



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP

ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM NUTRIÇÃO E DIETÉTICA

MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação

Governador

Cid Ferreira Gomes

Vice Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho

Secretária da Educação

Maria Izolda Cella de Arruda Coelho

Secretário Adjunto

Maurício Holanda Maia

Secretário Executivo

Antônio Idilvan de Lima Alencar

Assessora Institucional do Gabinete da Seduc

Cristiane Carvalho Holanda

Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC

Andréa Araújo Rocha

**Escola Estadual de
Educação Profissional - EEEP**
Ensino Médio Integrado à Educação Profissional
Curso Técnico em Nutrição e Dietética

MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS

**Fortaleza - Ceara
2012**

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO A MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS

2.MORFOLOGIA BACTERIAS, FUNGOS E LEVEDURAS.

3.FATORES INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO DE MICRORGANISMOS EM ALIMENTOS.

4. MICRORGANISMOS DE INTERESSE EM ALIMENTOS (DETERIORANTES, PATOGÊNICOS E TRANSFORMADORES)

5.CONTROLE DO DESENVOLVIMENTO MICROBIANO

6.MICRORGANISMOS INDICADORES

7. DOENÇAS DE ORIGEM ALIMENTAR

1.INTRODUÇÃO A MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS

Microbiologia: *Mikros* (=pequeno) + *Bio* (=vida) + *logos* (= ciência)

A Microbiologia é classicamente definida como a área da ciência que dedica-se ao estudo de organismos que somente podem ser visualizados ao microscópio. Com base neste conceito, a microbiologia aborda um vasto e diverso grupo de organismos unicelulares de dimensões reduzidas, que podem ser encontrados como células isoladas ou agrupados em diferentes arranjos. Assim, a microbiologia envolve o estudo de organismos *procarióticos* (bactérias, archaeas), *eucarióticos* (algas, protozoários, fungos) e também seres acelulares (*vírus*).

Esta área do conhecimento teve seu início com os relatos de Robert Hooke e Antony van Leeuwenhoek, que desenvolveram microscópios que possibilitaram as primeiras observações de bactérias e outros microrganismos a partir da análise de diversos espécimes biológicos. Embora van Leeuwenhoek seja considerado o "pai" da microbiologia, os relatos de Hooke, descrevendo a estrutura de um bolor, foram publicados anteriormente aos de Leeuwenhoek. Assim, embora Leeuwenhoek tenha fornecido importantes informações sobre a morfologia bacteriana, estes dois pesquisadores devem ser considerados como pioneiros nesta ciência.

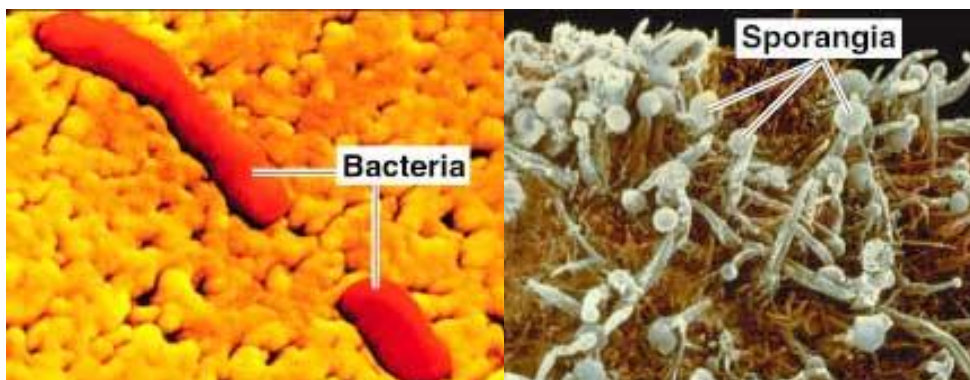
Nas últimas décadas, houve uma "revolução" na microbiologia, a qual passou e ainda vem passando por profundas modificações, especialmente no que se refere aos conhecimentos sobre ecologia e classificação dos microrganismos.

Anteriormente, os microrganismos (principalmente os procarióticos) eram considerados seres unicelulares de comportamento independente, mesmo que fossem encontrados em agrupamentos contendo diversas células. Assim, a maior parte dos conhecimentos foram obtidos a partir de culturas puras. Isto é, o microrganismo era isolado da natureza e, após ser "separado" dos demais microrganismos, era cultivado em laboratório, gerando populações contendo um único tipo celular.

Hoje sabe-se que grande parte dos microrganismos vive em comunidades na natureza, compostas muitas vezes por inúmeros gêneros e espécies distintos, que cooperam entre si, como em uma cidade microbiana. Tais associações são denominadas **biofilmes** e exercem importantes atividades em nosso planeta.

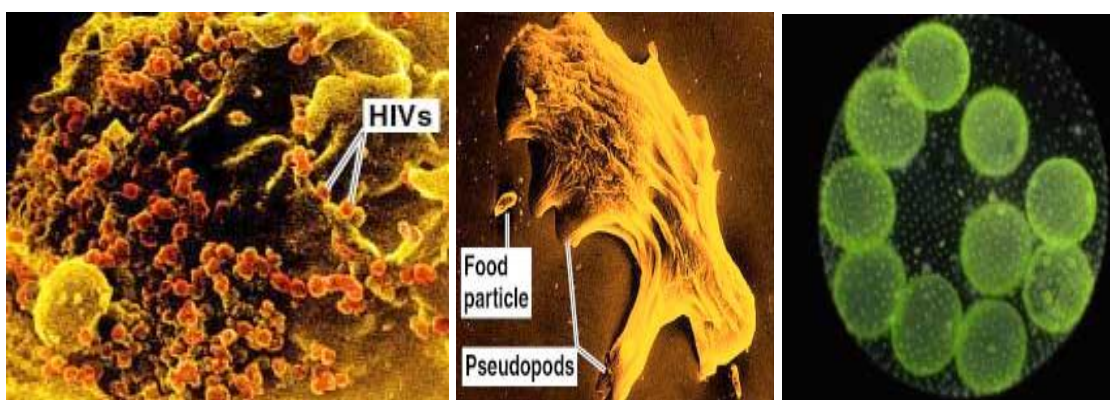
TIPOS DE MICRORGANISMOS ESTUDADOS PELOS MICROBIOLOGISTAS

(Adaptado de Tortora et al., Microbiology, 8 ed)



Bactérias

Fungos



Vírus

Protozoários

Algas

Microbiologia de Alimentos

A microbiologia dos alimentos é a parte da microbiologia que trata dos processos em que os microorganismos influenciam nas características dos produtos de consumo alimentício humano ou animal.

A microbiologia dos alimentos, por consequência, engloba aspectos da ecologia microbiana e de biotecnologia para a produção.

Os Microorganismos podem ser:

Agentes de deterioração dos alimentos;

Agentes patogênicos transmitidos por alimentos;

Produtores de alimentos.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MICRORGANISMOS

As estratégias para aumentar a estabilidade dos produtos alimentícios, que abrange a manutenção das propriedades nutricionais e sensoriais, e conseqüentemente sua durabilidade (prazo de validade ou “shelf-life”), incluem a aplicação de diversos métodos de conservação que têm por objetivo evitar as alterações indesejáveis, sejam elas de origem microbiana, enzimática, física ou química. Em função da tecnologia empregada, pretende-se que os alimentos se conservem pelo maior tempo possível, evitando as perdas decorrentes de um sistema de abastecimento deficiente e os efeitos da sazonalidade.

Além dos procedimentos naturais de conservação como calor do sol, frio do inverno ou do próprio gelo, fumaça do fogão ou das lareiras, a tecnologia de alimentos herdou do passado determinados processos físico-químicos ou biológicos, tais como secagem, salga, cristalização, fermentação, etc. que permitem aumentar a vida útil dos produtos alimentícios em dias, meses ou anos.

Na realidade, a maioria dos alimentos é conservada pela utilização de métodos mistos, porém, na prática, costuma-se citar apenas o mais importante dentre os que foram empregados (EVANGELISTA, 2000).

Como regra geral, os melhores processos são aqueles que, garantindo um satisfatório prazo de validade, alteram o menos possível as características naturais dos alimentos.

A microbiologia dos alimentos é a parte da microbiologia que trata dos processos em que os microorganismos influenciam nas características dos produtos de consumo alimentício humano ou animal.

A microbiologia dos alimentos, por conseqüência, engloba aspectos da ecologia microbiana e de biotecnologia para a produção.

No Início, a alimentação era baseada nos abundantes recursos da natureza. O homem passou a plantar, criar animais e produzir seus alimentos. Com o surgimento dos alimentos preparados, surgiram as doenças transmitidas devido a deterioração (conservação inadequada).

Na idade média morte por Ergotismo, ocorre então um dos primeiros casos de intoxicação aguda por ingestão de cereais contaminados por fungos.

Assim, deu-se maior atenção e importância as regras de limpeza e higiene na produção dos alimentos a partir do século XIII.

IMPORTÂNCIA DOS MICRORGANISMOS NOS ALIMENTOS

A conservação dos alimentos surgiu com a civilização. O homem pré-histórico logo cedo compreendeu que deveria guardar as sobras de alimentos dos dias de fartura, para os tempos de escassez.

Com os alimentos preparados surgiram os problemas de transmissão de doenças e da rápida deterioração dos alimentos, os quais foram causados, sobretudo, pelo armazenamento inadequado.

Primeiros métodos de conservação deveriam ser e foram extremamente simples. Tudo indica que os primeiros pedaços de mamute deveriam ter sido apenas secos ao sol; a secagem rápida da camada externa possibilita a conservação da parte interna.

Com a descoberta do fogo, surgiu a defumação, ainda hoje utilizada. Seguiu-se a descoberta da salga, um processo simples e muito prático. Homero e Hesíodo mostram que na Grécia antiga, a salga da carne e do peixe era utilizada em grande escala. Os fenícios em suas longínquas viagens alimentavam-se com peixes e carnes salgados. Comiam também caças provenientes de distantes regiões conservadas no mel.

Outro método de conservação de alimentos que aparentemente surgiu nesta época foi o uso de óleos como o de oliva e de gergelim. O seu uso resultou em alta incidência de intoxicações. Os romanos utilizavam neve para conservação de carnes e frutos do mar em 1000aC. Nesta época foram aprimoradas as técnicas de defumação de carnes, produção de queijos e vinhos.

Aparentemente, poucos avanços foram realizados entre o nascimento de Cristo e 1100dC .em direção ao entendimento da natureza da toxicidade e da deterioração de alimentos. Um evento importante de intoxicação matou muita gente na Europa da Idade Média(ergotismo das gramíneas). Mais de 40mil mortes na França em 943dC.

A primeira pessoa a avaliar e a entender a presença de microrganismos nos alimentos foi Pasteur. Em 1837 ele demonstrou que o azedamento do leite era causado por micróbios e em 1860 utilizou o calor para destruir → microrganismos indesejáveis no vinho e na cerveja

PASTEURIZAÇÃO

Os microrganismos estão em toda parte e são capazes de se adaptar a qualquer ambiente, com características físico-químicas definidas.

Os ecossistemas são normalmente colonizados por uma ampla e diversa microbiota, formada principalmente por bactérias e fungos, mas também protozoários e vírus.

2.MORFOLOGIA BACTERIAS, FUNGOS E LEVEDURAS.

Bactérias

As bactérias classificam-se morfológicamente de acordo com a forma da célula e com o grau de agregação:

Quanto a forma

- **Coco** : De forma esférica ou subesférica.
- **Bacilo** : Em forma de bastonete (do género *Bacillus*)
- **Vibrião** : Em forma de vírgula (do género *Vibrio*)
- **Espirilo** : de forma espiral/ondulada (do género *Spirillum*)
- **Espiroqueta** : Em forma acentuada de espiral.



Quanto ao grau de agregação

Apenas os Bacilos e os cocos formam colônias.

- **Diplococo** : De forma esférica ou subesférica e agrupadas aos pares.
- **Streptococos** : Formam cadeia semelhante a um "colar".
- **Estafilococos** : Uma forma desorganizada de agrupamento, formando cachos.
- **Sarcina** : De forma cúbica, formado por 4 ou 8 cocos simetricamente postos.
- **Diplobacilos** : Bacilos reunidos dois a dois.
- **Streptobacilos** : Bacilos alinhados em cadeia

Fig1:As bactérias apresentam vários tipos morfológicos, sendo os mais vulgares os cocos (forma esférica), os bacilos (forma de bastonete), os espirilos (forma espiralada) e os vibriões (forma de vírgula).

