

SHELF LIFE

UMA PEQUENA INTRODUÇÃO

Shelf life, ou vida útil, é o tempo que um alimento preparado permanece fresco, saudável, ou seja, é o período de tempo que alimentos, bebidas e outros produtos perecíveis possuem antes de serem considerados inadequados para o consumo.

O QUE É O SHELF LIFE

Os consumidores estão cada vez mais exigentes quanto a elevada qualidade dos alimentos, e têm a expectativa de que tal qualidade será também mantida em nível elevado durante o período entre a compra e o consumo. Essas expectativas são uma consequência não apenas da exigência de que o alimento deve permanecer seguro, mas também da necessidade de minimizar as alterações indesejadas em suas qualidades sensoriais. As necessidades de qualidade se refletem nos requisitos de rotulagem que os fabricantes de alimentos devem respeitar; dependendo dos países e do tipo de produto pode-se encontrar dizeres tais como “consumir antes de”, “bom para consumo até”, e outras variantes, sempre seguidas de uma data.

Em geral, as alterações microbiológicas são de primordial importância para os produtos de curta vida de prateleira, e as alterações químicas e

sensoriais para os produtos de média e longa vida de prateleira; mas, os três tipos de alterações podem ser importantes para os produtos de curta e média vida de prateleira.

Assim, os fabricantes devem ter os meios disponíveis para prevenir a data final da vida de armazenamento, sob determinado conjunto de condições de armazenamento. Os critérios com base nos números medidos de deterioração e microorganismos patogênicos e seu padrão de crescimento são capazes de oferecer uma definição re-

lativamente clara. Critérios não microbiológicos são mais difíceis de definir, embora critérios bem definidos de composição química, tais como conteúdo de vitaminas, podem ser úteis. A definição das características sensoriais desejadas é uma área especificamente problemática para muitas empresas, mesmo quando se trata de produtos frescos; a definição seguida das características sensoriais de armazenamento é ainda mais difícil. As características sensoriais de muitos alimentos deterioram-se durante o armazenamento (com exceções importantes, como vinho e queijo) e, mesmo assim, desde que permaneçam seguros, uma grande variação ainda é evidentemente tolerável para os consumidores. Características sensoriais aceitáveis são, conseqüentemente, muitas vezes, definidas pela política da empresa, mas mesmo assim é importante entender como ocorrem as alterações no armazenamento e utilizar esses dados para ajudar a definir o *shelf life* (vida útil, data de perempção, data de validade, em português).

A dificuldade de se definir o *shelf life* pode ser vista na própria definição do IFT (*Institute of Food Technologists*, 1974) que define o prazo de validade como o “período entre a fabricação e compra no varejo de um produto alimentício, durante o qual o produto é de qualidade satisfatória”. O uso das palavras “qualidade satisfatória” é muito vago para servir de ajuda prática, especialmente nas situações em que a segurança microbiana não é um problema.

As diretrizes do IFST (*Institute of Food Science and Technology*) datam de 1993 e fornecem uma definição mais viável de *shelf life*. O mesmo é definido como o tempo durante o qual o produto alimentício irá:





1. permanecer seguro;
2. ter a certeza que mantém as características sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas desejadas;
3. cumprir com qualquer declaração constante no rótulo quanto aos seus dados nutricionais, ... quando armazenado nas condições recomendadas.

Esta definição identifica os principais fatores que devem ser considerados quando se avalia o *shelf life*, contudo, mais uma vez, deixa a interpretação das palavras “características desejáveis” altamente ambígua. Essa ambiguidade reflete uma consideração importante. Exceto em situações em que a segurança microbiológica está em questão, a definição de *shelf life* está relaciona-

da ao posicionamento do produto no mercado em termos de qualidade e percepção do cliente com relação a percepção dessa qualidade. Por exemplo, um produto econômico que, após a sua fabricação, tem um índice menor de qualidade do que um produto *premium*, não tem necessariamente um *shelf life* mais curto, mesmo se a taxa de deterioração for a mesma. Os consumidores de um produto *premium* têm uma expectativa maior de qualidade durante todo o período de *shelf life*. Alternativamente, é possível imaginar uma situação na qual um produto *premium* no final de seu *shelf life* tem uma maior percepção de qualidade do que um produto econômico no início de sua vida útil de armazenamento.

