

# SEGURANÇA ALIMENTAR



*Corynebacterium jeikeium* © Sebastian Kaulitzki Dreamstime.com

*Segurança alimentar é um conjunto de normas de produção, transporte e armazenamento de alimentos visando determinadas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais padronizadas, segundo as quais os alimentos são adequados ao consumo. Estas regras são, até certo ponto, internacionalizadas, de modo que as relações entre os povos possam atender as necessidades comerciais e sanitárias.*

**U**m conceito importante na garantia de um alimento saudável é o dos “perigos”, que podem ser de origem biológica, química ou física.

Entre os perigos de origem biológica estão os microrganismos (protozoários, fungos, bactérias e vírus), as principais causas de contaminação de alimentos. Os alimentos possuem uma composição bastante complexa, ou seja, possuem um número muito grande de componentes. Estes componentes são em sua maior parte água, proteínas, lipídios e carboidratos, além de sais minerais, vitaminas (co-fatores) e ácidos nucleicos. Tal como o corpo humano, que consegue aproveitar significativa parte destes compostos, uma grande variedade de espécies de microrganismos também estão habilitados a fazê-lo. Isto faz com que os alimentos sejam locais ideais para a proliferação desses organismos.

As bactérias são um dos grupos mais conhecidos e numerosos. Podem ser deteriorantes, quando causam alterações nas proprieda-

des sensoriais (cor, cheiro, sabor, textura, viscosidade etc.) ou patogênicas, que causam doenças. Os fungos são, a grosso modo, divididos em fungos filamentosos (bolors) e leveduras. Sua ocorrência é mais comum em alimentos com baixo percentual de água e/ou elevada porção de lipídios, como amêndoas e castanhas, por exemplo. Os fungos são os principais perigos biológicos destes alimentos. Seu risco está na produção de micotoxinas por algumas espécies. Estes compostos ao serem ingeridos, acumulam-se no organismo, causando uma série de transtornos, desde ataques ao fígado a alguns tipos de câncer.

Em sua maior parte, o grupo de microrganismo mais associados aos perigos biológicos são as bactérias e os fungos, contudo, atualmente vem se dando um maior destaque aos vírus, como o caso da febre aftosa ou da gripe aviária, por exemplo.

Entende-se por perigos físicos a existência de corpos estranhos, como pedaços de metal, pedaços de borracha, pedaços de plástico, areia, parafusos, pedaços de madeira, cacos de vidro ou pedras. A microscopia eletrônica de grãos de areia é um exemplo de perigo físico. Durante o processamento

ou preparo de alimentos, pode ocorrer uma contaminação física no produto. Estas contaminações provêm, principalmente, dos próprios equipamentos, que podem soltar pedaços de metais e/ou plástico e/ou borracha (especialmente em equipamentos com agitadores mecânicos), parafusos etc., ou das matérias-primas, que trazem consigo sujidades aderidas aos produtos no momento da colheita ou do transporte.

O mercúrio, assim como os demais metais pesados, é considerado um perigo químico. Compostos químicos tóxicos, irritantes ou que não são habitualmente usados como ingrediente. Podem ser agrotóxicos, hormônios (sintéticos), antibióticos, detergentes, metais pesados, óleo lubrificante, entre outros. Desde o momento da produção até o consumo, os alimentos estão sujeitos à contaminação química. Esta contaminação pode ocorrer no próprio campo, através da aplicação de inseticidas, herbicidas e outros agentes para controle de pragas na agricultura. A contaminação pode ser ocasionada também pela contaminação do solo com metais pesados.

A Tabela 1 contém um resumo dos perigos associados aos alimentos.

**TABELA 1 - PERIGOS ASSOCIADOS A ALIMENTOS**

<b>Biológico</b>	<b>Químico</b>	<b>Físico</b>
Parasitas e protozoários	Alergênicos	Pães de pragas
Vírus	Metais tóxicos: chumbo, cádmio	Osso
Micotoxinas	Aditivos alimentares: conservantes, coadjuvantes de fabricação Bifenilas policloradas (PCBs) Tintas de impressão Substâncias proibidas	Caroços de frutas
Macrobiológico	Resíduos veterinários: antibióticos,	Vidro
Microbiológico	estimulantes do crescimento	Metal
Bactérias patogênicas	Plastificantes e migração na embalagem	Pedras
Formadores de esporos	Resíduos químicos: pesticidas, fluidos de limpeza	Madeira
Não-esporulados		Plástico

## AS TOXINFECÇÕES

Apesar de serem raros os casos fatais, este tipo de doença pode causar distúrbios na saúde pública com conseqüências 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 microrganismo ingerido, do número de microrganismos (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 (idade, estado de saúde). Manifestam-se pelo aparecimento de sintomas característicos, conforme o microrganismo responsável.

As doenças provocadas nos homens e nos animais têm causas muito variadas, devendo-se destacar:

- As alergias;
- Os envenenamentos por substâncias químicas que podem existir no alimento, ser introduzidas nele ou ser produzidas por microrganismos;
- As doenças do tipo infecciosas provocadas por microrganismos.

As doenças bacterianas de origem alimentar podem ser produzidas por três tipos de bactérias:

- As bactérias toxigênicas - formam toxinas no alimento durante a sua multiplicação, cuja ingestão provoca no consumidor um quadro patológico, que está relacionado apenas com a toxina e não com as células bacterianas. Ex.: *Clostridium botulinum* e *Staphylococcus aureus*.

- As bactérias patogênicas - que contaminando o alimento ingerido, podem multiplicar-se ativamente no aparelho digestivo (intestino), provocando uma reação do tipo infeccioso. Os sintomas da doença só aparecem se no alimento existirem células viáveis dessas bactérias. Ex.: *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* e *Vibrio parahaemolyticus*.

- Multiplicação anormal de bactérias habitualmente saprófitas - pode provocar reações no consumidor idênticas às causadas por bactérias patogênicas. Ex.: *Enterococcus*.

Nas toxinfecções alimentares as bactérias mais freqüentes são: *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium perfringens*. As principais outras bactérias que, embora menos vezes responsabilizadas, podem dar origem a toxinfecções alimentares graves são: *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia*, *Shigella*, *Campylobacter* e *Vibrio parahaemolyticus*.