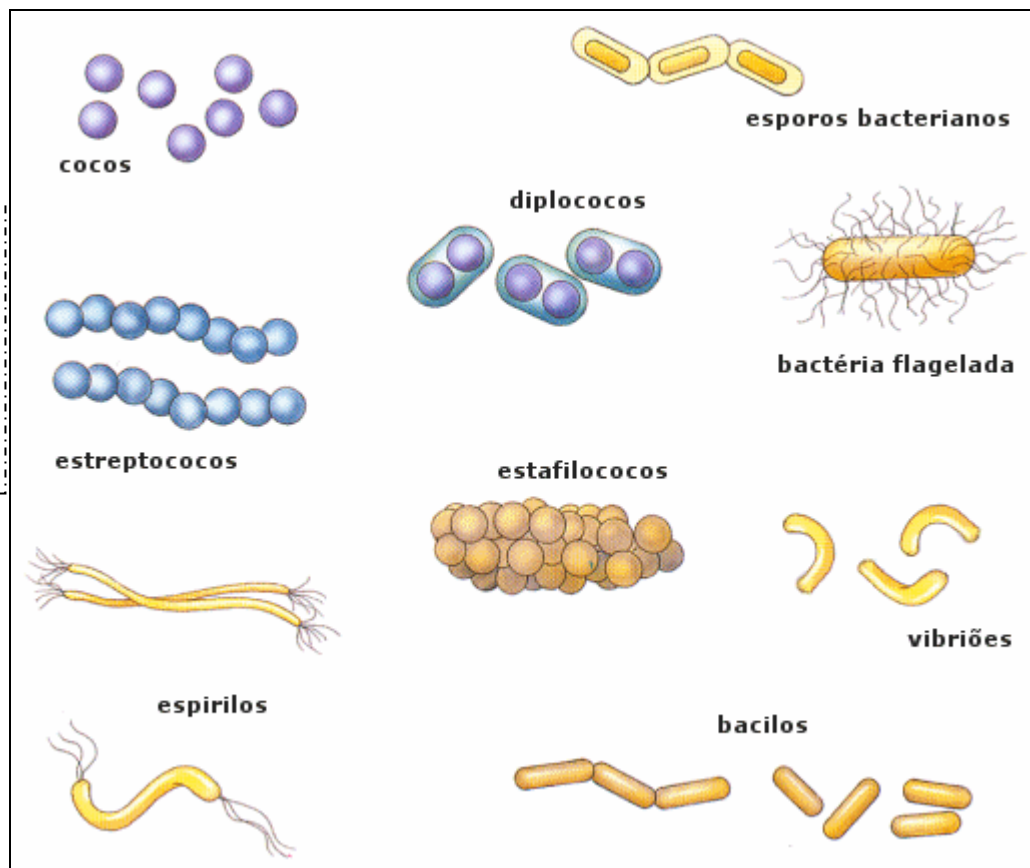




Fig 2: Formas de Bactérias em placas de petri



Em forma de cocos

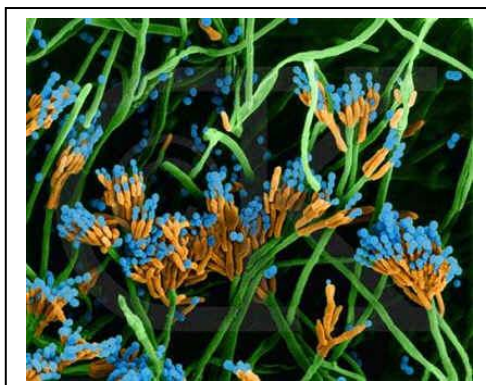
1 *Staphylococcus aureus* 2 *Diplococcus pneumoniae* 3 *Streptococcus pyogenes*

Em forma de hastes

4 *Bacillus subtilis* 5 *Corynebacterium diphtheriae* 6 *Escherichia coli*

Em forma de espirais

7 *Vibrio cholerae* 8 *Spirillum volutans* 9 *Treponema pallidum*

Fungos

Micélio fúngico com as hifas (verde), esporângio (laranja) e esporos (azul), **Penicillium sp.**

Durante muito tempo, os fungos foram considerados como vegetais e, somente a partir de 1969, passaram a ser classificados em um reino à parte.

Os fungos apresentam um conjunto de características próprias que permitem sua diferenciação das plantas: não sintetizam clorofila, não tem celulose na sua parede celular, exceto alguns fungos aquáticos e não armazenam amido como substância de reserva.

A presença de substâncias quitinosas na parede da maior parte das espécies fúngicas e a sua capacidade de depositar glicogênio os assemelham às células animais.

Os fungos são seres vivos eucarióticos, com um só núcleo, como as leveduras, ou multinucleados, como se observa entre os fungos filamentosos ou bolores. Seu citoplasma contém mitocôndrias e retículo endoplasmático rugoso.

São heterotróficos e nutrem-se de matéria orgânica morta - fungos saprofitos, ou viva—fungos parasitários.

Suas células possuem vida independente e não se reúnem para formar tecidos verdadeiros.

Os componentes principais da parede celular são hexoses e hexoaminas, que formam mananas, ducanas e galactanas. Alguns fungos têm parede rica em quitina (N-acetil glicosamina), outros possuem complexos polissacarídios e proteínas, com predominância de cisteína.

Fungos do gênero *Cryptococcus*, como o *Cryptococcus neoformans* apresentam cápsula de natureza polissacarídica, que envolve a parede celular.

Protoplastos de fungos podem ser obtidos pelo o tratamento de seus cultivos, em condições hipertônicas, com enzimas de origem bacteriana ou extraídas do caracol *Helix pomatia*.

Os fungos são ubíquos, encontrando-se no solo, na água, nos vegetais, em animais, no homem e em detritos, em geral. O vento age como importante veículo de dispersão de seus propágulos e fragmentos de hifa.

A identificação dos fungos é baseada quase que exclusivamente em sua morfologia tanto macro como microscopicamente. Como eles habitam os mais variados substratos, apresentam em decorrência, uma sucessão formidável de tipos morfológicos, dos mais simples aos mais complexos. O seu enquadramento taxonômico é regido pelo Código Internacional de Nomenclatura Botânica e os níveis taxonômicos gerais são:

Reino: FUNGI

Divisão: EUMYCOTA

Subdivisão: MASTYGOMYCOTINA, ZYGOMYCOTINA, ASCOMYCOTINA, DEUTEROMYCOTINA e BASIDIOMYCOTINA

Classe: Sufixo MYCETES

Ordem: Sufixo ALES

Família: Sufixo ACEAE

MORFOLOGIA MACROSCÓPICA

Macroscopicamente, os fungos podem ser divididos em dois grandes grupos: os bolores, que apresentam uma colônia filamentosa, e as leveduras, que apresentam em geral, uma colônia cremosa. São importantes no estudo macroscópico, o tipo de colônia, verso e reverso, velocidade de crescimento, formação de pigmentos, etc.

MORFOLOGIA MICROSCÓPICA

A unidade estrutural dos fungos é representada pela hifa que forma um conjunto denominado micélio. O micélio pode se apresentar como micélio vegetativo exercendo as funções de assimilação, fixação e crescimento das espécies, ou se diferenciar em micélio de frutificação que serve à reprodução da espécie.

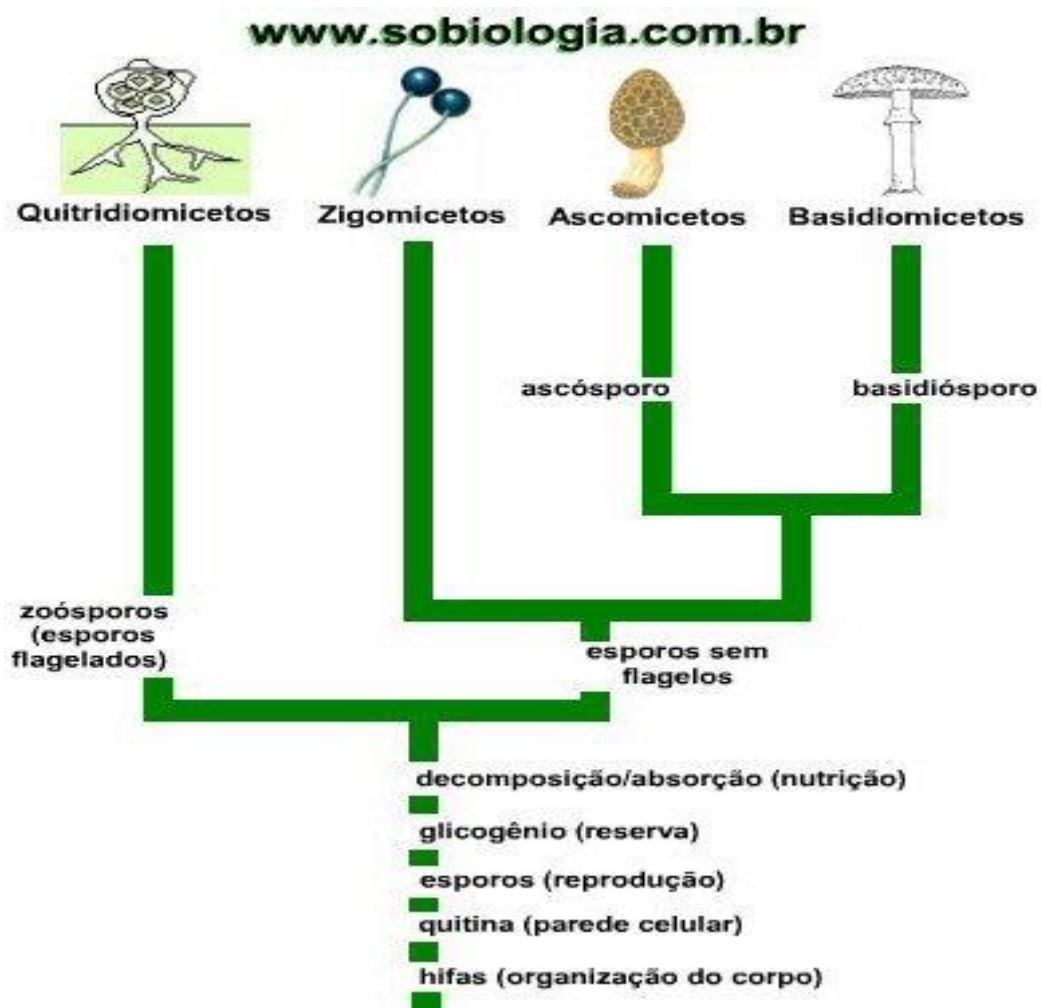


Fig 1: Classificação dos Fungos

MICÉLIO VEGETATIVO

De acordo com sua morfologia, pode ser dividido em 3 tipos:

- **Unicelular:** Representa o grupo das leveduras, sendo constituído por células arredondadas, ovóides ou ligeiramente alongadas. O micélio unicelular reproduz-se geralmente por brotamento ou gemulação, mas pode se reproduzir também por cissiparidade ou por processos intermediários.
- **Filamentoso:** Caracteriza os bolores e pode apresentar septos ou não, sendo chamado nesse último caso, de cenocítico. O micélio cenocítico caracteriza a subdivisão ZYGOMYCOTINA.
- **Pseudofilamentoso:** O micélio unicelular de leveduras do gênero CANDIDA, em determinadas condições, reproduz-se por brotamentos sucessivos formando um micélio parecido como o micélio dos bolores.

MICÉLIO REPRODUTIVO

Cumprir as funções de conservação e disseminação da espécie, geralmente mediante a formação de células especiais denominadas esporos. Os esporos possuem um conteúdo celular denso e rico em reservas, sendo por isso considerado também um elemento de resistência. Os esporos podem ser hialinos ou pigmentados, simples, septados, várias formas, cada tipo, junto com outras características, definindo um gênero ou uma espécie de fungo. Os esporos de acordo com sua origem podem ser assexuados ou sexuados, podem ser formados dentro de uma estrutura, quando são denominados endósporos, ou livres, ectósporos.

ASSEXUADO:

- **Ectósporos:** esporos formados na extremidade de hifas denominadas conidióforos. Esses esporos são denominados conídios e caracterizam a subdivisão DEUTOROMYCOTINA.
- **Endósporos:** esporos formados no interior de estruturas denominadas esporângios. Os esporos são chamados de esporângiosporos. A hifa especial que carrega o esporângio é denominada esporângióforo. Essas estruturas caracterizam a subdivisão ZYGOMYCOTINA.

SEXUADO:

Os esporos resultam de um ato sexual. Os filamentos micelianos se diferenciam em gametângios (anterídio e oosfera) que se unem para dar origem ao oósporo ou zigosporo.

- **Ectósporos:** formados na extremidade de hifas especiais denominadas basidioforos ou basídios. Os esporos nesse caso são denominados basidiósporos e caracterizam a subdivisão BASIDIOMYCOTINA.
- **Endósporos:** esporos formados no interior de estruturas denominadas ascos. Os esporos são denominados ascósporos e caracterizam a subdivisão ASCOMYCOTINA.

Um mesmo fungo pode em determinadas ocasiões ter uma reprodução assexuada e em outras sexuada. Dependendo do tipo de reprodução, sua morfologia varia e ele passa a ser enquadrado em outra subdivisão. Como exemplo, temos os dermatófitos, agentes de micoses cutâneas, que em sua fase sexuada são enquadrados na subdivisão ASCOMYCOTINA. Além disso alguns fungos apresentam em determinadas condições, um micélio filamentoso e em outras condições, um micélio unicelular, como o das leveduras. Como exemplo desse dimorfismo, temos o *Paracoccidioides brasiliensis*, o *Histoplasma capsulatum* e o *Sporothrix schenckii*, importantes agentes de micoses, que na natureza ou em laboratório à temperatura de 25°C, apresentam-se em forma de bolor e quando infectando um hospedeiro ou a 37°C em laboratório, apresentam-se em forma de levedura.



Fig 2: Fungo apodrecendo morangos
Esporos são chamados de
esporângiosporos



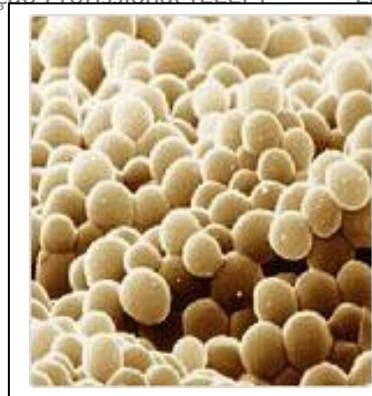
Fig 3: Alguns fungos são utilizados na indústria
de laticínios, como é o caso do *Penicillium camemberti* e do
Penicillium roqueforte, empregados na fabricação dos queijos
Camembert e Roquefort, respectivamente



Fig 4: Algumas espécies de fungos são utilizadas
diretamente como alimento pelo homem. É o caso da
Morchella e da espécie *Agaricus brunnescens*, o
popular cogumelo ou champignon, uma das mais
amplamente cultivadas no mundo.



Fig 5: Micoses de unhas

Leveduras

Saccharomyces Cerevisiae
A levedura de cana

As leveduras, como os bolores, são fungos, mas deles se diferenciam por se apresentarem, usual e predominantemente, sob forma unicelular. Uma levedura típica consta de células ovais, que se multiplicam assexuadamente comumente por brotamento ou gemulação. Como células simples, as leveduras crescem e se reproduzem mais rapidamente do que os bolores. Também são mais eficientes na realização de alterações químicas, por causa da sua maior relação área/volume. A maioria das leveduras, não vive no solo mas adaptou-se a ambientes com alto teor de açúcares, tal como néctar das flores e a superfície de frutas. As leveduras também diferem das algas, pois não efetuam a fotossíntese, e igualmente não são protozoários porque possuem uma parede celular rígida. São facilmente diferenciadas das bactérias em virtude das suas dimensões maiores e de suas propriedades morfológicas.

