



EMPREGO DO FRIO NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Michelle Carvalho de Souza¹, Luciano José Quintão Teixeira², Carolina Tatagiba da Rocha³, Glaucia Aparecida Mataveli Ferreira⁴, Tarcísio Lima Filho⁵

1. Nutricionista, Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, CCA, UFES, Alegre, ES (e-mail: michellesouza.nutricao@hotmail.com).
2. Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Professor, Departamento de Engenharia de Alimentos, UFES, Alegre, ES.
3. Engenheira de Alimentos, Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Fed. do Espírito Santo (UFES), Alegre, ES
4. Farmacêutica, Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFES, Alegre, ES. Brasil.
5. Engenheiro de Alimentos, Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, ES. Brasil.

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

RESUMO

A conservação de alimentos pela aplicação de baixas temperaturas é um método antigo. Baseia-se na inibição total ou parcial dos agentes de deterioração e pode ocorrer pelo resfriamento ou congelamento do produto. Na refrigeração a temperatura é mantida entre -1 e 8 °C, não há mudança de fases, e o produto é conservado por dias ou semanas. No congelamento a temperatura é mantida abaixo de -18°C, ocorre mudança de fase da água livre do alimento, com redução da atividade de água, o que permite a conservação do produto por meses ou anos. Para cada produto existe uma temperatura ótima de refrigeração, e temperaturas inferiores a esta podem causar danos pelo frio, ocasionando a redução da qualidade do alimento. Pode-se aplicar um pré-tratamento para assegurar a eliminação de agentes patogênicos nos alimentos a serem armazenados a baixas temperaturas, pois a redução da temperatura não melhora as características dos produtos, apenas conserva as inerentes. A embalagem dos produtos refrigerados ou congelados tem um papel fundamental na conservação, e devem ser resistente ao processo de congelamento, descongelamento e impermeável ao vapor d água.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação de alimentos, cadeia do frio, processamento não térmico de alimentos.

EMPLOYMENT IN THE COLD FOOD STORAGE: REVIEW

ABSTRACT

The food preservation by the application of low temperatures is an old method. It is based on partial or total divestment of the agents of deterioration and can occur by

cooling or freezing of the product. On cooling the temperature is kept between -1 and 8 °C, no change of phase, and the product is stored for days or weeks. In freezing temperature is kept below -18 °C, phase change occurs in water free of food, with reduced water activity, which allows the storage of the product for months or years. For each product there is an optimum temperature of cooling, and temperatures lower than this can cause cold damage, leading to reduced quality of food. You can apply a pre-treatment to ensure elimination of pathogens, because lowering the temperature does not improve the characteristics of products, only retain the inherent. The packaging of chilled or frozen products have a key role in conservation, and should be resistant to the process of freezing, thawing and impervious to water vapor.

KEYWORDS: food storage, cold chain, non-thermal food processing.

INTRODUÇÃO

A utilização de baixas temperaturas para conservar alimentos é um método antigo. Na pré-história os homens já armazenavam a caça em meio ao gelo para comê-la posteriormente. A produção de frio para a indústria de alimentos foi um grande avanço e possibilitou o armazenamento e transporte de produtos perecíveis (ORDÓÑEZ, 2005). Essa tecnologia oferece alimentos e produtos alimentícios dotados de qualidades nutritivas e sensoriais durante longo período de tempo (EVANGELISTA, 2000).

O frio conserva o alimento pela inibição total ou parcial dos principais agentes causadores de alterações: atividade microbológica, enzimática e metabólica dos tecidos animais e vegetais após sacrifício e colheita. A aplicação do frio pode ocorrer pelo resfriamento ou congelamento do produto fresco ou processado (ORDÓÑEZ, 2005).

Uma das formas do uso do frio na conservação de alimentos é a refrigeração, nesse processo o alimento tem sua temperatura reduzida para valores entre -1 e 8° C, ou seja, implica em mudanças no calor sensível do produto. Desse modo, é possível reduzir a velocidade das transformações microbológicas e bioquímicas nos alimentos, prolongando assim a sua vida útil por dias ou semanas (TOLEDO, 1991; FELLOWS, 2006).

Outra forma de conservação de alimentos através de baixas temperaturas é pelo congelamento. Nesse método parte da água do alimento sofre mudança em seu estado, formando cristais de gelo (FELLOWS, 2006). Desse modo, a atividade de água do alimento é reduzida, o que proporciona o aumento da vida útil do produto. O congelamento retarda, mas não para as reações físico-químicas e bioquímicas que levam a deterioração dos alimentos, e durante o armazenamento congelado ocorre uma mudança lenta e progressiva na qualidade sensorial dos produtos alimentícios (RAHMAN & RUIZ, 2007).

