

SEGURANÇA ALIMENTAR



CUIDADOS QUE DEVEM SER TOMADOS PARA QUE A ALIMENTAÇÃO NÃO SE TORNE UM RISCO À SAÚDE

A alimentação está diretamente relacionada à nossa saúde e os alimentos que seguem para o consumo devem receber muita atenção. A qualidade e a higiene nos processos de produção, transporte, manipulação e armazenamento dos alimentos devem ser rigorosos para que possam garantir a integridade da saúde do consumidor e evitar possíveis contaminações.

ALIMENTOS SEGUROS

O número crescente e a gravidade de doenças transmitidas por alimentos, em todo o mundo, têm aumentado consideravelmente o interesse do público em relação à segurança alimentar.

Mas afinal, o que são alimentos seguros? Essa é uma pergunta que invoca diferentes respostas, dependendo de quem responde. Essencialmente, as diferentes definições são dadas a partir do que constitui um risco significativo. O público em geral pode considerar que alimentos seguros significam risco igual a zero, enquanto um produtor de alimentos deve considerar o que é um risco aceitável. Contudo, segundo a opinião de especialistas, risco igual a zero é impraticável, dada a quantidade de produtos alimentícios disponíveis, a complexidade da cadeia de distribuição e a natureza humana. Todavia, os riscos de ocorrência de doenças transmitidas por alimentos devem ser reduzidos ao máximo durante a sua produção para um risco aceitável. Infelizmente, não existe um consenso público do que constitui exatamente um risco aceitável.

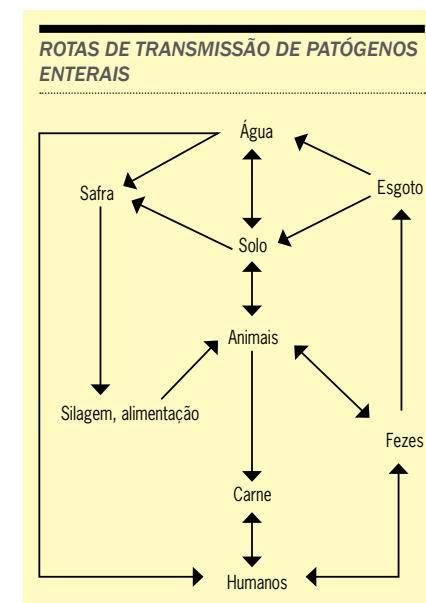
A dificuldade em produzir um alimento seguro baseia-se no fato de que a população de consumidores é bastante diversificada, com vários graus de sensibilidade e estilos de vida. Além disso, alimentos com altos níveis de conservantes, para reduzir a população microbiana, são indesejáveis pelo consumidor e percebidos como processados demais ou com aditivos químicos. A pressão dos consumidores se volta para uma maior quantidade de alimentos frescos e minimamente processados que possuam conservantes naturais como uma “garantia de segurança absoluta”.

No entanto, a produção de alimentos seguros não é tarefa fácil e requer alguns procedimentos básicos, como controle da fonte, controle do desenvolvimento e do processo dos produtos, boas práticas higiênicas



durante a produção, processamento, manipulação, distribuição, estocagem, venda, preparação e utilização, além de uma abordagem preventiva.

O controle de patógenos de origem alimentar na fonte nem sempre é fácil. Muitos patógenos sobrevivem no ambiente por longos períodos de tempo e podem ser transmitidos aos humanos de várias maneiras, conforme ilustra a Figura abaixo.



As enfermidades de origem alimentar ocorrem quando uma pessoa contrai uma doença devido à ingestão de alimentos contaminados com microorganismos ou toxinas indesejáveis. Essa condição é, frequentemente, denominada como toxinfecção alimentar. Apesar de serem raros os casos fatais, este tipo de doença pode causar distúrbios na saúde pública com consequências sociais e econômicas mais ou menos graves. As toxinfecções alimentares decorrem de vários fatores e seu grau de gravidade é em função do tipo de microorganismo ingerido, do número de microorganismos, ou seja, do grau de contaminação do alimento, de sua multiplicação no organismo, da quantidade da toxina elaborada no alimento ou no organismo, e da sensibilidade do hospedeiro. Manifestam-se pelo aparecimento de sintomas característicos, conforme o microorganismo responsável.

Manifestam-se pelo aparecimento de sintomas característicos, conforme o microorganismo responsável.

OS PRINCIPAIS PATÓGENOS DE ORIGEM ALIMENTAR

As doenças de origem alimentar são originadas por alimentos que

parecem normais, possuem odor e sabor normais. São causadas por diversos microorganismos e o período de incubação e de duração da doença varia consideravelmente.

Os organismos causadores de doenças transmitidas por alimentos são normalmente divididos em dois grupos: infecciosos e intoxicantes.

O primeiro grupo, ou seja, os infecciosos, compreende os microorganismos que se multiplicam no trato intestinal humano, enquanto o segundo grupo, os intoxicantes, é formado por microorganismos que produzem toxinas, tanto nos alimentos quanto durante sua passagem pelo trato intestinal. Os microorganismos vegetativos são destruídos por tratamento térmico, porém, esporos bacterianos podem sobreviver e germinar em alimentos que não são mantidos sob frio ou calor adequados.

Entre os principais patógenos de origem alimentar estão a *Campylobacter jejuni*, *C. coli*, *Salmonella* spp, *Escherichia coli* patogênicas, *Shigella*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium*, e *Vibrio*.

Campylobacter jejuni

Os *Campylobacter* são reconhecidos como patógenos animais, sendo considerados como patógenos humanos somente há 15 ou 20 anos. Existem duas espécies principais de *Campylobacter* causadoras de doenças alimentares. O *C. jejuni* causa a maioria dos surtos (89% a 93%), sendo seguido pelo *C. coli* (7% a 10%). Também o *upsaliensis* e o *C. lari*, ocasionalmente, são implicados em surtos alimentares. Tais microorganismos são encontrados em aves domésticas, gado, suínos, ovinos, roedores e pássaros. As rotas da infecção passam pela água contaminada, leite e carne. Os frangos são as maiores fontes potenciais de *Campylobacter* infecciosos. Consequentemente, a maioria dos casos esporádicos é oriunda de preparações higienicamente inadequadas ou do consumo



Campylobacter jejuni

de produtos de aves. A maioria dos surtos causados por *C. jejuni*, os quais são muito menos frequentes do que enfermidades esporádicas, é associada com o consumo de leite cru ou água não-clorada. As campilobacterioses podem conduzir a síndrome de Guillain-Barré, causando paralisia flácida. Os *Campylobacter* são finos bastonetes gram negativos (0,5 a 0,8 μm x 0,2 a 0,5 μm). São microaerófilos (que requerem 35% a 5% de oxigênio e 2% a 10% de dióxido de carbono) e possuem um crescimento ótimo a 42°C a 43°C, mas não crescem a 25°C (temperatura ambiente). Essas espécies são comumente conhecidas como *Campylobacter* termófilos, pois crescem a temperaturas mais altas do que os outros tipos de *Campylobacter*. A morfologia do microorganismo pode se alternar entre vibríodes (curvados), espirais, anelados, com formato de S, ou cocóides. O microorganismo é muito sensível à secagem e é destruído por cocção de 55°C a 60°C, durante vários minutos. Embora os microorganismos não se multipliquem à temperatura ambiente, uma pequena dose infecciosa (500 células) pode facilmente causar uma contaminação cruzada entre carnes cruas e processadas. Esta é uma pos-

sível causa para o fato da gastroenterite causada por *Campylobacter* ser mais frequente do que a causada por *Salmonella* em muitos países. Em placas de ágar-sangue, as colônias de *Campylobacter* são não-hemolíticas, planas, com diâmetro de 1mm a 2mm e podem ser de formato espalhado, com bordas irregulares ou discretas ou, ainda, circu-

lar-convexas. A maioria dos *Campylobacter* isolados não é identificada rotineiramente em análises laboratoriais. As características das enterites causadas por *Campylobacter* são: doença semelhante a gripe, dores abdominais, febre, e diarreia, a qual pode ser profusa, aquosa e, frequentemente, com sangue. O período de incubação é de 2 a 10 dias, perdurando por cerca de uma semana. A doença é autolimitante. O microorganismo é secretado nas fezes durante várias semanas após os sintomas terem cessado. Esse organismo é relatado como produtor de, no mínimo, três toxinas: a enterotoxina termossensível (60 a 70 kDa), a qual aumenta os níveis de AMP cíclico das células intestinais e reage com os anticorpos de toxina do cólera; a toxina que altera o citoesqueleto e que também pode causar diarreia, também conhecida como toxina citoletal distendida (CLDT); e as citotoxinas protéicas termossensíveis, as quais não são neutralizadas pelos anticorpos para toxina do cólera. O *Campylobacter* pode facilmente causar contaminação cruzada em alimentos processados. Um pedaço de carne crua contaminada pode deixar 10 mil células de *Campylobacter* por cm^2 em uma superfície de trabalho. Como