Esta categoria de fungos não é visível a olho nu, sendo visualizados apenas com auxílio de um microscópio. São bem maiores do que a maioria das bactérias existentes e foram visualizadas pela primeira vez em 1680, por Antony van Leewenhoeck.

Apresentam grande importância sob vários aspectos:

Industrialmente, apresentam os seguintes pontos de interesse;

São agentes de fermentação alcoólica, na produção do álcool industrial e de todas as bebidas alcoólicas destiladas ou não destiladas;

São utilizadas na panificação

São, pelo menos potencialmente, importantes fontes de proteína e de fatores de crescimento, passíveis de serem utilizadas na alimentação animal e, mesmo, humana.

Como agentes de fermentação são prejudiciais à conservação de frutos, e de sucos vegetais. Algumas espécies são patogênicas a plantas, animais e ao homem.

FORMAS

CÉLULAS DAS LEVEDURAS

As células vegetativas da maioria das leveduras industriais variam em tamanho, de 4 a 8 micras de largura por 7 a 12 de comprimento, havendo, evidentemente, espécies maiores e espécies menores que as citadas. Forma e tamanho das células, mesmo em espécies monomorfas, podem variar de acordo com o nutriente, as condições ambientais, o estado fisiológico ou a idade.

Estrutura: As leveduras apresentam membrana celular bem definida, pouco espessa, em células jovens; rígidas em células adultas, de constituição variável, com predominância de hidratos de carbono, e menor quantidade de proteínas e graxas. Internamente delimitando o citoplasma, existe a membrana citoplasmática, mais evidente em células adultas, por plasmolise. No geral, as leveduras se apresentam sem cápsula, se bem que algumas espécies de *Torulopsis* se apresentem com cápsula, constituída de hidratos de carbono.

Citoplasma - de células adultas apresenta inúmeros vacúolos e granulações variadas. Entre estas, são encontradas:

A) - Grânulos metacromáticos, constituídos de polimetáfosfato inorgânicos, e de função em parte conhecida.

B) - Glicogênio, hidratos de carbono encontrado em células adultas.

C) - Grânulos lipóides, em quantidade variável com a espécie de levedura, a idade da célula e o substrato.

D) - Mitocôndrios - se apresentam com aspecto filamentoso, constituídos de lipoproteínas com pequena quantidade de ácido ribonucleico, e contendo enzimas respiratórias

O núcleo é bem definido, pelo menos em células em vias de reprodução; pequeno, esférico ou reniforme, de localização variável, associado a vacúolo nuclear.

REPRODUÇÃO

A reprodução das leveduras pode ocorrer de duas formas:

- **Gemação de novas células:** Este tipo de reprodução das leveduras ocorre nos mostos em fermentação. Neste processo ocorre a formação de pequenas protuberâncias na superfície da célula que, depois de se desenvolverem, se desprendem, passando a ter vida própria.
- **Esporulação de novas células:** Este tipo de reprodução consiste na formação de esporos no interior das células, que se tornam livres pela ruptura das células.

As leveduras, principalmente do gênero ***Saccharomyces***, são utilizadas em vários produtos e processos:

- Panificação (cultivados a partir do melaço da cana-de-açúcar)
- Cervejaria
- Vinícola
- Farmacêutica (produção de riboflavina (vitamina B2) e outras vitaminas do complexo B)
- Álcool combustível (Etanol)
- Fermentações em geral
- Produção de ácido cítrico
- São importantes como suplemento alimentar

Algumas espécies de leveduras podem causar algumas patologias em seres humanos e animais como a candidíase, criptococose, histoplasmose, blastomicose, entre outras.

3.FATORES INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO DE MICRORGANISMOS EM ALIMENTOS.

A qualidade microbiológica dos alimentos está condicionada, primeiro, à quantidade e ao tipo de microrganismos inicialmente presentes (contaminação inicial) e depois à multiplicação destes germes no alimento. A qualidade das matérias - primas e a higiene (de ambientes, manipuladores e superfícies) representam a contaminação inicial. O tipo de alimento e as condições ambientais regulam a multiplicação. Os fatores inerentes ao alimento podem ser também chamados de *parâmetros intrínsecos*, como por exemplo, o pH e a atividade de água (Aa) e aqueles inerentes ao ambiente de *parâmetros extrínsecos*, como a temperatura, a umidade relativa (UR) e a presença de gases. Tais fatores podem ser ótimos ou limitantes, interferindo sobremaneira na multiplicação de microrganismos, inclusive os patogênicos transmitidos por alimentos, causadores principalmente de infecções e intoxicações de origem alimentar.

✓ **Intrínsecos**

1. Atividade de água (Aa)

Parâmetro que mede a disponibilidade de água em um alimento é chamado de Aa. Os microrganismos necessitam de água para sua sobrevivência => metabolismo e multiplicação, a água deve estar na forma disponível. A atividade de água é definida como relação existente entre a pressão de vapor de uma solução ou de um alimento(P) com relação à pressão de vapor da água pura (Po), à mesma temperatura:

$$Aa = P/Po$$

Nota:

↑ aW, ↑ a presença de microrganismos.

Formas de redução da Aw:

- _ Adição de solutos
 - Sais e açúcares
- _ Remoção da água
 - Desidratação e congelamento

Principais grupos de alimentos e seus valores de Aa

0,98 e acima : carne frescas e peixe fresco; frutas e vegetais; leite e outros bebidas; vegetais enlatados em salmoura e frutas enlatadas em calda leve.

Abaixo de 0,98 até 0,93 : massa de tomate; carnes curadas; queijo Gouda; pão; queijo processado; salsichas cozidas; carnes e peixes levemente salgados.

Abaixo de 0,93 até 0,85 : carne seca, presunto cru, leite condensado, queijo cheddar maturado. Muitos bolores que produzem micotoxinas podem se desenvolver nestas condições, mas apenas uma bactéria patogênica conhecida *Staphylococcus aureus* (Aa=0,86 → menor Aa permite crescimento patógenos bacterianos).

Abaixo de 0,85 até 0,60 : frutas desidratadas; farinhas; cereais; geléias; melado; pescado fortemente salgado; nozes; alguns queijos maturados. Bactérias patogênicas não se desenvolvem nestes intervalos de Aa. Pode ocorrer deterioração por microrganismos xerofílicos, osmofílicos ou halofílicos.

Abaixo de 0,60: Chocolate; mel; macarrão; biscoitos; batata chips, leite em pó, vegetais desidratados. Microrganismos não se multiplicam abaixo de 0,60, mas podem permanecer viáveis por tempo prolongado.

2. **Potencial Hidrogeniônico – pH**

Há valores mínimos, ótimos e máximos. De modo geral pH neutro (6,5 - 7,5) é o ideal. As bactérias não toleram grandes variações de pH; fungos e leveduras são mais acidófilos. Em função do pH os alimentos são divididos em 3 grupos:

- Baixa acidez → pH acima de 4,5;
- Ácidos → pH entre 4,0 e 4,5;
- Muito ácido → pH abaixo de 4,0.

De acordo com o pH, os alimentos são subdivididos em três grandes grupos: os alimentos de baixa acidez, quem têm pH superior a 4,5; os alimentos ácidos, que têm pH entre 4,0 e 4,5, e os alimentos muito ácidos, que tem pH inferior a 4,0. Esta classificação está baseada no pH mínimo para multiplicação e produção de toxina de *Clostridium botulinum* (4,5) e no pH mínimo para multiplicação da grande maioria das bactérias (4,0). Dessa forma, alimentos de baixa acidez (pH > 4,5) são os mais sujeitos a multiplicação microbiana, tanto de espécies patogênicas quanto de espécies deteriorantes. Já nos alimentos ácidos (pH entre 4,0 a 4,5), há predominante de crescimento de leveduras, de bolores e de algumas poucas espécies bacterianas, principalmente bactérias lácticas e algumas espécies de *Bacillus*. Nos alimentos ácidos (pH < 4,0), o desenvolvimento microbiano fica restrito quase que exclusivamente a bolores e leveduras.

Tabela 1: Grupos de alimentos e seus valores de pH

Alimento	pH
Laticínios	
Leite	6,3 a 6,5
Manteiga	6,1 a 6,4
Crema de leite	6,5

Queijos	4,9 a 5,9
Carne bovina e aves	
Carne crua	5,1 a 6,2
Frango	6,2 a 6,4
Presunto	5,9 a 6,1
Pescado	
Peixe fresco	6,6 a 6,8
Camarão	6,8 a 7,0
Salmão	6,1 a 6,3
Ostras	4,8 a 6,3
Vegetais	4,2 a 7,3
Frutas	1,8 a 6,7

Nota:

- ✓ *Clostridium botulinum* patogêno que suporta menor pH - 4.6, abaixo deste, nenhum patógeno de alimentos é capaz de se desenvolver.
- ✓ Determinados alimentos são mais resistentes à mudança de pH que outros, são os chamados alimentos tamponados. As carnes, por exemplo, apresentam maior capacidade tamponada que as verduras e hortaliças

3. Potencial de oxido redução

Os processos de oxidação estão relacionados com a troca de elétrons entre compostos químicos. O potencial de oxido redução pode ser definido como sendo a facilidade com que determinado substrato (alimento) ganha ou perde elétrons. Quando um elemento perde elétrons, ele é dito oxidado, e quando ganha elétrons, reduzido. Microorganismos aeróbios requerem valores de Eh positivos para a multiplicação. Neste grupo estão incluídos a maioria dos bolores, as leveduras oxidativas e muitas bactérias, principalmente as

causadoras de deterioração dos alimentos (Pseudomonas, Moraxella, Acinetobacter, Flavobacterium, entre outros). Microorganismos anaeróbios requerem valores baixos de Eh.

Potencial de óxido-redução necessário para crescimento microbiano

Microorganismos	Eh de crescimento (em mV)
Aeróbios	+ 3 50 a + 5 00
Anaeróbios	+ 30 a - 250 (melhor = -150) • Na ausência de O₂ toleram substrato com Eh elevado (+ 370) • Na presença de O₂ este limite cai para + 100
Anaeróbios Facultativos	+ 1 00 a + 3 50

Microaerófilas: multiplicam-se melhor em Eh baixo - bactérias láctica

Valores de Eh de Alimentos

Leite	+200 a +400
Queijo tipo Cheddar	+300 a -100
Queijo tipo suíço	-50 a -200
Carne in natura	-60 a -150
Suco de uva	+409

4. Conteúdo de nutrientes

Os microrganismos variam as suas exigências quanto aos fatores de multiplicação e à capacidade de usar os diversos substratos que constituem os alimentos:

a. Fonte de carbono: pode limitar a multiplicação dos microrganismos. Os polissacarídeos, como o amido e a celulose, são utilizados diretamente por um número restrito de microrganismos. Os bolores são de particular interesse na deterioração de matérias - primas que contenham esses substratos. Os óleos e as gorduras são “atacados” por m.o. lipolíticos (Pseudomonas, Achromobacter, Alcaligenes e outros); entretanto, um número elevado de microrganismos não possui a capacidade de se multiplicar nestes substratos.

b. Fonte de nitrogênio: além de outros compostos nitrogenados, é normalmente constituída pelos aminoácidos, nucleotídeos, peptídeos e proteínas.

c. Fonte de vitamina: os alimentos possuem geralmente as quantidades necessárias para o crescimento dos microrganismos; entretanto, as frutas, pobres em vitaminas do complexo B, desfavorecem a multiplicação de algumas bactérias.

d. Sais Minerais: em pequenas quantidades, mesmo assim são indispensáveis. Embora necessários em quantidades muito reduzidas, os minerais são indispensáveis para a multiplicação microbiana, pois estão envolvidas em muitas reações enzimáticas. Entre esses minerais merecem destaque o sódio, o potássio, o cálcio e o magnésio, além do ferro, zinco, fósforo, dentre outros.

5. Constituintes antimicrobianos

Mantém a estabilidade de alguns alimentos contra ataques de microorganismos, retardando ou inibindo a multiplicação bacteriana. São estruturas que funcionam como barreira mecânica para penetração de microorganismos. Ex: casca de nozes, frutas e ovos.

Devido à presença natural de constituintes antimicrobianos, alguns produtos de origem animal e vegetal são mais resistentes a ação de microrganismos:

a. Ovo: além de apresentar a proteção da casca, a clara possui a lisozima (muramidase), que destrói a parede celular das bactérias.

b. Amora: possui o ácido benzóico, que atua principalmente contra os fungos.

c. Cravo da Índia: possui óleos essenciais (principalmente o eugenol) e lipídios com ação antimicrobiana.

d. Canela: possui o aldeído cinâmico.

e. Leite: mesmo sendo um produto altamente perecível, possui em sua composição substâncias antimicrobianas (lactenina e fator anti-coliformes), que mantém a estabilidade microbiana do produto nas 2 primeiras horas depois da ordenha.

✓ Extrínsecos

1. Temperatura

Factor de grande importância, influenciando a velocidade das reações químicas ligadas ao processo de crescimento. Com efeito, o processo de crescimento depende de reações químicas, e a intensidade destas reações depende da temperatura.

A temperatura de um meio de cultura ou de um alimento, determina a amplitude do crescimento, o metabolismo, a morfologia e a morte dos microrganismos. Cada espécie microbiana pode desenvolver-se de modo eficaz dentro de certos limites, mínimos e máximos, de temperatura. A temperaturas inferiores à temperatura mínima, o crescimento microbiano interrompe-se, embora as bactérias permaneçam vivas.

A temperaturas acima das temperaturas máximas há desnaturação das proteínas estruturais e como consequência a morte. Entende-se por temperatura ótima de crescimento, a temperatura em que a multiplicação bacteriana é mais rápida num período de tempo curto.