Em geral, nas condições usuais de congelamento (-18 °C), a atividade microbiana é praticamente impedida, tendo em vista que a maioria dos microrganismos não se desenvolve em temperaturas inferiores a -10 °C. Em temperaturas de refrigeração ocorre apenas diminuição da velocidade de multiplicação dos microrganismos. Quanto mais baixas forem as temperaturas empregues nesse método de conservação de alimentos, mais lentas serão as reações químicas, a atividade enzimática e o crescimento microbiano (FREITAS & FIGUEIREDO, 2000).

Apesar do frio ser um método de conservação de alimentos, consequências indesejadas podem ocorrer aos alimentos durante o armazenamento em baixas temperaturas. Na refrigeração esses efeitos ocorrem principalmente em frutas e hortaliças. Isso é comum quando a temperatura de armazenamento é reduzida abaixo de um valor específico ideal, e causa a chamada lesão pelo frio. Essa lesão pode causar escurecimento interno ou externo dos alimentos, falha no amadurecimento e manchas na casca. O efeito mais significativo é o endurecimento causado pela solidificação de óleos e gorduras (FELLOWS, 2006).

No processo de congelamento também podem ocorrer alterações indesejadas, e essas se dão principalmente pelo congelamento lento. Nesse processo são formados grandes cristais de gelo nos espaços intercelulares, deformando e rompendo a parede celular das células adjacentes, causando a desidratação dessas (FELLOWS, 2006).

No congelamento rápido ocorre um abaixamento brusco da temperatura e, geralmente, o processo se completa em alguns minutos. Nesse tipo de congelamento praticamente não ocorrem alterações na qualidade do alimento, pois é formado um número muito grande de pequenos cristais de gelo, intracelulares, que não alteram de maneira significativa a textura do produto (POTTER, 1995).

De acordo com a NR 15, Anexo 9, da LEI nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977, as atividades ou operações executadas no interior de câmaras frigoríficas ou em locais que apresentem condições similares, que exponham os trabalhadores ao frio, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2000). Além disso, a proteção individual fica sempre prejudicada, uma vez que, apesar de o trabalhador normalmente utilizar em tais atividades equipamentos de proteção individual do tipo luvas, botas de borracha, japonsa e outros, ficam sempre desprotegidos em relação ao seu aparelho respiratório. Desse modo, as atividades ou operações executadas no interior de câmaras frigoríficas, serão consideradas como sendo insalubres de grau médio, ensejando aos trabalhadores o direito à percepção do adicional de insalubridade no importe de 20% (vinte por cento) sobre o salário mínimo legal (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2000).

Esse trabalho baseou-se em uma revisão de literatura sobre emprego do frio na conservação de alimentos, e visa discorrer sobre os principais pontos dessa tecnologia, tais como: efeito nos alimentos, custo da cadeia do frio, injúrias causadas pelo frio, pré-tratamentos que podem ser aplicados e embalagens que devem ser utilizadas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

TÉCNICA DE INIBIÇÃO

O uso do frio no processamento de alimentos age de maneira inibitória. De modo geral, as reações químicas, enzimáticas e o crescimento microbiológico são apenas inibidos com a diminuição da temperatura. Esse tipo de processamento não melhora a qualidade dos produtos, desse modo, apenas tecidos sadios e de qualidade devem ser refrigerados, uma vez que a temperatura baixa não destrói o patógeno, apenas diminui sua atividade (ORDÓÑEZ, 2005).

A refrigeração é uma operação unitária em que através da redução da temperatura de um alimento é possível reduzir a velocidade das transformações

microbiológicas e bioquímicas no mesmo, prolongando assim a sua vida útil (TOLEDO, 1991). Neste sentido, a refrigeração evita o crescimento de microrganismos termófilos (temperatura ótima de crescimento de 45 a 65°C) e de muitos mesófilos (temperatura ótima de crescimento de 25 a 40°C), dependendo da temperatura final atingida pelos produtos (FRANCO, 1996). No quadro 1 é possível observar a classificação dos microrganismos de acordo com suas temperaturas de crescimento. A razão para a inibição do crescimento microbiano é que as reações metabólicas dos microrganismos são catalisadas por enzimas e a taxa de reação catalisada enzimaticamente é dependente da temperatura. Desta forma, com a redução da temperatura, ocorre uma redução na taxa de reação (JAY, 2005).