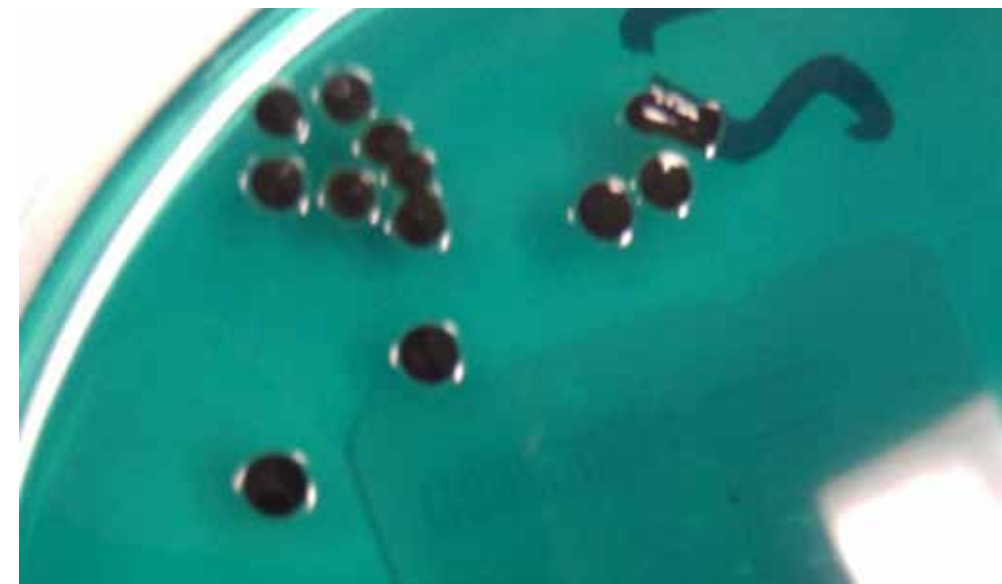
a dose infecciosa é de apenas mil células, a carga microbiana residual deve ser reduzida a < 2 UFC/ cm^2 . O *C. jejuni* é rapidamente destruído por um cozimento a 55°C a 60°C, por vários minutos, e não é um formador de esporos. Consequentemente, os principais mecanismos de controle são regimes de cozimento adequados e a prevenção da contaminação cruzada causada por carnes de gado e de frango contaminadas.

Salmonella spp.

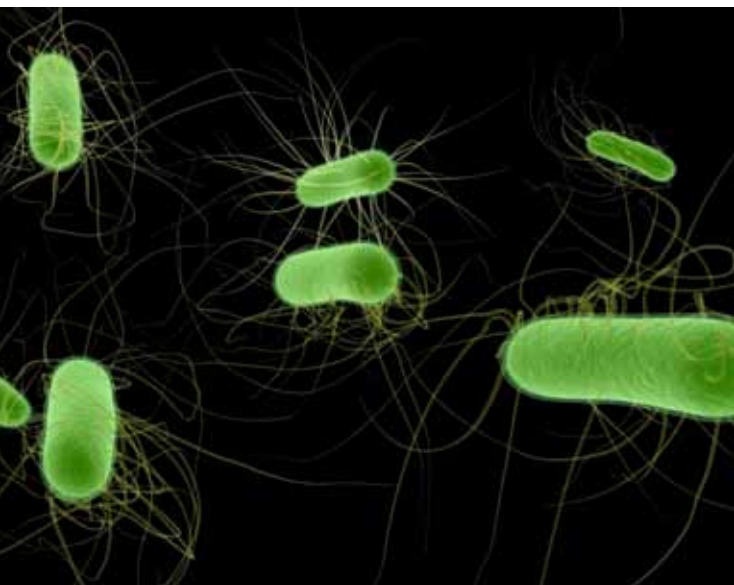
A *Salmonella* é um gênero da família Enterobacteriaceae. São gram negativas, anaeróbias facultativas, não formam esporos e têm forma de bastonetes curtos (1 a 2 μm). a maioria das espécies é móvel, com flagelos peritríquos; *S. gallinarum* e *S. pullorum* não são móveis. A *Salmonella* fermenta a glicose, produzindo ácido e gás, porém é incapaz de metabolizar a lactose e a sacarose. A temperatura ótima de crescimento é de aproximadamente 38°C e a temperatura mínima para o crescimento é de cerca de 5°C. Como não formam esporos, são relativamente termossensíveis, podendo ser destruídas a 60°C, por 15 a 20 minutos. Há apenas duas espécies de *Salmonella* (*S. entérica* e *S. bongori*) que são divididas em oito grupos. O gênero *Salmonella* contém cerca de

2.324 linhagens diferentes, as quais são denominadas ainda como sorovares ou sorotipos. São diferenciáveis pelos seus antígenos O, H e Vi, utilizando o esquema de Kaufmann-White. Esses sorotipos são divididos em sorogrupos de acordo com os fatores antigênicos comuns. A *Salmonella* possui uma estrutura complexa de lipopolissacarídeos (LPS), a qual origina o antígeno O. O número de repetições de unidades e a composição de açúcar variam consideravelmente no LPS da *Salmonella* e são de vital importância no que se refere aos estudos epidemiológicos. Os açúcares são antigênicos e, portanto, podem ser utilizados imunologicamente para identificar *Salmonella* isoladas. É o sorotipo da *Salmonella* isolada que auxilia os estudos epidemiológicos, traçando o vetor das infecções causadas. Alguns sorotipos foram nomeados inicialmente de acordo com o local onde foram isolados primeiramente, como *S. dublin* e *S. heidelberg*. Outros foram nomeados após a enfermidade e o animal afetado, como *S. typhimurium*, que causa a febre tifóide em camundongos. A bactéria *S. typhi* e a paratifóide são, normalmente, septicemias e produzem febre tifóide ou doenças semelhantes em humanos. Outras formas de salmoneloses produzem sintomas mais brandos. Os

sintomas característicos de doenças de origem alimentar causadas por *Salmonella* incluem diarreia, náusea, dor abdominal, febre branda e calafrios, e, algumas vezes, vômitos, dor de cabeça e fraqueza. O período de incubação antes da doença é de cerca de 16 a 72 horas. A enfermidade é, normalmente, autolimitante e persiste durante 2 a 7 dias. A pessoa infectada excretará grandes quantidades de *Salmonella* pelas fezes durante o período da doença. O número de salmonelas nas fezes decresce, porém, em alguns casos excepcionais (portadores assintomáticos) continuará por até três meses. As consequências crônicas, tais como artrites reativas pós-enterites e síndrome de Reiter podem continuar por até 3 a 4 semanas após o início dos sintomas agudos. A artrite reativa pode ocorrer em cerca de 2% dos casos. A dose infecciosa varia de acordo com a idade e a saúde da vítima, com o alimento e ainda com a linhagem da *Salmonella*. As doses infecciosas podem variar de 20 até 10^6 células. Os primeiros 50ml de líquidos ingeridos passam diretamente através do estômago para o intestino delgado e, portanto, ficam protegidos do ambiente ácido do estômago. Dessa forma, acredita-se que alimentos como o chocolate podem proteger a *Salmonella* durante sua passagem pelo estômago, fato que acaba por produzir a dose infecciosa. A enfermidade é causada pela passagem no lúmen e penetração de células de *Salmonella* no epitélio do intestino delgado, onde se multiplicam. A seguir, a bactéria invade o íleo e, inclusive, o cólon. A infecção propicia uma resposta inflamatória. Uma ampla variedade de alimentos contaminados é associada às salmoneloses, incluindo carne bovina crua, aves domésticas, ovos, leite e derivados, peixes, camarões, pernas de rã, fermentos, cocos, molhos e temperos para salada, misturas para bolo, sobremesas recheadas e coberturas com cremes, gelatina desidratada, manteiga de amendoim, cacau e cho-



Salmonella spp.



Escherichia coli

colates. A contaminação do alimento ocorre devido ao controle inadequado de temperatura, de práticas de manipulação ou por contaminação cruzada de alimentos crus com alimentos processados. O microorganismo se multiplica no alimento até atingir a dose infecciosa.