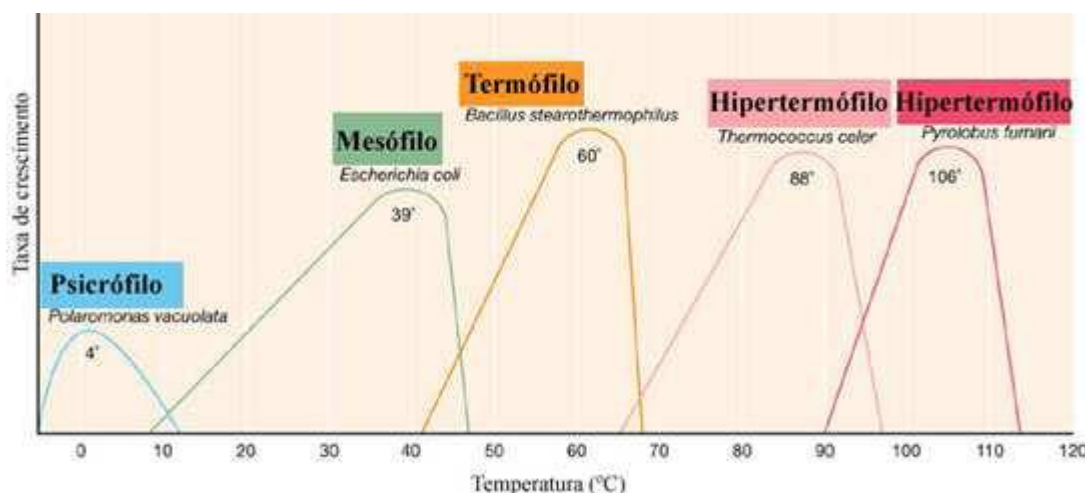
A maior parte das leveduras são mesófilas crescendo bem a temperaturas que se situam entre os 20 e 30°C - mesófilas. Há espécies que crescem perto de 47°C - termófilos. Outras, as psicrofilas, crescem a temperaturas de refrigeração

Tal como nas bactérias, é de grande importância no crescimento dos bolores, sendo um fator determinante na germinação, crescimento, esporulação, sobrevivência e produção de metabólitos.

A maior parte são mesófilas podendo desenvolver-se entre 15 e 30°C, com temperatura ótima entre 25 e 30°C - Mesófilos. O crescimento é inibido pela refrigeração exceto as espécies psicrofilas dos gêneros *Cladosporium*, *Sporotrichum* e *Thamnidium*; são frequentes nas câmaras frigoríficas, nascendo entre 5 e 15°C ou até -5 -10°C.

Existem também espécies termófilas, capazes de crescer até 50 - 60°C, tal como o *Rhizomucor pusillus* (pode crescer em grãos de cacau, mostarda, cereais). Outros como *Aspergillus flavus* e *Aspergillus fumigatus*, encontram-se na flora fúngica dos túneis de secagem das massas alimentares. A temperatura ótima de germinação é superior à temperatura ótima de crescimento.

A temperatura ótima de esporulação varia de acordo com o tipo de esporos. As temperaturas baixas (câmaras frigoríficas) estabilizam a flora fúngica; as temperaturas elevadas são prejudiciais e até letais para a maior parte dos fungos.



* Classificações:

Microorganismos Psicrófilos (desenvolvem em alimentos de geladeira) – temperatura ótima de desenvolvimento de 10 a 15°C;

Microorganismos Mesófilos - temperatura ótima de desenvolvimento de 25 a 40°C (corresponde a grande maioria de microorganismos de importância em alimentos- pseudomonas);

Microorganismo Termófilos (gênero bacillus e clostridium) - temperatura ótima de desenvolvimento de 45 a 60°C;

Microorganismos Hipertermófilos - temperatura ótima de desenvolvimento acima de 60°C.

2. Oxigênio

A atividade das bactérias depende das suas necessidades em oxigênio livre. Os microrganismos apresentam diferentes modos de respiração. Uns necessitam de oxigênio para se desenvolverem, outros de ambientes ricos em dióxido de carbono. Em relação ao oxigênio livre as exigências das bactérias são muito variadas.

umas têm absoluta necessidade de oxigênio, outras podem viver na presença ou na ausência de oxigênio e outras não toleram o oxigênio. Algumas leveduras são aeróbias estritas enquanto outras são aeróbias-anaeróbias facultativas.

As aeróbias desenvolvem-se à superfície dos alimentos formando uma película. Às aeróbias-anaeróbias facultativas pertencem a maior parte das espécies com interesse na indústria alimentar. Em aerobiose multiplicam-se rapidamente produzindo CO₂ e diversos compostos orgânicos destacando-se o álcool. Em anaerobiose fermentam os açúcares.

Os bolores são aeróbios estritos. Alguns toleram bem a redução da pressão parcial de O₂. Outros toleram o aumento de concentração de O₂. Os mais exigentes crescem à superfície dos alimentos. Alguns bolores têm capacidade de produzir substâncias que inibem o crescimento de outros microrganismos (antibióticos).

Algumas espécies de bolores saprófitas contaminam os alimentos degradando-os e alterando-lhes as qualidades organolépticas. Algumas espécies são úteis participando:

- cura de queijos (camembert, brie, roquefort, queijos azuis)
- produção de molho de soja, melhorando-lhe o paladar, digestibilidade
- produção de enzimas ou de ácidos orgânicos que servem como aditivos alimentares

3. Umidade

A umidade relativa tem relação direta com a atividade de água no alimento, principalmente quando este se encontra em condições inadequadas de armazenamento ($URA = Aa \times 100$).

Então, alimentos conservados em ambiente com UR acima da sua Aa, tendem a absorver umidade, aumentando sua Aa e vice-versa. Isto promoverá modificações na capacidade de multiplicação dos microrganismos existentes, em função da Aa final.

$UR = Aa \times 100$

Com uma umidade relativa alta, o crescimento microbiano é iniciado mais rapidamente, mesmo a baixas temperaturas (especialmente quando os refrigeradores não são mantidos num estado descongelado). Quando os alimentos mais secos são colocados em ambientes úmidos, pode ocorrer uma absorção de umidade por parte da superfície do alimento, permitindo, eventualmente, o crescimento de microrganismos.

4. Composição gasosa do ambiente

Corresponde ao teor maior ou menor de O₂ → predomínio de aeróbios ou anaeróbios. “Atmosferas modificadas” - substituição total ou parcial só oxigênio por outros gases (recurso tecnológico para aumentar a vida útil dos alimentos). Ex.: embalagens à vácuo ou com diferentes combinações de oxigênio, nitrogênio e gás carbônico.

Efeito do CO₂ → atmosferas contendo 10% de CO₂ são usadas para conservação de frutas (pêras, maçãs, pêssegos, nectarinas): competição com o etileno.

O excesso de dióxido de carbono pode diminuir o pH, inibindo o crescimento microbiano. O armazenamento de carne, por exemplo, com uma atmosfera rica

em dióxido de carbono inibe o crescimento de bactérias *Gram-* negativas, resultando numa população dominada por *Lactobacillus*.

Nota:

Aeróbio estrito – necessita de O₂ para o seu desenvolvimento

Aeróbio fermentativo – não necessita necessariamente de O₂

Atmosfera modificada (é uma implicação) – substitui-se o O₂ por um gás inerte, por

Combinação entre fatores intrínsecos e os extrínsecos

Teoria dos obstáculos de Leistner.

Estudo das interações entre os vários fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam a sobrevivência e multiplicação dos microrganismos nos alimentos. As interações entre os fatores intrínsecos e os extrínsecos originaram, portanto, o conceito dos obstáculos (barreiras) de Leistner. Os obstáculos normalmente considerados na conservação dos alimentos são:

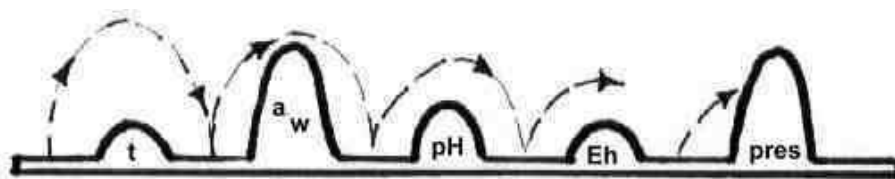
- temperatura (elevada ou baixa),
- atividade de água (Aa),
- pH (acidificação),
- potencial redox,
- conservantes (nitritos, sorbatos e sulfitos),
- atmosfera modificada
- microrganismos competitivos

A ação conjunta de dois ou mais fatores podem potencializar ou não e até limitar, o efeito isolado dos fatores sobre os microrganismos. Os resultados obtidos com o modelo têm correlação com os observados na prática, por exemplo:

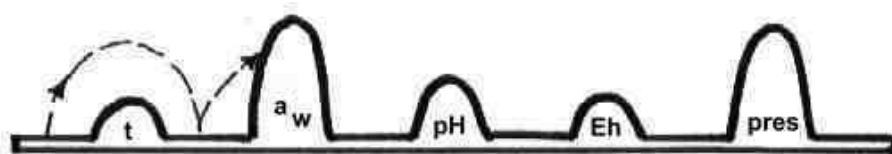
- Impede a deterioração e veiculação de doenças
- Aumenta a vida útil dos produtos
- Garante a qualidade dos alimentos

Teoria dos obstáculos de Leistner e Principais parâmetros e processos

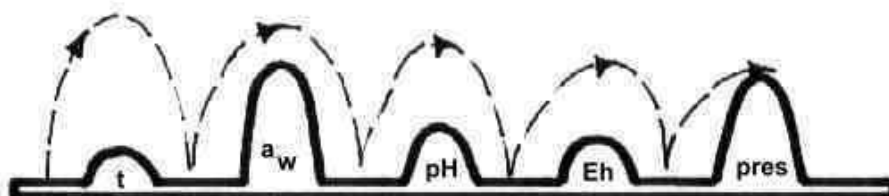
PARÂMETRO	PROCESSO CORRESPONDENTE
F: temperatura alta t: baixa temperatura aw: atividade de água pH: acidez Eh: pot. Óxido-redução Aditivos (preservativos) Flora competitiva	Cozimento Resfriamento, congelamento Secagem, salga, açúcar Acidificação. Renovação de oxigênio. Cura, defumação, Cons. Fermentação.



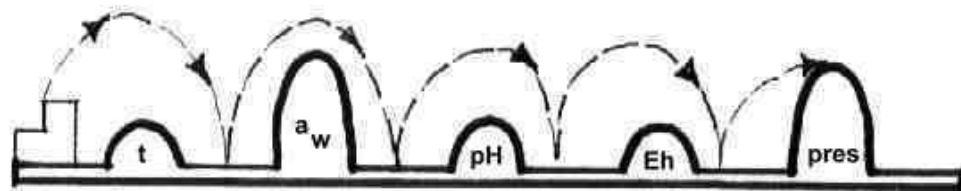
1



2



3



4

1. Os fatores apresentam intensidades diferentes

{ t e Eh: não são essenciais

{ pH: alguma importância

{ a_w e pres.: são os principais fatores responsáveis pela estabilidade do produto

2. Com contaminação inicial baixa, poucos fatores de obstáculos são necessários.

3. Com contaminação inicial alta os microorganismos ultrapassam qualquer fator de obstáculos, desencadeando processo de deterioração ou possibilidade de envenenamento alimentar.

4. Efeito Trampolim: altos teores de vitaminas e nutrientes possibilitam o desenvolvimento de microrganismos.

Os fatores de obstáculos devem agir intensamente para garantir a estabilidade microbiológica.

4. MICRORGANISMOS DE INTERESSE EM ALIMENTOS (DETERIORANTES, PATOGÊNICOS E TRANSFORMADORES)

A qualidade microbiológica dos alimentos está condicionada, primeiro, à quantidade e ao tipo de microrganismos inicialmente presentes (contaminação inicial) e depois à multiplicação destes germes no alimento. A qualidade das matérias - primas e a higiene (de ambientes, manipuladores e superfícies) representam a contaminação inicial. O tipo de alimento e as condições ambientais regulam a multiplicação.

Microrganismos de interesse em alimentos:

- 1) Deteriorantes
- 2) Patogênicos
- 3) Produtores de alimentos
- 4) Indicadores

Microrganismos como agentes de deterioração dos alimentos;

Alimento deteriorado: São aqueles danificados por agentes microbiológicos, químicos ou físicos de modo que seja inaceitável para o consumo humano.

A deterioração resulta em alterações de cor, odor, sabor, textura e aspecto do alimento.

Os agentes causadores de deterioração podem ser bactérias, fungos e leveduras; sendo as bactérias e os fungos os mais importantes.

➤ Classificação dos Alimentos pela facilidade com que se alteram

1. Alimentos estáveis ou não perecíveis: não são alterados facilmente (açúcar, farinha).
2. Alimentos semi-perecíveis: conservando e manipulando de forma apropriada permanecem sem alteração (batatas, maçãs, nozes).
3. Alimentos perecíveis: incluem os alimentos mais importantes do consumo cotidiano, os quais se alteram com facilidade (carnes, pescados, a maioria das frutas, hortaliças, ovos, leite).

Aproximadamente 20% das frutas e dos vegetais coletados são perdidos por deterioração microbiana produzida por aproximadamente 250 doenças de mercado.

Microorganismos como agentes patogênicos transmitidos por alimentos (Doenças transmitidas pelos alimentos – DTAs).

- Microorganismos presentes nos alimentos podem apresentar risco à saúde humana e animal.

- Infecções - ingestão dos microrganismos patogênicos presentes nos alimentos, que vão crescer, invadir os tecidos e provocar efeitos indesejáveis.

- Intoxicações - ingestão de alimentos contaminados com toxinas produzidas por patógenos. Toxina estafilocócica, toxina botulínica.

- Toxi-infecções - ingestão de microrganismos que se multiplicam e produzem toxinas.

As características das doenças dependem de fatores relacionados aos microrganismos, aos alimentos e aos indivíduos consumidores;

Chegam aos alimentos por inúmeras vias sempre refletindo condições precárias de higiene (***produção, armazenamento, distribuição ou manuseio antes do consumo - nível doméstico, comercial ou industrial***)

- Fontes de contaminação microbiana para os alimentos:

- Solo e água;
- Plantas;
- Utensílios;
- TGI (Trato intestinal) de seres humanos e animais;
- Vetores invertebrados e vertebrados;
- Manipuladores;
- Ar e poeira.

- Os microrganismos causadores de enfermidades transmitidas por alimentos podem ser:

- Liberadores de toxina: *S. aureus*, *Clostridium perfringens*, *C. botulinum*, *Vibrio cholerae*, *Bacillus cereus*, fungos filamentosos.
- Causadores de infecções: *Salmonella* sp, *E. coli*, *Shigella* sp, *Vibrio parahaemolyticus*, *Campylobacter* sp, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia* sp.