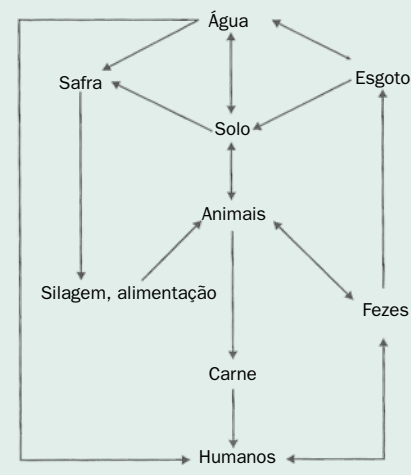
## ALIMENTOS SEGUROS

As diferentes definições de alimentos seguros são dadas a partir do que constitui um risco significativo, ou seja, o consumidor pode considerar que alimentos seguros significam risco igual a zero, enquanto o produtor de alimentos deve considerar o que é um risco aceitável. Contudo, a consideração de risco igual a zero é impraticável, devido a quantidade de produtos alimentícios disponíveis, a complexidade da cadeia de distribuição e a própria natureza humana. Por outro lado, não há um consenso público do que constitui exatamente um risco aceitável. De qualquer forma, é certo que os riscos de ocorrência de doenças transmitidas

por alimentos devem ser reduzidos ao máximo durante a sua produção. Contudo, 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, pois muitos deles sobrevivem no ambiente por longos períodos de tempo e podem ser transmitidos de várias maneiras, conforme apresentado na figura acima.

## ROTAS DE TRANSMISSÃO DE PATÓGENOS ENTERAIS



Existe um grande número de fatores que contribuem para tornar um alimento inseguro, causando toxinfecções às pessoas que os ingerirem. Entre as principais causas estão o controle inadequado da temperatura durante o cozimento, o resfriamento e a estocagem, higiene pessoal insuficiente, contaminação cruzada entre produtos crus e processados, e monitoramento inadequado dos processos.

A chave para a produção de alimentos seguros é produzir alimentos microbiologicamente estáveis, ou seja, é necessário certificar-se de que nenhum microrganismo do alimento irá se multiplicar até doses infecciosas; de maneira geral, é importante que estejam inativados e que não haja toxinas. Assim, as temperaturas de cozimento e de resfriamento são essenciais, pois tem como finalidade reduzir o número de microrganismos infectivos em uma ordem de 6 log ( $10^6$  células/g até 1 célula/g), bem como não prover condições que permitam o crescimento de esporos microbianos que sobrevivam ao cozimento, e evitar condições favoráveis para a produção de toxinas termoestáveis que, por definição, são resistentes a 100°C durante 30 minutos e, portanto, não são destruídas no processo de cocção.

Os alimentos que não passam pelo processo de cozimento são, normal-

mente, acidificados e estocados sob condições de resfriamento. Essa prática baseia-se no princípio de que o pH e a temperatura do alimento inibirão o crescimento microbiano. Portanto, é possível prever o pH e a temperatura de estocagem de alimentos que restringirão o crescimento dos patógenos de alimentos. A faixa de crescimento da maioria dos microrganismos que causam toxinfecções alimentares é apresentada na Tabela 2.

A faixa de pH de um microrganismo é definida pelo valor mínimo (no final ácido da escala) e pelo valor máximo (no final básico da escala). Cada microrganismo possui um valor ótimo de pH, no qual seu crescimento é máximo (veja Tabela 3). As mudanças bruscas de pH de um alimento podem se refletir na atividade microbiana. Os alimentos

fracamente tamponáveis (que não resistem a mudanças de pH), como os vegetais, por exemplo, podem alterar seu pH consideravelmente. Para carnes, o pH de um músculo 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 microrganismos (mofos e leveduras), permitindo o crescimento bacteriano.

Já 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 que o microrganismo pertencerá, ou seja, grupo dos termófilos,

dos mesófilos ou dos psicrófilos. Um microrganismo termófilo não se desenvolve em temperaturas ambientes e, portanto, alimentos enlatados podem ser estocados em temperaturas ambientes mesmo que contenham termófilos que sobreviveram 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 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 6 horas; ou ainda, a temperaturas maiores que 21°C por mais de três horas.

TABELA 2 - LIMITES DE CRESCIMENTO MICROBIANO

Organismo	Atividade de água mínima (a <sub>w</sub> )	Faixa de pH	Taxa de temp. (°C) <sup>a</sup>	Faixa de crescimento <sup>b</sup> (t <sub>d</sub> )
<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. stearotherophilus</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 tipos B e F	0,935	4,6-9,0	10-48	(8 d, 10°C) <sup>c</sup>
<i>Cl. botulinum</i> tipos E e não-proteolíticos tipos B e F	0,965	5,0-9,0	3,3-45	(8 d, 10,0°C) <sup>c</sup>
<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</i> spp.	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</i> spp.	0,940	3,7-9,5	5-46	(60 h) <sup>d</sup> , 10 h, 10°C
<i>Shigella</i> spp.	0,960	4,8-9,3	6,1-47,1	(3,6 d, 8°C) <sup>e</sup>
<i>St. aureus</i>	0,830	4,0-10,0	7-50	(2,8 d) <sup>d</sup> , 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) <sup>d</sup> , 98 min, 20°C
<i>V. parahaemolyticus</i>	0,936	4,8-11,0	5-44	60 min, 18°C
<i>V. vulnificus</i>	0,960	5,0-10,0	8-43	
<i>Y. enterocolitica</i>	0,945	4,2-10,0	-1,3-45	17 h, 5°C
<i>Saccharomyces</i> spp.	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	

**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 Roquetort	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
	Leite	6,3-6,5
	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
	Vagem	4,6-5,5
Ácido (pH 4,5-3,7)	Maionese	4,1-3,0
	Tomates	4,0
Muito ácido (pH 3,7)	Picles em conserva e	3,9-3,5
	Sucos de frutas	
	Chucrutes	3,3-3,1
	Frutas cítricas	3,5-3,0
	Maçãs	2,9-3,3

## CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Pode-se definir como conservante toda a substância que impede ou retarda a alteração dos alimentos provocada por microrganismos ou enzimas. Os conservantes e os agentes antimicrobianos têm um papel importante no abastecimento de alimentos quimicamente estáveis e seguros. A demanda crescente para alimentos de conveniência e o *shelf life* razoavelmente longo exigido pelas cadeias de distribuição, tornam imperativo o uso de conservantes em alimentos processados. Alguns deles,

tais como os sulfatos, nitratos e outros sais, já estão sendo usados há séculos em carnes processadas e vinhos. A escolha de um agente de conservação deve ser baseada no conhecimento do seu espectro antimicrobiano, nas propriedades químicas e físicas, tanto do alimento quanto do conservante, nas condições de manuseio, processo e estocagem, e na segurança de uma alta qualidade inicial do alimento a ser conservado.