Escherichia coli patogênicas

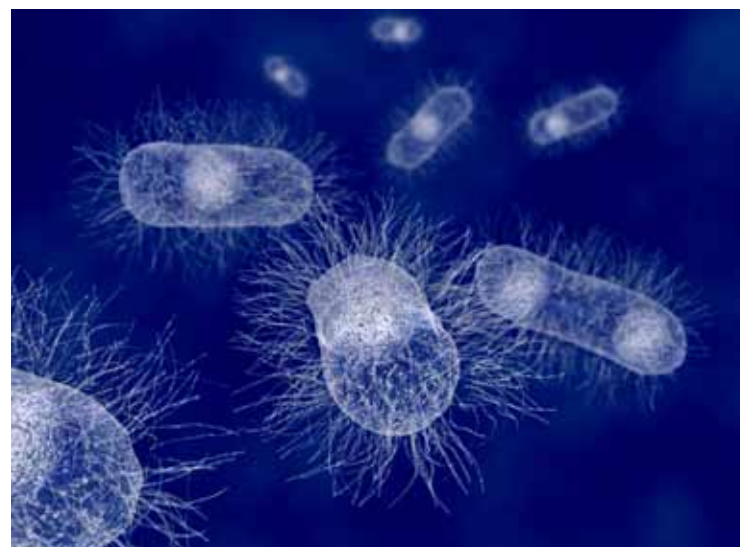
As linhagens patogênicas de *Escherichia coli* são divididas de acordo com os sintomas clínicos e com os mecanismos da patogenicidade em seis grupos: *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), comumente conhecida como causadora da diarreia dos viajantes, cujo microorganismo coloniza as proximidades do intestino delgado; *E. coli* enteropatogênica (EPEC), que causa diarreia aquosa em crianças, o microorganismo coloniza as microvilosidades de todo o intestino para produzir a lesão característica de ligação ou desaparecimento nas bordas da microvilosidade; *E. coli* entero-hemorrágica (EHEC), que causa diarreia sanguinolenta, colite hemorrágica, síndrome urêmica hemolítica e púrpura trombótica trombocitopênica; *E. coli* enteroagregativa (EAaggEC), que causa diarreia aquosa persistente, principalmente em crianças, durante mais de 14 dias; *E. coli* enteroinvasiva (EIEC),

que causa febre e diarreias profusas contendo muco e sangue, cujo microorganismo coloniza o cólon e contém um plasmídeo de 120 a 140 mD necessário para invasividade, o qual carrega todos os genes necessários para a virulência; e *E. coli* difusamente adesiva (DAEC), que tem sido associada em alguns estudos, de forma não consistente, com diarreia, espécie caracteriza-

da por células em forma de bastonetes retos, de 1,1 a 1,5 por 2 a 6 micrometros, móveis por flagelo peritríqueos ou imóveis, não esporulados, gram negativos e anaeróbios facultativos.

Shigella

A *Shigella* é uma bactéria altamente contagiosa que coloniza o trato intestinal. É bastante similar a *E. coli*, mas pode ser diferenciada por não produzir gás a partir de carboidratos (anaerogênica) e por ser lactose-negativa. O gênero *Shigella* consiste de quatro espécies: *Sh. dysenteriae* (sorotipo A), *Sh. flexneri* (sorotipo B), *Sh. boydii* (sorotipo C) e *Sh. sonnei* (sorotipo D). Em geral, *Sh. dysenteriae*, *Sh. flexneri* e *Sh. boydii* predominam nos países em desenvolvimento. Em contraste, *Sh. sonnei* é a mais comum e *Sh. dysenteriae* é a menos comum nos países desenvolvidos. A *Shigella* se propaga por contato direto e indireto com indivíduos infectados. O alimento ou a água podem ser

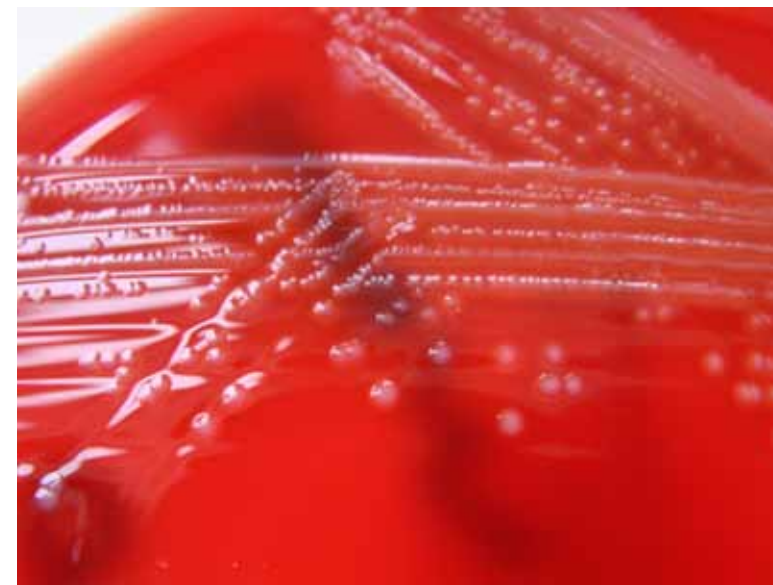


Shigella

contaminados por contato direto ou indireto com material fecal de pessoas infectadas. Os principais sintomas da shigelose são diarreia branda ou grave, aquosa ou sanguinolenta, febre e náuseas, e podem ocorrer vômitos e dores abdominais. Os sintomas aparecem dentro de 12 até 96 horas após a exposição à *Shigella*; o período de incubação é de, normalmente, uma semana para *Sh. dysenteriae*. Os sintomas da *Sh. sonnei* são geralmente menos graves do que os das outras espécies de *Shigella*. A *Sh. dysenteriae* pode ser associada com sérias doenças, incluindo megacólon tóxico e síndrome urêmica hemolítica. As células de *Shigella* são encontradas nas fezes por 1 a 2 semanas de infecção.

Listeria monocytogenes

A *Listeria* é uma bactéria gram positiva, que não forma esporos. É móvel por meio de flagelos e cresce entre 0°C a 42°C. É menos sensível ao calor, quando comparada com a *Salmonella*, sendo que a pasteurização é suficiente para destruir o organismo. O gênero é dividido em oito espécies, dentre as quais a *L. monocytogenes* é a que causa maior preocupação no que concerne a enfermidades causadas por alimentos. A *L. monocytogenes* foi encontrada em pelo menos 37 espécies de mamíferos, tanto domésticos quanto selvagens, assim como



Listeria monocytogenes

em 17 espécies de pássaros e possivelmente em algumas espécies de peixes e crustáceos. Essa bactéria foi isolada a partir de vários ambientes, incluindo vegetação em decomposição, terra, ração animal, esgoto e água. É resistente a diversas condições ambientais e pode crescer a temperaturas tão baixas quanto 3°C. Já foi encontrada em uma variedade de alimentos, tanto crus como processados, onde pode sobreviver e multiplicar-se rapidamente durante a estocagem. Entre esses alimentos, incluem-se leite e queijo supostamente pasteurizados (particularmente variedades pouco curadas), carne (incluindo avícola) e produtos de carne, vegetais crus, salsichas de carne crua fermentada, bem como frutos do mar e peixes. A *L. monocytogenes* é bastante forte e resiste aos efeitos deletérios do congelamento e secagem. Sua capacidade de crescer em baixas temperaturas permite multiplicação em alimentos refrigerados. A *L. monocytogenes* é responsável por infecções oportunistas, infectando, preferencialmente, indivíduos com o sistema imunológico perturbado, incluindo mulheres grávidas, recém-nascidos e idosos. A listeriose é clinicamente definida quando o microorganismo é isolado a partir do sangue, do fluido cerebrospinal ou de qualquer outro local

estéril, como a placenta e o feto. Os sintomas da listeriose são meningite, encefalite e septicemia. Pode levar ao aborto, nascimento de feto morto ou prematuro quando a mulher grávida é infectada no segundo e terceiro trimestres. A dose infectiva da *L. monocytogenes* é desconhecida, mas acredita-se

que varia de acordo com a linhagem e suscetibilidade da vítima. A partir de casos contraídos pela ingestão de leite cru ou supostamente pasteurizado é evidente que menos de mil organismos podem levar à doença. O período de incubação é excessivamente longo, de 1 a 90 dias. A *L. monocytogenes* pode invadir o epitélio gastrointestinal. Uma vez que a bactéria entra nos monócitos, macrófagos ou leucócitos polimorfonucleares do hospedeiro, pode se disseminar pela corrente sanguínea, levando à septicemia. Sua presença intracelular em células fagocitárias também permite acesso ao cérebro e provavelmente migração da

placenta para o feto em mulheres grávidas. A patogenicidade da *L. monocytogenes* se concentra na habilidade em sobreviver e multiplicar-se em células fagocitárias de seus hospedeiros. A *Listeria* propicia altas taxas de mortalidade. Quando ocorre meningite listérica, a mortalidade pode chegar a 70%. Nos casos de septicemia, a taxa de mortalidade é de 50%, enquanto que

em infecções perinatais-neonatais é maior do que 80%. Em infecções durante a gravidez, a mãe normalmente sobrevive. As infecções podem ocorrer sem a presença de sintomas, resultando em excreção fecal de *Listeria* infecciosa. Consequentemente, de 1% das amostras fecais e 94% das amostras de esgoto são positivas para *L. monocytogenes*.

