possível que a equipe de microbiologistas tome decisões mais assertivas sobre os testes posteriores a serem realizados.

Os cocos Gram positivos ^(COP) são um grupo bastante diverso de bactérias ovais (em forma de cocos), encontradas em arranjos desorganizados, semelhante a um cacho de uva, (estafilococos) ou organizados em forma linear com cadeias curtas ou longas (estreptococos) ou, ainda, aos pares (diplococos). A identificação presumida de membros deste grupo começa com a visualização dos arranjos supracitados na coloração de Gram.

A primeira prova para identificação preliminar é o teste de catalase. Neste teste, amostras positivas para a produção de catalase, formam bolhas, visíveis a olho nu, quando são submetidas à solução com peróxido de hidrogênio. O peróxido de hidrogênio é um agente tóxico para a célula e a catalase o converte

4

em água e gás oxigênio, resultando na formação das bolhas. Somente amostras de estafilococos são positivas para o teste de catalase.

Em seguida, é realizado o teste de coagulase, que diferencia *Staphylococcus aureus* dos demais CGP, sendo este positivo para esta prova. A coagulase, livre ou ligada na parede celular, pode ter o teste realizado em lâmina ou em tubo, de modo que no resultado positivo, são visualizadas coágulos, correspondente à conversão de fibrinogênio em fibrina, ou coagulação do fibrinogênio causada por esta enzima.

Uma prova adicional para a identificação de *S. aureus* é o crescimento em ágar manitol salgado. Este ágar possui alta concentração de NaCl (até 7,5%), manitol e indicador de pH vermelho fenol. Os estafilococos são halotolerantes, de modo que este meio é seletivo para este grupo. Além disso, *S. aureus* tem a capacidade de fermentar o manitol presente no meio, resultando em produtos ácidos. A acidificação do meio faz com que o indicador de pH mude a coloração para amarelo (indicando pH ácido). Assim, todas as colônias crescidas em ágar manitol salgado são correspondentes a estafilococos (*Staphylococcus* spp.) e aquelas com coloração amarela corresponde a *S. aureus*.

A prova da novobiocina diferencia *S. saprophyticus*, as quais são resistentes à esta droga, de *S. epidermidis* que são sensíveis. Estes são os principais estafilococos coagulase negativos causadores de doenças humanas.

Os estreptococos possuem uma série de identificações laboriosa, que requer muito treinamento, devido as suas

muitas semelhanças fenotípicas. Diferente dos estafilococos, os estreptococos não possuem catalase. Espécies patogênicas importantes incluem: Streptococcus pneumoniae, S. pyogenes, S. agalactiae, Enterococcus spp. e estreptococos do grupo D.

S. pneumoniae apresenta-se como cadeias curtas, realizam hemólise tipo alfa (parcial) em ágar-sangue de carneiro e sensibilidade a bacitracina. S. pyogenes e S. agalactiae apresentam hemólise total (tipo beta) em ágar-sangue de carneiro, sendo que o primeiro apresenta uma zona larga de hemólise, enquanto o segundo tem uma zona estreita.

Além disso, S. agalactiae pode ser distinguido pela reação positiva no teste de CAMP. Esse teste é realizado em ágar-sangue de carneiro, e uma estria de S. aureus ATCC 25923 (produtora de hemolisina) é feita no centro da placa. Formando um ângulo reto com essa estria central e sem tocá-la, são feitas estrias de amostras de Streptococcus a serem identificadas. S. agalactiae apresenta hemólise sinérgica, de modo que sua estreita beta-hemólise é alongada na interseção das duas estrias, formando um desenho característico de uma seta.

Os enterococos são alfa ou gama hemolíticos (gama = sem hemólise). Os testes diferenciais para eles incluem a produção de PYR (pirrolidônio-aminopeptidase), o teste de bile esculina e NaCl 6,5%. Para a prova do PYR, este grupo é positivo. No teste de bile esculina, eles são capazes de converter esculina em esculitina, formando um precipitado negro no tubo teste (prova positiva). No teste de NaCl 6,5% Enterococcus positiva-se, sendo capaz de crescer nessa concentração de sal, observando-se

(6)

Ativação do meio, indicando crescimento. Por outro lado, estreptococos do grupo D, como *S. bovis*, não crescem no NaCl 6,5%, o que os diferencia.

Para os bacilos Gram-negativos, existem outros testes. Eles são divididos, primeiramente, em fermentadores e não fermentadores de glicose. Os fermentadores incluem membros da ordem ^{enterobacterales} ~~Bacteriales~~, incluindo a família Enterobacteriaceae, cujos membros são responsáveis por cerca de 80% das infecções por BGN.