A definição da IFST também

levanta a importante questão das condições de armazenamento relacionadas ao *shelf life* do produto. A medição das características de armazenamento ocorre sob condições ambientais controladas, que raramente são cumpridas na prática, especialmente quando o produto sai do ambiente de varejo. O abuso térmico na cadeia de distribuição é comum, mas torna-se quase uma rotina em um ambiente doméstico. As condições de temperatura ambiente em cozinhas variam enormemente, e o controle de temperatura em geladeiras e congeladores domésticos é frequentemente pobre. Por isso, é importante para o fabricante de alimentos entender perfeitamente as características de armazenamen-

to do produto em uma ampla gama de condições de armazenamento e, inclusive, sob condições flutuantes ou cíclicas que são comumente encontradas na prática da cadeia de abastecimento. Da mesma forma que o comportamento do produto sob armazenamento deve ser compreendido, é igualmente importante para o fabricante ter um conhecimento profundo do mecanismo dos processos de deterioração, que podem ser complexos em muitos alimentos, especialmente aqueles com estruturas compostas.

FATORES QUE INFLUENCIAM O SHELF LIFE

Muitos fatores podem influenciar o *shelf life*, sendo classificados, pelo IFST, em fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos são as propriedades do produto final, e incluem:

- atividade da água (a_w) (água disponível);
- valor de pH e acidez total; tipo de ácido;
- potencial redox ou valor redox (E_h);
- oxigênio disponível;
- nutrientes;
- microflora natural e contagens de microorganismos sobreviventes;
- bioquímica natural da formulação do produto (enzimas, reagentes químicos);
- uso de conservantes na formulação do produto (por exemplo, sal).

Os fatores intrínsecos são influenciados por variáveis, como o tipo de matéria-prima e qualidade, e pela formulação do produto e estrutura.

Os fatores extrínsecos são os fatores que o produto final encontra a medida que ele se move através da cadeia alimentar, incluindo:

- perfil de tempo-temperatura durante o processamento; variabilidade espacial de pressão;
- controle de temperatura durante o armazenamento e distribuição;
- umidade relativa (UR) durante o processamento, armazenamento e distribuição;



- exposição à luz (UV e IV) durante o processamento, armazenamento e distribuição;
- contagem microbiana ambiental durante o processamento, armazenamento e distribuição;
- composição da atmosfera dentro das embalagens;
- tratamento térmico posterior (por exemplo, reaquecendo ou cozinhando antes do consumo);
- manuseio do consumidor.

Todos esses fatores podem operar de forma interativa e, muitas vezes, imprevisível, assim, a possibilidade de interação deve ser investigada.

Um tipo particularmente útil de interação ocorre quando fatores como a temperatura reduzida, tratamento térmico brando, ação antioxidante e atmosfera controlada de empacotamento, operam em conjunto para restringir o crescimento microbiano, chamado de “efeito barreira”. Essa forma de combinação de fatores que, individualmente, são incapazes de impedir o crescimento microbiano, mas, em combinação, proporcionam uma série de obstáculos, permite que os fabricantes usem técnicas de processamento mais brandas, possibilitando assim uma maior conservação das propriedades sensoriais e nutricionais dos produtos.

A interação de tais fatores, intrín-

secos e extrínsecos, inibe ou estimula uma série de processos que limitam o *shelf life*. Esses processos podem ser convenientemente classificados como microbiológicos, químicos, físicos e relacionados à temperatura.

Alterações microbiológicas

O crescimento de um microorganismo específico

durante o armazenamento depende de vários fatores, sendo os mais importantes: a carga microbiana inicial no começo do armazenamento; as propriedades físico-químicas dos alimentos, como teor de umidade, pH e presença de conservantes; o método de processamento utilizado na produção dos alimentos; e o ambiente externo do alimento, como as composições de gás circundantes e a temperatura de armazenamento. Alguns fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam o crescimento de certos patógenos-chaves e organismos de deterioração são apresentados na Tabela 1.

É importante notar que esta tabela mostra os limites de crescimento aproximado, considerando os vários fatores agindo de forma isolada. Interações entre esses fatores podem alterar, consideravelmente, esses limites.