Doenças Zoonóticas (entre animais e o homem) e o agente causador

antraz - *Bacillus anthracis*
tuberculose - *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis*
listeriose - *Listeria monocytogenes*
brucelose - *Brucella abortus*, *B. melitensis*
febre de Query - *Coxiella burnetii*

Intoxicações Alimentares

botulismo - *Clostridium botulinum* (patogênica)
intoxicações estafilocócica - *Staphylococcus aureus*

Infecções Alimentares

Enterobactérias : *Shigella* (shigelose); *Salmonella* (salmonelose, febre tifóide, febre paratifóide); *Yersinia enterocolitica* (yersiniose); *Escherichia coli*

Bactérias Gram-positivas esporuladas patogênicas : *Clostridium perfringens*; *Bacillus cereus*; (gastroenterites)
poliomelite - Poliovirus
hepatite - Vírus da hepatite

Bactérias de importância na saúde pública : *Campylobacter*; *Vibrio cholerae*;
Vibrio parahaemolyticus

Micotoxinas

Produzidas por bolores (fungos filamentosos) - *Aspergillus*, *Penicillium*

- Ergotismo: intoxicação causada por *Claviceps purpurea* em centeio
- Aflatoxinas: compostos cancerígenos produzidos em grãos e sementes oleaginosas (castanha, amendoim, avelã)
- Fumonisinhas: compostos cancerígenos produzidos em milho

Microrganismos como agentes benéficos dos alimentos

Microrganismos presentes nos alimentos podem alterar as características originais para transformá-lo em novo alimento. Podem ser mantidos durante o processo de produção ou podem ser introduzidos intencionalmente. Quando ocorrem naturalmente no alimento, seu crescimento pode ser seletivamente estimulado. Um mesmo microrganismo pode ter atividades diferentes em alimentos diferentes: podem causar deterioração em um alimento, mas estas reações biológicas podem ser desejáveis em outro alimento.

- Bactérias: - fermentação do leite (iogurtes e queijos)
 - carnes (salames)
 - vegetais (pickles)
 - Leveduras: - fermento na indústria de panificação
 - bebidas (cerveja e vinho)
 - suplemento alimentar
 - Fungos: - fermentação de diversos queijos
 - consumidos diretamente (champignon e shitake)
-
- a. Leveduras do gênero *Saccharomyces*: para bebidas alcoólicas e etanol
 - b. *Acetobacter* sp.: produção de vinagre
 - c. *Aspergillus niger*: Ácido cítrico, amiloglucosidase
 - d. *Lactobacillus*: ácido láctico, bebidas lácteas
 - e. *Propionibacterium*: cianocobalamina (B12)
 - f. *Penicillium chrysogenum*: Penicilina G
 - g. *Xanthomonas campestris*: Goma Xantana
 - h. *Corynebacterium glutami*: Glutamato monossódico
 - i. *Escherichia coli* e *Bacillus megaterium*: Penicilina G Acilase

5. CONTROLE DO DESENVOLVIMENTO MICROBIANO

Definições

Esterilização: É a destruição de todas as formas de vida microbiana, incluindo endosporos.

Esterilização comercial: É o tratamento de calor suficiente para matar os endosporos do *Clostridium botulinum* nos alimentos enlatados.

Desinfecção: Processo que promove a inibição, morte ou remoção de vários

microrganismos patogênicos e saprófitas, sem eliminar todas as formas de vida.

Sanitização: Processo que leva à redução dos microrganismos, a níveis seguros, de acordo com os padrões de saúde pública (elimina 99,9% das formas vegetativas).

Anti-séptico: Produto que evita a infecção em tecidos, seja inibindo ou matando os microrganismos. Como são aplicados em tecidos vivos, os anti-sépticos são, geralmente, menos tóxicos que os desinfetantes (agentes aplicadas em materiais inanimados).

Germicida: mata microrganismos, mas não endosporos.

“**Cida**”: Qualquer agente que promova a morte (ex: bactericida, fungicida, algicida)

“**Stático**”: Qualquer agente que promova a inibição do crescimento (ex: bacteriostático, fungistático)

Padrão de morte microbiana

Da mesma forma que no crescimento, a morte microbiana é um evento que ocorre de forma exponencial. Assim, após uma rápida redução do número, a taxa de morte pode tornar-se mais lenta, devido à sobrevivência de células mais resistentes.

Condições que afetam a atividade de um agente antimicrobiano, especialmente se tal agente é de natureza química.

1. *Tamanho da população:* Quanto maior a população, maior o tempo necessário à sua eliminação.
2. *Natureza da população:* Se nesta população de microrganismos existirem endosporos, os quais são muito mais resistente que formas vegetativas, sua eliminação não ocorrerá tão facilmente. No caso de células em diferentes estágios de crescimento - células mais jovens tendem a ser mais suscetíveis que células em fase estacionária. Havendo a presença de membros do gênero

Mycobacterium, sua eliminação é mais difícil que de outras bactérias não esporuladas, etc.

3. *Concentração do agente*: Geralmente, quanto mais concentrado, melhor (exceto álcool). A relação entre a concentração e a eficiência via de regra não é linear.

4. *Tempo de exposição*: De acordo com normas da OMS, o tempo mínimo de exposição deve ser de 30 minutos. Em casos de agentes esterilizantes, a exposição deve ser tal que a chance de haver sobreviventes é de 1 em 10⁶.

5. *Temperatura*: Dentro de limites, o aumento da temperatura torna o processo mais eficiente. Para agentes químicos, geralmente o aumento de 1°C da temperatura aumenta em 10 vezes a eficiência do processo, o que também permite a diluição do agente.

6. *Condições "ambientais"*: pH do meio - quando é ácido, favorece a eliminação térmica; presença de matéria orgânica - dificulta a ação do produto (necessidade de lavagens dos materiais antes do controle por agentes químicos), seja por proteger o microrganismo ou competir pelo produto em uso. Altas concentrações de açúcar, proteínas ou lipídeos diminuem a penetrabilidade do calor, enquanto o sal pode aumentar ou diminuir a resistência ao calor. A consistência do material ou solução também interfere.

Controle microbiano

1. *Agente físicos*

Os principais agentes físicos que promovem o controle microbiano são: *Calor*, *Filtração* e *Radiações*. Eventualmente, outros agentes, tais como as baixas temperaturas, dessecação, podem ser utilizados.

CALOR - Uso disseminado desde épocas remotas, correspondendo ainda um dos agentes físicos mais práticos e eficientes para a esterilização e/ou desinfecção. O calor pode ser empregado sob duas formas: seco e úmido, tendo a vantagem de apresentar, basicamente, apenas 2 parâmetros a serem controlados: tempo e temperatura.

Para todos os organismos são definidas as temperaturas cardeais, ou seja, as temperaturas mínima, máxima e ótima de crescimento. Assim, quando estes são submetidos a temperaturas superiores à temperatura máxima de crescimento, os efeitos letais tornam-se aparentes. A morte é um fenômeno que ocorre de forma exponencial, sendo proporcional apenas à concentração inicial da população. Já o tempo para uma determinada fração da população a ser morta é independente da população inicial.

Processos empregando calor:

A morte se dá pela oxidação de constituintes celulares e desnaturação de proteínas e ácidos nucleicos. Não é a melhor maneira de utilização do calor, uma vez que o ar é menos condutor da temperatura que a água.

Calor seco

Incineração : processo drástico de eliminação de microrganismos, que destrói o produto.

Ao rubro : processo onde os materiais são levados à incandescência, promovendo a destruição de todos os microrganismos.

Flambagem : processo onde o material é submetido diretamente ao fogo, seja seco ou embebido em álcool. Bastante utilizado na desinfecção de alças de vidro.

Estufa esterilizante (E: 160°C/2 hs ou 180°C/1 h). Amplamente utilizado para vidrarias e outros materiais.

Calor úmido

Como mencionado anteriormente, é um processo mais eficiente devido ao maior poder de penetração do vapor d'água. A morte é decorrente da desnaturação de ácidos nucleicos e proteínas, podendo também romper membranas. Além disso, o vapor tem maior capacidade de romper as pontes de hidrogênio.

Autoclave (E - 121°C/20 min./1 atm) - Destrói esporos, em um pequeno volume, em 10 a 12 minutos. Com volumes maiores, o tempo é maior (5 litros => 70 minutos). Frequentemente são utilizados indicadores da eficiência de esterilização, por exemplo, ampolas contendo esporos de *B. stearothermophilus* ou de *Clostridium* PA3679, os quais são inoculados em meios de cultura após o processo de esterilização. Caso haja o desenvolvimento de células vegetativas, o processo não foi realizado adequadamente, uma vez que não houve a esterilização.

Água em ebulição (100°C/30 min.)

A título de comparação, a eliminação de esporos de *C. botulinum* pela fervura, requer cerca de 5,5 horas. Por outro lado, a 120°C, estes esporos são eliminados após 4 a 5 minutos.

Pasteurização (62,8°C/30 min) - pasteurização lenta, ou 71,7°C/15 seg - pasteurização rápida)

UHT (141°C/2 segundos) - processo bastante utilizado para o leite e outros alimentos líquidos.

FILTRAÇÃO - Processo muito útil na esterilização de materiais termolábeis, sendo empregado para líquidos e gases. Estes filtros são geralmente compostos por celulose, acetato, policarbonato, teflon, ou outro material sintético. Embora o diâmetro dos poros possa variar, os mais utilizados são aqueles de 0,2 µm, que removem os microrganismos (exceto vírus) das soluções e do ar. Dentre os principais tipos de filtros podemos citar:

Filtros de profundidade: Correspondem aos filtros mais antigos, constituídos de malha fibrosa ou granular, à base de papel, asbestos ou fibra de vidro, arrançados de forma a criar uma série de camadas aleatórias sobrepostas, formando pequenos canais sinuosos. Assim, os microrganismos ficam retidos nas malhas e/ou adsorvidos à superfície do material. Estes filtros são feitos também de terra de diatomáceas (Berkefield) ou porcelana (Chamberlain). Na prática, são usados como pré-filtros, para a remoção de partículas maiores. Muitas vezes são também usados na filtração de ar.

Membranas Filtrantes: Correspondem ao tipo mais comum de filtro esterilizante, em microbiologia. São membranas porosas de acetato de celulose, nitrocelulose ou policarbonato, tendo espessura de $\approx 0,2$ mm, contendo poros variando de $\approx 0,1$ a $0,5 \mu\text{m}$ de diâmetro, que ocupam cerca de 80 a 85% da membrana.

Filtros Isopore® (nucleopore): Correspondem a filmes extremamente delgados de policarbonato ($10 \mu\text{m}$ de espessura) que são tratados com radiação nuclear, seguida de cauterização (marcação) química. A radiação provoca danos localizados na membrana e o tratamento químico aumenta essas falhas, formando orifícios, cujo tamanho pode ser controlado pela força da solução cauterizadora e pelo tempo de tratamento. Estes filtros funcionam como verdadeiras peneiras, removendo todas as partículas maiores que os orifícios. Têm, entretanto, baixa porosidade, sendo muito usados na preparação de amostras para a microscopia de varredura, onde os organismos são retidos no filtro, sendo mantidos em um plano uniforme, no topo do filtro. O ar também pode ser filtrado, em fluxos laminares contendo filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air filters), que removem 99,97% de partículas de $0,3 \mu\text{m}$.



Bactérias retidas na superfície de um filtro do tipo Isopore®
(Adaptado de Prescott et al., Microbiology, 1997)

RADIAÇÕES - Ionizante e não ionizante

Radiação Não-Ionizante: A radiação ultravioleta (de 4 a 400 nm - sendo 260 nm o comprimento mais eficiente) é bastante letal, mas exibe baixa

penetrabilidade, não atravessando vidros, filmes sujos e outro materiais. Assim, a radiação UV é extremamente eficiente na eliminação de microrganismos presentes em superfícies. Como sua maior eficiência se dá a 260 nm, que corresponde ao comprimento de onda onde se dá a maior absorção pelo DNA, a radiação UV afeta primariamente este tipo de molécula. Sua ação é principalmente decorrente da formação de dímeros de pirimidinas (timina), efeito este que pode ser revertido por sistemas de fotorreativação (enzima de reparo ativada pela luz) ou por sistema de reativação independente da luz (polimerase).

Por outro lado, não podem ser descartados outros efeitos deletérios do UV, uma vez que quando a 340 nm, observa-se dano celular, sem estar primariamente relacionado às mutações, uma vez que neste comprimento de onda os ácidos nucleicos não têm mais uma grande capacidade de absorver este tipo de radiação.

Radiação Ionizante: Radiações de pequeno comprimento de onda, portanto, de altíssima energia e penetrabilidade. Os dois principais tipos são a radiação gama e os Raios X. Estas, são bastante eficientes, uma vez que promovem a ionização de átomos, fazendo-os perderem elétrons. Como consequência são gerados radicais livres extremamente reativos, que podem destruir pontes de hidrogênio, duplas ligações, estruturas em anel. Quando na presença de oxigênio, geram radicais hidroxila livres, absolutamente tóxicos para as células. A radiação gama é originada geralmente a partir de fontes de ^{60}Co ou ^{137}Ce . Estas radiações vêm sendo amplamente utilizadas em produtos termolábeis, tais como plásticos e alguns tipos de alimentos (frutas, vegetais, alimentos marinhos). Nos alimentos seu uso é interessante, uma vez que inativam enzimas autocatalíticas que participam do processo de degradação natural.

Outros agentes Físicos de controle

Baixas temperaturas: A refrigeração ou o congelamento são amplamente utilizados no controle microbiano de alimentos e produtos biológicos, pois levam a uma diminuição ou interrupção do metabolismo. Como, na maioria dos casos, os microrganismos patogênicos ao homem são mesofílicos, estas baixas temperaturas são eficientes no controle. Entretanto, deve-se ter cuidado porque células de *Clostridium botulinum*, quando incubadas a 5°C, são ainda capazes de produzir e secretar a toxina do tipo E.