Os testes para verificação incluem O/F e crescimento no Ágar MacConkey. No teste de O/F, altas concentrações de açúcar são adicionadas, um tubo possui vaselina para simular o ambiente anaeróbico e outro não. As bactérias que conseguem fermentar os açúcares do meio promoverão a mudança de cor do meio de verde para amarelo, devido a presença do indicador de pH que fica neutro cor ao pH ácido. As que conseguem fermentar nos dois tubos (com vaselina e sem) são classificadas como anaeróbias facultativas e correspondem à família Enterobacteriaceae. As que ~~fermentam~~ ^{mudarem de cor} somente no tubo sem vaselina são classificadas como não fermentadoras (aeróbias).

Similamente ao princípio do agar manitol salgado. O Ágar MacConkey é seletivo e diferencial para Gram-negativas. Ele possui sais biliares, que impedem o crescimento de gram-positivas, lactose e indicador de pH. As fermentadoras provocam acidificação do meio (forma ácido láctico) e este fica rosa. As não fermentadoras não consomem a lactose e o meio fica amarelado, permitindo sua diferenciação.

O meio TSI (tríplice açúcar ferro) é uma das provas. Composto de três açúcares (glicose, sacarose, lactose) ele permite avaliações de três parâmetros: fermentação dos carboidratos, produção de H_2S (sulfeto de hidrogênio) e produção de gás. Quando o meio fica com o ápice rosa e o fundo amarelo, significa que somente a glicose foi metabolizada. Quando ele fica todo amarelo, indica uso de dois ou três açúcares. Quando meio ferve e forma bolhas, indica produção de CO_2 . Quando fica enegrecido, indica produção de H_2S .

O meio SIM também permite avaliar três parâmetros: sulfeto (H_2S), indol e motilidade. A produção de H_2S é indicada pelo enegrecimento do meio. O indol (presença da enzima triptofanase) é indicado pela presença de coloração rosa após aplicação do Reagente de Kovacs. A motilidade é vista pela turvação do meio, sendo que bactérias não móveis crescem apenas na região do ágar onde foram inoculadas.

Outros testes como Urease, Citrato e Descarboxilases (meio Møller) também avaliam a presença de enzimas e produtos de acordo com acidificação ou não dos meios, verificados pela presença de indicadores de pH.

Para BGN não fermentadoras, os testes são praticamente os mesmos, acrescidos de mais alguns. A presença da enzima citocromo-oxidase é um dos testes diferenciais a serem realizados, pois os diferencia dos fermentadores. Além disso, alguns deles conseguem crescer a $42^{\circ}C$, e produzem DNase.

Existem miniaturas dos testes fenotípicos, de modo

8

que são realizadas em cartões com minipecas contendo os meios de cultura. Sistemas como Vitek utilizam estes cartões e as leituras das provas é feita com auxílio de programas computacionais.

Outro método de identificação inclui o MALDI-TOF (matrix-assisted laser desorption-time-of flight), um método de espectrometria de massa que identifica, de forma inequívoca, as moléculas e, consequentemente as espécies. Porém o equipamento tem alto custo e sua análise depende de banco de dados.

Métodos moleculares como a PCR, também possuem alto custo, mas alta acurácia. Regiões conservadas do genoma, como o gene 16S, podem ser amplificadas, sequenciadas e com a comparação com o banco de dados genéticos, identificadas. A técnica de PCR em tempo real, permite, ainda, a verificação da expressão de genes.

As técnicas fenotípicas e genotípicas possuem uma incontestável aplicabilidade na identificação e epidemiologia de doenças infecciosas. Juntas, colaboram para identificação de possíveis surtos, melhorias nas práticas de prevenção e controle de infecções e, consequentemente, maior conhecimento e respeito do perfil de bactérias patogênicas de determinada população, seja ela comunitária ou hospitalar.

Bactérias Gram-negativas de importância médica: caracterização fenotípica e molecular, patogenicidade e controle

As bactérias Gram-negativas^(G⁻) são assim denominadas devido à sua reação frente a coloração de Gram. Estas bactérias apresentam coloração rosa, em virtude da composição de suas estruturas da parede celular.

A parede celular de G⁻ é composta por uma fina camada de peptidoglicano, e uma membrana externa (ME). A ME é composta por uma monocamada lipídica, embebida com moléculas de lipopolissacarídeos (LPS) e ligada à parede celular por lipoproteínas. O LPS é exclusivo das G⁻ e uma de suas porções, o lipídeo A, é responsável por sintomas e manifestações clínicas causadas por estas bactérias, funcionando, assim, como endotoxina.