QUADRO 1: Classificação dos microrganismos de acordo com sua temperatura de crescimento.

Categoria de Microrganismos baseada na faixa de temperatura de crescimento	Temperatura mínima	Temperatura Ótima
Termofílico	30 a 40°C	55 a 65°C
Mesofílico	5 a 10°C	30 a 40°C
Psicrotrópico	<0 a 5°C	20 a 30°C
Psicrófilo	<0 a 5°C	12 a 18°C

Fonte: FELLOWS, (2006).

A diminuição da atividade enzimática específica é evidenciada com a diminuição da temperatura em detrimento da ação simultânea de diversos fatores, como formação de pontes de hidrogênio, que afetam estruturalmente as enzimas e, assim, a afinidade enzima-substrato. Ocorre também o aumento da concentração de íons e eletrólitos, que podem inibir a atividade enzimática. Além disso, o aumento da viscosidade do meio diminui a velocidade das reações (TOLEDO, 1991).

No caso dos vegetais, a refrigeração permite reduzir a velocidade de certos processos fisiológicos (como a respiração, a transpiração e o amadurecimento de frutas), aumentando assim o período de armazenamento destes produtos, com uma intensidade e amplitude característica para cada um deles (JAY, 2005). Nos tecidos animais, além de reduzir o risco de contaminação microbiológica, o uso imediato do frio é indicado para retardar alterações físicas, como o rigor mortis, que alteram características sensoriais da carne (cor e textura) (WARRISS, 2000). Em certos processos de conservação de alimentos, é comum combinar a refrigeração com outras operações, como a fermentação e a pasteurização. O objetivo é o de prolongar a vida útil daqueles produtos que foram submetidos a tratamentos de conservação pouco severos (SARLÉ, 1999).

As funções vitais dos microrganismos são mantidas mesmo a temperaturas consideradas mínimas para o crescimento. Muitos apenas cessam a multiplicação e sobrevivem com o metabolismo reduzido, estabelecendo-se um estado de equilíbrio. Se após determinado tempo, a temperatura aumentar, tais microrganismos reiniciam a multiplicação, e o metabolismo normal se estabelece (BRASIL, 2011). Logo, o efeito do congelamento é, em muitos casos, bacteriostático e não bactericida. E esse efeito bacteriostático que constitui a base dessa tecnologia de conservação dos alimentos (SGARBIERI, 1987).

MICROORGANISMOS RESISTENTES AO FRIO

Os microrganismos psicrófilos e psicrotróficos multiplicam-se bem em alimentos refrigerados, sendo os principais agentes de deterioração de carnes, pescado, ovos, frangos e outros (FRANCO, 2002). Bourgeois et al., (1988) conceituaram os psicrófilos como germes adaptados ao frio que se desenvolvem a 0°C, crescendo bem em temperaturas abaixo de 15°C, mas ainda apresentando crescimento até 20°C. Segundo os autores, os psicrófilos mais conhecidos são capazes de se adaptar e se desenvolver a temperaturas próximas a 0°C, mas têm o seu crescimento ótimo entre 25 e 35°C, o que os aproxima dos mesófilos.

A mais baixa temperatura de crescimento de um microrganismo hoje é de -34°C, a mais alta é acima de 100°C (JAY, 2005). Segundo BAPTISTA & VENÂNCIO (2010) o crescimento dos microrganismos patogênicos encontra-se em faixas de temperaturas de -1°C a 55°C, como mostra o quadro 2.

QUADRO 2: Perigos biológicos e condições para o seu desenvolvimento.

Perigos	Temperatura (°C)	
	Mínima	Máxima
Baccillus cereus	5	55
Campylobacter jejuni	32	45
Clostridium botulinum Tipos a e B proteolíticos	10	50
Clostridium perfringens	3	45
Escherichia coli	12	50
Listeria monocytogenes	7	46
Salmonella spp	0	45
Shigella spp	5	47
Staphylococcus aureus	7	47
Vibrio parahaemolyticus	7	48
Vibrio cholerae	4	43
Vibrio vulnificus	10	43
Yersinia enterocolitica	8	43
Baccillus cereus	-1	42

Fonte: BAPTISTA & VENÂNCIO, (2010).

O congelamento das carnes não susta significativamente a condição bacteriana da carne, assim, quando descongelado, esse produto pode sediar o desenvolvimento de bactérias causadoras de toxinfecções, como acontece com a carne fresca (EVANGELISTA, 1987).