Yersinia

Existem três espécies patogênicas de *Yersinia*, mas somente a *Y. enterocolitica* e a *Y. pseudotuberculosis* causam gastroenterite. A *Y. pestis*, o agente causador da praga, é geneticamente similar à *Y. pseudotuberculosis*, mas infecta os humanos por vias diferentes dos alimentos. A *Y. enterocolitica*, um bastonete pequeno (1 a 3,5 µm x 0,5 a 1,3 µm), gram-negativo, é normalmente isolado a partir de espécimes clínicos, como feridas, fezes, cuspe e nódulos linfáticos mesentéricos. As culturas jovens contêm, normalmente, células ovais ou cocóides. O microorganismo possui flagelos peritríquicos quando cresce a 25°C, mas não quando cresce a 30°C. O crescimento ótimo do microorganismo ocorre na faixa de 30°C a 37°C, entretanto, também é capaz de crescer em temperaturas de refrigeração de alimentos (8°C).



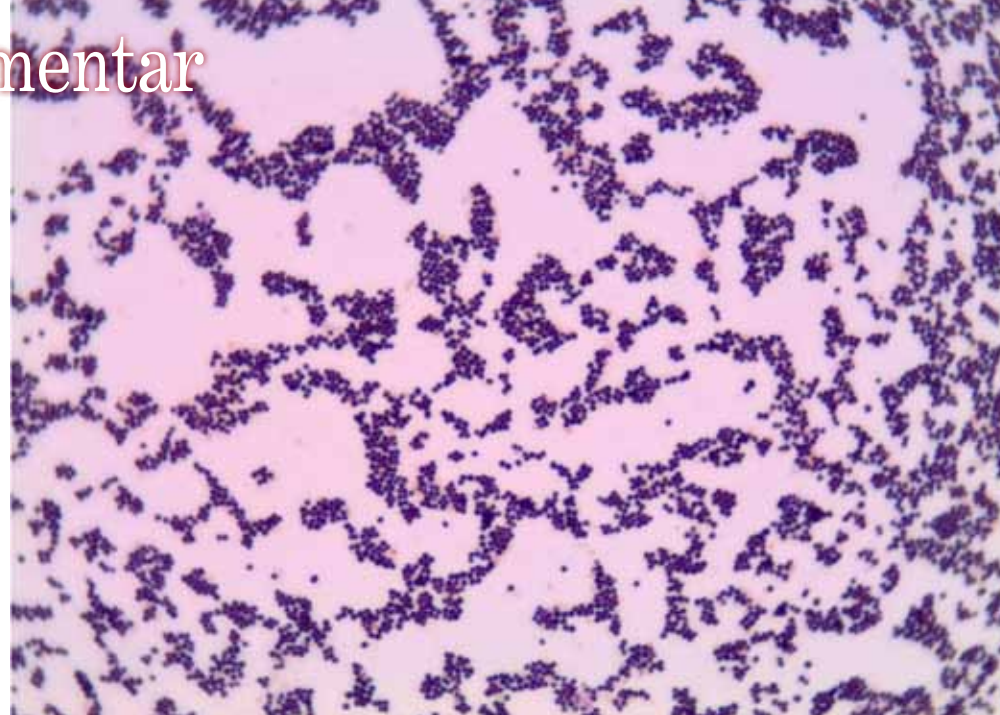
Yersinia

A *Y. pseudotuberculosis* foi isolada a partir de apêndices humanos enfermos. Ambos os organismos foram isolados de animais, como porcos, aves, castores, gatos e cachorros. Apenas a *Y. enterocolitica* foi detectada no meio ambiente e em fontes alimentícias, como por exemplo, lagoas, lagos, carnes, sorvete e leite. Os sintomas típicos de enfermidades causadas por alimentos contaminados por *Yersinia* são dores abdominais, febre e diarreia (durante várias semanas); outros sintomas podem incluir garganta inflamada, fezes sanguinolentas, erupções cutâneas, náuseas, dor de cabeça, mal-estar, dores nas articulações, e vômito. A yersiniose é frequentemente caracterizada por diarreia e/ou vômito, entretanto, febre e dor abdominal são os mais comuns. As infecções causadas por *Yersinia* são similares a apendicites e linfadenites mesentéricas. A bactéria também pode causar infecções em outros lugares, como ferimentos, articulações e trato urinário. A dose mínima infecciosa é desconhecida. O início da doença acontece, normalmente, entre 24 e 48 horas após a ingestão, podendo o período máximo de incubação alcançar 11 dias. A *Y. enterocolitica* está presente em todo o ambiente. Pode ser encontrada em carnes (porco, gado, ovelha, etc.), ostras, peixes e leite cru. A causa exata da contaminação é desconhecida. No entanto, a prevalência desse organismo no solo e na água e em animais oferece amplas oportunidades para que entre nos suprimentos alimentícios. O principal hospedeiro reconhecido para essa bactéria é o porco.

Staphylococcus aureus

O *Staphylococcus aureus* é uma bactéria esférica gram positiva, a qual ocorre em pares, em pequenas cadeias ou em cachos similares aos de uva. É uma bactéria anaeróbia facultativa e é dividido em diversos biótipos, tendo como base testes bioquímicos e padrões de resistência.

O *Staphylococcus aureus* produz uma grande variedade de fatores de



Staphylococcus aureus

patogenicidade e virulências: estafiloquinases, hialurodinases, fosfatases, coagulases e hemolisinas. As intoxicações alimentares são causadas pelas enterotoxinas, proteínas de baixo peso molecular (26.000 a 34.000 Da). Os estafilococos existem no ar, na poeira, no esgoto, na água, no leite e nos alimentos ou equipamentos de processamento de alimentos, nas superfícies expostas aos ambientes, nos seres humanos e nos animais, sendo estes dois últimos os principais reservatórios. Estão presentes nas vias nasais e na garganta, no cabelo e na pele de 50% ou mais dos indivíduos saudáveis. Apesar dos manipuladores de alimentos serem, normalmente, as principais fontes de contaminação dos alimentos, quando há surtos, os equipamentos e as superfícies também podem ser a fonte de contaminação. As intoxicações humanas são causadas pela ingestão de enterotoxinas produzidas nos alimentos por algumas linhagens de *Staphylococcus aureus* normalmente, porque o alimento não foi mantido quente (60°C ou mais) ou frio o suficiente (7,2°C ou menos). Os alimentos normalmente relacionados às intoxicações causadas por *Staphylococcus aureus* são carnes e produtos de carne, frangos e produtos de ovos, saladas como as de atum, galinha, batata e macarrão, produtos de panificação como creme, tortas de

creme e bombas de chocolate, sanduíches e leite ou produtos lácteos. Os alimentos que requerem manipulação considerável durante o preparo e que são mantidos a temperaturas ligeiramente elevadas após o preparo são aqueles frequentemente envolvidos em intoxicações alimentares causadas por estafilococos. Por não ser um bom competidor com outras bactérias, raramente causa doenças alimentares após a ingestão de produtos crus. É inativado rapidamente pelo calor, mas é resistente a secagem e tolerante a altas concentrações de sais. Os sintomas de intoxicações causadas por estafilococos aparecem rapidamente e incluem náuseas, vômitos e dores abdominais. Em casos mais graves podem ocorrer dor de cabeça, dores musculares e mudanças transitórias na pressão sanguínea e na taxa de pulsação. O início dos sintomas é normalmente rápido, ocorrendo dentro de horas após a ingestão. Os sintomas podem ser bastante agudos, dependendo da suscetibilidade individual à toxina, da quantidade de alimento ingerido e da saúde geral da pessoa. A doença é normalmente autolimitante e geralmente tem duração de 2 a 3 dias. Os casos graves duram mais tempo. Como a toxina estafilocócica é bastante termoestável, não pode ser inativada por regimes de cocção padrão. Por isso, evitando a contamina-

ção do alimento pelo microorganismo e mantendo-o a baixas temperaturas, a carga microbiana pode ser limitada.