Os bacilos G⁻ de importância clínica incluem o grupo dos fermentadores, com destaque para Escherichia coli, Salmonella enterica, Klebsiella pneumoniae; o grupo dos não fermentadores (NF); sendo os principais Pseudomonas spp e Acinetobacter spp, agentes causadores de infecções, inclusivas relacionadas à assistência à saúde.

Os cocos G⁻ de relevância clínica pertencem ao gênero Neisseria (N. gonorrhoeae e N. meningitidis).

A caracterização fenotípica e molecular das bactérias (bacilos) Gram-negativas é complexa, devido às várias provas bioquímicas existentes. Apesar disso, são microrganismos com necessidades nutricionais simples, crescendo em uma vasta gama de meios de cultura. As provas bio-

químicas mais utilizadas para sua identificação foram detalhadas no primeiro item deste texto, de modo que daqui em diante serão tratados os temas patogenicidade e controle.

Escherichia coli é um BGN fermentadora, presente na microbiota intestinal, podendo comportar-se como patógeno oportunista. Seus patótipos desta espécie são conhecidos; causando diferentes doenças:

a) ETEC (E. coli enterotoxigênica): causadora da popularmente conhecida como diarreia dos viajantes. Causa diarreia branda devido a produção de toxinas termolábil e termostáveis. Possui dose infectante alta.

b) EPEC (E. coli enteropatógena): caracterizada por causar danos às microvilosidades intestinais (histopatologia attachment/effacement, A/E). Causa diarreia mais forte e sua dose infectante é um pouco menor.

c) EAEC (E. coli enteroagregativa): as células desse patótipo se agregam nas microvilosidades intestinais, formando biofilmes. Causa diarreia persistente, de mais difícil controle.

d) EHEC (E. coli enterohemorrágica): neste patótipo, as células adquirem a toxina Shiga de Shigella spp via transferência horizontal. A dose infectante é mais baixa, e a diarreia causada pode ser sangüinolenta, uma vez que as bactérias destroem os tecidos intestinais.

e) EIEC (E. coli entero-invasiva): as bactérias deste patótipo são capazes de penetrar nos enterócitos, escapar da resposta imune do hospedeiro, se replicar intracelularmente e causar tipos de diarreia também.

Além destas gastroenterites, E. coli é frequente cau-

ador de infecções do trato urinário (ITU) e, em pacientes imunocomprometidos, pode causar infecções graves como bacteremia

Para as gastroenterites, o controle de E. coli inclui melhorias na manipulação de alimentos e higiene.

Para outras infecções o controle se torna difícil devido ao fato de serem, em sua maioria, infecções endógenas. O tratamento depende dos testes de sensibilidade aos antimicrobianos. Para casos leves de diarreia, geralmente não é necessária antibioticoterapia pois a doença é autolimitada na maioria dos casos

Salmonella é um gênero de bactérias patogênicas classificadas como zoonoses (transmitidas por animais). Sua taxonomia é complexa, de modo que infecções humanas são causadas por S. enterica, de diferentes sorovares. S. Typhi é a principal bactéria patogênica, causando gastroenterite leve a graves. Uma das doenças causadas é a febre tifóide, que também pode ser transmitida pessoa a pessoa. Além disso, as bactérias podem migrar do intestino para órgãos como o baço, e serem liberadas continuamente em portadores saudáveis assintomáticos

Em ambientes hospitalares, Klebsiella pneumoniae é a BGN fermentadora mais preocupante. Essa bactéria possui cápsula polissacarídica, expressa diversos fatores de virulência e possui mecanismos intrínsecos e adquiridos de resistência bacteriana. Diferente de E. coli e Salmonella, K. pneumoniae são bactérias imóveis. Infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS) causadas por K. pneumoniae são particular-

mente preocupantes quando elas expressam carbapenemases como KPC (K. pneumoniae carbapenemase).

O controle destas IRAS ocorre por melhorias de práticas como higienização das mãos, diagnóstico precoce e isolamento dos pacientes infectados.

Dentre os ~~mais~~ NF, destacam-se P. aeruginosa e A. baumannii, sendo o primeiro oxidase ⊕ e o segundo oxidase ⊖. P. aeruginosa é móvel, expressa fatores de virulência como plicianina e piperidina e possui resistência intrínseca e extrínseca ^{aos} antibióticos. Causa principalmente infecções de pele e tecidos moles, mas também pode causar infecções graves. Por outro lado, A. baumannii é um patógeno com menos fatores de virulência, mas que causa bastante preocupação como causador de IRAS. Possui resistência intrínseca e adquirida a inúmeros antibióticos e é particularmente grave em pacientes internados em unidades de terapia intensiva. O controle dessas infecções segue as mesmas práticas das demais IRAS.