Os microrganismos psicrófilos mais comum em carnes são os gêneros *Pseudomonas* e *Achromobacter*, os quais são os principais responsáveis pelas alterações das carnes refrigeradas conservadas em condições de aerobiose (PARDI, et al., 2001). Bactérias do gênero *Pseudomonas* em condições de aerobiose crescem ativamente em carnes refrigeradas ou em processo de refrigeração, interferindo ao mesmo tempo no crescimento de outras bactérias que se desenvolvem a estas temperaturas (NOSKOWA, 1978).

Em relação a bactérias psicrófilas que não crescem em carnes refrigeradas, cita-se às dos gêneros *Salmonella*, *Proteus*, *Escherichia* e *Enterobacter*. A despeito de sua possível presença em carnes refrigeradas, o gênero *Salmonella* não se

multiplica, morrendo a baixas temperaturas e muito lentamente (PARDI et al., 2001). Pardi et al., (2001), enfatiza a incapacidade que os estafilococos têm de crescerem em baixas temperaturas, pois mesmo quando estas são ótimas, há interferências de outras bactérias ocorrentes na carne, inibindo o seu crescimento por competição.

Por necessitarem de menos água, mofo e leveduras em carnes refrigeradas multiplicam-se mais ativamente que as bactérias, sempre que a temperatura e a umidade forem baixos. O bolor mais frequente na carne refrigerada é o *Penicillium* e, entre os menos frequentes, encontra-se o *Mucor* e o *Cladosporium*. As leveduras, por sua vez, ocasionam a decomposição da gordura e conseqüentemente aparecimento de sabor amargo (DELAZARI, 1977).

Durante o processo de descongelamento da carne, não se consegue evitar o rápido crescimento de microrganismos sobreviventes. A possível alteração microbiana que ocorre a essa altura se dá por causa da contaminação inicial da carne, em virtude da reprodução de microrganismos durante a descongelação (PARDI, et al., 2001).

Nos pescados refrigerados as bactérias psicrófilas e psicrotróficas participam diretamente do processo de deterioração do pescado, pelo fato de se multiplicarem bem nessas condições (FRANCO et al., 1996). Os pescados de regiões tropicais provenientes tanto da água doce, quanto da água salgada apresentam tempo de vida útil superior aos pescados de regiões frias/temperadas de água doce e água salgada. Provavelmente pelo fato do número dos microrganismos mesófilos ser maior do que o número dos psicrófilos nas regiões tropicais registrando-se o inverso nas regiões temperadas/frias (HUSS, 1988).

Segundo EVANGELISTA (2001), a faixa de temperatura de crescimento dos psicrófilos (< 20°C), deixa evidente a importância de se realizar adequadamente todas as operações de abate, devendo elas ser monitoradas pelo controle de qualidade da indústria. Se ocorrer alta contaminação por psicrófilos esses microrganismos não terão dificuldade para se multiplicarem nas câmaras frigoríficas.

Além disso, superfícies e equipamentos inadequadamente limpos, usados no corte e desossa, podem representar fonte de microrganismos deteriorantes psicrotróficos. O processo favorece a disseminação e multiplicação microbiana. Isto é crucial para a vida de prateleira da carne e produtos refrigerados. Projeto, manutenção e higiene da instalação, utensílios e equipamentos são importantes. A temperatura da sala de corte deve ser mantida em 10 ° C ou menos. Deve ser evitado o uso de panos de esfregar, tábuas de corte em madeira e correias transportadoras absorventes (ICMSF, 1997).

CRITÉRIOS DE USO PARA ALIMENTOS REFRIGERADOS OU CONGELADOS

De acordo com Portaria CVS-6/99, de 10.03.99, do Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, os produtos industrializados congelados e refrigerados devem conter em sua embalagem original informações sobre seus critérios de consumo fornecidos pelo fabricante.

Para produtos congelados manipulados deve-se seguir os critérios abaixo:

QUADRO 3: Temperatura de armazenamento e tempo de consumo de produtos congelados.

Temperatura	Tempo máximo de armazenamento
0 a -5 ° C	10 dias
-5 a -10 ° C	20 dias
-10 a -18 ° C	30 dias
< -18 ° C	90 dias

Fonte: BRASIL, (1999).