Dessecação: Liofilização ou dessecação natural, que atua diferentemente nos organismos, dependendo do tipo de meio, do material dessecado e da

intensidade do processo. Via de regra, os cocos Gram negativos são mais sensíveis que os Gram positivos, sendo *M. tuberculosis* um dos exemplos clássicos de organismo resistente à dessecação (várias semanas em escarro seco).

Pressão osmótica: conservas com altos teores de sal ou açúcar.

2. Agentes Químicos

Durante muito tempo foram mais empregados em processos de desinfecção e anti-sepsia, entretanto, atualmente estes vem sendo cada vez mais amplamente utilizados em processos de esterilização. Cuidados prévios: lavagem adequada do material, garantia de pleno contato com o agente.

Características de um agente químico ideal: boa atividade antimicrobiana, toxicidade seletiva, solubilidade, estabilidade, inocuidade, não interação com a matéria orgânica, temperatura de ação adequada, alto poder de penetração, sem poder corrosivo ou tintorial, desprovido de ação danosa ao meio ambiente.

Principais Tipos de Agentes Químicos:

1) Compostos orgânicos:

Fenóis e derivados (cresóis (metil-fenol), xilenóis): Primeiros a serem usados (Lister, 1867 - salas de cirurgia). O fenol não é mais usado como desinfetante ou anti-séptico devido à sua toxicidade para os tecidos. Os derivados fenólicos (hexaclorofeno, hexilresorcinol) são empregados principalmente como anti-sépticos ou desinfetantes hospitalares. Estes atuam desnaturando proteínas e rompendo membranas. São tuberculocidas, efetivos na presença de matéria orgânica, permanecem ativos por muito tempo. Entretanto tem odor desagradável e são irritantes para pele. Hexaclorofeno -associação de fenol a halogênio (Cl) que é bastante eficaz, sendo bastante usado em pastas dentífricas e sabões. No passado, pesquisas indicaram que tal composto era cumulativo e carcinogênico.

Álcoois: Muito usados, efetivos, confiáveis e baratos, atuando como bactericidas, fungicidas e contra vírus envelopados. Os mais usados são etanol e isopropanol, nas concentrações entre 70 e 80%. Atuam desnaturando

proteínas e dissolvendo lipídeos de membrana.

Compostos Quaternários de Amônio: são detergentes catiônicos, moléculas orgânicas derivadas de gorduras, atuando como umectantes e emulsificadores. Apenas os detergentes catiônicos são detergentes efetivos, que desnaturam proteínas (Ex: cloreto de benzalcônio, que mata a maioria das bactérias).

2) Halogênios:

Iodo: anti-séptico para a pele a 2%, ou em solução água-etanol de iodeto de potássio, para procedimentos pré-operatórios. Eficaz contra bactérias, fungos, vírus e protozoários parasitas. Atua oxidando componentes celulares e iodinando proteínas. Em concentrações elevadas elimina esporos. Tem como desvantagens: danos à pele, manchar e alergênico.

Iodóforos: Complexação de iodo a carreador orgânico (agentes tensioativos, como a PVP). São solúveis em água, estáveis, sem propriedades tintoriais, liberando o iodo lentamente, minimizando a irritação cutânea. Usado na assepsia pré-operatória e também como desinfetante.

Cloro: Muito utilizado no tratamento de águas e nas indústrias de laticínios e alimentos. Pode ser aplicado na forma de gás, hipoclorito de sódio ou de cálcio, que gera ácido hipocloroso e então O₂, promovendo a oxidação de materiais celulares e causando a morte em cerca de 30 minutos. Eficaz contra fungos, bactérias e vírus, com a desvantagem ser descorar alguns materiais. É eficiente, barato, de fácil uso, mas altamente reativo com a matéria orgânica. Como desvantagem, o uso do cloro em águas pode produzir pequenas quantidades de compostos organoclorados, particularmente o trihalometano (THM), um possível agente carcinogênico. Como alternativa pode ser usada a cloramina (monocloramina), que reduz drasticamente os níveis de THM. A monocloramina pode ser gerada diretamente na água pela adição simultânea de amônio e cloro ou hipoclorito. O tratamento da água presente nas torres de resfriamento de aparelhos ar condicionado é extremamente importante para o controle de *Legionella pneumophila*.

3) Metais Pesados:

Foram muito usados no passado como germicidas (prata, mercúrio, zinco e

cobre), sendo atualmente substituídos por compostos menos tóxicos. Os mais usados são compostos orgânicos de mercúrio, prata, cobre e zinco.

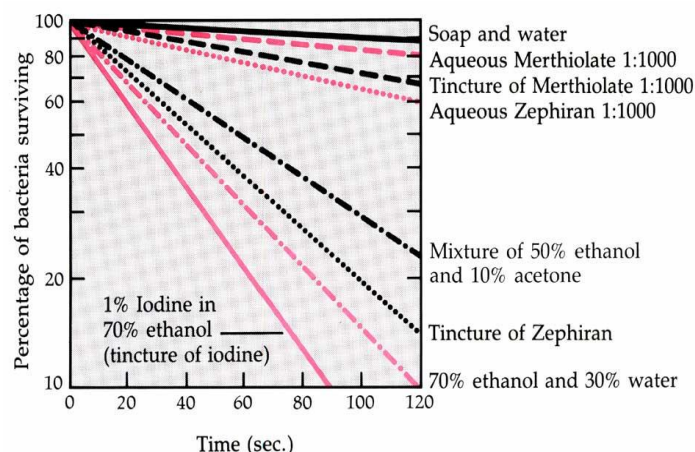
Nitrato de prata: usado em solução 1%, para prevenir a oftalmia neonatorum, sendo substituído em vários hospitais pela eritromicina (que protege contra *Chlamydia* também). Temos ainda o Mercurocromo e mertiolate, usados como preservantes de soros e vacinas. O sulfato de cobre é usado na desinfecção de águas, especialmente contra algas. Estes atuam combinando-se com proteínas, geralmente nos grupos SH, inativando-as.

4) Outros

Peróxidos: principalmente água oxigenada, sobre organismos anaeróbios, atuando pela sua ação oxidante.

Ozônio: Vem sendo empregado na desinfecção de água, com sucesso, na Europa e Estados Unidos. Embora seja um tratamento mais caro, tem a vantagem de não produzir compostos organoclorados. Por outro lado, devido à sua instabilidade, a água submetida a este tipo de tratamento está mais sujeita à contaminação que quando clorada.

Corantes: dividem-se em dois grupos, acridina (que interage com o DNA) e derivados de rosanilina (Cristal violeta, verde malaquita), que atuam inibindo G+, *Candida* e *Trichomonas*. Tem ação aparentemente ao nível da parede celular das bactérias.



Comparação da eficiência de diferentes anti-sépticos
(Adaptado de Prescott et al., Microbiology, 1997)

Agentes Químicos Esterilizantes

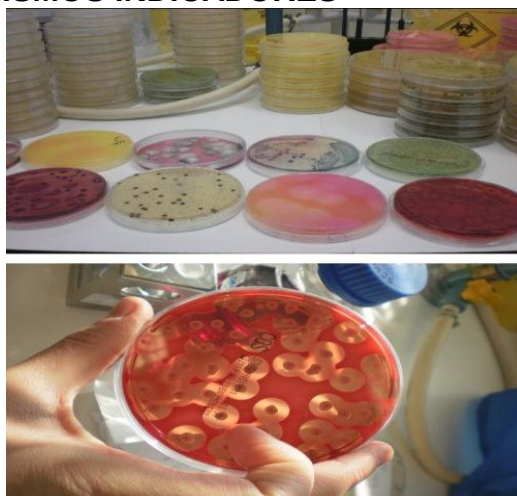
Aldeídos: Formaldeído e Glutaraldeído, moléculas muito reativas, combinam-se com proteínas, inativando-as. Formaldeído 8% dissolvido em água ou álcool (irritante e deixa resíduo) e glutaraldeído 2% (menos irritante). Em 12 horas, destroem esporos.

Gases esterilizantes: Óxido de etileno atua pela interação com proteínas, com alta capacidade de penetração. Como é explosivo, é dissolvido em misturas de 10 a 20% com CO₂ ou freon. Importante a presença de umidade no ambiente e também temperatura. Condições: 38°C/5-8 hs ou 54°C/3-4 hs, com 50% de umidade e EtO de 400 a 800 mg/litro.

Abaixo temos uma tabela, listando alguns dos principais agentes químicos utilizados no controle microbiano.

Common antiseptics and disinfectants		
Chemical	Action	Uses
Ethanol (50-70%)	Denatures proteins and solubilizes lipids	Antiseptic used on skin
Isopropanol (50-70%)	Denatures proteins and solubilizes lipids	Antiseptic used on skin
Formaldehyde (8%)	Reacts with NH ₂ , SH and COOH groups	Disinfectant, kills endospores
Tincture of Iodine (2% I ₂ in 70% alcohol)	Inactivates proteins	Antiseptic used on skin
Chlorine (Cl ₂) gas	Forms hypochlorous acid (HClO), a strong oxidizing agent	Disinfect drinking water; general disinfectant
Silver nitrate (AgNO ₃)	Precipitates proteins	General antiseptic and used in the eyes of newborns
Mercuric chloride	Inactivates proteins by reacting with sulfide groups	Disinfectant, although occasionally used as an antiseptic on skin
Detergents	Disrupts cell membranes	Skin antiseptics and disinfectants
Phenolic compounds (e.g. carbolic acid, lysol, hexylresorcinol, hexachlorophene)	Denature proteins and disrupt cell membranes	Antiseptics at low concentrations; disinfectants at high concentrations
Ethylene oxide gas	Alkylating agent	Disinfectant used to sterilize heat-sensitive objects such as rubber and plastics

6. MICRORGANISMOS INDICADORES



Microrganismos indicadores podem ser utilizados para refletir a qualidade microbiológica dos alimentos em relação à vida de prateleira ou à segurança alimentar devido à presença de patógenos alimentares.

Um microrganismo indicador deve apresentar as seguintes características:

- ser de fácil e rápida detecção na amostra;
- ser facilmente diferenciado de outros membros da microbiota presente;
- ser detectado na presença de patógenos e não detectado na ausência dos mesmos, com exceção de números mínimos;
- possuir características e taxas de crescimento equivalentes às do patógeno.

Os microrganismos indicadores de contaminação higiênico-sanitária são geralmente usados para:

- monitorar;
- detectar mudanças de qualidade;
- classificar;
- restringir o uso de águas ou alimentos.

✓ Bactéria *Escherichia coli*:

Utilizada com indicador de contaminação fecal presente na água desde 1982. Hoje, também utilizada como indicador da qualidade higiênico sanitária do alimento. Além dos requisitos anteriormente citados também apresenta outras características que a classifica como um bom MO indicador:

- Habitat exclusivo do intestino do homem e de outros animais de sangue quente;
- Número elevado nas fezes;
- Alta resistência ao ambiente extra-enteral;
- Técnicas laboratoriais rápidas, simples e precisas para detecção e contagem

✓ Coliformes totais

Coliformes são bactérias gram negativas, não esporuladas, na forma de bastonetes e que fermentam a lactose com produção de ácido e gás dentro de 24 á 48 horas á 32-37^o.C. a definição do grupo abrange os gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter*. A contagem de coliformes pode diferenciar dois grupos: totais e fecais. O primeiro é utilizado para avaliar as condições higiênicas sendo que as altas contagens significam contaminação pós-processamento, limpeza, sanificação e tratamento térmico deficientes; ou ainda, multiplicação durante o processamento ou estocagem. O índice de coliformes fecais é empregado como indicador de contaminação fecal, isto é, condições higiênico-sanitárias, presumindo-se que a população deste grupo é constituída de uma alta proporção de *Escherichia coli*, que tem seu habitat exclusivo no trato intestinal do homem e animais.

- indica a adoção ou não de boas práticas de fabricação durante o processamento (condições higiênico-sanitárias), ou seja, a presença de coliformes totais indica SUJEIRA

✓ Bolores e Leveduras

A presença de bolores em equipamentos indica a qualidade de sanificação de operações de processamento. Indica também o perigo da presença de micotoxinas.

- A presença de leveduras pode indicar falha na higienização de manipuladores.

7. DOENÇAS DE ORIGEM ALIMENTAR.

É muito comum pessoas incriminarem os alimentos que acabaram de consumir como causadores, dos distúrbios gastrintestinais que venham a apresentar. Considerando o fato que, em condições normais, um indivíduo alimenta-se várias vezes ao dia, qualquer doença ocorre sempre “após a refeição”. Entretanto, antes que determinado alimento possa ser incriminado como causador de um problema gastrintestinal, várias providências são necessárias.

De acordo com o Center for Disease Control and Prevention (CDC), dos Estados Unidos, define-se como surto de doença de origem alimentar a ocorrência de dois ou mais casos de doenças associados a um único alimento.

A identificação de um surto de doença de origem alimentar é realizada através de um inquérito epidemiológico, conduzido entre os indivíduos que tenham e que não tenham consumido o(s) alimento(s), que tenham apresentado sintomas característicos, quer não, e também através de exames laboratoriais em amostras clínicas e nas amostras de alimentos. Deve-se considerar também que nem todos os indivíduos que consomem o mesmo alimento contendo um agente patogênico apresentam a mesma sintomatologia. O período de incubação, a gravidade e a duração da doença podem ser diferentes, em função da idade, do estado nutricional, da sensibilidade individual e da quantidade de alimento ingerido.

Em grande parte dos surtos de doença microbiana de origem alimentar relatados, a identificação do alimento causador é inferida apenas com base no inquérito epidemiológico. Somente em alguns raros casos reportados, a identificação do microorganismo patogênico no material clínico e nas amostras de alimentos foi possível. Isto pode ser explicado porque:

- a) O(s) alimentos(s) suspeito(s) não está (ão) mais disponível (is) para análise laboratorial;
- b) Não é possível caracterizar o alimento suspeito;
- c) A análise laboratorial é limitada, pois, devido ao custo, é impraticável investigar todos os patogênicos possíveis;
- d) As metodologias laboratoriais empregadas para isolamento e identificação dos inúmeros patógenos não são 100% eficientes.