Os cocos G-, N. gonorrhoeae (gonococos) e N. meningitidis (meningococos) causam, respectivamente, gonorréia e meningite. São caracterizados como diplococos, G-, intracelulares obrigatórios, encontrados em macrófagos polimorfonucleares (PMN). Assim, a identificação destas bactérias se dá pelos achados destas características em materiais biológicos: secreções vaginais e penianas (gonococos) e líquido cefalorraquidiano (LCR) (meningococos). Estas espécies são facilmente coradas por Gram.

A patogenicidade dos gonococos e meningococos varia conforme o microrganismo. Os gonococos causam

gonorreia, uma infecção sexualmente transmissível. Esta doença pode ser assintomática ou aparecer como secreções purulentas que saem das genitálias, uma vez que as bactérias tem tropismo por células colunares do epitélio desta região. Pode ser transmitida de forma congênita, causando graves consequências no bebê. Também pode ocorrer a forma disseminada (gonococemia), com feixidas por todo o corpo. O controle se dá por práticas sexuais seguras, pré-natal em gestantes e antibioticoterapia.

As meningococos são transmitidos por aerossóis inalados e alcançam o cérebro. A meningite meningocócica é de difícil controle e a mortalidade é alta.

As bactérias Gram-negativas compreendem um amplo grupo de bactérias patogênicas e não patogênicas. Aqui foram caracterizadas as principais espécies causadoras de IRAS e infecções comunitárias. O conhecimento acerca da caracterização, patogenicidade e controle destes microrganismos é imprescindível para a rotina laboratorial e acadêmica na Microbiologia.

Mecanismos genéticos de evolução de patógenos bacterianos

As bactérias se reproduzem de forma asexual, por fissão binária. Neste sentido, uma célula-mãe dá origem a duas células-filhas idênticas geneticamente. Apesar da fissão binária não promover diversidade genética como na reprodução sexuada, as bactérias desenvolveram mecanismos para adquirir varia

14

bilidade genética. A presença de cepas variáveis é importante na natureza pois garante sucesso evolutivo de determinadas linhagens.

Durante o processo de replicação do DNA, podem ocorrer mutações. A taxa de erros na replicação é baixa, uma vez que as células possuem mecanismos de reparo altamente eficientes. Ainda assim, erros ocasionais podem ocorrer, levando a diferentes variantes genéticas. As mutações podem ser espontâneas, como neste caso de erros replicacionais, ou induzidas, quando são causadas por agentes mutagênicos. Alguns agentes químicos e físicos podem induzir mutações, causando danos às células. Agentes químicos incluem aldeídos e óxido de etileno e agentes físicos envolvem radiações ionizantes e não ionizantes.

As mutações podem ser silenciosas ou levar a alteração do produto final de um gene. Além disso, podem ser vantajosas, prejudiciais ou neutras para as células.

A variabilidade genética em bactérias pode acontecer, também, por transferência horizontal de genes, através de três mecanismos: transformação, transdução e conjugação.

Na transformação, fragmentos de DNA livres na natureza são incorporados por uma célula bacteriana. Em células competentes, esse DNA é fragmentado e determinados segmentos são incorporados ao DNA daquelas células, de modo que ela se torna diferente das suas células parentais. É um fenômeno raro de ocorrer naturalmente, mas útil no laboratório como ferramenta de pesquisa na técnica de DNA.

nizada eletroporação. Esta técnica permite o desenvolvimento de microrganismos geneticamente modificados, utilizados em vacinas, tratamentos e pesquisas.

A transdução é realizada por meio de um vetor viral, o bacteriófago, ^(fagos) o qual é um vírus que infecta bactérias. Ao infectar uma célula, os bacteriófagos se desmontam e o DNA viral fica livre no citoplasma bacteriano. No ciclo lítico, os fagos se replicam intracelularmente e, ao montar sua estrutura (vírion), eles acabam incorporando parte do DNA bacteriano ao seu próprio. Na próxima etapa, o ciclo lisogênico, os fagos montados liam a célula infectada, carregando parte do DNA bacteriano. Ao infectar novas células bacterianas, os fagos "contaminados" com o DNA da célula anterior, injetam seu material genético na nova célula infectada. Assim, esta nova célula pode sofrer recombinação e aquele fragmento ser incorporado ao seu DNA, gerando uma nova linhagem.

Desta forma genes de virulência, como toxina Shiga de Shigella foi transduzida para cepas de E. coli, gerando o patótipo EHEC/STEC (E. coli entero-hemorrágica).