Os produtos refrigerados devem seguir os seguintes critérios para consumo:

- ✓ Pescados e seus produtos manipulados crus: até 4°C por 24 horas;
- ✓ Carne bovina, suína, aves e outras e seus produtos manipulados crus: até 4°C por 72 horas;
- ✓ Hortifruti: até 10°C por 72 horas;
- ✓ Alimentos pós-cozimento: até 4°C por 72 horas;
- ✓ Pescados pós-cozimento: até 4°C por 24 horas;
- ✓ Sobremesas, frios e laticínios manipulados: até 8°C por 24 horas, até 6°C por 48 horas ou até 4°C por 72 horas;
- ✓ Maionese e misturas de maionese com outros alimentos: até 4°C por 48 horas ou até 6°C por 24 horas.

Outras preparações podem seguir outros critérios, desde que sejam observados o tipo de alimento e suas características intrínsecas, como atividade de água e o pH, procedendo-se ao estudo da vida de prateleira através de análise sensorial, microbiológica seriada e se necessário físico-química (BRASIL, 1999). Além disso, é preciso considerar também que o tempo máximo de refrigeração e congelamento não é só baseado em fatores microbiológicos, mas também em fatores como a textura, sabor, cor e qualidade nutricional (JAY et al., 2005).

CUSTO DA CADEIA DO FRIO

Segundo o Glossário da Vigilância Sanitária, a "Cadeia do Frio" consiste basicamente em resfriar o produto desde a sua produção e mantê-lo frio ao longo de toda a sequência até o consumo final (BRASIL, 2011).

A implantação de unidades frigoríficas para o armazenamento de carnes, frutas, peixes, laticínios, embutidos e outros produtos é muito importante para a indústria, pois abrange importante parcela dos alimentos no mercado.

Na realidade, a cadeia do frio envolve uma série de operações frigoríficas com produtos sob temperatura e umidade relativa controladas. A sequência de operações pode ser simples, como um pré-resfriamento por adição de gelo, seguido de transporte em veículo isotérmico até o mercado consumidor, ou pode ser muito mais complexa. Sua utilização depende da característica do processo de comercialização e tem variações de acordo com o produto considerado (NANTES & MACHADO, 2005).

Uma questão importante para a estabilidade da temperatura e, conseqüentemente, para a conservação e segurança dos produtos armazenados a baixas temperaturas é o tipo de equipamento utilizado. Devido ao seu menor preço, é frequente, em empresas de pequeno porte, a utilização de equipamentos para uso doméstico, em vez de utilizarem equipamento específico para fins comerciais (WALKER et al., 2003).

Em um estudo realizado no Reino Unido, verificou-se que 60% das empresas utilizavam frigoríficos domésticos. Entretanto, apenas os recursos frigoríficos comerciais conseguem temperaturas adequadas e estáveis, portanto, as empresas devem utilizar exclusivamente esse tipo de equipamentos para a conservação dos alimentos em refrigeração (WALKER et al., 2003).

No Brasil, além dos problemas relacionados aos poucos conhecimentos sobre as temperaturas ideais de resfriamento e congelamento, existe uma deficiência técnica nos equipamentos utilizados. De modo geral, as câmaras frigoríficas, os caminhões transportadores e os balcões frigoríficos dos supermercados não mantêm a temperatura prevista pelos técnicos responsáveis (NANTES & MACHADO, 2005).

Estes aspectos revelam a ineficiência da indústria de alimentos na manutenção da cadeia do frio e a falta de informações sobre os procedimentos corretos para adequá-la à realidade industrial brasileira. As perdas, ainda não quantificadas pela indústria, apontam para valores significativos do ponto de vista econômico (NANTES & MACHADO, 2005).

Apesar do mercado de alimentos refrigerados e congelados ser promissor e em franca expansão, ainda exige alto custo. Este custo envolve a construção das câmaras frigorificadas e sua manutenção. Sabe-se que, um caminhão para transportar carga seca não custa mais de 60% do preço de um frigorificado. Devido à climatização, os custos tanto na armazenagem quanto na distribuição são cerca de 30% maiores quando comparados a uma operação envolvendo produtos secos (BORRÉ & AGITO, 2005).

No entanto, cabe ressaltar que a utilização da tecnologia do frio é essencial para certos produtos, representando, muitas vezes, a única alternativa para atingir determinados mercados (BORRÉ & AGITO, 2005).

Devido aos altos custos e a falta de informação, muitas vezes a cadeia do frio é quebrada, o que prejudica a qualidade e a inocuidade do alimento. Para evitar que isso ocorra, a Vigilância Sanitária de alimentos possui fundamental importância no cumprimento de normas e regulamentos referentes à comercialização e manipulação de alimentos. Para tanto, é indispensável que os profissionais recebam uma capacitação adequada e disponham de equipamentos pertinentes para realização de suas tarefas, como a verificação de temperatura.