Clostridium

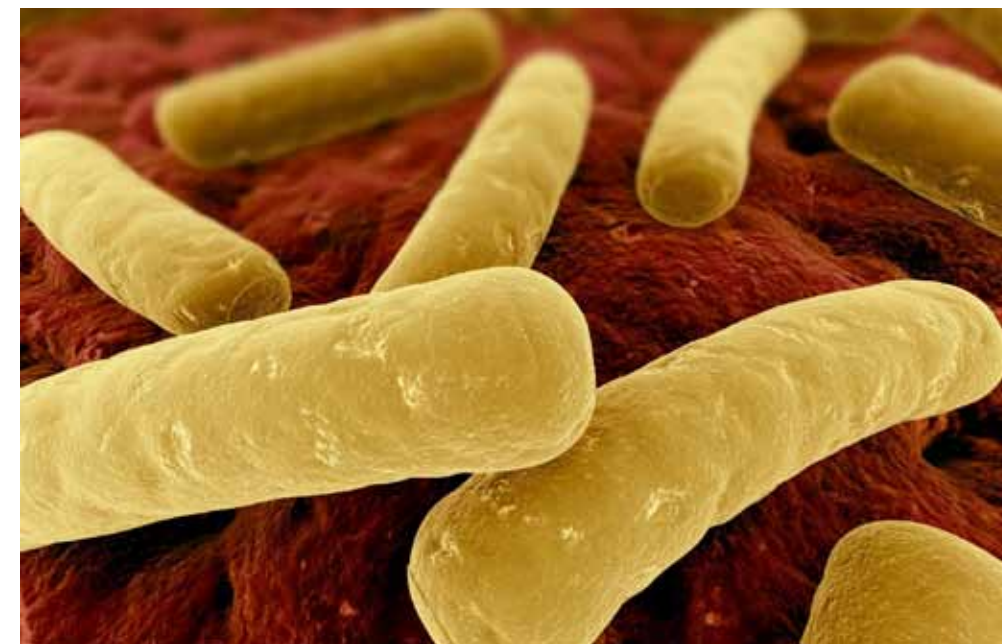
Este gênero inclui a espécie *Clostridium perfringens* e *Clostridium botulinum*. O *Clostridium perfringens* é um bastonete anaeróbio, gram positivo, formador de esporos. Foi inicialmente associado à diarreia em 1895, mas o primeiro relato de envolvimento com intoxicações alimentares ocorreu em 1943. É amplamente distribuído no ambiente e frequentemente é encontrado no intestino de humanos e animais. Os esporos dos microorganismos persistem no solo, em sedimentos e em áreas sujeiras a poluição fecal de humanos e animais. Existem cinco tipos de *Clostridium perfringens*, os quais são divididos de acordo com a presença de exotoxinas. Os tipos A, C e D são patógenos humanos, enquanto os tipos B, C, D e E são patógenos animais. A diarreia aguda causada pelo *Clostridium perfringens* deve-se à produção de uma enterotoxina, a α -toxina. Um tipo mais sério, porém mais raro, de enfermidade é causado pela ingestão de alimentos contaminados com linhagens do tipo C. Essa enfermidade é

conhecida como enterite (jejunité) necrótica (doença *pig-bel*) e é causada pela exotoxina β .

As características de intoxicações causadas por *Clostridium perfringens* são dor abdominal, náusea e diarreia aguda, sintomas que aparecem 8 a 12 horas após a ingestão do microorganismo. Normalmente, a doença tem duração de 24 horas; entretanto, sintomas menos graves podem permanecer em alguns indivíduos por 1 ou 2 semanas. Na maioria das vezes, a causa da intoxicação por *Clostridium perfringens* é o abuso da temperatura dos alimentos preparados. As carnes, os produtos cárneos e os molhos são os alimentos mais frequentemente implicados. Alguns microorganismos podem persistir sob a forma de esporos após a cocção. Os esporos germinam e a bactéria se multiplica até níveis causadores de enfermidades durante os períodos de refrigeração e estocagem. O processo de cocção retira o oxigênio, criando, dessa forma, condições anaeróbias favoráveis para o crescimento de clostrídios. Após a ingestão, a enterotoxina é produzida no intestino, depois de o microorganismo ter passado pelo estômago. A enterotoxina é associada à esporulação, possivelmente induzida pelo ambiente

ácido do estômago. A enterotoxina é uma proteína termoestável de 36.000 Da de tamanho, a qual é destruída pelo calor. As enterites necróticas (*pig-bel*) causadas por *Clostridium perfringens* são quase sempre fatais. Essa doença também se inicia com a ingestão de grandes quantidades (maiores do que 108) de *Clostridium perfringens* do tipo C em alimentos contaminados. As mortes por enterites necróticas são causadas pela infecção e necrose dos intestinos, resultando em septicemia. O controle do *Clostridium perfringens* é atingido principalmente por meio da cocção e do resfriamento. Os resfriamentos rápidos de 55°C para 15°C reduzem a possibilidade de sobrevivência e a posterior germinação de esporos de clostrídio. Pelo aquecimento do alimento até 70°C imediatamente antes do consumo, pode-se destruir qualquer célula vegetativa presente. A outra espécie, o *Clostridium botulinum*, é um bastonete gram-positivo, anaeróbio estrito (0,3 a 0,7 x 3,4 a 7,5 μ m) com flagelos peritríquios. Causa uma doença de origem alimentar denominada botulismo. Trata-se de uma intoxicação alimentar causada pela ingestão de neurotoxinas pré-formadas. O microorganismo é encontrado por toda a natureza.

Existem sete tipos de *Cl. botulinum*: A, B, C, D, E, F e G. São diferenciadas basicamente pela antigenicidade da toxina. Os tipos A, B, E e F são os principais causadores do botulismo humano. Várias neurotoxinas sorologicamente distintas foram identificadas e estão entre as toxinas mais potentes conhecidas pelo homem. A toxina é formada por duas proteínas, fragmento A (cadeia leve - LC, 50 kDa) e fragmento B (cadeia pesada - HC, 100 kDa), os quais são ligados por uma ponte dissulfídica. A LC é responsável pelo efeito da toxina nas células nervosas. A HC contém o domínio de translocação da membrana e a estrutura de ligação receptora da toxina. O microorganismo forma esporos, os quais podem ser transmitidos pelo ar.