Apesar das medidas higiênicas e normas sanitárias habitualmente aplicadas na produção de alimentos,

perde-se anualmente, no mundo todo, toneladas de alimentos de boa qualidade, devido ao ataque de mofo, bolores, leveduras e bactérias. Muitas espécies de microrganismos produzem toxinas potencialmente nefastas para a saúde dos consumidores. Um exemplo é a alfatoxina B1, uma das substâncias mais cancerígenas, produzida pelo fungo *Aspergillus flavus*, que costuma formar-se sobre os alimentos.

Estas perdas e riscos podem ser evitados, em grande parte, aplicando-se os métodos de conservação adequados. Em certos casos, pode-se utilizar processos físicos envolvendo o frio, o calor, a desidratação, ou outros. Esses procedimentos não podem ser aplicados em todas as situações nem em todos os tipos de alimentos, porque podem alterar as propriedades gustativas do produto e, muitas vezes, são extremamente onerosos. Torna-se, então, necessário o uso de um conservante e, dentre os mais freqüentemente usados, destacam-se o ácido benzóico e seus sais; os parabenos ou ésteres de PHB; os sulfatos; os nitratos e nitritos; o cloreto de sódio; os bacteriocinos; e o ácido sórbico e seus derivados.

O controle do crescimento de microrganismos em alimentos por conservantes químicos está relacionado com o pH do meio. A forma não-dissociada da molécula é que confere a característica antimicrobiológica dos conservantes. Os valores de kPa (pH no qual 50% da molécula se encontra na forma dissociada) da maioria dos conservantes encontra-se na faixa de pH entre 3 e 5, portanto, a concentração da forma não-dissociada aumenta com o aumento da acidez, garantindo uma maior eficiência no controle dos microrganismos. Na faixa de pH alto, particularmente entre 5,5 a 6, os ácidos inorgânicos são relativamente ineficientes, a exceção dos parabenos, que permanecem na forma não-dissociada, sendo efetivos inibidores. A forma não-dissociada do conservante penetra através da membrana, tornando-se ionizado após alcançar o interior da célula. A concentração in-

tracelular dos ácidos orgânicos altera o funcionamento normal do gradiente envolvido no sistema de transporte da membrana celular.

## MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO

A maioria dos métodos de conservação é elaborada para inibir o crescimento de microrganismos. Os métodos que previnem ou inibem o crescimento microbiano incluem o resfriamento, congelamento, secagem, cura, processos de conserva, embalagens a vácuo, embalagens com atmosferas modificadas, fermentação e utilização de conservantes. Os outros métodos inativam os microrganismos como, por exemplo, a pasteurização, esterilização e irradiação. A maioria dos métodos de conservação é baseada na redução do crescimento microbiano, devido a condições ambientais desfavoráveis, bem como redução de temperatura, diminuição do pH e da atividade de água e desnaturação, devido a tratamentos térmicos.

A conservação por tratamento térmico abrange os processos de pasteurização, esterilização, *sous-vide* e altas pressões hidrostáticas.

No processo de pasteurização, o leite, por exemplo, é normalmente

pasteurizado utilizando o método HTST (*High Temperature Short Time*), ou Alta Temperatura de Tempo Curto, com 72°C, por 15 segundos. Esse método é realizado com a finalidade de eliminar todas as bactérias patogênicas, como a *Mycobacterium tuberculosis*, *Salmonella spp.* e *Brucella spp.* Os microrganismos termodúricos são aqueles capazes de sobreviver a pasteurização, incluindo-se neste grupo o *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus* e *Microbacterium lacticum*. Os esporos de *B. cereus* e *B. subtilis* podem sobreviver a tratamento térmico, sendo que os de *B. cereus* causam degradação do leite, conhecida por creme fino. A Tabela 4 apresenta outros regimes de tempo e temperatura de pasteurização.

A esterilização é um método apropriado para prolongar a estocagem do leite. O tratamento térmico é forte o suficiente para eliminar todos os microrganismos presentes, tanto os deteriorantes quanto os patógenos de origem alimentar. Existe uma chance estatística de um microrganismo 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 o *Cl. botulinum*. Esse tratamento é equivalente a 90°C, por 10 minutos. Os organismos deteriorantes, 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 temperaturas frias de estocagem.

As altas pressões hidrostáticas, entre 300 e 500 MPa, inativam bactérias vegetativas, enquanto altas pressões (acima de 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 200 MPa, são utilizadas.

## FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA ALIMENTAR

Apesar das indústrias e dos órgãos reguladores trabalharem pela produ-

TABELA 4 - TEMPO DE PASTEURIZAÇÃO E REGIMES DE TEMPERATURA

Alimentos	Processo de pasteurização	Principal objetivo	Efeitos secundários
Leite	63°C, 30 min. 71,5°C, 15 min.	Destruir os patógenos: <i>Br. abortis</i> , <i>My. tuberculosis</i> , <i>C. bumetti</i>	Destrói os microrganismos deterioradores
Ovo líquido	64,4°C, 2,5 min. 60°C, 3,5 min	Destruir os patógenos	Destrói os microrganismos deterioradores
Sorvete	65°C, 30 min. 71°C, 10 min. 80°C, 15 seg.	Destruir os patógenos	Destrói os microrganismos deterioradores
Suco de fruta	65°C, 30 min. 77°C, 1 min. 88°C, 15 seg.	Inativar as enzimas: pectina esterase e poligalacturonase	Destrói fungos e leveduras deterioradores
Cerveja	65-68°C, 20 min. (na garrafa) 72-75°C, 1-4 min. (900-1.000 kPa)	Destruir os microrganismos deterioradores: leveduras e bactérias ácido-lácticas	

ção e por sistemas de processamento que garantam que todos os alimentos sejam seguros e saudáveis, a isenção completa dos riscos é um objetivo inatingível. Os fatores de segurança alimentar precisam ser aplicados a toda cadeia alimentar, da produção ao consumidor e, para isso, é necessária a integração de ferramentas de qualidade, as quais podem ser implementadas mundialmente, facilitando a comunicação dos distribuidores de alimentos e autoridades reguladoras.