GÓES (2000) afirma que a Vigilância Sanitária, na maioria das vezes, não tem sido tratada com a devida importância pelas autoridades, e ainda de acordo, LIMA (2002) que afirma que a falta de estrutura dos órgãos de fiscalização, praticamente em todas as esferas, tanto federal, estadual e municipal, apresenta carência de pessoal e, muitas vezes, preparação deficiente, desconhecendo os benefícios do frio na conservação dos alimentos. GERMANO & GERMANO (2001) afirmam que a legislação, por si só, não pode garantir a inocuidade dos alimentos, fazendo-se necessária a criação de programas de capacitação específicos, visando a prevenção da contaminação. Com a fiscalização bem informada e a conscientização dos proprietários quanto a importância da armazenagem correta, a qualidade dos alimentos comercializados será beneficiada.

INJÚRIAS CAUSADAS PELO FRIO

As temperaturas ótimas de armazenamento variam de produto para produto, sendo muito importante a seleção da temperatura para cada produto manuseado. As

colheitas tropicais e sub-tropicais são sensíveis à conservação no frio e apresentam danos quando submetidas a essas temperaturas. Os danos pelo frio apresentam-se de várias maneiras, como depressões na superfície, descoloração interna, colapso dos tecidos, aumento da susceptibilidade a doenças e redução da qualidade (PINTO & MORAES, 2000).

A gravidade da injúria pelo frio é diretamente proporcional a temperatura de armazenamento e ao tempo de exposição às condições inadequadas, quanto mais abaixo da temperatura crítica estiver armazenado o produto, mais rapidamente irá surgir e mais grave será a injúria, bem como, quanto maior o tempo de exposição, maior a gravidade da desordem (HOBSON, 1987).

No processo de congelamento, várias temperaturas podem ser utilizadas, entretanto, isso depende muito da origem do produto. Quando o congelamento se dá em temperaturas muito baixas, denomina-se congelamento ultra-rápido, geralmente, utiliza-se o nitrogênio líquido ou o vapor deste (MONTEIRO et al., 2002).

O congelamento rápido de produtos alimentícios, ou ultracongelamento, é realizado em alguns minutos. Quando o ultracongelamento é feito com aplicação de gases criogênicos, como é o caso do nitrogênio líquido, o processo se realiza de um a 15 minutos, em função das temperaturas muito baixas. Normalmente, alimentos submetidos a métodos criogênicos de congelamento apresentam qualidade superior, devido principalmente à formação de um grande número de pequenos cristais de gelo intracelular, que não alteram de maneira significativa a textura do produto (MONTEIRO et al., 2002).

No processo rápido de congelamento há formação de cristais de gelo dentro das células dos microrganismos, sendo a sua destruição do tipo mecânica (destruição de organelas e membranas celulares) (PELAEZ, 1983). O congelamento rápido pode ocorrer por três processos: imersão direta do alimento (embalado ou não) em um refrigerante; por contato do alimento (ou embalagem) por uma tubagem por onde circula um refrigerante (a uma temperatura entre $-17,8^{\circ}\text{C}$ e $-45,6^{\circ}\text{C}$), ou por injeção de ar frio (entre $-17,8^{\circ}\text{C}$ e $-34,4^{\circ}\text{C}$) através do alimento (FREITAS & FIGUEIREDO, 2000).

Esse tipo de congelamento possui muitas vantagens em relação ao congelamento lento. Além da formação de cristais de gelo menores, e conseqüentemente, uma menor destruição das células dos alimentos, nesse tipo de congelamento o alimento solidifica-se mais rapidamente, assim, o crescimento microbiano é inibido mais cedo. Além disso, o retardamento da atividade enzimática também ocorre mais rapidamente (FREITAS & FIGUEIREDO, 2000).

O congelamento rápido também pode ocasionar choque térmico causando a lesão dos microrganismos. O choque é mais eficiente para termófilos e mesófilos do que para psicrotópicos, mais eficiente para gram negativos do que gram positivos e mais para lactobacilos do que para estreptococos (PELAEZ, 1983).