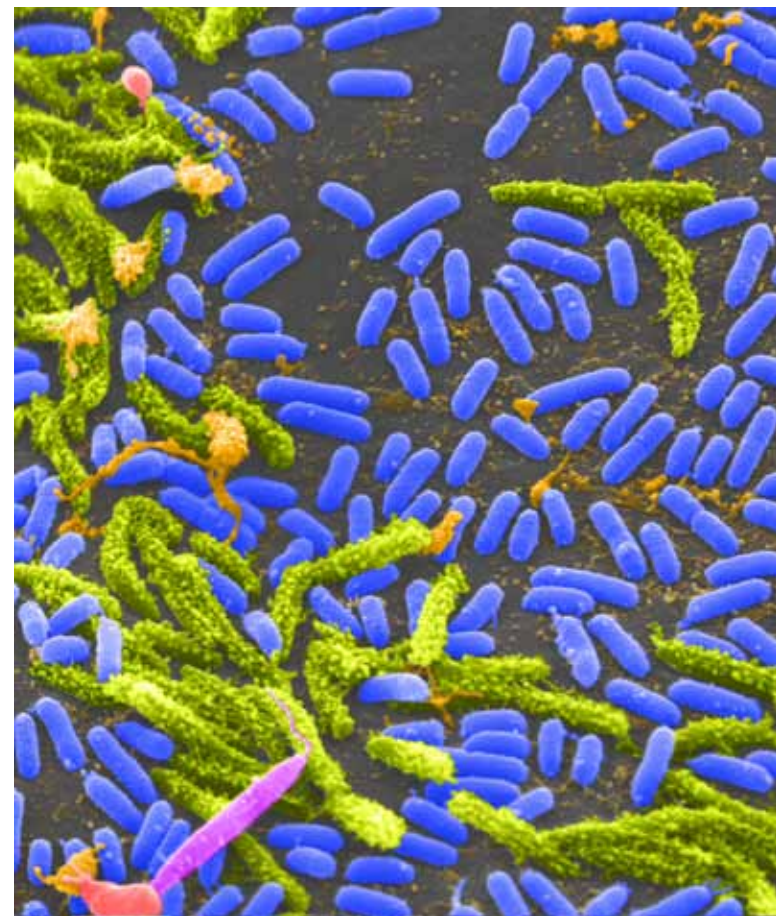


Clostridium

Os sintomas do botulismo são visão dupla, náusea, vômito, fadiga, tonturas, dor de cabeça, garganta e nariz secos e falhas respiratórias. O início dos sintomas ocorre de 12 a 36 horas após a ingestão das toxinas bacterianas. As toxinas botulínicas bloqueiam a liberação do neurotransmissor acetilcolina, resultando em fraqueza muscular e subsequente paralisia. A doença pode durar de duas horas até 14 dias, dependendo da dose e da vulnerabilidade do hospedeiro. A taxa de fatalidade é de cerca de 10%. O botulismo é associado com alimentos enlatados de baixa acidez (principalmente os de produção caseira), vegetais, peixes e produtos de carne. Também é associado com mel e, por isso, o mel não deve ser dado a crianças com menos de um ano de idade. O botulismo infantil é mais brando do que a versão adulta. Os esporos germinam no trato intestinal e as bactérias produzem as toxinas causadoras da síndrome do bebê mole. O tratamento térmico de alimentos enlatados de baixa acidez a 121°C por três minutos ou equivalente eliminará os esporos de *Cl. botulinum*. Essa bactéria não pode crescer em alimentos ácidos ou acidificados com pHs menores do que 4,6.

Vibrio

O gênero *Vibrio* inclui duas espécies patogênicas para o homem, nomeadamente *V. parahaemolyticus* e *V. vulnificus*. O *V. parahaemolyticus* significa vibrio que dissolve o sangue. Foi isolado, pela primeira vez, em 1951. O microorganismo não é isolado na ausência de NaCl (2%



Vibrio

a 3%) e, por isso, não foi cultivado em estudos de gastroenterites anteriores. O *V. parahaemolyticus* é atualmente reconhecido como o maior causador de gastroenterites de origem alimentar no Japão. Isso porque o microorganismo é associado com o consumo de alimentos marinhos, os quais são parte significativa da dieta no Japão. Os sintomas típicos de doença alimentar causada por *V. parahaemolyticus* são diarreias, dores abdominais, náuseas, vômitos, dores de cabeça, febres e tremores. O período de incubação é de 4 a 96 horas após a ingestão do microorganismo, sendo a média de 15 horas. A doença é normalmente branda ou moderada, embora alguns casos possam necessitar de hospitalização. Em média, a doença tem duração de aproximadamente três dias. O distúrbio é causado quando o microorganismo se liga, via adesinas célula-associadas, ao intestino delgado e excreta uma enterotoxina ainda não

caracterizada. Essa enterotoxina é, possivelmente, do tipo da shigatoxina. A dose infecciosa pode ser maior do que um milhão de microorganismos. O microorganismo está presente, normalmente, em quantidade inferior a 10³ UFC/g em peixes e frutos do mar, exceto em águas mornas, onde a contagem pode aumentar para 10⁶ UFC/g. As infecções causadas por esse microorganismo foram associadas ao consumo de peixe e frutos do mar crus, imprópriamente cozidos ou cozidos e recontaminados. Existe uma possibilidade de correlação entre a probabilidade de infecção e os meses mais quentes do ano. A refrigeração inadequada de frutos do mar contaminados com esse microorganismo permite a sua proliferação, o que aumenta a possibilidade de infecção. O microorganismo é bastante sensível ao calor, e os surtos devem-se, frequentemente, a processos de manipulação inadequados e a abusos de temperaturas. O controle pode ocorrer por meio da prevenção de sua multiplicação após a pesca, pelo resfriamento (< 5°C) e pela cocção com temperatura interna maior do que 65°C. O isolamento de qualquer espécie de *Vibrio* a partir de alimentos cozidos indica práticas de higiene inapropriadas, já que o microorganismo é destruído rapidamente pelo calor. A outra espécie, *V. vulnificus*, foi relatado pela primeira vez em 1976 como vibrio lactose-positivo. *Vulnificus* significa causador de feridas, o que reflete a habilidade do microorganismo em invadir e destruir tecidos. O microorganismo é, portanto, associado com infecções

que originam feridas e septicemias fatais. Os sintomas típicos da doença alimentar causada por *V. vulnificus* são febre, tremores, náuseas e lesões na pele. O início dos sintomas ocorre cerca de 24 horas (a partir de 12 horas até vários dias) após a ingestão de frutos do mar crus contaminados (especialmente ostras) por pessoas vulneráveis. Os indivíduos mais suscetíveis às infecções incluem idosos, pessoas imunocomprometidas e aqueles que sofrem de distúrbios crônicos do fígado e de alcoolismo crônico. O microorganismo difere dos outros vibrios patogênicos, uma vez que invade e se multiplica na corrente sanguínea. A mortalidade ocorre em 40% a 60% dos casos. O microorganismo *V. vulnificus* é altamente invasivo e produz diversos fatores que o protegem do sistema imunológico do hospedeiro, incluindo um fator de soro-resistência, um polissacarídeo capsular e a habilidade de adquirir ferro pela transferrina ferrossaturada. Produz diversas exoenzimas, incluindo a termoinstável hemolisina ou citolisina e a protease elastolítica, a qual, provavelmente, causa os danos celulares. O *V. vulnificus* é isolado a partir de moluscos e águas litorâneas. É raramente isolado de águas do mar com temperaturas inferiores a 10°C a 15°C, mas os números aumentam quando a temperatura da água é superior a 21°C. A principal rota de infecção é a ingestão seguida de feridas e septicemia. Não é uma causa significativa de doenças alimentares entre adultos saudáveis. Portanto, a principal forma de prevenção é evitar o consumo de moluscos crus, em particular ostras, por indivíduos imunocomprometidos. O isolamento de qualquer espécie de *Vibrio* a partir de alimentos cozidos indica práticas de higiene inadequadas, pois os microorganismos são rapidamente destruídos pelo calor.

CONTROLE DA DETERIORAÇÃO MICROBIANA

As maneiras tradicionais de controlar a deterioração microbiana e

TABELA 1 - MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Operação	Efeito esperado
Limpeza, lavagem	Redução de carga microbiana.
Estocagem à frio (abaixo de 80C)	Previne o crescimento da maioria das bactérias patogênicas; retarda o crescimento de microorganismos deteriorantes.
Congelamento (abaixo de -100C)	Previne o crescimento de todos os microorganismos.
Pasteurização (600C a 800C)	Mata a maioria das bactérias não-esporuladas, mofos e leveduras.
Branqueamento (950C a 1100C)	Mata bactérias vegetativas superficiais, mofos e leveduras.
Enlatamento (acima de 1000C)	Esteriliza comercialmente alimentos, mata todas as bactérias patogênicas.
Secagem	Cessa o crescimento de todos os microorganismos quando a aw < 0,60.
Salga	Cessa o crescimento da maioria dos microorganismos com uma concentração de sal a 10%.
Aumento da concentração (açúcares)	Inativa o crescimento quando a aw < 0,70.
Acidificação	Inativa o crescimento da maioria das bactérias (efeitos dependem do tipo de ácidos).

a segurança em alimentos incluem congelamento, branqueamento, pasteurização, esterilização, enlatamentos, cura, aumento da concentração e aplicação de conservantes. A Tabela 1 apresenta os métodos de conservação de alimentos e seu efeito esperado.

Esses métodos previnem o crescimento microbiano devido tanto a temperaturas desfavoráveis, quanto à presença de compostos tóxicos para os microorganismos.

Muitos fatores podem propiciar, prevenir ou limitar o crescimento de microorganismos em alimentos, sendo os mais importantes a atividade de água (a_w), pH e temperatura.

Quando outras substâncias (solutos) são adicionadas à água, suas moléculas orientam-se na superfície do soluto e as propriedades da solução mudam drasticamente. A célula microbiana deve competir com as moléculas de soluto pela água livre. Com exceção do *St. aureus*, as bactérias são mais competidoras por água livre do que os fungos.