O crescimento de organismos de intoxicação alimentar, como as espécies *Salmonella* e *Listeria monocytogenes*, não é necessariamente acompanhado por alterações na aparência, odor, sabor ou textura que possa ser detectados pelos sentidos humanos e, conseqüentemente, representam sério problema de saúde. Em contrapartida, o crescimento de organismos de deterioração é, muitas vezes, rapidamente identificado por alterações sensoriais, como por

TABELA 1 - CONDIÇÕES MÍNIMAS DE CRESCIMENTO PARA MICROORGANISMOS SELECIONADOS

Tipo de microorganismo	pH mínimo para crescimento	A _w mínimo para crescimento	Crescimento anaeróbico	Temperatura (°C) mínima para crescimento
Patógenos				
<i>Salmonella</i>	4,0	0,94	Sim	7
<i>Staphylococcus aureus</i>	4,0 (4,5 para toxina)	0,83 (0,90 para toxina)	Sim	6 (10 para toxina)
<i>Bacillus cereus</i> (psicrotróficos)	4,4	0,91	Sim	< 4
<i>Clostridium botulinum</i>				
Proteolítico A, B, F	4,6	0,93	Sim	10
Não-proteolítico B, E, F	5,0	0,97	Sim	3,3
<i>Listeria monocytogenes</i>	4,3	0,92	Sim	0
<i>Escherichia coli</i>	4,4	0,95	Sim	7,0
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	4,8	0,94	Sim	5
<i>Yersinia enterocolitica</i>	4,2	0,96	Sim	-2
<i>E. coli</i> O157	4,5	0,95	Sim	-6,5
Organismos de deterioração				
<i>Pseudomonas</i>	5,5	0,97	Não	< 0
<i>Enterobacter aerogenes</i>	4,4	0,94	Sim	2
Bactérias do ácido láctico	3,8	0,94	Sim	4
Microcossi	5,6	0,9	Não	4
Leveduras	1 a 5	0,8	Sim	-5
Mofos	< 2,0	0,6	Não	< 0

exemplo, o crescimento de fungos visíveis, geração de odores e sabores indesejáveis e mudanças na textura, muitas vezes provenientes da ação das enzimas produzidas pelos microorganismos.

Alterações químicas deteriorantes

Muitas alterações deteriorantes importantes podem ocorrer decorrentes de reações dentro do alimento ou a partir de reações dos componentes dos alimentos com fatores externos, por exemplo, o oxigênio. O desenvolvimento de rancidez é um fator importante em alimentos que contêm gordura, e pode ocorrer através de diferentes mecanismos como, por exemplo, reações lipolíticas/hidrolíticas, reações oxidativas, e reações de reversão sabor. Os processos enzimáticos limitam o *shelf life* de frutas e vegetais, e as reações de oxidação limitam o *shelf life* de produtos cárneos. A hidrólise química pode ocorrer em produtos contendo edulcorantes intensos, reduzindo a doçura, e o escurecimento não-enzimático pode ocorrer em

muitos alimentos a partir das reações de Maillard. As alterações também podem ocorrer por exposição à luz, incluindo a perda de cor em corantes alimentícios naturais, e desenvolvimento de ranço e *off flavour* no leite e em *snacks*.

Alterações físicas deteriorantes

A migração de umidade é uma das principais causas de alterações físicas deteriorantes em alimentos. Isso é facilmente visto em produtos frescos, através da perda de umidade, e em produtos secos, como cereais matinais e biscoitos, que podem perder a sua crocância pela absorção de umidade. As saladas também podem deteriorar pela migração de água dos componentes das hortaliças para os molhos. Outros fenômenos de migração podem limitar o *shelf life*, particularmente em alimentos compostos mais complexos, como a migração de gordura de um componente para outro, e o sangramento de cores em produtos compostos, como sobremesas refrigeradas. Alterações físicas nos materiais das embalagens,

às vezes, junto com reações químicas posteriores, também podem limitar o *shelf life* sensorial. Por exemplo, as alterações de permeabilidade com o tempo podem mudar a atmosfera de equilíbrio na embalagem, dando origem a efeitos microbiológicos e químicos. Tais mudanças também podem permitir a migração de compostos voláteis externos para os alimentos, resultando no desenvolvimento de manchas. A migração de componentes químicos do material da embalagem também pode produzir impurezas, o que pode ser particularmente grave em produtos com um *shelf life* longo.