No congelamento lento há formação de cristais de gelo fora das células, e o dano é do tipo físico-químico, devido à alteração no equilíbrio iônico na fase líquida (a concentração do soluto é maior no interior da célula) (PELAEZ, 1983). O congelamento lento causa desidratação das células dos alimentos, ocorre um dano permanente devido ao aumento da concentração de solutos e colapso da estrutura celular. Durante o descongelamento as células não recuperam sua forma e turgidez originais, o alimento amolece, e o material das células rompidas é perdido (FELLOWS, 2006).

BENEFÍCIOS DO PRÉ-TRATAMENTO

O abaixamento de temperatura apenas mantém a qualidade inerente presente inicialmente em um alimento, e não é capaz de melhorar suas características. Desse modo, pré-tratamentos devem ser utilizados para assegurar a eliminação de agentes patogênicos. Além disso, esses métodos devem ser capazes de proporcionar um produto resfriado/congelado com características sensoriais mais próximas possíveis a do alimento fresco (RAHMAN & RUIZ, 2007).

Um dos métodos utilizados como pré-tratamento é o branqueamento, esse tem sido um dos mais populares métodos de prevenção do escurecimento enzimático aplicado em vegetais destinados ao congelamento e desidratação (SELMO et al., 1986). O branqueamento tem como principais objetivos, inativar as enzimas, manter a consistência firme e as propriedades sensoriais, além de eliminar o ar presente nos interstícios celulares (MENDONÇA, 2009). Esse processo, apesar de produzir certo grau de alteração na estrutura da célula, é efetivo para controlar o escurecimento enzimático de vegetais ao longo da estocagem congelada (KIRCHHOF et al., 2008).

Para que as frutas e hortaliças sejam privadas dos efeitos nocivos da exposição prolongada ao calor deve-se proceder um resfriamento logo após o branqueamento. Essa operação é feita com água corrente, requer pouco investimento e permite a economia de energia requerida durante o congelamento, porém, promove lixiviação dos sólidos solúveis presentes na matéria prima (OETTERER, 2006).

As hortaliças não branqueadas e as poucas escaldadas deterioram-se rapidamente quanto à cor, sabor e odor, mesmo quando armazenadas à $-20,5^{\circ}\text{C}$, devido à ação de enzimas, que não são inativadas durante o congelamento (SISTA et al., 1997). Mesmo quando bem branqueadas para desnaturar as enzimas, as hortaliças perdem cor e adquirem cheiro e gosto desagradáveis, quando armazenadas durante longo tempo em frigorífico e em recipientes que admitem o ar livremente, devido à oxidação não enzimática (CRUESS, 1973).

O branqueamento convencional com vapor ou água fervente pode ser substituído de modo promissor por micro-ondas com vantagens no tempo de processamento, retenção de vitaminas e sólidos solúveis, bem como melhor cor do produto final (EHEART, 1967).

A desidratação osmótica é um tratamento geralmente usado como etapa anterior aos processos de congelamento, liofilização, secagem a vácuo e secagem por ar quente (MASTRANGELO, 2000). Essa técnica emprega soluções de alta pressão osmótica, em que dois fluxos são estabelecidos. O primeiro fluxo é da água do alimento para a solução, o outro, do soluto da solução para o alimento, graças ao gradiente de concentração. Nesse sentido, o pré-tratamento osmótico de alimentos pode melhorar aspectos nutricionais, funcionais e sensoriais (ORNELLAS & GONÇALVES, 2006).

A melhoria dos aspectos nutricionais e funcionais está diretamente relacionada à diminuição do teor de água e ao conseqüente aumento na concentração dos nutrientes e do teor de fibras. Esse pré-tratamento preserva as características sensoriais do alimento, pois não altera a sua integridade. A manutenção dessas características pode aumentar o tempo de vida útil e a probabilidade de aceitação dos produtos processados (BARROS et al., 2007).

A irradiação dos alimentos também é um método utilizado como pré-processamento de produtos resfriados/congelados, pois tem a capacidade de destruir microrganismos patogênicos e deteriorantes presentes nos alimentos (ORNELLAS & GONÇALVES, 2006). Essa tecnologia de alimentos consiste no tratamento dos alimentos por meio de energia eletromagnética, em que seu principal objetivo é conservar os alimentos, reduzindo, ou eliminando, a sua carga microbiana (LEONEL, 2008).

EMBALAGENS

As embalagens têm um papel social muito importante, principalmente no setor de alimentos, uma vez que elas possibilitam que os produtos cheguem a lugares remotos, preservando suas características e qualidades, o que não seria viável sem uma embalagem adequada. Com a escolha da embalagem certa, é possível reduzir o desperdício de alimentos e aumentar a distribuição de produtos acondicionados com higiene e segurança, melhorando assim a qualidade de vida (PERES, 2006).