A crescente preocupação com a qualidade dos alimentos tem gerado o desenvolvimento de várias

de fiscalização e utilizado em toda cadeia produtiva de alimentos, por ter como filosofia a prevenção, racionalidade e especificidade para controle dos riscos que um alimento possa oferecer, principalmente, no que diz respeito à qualidade sanitária.

## SISTEMA APPCC - ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE

O sistema APPCC, da sigla original em inglês HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*), teve sua origem na década de 50 em indústrias químicas na Grã

ramenta que trabalha no caminho da prevenção.

Da sigla APPCC, o AP (Análise de Perigos) é, sem dúvida, a peça-chave para todo o sistema, principalmente para a determinação dos PCCs (Pontos Críticos de Controle). Estes perigos à saúde do consumidor são classificados em perigos químicos, físicos e biológicos, e variam quanto ao grau de severidade e riscos potenciais de manifestação em consumidores. Os perigos biológicos compreendem bactérias patogênicas e suas toxinas, vírus e parasitas. Os perigos físicos incluem cacos de vidro, es-

**Em sua maior parte, o grupo de microrganismos mais associados aos perigos biológicos são as bactérias e os fungos, contudo, atualmente vem se dando um maior destaque aos vírus, como o caso da febre aftosa ou da gripe aviária, por exemplo.**

ferramentas de gestão da qualidade, as quais têm sido criadas e utilizadas na expectativa de atender a quesitos de idoneidade em respeito ao consumidor, para oferecer um produto seguro e, ao mesmo tempo, contemplar as exigências de comercialização, principalmente as de exportação, nas quais os critérios são bem mais rigorosos. Além destes pontos, há também a diminuição de custos, gerada pela redução de perdas e otimização da produção, dentre outros benefícios.

Das ferramentas disponíveis, podem ser citadas as BPF (Boas Práticas de Fabricação), PPHO (Procedimentos Padrão de Higiene Operacional), MRA (Avaliação de Riscos Microbiológicos), Gerenciamento da Qualidade (Série ISO), TQM (Gerenciamento da Qualidade Total) e o Sistema APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), o qual tem sido amplamente recomendado por órgãos

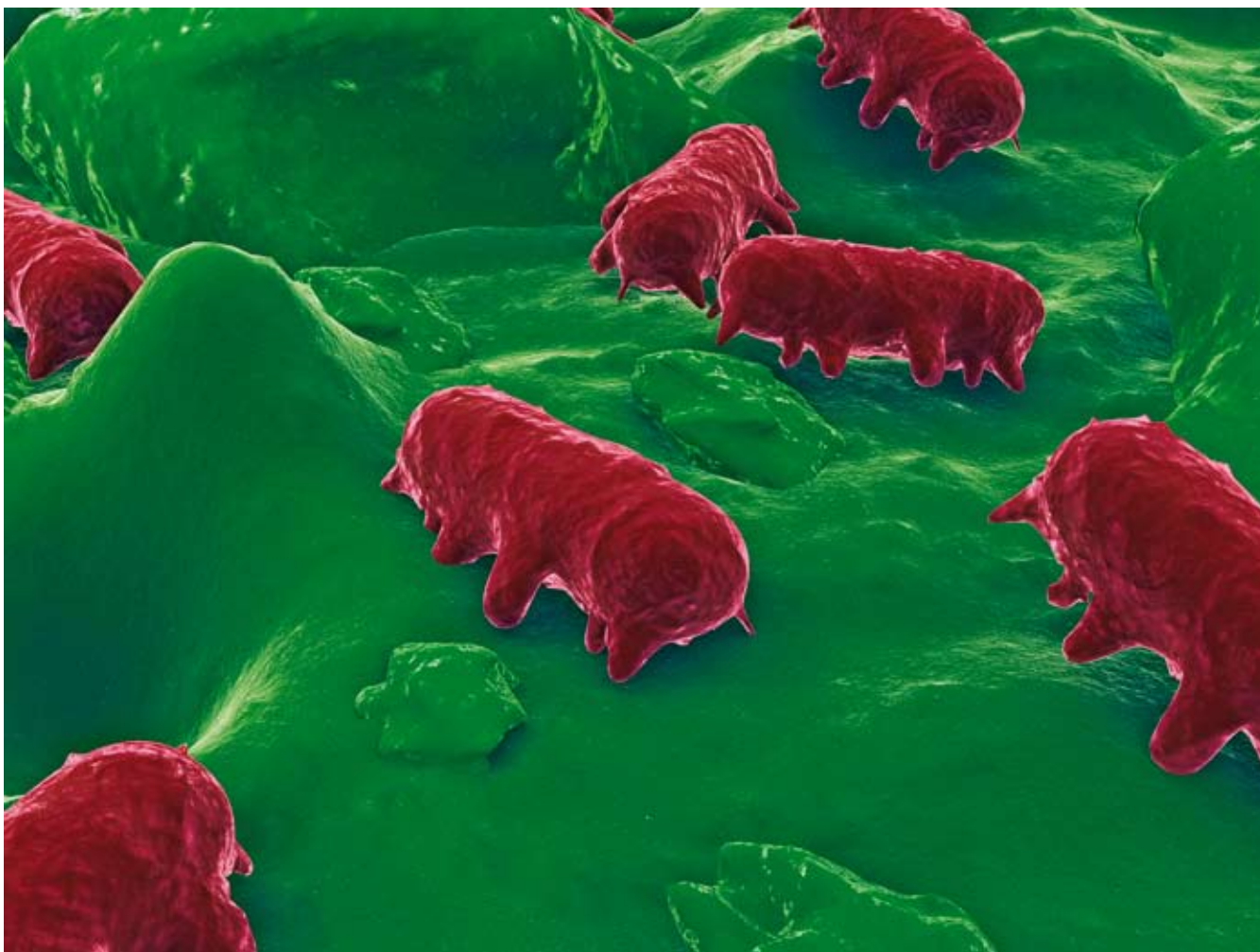
Bretanha e, nos anos 60 e 70, foi extensivamente usado nas plantas de energia nuclear e adaptado para a área de alimentos pela Pillsbury Company, a pedido da NASA, para que não houvesse nenhum problema com os astronautas relativo a enfermidades transmitidas por alimentos (ETA) e equipamentos (migalhas de alimentos) em pleno voo. O problema de migalhas foi resolvido com o uso de embalagens especiais e, de possíveis ETA, com a utilização do sistema APPCC, que, por mostrar-se altamente preventivo, evita a falsa sensação de segurança de produtos, que eram, até então, inspecionados lote a lote por análises microbiológicas, sendo esta a única garantia dada por outras ferramentas de controle de qualidade.