A atividade de água de uma solução pode interferir no efeito do calor para matar bactérias em uma dada temperatura. Por exemplo, a população de *S. typhimurium* é reduzida 10 vezes em 0,18 minutos a 60°C, se a atividade de água do meio de suspensão for de 0,995. Se esse valor for reduzido para 0,994, são necessários 4,3 minutos, a 60°C, para causar a mesma redução de 10 vezes. Um valor de atividade de água geralmente estabelece o

valor mínimo em que uma bactéria pode crescer. Quando a atividade de água for mínima, o crescimento da população bacteriana será mínimo; aumentará sempre que aumentar a atividade de água. Em valores mais baixos do que o mínimo, as bactérias não morrerão necessariamente, mesmo que isso aconteça a algumas porções de população. As bactérias que sobreviverem permanecem inativas, mas infecciosas. É importante salientar que a atividade de água é apenas um dos fatores que devem ser considerados em alimentos, pois ainda há outros fatores importantes, como mencionado acima, pH e temperatura, por exemplo. A inter-relação entre os fatores é que determina se uma bactéria crescerá ou não. A atividade de água de um alimento pode não ser um valor fixo, mudando com o passar do tempo ou pode variar consideravelmente quando se analisam alimentos similares provenientes de diferentes fontes. O valor mínimo de atividade de água, no qual diversos microorganismos podem se desenvolver, é apresentado na Tabela 2.

A atividade de água tem sido bastante utilizada como um fator de conservação de alimentos por meio da adição de sal, utilizado na conservação de carnes e peixes, ou açúcar, utilizado tradicionalmente na conservação de produtos com frutas (geléias e conservas).

A faixa de pH de um microorganismo é definida pelo valor mínimo

(no final ácido da escala) e pelo valor máximo (no final básico da escala). Cada microorganismo possui um valor ótimo de pH, no qual seu crescimento é máximo (veja Tabela 3).

As mudanças bruscas no pH de um alimento podem refletir na atividade microbiana. Os fracamente tampónáveis, ou seja, que não resistem a mudanças de pH, como os vegetais, podem alterar seu pH consideravelmente. Para carnes, o pH de um músculo de um animal descansado pode diferir bastante do pH de um animal fatigado.

Um alimento pode possuir, inicialmente, um pH que impeça o crescimento bacteriano, mas esse valor pode ser alterado pelo metabolismo de outros microorganismos, como mofos e leveduras, permitindo o crescimento bacteriano.

As faixas de temperatura para o crescimento microbiano, bem como as de pH, possuem um valor mínimo e outro máximo, com um valor ótimo de temperatura para o crescimento máximo. O valor ótimo de temperatura de crescimento determina o grupo a que o microorganismo pertencerá, ou seja, grupo dos termófilos, dos mesófilos e dos psicrófilos. Um microorganismo termófilo não se desenvolve em temperaturas ambientes e, portanto, alimentos enlatados podem ser estocados em temperaturas ambientes mesmo que contenham termófilos que sobrevivam a processamentos com altas temperaturas.

As orientações sobre o tempo e a temperatura para a maioria dos patógenos de origem alimentar de frutos do mar foram determinadas considerando o tempo total de uma

TABELA 2 - LIMITES DE CRESCIMENTO MICROBIANO				
Organismo	Atividade de água mínima (a _w)	Faixa de pH	Faixa de Temp. (°C)	Taxa de crescimento ^a (t _d)
<i>A. Hydrophila</i>	0,970	(7,2 ótimo)	-0,1 - 42	12 h, 4°C
<i>B. Cereus</i>	0,930	4,3 - 9,3	4 - 52	4 h/geração, 8°C
<i>B. stearothermophilus</i>	-	5,2 - 9,2	28 - 72	
<i>C. jejuni</i>	0,990	4,9 - 9,5	30 - 45	6 h/geração, 32°C
<i>Cl. botulinum</i> tipos A e proteolíticos tipo B e F	0,935	4,6 - 9,0	10 - 48	(8 d, 10°C) ^b
<i>Cl. botulinum</i> tipos E e não-proteolíticos tipos B e F	0,965	5,0 - 9,0	3,3 - 45	(8 d, 10°C) ^b
<i>Cl. perfringens</i>	0,945	5,0 - 9,0	10 - 52	12 h, 12°C
<i>E. coli</i>	0,935	4,0 - 9,0	7 - 49,4	25 h/geração, 8°C
<i>Lactobacillus spp.</i>	0,930	3,8 - 7,2	5 - 45	
<i>L. monocytogenes</i>	0,920	4,4 - 9,4	-0,4 - 45	1 d, 4,4°C
<i>Salmonella spp.</i>	0,940	3,7 - 9,5	5 - 46	(60h) ^c ; 10 h, 10°C
<i>Shigella spp.</i>	0,960	4,8 - 9,3	6,1 - 47,1	(3,6 d, 8°C) ^d
<i>St. aureus</i>	0,830	4,0 - 10	7 - 50	(2,8 d) ^c ; 1 d, 10°C
Produção de toxinas	0,850	4,0 - 9,8	10 - 48	
<i>V. cholerae</i>	0,970	5,0 - 10,0	10 - 43	(4 h) ^c ; 98 min., 20°C
<i>V. parahaemolyticus</i>	0,936	4,8 - 11	5 - 44	60 min., 18°C
<i>V. vulnificus</i>	0,960	5,0 - 10	8 - 43	
<i>Y. enterocolitica</i>	0,945	4,2 - 10	-1,3 - 45	17 h, 5°C
<i>Saccharomyces spp.</i>	0,85	2,1 - 9,0	-	
<i>Asp. oryzae</i>	0,77	1,6 - 13,0	10 - 43	
<i>F. miniliforme</i>	0,87	< 2,5 - < 10,6	2,5 - 37	
<i>Pen. Verrucosum</i>	0,79	< 2,1 - < 10,0	0 - 31	

^a = Exemplos de tempo de duplicação td. Esses valores variam de acordo com a composição do alimento.
^b = Tempo de produção de toxinas.
^c = Tempo de fase lag.
^d = Tempo médio para formação de turbidez (inoculação de diluição de cultura 1:1 de 5 h, 37°C).

dada temperatura. Por exemplo, para controlar o crescimento de espécies de *Salmonella*, o alimento não deve ser exposto a temperaturas entre 5,2°C e 10°C durante mais de 14 dias; ou a temperaturas entre 11°C e 21°C durante mais de seis horas; ou, ainda, a temperaturas maiores do que 21°C por mais de três horas.

Métodos de conservação de alimentos

Todos os alimentos podem ser deteriorados entre a colheita, o processamento e a estocagem antes do consumo, sendo que a deterioração pode ocorrer devido a fatores físicos, químicos e microbiológicos.

A maioria dos métodos de conservação é elaborada para inibir o crescimento de microorganismos. Os métodos que previnem ou inibem o crescimento microbiano incluem o resfriamento, o congelamento, a secagem, a cura, processos de con-

serva, embalagens a vácuo, embalagens com atmosferas modificadas, acidificação, fermentação e utilização de conservantes. Os métodos atuais incluem a utilização de altas pressões. A maioria dos métodos de conservação é baseada na redução do crescimento microbiano devido a condições ambientais desfavoráveis, bem como redução de temperatura, diminuição de pH e da atividade de água e desnaturação devido a tratamentos térmicos.

A conservação de alimentos por tratamento térmico inclui a pasteurização, a esterilização, sous-vide, e altas pressões hidrostáticas.

Na pasteurização,

o leite é normalmente pasteurizado utilizando o método HTST (*High Temperature Short Time* - Alta temperatura Tempo Curto) com 72°C, por 15 segundos. Esse método é realizado com a finalidade de matar todas as bactérias patogênicas, tais como *Mycobacterium tuberculosis*, *Salmonella spp.* e *Brucella spp.* Os microorganismos termodúricos são aqueles capazes de sobreviver à pasteurização. Esse grupo inclui *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus* e *Mirobacterium lacticum*. Os esporos de *B. cereus* e *B. subtilis* podem sobreviver ao tratamento térmico, sendo que os de *B. cereus* causam a degradação do leite, conhecida por creme fino.

A **esterilização** é um método apropriado para prolongar a estocagem do leite. O tratamento térmico é forte o suficiente para matar todos os microorganismos presentes, tanto os deteriorantes quanto os patógenos de

origem alimentar. Existe uma chance estatística de um microorganismo sobreviver ao processo, mas isso é normalmente aceito na produção de alimentos seguros.