Alterações deteriorantes relacionadas com temperatura

A deterioração pode ocorrer em temperaturas elevadas e

baixas. As temperaturas mínimas de crescimento para uma série de agentes patogênicos e organismos de deterioração descritos anteriormente ilustra a importância do controle eficaz da temperatura na prevenção da contaminação microbiana e de organismos de deterioração. O aumento da temperatura geralmente aumenta a velocidade das reações químicas que podem resultar em deterioração. Em alimentos que contêm gorduras, a gordura mais sólida se torna líquida e age como um solvente para as reações em fase de óleo; além disso, podem ocorrer mudanças na cristalinidade da gordura. O aumento da temperatura também pode alterar as características de cristalização dos alimentos que contêm xarope de açúcar. A desestabilização de sistemas de emulsão também pode ocorrer sob condições de temperatura flutuante ou agitação mecânica. As temperaturas flutuantes podem causar a formação de cristais de gelo em alimentos congelados, como sorvetes. Em contraste, o aumento da temperatura pode reduzir o desenvolvimento de envelhecimento no pão, embora

a situação com outros alimentos cozidos possa ser complexa e imprevisível.

Tipos de deteriorização

Os fatores descritos anteriormente podem resultar em uma ampla gama de alterações deteriorativas, as quais dependerão do tipo de alimento. A Tabela 2 mostra exemplos das principais mudanças deteriorantes em uma variedade de classes de alimentos, e os consequentes fatores que limitam o *shelf life*.

Em alimentos compostos os fatores limitantes do *shelf life* podem ser bastante diferentes daqueles que limitam o *shelf life* dos compostos individuais. Por exemplo, um importante fator limitante do *shelf life* em cereais matinais contendo uma mistura de cereais e frutas secas é o endurecimento da fruta a partir da migração da umidade para o cereal. Em contraste, os fatores limitantes para a fruta e componentes individuais de cereais incluem alterações de sabor decorrentes das reações químicas e da absorção de umidade e amolecimento do cereal!

ESTENDENDO O SHELF LIFE

Existe uma série de pontos na cadeia alimentícia, onde os fabricantes podem influenciar o *mix* de fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam o *shelf life*, incluindo:

- seleção e qualidade das matérias-primas;
- formulação do produto e elaboração;
- ambiente de processamento;
- técnicas de processamento e preservação;
- embalagem;
- armazenamento e distribuição;
- manuseio do consumidor.

Apesar de todos esses pontos serem importantes, duas das áreas mais dinâmicas de pesquisa estão concentradas nos novos métodos de processamento e nas técnicas de embalagem.

Influência do processamento

A qualidade inicial de um produto alimentício é determinada pela qualidade das matérias-primas e dos métodos de processamento utilizados durante a fabricação do produto. Uma ampla gama de técnicas de processamento é usada na indústria de alimentos para atingir o nível necessário de qualidade sensorial e microbiológica. No caso de um produto perecível, é a capacidade de manter o crescimento microbiano sob controle após o processamento e embalagem que determina o *shelf life* final. Em alguns produtos com atividade de água (a_w) relativamente baixa o *shelf life* é determinado pelas alterações nas características