Microrganismos altamente patogênicos podem ser veiculados por alimentos e bebidas e, o sistema APPCC, atualmente, é a única fer-

pículas de osso, fio de cabelo, entre outros. Já os perigos químicos têm como exemplo os defensivos agrícolas, antibióticos, micotoxinas, sanitizantes e uma grande quantidade de produtos que podem entrar em contato com o alimento.

Enquanto os perigos químicos são os mais temidos pelos consumidores e os perigos físicos os mais comumente identificados (pêlos, fragmentos de osso ou de metal, etc.), os perigos biológicos são os mais sérios do ponto de vista de saúde pública, e representam a grande maioria das ocorrências totais ocasionadas, principalmente por bactérias. Por esta razão, ainda que o sistema APPCC trate dos três tipos de perigos, os biológicos devem ser abordados em maiores detalhes.

O Ponto Crítico de Controle (PCC) é qualquer ponto, etapa ou procedimento no qual se aplicam medidas preventivas para manter



Sebastian Kaulitzki / Dreamstime.com

um perigo identificado sob controle, com objetivo de eliminar, prevenir ou reduzir os riscos à saúde do consumidor. Os PCC1, PCC2, PCC3 e assim por diante, representam a ordem em que estes PCCs aparecem no fluxograma do produto. Ponto de Controle (PC) é qualquer ponto, etapa ou procedimento no qual fatores biológicos, químicos ou físicos podem ser controlados, prioritariamente, por programas e procedimentos de pré-requisitos, como as Boas Práticas. Justifica-se o estabelecimento do PCC a partir da constatação do risco significativo da ocorrência de um determinado perigo que provoque impacto à saúde pública. Um exemplo prático seria a etapa de pasteurização do leite fluido, a qual sempre constituirá um PCC, pois não há etapa anterior ou posterior efetiva (quando a matéria-prima é de boa qualidade) para a redução

de microrganismos patogênicos a um nível aceitável, e o item a ser controlado (binômio tempo/temperatura) não faz parte do programa de pré-requisitos. Já a etapa de empacotamento do leite pasteurizado pode ser tratada como um PC, pois o seu controle depende basicamente do programa de Boas Práticas, como manutenção preventiva de equipamentos, higienização adequada de máquinas, tubulações e ambiente e treinamento de pessoal.

A legislação nacional referente ao APPCC teve início em 1993, estabelecendo pelo SEPES/MAARA normas e procedimentos para pescados, e, no mesmo ano, a Portaria 1428 do MS preconizou normas para obrigatoriedade em todas as indústrias de alimentos. Em 1998, a Portaria 40 do MAARA, atual MAPA, estabeleceu um manual de procedimentos baseado no sistema

APPCC para bebidas e vinagres e, logo em seguida, a Portaria 46 do MAPA, obrigou a implantação gradativa em todas as indústrias de produtos de origem animal do programa de garantia de qualidade APPCC, cujo pré-requisito essencial são as BPF.

O APPCC é baseado em uma série de etapas inerentes ao processamento industrial dos alimentos, incluindo todas as operações que ocorrem desde a obtenção da matéria-prima até o consumo, fundamentando-se na identificação dos perigos potenciais à saúde do consumidor, bem como nas medidas de controle das condições que geram os perigos. É racional, por basear-se em dados científicos e registrados; é lógica e compreensível, por considerar ingredientes, processos e usos dos produtos; é contínua, ou seja, os problemas



são detectados e imediatamente corrigidos; e sistemática, por ser um plano completo, passo a passo desde a matéria-prima até a mesa do consumidor.

Entre os benefícios atribuídos ao sistema APPCC está a garantia da segurança do alimento; a diminuição de custos operacionais (evita destruição, recolhimento e, às vezes, re-processamento); a diminuição do número de análises; a redução de perdas de matérias-primas e produtos; a maior credibilidade junto ao cliente; a maior competitividade na comercialização, além de atender a obrigatoriedade na exportação e a requisitos legais internos, como a Portaria 46/98, e externos, como o Codex, Mercosul e Comunidade Européia.

Os requisitos para a implantação do APPCC em uma indústria vão além das BPF e PPHO; o comprometimento da alta direção é indispensável para o início das atividades, a qual deve ser informada e motivada para a importância e benefícios que o sistema possa trazer e, também, disponibilizar recursos para aquisição de equipamentos, sanitizantes, material de pesquisa, etc.

Em uma seqüência lógica, começa-se por delegar responsabilidades a um profissional competente e treinado para liderar o programa. Esse profissional deverá possuir, além de conhecimento técnico, facilidade de trabalhar em equipe. Uma equipe multidisciplinar deverá ser formada; a correta definição do grupo é fundamental para o desenvolvimento do trabalho, e deve-se levar em consideração não somente a necessidade de ter integrantes com graduação formal, mas, também, aqueles que têm vivência com a prática da indústria. O treinamento do pessoal da equipe e de toda a indústria deve ser conduzido toda vez que se achar necessário, para capacitação técnica dos funcionários e envolvimento maior com o sistema. Isso permitirá e facilitará

a implantação e/ou adequação dos pré-requisitos PPHO ou POP e BPF, que irão gerar o manual de Boas Práticas de Fabricação, o qual deve estar em dia com a legislação vigente e ser avaliado pelo MAPA ou outro órgão competente, antes de se dar início a elaboração do plano APPCC.