A conjugação é o terceiro mecanismo de transferência horizontal. Neste fenômeno, são transmitidos plasmídeos de uma célula doadora para uma célula receptora através do pilus. ~~As células doadoras replicam os plasmídeos~~ Os plasmídeos são elementos genéticos não-essenciais ^{para o} desenvolvimento da célula e sim uma informação extra, como genes de virulência, resistência, bacteriocinas, dentre outras. Na célula doadora, os plas

16

mídeo se replicam de forma independente do cromossomo. Enquanto isso a bactéria polimeriza o pilus, que se conectará à célula receptora. Neste processo, que requer contato célula-célula, o plasmídeo replicado é transmitido através do pilus para a célula receptora. Depois, o pilus é despolimerizado e as bactérias se separam. Assim, ambas as células terão uma cópia daquele plasmídeo.

A conjugação é o mecanismo mais importante de transferência gênica. Diversos genes de resistência possuem característica plasmidial e são facilmente disseminados entre as espécies bacterianas. Como exemplo, carbapenemasas como KPC e NDM que são codificadas por plasmídeos e encontradas em diferentes espécies como Klebsiella pneumoniae, Acinetobacter baumannii e Pseudomonas aeruginosa, as quais são importantes patógenos hospitalares. As carbapenemasas, por sua vez, hidrolisam drogas tidas como última opção para o tratamento destas infecções.

A compreensão dos mecanismos genéticos de evolução de patógenos bacterianos permite melhor compreensão da dinâmica evolutiva dos microrganismos. O sucesso de determinadas cepas na natureza, ~~em~~ e no ambiente hospitalar, bem como nos hospedeiros humanos envolve a aquisição de determinadas características. Assim a aptidão, a sobrevivência e a patogenicidade das linhagens depende de sua variabilidade genética.

No sentido de doenças infecciosas, compreender estes mecanismos implica em melhor conhecimento e

desenvolvimento de práticas de ~~prevenção~~ prevenção e controle de infecções. Compreender o modo com que as bactérias geram suas variantes, desenvolvendo diferentes fatores de virulência e resistência, torna-se essencial para a compreensão de sua biologia, fornecendo informações úteis para o diagnóstico, epidemiologia e controle de doenças infecciosas.

840453

Rascunho

Tema ③

Introdução: Testes bioquímicos (metabolismo/enzimas)

" - moleculares (PCR)

≠ e importância

Desenvolvimento: - Coloração de Gram

- Identificação CGP

Catalase

Coagulase

DNAse

Manitol

Nitroreducase

Optoquina

Bacitracina

Bile-esculina

NaCl 6,5%

PYR

CAMP

- Identificação BGN

Oxidase

OF

TSI

Indol

Citrato

SIM

Moller

FA

- Testes automatizados

Vitek

Maldi TOF

Matrix-assisted laser desorption

ionization - Time of flight

ESQUISA

Cocos GP

Bacitracina?
Optoquina?

Catalase

⊕

⊖

Stafilococos

Estreptococos

Coagulase

⊕

⊖

⊕

S. epiphyticus

Manitol +

(naobiocina R)

* α-hemólise - *S. pneumoniae*
S. pyogenes
Optoquina (ou) Baci S

* β-hemólise - *S. pyogenes* - Opto R
Baci (R)

S. agalactiae - CAMP+

* γ-hemólise - *Enterococcus* - Bile esculina +
Nal +

Strepto grupo D - Bile esculina +

S. aureus

S. epidermidis (S)

BGN

Fermentação
de glicose

⊕

⊖

Família *Enterobacteriaceae*

Klebsiella

E. coli

Enterobacter

Salmonella

Oxidase

Pseudomonas ⊕

Acinetobacter ⊖

Burkholderia ⊕

Stenotrophomonas ⊖

TSI, Citrato

Indol, SIM,

Urease, FA,

Moller, OF

OF, Oxidase, cresc 42°C

Citrato, Urease, SIM,

Indol, Moller

940453

Tema 7

BGN: Fermentadoras principais

E. coli (patótipos) ETEC, EPEC, ^{EHEC} STEC, EAEC, EHEC

Salmonella / ~~Shi~~

Shigella

Klebsiella

Yersinia

Não fermentadoras

Pseudomonas

Burkholderia

Acinetobacter

CGN: Neisseria gonorrhoea

Neisseria meningitidis

Tema 9

Introdução: Fixação binária
Diversidade → evolução

Mutações: Tipos
Taxa de erro
Agentes mutagênicos
Reparo (SOS)

Recombinação: rec A

Transf. horizontal: Transformação
Transdução
Conjugação