Intoxicações alimentares

As toxinas absorvidas atingem diretamente um alvo particular como, por exemplo, o intestino (enterotoxina) ou o sistema nervoso (neurotoxina).

Os sintomas das intoxicações variam desde acessos de vômitos e diarreia (intoxicação estafilocócica) até o comprometimento grave da função muscular (botulismo).

Infecções de Origem Alimentar

Os microorganismos podem infectar a superfície intestinal ou então invadir o intestino e outras estruturas do organismo dos hospedeiros.

A maioria delas manifesta-se por diarreia de grau variável e desconforto abdominal.

É importante considerar que estes sintomas podem ocorrer às expensas de toxinas microbianas liberadas no intestino do hospedeiro, durante a fase de seu desenvolvimento nos tecidos invadidos.

Toxinfecção Alimentar

No início de uma manifestação clínica de natureza biológica é difícil, apenas apoiado no quadro clínico, diferenciar uma infecção de uma intoxicação, podendo ser utilizado desta maneira o termo Toxinfecção alimentar.

Caracterizado por um quadro gastroentérico, causado por microorganismos patogênicos, veiculados por um determinado tipo de alimento.

A seguir, serão descritas as principais características dos microorganismos patogênicos de interesse em alimentos e das toxinfecções alimentares que causam.

✓ *Clostridium botulinum*

Gram positivo. Anaeróbio estrito.

As células vegetativas, em condições de anaerobiose, produzem esporos ovais ou esféricos que com frequência, dilatam a parede celular. A germinação dos esporos exige anaerobiose estrita e pH superior a 4,6 para que haja produção de toxinas.

Existem 8 tipos de *Clostridium botulinum*, classificados como A, B, C α , C β , D, E, F e G1, com base na especificidade antigênica de suas toxinas.

As toxinas botulínicas são as mais ativas que se conhece, podendo determinar a morte, mesmo em quantidades ínfimas, 0,1 mg a 1,0 mg

Toxinas termolábeis e a temperatura necessária para sua destruição depende do tipo considerado, de modo geral, a 80°C a destruição ocorre em 30 minutos e a 100°C são necessários 3 minutos.

Caracterização da doença:

O botulismo é uma intoxicação alimentar de extrema gravidade, de evolução aguda, caracterizada por distúrbios digestivos e neurológicos. Causada pela ingestão de diversos tipos de alimentos, embutidos ou enlatados, de origem animal ou vegetal, insuficientemente esterilizados ou conservados em substratos com pH superior a 4,6.

Nestes alimentos há condições adequadas para o agente produzir uma potente neurotoxina, capaz de levar os intoxicados ao óbito.

Atualmente 3 formas de botulismo são conhecidas:

- Botulismo clássico – intoxicação causada pela ingestão de alimentos contendo neurotoxinas.
- Botulismo de lesões – doença infecciosa causada pela proliferação e consequente liberação de toxinas em lesões infectadas com *C. botulinum*.
- Botulismo infantil – corresponde a uma doença infecciosa causada pela ingestão de esporos e subsequente germinação, multiplicação e toxigênese no intestino de crianças com menos de 1 ano de idade.

Habitat

C. botulinum encontra-se amplamente distribuído pela natureza, sendo o solo e o ambiente aquático seu habitat principal. Vários trabalhos realizados em diversos países indicam que o número de esporos de *C. botulinum* no solo pode ser bastante elevado.

Controle

Para que um alimento não seja o causador de botulismo é necessário impedir que a neurotoxina botulínica venha a ser formada. Para tanto, é necessário impedir a germinação dos esporos e a proliferação de células de *C. botulinum*, quando a toxina é formada.

Alguns microrganismos fermentativos (bactérias lácticas, por exemplo) produzem ácidos em quantidade suficiente para impedir a multiplicação e outras substâncias inibitórias como bacteriocinas, água oxigenada e antibióticos.

Os nitritos e os nitratos são conservadores químicos utilizados há muito tempo na preparação da carne, e pode ser aumentada pela adição de ascorbato ou de isoascorbato. O mecanismo de ação de nitrito ainda não está completamente elucidado, mas sabe-se que, além de ser responsável pela coloração rosada característica dos produtos cárneos, o nitrito age no controle de *C. botulinum* em alimentos.

As neurotoxinas de *C. botulinum* são termolábeis, sendo destruídas pelo aquecimento a 80 °C durante 30 minutos ou a 100°C em poucos minutos.

Nota:

O congelamento, assim como a refrigeração, não tem qualquer efeito prático na destruição de células vegetativas, esporos ou neurotoxinas botulínicas.

✓ ***Clostridium perfringens***

Desde o final do século XIX, o *Clostridium perfringens*, está associado com quadros diarréicos no homem, apesar de somente em 1943 ter sido considerado como microorganismo transmitido por alimentos.

Na atualidade, é reconhecido como um dos agentes mais freqüentemente envolvidos em surtos de toxinfecções alimentares, no mundo todo, secundando apenas as salmoneloses.

Anaeróbio (microaerófilo) e formador de esporos. É agrupado em cinco tipos identificados de A a E, de acordo com as exotoxinas produzidas. Os tipos A, C e D são patogênicos para o homem, enquanto que os animais são suscetíveis aos tipos A a F. A inativação térmica da enterotoxina em caldo de carne dá-se entre 59°C e 65°C, variando o tempo de cocção entre 1,5 e 72,8 minutos.

Doenças associadas

As enterotoxinas A e C do *Clostridium perfringens* são as responsáveis pelo quadro agudo de diarreia.

As cepas do tipo A são as mais comuns, sendo responsáveis, também pela gangrena gasosa (celulite anaeróbica e mionecrose).

O tipo C é o responsável pela enterite necrótica, doença grave e freqüentemente fatal, mas de ocorrência rara.

São conhecidas ainda outras exotoxinas, não associadas com toxinfecções alimentares, mas relacionadas primordialmente com ferimentos, instrumentos cirúrgicos, fraturas expostas, úlceras diabéticas e abortos sépticos entre outros. A dose infectante para que o *Clostridium perfringens* possa causar a infecção alimentar no homem é de 10⁶ bactérias por grama ou a fração ingerida do alimento contaminado deve conter uma quantidade superior a 10⁸ células vegetativas.

A toxina é produzida no trato digestivo e está associada com a esporulação.

A contaminação faz-se pelas mãos dos manipuladores, pelos roedores e pelas moscas.

A infecção se dá pela ingestão de células vegetativas que ultrapassam a barreira gástrica resistindo ao pH ácido e atingem o intestino delgado onde se desenvolvem, esporulam e liberam a enterotoxina. A ingestão de toxina pré-formada nos alimentos é muito rara.

Habitat

O tipo A está amplamente distribuído no ambiente e ocorre com freqüência no intestino do homem e dos animais. Nas fezes de indivíduos normais é comum encontrar esporos do microorganismo.

Os esporos podem estar no solo, na água, nos sedimentos e nas áreas passíveis de contaminação por matéria fecal humana e animal.

As células vegetativas do microorganismo são detectadas nos alimentos contaminados, tanto crus como cozidos.

Alimentos envolvidos

Carnes e produtos cárneos, aves e molho de carne, nos quais o agente se multiplicou. Mas é comum em carnes requentadas.

O microorganismo tem preferência por alimentos com elevado teor de umidade e com alta porcentagem de proteína.

Embutidos, conservas de peixes, patês, queijos fermentados e ostras, também oferecem boas condições para o desenvolvimento do *Clostridium perfringens*

✓ ***Staphylococcus aureus***

Bactérias do gênero *Staphylococcus* são habitantes usuais, da pele, das membranas mucosas, do trato respiratório superior e do intestino do homem, destacando-se entre elas o *S. aureus*, o de maior patogenicidade, responsável por considerável proporção de infecções humanas, notadamente no âmbito hospitalar.

Cocos Gram positivo, que ao exame microscópico pode aparecer aos pares, em cadeias curtas ou agrupado em cachos, semelhantes aos de uvas.

Algumas cepas produzem uma enterotoxina, proteína altamente termoestável, responsável no homem pelos quadros de estafiloenterotoxemia ou estafiloenterotoxiose. Esta enterotoxina é dividida em 6 tipos: A, B, C1, C2, D e E. A dose mínima da enterotoxina, capaz de provocar a manifestação clínica da intoxicação estafilocócica é inferior a 1,0 mg. Este nível de toxina é alcançado quando o número de células bacterianas contaminantes de um alimento ultrapassa 10^5 por grama.

Os principais sintomas são:

- Náuseas
- Vômitos
- Câimbras abdominais dolorosas
- Diarréia
- Sudorese

OBS: A doença não é fatal a menos que o indivíduo acometido esteja debilitado

Alimentos envolvidos

Aqueles com alto teor de umidade e com alta porcentagem de proteína, tais como as carnes e os produtos derivados de bovinos, de suínos, e de aves, além de ovos.

O leite e seus derivados, como queijos cremosos, bem como os produtos de confeitaria, os doces recheados de creme, as tortas de creme e as bombas de chocolate, são freqüentemente incriminados em surtos de intoxicação estafilocócica.

De modo geral, todos os alimentos que requerem considerável manipulação durante o seu preparo e cuja temperatura de conservação é inadequada, como acontece com saladas e recheios de sanduíches, são passíveis de causar a intoxicação.

Controle

O treinamento de manipuladores é um dos procedimentos de maior relevância para a prevenção da contaminação de alimentos, durante as diferentes fases de preparo, aí incluídas todas as medidas de higiene pessoal, utensílios e instalações.

Em relação à conservação dos alimentos é extremamente importante a faixa de temperatura, compreendida entre 7°C e 60°C, que deve ser evitada, a fim de impedir a multiplicação do *S.aureus* e a conseqüente produção de enterotoxina.

✓ ***Listeria monocytogenes***

Agente etiológico da listeriose, é reconhecida como organismo patogênico de 1926 porem somente na década de 80 é que passou a merecer consideração em saúde pública quando se reconheceu a importância dos alimentos na cadeia de transmissão da infecção ao homem.

É uma bactéria patogênica oportunista, capaz de sobreviver e multiplicar-se fora dos organismos dos hospedeiros em meios com nutrientes simples. Nos animais e no homem multiplica-se intracelularmente.

Nota Importante:

- ⊙ Gram positiva
- ⊙ Não formadora de esporo
- ⊙ Anaeróbia facultativa
- ⊙ Multiplicação se dá entre 2,5 a 44°C
- ⊙ pH ótimo entre 6 e 8
- ⊙ Invade o intestino humano onde são fagocitadas por macrófagos, ficando protegidas contra a ação de leucócitos polimorfonucleares.

Doenças associadas

Compromete o sistema nervoso central, no homem, causa infecção em gestantes com grandes conseqüências para o feto.

Causa encefalite, meningite e abscessos. Na fase entérica, a sintomatologia é semelhante a uma gripe, acompanhada de diarreia e febre moderada.

Alimentos envolvidos

Produtos lácteos, leite cru ou pasteurizado, sorvetes e queijos, produtos cárneos crus ou termoprocessados de diversas origens, peixes crus ou defumados e embutidos preparados a partir da carne crua fermentada.

Produtos de origem vegetal, de origem marinha e refeições preparadas. Vale destacar que a bactéria pode ser eliminada no leite dos animais infectados.

Os surtos de listeriose têm sido causados com relativa frequência por consumo de couve crua, leite contaminado após pasteurização; patê, língua de porco em gelatina, e queijos tipo brie e camembert produzidos com leite não pasteurizado.

As superfícies úmidas das plantas processadoras de alimentos podem servir de abrigo a *Listeria monocytogenes*, o que ao lado da capacidade de multiplicação a baixas temperaturas, possibilita sua ocorrência em refrigeradores e câmaras frias.

Controle

Com a finalidade de prevenir infecções de origem alimentar por *Listeria monocytogenes* é necessário que haja um controle no local de processamento do alimento. Uma vez que esta bactéria é encontrada distribuída amplamente na natureza – no solo, água, vegetais, animais, insetos, sere humanos -, que pode desenvolver-se em ampla faixa de temperatura e de pH, além de ser uma das células vegetativas de maior resistência térmica, deve-se prevenir sua entrada no ambiente da indústria de alimentos. Para tanto, deve-se fazer o controle do microrganismo nos pontos de origem da matéria primária de medidas que minimizem as chances de contaminação.

Outras medidas a serem tomadas no local de produção são:

- Limpeza e sanificação dos alimentos;
- Construção da indústria de maneira a impedir a entrada de animais, poeira e insetos;
- Evitar o contato do produto final com a matéria primária, evitando, assim, a contaminação cruzada;
- Apresentação pela indústria de um setor de controle de qualidade que se aplique não somente aos parâmetros de processamento, mas também ao controle do ambiente, inclusive do pessoal.

✓ *ESCHERICHIA COLI* ENTEROPATOGÊNICA

A *E. Coli* é membro da família Enterobacteriaceae, gênero bacteriano com apenas uma única espécie e aproximadamente 1000 tipos antigênicos. Os sorotipos desta bactéria são definidos com base nos antígenos: somáticos O; flagelares H; e, capsulares K.

As doses infectantes de *E. Coli*, que permitem a colonização do microorganismo ao nível das células intestinais dos indivíduos infectados e a consequente produção de toxina, para causar a infecção em crianças menores de 5 anos é muito pequena, enquanto que para adultos é superior a 10^6 células.

Nas infecções enterohemorrágicas e enteroinvasivas a dose infectante é de apenas 10 células. Para a forma enterotoxigênica estima-se que haja necessidade da ingestão de 10^8 a 10^{10} células.

São conhecidas 6 classes enterovirulentas do patógeno, responsáveis por gastroenterites no homem:

- Enteropatogênica (EPC) – acomete recém nascidos e lactentes.
- Enterotoxigênica (ETEC) – provoca a diarreia infantil e a diarreia dos viajantes;
- Enteroinvasiva (EIEC) – acomete jovens e adultos;
- Enterohemorrágica (ECEH) – acomete com bastante gravidade, preferencialmente crianças e idosos.
- Difusamente aderente (DAEC) – acomete indivíduos cujo sistema imunológico ainda não está totalmente formado e as crianças desnutridas.
- Enteroagregativa – (EaggEC) – responsável por quadros agudos de e persistentes de diarreia.