O sistema APPCC se baseia em sete princípios. O primeiro deles, inclui a análise de perigos e medidas preventivas. Este princípio representa a base para a identificação dos PCCs e PCs e visa identificar perigos significativos e estabelecer medidas preventivas cabíveis. Com auxílio do histórico dos produtos, consultas bibliográficas, entre outros recursos, os perigos são identificados, focando a atenção aos fatores, de qualquer natureza, que possam representar perigo. Todas as matérias-primas, ingredientes e etapas são avaliados e, quando não é possível eliminar, prevenir, ou reduzir o perigo, por meio de medidas preventivas, alterações no fluxograma deverão ser realizadas.

O segundo princípio diz respeito a identificação dos pontos críticos de controle. Os PCCs são pontos caracterizados como realmente críticos à segurança e devem ser restritos ao mínimo possível. Para determinação de PCCs e PCs, uma árvore decisória deverá ser utilizada. Os pontos considerados como PCCs, devem ser identificados e enumerados em um fluxograma.

O terceiro princípio é sobre o estabelecimento dos limites críticos. São valores (máximo e/ou mínimo) que caracterizam a aceitação para cada medida preventiva a ser monitorada pelo PCC e estão associados a medidas como tempo, temperatura, pH, acidez titulável, etc. Algumas empresas adotam os limites de segurança, ou faixa de trabalho, que são padrões mais rigorosos em relação aos limites críticos, adotados como medida para minimizar a ocorrência de desvios.

O quarto princípio estabelece os

procedimentos de monitorização. O primeiro passo é determinar o que monitorar, quando, como e quem será o responsável, que deverá ser treinado e capacitado para esta tarefa. O monitoramento é a medição ou observação esquematizada de um PCC relativa a seus limites críticos, e os procedimentos utilizados precisam ser capazes de detectar perdas de controle do PCC, além de fornecer informações em tempo para correção.

Os métodos de monitoramento devem ser fáceis e de rápida mensuração, já que não haverá tempo para exames analíticos extensos. Assim, são preferidos testes químicos (acidez titulável) e físicos (tempo/temperatura), já que os microbiológicos, com exceção de alguns testes rápidos que geralmente são limitados a algumas etapas, são muito demorados. Toda monitorização gera um documento associado a cada PCC e deve ser assinado pelas pessoas que executam esta tarefa e pelos supervisores e responsáveis da empresa.

O princípio cinco estabelece as ações corretivas. As ações corretivas específicas devem ser desenvolvidas para cada PCC de forma a controlar um desvio nos limites críticos ou na faixa de segurança e devem garantir novamente a segurança do processo. Estas ações vão desde ajustes na temperatura, até a destruição do lote de produto.

O princípio seis estabelece os procedimentos de verificação. É uma fase na qual tudo que já foi realizado anteriormente passa por uma revisão de adequação para total segurança do processo. A verificação consiste na utilização de procedimentos em adição aos de monitorização; aqui podem ser incluídas análises microbiológicas tradicionais que, apesar de demoradas, são mais seguras e possuem respaldo da legislação. Esta ação deverá ser conduzida rotineiramente ou aleatoriamente para assegurar que os PCCs estão sob controle

e que o plano APPCC é cumprido. Em relatórios de verificação devem constar todos os registros já efetuados, os de monitorização, de desvios de ações corretivas, de treinamento de funcionários, entre outros. A verificação permite, também, avaliar se algumas determinações estão sendo muito rigorosas, fora da realidade ou desnecessárias.

O sétimo e último princípio estabelece os procedimentos de registro. Todos os documentos ( análise de perigos, por exemplo) ou registros (atividades de monitoramento dos PCCs, por exemplo) gerados ou utilizados (material para subsídio técnico, por exemplo) devem ser catalogados e guardados. É muito importante que estes papéis estejam organizados e arquivados em local de fácil acesso, para que a equipe se sinta envolvida e responsável e, sobretudo, para facilitar uma audi-

indústrias, não só em relação à segurança do produto ou minimização de perdas, mas pela certeza de estar cumprindo as exigências da fiscalização nacional e internacional.

#### **BPF - BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO**

As Boas Práticas de Fabricação (BPF) abrangem um conjunto de medidas que devem ser adotadas pelas indústrias de alimentos, a fim de garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos produtos alimentícios com os regulamentos técnicos. A legislação sanitária federal regulamenta essas medidas em caráter geral, aplicável a todo tipo de indústria de alimentos, e específico, voltadas às indústrias que processam determinadas categorias de alimentos.

As BPF abordam os princípios, os procedimentos e os meios fun-

*Alimentarius* (FAO/WHO) e por indústrias de alimentos, muitas vezes em colaboração com outros grupos de inspeção e controle.

#### **TQM - GERENCIAMENTO DE QUALIDADE TOTAL**

A gestão da qualidade total (*Total Quality Management*, em inglês, ou simplesmente TQM) consiste em uma estratégia de administração orientada a criar consciência da qualidade em todos os processos organizacionais. É referida como “total”, uma vez que o seu objetivo é a implicação não apenas de todos os escalões de uma organização, mas também da organização estendida, ou seja, seus fornecedores, distribuidores e demais parceiros de negócios. Compõe-se de diversos estágios, como por exemplo, o planejamento, a organização, o controle e a

## **O Sistema APPCC tem sido amplamente recomendado por órgãos de fiscalização e utilizado em toda cadeia produtiva de alimentos.**

toria. Outros exemplos de registros e documentos incluem relatórios de auditoria do cliente, registros de desvios e ações corretivas e registro de treinamentos.

A implementação do plano APPCC significa passar do papel para a prática um plano que foi baseado em estudos e teorias. Esse é, sem dúvida, o passo mais difícil para a indústria. Compreende, além de alteração na rotina, vários treinamentos com funcionários de todos os setores envolvidos para a capacitação técnica que o sistema exige. As mudanças têm que ser inseridas gradativamente e da forma mais prática possível.