Os produtos **sous-vide** são aqueles embalados a vácuo e que passam por tratamentos térmicos brandos, possuindo uma estocagem a frio cuidadosamente controlada para prevenir o crescimento de patógenos formadores de esporos, como *Cl. botulinum*. Esse tratamento é equivalente a 90°C, por 10 minutos. Os organismos deterioradores, principalmente psicrófilos, também são inativados durante o tratamento térmico, o que prolonga a vida de prateleira. Os mesófilos e os termófilos tendem a sobreviver a tratamentos térmicos brandos muito mais do que os psicrófilos, mas são incapazes de se multiplicar a tempe-

TABELA 3 - VALORES DE PH DE ALGUNS ALIMENTOS

Faixa de pH	Alimento	pH
Baixa acidez (pH 7,0 - 5,5)	Ovos inteiros	7,1 - 7,9
	Ovos congelados	8,5 - 9,5
	Leite	6,3 - 8,5
	Queijo Camembert	7,44
	Queijo Cheddar	5,9
	Queijo Roquefort	5,5 - 5,9
	Bacon	6,6 - 5,6
	Carne de carcaças	7,0 - 5,4
	Carne vermelha	6,2 - 5,4
	Presunto	5,9 - 6,1
	Vegetais enlatados	6,4 - 5,4
	Galinha	5,6 - 6,4
	Peixe	6,6 - 6,8
	Crustáceos	6,8 - 7,0
	Manteiga	6,1 - 6,4
	Batatas	5,6 - 6,2
Arroz	6,0 - 6,7	
Pão	5,3 - 5,8	
Média acidez (pH 5,3 - 4,5)	Vegetais fermentados	5,1 - 3,9
	Queijo Cottage	4,5
	Bananas	4,5 - 5,2
Ácido (pH 4,5 - 3,7)	Vagem	4,6 - 5,5
	Maionese	4,1 - 3,0
Muito ácido (< pH 3,7)	Tomates	4,0
	Picles em conserva	3,9 - 3,5
	Sucos de frutas	3,9 - 3,5
	Chucrutes	3,3 - 3,1
	Frutas cítricas	3,5 - 3,0
	Maçãs	2,9 - 3,3



raturas frias de estocagem.

As **altas pressões hidrostáticas**, entre 300 e 500 MPa, inativam bactérias vegetativas, enquanto altas pressões (> 1.000 MPa) são necessárias para eliminar os esporos bacterianos. O processo pode ser combinado, sinergicamente, com tratamentos térmicos sempre que baixas pressões, entre 100 e 100 MPa, são utilizadas.

Outros métodos de conservação de alimentos incluem a irradiação de alimentos, que consiste na exposição dos alimentos, tanto embalados quanto a granel, a quantidades de radiação ionizante (usualmente raios gama de ⁶⁰Co) durante um período específico de tempo; embalagens com níveis reduzidos de oxigênio (*Reduced Oxygen Packaging* - ROP), que propiciam que o alimento seja envolto por uma atmosfera que contém pouco ou nenhum oxigênio; conservação pela ação de ácidos fracos e pH baixo; conservantes não-ácidos; e ultrassom.

GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA ALIMENTAR

Apesar das indústrias e órgãos reguladores trabalharem pela produção e sistemas de processamento que garantam que todos os alimentos sejam seguros e saudáveis, a isenção dos riscos é um objetivo inatingível. A segurança e a saúde estão relacionadas a níveis de risco que a sociedade considera razoáveis em comparação com outros riscos da vida cotidiana.

A segurança microbiológica dos alimentos é principalmente assegurada pelo controle do fornecedor; pelo desenvolvimento do produto e controle do processo, e pela aplicação de boas práticas de higiene durante a produção, processamento (incluindo rotulagem), manuseio, distribuição, estocagem, venda, preparação e uso; todos esses itens somados a aplicação do sistema da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC/HACCP). Esse sistema preventivo oferece maior controle do que a verificação do produto final, uma vez que a efetividade do exame microbiológico em garantir a segurança do alimento é limitada.

Os fatores de segurança alimentar precisam ser aplicados a toda cadeia alimentícia, da produção do alimento na fazenda ou equivalente, até o consumidor. Para tanto, é necessária a integração das ferramentas de qualidade Boas Práticas de Fabricação (BPF/GMP); Boas Práticas de Higiene (BPH/GHP); Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC/HACCP); Avaliação do Risco Microbiológico (MRA); Gerenciamento da Qualidade, Série ISO; e Gerenciamento da Qualidade Total (TQM).

Essas ferramentas podem ser implementadas mundialmente, podendo facilitar a comunicação dos distribuidores de alimentos e autoridades reguladoras especialmente nos portos de entrada.

O sistema de **Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)**, ou *Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)*, como é mais conhecido, é um protocolo com embasamento científico. É sistemático, identifica perigos específicos e medidas de controle, garantindo a segurança do alimento. É interativo, envolvendo o pessoal da planta



de alimentos. O APPCC está focado na prevenção da ocorrência de problemas, ao invés de basear-se nos testes de produtos finais. O APPCC pode ser aplicado ao longo da cadeia alimentar, da produção primária ao consumo final, e sua implementação deve ser guiada por evidências científicas de riscos à saúde humana. Assim como melhorias à segurança alimentar, a implementação do APPCC pode fornecer outros benefícios significativos. Além disso, a aplicação de sistemas de APPCC pode ajudar a inspeção por órgãos reguladores e promover o comércio internacional, uma vez que promove a confiança na segurança alimentar.

As **Boas Práticas de fabricação (BPF)** abordam os princípios, os procedimentos e os meios fundamentais favoráveis para a produção de alimentos com qualidade aceitável. Já as **Boas Práticas de Higiene (BPH)** descrevem as medidas básicas de higiene que os estabelecimentos devem manter, as quais são os pré-requisitos para outros sistemas, em particular o APPCC. As BPF/BPH foram desenvolvidas por governos, pelo comitê de higiene de alimentos do *Codex Alimentarius* (FAO/WHO) e por indústrias de alimentos, muitas vezes em colaboração com outros gru-

pos de inspeção e controle. Os requerimentos gerais de BPH usualmente abordam o projeto e as instalações que favoreçam a higiene das fábricas de alimentos; o projeto, a construção e o uso higiênico apropriado de maquinário; os procedimentos de limpeza e desinfecção, incluindo controle de pragas; e as práticas higiênicas e de segurança alimentar no processamento de alimentos, incluindo a qualidade microbiológica das matérias-primas, a operação higiênica de cada etapa do processo, e a higiene do pessoal e seu treinamento em higiene e segurança alimentar.

A **Avaliação do Risco Microbiológico (MRA)** é a análise por etapas de perigos que podem ser associados a um tipo particular de produto alimentício, permitindo uma estimativa da probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à saúde. A MRA não é projetada para ser realizada pelas indústrias de alimentos, apesar de estas estarem aptas a contribuir com dados e experiências a respeito algumas etapas. A MRA tem sido definida pela Comissão do *Codex Alimentarius* como uma ferramenta de gerenciamento para que órgãos governamentais definam um nível apropriado de proteção e estabeleçam diretrizes para assegurar o

fornecimento de alimentos seguros.

Os padrões da **Série ISO 9000** foram publicados em 1987 pela *International Organization for Standardization* em Genebra, Suíça. Seus padrões são equivalentes aos padrões europeus da série EN29000 e aos padrões britânicos BS 5750:1987. A série ISO 9000 é composta pelos Padrões de gerenciamento de

qualidade e garantia de qualidade - diretrizes para seleção e uso (ISO 9000); Sistemas de qualidade - modelo para garantia de qualidade em projeto ou desenvolvimento, produção, instalação e serviço (ISO 9001); Sistemas de qualidade - modelo para garantia de qualidade em produção e instalação (ISO 9002); Sistemas de qualidade - modelo de garantia de qualidade na inspeção final e avaliação (ISO 9003); e Elementos de gerenciamento de qualidade e sistema de qualidade - diretrizes (ISO 9004). Esses padrões podem ser usados como um ponto inicial para o projeto de programas de TQM e devem ser utilizados para gerenciar os sistemas APPCC.

O **Gerenciamento da Qualidade Total (TQM)** representa um enfoque cultural de uma organização; é centrado na qualidade e no conceito de melhoria continuada, sendo necessária a participação de todos os membros da organização. O sistema objetiva o sucesso a longo prazo pela satisfação do consumidor; benefícios aos membros da organização e à sociedade em geral. O TQM também enfatiza a garantia da qualidade, sendo que seus objetivos são mais amplos do que os da APPCC, incluindo a qualidade e a satisfação do consumidor.