TABELA 2 - PRINCIPAIS MUDANÇAS DETERIORANTES NOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Produto	Mecanismos de deterioração	Limites das alterações
Frutas e vegetais		
Frutas macias	Quebra enzimática Crescimento de fungos Perda de umidade	Amolecimento textural Bolor visível Aparência seca
Frutas duras	Ação enzimática Perda de umidade	Amolecimento textural, nódos negros Textura seca
Batatas	Ação enzimática Germinação	Amolecimento, cozimento pobre Germinação, produção de toxina
Pepino	Ação enzimática	Perda de crocância, colapso na estrutura
Salada de repolho	Perda de umidade dos vegetais Oxidação da gordura	Perda de viscosidade molho, alterações na aparência, crescimento microbiano Rancidez
Saladas preparadas	Perda de umidade Oxidação	Perda de crocância, secagem Escurecimento
Conservas de frutas	Sinéresis Oxidação	Separação do soro, crescimento de fungos Perda de sabor
Frutas secas	Ação enzimática Reações químicas	Escurecimento Alterações no sabor
Carnes		
Carne vermelha fresca	Oxidação Crescimento microbiano	Perda da cor vermelha Rancidez Sem odor e sabor
Carne congelada	Oxidação Sublimação do gelo	Rancidez Queima do congelamento
Peixe fresco	Crescimento microbiano Reações químicas	Microbiana Sem odor Alterações na aparência
Aves frescas	Crescimento microbiano	Microbiana Sem odor
Salsichas frescas	Oxidação Crescimento microbiano	Microbiana Rancidez
Toucinho defumado fresco	Oxidação Crescimento microbiano	Microbiana Rancidez, alterações na cor
Presunto enlatado	Reações químicas Deterioração da lata	Perda de sabor Geração de gás
Cereais e outros produtos secos		
Pão	Retrogradação do amido Migração de umidade	Textura e sabor rançoso Textura seca, crescimento de fungos
Snacks	Absorção de umidade Oxidação	Perda de crocância Rancidez
Bolos	Perda de umidade Alterações do amido Crescimento microbiano	Secagem e endurecimento Sabor e textura rançosos Formação de mofo
Massas secas	Alterações do amido Alterações da proteína	Alterações na textura, ruptura Envelhecimento
Cereais matinais	Migração de umidade Retrogradação do amido Oxidação	Amolecimento (cereais), endurecimento (frutas) Sabor e textura rançosos Rancidez
Misturas secas	Absorção de umidade	Aglutinação Escurecimento não-enzimático
Temperos	Crescimento microbiano Perda de voláteis Reações químicas	Mofo e crescimento bacteriano Alterações no sabor Perda de cor
Confeitos de chocolate	Migração de gordura Oxidação	Cristalização da gordura Alterações na textura Envelhecimento, rancidez
Confeitos de açúcar	Absorção de umidade Oxidação	Alterações na textura Rancidez
Bebidas		
Bebidas carbonatadas	Evolução de gás Hidrólise/oxidação	Perda de carbonatação Perda de sabor Rancidez
Cerveja	Oxidação Crescimento microbiano	Sem sabor Turvação
Café	Perda de voláteis Oxidação	Alterações no sabor Rancidez
Suco de frutas	Oxidação Reações enzimáticas	Perda de sabor e nutrientes Turbidez
Chás	Perda de voláteis Absorção de voláteis	Perda de sabor Sem sabor
Vinhos	Oxidação	Sem sabor Alterações na cor
Bebidas de baixa caloria	Hidrólise	Perda da doçura
Produtos lácteos		
Sorvete	Migração de umidade Oxidação	Formação de cristais de gelo Rancidez
Leite fluido	Oxidação Reações hidrolíticas Crescimento microbiano	Rancidez e outros sabores
Leite em pó	Absorção de umidade Oxidação	Aglutinação Alterações no sabor, rancidez
Manteiga	Oxidação	Rancidez
Queijos	Oxidação Cristalização da lactose Crescimento microbiano	Rancidez Textura arenosa Produção de mofo
Spreads com baixo teor de gordura	Crescimento microbiano Oxidação	Mofo Rancidez
logurtes	Sinéresis Oxidação	Separação do soro Rancidez
logurte de frutas	Sinéresis Oxidação Crescimento microbiano	Separação do soro Rancidez Mofo

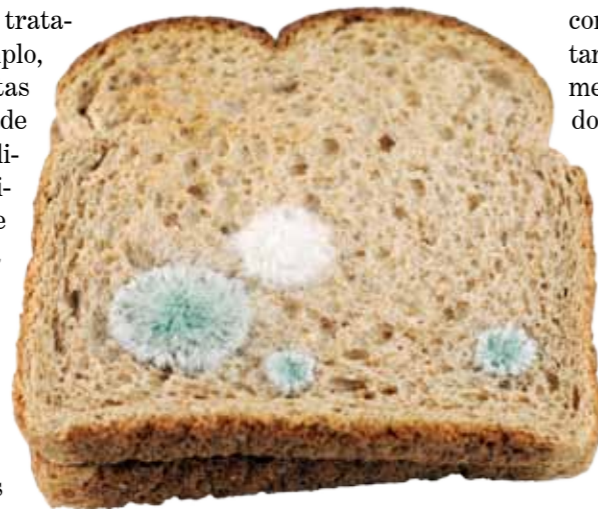
físicas e sensoriais do produto. O *shelf life* dos produtos pode ser prorrogado pelo uso de tratamentos que matam os microorganismos (por exemplo, calor e radiação) ou através do controle do crescimento microbiano pelo controle da temperatura (refrigeração e congelamento), reduzindo a atividade de água, e pela adição de conservantes.