O sistema APPCC, apesar de dispensar certo trabalho e investimento inerente a qualquer programa de qualidade, atualmente é o que mais gera confiança dentro das

damentais favoráveis para a produção de alimentos com qualidade aceitável.

Os requisitos gerais de BPF usualmente abordam como itens o projeto e as instalações que favoreçam a higiene das fábricas de alimentos; o projeto, a construção e o uso higiênico apropriado da maquinaria; os procedimentos de limpeza e desinfecção, incluindo controle de pragas; 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.

As BPF foram desenvolvidas pelos governos, pelo comitê de higiene de alimentos do *Codex*

liderança. Tem sido amplamente utilizada por organizações públicas e privadas, de qualquer porte, em materiais, produtos, processos ou serviços.

O TQM é centrado na qualidade e no conceito de melhoria contínua. Também enfatiza a garantia da qualidade e tem sido definido como “uma atividade contínua, conduzida pelo gerenciamento, na qual todos reconhecem a responsabilidade pessoal pela segurança e qualidade”.

Os objetivos do TQM são mais amplos do que os do APPCC, incluindo a qualidade e a satisfação do consumidor. O TQM e os sistemas de qualidade fornecem a filosofia, a cultura e a disciplina necessárias para comprometer cada membro da organização com o alcance de todos os objetivos gerenciais relaciona-

dos à qualidade. Dentro dessa rede de trabalho, a inclusão do APPCC, a fim de garantir a segurança alimentar, fornece a confiança de que nenhum produto não seguro deixará o local de produção.

## MRA - AVALIAÇÃO DE RISCOS MICROBIOLÓGICOS

A análise de riscos microbiológicos (MRA) consiste de três atividades interconectadas: a avaliação de risco, a gestão de risco, e a comunicação de risco.

A avaliação de risco é o processo onde o risco associado a um perigo é avaliado qualitativamente e quantitativamente. A avaliação de risco inclui a identificação do perigo, a caracterização do perigo, a avaliação de exposição, e a caracterização do risco.

A gestão de risco é o processo onde a informação relacionada ao risco, incluindo-se os resultados da avaliação de risco (se disponíveis) são usados para tomar decisões sobre como o risco será controlado, e então, como esta decisão é implementada. A gestão de risco inclui a avaliação das opções, a implementação das opções, o monitoramento e a revisão.

A comunicação de risco é o processo pelo qual a informação relacionada com a avaliação e o gerenciamento do risco é intercambiada entre os indivíduos afetados pelo perigo. É a troca interativa de informações e opiniões relacionadas com o risco, com as opções de gestão do risco e com as medidas de controle. É o meio que permite que os processos de avaliação e gerenciamento ocorram.

A análise de riscos microbiológicos pode tomar diferentes formas e complexidades em função das características do perigo em questão, da disponibilidade de dados e conhecimento científico a respeito do perigo e da complexidade das questões de gerenciamento do risco.

Os perigos podem ser de natureza biológica, química e física, os quais podem ter origem em qualquer das

etapas da cadeia produtiva, onde poderão ser potencializados, reduzidos ou eliminados.

O conhecimento das origens e comportamento destes perigos é de importância para a avaliação da concentração ou da presença do perigo em cada ponto da cadeia produtiva. Este conhecimento auxilia o estabelecimento dos níveis possíveis de segurança do produto final e deve incluir o dimensionamento destes níveis por modificações da concentração do agente, por alterações das características intrínsecas do produto e por ação de processamento, como o de secagem, salga, acidificação, tratamento térmico, entre outros.

## GERENCIAMENTO DA QUALIDADE (SÉRIE ISO)

Em 1987, a *International Organization for Standardization*, em Genebra, Suíça, publicou os padrões ISO 9000, que são equivalentes aos padrões europeus da série EN29000 e aos padrões britânicos BS 5750:1987.

A sigla ISO é uma referência à palavra grega *iso*, que significa igualdade. O propósito da ISO é desenvolver e promover normas e padrões mundiais que traduzam o consenso dos diferentes países do mundo de forma a facilitar o comércio internacional. A ISO tem 130 países membros, sendo que no Brasil, o seu representante é a ABNT. A ISO trabalha com 180 comitês técnicos (TC) e centenas de sub-comitês e grupos de trabalho.

A ISO 9000 é uma série de quatro normas internacionais para “Gestão da Qualidade” e “Garantia da Qualidade”. Não é destinada a um “produto” nem a uma indústria específica. Tem como objetivo orientar a implantação de sistemas de qualidade nas organizações.

As regras e os padrões da Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade são complementares aos padrões do produto, e são implantados para melhorar a sua qualidade, com impacto na funcionalidade do Sistema da Qualidade.

A série é composta das seguintes normas:

- ISO 9000 - Fundamentos e vocabulário. Descreve os fundamentos do sistema de gerenciamento da qualidade e especifica a sua terminologia.

- ISO 9001 - Sistemas de gerenciamento da qualidade - requisitos. Especifica os requisitos do Sistema da Qualidade para uso onde a capacidade da organização de prover produtos que atendam ao cliente e aos requisitos regulatórios precisa ser demonstrada.