Nota:

Alimentos envolvidos

Água contaminada com despejos de esgotos é a mais importante via de transmissão do agente na natureza. Por outro lado, qualquer alimento exposto a contaminação fecal, seja através da água de preparo ou dos manipuladores infectados, é capaz de veicular a *E. Coli* Enteropatogênica.

A carne bovina moída (hambúrguer) é a maior responsável pela ocorrência de surtos, sobretudo quando consumida crua ou insuficientemente cozida; constitui, também a causa mais comum das infecções enterohemorrágicas e enteroinvasivas. Nas mesmas condições as carnes de aves, em especial de

galinha, tem sido apontada como causa de surtos de toxinfecção alimentar, principalmente a enteropatógena.

Os produtos lácteos, especialmente o leite cru e em menor extensão os queijos, são vias de transmissão importantes para o patógeno. O leite cru em particular tem sido responsável por surtos de toxinfecções enterohemorrágicas e enteroinvasivas. Sucos de frutas não pasteurizados têm sido causas de infecção enterohemorrágica.

Os produtos de origem vegetal consumidos crus, também constituem perigo em saúde pública, se oriundos de culturas irrigadas com águas de despejos contaminados com matéria fecal.

Todas as pessoas estão expostas ao risco da infecção, notadamente, as que têm hábito de consumir carnes bovinas e de aves cruas ou mal cozidas, bem como leite e sucos de frutas não pasteurizados.

A gravidade da manifestação clínica depende da cepa de *E. Coli* envolvida, contudo crianças e os idosos são os grupos que padecem mais intensamente com a infecção.

Atenção:

Controle

- A prevenção e controle passam obrigatoriamente pela higiene do abate e da ordenha;
- Pela conservação das matérias primas abaixo de 4°C;
- Pela pasteurização dos produtos lácteos e sucos de frutas;
- Pela adoção das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e pela Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) nas indústrias,
- Pelos cuidados na manipulação de alimentos de origem animal, crus;
- Pela higiene das instalações e equipamentos nas cozinhas;
- Pelo tratamento térmico dos alimentos cárneos e pelo resfriamento rápido dos alimentos processados abaixo de 4°C.

✓ ***Salmonella SP***

As infecções provocadas pelas bactérias do gênero *Salmonella* família enterobacteriaceae, são universalmente consideradas, na atualidade, como as mais importantes causas de doenças transmitidas por alimentos.

A maior parte destas bactérias é patogênica para o homem, apesar das diferenças quanto às características e gravidade da doença que provocam.

A *Salmonella* SP tem as seguintes características:

- Bacilos Gram-negativos,
- não formadores de esporos,
- anaeróbios facultativos,
- catalase-positivo, oxidases-negativos, redutores de nitratos e nitritos
- móveis com flagelos peritríquios.
- A dose infectante para causar a infecção no homem é de 15 a 20 células.

Doenças:

1. Febre tifóide – causada pela *S. tify*. Só acomete o homem.
2. Febre entérica – causada pela *S. paratify*. É semelhante a febre tifóide, com sintomas mais brando.
3. Enterocolite – causada pelas demais bactérias.

As salmoneloses se caracterizam por sintomas que incluem:

- Febre;
- Diarréia
- Dores abdominais
- Vômitos

Nota:

Os sintomas aparecem 12 a 36 horas após o contato com o MO, durante 1 a 8 semanas. As febres entéricas duram em média 3 semanas.

Habitat

As salmonelas localizam-se primordialmente no trato gastrointestinal das aves em geral, de mamíferos domésticos e silvestres, bem como de répteis, sem provocar, na maioria das espécies hospedeiras, manifestação de sintomas. Isto ocorre, por exemplo, com a *S. enteritidis* PT4 (fagotipo4), *S. pullorum* e *S. gallinarum* em aves e a *S. entérica* em suínos.

Alimentos envolvidos

Todos aqueles com alto teor de umidade e com alta porcentagem de Proteína, como os produtos lácteos (leite e queijos cremosos), ovos (pudim, gemada, licores de ovos, maionese), carnes e produtos derivados (de bovinos, de suínos e de aves).

São apontados ainda como responsáveis pela ocorrência de surtos em salmonelose: peixes, camarões, pernas de rã, levedura de cerveja, coco, molhos e temperos de salada, mistura para bolos, sobremesas recheadas com

cremes, gelatina em pó, manteiga de amendoim, cacau, chocolate e até mesmo suco de laranja não pasteurizado.

Controle

- Tratamento dos efluentes e dos dejetos de origem animal;
- higiene do abate;
- pasteurização do leite;
- manipulação adequada de alimentos;
- conservação e cocção em temperaturas corretas.
- Tratamento dos animais enfermos.
- Prescrição cuidadosa de antibióticos nos casos humanos (e animais), a fim de diminuir a ocorrência de cepas resistentes

✓ *CAMPYLOBACTER SPP*

Na atualidade a campylobacteriose é considerada dentro do contexto das doenças emergentes de origem alimentar. Reconhecida como de importância em saúde pública apenas a partir de 1970, estando associada ao consumo de leite cru ou insuficientemente pasteurizado.

É também um patógeno encontrado com relativa facilidade como contaminante de carcaças ou retalhos de aves.

O gênero *Campylobacter* compreende inúmeras bactérias patogênicas para o homem, sendo a mais importante delas o *Campylobacter jejuni*, isolado com freqüências de pessoas com quadros de gastroenterite. *C. laridis* e *C. coli* também representam este gênero.

Habitat

O *C. jejuni* é uma bactéria comensal do trato gastrointestinal de animais silvestres e domésticos, particularmente os utilizados para a alimentação do homem, como bovinos, caprinos, ovinos, suínos e aves.

Os animais de estimação também podem ser reservatórios do agente para os seus proprietários e o risco de transmissão aumenta à medida que o contato torna-se mais íntimo.

Os reservatórios animais e mesmo o próprio homem contribuem para a contaminação dos suprimentos de água, sobretudo quando as condições de saneamento ambiental são precárias. O mesmo se aplica para as indústrias de alimentos e para as unidades de preparação de refeições, onde as Boas Práticas de Fabricação apresentam falhas.

Alimentos envolvidos

O leite cru ou insuficientemente pasteurizado e seus derivados. As carnes de aves, sobretudo as comercializadas em pedaços (retalhadas), a contaminação

é também maior nas peças refrigeradas do que nas carcaças congeladas e a gema de ovo.

A ingestão de água não clorada, obtida a partir de mananciais contaminados e distribuída via rede de abastecimento para a população sem tratamento prévio, tem sido responsável por surtos de campylobacteriose de grandes proporções, atingindo centenas de pessoas.

✓ ***Vibrio ssp***

No gênero *Vibrio*, pertencente à família *Vibrionaceae*, estão agrupadas inúmeras bactérias patogênicas para o homem, causando desde gastroenterites autolimitantes até quadros graves de septicemia podendo levar os pacientes ao óbito. O mais importante membro do gênero é o *V. cholerae*, agente etiológico da cólera, de ocorrência pandêmica em sete ocasiões, desde o século XIX. Tanto a água não tratada quanto os alimentos tem participação determinante na transmissão do agente em saúde pública.

O *V. Parahaemolyticus* é responsável por surtos de toxinfecção alimentar, associados ao consumo de pescados, sobretudo frutos do mar. O *V. Vulnificus* também é encontrado em produtos marinhos e causa septicemia no homem, cuja evolução pode ser fatal. São tolerantes ao sal, habitam as águas costeiras e estão associados com invertebrados marinhos. No inverno, abrigam-se no sedimento do fundo do mar e nas estações mais quentes, após ressuspensão nas águas, incorporam-se na cadeia alimentar, desenvolvendo-se nos peixes, nos frutos do mar e em outros produtos marinhos comestíveis.

O *V. Cholerae* apresenta vários sorogrupos, contudo só o O1 e o O139 têm sido responsáveis por epidemias. O sorogrupo O1 divide-se em três sorotipos, Inaba, Ogawa e Hikojima (não comum) e em dois biótipos, o clássico e o El Tor. O agente está associado com frequência com a ingestão de água contaminada com despejos, embora sejam os alimentos contaminados a via de transmissão primária da maioria dos surtos e os maiores veículos de disseminação da doença, durante as epidemias.

Características

- Bacilos Gram-negativos,
- Pleomórficos, curvados ou retos, móveis,
- Catalase e oxidase positivos,
- Anaeróbios facultativos
- Sensíveis às temperaturas de cocção.
- O cloreto de sódio estimula o desenvolvimento de todas as espécies sendo indispensável para algumas delas.
- O hipoclorito, desinfetante largamente utilizado na indústria de alimentos e nas cozinhas de modo geral é eficaz contra os vibrios quando não houver matéria orgânica envolvida.

Habitat

Os vibrios são habitantes naturais do ambiente aquático, notadamente o marinho, e os moluscos bivalves, como as ostras, são as principais vias de transmissão para o homem, devido ao fato de serem concentradores biológicos destas bactérias. No caso particular da cólera, a doença é estritamente humana e não existe comprovação de reservatórios animais. Inúmeras evidências apontam o solo e a água de dois rios na Índia, o Ganges e o Brahmaputra, como reservatórios naturais do *V.Cholerae*; nestas áreas endêmicas, a transmissão e a disseminação da cólera está associada com a peregrinação aos rios e com a prática religiosa de banhar-se em suas águas.

Alimentos envolvidos

V. Cholerae:

- Moluscos (ostras e mexilhões),
- Algumas epidemias tiveram origem na água contaminada com despejos.

V. Parahaemolyticus:

- Camarões e caranguejos, mas também é isolado de peixes.
- A maior parte dos surtos tem sido causada pelo consumo de moluscos marinhos crus (ostras e mexilhões) e crustáceos cozidos (camarões, caranguejos e lagostas).

V. Vulnificus:

- Crustáceos
- Águas costeiras de diferentes países.
- Ostras

Controle

- Não ingestão de águas sem qualquer tratamento prévio, do mesmo modo, sua utilização para higienizar frutas e vegetais, que serão consumidos crus.
- Lavagem de utensílios, recipientes e superfícies podem propiciar a veiculação dos vibrios. Neste caso a água deverá ser previamente fervida ou tratada com cloro antes de sua utilização.
- Uso de luvas na manipulação de pescados.

✓ PROTOZOoses

Os protozoários ocupam lugar de destaque em saúde pública como causadores de quadros infecciosos, principalmente nos indivíduos imunocomprometidos, embora todos os seres humanos sejam suscetíveis às infecções por eles determinadas.

- A *Entamoeba histolytica*, agente etiológico da amebíase
- *Cryptosporidium parvum*
- *Giardia lamblia*
- *Cyclospora cayetanensis*

AMEBÍASE OU DISENTERIA AMEBIANA

Entamoeba histolytica

- Protozoário responsável pela disenteria amebiana,
- Transmissão por via oral-fecal, podendo ocorrer através da água, de manipuladores de alimentos e dos próprios alimentos contaminados.
- Os estágios ativos (móveis) do parasita (trofozoítas) existem apenas nos hospedeiros e nas fezes frescas;
- Os cistos sobrevivem fora dos hospedeiros na água, no solo, nos alimentos, especialmente sob condições de umidade.
- Quando ingeridos causam infecção depois do desencistamento no trato digestivo – estágio de trofozoítas.
- É um anaeróbio aerotolerante.
- A forma cística pode perdurar por 3 meses no lodo dos esgotos.

Controle

Manutenção de um programa permanente de educação sanitária, visando ao treinamento de manipuladores de alimentos nas boas práticas de higiene, é uma das medidas mais importantes para o controle da amebíase, seja nas unidades de refeições comerciais ou indústrias, seja na própria indústria.

O controle da água de abastecimento, como medida complementar, também é de extrema relevância e sempre que houver suspeita, de que os tratamentos utilizados não estão sendo eficazes é necessário submeter amostras de água exames laboratoriais específicos para identificação do protozoário.

FUNGOS

Os fungos são indesejáveis nos alimentos porque são capazes de produzir uma grande variedade de enzimas que agindo sobre o alimento provocam sua deterioração. Muitos fungos são produtores de toxinas (micotoxinas) que correspondem a produtos metabólicos secundários.

- Os principais fungos que estão relacionados as intoxicações alimentares são:
 - *Aspergillus spp*
 - *Penicillium spp*
 - *Fusarium spp*
 - *Claviceps spp*

Aspergillus spp

- Produzem aflatoxinas, ocratoxinas e esterigmatocistina.
- Causam danos hepáticos e renais e hemorragias tanto no trato digestivo com na cavidade peritoneal.
- No fígado favorecem o acúmulo de gorduras e danos nas mitocôndrias.

Penicillium spp

Produzem inúmeros toxinas, sendo as principais:

- Rubratoxina – doenças hemorrágicas
- Patulina – deterioração dos alimentos e tem efeito antibiótico.
- Citrinina – utilizada na fermentação do arroz por orientais.

Fusarium spp

- Tricotecenos, fumonisinas e zearalenona

VÍRUS

Os vírus são considerados parasitas intracelulares obrigatórios, de células animais, vegetais, bactérias, algas e fungos.

- Os vírus que apresentam importância em alimentos são relativamente poucos, merecendo destaque os que causam a hepatite A, a poliomielite e gastroenterites (rotavírus).
- No Brasil as estatísticas são boas, pois o Vírus correspondem a apenas 2% das doenças veiculadas por alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2º edição. Livraria Atheneu Editora. São Paulo, 2005, 652 p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Ed. Atheneu, São Paulo, 2005, 182 p.

GORGAUD, L. **Microbiologia prática**. Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1975.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. Livraria Varela Ltda, São Paulo, 1997, 295 p.

Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro dessa flâmula
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes
Música de Alberto Nepomuceno
Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de prata rolem das estrelas...
E despertando, deslumbrada, ao vê-las
Ressoa a voz dos ninhos...
Há de florar nas rosas e nos cravos
Rubros o sangue ardente dos escravos.
Seja teu verbo a voz do coração,
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte,
Acordando a amplidão.
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada!
Que importa que no seu barco seja um nada
Na vastidão do oceano,
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em meses, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem no solo em rumorosas festas!
Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldado diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação