

DOSSIÊ TÉCNICO

Conservação de alimentos

Regina Lúcia Tinoco Lopes

Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
CETEC

outubro
2007

Sumario

1 INTRODUÇÃO.....	3
2 MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO.....	4
2.1 Conservação pelo uso do açúcar.....	4
2.2 Conservação pelo uso do sal	6
2.3 Conservação pelo processo de defumação.....	7
2.3.1 Processos de geração de fumaça	8
2.3.2 Técnicas de defumação.....	9
2.4 Conservação pelo calor	10
2.4.1 Branqueamento	10
2.4.2 Pasteurização	11
2.4.3 Tindalização	13
2.4.4 Esterilização.....	14
2.4.5 Esterilização comercial	14
2.4.6 Apertização	14
2.4.7 Principais fatores que afetam o tratamento térmico.....	15
2.5 Conservação pelo frio	16
2.5.1 Refrigeração	16
2.5.2 Congelamento.....	17
2.6 Conservação por desidratação	20
2.7 Irradiação de alimentos.....	21
2.8 Conservação de alimentos pelo emprego de agentes químicos	23
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	24
REFERÊNCIAS	24

	<h1>DOSSIÊ TÉCNICO</h1>	
---	-------------------------	---

Título

Conservação de alimentos

Assunto

Fabricação de outros produtos alimentícios não especificados anteriormente

Resumo

Informações sobre os principais processos de preservação de alimentos, tais como: conservação pelo uso do açúcar; conservação pelo uso do sal; conservação pela defumação; conservação pelo calor; conservação pelo frio; uso de aditivos químicos; conservação por desidratação e irradiação de alimentos.

Palavras-chave

Aditivo alimentar; aditivo químico; alimento defumado; conservação do alimentos; defumação; descontaminação; desidratação; esterilização; irradiação de alimento; pasteurização; refrigeração; salga

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

As estratégias para aumentar a estabilidade dos produtos alimentícios, que abrange a manutenção das propriedades nutricionais e sensoriais, e conseqüentemente sua durabilidade (prazo de validade ou “*shelf-life*”), incluem a aplicação de diversos métodos de conservação que têm por objetivo evitar as alterações indesejáveis, sejam elas de origem microbiana, enzimática, física ou química.

Em função da tecnologia empregada, pretende-se que os alimentos se conservem pelo maior tempo possível, evitando as perdas decorrentes de um sistema de abastecimento deficiente e os efeitos da sazonalidade.

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

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

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

2 MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO

Os processos de conservação de alimentos são baseados na eliminação total ou parcial dos agentes que alteram os produtos, sejam os de natureza biológica (microrganismos), sejam os de natureza química (enzimas). Consistem na aplicação de alguns princípios físicos ou químicos tais como: uso de altas e baixas temperaturas, eliminação de água, aplicação de aditivos conservantes, armazenamento em atmosfera controlada, uso de certas radiações e filtração. Os diversos processos podem ser aplicados em extremos de escalas de tecnologia e custos, com muito bons resultados (BARUFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N., 1998).

2.1 Conservação pelo uso do açúcar

Uma das técnicas mais empregadas para a conservação de frutas é aquela realizada por meio da adição de açúcar. Acredita-se, no entanto, que este procedimento tenha sido adotado inicialmente para a melhoria de sabor e não com o objetivo específico de preservação.

As primeiras preparações caseiras de geléias, doces em massa e conservas de frutas eram feitas com mel de abelhas, uma vez que ainda não existia açúcar cristalizado ou refinado.

Posteriormente, com a instalação das usinas de açúcar de cana e de beterraba ocorreu uma expansão significativa na fabricação de doces, sendo que nos dias atuais esta atividade ocupa um espaço importante no universo das indústrias de alimentos.

Atualmente, é fabricada uma gama variada de geléias de pomares formais, tais como uva, maçã, jabuticaba, pêssego, laranja, goiaba, etc., porém, nada impede que frutas regionais brasileiras, como carambola, açaí, abiu, araçá, embú, pitanga, pitomba, cajá-manga, sejam consumidas em forma de doces, em qualquer parte do país, ou mesmo no exterior, desde que sua produção e distribuição sejam intensificadas.

Produtos de frutas:

“são os produtos elaborados a partir de fruta(s), inteira(s) ou em parte(s) e ou semente(s), obtidos por secagem e ou desidratação e ou laminação e ou cocção e ou fermentação e ou concentração e ou congelamento e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. Podem ser apresentados com ou sem líquido de cobertura e adicionados de açúcar, sal, tempero, especiaria e ou outro ingrediente desde que não descaracterize o produto. Podem ser recobertos”.

Resolução ANVISA RDC nº272, de 22 de setembro de 2005.

Ainda que pareça contra-indicado como agente conservante, já que favorece a proliferação de microrganismos em soluções pouco concentradas, **o açúcar em alta concentração tem um efeito desidratante. Como aumenta a pressão osmótica do meio, torna a água indisponível para o desenvolvimento de bactérias, bolores e leveduras.** Entretanto, se a quantidade de açúcar não for suficientemente alta, irá atuar simplesmente como um preservativo auxiliar, sendo necessário aplicar a esterilização pelo calor para garantir a conservação do produto, como no caso de frutas em calda de baixa acidez, enlatadas (SILVA, 2001).

Em outras palavras: se adicionarmos açúcar em grande quantidade, o tempo de conservação de um alimento será ampliado porque ocorrerá aumento da pressão osmótica (P.O.) e não sobrar água disponível para crescimento microbiano.

Assim, açúcar e frutas são os únicos ingredientes de um número considerável de geléias, compotas, doces pastosos ou de corte. Entretanto, para a obtenção desses e de outros produtos é necessário complementar o processo com outros tratamentos, tais como aplicação de calor e controle da acidez.



O açúcar, associado ao aquecimento, é um bom agente de conservação.

Produtos conservados pelo açúcar: geléias, doces em massa ou em pasta, frutas cristalizadas, frutas em conserva, leite condensado, melaço e mel.

- Exemplo da aplicação deste método: fabricação de goiabada

A goiabada produzida industrialmente é obtida a partir da polpa de goiaba previamente processada com adição de açúcar e posterior concentração por aquecimento e evaporação. A mistura, constituída de 50 a 60% de polpa e o restante de açúcar, é concentrada em um tacho encamisado, até o teor de sólidos solúveis atingir 72°Brix. Produtos de melhor qualidade serão obtidos se forem usados concentradores a vácuo (MEDINA *et al*, 1978), como os mostrados nas imagens a seguir (FIG. 1 e FIG. 2).



FIGURA 1- Concentrador a vácuo (Buller) com plataforma de operação Incal / Mod. JAA-220

Fonte: <<http://www.incalmaquinas.com.br/produtos1.php?id=80>>.
Acesso em: 10 out. 2007.



FIGURA 2 - Conjunto evaporador concentrador a vácuo multi-tubular Incal / Mod.JAA-INC-220-E
Fonte: <<http://www.incalmaquinas.com.br/produtos1.php?id=7>>. Acesso em: 10 out. 2007.

- Vida de prateleira prolongada

Os doces e geléias conservam-se muito bem durante tempos longos porque qualquer bactéria que entre neste ambiente de alta concentração em açúcares (até 60-65%) morre rapidamente por desidratação – a água do citoplasma passa muito rapidamente para o exterior da parede celular por osmose.

2.2 Conservação pelo uso do sal

O princípio de conservação pelo sal é basicamente o mesmo do processo de conservação pelo uso do açúcar: as bactérias presentes no alimento, ao entrarem em um ambiente de alta concentração salina (até 30%), morrem rapidamente por desidratação.

Este processo é aplicado na conservação por salga ou salmoura de peixes (bacalhau, anchovas), carnes (pertences para feijoada) ou vegetais (chucrute). Apesar da eficiente preservação dos produtos sob o ponto de vista microbiológico, a salga não evita a degradação química. Com o passar do tempo podem ocorrer reações de oxidação das gorduras, com conseqüente sabor de ranço.

- Exemplo da aplicação deste método: fabricação de charque

O charque, típico da região Sul do Brasil (o nome vem do dialeto quíchua xarqui, língua dos índios que habitavam a região dos Andes), é preparado de modo similar ao da carne seca. O diferencial está na maior quantidade de sal e de exposição ao sol ao qual o charque é submetido, o que lhe garante uma maior durabilidade (CAMPOS, 2007).

Esse produto, segundo a tradição, é feito somente de carne bovina, geralmente cortes da ponta de agulha, e em menor proporção de cortes do dianteiro. No início do processo as carnes são desossadas e manteadas. A manteação consiste em tornar mais finas as partes musculares mais espessas, promovendo a multiplicação da superfície e a obtenção de peças uniformes, com espessura em torno de 2 cm. Em seguida, as mantas de carne são mergulhadas em salmoura (salga úmida), com ou sem agitação, dependendo da charqueada. No preparo da salmoura é utilizado somente cloreto de sódio (sal de cozinha), na proporção de 335g de sal/kg de água (cerca de 23,5° Baumé).

A próxima etapa consiste na salga seca, na qual os pedaços de carne, retirados da salmoura, são cobertos com uma camada de sal. Cada camada de manta é intercalada com uma de sal grosso (cerca de 5mm) até uma altura de 1,80m aproximadamente, sendo mantidas nessa pilha por um tempo de 24 a 28 horas.

Durante aproximadamente uma semana, as pilhas são movidas para outra plataforma, onde recebem adição de sal, de maneira que as peças dispostas na parte superior passam a ocupar a posição inferior da nova pilha. Esta etapa é denominada tombagem. Este procedimento é repetido de 24 a 48 horas, visando manter todas as mantas em contato com o sal e, com a inversão da pilha, se uniformiza a pressão sobre as mesmas.



A seguir a carne salgada é imersa rapidamente em um tanque com água corrente, para remoção do sal aderido à superfície das peças. O próximo passo consiste na secagem, que pode ser realizada em estufas ou com exposição ao sol, em varais. Atingindo o teor de umidade entre 44 a 45%, que pode levar até 5 dias, a secagem é interrompida e as peças prensadas e embaladas. Quando embalado a vácuo, o charque tem durabilidade de 180 dias. O teor máximo de sal no produto acabado fica na faixa de 12 a 15 % e a cor geralmente é de um vermelho escuro, amarronzado. Como o sal é um elemento pró-oxidante da gordura, quanto mais gordo for o charque mais propenso será à oxidação e rancidez.

Durante o processo, ocorrem simultaneamente, dois fenômenos de transferência de massa em contra-fluxo. Ocorre difusão da umidade do interior da carne para o exterior, e difusão de sal entrando na carne, com conseqüente diminuição da umidade, aumento no teor de sal e redução da atividade de água (SABADINI et al, 2001).

2.3 Conservação pelo processo de defumação

A defumação dos alimentos é realizada pela impregnação de essências aromáticas que se desprendem da combustão lenta da madeira, que deve ser criteriosamente escolhida. Entre as recomendadas estão eucalipto, ipê, pau-ferro, jabuticabeira, goiabeira, jacarandá, aroeira e paraju. Podem ser defumados queijos, peixes, carnes, aves, com intenção de lhes conferir sabor e contribuir para o aumento do prazo de validade. O processo valoriza cortes nobres, como lombo de suíno, que pode ser transformado em lombo canadense, lombo com especiarias, etc. Também agrega valor a produtos como toucinho, costela, lingüiça, salame e outros.

O que confere ao alimento as propriedades de produto defumado são os componentes da fumaça resultante da queima da madeira. São mais de 200 substâncias formadas durante o processo, como hidrocarbonetos, substâncias orgânicas, fenóis, benzóis e ácidos alifáticos, que atuam nos alimentos desenvolvendo cor e sabor típicos, inibindo o desenvolvimento de bactérias, evitando o ranço e promovendo a conservação dos produtos. A composição da fumaça e, portanto, o seu efeito, depende dos seguintes fatores:

- Temperatura de queima;
- Presença de ar;
- Tipo e quantidade de madeira queimada em relação ao tempo e
- Distância do produto à fonte de fumaça.

A fumaça depositada na superfície dos produtos inibe o crescimento de vários tipos de bactérias, mas não é efetiva contra mofos. A defumação, por si só, não atua 100% no processo de conservação, devendo ser sempre aliada a outras técnicas. No caso das carnes, por exemplo, o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

(RIISPOA) define os produtos defumados como aqueles que, após o processo de cura, são submetidos à defumação, para lhes dar cheiro e sabor característicos, além de um maior prazo de vida comercial por desidratação parcial (BRASIL, 1952). Portanto, para segurança do consumidor, os produtos cárneos devem ser curados previamente.

A fumaça tem um efeito conservante que, associado ao calor, resulta na redução da umidade, essencial no controle do desenvolvimento de microrganismos. Muitos componentes da fumaça têm efeito bactericida e desinfetante. Ainda há na fumaça o efeito dos fenóis que, por serem antioxidantes, inibem a oxidação das gorduras e evitam o sabor de ranço.

(BREISSAN *et al*, 2007).

Durante a estocagem, os componentes da fumaça tendem a descolorir a carne defumada, destruindo-lhe os pigmentos. A defumação também afeta outras propriedades da carne, por exemplo:

- Os ácidos orgânicos depositados abaixam-lhe o pH;
- A rancificação oxidativa e a hidrólise da gordura são retardadas pela presença da fumaça na carne;
- A solubilidade e o comportamento eletroforético das proteínas também são afetados pela defumação, que modifica alguns grupos funcionais, como as sulfidrilas;
- A resistência mecânica da película envoltória é maior, quando é aumentado o teor de fumaça na superfície da carne.

2.3.1 Processos de geração de fumaça

Existem inúmeros de produção de fumaça, desde os mais simples (método empírico) e tradicionalmente empregados no meio rural, até processos muito sofisticados, utilizados pelas indústrias modernas. No método empírico realiza-se a defumação sem controle, queimando-se a madeira, o cavaco ou a serragem debaixo da carne ou do pescado. Em sistemas mais industrializados, a fumaça é conduzida por tubulações especiais aos fumeiros. No gerador de fricção, os pedaços de madeira são pressionados sobre um disco giratório. A deposição eletrostática da fumaça é outra variante do processo.

- Produção de fumaça por queima da serragem

A queima lenta de serragem umedecida, sem produzir chama, é considerada como um processo convencional de produção de fumaça. O fumeiro, de altura suficientemente elevada a ponto de distanciar o foco de combustão, desde que se requeira o aumento de temperatura, tem o calor transmitido através de vapor, gás, eletricidade ou óleo combustível. A circulação do ar e a regulação do ambiente em geral contam com a ajuda de uma chaminé (PARDI, 1994).

- Produção da fumaça por fricção

No sistema de fricção, um tronco de aproximadamente um metro de comprimento e 15 cm de largura é mantido verticalmente, com a fricção de uma placa na sua superfície à razão de 1700 rpm. Como a intensidade do atrito se origina o calor responsável pela pirólise da madeira. Os fragmentos resultantes da fricção caem em um recipiente com água e a fumaça é encaminhada para uma câmara. A água contida no recipiente impede a combustão daqueles fragmentos.

Um sistema de pesos no topo da madeira regula o grau de fricção e a densidade da fumaça produzida. O maior custo da madeira em relação à serragem, o barulho da operação e a demanda para manutenção mecânica é compensada pela conveniência, limpeza e facilidade de mecanização (KLETTNER, 1979).

- Produção de fumaça por via úmida ou vapor

No processo descrito por KLETTNER (1980), inicialmente é misturado vapor de baixa pressão (1,3 bar) com ar, que é encaminhado ao reaquecedor. Nesta altura, a temperatura pode ser ajustada em torno de 300 a 400°C. A entrada de ar é regulada. A serragem é levada por uma espiral transportadora até a área onde a mistura superaquecida de vapor, água e ar flui, induzindo a combustão. O vapor funciona como veículo para as substâncias derivadas da pirólise, as quais se precipitam sobre o produto a defumar.

A fumaça, úmida devido ao esfriamento, vai para a câmara de defumação por meio de condutores, com uma temperatura inicial de 80°C. O fumo assim obtido pode ser empregado tanto na defumação a quente como a frio, neste último caso, em seguida à refrigeração.

2.3.2 Técnicas de defumação

O tempo de permanência no fumeiro, bem como a temperatura máxima a ser atingida, depende do produto, da sua espessura ou diâmetro e do tipo do defumador (TAB.1). Apesar da defumação quase sempre estar associada à aplicação do calor, em alguns países pratica-se a defumação a frio, que é um método que utiliza temperaturas muito baixas.

TABELA 1
Relação tempo / temperatura de defumação

Produto	Tempo de permanência (hora)	Temperatura interna do produto (°C)
Lingüiça	3 a 4	65 a 70
Mortadela	9 a 13	70 a 80
Presunto tender	10 a 12	defumação a frio

Fonte: GUILLÉN et al (1996).

- Fumaça líquida

Devido ao fato de terem sido detectados compostos cancerígenos na fumaça provenientes da combustão da lignina em temperatura superior a 250°C, foram desenvolvidas em laboratório fumaças sem essas substâncias. É o caso da fumaça líquida, atualmente usada em banho de imersão, chuveiro, ou que é colocada diretamente na massa do produto a ser defumado. Industrialmente ela pode ser totalmente sintetizada ou obtida da redistilação de condensados da combustão da madeira. O âmbito de aplicação das fumaças líquidas é muito amplo, sendo principalmente utilizadas em carnes (bovina, suína e aves), carnes processadas, pescados, queijos, podendo-se estender, por sua grande versatilidade, a uma grande variedade de alimentos que tradicionalmente não se defumam, como: temperos, sopas, vegetais enlatados, ou condimentos (GUILLÉN et al., 1996).

As fumaças líquidas reduzem os problemas associados com o método tradicional de defumação, além de proporcionar uniformidade de sabor e cor, sem o inconveniente uso de serragem e limpeza dos fumeiros. Os problemas de poluição utilizando fumaça de lenha também são eliminados, visto que o alcatrão, resina e o 3,4-benzo(a)pireno são extraídos nas fumaças líquidas por envelhecimento e filtragem. Várias indústrias americanas, canadenses e européias vêm desenvolvendo extensas linhas de fumaça líquida disponíveis para peixes, mariscos, alimentos marinhos, carnes, aves e outros setores da indústria alimentícia desde 1960, somando mais de 40 patentes (SCHINDLER, 1994).

A composição da fumaça líquida comercial é muito variável, pois depende principalmente da fonte de fumaça (madeira utilizada). Informações sobre os componentes que constituem a fumaça líquida são muito importantes para estabelecer relações entre suas propriedades sensoriais com a estabilidade de sua estocagem e com o produto final defumado (MÖHLER, 1980).

- Vida de prateleira

Além do efeito dos compostos químicos, a exposição do alimento ao calor e à presença do sal favorece a desidratação do produto, conferindo ao método a garantia de proporcionar longos prazos de validade. Dependendo do grau de desidratação e do teor de sal, os produtos defumados podem ser mantidos à temperatura ambiente. Como exemplo, carnes defumadas por longos períodos podem ser guardadas em locais secos e bem ventilados por até seis meses, desde que estejam bem protegidos da luz e do ataque de insetos.

2.4 Conservação pelo calor

A utilização do calor na conservação de alimentos tem como fundamento os efeitos destrutivos das altas temperaturas sobre os microrganismos. O calor denatura as proteínas e inativa as enzimas necessárias ao metabolismo microbiano, destruindo desta forma parte ou toda flora bacteriana. Entretanto, o calor não possui efeito residual, isto é, depois de terminada a sua ação, pode ocorrer a “recontaminação” do produto.

Existem diversos tratamentos térmicos que podem ou devem ser usados de acordo com as características do alimento, tipo e forma dos microrganismos presentes, condições ambientais durante o tratamento e prazo de validade pretendido para o produto. Como citado por GAVA (1984): “se não chegar a destruir todos os microrganismos, deve o tratamento térmico destruir aqueles mais prejudiciais e retardar ou prevenir o crescimento dos sobreviventes”.

Embora o cozimento, a fritura e outras formas de aquecimento sejam utilizadas no preparo de refeições, os processos considerados pela tecnologia de alimentos para conservação de produtos são aqueles que dependem de procedimentos de controle, tais como branqueamento, pasteurização, esterilização, etc.

2.4.1 Branqueamento



Algumas enzimas presentes nos alimentos *in natura* podem causar reações de deterioração que causam escurecimento ou alterações sensoriais e/ou nutricionais indesejáveis, principalmente no período do armazenamento. O branqueamento é o tratamento térmico usualmente aplicado no processamento de vegetais (frutas e hortaliças), principalmente com o objetivo de inativar tais enzimas, fixar cor e reduzir a carga microbiana (FIG. 3).

FIGURA 3 - Branqueamento favorece fixação da cor dos vegetais

Fonte: <http://www.digitalphoto.pl/foto_galeria/2236_2006-0125.jpg>. Acesso em: 10 out. 2007.

O branqueamento também promove o amaciamento dos tecidos vegetais, facilitando o envase, e remove ar dos espaços intercelulares, auxiliando, assim, a etapa de exaustão (retirada do ar do produto e do espaço livre das embalagens, antes do fechamento). A remoção de ar pode, ainda, alterar o comprimento da onda da luz refletida no produto, como ocorre em ervilhas, que adquirem uma cor verde mais brilhante (AZEREDO, 2004).

Além disso, o branqueamento propicia um cozimento parcial do tecido vegetal, tornando a membrana celular mais permeável à passagem de vapor de água, resultando, no caso de secagem posterior, em taxas mais elevadas de secagem e melhora da textura do produto acabado (AGUIRRE et al., 1982).

A operação de branqueamento consiste em mergulhar os vegetais em água, a temperaturas pré-determinadas ou aplicar vapor fluente ou superaquecido. O tempo e a temperatura variam conforme o tipo de matéria-prima, a carga microbiana inicial, a dimensão e a forma do material a ser branqueado, o método de aquecimento e o tipo de enzima a ser inativada. A TAB. 2 apresenta, como exemplo, alguns tempos de branqueamento considerando-se a água a 100°C e os vegetais previamente limpos.

TABELA 2
Tempo de branqueamento de alguns vegetais

Vegetal	Tempo de branqueamento (min) em água a 100°C
Aspargos	
0,8cm esp.	2
1,7cm esp.	4
Vagens	
Pequenas	1,5
Médias	2,5
Grandes	3,5
Brócolis	2,5
Milho	2,5
Ervilhas	1,5
Espinafre	1,5

Fonte: AGUIRRE et al. , 1982

Após serem submetidos ao branqueamento, os vegetais devem ser, necessariamente, resfriados o mais rápido possível, para evitar a contaminação por microrganismos termófilos e excesso de cozimento, o que poderia comprometer a textura. O resfriamento é geralmente realizado imergindo-os em banho de água e gelo ou por meio de aspersão de água fria.

2.4.2 Pasteurização

A pasteurização é um tratamento térmico relativamente suave que utiliza temperaturas inferiores a 100 °C, cujo objetivo principal é a destruição de microrganismos patogênicos associados ao alimento em questão. Lembramos aqui que microrganismos patogênicos são mesófilos, isto é, têm o seu ótimo de atuação em torno dos 36°C, não resistindo a temperaturas superiores a 65°C. O método recebeu este nome em homenagem a Louis Pasteur, o primeiro a perceber que havia a possibilidade de eliminar microrganismos deterioradores em vinho por meio da aplicação de calor.

Tudo começou quando Pasteur foi convidado a resolver um problema que assolava a indústria francesa de bebidas. Em 1856, uma vinícola corria o risco de fechar, pois o vinho produzido logo se transformava em vinagre. Os produtores de cerveja também se queixavam do sabor azedo do produto. Após realizar algumas experiências, o cientista observou que a presença de microorganismos no ar, e não no vinho ou na cerveja – conforme pensavam os fabricantes – alterava a qualidade da produção.

Em 1864, ao descobrir que os microorganismos não resistem a altas temperaturas, Pasteur empregou seu novo método: aqueceu as bebidas entre 58 e 75°C e depois as resfriou rapidamente. Ele aplicou essa técnica na produção de vinho e de cerveja, mas somente no século 20 a pasteurização foi realizada no leite, com sucesso.

O processo atua também inativando enzimas e destruindo bactérias vegetativas, bolores e leveduras sem, contudo, modificar significativamente o valor nutritivo e as características organolépticas do alimento submetido a esse tratamento. Entretanto, não destrói todas as formas vegetativas presentes. É capaz de prolongar a vida de prateleira dos alimentos por alguns dias, como no caso do leite, ou por alguns meses, como ocorre com vegetais em conserva, em função da redução das taxas de alterações microbiológicas e enzimáticas.

Se o objetivo é prevenir deterioração, a pasteurização deve ser seguida por outros tratamentos como: refrigeração, congelamento, aditivos químicos, fermentação, embalagens adequadas, etc. É indicada para o leite, creme de leite, manteiga, sucos de frutas, sorvetes, embutidos, compotas, cerveja, dentre outros.

Os tempos e as temperaturas de pasteurização dependem do método e do produto a ser tratado. Das muitas combinações e correlações de tempo/temperatura, resultam vários tipos de pasteurização e, portanto, de pasteurizadores. Equipamentos que podem ir desde os modelos mais simples até aos mais complexos, com comandos automáticos, sistemas registradores e variados aparelhos de precisão (HARPER; HALL, 1976).

- Tipos de pasteurização:

Pasteurização lenta: utiliza-se temperatura baixa por longo período de tempo (65°C por 30 minutos). O processo é mais conhecido pela sigla em inglês: LTLT, que significa “*Low Temperature, Long Time*”.

Pasteurização rápida: aplica-se temperatura alta e tempo curto (75°C durante 15 a 20 segundos). Na língua inglesa a sigla é HSTS – “*High Temperature, Short Time*”.

No caso do leite, a legislação brasileira permite a aplicação dos dois processos: pasteurização rápida, realizada a temperaturas entre 72 e 75°C por 15 a 20 segundos, e pasteurização lenta, entre 62 e 65°C durante 30 minutos. Na pasteurização rápida são utilizados pasteurizadores de placas dotados de painel de controle com termo-registrador e termo-regulador automáticos, válvula automática de desvio de fluxo, termômetros e torneiras de prova. O tratamento térmico é imediatamente seguido de resfriamento até temperatura igual ou inferior a 4°C e envase em menor tempo possível, sob condições que minimizem contaminações durante o processo.

Se o leite não for devidamente aquecido, a válvula de desvio de fluxo deverá comandar a passagem do leite para o tanque alimentador, isto é, o leite retorna à entrada do pasteurizador devendo atingir a temperatura e o tempo necessários para garantir a eficiência da pasteurização. Este tipo de tratamento térmico é muito utilizado para leite in natura, creme de leite e leite para a fabricação de queijos.

Segundo a Instrução Normativa nº 51 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2002), a pasteurização lenta pode ser adotada na produção de leite pasteurizado

para abastecimento público em estabelecimentos de laticínios de pequeno porte, entretanto, a pasteurização lenta de leite previamente envasado não é permitida em estabelecimentos sob inspeção sanitária federal. O serviço de inspeção federal (SIF) atua nos estabelecimentos que praticam comércio internacional ou interestadual, ficando os demais sob inspeção estadual ou municipal, conforme comercializem seus produtos entre os municípios de um mesmo Estado ou dentro do município em que estão instalados, respectivamente. (BRASIL, 1989).

Ultrapasteurização: utiliza-se temperaturas muito altas, que vão de 130°C a 150°C, durante 3 a 5 segundos. O método é geralmente denominado por UHT, que corresponde a “*Ultra High Temperature*”, ou longa vida.

Existem em operação no país dois tipos de equipamentos de ultrapasteurização: aqueles de aquecimento direto e os de aquecimento indireto.

No processo de aquecimento direto, o vapor é injetado no produto, fluindo para produzir a exigida temperatura de ultrapasteurização. Este processo causa uma diluição aproximada de 10% no volume do produto devido ao vapor condensado. A diluição é compensada, durante o resfriamento, quando o produto quente é borrifado dentro de uma câmara de vácuo para promover sua evaporação.

Já no processamento por aquecimento indireto, existe uma superfície de separação entre o elemento de aquecimento e o produto, por meio da qual se faz a troca de calor.

A combinação das tecnologias de ultrapasteurização do leite, de envase asséptico em embalagem cartonada especialmente desenvolvida para essa finalidade e da retirada do ar no momento do fechamento, torna o leite longa vida um produto isento de contaminação bacteriana. Desta forma, o leite pode ser mantido fora da geladeira, antes de aberto, por até 180 dias após o envase. Esse prazo de validade é estabelecido pelo fabricante, o que explica sua diversidade dentre as diferentes marcas (MILKENET, 2007).

Depois de aberta a embalagem longa vida (caixinha), rompe-se a barreira protetora e o leite entra em contato com o meio externo. Então, é necessário mantê-lo sob refrigeração para inibir a ação dos microrganismos. É recomendável que o leite longa vida seja consumido, no máximo, em até 3 dias.

Informações sobre a embalagem do leite longa vida;

A embalagem do leite longa vida (caixinha) é a Tetra Brik® Aseptic. Ela é composta por seis camadas de proteção, de fora para dentro: uma camada de polietileno para proteger a embalagem contra a umidade externa; uma camada de papel que confere estrutura e resistência à embalagem; uma camada de polietileno para aderência entre as camadas internas; uma camada de alumínio para evitar a passagem de oxigênio, luz e microrganismos; e, por fim, duas camadas de polietileno que evitam todo e qualquer contato do leite com os materiais internos da embalagem. O resultado é uma embalagem de alta qualidade que, além de proteger o alimento contra a ação da luz, ar, água e microrganismos, evita que o aroma natural do produto se dissipe, mantendo assim a integridade do alimento por mais tempo.

2.4.3 Tindalização

O nome desse processo é uma referência ao físico inglês John Tyndall (1820-1893), que utilizou o aquecimento descontínuo para a eliminação de bactérias esporulantes. É um método pouco usado por ser demorado e caro, porém, interessante.

Após o acondicionamento em recipiente fechado, o produto é submetido ao tratamento térmico. Dependendo de cada produto e do rigor térmico desejado, as temperaturas variam de 60 a 90 °C, durante alguns minutos. As células bacterianas que se encontram na forma vegetativa são destruídas, porém os esporos sobrevivem. Depois do resfriamento, os esporos entram em processo de germinação e depois de 24 horas a operação é repetida. O número de operações pode variar de 3 a 12 vezes até a obtenção da esterilização completa. A vantagem desse processo é que podem ser mantidos praticamente todos os nutrientes e as qualidades organolépticas do produto, em proporções maiores do que quando se utilizam outros tipos de tratamentos térmicos.

2.4.4 Esterilização

Consiste na destruição completa dos microrganismos. Para alcançá-la, torna-se necessário o uso de tratamentos enérgicos que afetam a qualidade do alimento. Em alimentos apertizados (enlatados), a esterilização nunca é absoluta e, por isso, os termos “comercialmente estéril”, ou “estéril” são comumente utilizados.

2.4.5 Esterilização comercial

É uma expressão que tem sido empregada na indústria de alimentos processados para dizer que o alimento teve sua população de microrganismos reduzida para um limite seguro, o que não implica numa destruição absoluta de todos os microrganismos, como o termo "esterilização" sugere. Nesta prática definiu-se um microrganismo patogênico alvo, e o alimento é processado de forma que a probabilidade de sobrevivência desse microrganismo seja inferior a um dado valor que se admita como seguro. Em geral, o tratamento aplicado reduz em 12 vezes a população inicial, por exemplo, de 10^8 para 10^4 microrganismos por embalagem.

Os alimentos comercialmente estéreis podem conter um pequeno número de esporos bacterianos termorresistentes, que não se multiplicam no alimento. A maior parte dos alimentos enlatados é comercialmente estéril, tendo uma vida de prateleira de pelo menos dois anos. Mesmo após períodos mais longos de estocagem, sua deterioração, geralmente, ocorre devido a alterações não microbiológicas.

Para reduzir os danos sensoriais e nutricionais aos alimentos tratados pelo calor, o melhor é submetê-los ao menor tempo possível de exposição à fonte de aquecimento a temperaturas mais altas. Isso minimiza as possíveis perdas nutricionais e sensoriais e atinge bons resultados no que se refere à segurança microbiológica.

2.4.6 Apertização

Esse processo foi inventado por um confeitoiro parisiense, Nicolas Appert, que em 1809 ganhou o prêmio de 12.000 francos em um concurso proposto pelo imperador Napoleão. A invenção consistia em um método para conservar alimentos acondicionando os produtos elaborados em jarros hermeticamente fechados com rolhas e, então, aplicar calor por meio de banho-maria por um determinado período de tempo.

Atualmente, os produtos já elaborados e envasados em latas, vidros, plásticos ou outros materiais resistentes ao calor, são submetidos a temperaturas e tempos determinados cientificamente para atingir a esterilização comercial.

2.4.7 Principais fatores que afetam o tratamento térmico

- Qualidade e quantidade dos microrganismos a destruir – devem ser identificadas e avaliadas as diferenças entre as espécies, entre as formas vegetativas e resistência (esporos¹);
- pH do produto – do ponto de vista do tratamento térmico, os alimentos podem ser classificados como ácidos (pH abaixo de 4,5) ou de baixa acidez (com pH igual ou maior que 4,5).

Produtos ácidos, como tomates e frutas, podem ser processados por aquecimento em água fervente, em cozinhadores, enquanto que os alimentos de baixa acidez (ervilha, milho, feijão, carnes, etc.) requerem altas temperaturas sob pressão de vapor.

A principal diferença entre os dois tipos de tratamento está no fato de que, para produtos de baixa acidez, o processamento deve ser suficiente para eliminar os esporos do *Clostridium botulinum*, um bacilo anaeróbico e bastante resistente a temperaturas elevadas. Sua toxina provoca o botulismo, cujos sintomas são: visão dupla, dificuldade em falar, engolir e respirar, podendo levar à parada cardíaca e à morte. A intoxicação manifesta-se de 12 a 36 horas após a ingestão do produto contaminado.

É interessante observar que determinados produtos de baixa acidez, como alcachofra e cebola, são tão delicados que o processamento a altas temperaturas poderia afetar sua qualidade. Por isso, adiciona-se ácido cítrico ou vinagre para baixar o pH até um ponto em que o processamento em água fervente se torna suficiente.

O palmito, ao natural, também apresenta baixa acidez (pH 5,6 - 6,2), o que pode possibilitar na conserva pronta o crescimento de *Clostridium botulinum*. No seu processamento, portanto, um dos fatores mais importantes é a acidificação da conserva a um pH $\leq 4,3$, pela adição de ácidos permitidos para uso em alimentos, como acético, cítrico, fosfórico, tartárico, láctico e málico. O objetivo é inibir o desenvolvimento desta bactéria e evitar qualquer risco à saúde dos consumidores.

Nas frutas e tomates, entretanto, a alta acidez dos produtos elimina a possibilidade de desenvolvimento desse microrganismo, não havendo, desta forma, a produção da toxina botulínica, embora os esporos possam estar presentes e sobreviver (GAVA, 1984).

- Velocidade de penetração do calor da periferia até o centro do vasilhame – essa velocidade é influenciada pela forma, tamanho, condutibilidade do material do recipiente, tipo de alimento, composição da salmoura ou xarope e pré-cozimento.
- Duração do aquecimento e temperatura atingida – é compreensível que, sendo mais alta a temperatura ou mais longo o tempo de aquecimento, mais perfeita é a esterilização. Porém, esses parâmetros não podem ser usados em excesso porque o processo se torna antieconômico e prejudica as características do produto acabado (textura, sabor, valor nutricional).
- Temperatura inicial do produto – o pré-aquecimento ou o acondicionamento do alimento já aquecido encurta o tempo de esterilização, principalmente daqueles produtos que não são bons condutores de calor.

Esporos são estruturas produzidas por fungos e algumas bactérias que tem a finalidade de resistir a condições ambientais extremas e reproduzir, germinando e criando um novo organismo.

- Sistema de aquecimento e resfriamento – já provado experimentalmente que a rotação dos recipientes (10 rpm) melhora a transmissão do calor e torna possível a redução do tempo de aquecimento e/ou resfriamento.

2.5 Conservação pelo frio

O frio é um dos métodos mais utilizados para a conservação dos alimentos, sejam alimentos de origem animal, ou vegetal, porque inibe ou retarda a multiplicação dos microrganismos, além de retardar, também, as reações químicas e enzimáticas.

2.5.1 Refrigeração

A refrigeração é todo processo de redução de temperatura de uma substância dentro de um espaço fechado. Em termos gerais, os princípios da refrigeração se baseiam em três tipos de efeitos físicos observados em fenômenos naturais: a transmissão termodinâmica que provoca o resfriamento de substâncias postas em contato com corpos a baixas temperaturas; o aumento de temperatura provocado pela evaporação de certas substâncias; e a queda de temperatura provocada pela rápida expansão dos gases.

Os sistemas de refrigeração são utilizados principalmente para armazenar alimentos a baixas temperaturas inibindo assim a ação de bactérias, das reações de fermentação e o aparecimento do bolor provocado pela multiplicação de fungos, bem como para manter uma temperatura estável em máquinas e equipamentos em geral, melhorando o rendimento dos mesmos.

A aplicação do processo de refrigeração a uma grande variedade de produtos, atendendo aos princípios de conveniência, praticidade e alimentação saudável, permite sua conservação e oferta a custos adequados. No caso dos hortifrutícolas, por exemplo, a aplicação da “cadeia de frios” é uma boa forma para se manter a qualidade dos vegetais.

Define-se cadeia de frios como um sistema de resfriamento que controla a temperatura à qual o produto é exposto, desde a colheita ou logo após o abate do animal, até o consumo final. Ela pode ser entendida como uma rede de cooperação entre produtor, atacadista e consumidor, em que o produto deve ser manipulado.

Para transportar produtos conservados por cadeia de frio, é preciso estabelecer um desequilíbrio térmico entre o interior do contêiner e o meio ambiente. Essa diferença de temperatura implica uma transferência de calor entre o ambiente externo e o ambiente interno, que ocorre de três formas simultâneas:

- Por condução – transferência direta (contato);
- Por convecção – fluxo de calor através do movimento de material (ar);
- Por radiação – transmissão de energia radiante (sol, infravermelho).

- Temperatura de refrigeração

A temperatura utilizada na refrigeração tem importância na conservação do produto. Assim, a 5°C, temperatura comum de refrigeração, um produto poderá ser conservado por cinco dias, ao passo que, se for mantido a 15°C, poderá se deteriorar em apenas um dia. A TAB. 3 mostra a durabilidade de alguns alimentos, em função da temperatura de armazenamento.

TABELA 3
Tempos de conservação em função da temperatura

Alimento	Período médio de armazenamento em dias		
	0°C	22°C	38°C
Carne	6-10	1	< 1
Peixe	2-7	1	< 1
Carne de galinha	5-18	1	< 1
Frutas	2-180	1-20	1-7
Verduras	3-20	1-7	1-3
Sementes secas	1.000 ou mais	350 ou mais	100 ou mais

Fonte: GAVA, 1984

Em vista dos dados da TAB 3, é fácil compreender que as temperaturas de refrigeração devem ser selecionadas em função do produto, do tempo e das condições do armazenamento. Por exemplo, a temperatura mínima para estocagem do mamão é determinada pela sua susceptibilidade à injúria pelo frio. Temperaturas compreendidas entre 9 e 12°C são geralmente as mais utilizadas para o seu armazenamento. Durante o período no qual o mamão permanece sob refrigeração, várias alterações metabólicas são observadas, como mudanças na taxa respiratória, nos conteúdos de clorofila e carotenóides na casca, firmeza da polpa e perda de massa (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

2.5.2 Congelamento

O congelamento paralisa a atividade dos microorganismos interrompendo os processos vitais, naturais ou de degeneração dos alimentos, e estes permanecem em estado de suspensão até o descongelamento. Como em outros métodos de conservação, os microorganismos comportam-se de maneira variável durante o congelamento. Os cocos são mais resistentes do que os bacilos Gram-negativos. Entre os causadores de doenças de origem alimentar, as salmonelas são menos resistentes do que o *S. aureus* ou células vegetativas de clostrídios, com os esporos e toxinas bacterianas não sendo afetados por baixas temperaturas.

Existem diferentes métodos de congelamento, mas os melhores exigem rápida redução da temperatura visando preservar as características sensoriais do alimento, tais como, aparência, sabor, cor, textura e odor. É considerado um processo de conservação caro, pois há necessidade de manter o produto à baixa temperatura desde a produção, estocagem, distribuição e armazenamento na casa do consumidor.

O congelamento pode ser feito de modo lento ou rápido. No congelamento lento (3 a 12 horas), a temperatura vai decrescendo gradativamente até chegar ao valor desejado. Geralmente são formados cristais de gelo tanto no interior da célula como nos espaços intercelulares do produto. Esses cristais, por serem grandes, costumam romper as paredes da célula, comprometendo a textura do alimento congelado. No congelamento rápido devido, ao abaixamento brusco da temperatura, há formação de cristais bem pequenos, que não comprometem a qualidade final do alimento.

A escolha da temperatura de armazenamento depende principalmente do aspecto econômico e do tipo de produto. Na prática, as temperaturas mais usadas estão no intervalo entre -10°C a -40°C.

- Métodos de congelamento

- Congelamento com uso de ar sem movimento

No método sem movimentação de ar, os produtos ficam na câmara até o congelamento. O tempo necessário para o congelamento depende da temperatura da câmara, da qualidade do alimento, da temperatura inicial do alimento (ao entrar na câmara) e do tipo, tamanho e forma do produto a congelar. É um método barato, porém, muito lento. É o tipo encontrado nas geladeiras domésticas, onde a temperatura final varia de -10°C a -20°C. O tempo de congelamento pode levar horas.

- Congelamento com ar forçado

Nesse processo são instalados ventiladores na câmara de congelamento. O ar, bastante frio, movimenta-se à alta velocidade, produzindo um congelamento relativamente rápido. Este sistema de ar insuflado pode ocorrer dentro de uma câmara, em um túnel ou oposta ao movimento do produto. Uma das desvantagens é a possibilidade de ocorrência de desidratação.

- Congelamento contínuo em leito fluidizado

Aqui os alimentos são congelados individualmente em túneis tipo IQF (Individually Quick Frozen). O princípio de funcionamento deste equipamento se baseia em um túnel com uma esteira perfurada que passa no seu interior, sobre a qual flutuam os produtos, impulsionados pelo ar frio forçado por baixo da esteira. De maneira geral, dependendo do tamanho do produto e da temperatura do ar, o tempo de congelamento varia entre 3 a 8 minutos. A refrigeração é do tipo mecânico, com o ar resfriado em torno -30 a -40°C. Este equipamento tem custo elevado, é muito versátil, servindo para várias frutas pequenas: cerejas, framboesas, amora, etc., além de vegetais diversos como: brócolis, milho em grão, ervilha, etc. Portanto, o investimento só terá retorno se utilizado durante todo ano e com produtos de alto valor agregado. O equipamento é altamente compacto e de grande produção, uma vez que é alimentado continuamente por uma camada espessa de produtos.

- Congelamento por contato indireto

É realizado colocando-se o alimento em contato com uma placa resfriada por uma substância refrigerante. Existem também outros sistemas de congelamento por contato indireto, como os que utilizam os trocadores de calor de superfície raspada, que congelam substâncias líquidas ou purês muito rapidamente.

- Congelamento por imersão

O congelamento, quase que instantâneo, ocorre por imersão direta do alimento dentro do meio refrigerante ou por pulverização do líquido sobre o produto. O líquido refrigerante deve ser limpo, puro, atóxico e não apresentar odores e sabores. Geralmente são utilizados líquidos com baixo ponto de congelação, como soluções de cloreto de sódio, açúcar e glicerol. O congelamento criogênico, com uso de nitrogênio líquido (-196°C), ou dióxido de carbono líquido (-80°C) é um tipo de congelamento por imersão, muito eficiente, que gera produtos de alta qualidade, uma vez que as suas características ficam praticamente inalteradas. Isto se deve à formação de micro-cristais de gelo, o que evita possíveis danos à estrutura das paredes celulares e faz com que o alimento readquira a mesma consistência e aparência original após o degelo.

Apesar do custo do equipamento (túnel com nitrogênio ou gás carbônico) ser baixo, o produto final tem custo elevado, devendo ser utilizado apenas quando se tem alta agregação de valor. O princípio de funcionamento é baseado na expansão desses gases dentro de um túnel, onde os produtos a serem congelados são colocados separados sobre uma esteira. Também existe uma versão onde o congelamento se dá por batelada em uma câmara fechada. O alto custo é provocado pela perda do gás o qual não é recuperado.

- Estabilidade dos alimentos congelados

Alguns fatores que afetam a vida de prateleira de um alimento congelado são os tratamentos a que é submetido antes do congelamento, o tipo de embalagem, a temperatura, as flutuações na temperatura de armazenamento e as condições para o descongelamento desse alimento. A TAB. 4 mostra o tempo de armazenamento de alguns produtos congelados.

TABELA 4
Tempo de armazenamento de alguns tipos de carne

Produto	Congelamento a -17,8°C
Carnes <i>in natura</i>:	
Embutidos	1-2
Carnes diversas	3-4
Carne moída	2-3
Costeleta (carneiro e porco)	3-4
Bifes	8-12
Carnes processadas:	
Bacon	1
Presunto (inteiro)	1-2
Presunto (metade)	1-2
Presunto (fatias)	1-2
Embutidos defumados	Não se recomenda o congelamento
Embutidos secos e semi-secos	Não se recomenda o congelamento
Carnes cozidas:	
Carnes cozidas e pratos a base de carne	2-3
Caldo de carne	2-3
Carne fresca de aves	
Frango e peru	12
Pato e ganso	6
Carne cozida de aves	
Pedaços com caldo	6
Pedaços não cobertos	1
Pratos a base de carne e frango	6
Frango frito	4

Fonte: BANWART (1989)

2.6 Conservação por desidratação

Uma das principais causas da deterioração de alimentos frescos e processados é a quantidade de água livre neles presentes. A diminuição da atividade de água de legumes, frutas e hortaliças pode ser obtida por intermédio das técnicas de desidratação, com conseqüente redução de peso, maior estabilidade e menor custo de estocagem dos produtos.

Atualmente, são consumidos diversos produtos desidratados e de alguns anos pra cá, verificamos uma grande diversificação e aplicação dos mesmos. Sopas instantâneas, sucos em pó, barras de cereais com frutas secas, maçã desidratada crocante e tomate seco em conserva são alguns exemplos.

Industrialmente a desidratação é definida como secagem (retirada de água) pelo calor produzido artificialmente sob condições de temperatura, umidade e corrente de ar, cuidadosamente controladas. Em resumo, o aumento da temperatura do produto a ser desidratado força a evaporação da água, enquanto a circulação do ar remove a umidade evaporada. O termo dessecação tem em essência o mesmo significado de desidratação sendo, porém, mais genérico e às vezes usado como referência a produtos secos ao sol.

Alimentos secos, desidratados ou com baixa umidade, denominados LMF (*Low Moisture Foods*) são os que apresentam, geralmente, teor de umidade inferior a 25% e atividade de água inferior a 0,60. Nesta categoria estão incluídos os alimentos secos tradicionais e os alimentos liofilizados. Os alimentos que apresentam atividade de água entre 0,60 e 0,85 são denominados alimentos com umidade intermediária ou IMF (*Intermediate Moisture Foods*).

- Equipamentos de desidratação

Existem diversos tipos de desidratadores. A escolha de um determinado tipo é ditado pela natureza do produto que vai ser desidratado, pela forma que se deseja dar ao produto processado, pelo fator econômico e pelas condições de operações.

Os equipamentos de secagem podem ser classificados de acordo com o fluxo de carga e descarga (contínuo ou descontínuo); pressão utilizada (atmosférica ou vácuo); métodos de aquecimento (direto ou indireto); ou ainda de acordo com o sistema utilizado para fornecimento de calor (convecção, condução, radiação, ou dielétrico).

A liofilização e a secagem por atomização são algumas das técnicas de desidratação utilizadas atualmente e sua principal vantagem é a obtenção de produtos finais com qualidades excepcionais. São técnicas que envolvem tecnologias mais avançadas e custos elevados de implantação e por isso permanecem fora do alcance da maioria dos empresários.

Assim, intensificou-se o surgimento de fábricas produzindo frutas e vegetais desidratados pelo sistema convencional, ou seja, com a utilização de secadores com circulação forçada de ar quente. Aqui no Brasil, entre as frutas secas, a banana passa é a mais conhecida dos consumidores, mas o mercado nacional e internacional vem se abrindo para outras frutas secas como a maçã, o abacaxi, o mamão, a manga, entre outras.

- Desidratação osmótica

Uma técnica que tem sido muito estudada em nível acadêmico, mas pouco posta em prática, é a desidratação osmótica. Consiste na remoção parcial de água pela pressão ocasionada quando se coloca o produto em contato com uma solução hipertônica de solutos (açúcar ou sal), diminuindo assim a atividade de água e aumentando a sua estabilidade, em combinação com outros fatores como controle de pH, adição de aditivos químicos conservadores, etc.

Devido à diferença de concentração entre o agente osmótico (açúcar ou sal) e a fruta, por exemplo, são criados dois fluxos simultâneos em contra corrente, através das paredes celulares: um da água que sai da fruta para a solução – o mais importante do ponto de vista da desidratação – e outro de soluto (sal ou açúcar) da solução para a fruta.

Semelhante à desidratação clássica, permite a concentração parcial do material celular de frutas e legumes, com um mínimo de prejuízo em relação ao uso de calor. Surge também como opção à padronização da técnica de secagem para a obtenção de produto com textura, cor e sabor adequados, além de possibilitar redução de perdas pós-colheita aplicável a médios e, principalmente, pequenos produtores.

Tratamentos osmóticos estão sendo usados principalmente como pré-tratamento introduzido em alguns processos convencionais, tais como secagem a ar convectivo, microondas e liofilização, a fim de melhorar a qualidade do produto final, reduzir custos de energia ou mesmo formular novos produtos.

2.7 Irradiação de alimentos

Trata-se de um método físico de conservação comparável à pasteurização térmica, ao congelamento ou enlatamento, capaz de prolongar a vida-de-prateleira de frutas, legumes, carnes, milho, leite, café e ervas medicinais, etc. Preserva a qualidade sem alterar o sabor, a aparência ou o aroma dos alimentos e não apresenta qualquer risco de contaminação por radiação, pois em nenhum momento os produtos a serem preservados entram em contato direto com a fonte de irradiação. O alimento, portanto, não se torna radioativo (HERNANDES et al., 2003). A grande vantagem do processo é a eliminação de agentes patogênicos e outros microrganismos que deterioram os alimentos, podendo ser empregado, ainda, para eliminar insetos e retardar o processo germinativo em produtos vegetais (LAGUNAS-SOLAR, 1995).

A irradiação começou a ser utilizada logo após a descoberta da radioatividade pelo francês Henry Becquerel, em 1895. Dez anos mais tarde, as primeiras patentes desse processo com a finalidade de eliminar bactérias foram adquiridas nos Estados Unidos e na Inglaterra. Mas as pesquisas aplicadas à irradiação de alimentos só tiveram início em 1950, com um programa coordenado pela Comissão de Energia Atômica dos EUA. Nessa época, as Forças Armadas norte-americanas procuravam uma alternativa para a conservação de alimentos destinados às tropas que reduzisse a necessidade de refrigeração.

Na década de 60 o governo norte-americano aprovou a irradiação de trigo e farinha de trigo para consumo humano e, em seguida, para presunto, bacon e produtos cujo brotamento prejudica a comercialização (batata, cebola, alho, etc.). Posteriormente, nas décadas de 80 e 90, novas regulamentações surgiram com intuito de estender a utilização desta tecnologia para outros alimentos, especialmente após a sua recomendação pela FAO (Food and Agriculture Organization) e da IAEA (International Atomic Energy Agency), ambos órgãos da Organização Mundial da Saúde (OMS).

As normas brasileiras para o emprego desta tecnologia seguem as mesmas recomendações internacionais e estão descritas na Resolução nº 21 (BRASIL, 2001), segundo a qual, qualquer alimento pode ser irradiado desde que sejam observados os limites mínimos e máximos da dosagem aplicada. Na rotulagem dos alimentos irradiados, além dos dizeres exigidos para os alimentos em geral, deve constar no painel principal: "ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO", com as letras de tamanho não inferior a um terço (1/3) do da letra de maior tamanho nos dizeres de rotulagem.

Deve constar, também, o símbolo internacional para alimento irradiado, denominado "radura" (FIG.4).



FIGURA 4 – Radura: símbolo usado internacionalmente para indicar que o produto foi irradiado
Fonte: <<http://www.fsis.usda.gov/images/radura300.jpg>>. Acesso 12 out. 2007.

O alimento a ser irradiado é tratado por raios gama, originados do Cobalto 60, em uma instalação conhecida como irradiador. Durante o processo, a energia gama, uma radiação eletromagnética de comprimento de onda muito curto semelhante à ultravioleta, luz visível, infravermelho, microondas ou ondas de rádio usadas na comunicação, penetra no alimento causando pequenas e inofensivas mudanças moleculares que também ocorrem no ato de cozinhar, enlatar ou congelar. De fato, essa energia simplesmente passa através do alimento que está sendo tratado e, diferentemente dos tratamentos químicos, não deixa resíduos. A irradiação costuma ser chamada de "processo frio" porque a variação de temperatura dos alimentos processados é insignificante. Os produtos irradiados podem ser transportados, armazenados ou consumidos imediatamente após o tratamento (FIGUEIREDO, 1990).

A TAB. 5 apresenta algumas aplicações da irradiação na conservação de alimentos

TABELA 5
Exemplos de aplicação de irradiação em alimentos

Aplicação geral	Exemplos específicos	Dose de irradiação (Mrad)
Descontaminação de ingredientes	Diversos condimentos	1,0
	Cebola em pó	
	Corantes	
	Suplemento mineral	
Inativação de <i>Salmonella</i>	Carne bovina e de frango	0,3-1,0
	Produtos a base de ovos	
	Camarão	
	Farinha de carne e peixe	
Aumento do tempo de armazenamento	Morango	0,2-0,5
	Manga	
	Papaia	
	Tâmara	
Inibição de germinação ou crescimento	Batata	0,01-0,3
	Cebola	
	Alho	
	Cogumelo	

Fonte: LEY (1983)

É interessante ressaltar que o Brasil poderia aumentar suas exportações de frutas, a médio prazo, se utilizasse a tecnologia da irradiação de alimentos em grande escala. A estimativa é da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Uma vez que a irradiação atrasa o amadurecimento dos frutos, possibilita seu embarque por navio e não mais por avião. Com isso, os custos de fretes diminuem e fica assegurada a qualidade higiênica dos produtos. Entretanto, o processo requer a construção de unidades de irradiação e, por exigir investimentos

consideráveis, é justificável apenas no caso de haver uma política integrada para a utilização desta tecnologia (SANZ, 1996).

- Estabilização dos alimentos irradiados durante o armazenamento

Os alimentos que sofreram esterilização por altas doses de radiação (radapertização) podem se deteriorar após o tratamento, caso suas enzimas não tenham sido destruídas por outro processo. Os que foram submetidos a doses menores, equivalente à pasteurização (radicidação ou radurização) serão deteriorados pela microbiota sobrevivente quando armazenados em temperaturas adequadas para o crescimento desses microrganismos.

Como ocorre com outros processos de inativação microbiana descritos nesse dossiê, a irradiação não reverte a deterioração do alimento. Portanto, faz-se necessária a adoção de boas práticas de manuseio em todas as etapas: antes, durante e após a irradiação, visando garantir a eficácia do tratamento (SATIN, 2002). Cabe lembrar que somente alimentos saudáveis, portanto em boas condições para o consumo, podem ser irradiados, como prevêm as normas de boas práticas (VITAL, 2002).

2.8 Conservação de alimentos pelo emprego de agentes químicos

Qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, mas com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento, é definido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ANVISA como aditivo alimentar.

A utilização de qualquer classe de aditivo químico requer consulta prévia à legislação da ANVISA, facilmente obtida a partir do seguinte site:

<<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/aditivos.htm>>.

Os aditivos classificados como “conservadores” são substâncias que impedem ou retardam a alteração dos alimentos provocada por microrganismos ou enzimas e, portanto, são muito utilizados com o intuito de aumentar a vida de prateleira dos produtos. O número de compostos químicos usados como conservadores de alimentos é relativamente pequeno, pois como são ingeridos com o alimento, medidas de segurança visando impedir riscos à saúde pública são necessárias. Os conservadores, portanto, não devem ser tóxicos nas concentrações empregadas, não podem ser carcinógenos e não devem produzir sensações organolépticas indesejáveis.

A eficiência dos conservadores depende de vários fatores, entre eles o tipo da substância química, a concentração de uso, a temperatura e o tempo de armazenamento do alimento, as espécies de microrganismos presentes no meio, além das características intrínsecas do alimento (pH, atividade de água, composição química, etc.). Alguns conservadores podem ser empregados segundo as Boas Práticas de Fabricação, o que significa que podem ser usados em quantidade “*quantum satis*”, ou seja, quantidade suficiente para obtenção do efeito desejado, sempre que o aditivo não afetar a identidade do alimento, seu uso não resultar em práticas enganosas e a função estiver aceita para o alimento em questão. São os seguintes compostos:

- Ácido acético (INS 260);
- Acetato de cálcio (INS 263);
- Ácido propiônico (INS 280);
- Propionato de sódio (INS 281);
- Propionato de cálcio (INS 282);
- Propionato de potássio (INS 283);

- Dióxido de carbono (INS 290);
- Eritorbato de sódio e isoascorbato de sódio (INS 316);

INS significa International Numbering System ou Sistema Internacional de Numeração de Aditivos Alimentares. Este sistema foi elaborado pelo Comitê do Codex sobre Aditivos Alimentares e Contaminantes de Alimentos (CCFAC) para estabelecer um sistema numérico internacional de identificação dos aditivos alimentares nas listas de ingredientes como alternativa à declaração do nome específico do aditivo. O INS, entretanto, não supõe uma aprovação toxicológica da substância pelo Codex.

Um aditivo autorizado como BPF não significa que o mesmo possa ser utilizado em todos os alimentos. Somente poderá ser aplicado se estiver constando do Regulamento Técnico específico, geralmente com a frase "todos os autorizados como BPF". Portanto, é bom ressaltar a necessidade de pesquisar a legislação sempre antes do início de qualquer processamento de alimento que requeira o uso de conservadores ou de outros aditivos químicos.

Conclusões e Recomendações

A descrição sucinta dos principais métodos de conservação de alimentos apresentada nesse trabalho objetivou mostrar aos leitores do SBRT a diversidade de processos que podem ser aplicados industrialmente, sem aprofundar nos aspectos teóricos necessários para a elaboração das curvas de sobrevivência, resistência e de destruição térmica, essenciais no controle dos tratamentos que envolvem penetração do calor, por exemplo.

A título de recomendação, vale ressaltar que nenhuma técnica de conservação pode ser aplicada com sucesso sem a adoção dos procedimentos das Boas Práticas de Fabricação, da seleção adequada do material da embalagem, além dos cuidados pós-tratamentos, sejam durante o período de estocagem nas fábricas, durante o transporte/distribuição e exposição dos produtos nos locais de venda.

Referências

AGUIRRE, J. M. et al. Efeito do branqueamento na preservação das qualidades da cenoura desidratada. **Boletim do Ital**, v. 19, n.4, p. 403-422, 1982.

AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 195 p.

BANWART, G. J. **Basic food microbiology**. 2nd ed. AVI, New York, p. 505-723, 1989.

BARUFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. 317 p.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução nº 21, de 26 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos. Disponível em: <http://anvisa.gov.br/legis/resol/21_01rdc.htm> Acesso em: 24 mar. 2004.

BRASIL. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, alterado pelos Decretos nºs 1.255 de 25-06-62, 1.236 de 02-09-94, nº 1.812 de 08-02-96 e nº 2.244 de 04-06-97. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=14974>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

BRASIL. Lei nº 7889, de 23 de novembro de 1989. Dispõe sobre a inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem animal, e dá outras providências. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=192>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa nº51, de 18 de setembro de 2002. Aprova os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=8932>>. Acesso em: 20 jul. 2007.

BRESSAN et al. **Produtos cárneos curados e defumados: mais sabor e mais sabor** agregado. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_76.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2007.

CAMPOS, L., 2007. **Charque**. Disponível em: <<http://www.sic.org.br/charque.asp>>. Acesso em: 13 out. 2007.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras. FAEPE, ESAL, 293p, 1990.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2 ed. São Paulo. Atheneu, 2000. 672 p.

FIGUEIREDO, F. Irradiação de alimentos. **Alimentos & Tecnologia**. v. 6, n. 30, p. 96-98, 1990.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984.

GUILLÉN, M. D.; MANZANOS, M. J.; IBARGOITIA, M. L. Ahumado de alimentos. preparación, aplicación, método de estudio y composition de aromas de humo. **Alimentaria**, n. 274, julio/agosto, 45-53, 1996.

HARPER, W.; HALL, C. W. **Dairy Technology and Engineering**. Westport: AVI, 1976. 631p.

HERNANDES, N. K.; VITAL, H.C.; SABAA-SRUR, A. O. Irradiação de alimentos: vantagens e limitações – **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos** – SBCTA, Campinas, v.37, n.2, p. 154-159, 2003.

KLETTNER, P. G. Modern methods of smoking meat products. **Fleischwirtsch**, n. 1, p. 59, 1979.

_____. Actuales técnicas de ahumado en productos cárnicos. **Fleischwirtsch** (español), n. 10, p. 47-52, 1980.

LAGUNAS- SOLAR, M. C. Radiation processing of foods: an overview of scientific principles and current status. **Journal of Food Protection**, v. 58, n. 2, p. 186-192, 1995.

MILKNET. **Leite longa vida: ultrapasteurização, UHT ou UAT**. Disponível em: <http://www.milknet.com.br/artigostec_ver.php?id=1> . Acesso em: 15 jun. 2007.

MEDINA, J. C. et al. **Goiaba: da cultura ao processamento e comercialização**. São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1978. cap. 3 (Série frutas Tropicais).

MÖHLER, K. **El ahumado**. Zaragoza: Editorial Acribia, 74 p., 1980.

PARDI, M. C. **Ciência, higiene e tecnologia de carne**. Goiânia. Ed. Universitária, EDUFF, 1994.

RAMASWAMY, H.; MARCOTTE, M. **Food processing**: principles and applications. Boca Raton: CRC Press, 2005. 420 p.

SABADINI, E.; HUBINGER, M. D.; SOBRAL, P. J. do A.; CARVALHO Jr, B. C. Change of water activity and meat colour in the elaboration process of dehydrated salted meat. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2001, v. 21, n. 1.

SATIN, M. Use of irradiation for microbial decontamination of meat: situation and perspectives. **Meat Science**. v. 62, p. 277-283, 2002.

SANZ, E. **Irradiação de alimentos pode aumentar exportações de frutas brasileiras**. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/1996/materia_270996_12.htm> Acesso em: 02 nov. 2004.

SCHINDLER, J. Defumação:nova tecnologia. In: **Simpósio e Workshop**: “Tecnologia de salga e defumação de pescado”. Guarujá: Ital, p. 46-50, 1994.

SILVA, A. S. **Tópicos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. 630p.

VITAL, H. C. **Experimentos dosimétricos no irradiador gama do IPE**. V Encontro Nacional de Aplicações Nucleares (ENAN). Rio de Janeiro, p.15-20, outubro, 2000.

Nome do técnico responsável

Regina Lúcia Tinoco Lopes – Engenheira Química - MSc Tecnologia de Alimentos

Nome da Instituição do SBRT responsável

Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC

Data de finalização

10 out. 2007