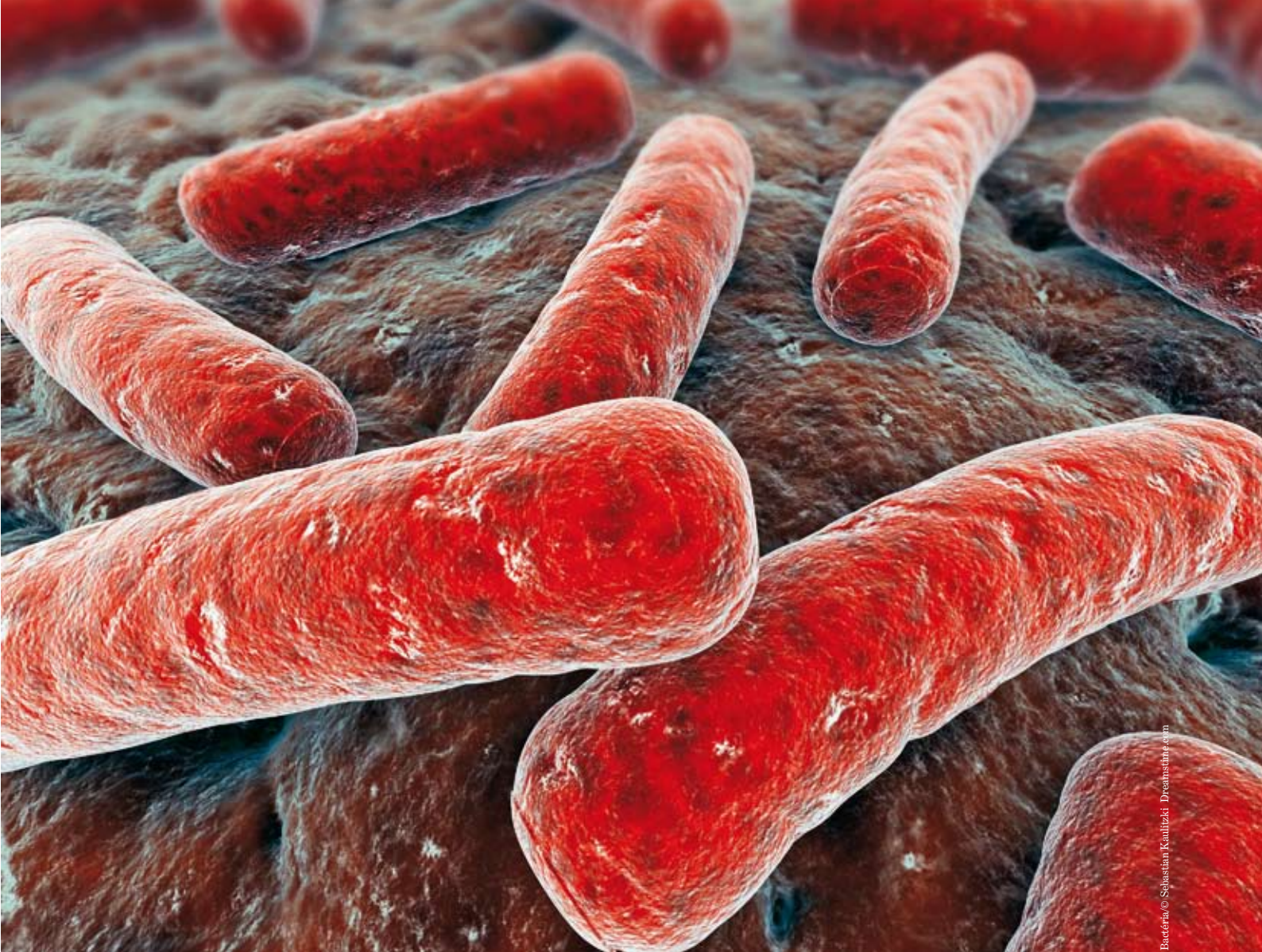
- ISO 9004 - Sistemas de gerenciamento da qualidade - guia para melhoramento da performance. Fornece diretrizes para implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade, incluindo os processos para melhoria contínua, que contribui para a satisfação dos clientes da organização e outras partes interessadas.

- ISO 19011 - Auditorias internas da qualidade e ambiental. Provê guia para o gerenciamento e condução de auditorias da qualidade e ambiental.

A série ISO 9000 foi adotada no Brasil pela ABNT com o nome de NBR 9000.

## PPHO - PROCEDIMENTOS PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL

Os PPHO (Procedimentos Padrão de Higiene Operacional), do inglês SSOP (*Standard Sanitizing Operating Procedures*), são representados por requisitos de BPF considerados críticos na cadeia produtiva de alimentos. Para estes procedimentos, recomenda-se a adoção de programas de monitorização, registros, ações corretivas e aplicação constante de *check lists*. Os PPHO preconizados pela FDA constituíam, até outubro de 2002, a referência para o controle de procedimentos de higiene, data em que a resolução 275 da ANVISA criou e instituiu no Brasil os POP (Procedimentos Operacionais Padronizados), que vão um pouco além do controle da higiene, porém, não descaracterizam os PPHO, que continuam sendo recomendados pelo MAPA, inclusive



Bactéria © Sebastian Kaulitzki - Dreamstime.com

em recente resolução que institui o programa PPHO a ser utilizado nos estabelecimentos de leite e derivados que funcionam sob regime de inspeção federal, como etapa preliminar de programas de qualidade como o APPCC.

Os PPHO, assim como os POP e as BPF, fornecem o suporte necessário para que o sistema APPCC não desvie do seu objetivo de ser focal e possa agir em pontos cruciais, onde as ferramentas anteriores não conseguiam atuar.

## CONCLUSÃO

A quantidade de produtos disponíveis no mercado oferece ao consumidor a oportunidade de ampla escolha. Entretanto, apesar do progresso na medicina, na ciência e na tecnologia de produção de alimentos, as enfermidades causadas

por patógenos alimentares continuam apresentando problemas significativos para a saúde e para a economia.

Em 1990, uma média de 120 casos de enfermidades de origem alimentar foi notificada em um grupo de 100 mil pessoas, em 11 países europeus. Mais recentemente, estimativas baseadas em estudo-sentinela indicaram que em alguns países europeus há, no mínimo, 30 mil casos de gastroenterites agudas, muitas delas de origem alimentar, para um grupo de 100 mil pessoas, anualmente.

Na produção de alimentos, é essencial que medidas apropriadas sejam tomadas para garantir a segurança e a estabilidade do produto durante toda a sua vida de prateleira. Para tanto, novas técnicas de processamento foram

introduzidas com o objetivo de aumentar a qualidade dos produtos, tais como processamentos térmicos mais brandos, aquecimentos em microondas e técnicas de processamento que envolvem altas pressões.

A prática de analisar microbiologicamente produtos finais tem sido realizada durante décadas. É importante salientar que os testes microbiológicos devem ser realizados como parte do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), mais precisamente, na etapa de verificação. O teste microbiológico não garante a produção de um alimento seguro, porém, dá suporte à implementação do sistema APPCC, o qual tem sido amplamente recomendado por órgãos de fiscalização e utilizado em toda cadeia produtiva de alimentos. ■