A durabilidade e estabilidade do *shelf life* à temperatura ambiente geralmente requer o uso de tratamentos agressivos (por exemplo, enlatamento), os quais, muitas vezes, comprometem a qualidade sensorial geral dos produtos alimentícios. Portanto, uma combinação de diferentes métodos de processamento pode ser útil na manutenção da qualidade sensorial, obtendo o mesmo nível de estabilidade microbiana. Esse é o princípio da técnica de barreira para o controle do crescimento microbiano.

Os consumidores, muitas vezes, associam a durabilidade do *shelf life* com má qualidade dos produtos. Portanto, mais recentemente, tem havido um movimento para aumento do uso de métodos de processamento mínimo, que resultam em maior qualidade, mas com uma necessidade de armazenamento refrigerado. As muitas opções disponíveis incluem tratamentos usando calor, microondas e radiação, bem como tecnologias relativamente novas, como o processamento sob alta pressão, tratamento com campos elétricos pulsados e luz de alta intensidade. O *shelf life* de um produto transformado só pode ser preservado evitando a contaminação pós-processo. As técnicas de processamento de embalagem descritas a seguir oferecem uma maneira de alcançar esse objetivo.

Processo a vácuo. O processamento térmico de produtos embalados a vácuo, em baixas temperaturas, já não é novo. O princípio desse processo é evitar o uso de altas temperaturas, que leva a danos irreversíveis

(por exemplo, perda de suculência em carnes e perda de crocância em vegetais). Os produtos pasteurizados são rapidamente resfriados e armazenados em condições refrigeradas. O *shelf life* alcançado por esse processo é o mais longo, para qualquer produto refrigerado. No entanto, esse processo tem levantado muitas questões relativas à segurança alimentar.



Processamento em microondas. O processamento por microondas também envolve a pasteurização *in-pack*, e é usado na Europa para processar o pão fatiado. Neste caso, o objetivo do processo é o de eliminar o crescimento de fungos e prolongar o *shelf life*, sem a necessidade de conservantes tradicionais. O procedimento envolve o aquecimento do produto em aproximadamente 75°C a 90°C, usando microondas. O processo é frequentemente combinado com aquecimento convencional, tornando-o mais econômico. A vantagem do processo está no aquecimento muito rápido, o que preserva a qualidade dos produtos.

Processamento de alta pressão. O processamento por alta pressão envolve a aplicação de pressão de até 6.000 atmosferas para pasteurização e de 10.000 a 12.000 ATM (com 60°C a 80°C) para obter a esterilização. Portanto, assim como no processamento por calor, quanto maior a pressão,

maior será o nível de inativação dos microorganismos. Altas pressões podem levar a interessantes alterações na textura, assim como podem ser usadas para preservar a cor e o sabor associados aos produtos frescos. No entanto, ainda existe muito a ser compreendido sobre os efeitos em microorganismos específicos e como superar o problema da inativação das enzimas presentes nos produtos. A combinação deste processo com tratamento de calor moderado, possivelmente, possa ser mais bem sucedida do que o uso de apenas alta pressão.

Irradiação. O tratamento por irradiação envolve a exposição dos alimentos embalados a raios gama, feixes de elétrons ou raios-X. Uma vez que este é um processo a frio, os alimentos não se tornam cozidos. A radiação ideal varia de acordo com o tipo de produto e aplicação. Tipicamente, a faixa média de 1 a 10 kGy é adequada para aumentar o *shelf life* de alimentos cozidos e crus. Existem restrições legislativas à utilização deste processo em diferentes países. Como o processo de irradiação pode alterar as características de certos filmes para embalagens, o FDA elaborou uma lista de materiais para embalagem aprovados que podem ser usados nos processos de irradiação.

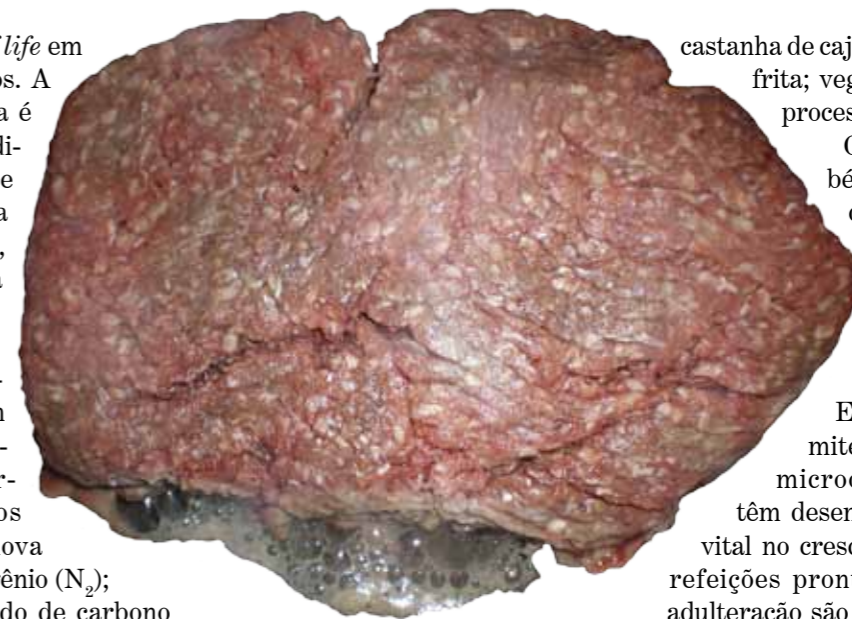
Embalagens

Existem muitos fatores a serem considerados na escolha da forma e material ideal da embalagem para qualquer produto, incluindo as características do produto, as considerações quanto ao processamento, *shelf life* necessário e os custos em geral. Em muitos casos, a embalagem é parte integrante da fase de processamento. Os avanços nos materiais e técnicas das embalagens aumentaram as opções disponíveis para manter a qualidade e para melhorar o *shelf life* dos alimentos.

As embalagens com atmosfera modificada (MAP) provocam grande

impacto sobre o *shelf life* em produtos refrigerados. A atmosfera modificada é um sistema de acondicionamento no qual se modifica a atmosfera ao redor do produto, e esta nova atmosfera se modifica durante a vida útil do mesmo, devido à permeabilidade da embalagem e a respiração do produto. Os gases normalmente utilizados na composição da nova atmosfera são: nitrogênio (N₂); oxigênio (O₂) e dióxido de carbono (CO₂). A composição das misturas gasosas, bem como a concentração dos gases utilizados é feita de acordo com o produto que será embalado.

O dióxido de carbono é utilizado para suprimir o crescimento microbiano, mas sua eficácia depende muito da sensibilidade das diferentes classes de microorganismos a este gás. O nitrogênio é usado como um enchimento inerte, onde o oxigênio deve ser excluído para prevenir a deterioração aeróbia. Um caso especial, porém, é o de frutas e legumes



frescos, onde um delicado equilíbrio entre dióxido de carbono e oxigênio é necessário para permitir que a respiração aeróbica se mantenha a uma taxa muito baixa e, assim, prolongue o *shelf life*.

A atmosfera modificada, ou MAP, já é largamente utilizada em diversos produtos, como carnes vermelhas, mantendo a sua cor e frescor; frango, produtos de panificação: bolos, pães; laticínios: queijo fatiado e ralado, mussarela; frios fatiados: salame, presunto, lombo defumado; *snacks*:

castanha de caju, amendoim, batata frita; vegetais minimamente processados, etc.

O consumidor também tem se beneficiado dos avanços alcançados na melhoria da conveniência e dos aspectos de segurança dos produtos alimentícios.

Embalagens que permitem aquecimento no microondas ou no forno têm desempenhado um papel vital no crescimento do setor de refeições prontas. Evidências de adulteração são vistas como fatores importantes na melhoria do desempenho das embalagens. A abordagem do uso de catadores de oxigênio dentro das embalagens para reduzir os níveis de oxigênio no espaço superior para níveis marginais tem permitido a melhoria do *shelf life* de produtos muito sensíveis ao oxigênio.

Um dos requisitos para embalagens de alimentos é que ela desempenhe um papel passivo, mantendo-se inerte, e não interaja com o alimento nela contido. No entanto, o desenvolvimento de embalagens ativas tornou aceitável, agora, que estas desempenhem um papel mais interativo na extensão do *shelf life* dos alimentos. Absorvedores de oxigênio e de etileno, emissores de dióxido de carbono, e agentes antimicrobianos podem ser incorporados em embalagem para melhorar ativamente o *shelf life*.

O fabricante de alimentos possui uma gama cada vez maior de opções disponíveis em termos de processamento de embalagem para melhorar a qualidade e o *shelf life* dos produtos. É importante que os fabricantes considerem as questões relativas à segurança alimentar e aceitação do consumidor na escolha feita dos seus produtos.