Dentre os principais fatores que causam alterações do produto durante a estocagem tem-se a temperatura, tempo de armazenagem, umidade relativa em volta do produto e sua embalagem (CORDEIRO, 2005). A embalagem preservativa tem como principal função atrasar a deterioração microbiológica, restringindo o crescimento de organismos deteriorantes. Porém, para se tornar viável comercialmente, a deterioração não-microbiana também deve ser controlada (GILL, 1996).

Quando os alimentos são congelados e/ou estocados sob temperatura de congelamento sem nenhuma proteção, como a embalagem, pode acontecer perda de peso devido a sublimação superficial. Esse processo produz uma camada superficial desidratada que altera a aparência, cor, textura e sabor do produto. Na indústria essa perda de peso torna-se um importante fator de qualidade e de economia (CAMPAÑONE et al., 2001).

A embalagem de produtos congelados deve suportar o congelamento rápido e um descongelamento adequado, além de proteger contra danos mecânicos, ter impermeabilidade ao oxigênio, ao vapor de água e desempenho compatível com as baixas temperaturas (KOLBE, 2000). Além disso, precisam ter uma boa resistência mecânica, flexibilidade e elasticidade, para evitar rasgos e perfurações durante todas as etapas de produção, estocagem e comercialização do produto congelado (SARANTÓPOULOS, 1991).

A perfuração ou rasgo da embalagem pode levar à queima pelo frio e permitir a entrada de oxigênio no interior da embalagem, podendo provocar a oxidação de lipídios e pigmentos, resultando na rancificação e alterações na coloração do alimento. Os problemas de furos e rasgos são comuns nas embalagens devido ao manuseio inadequado e da própria ação do produto que, após o congelamento, torna-se rígido e com extremidades pontiagudas, que provocam ruptura do filme (SARANTÓPOULOS et al., 2001).

A embalagem influencia a qualidade e durabilidade dos produtos, pois altera o ambiente ao redor, criando condições que retardam as reações de deterioração. Além disso, previne a evaporação da umidade do produto, evitando perdas de peso e alterações de aparência, textura e aroma (SARANTÓPOULOS, 1991).

O uso de embalagens para acondicionamento de alimentos congelados tem como principal objetivo a proteção contra a desidratação e, por isso, deve-se utilizar

materiais com baixa permeabilidade ao vapor de água. Problemas de queima pelo frio podem ocorrer, mesmo quando embalagens com excelente barreira ao vapor d'água são utilizadas, se o espaço livre não for bastante reduzido (SARANTÓPOULOS et al., 2001).

A umidade relativa do ambiente é importante e pode influenciar a atividade de água de um alimento, a menos que a embalagem proporcione barreira adequada. Muitos materiais de embalagem flexível proporcionam boa barreira à umidade, mas nenhum é completamente impermeável, limitando assim a vida útil de alimentos de baixa atividade de água (ROBERTSON, 1992).

Durante o armazenamento a baixas temperaturas pode ocorrer a desidratação superficial, ou queima pelo frio, que é caracterizada pela perda de umidade do produto para o ambiente de estocagem através da embalagem. Bolsões de ar quente que podem ser formados entre a embalagem e o produto também podem resultar em queima pelo frio, esses bolsões além de dificultar o próprio congelamento também podem atuar como isolante. Contudo, os principais fatores responsáveis pela queima pelo frio são as flutuações de temperatura durante a estocagem e as diferentes etapas de distribuição, que podem resultar na formação de cristais de gelo na superfície dos produtos embalados (KAREL, 2003).

CURVA DE CONGELAMENTO E DESCONGELAMENTO

Se o tempo-temperatura de descongelamento fosse simplesmente o inverso do congelamento, os cuidados tomados no congelamento poderiam ser tomados no descongelamento. Entretanto, o padrão de descongelamento não é simplesmente o inverso do congelamento, e este processo toma fundamental importância. Tecidos, géis e outros materiais aquosos que transmitem calor fundamentalmente por condução apresentam tempos de descongelamento maiores do que os de congelamento (COLLA & HERNANDEZ, 2003).

Na Figura 1 pode-se observar as curvas de congelamento e descongelamento do centro geométrico de um corpo cilíndrico com gel de amido. Observa-se que o centro geométrico apresentava-se congelado após 28 minutos, enquanto o descongelamento ocorreu em 52 minutos.

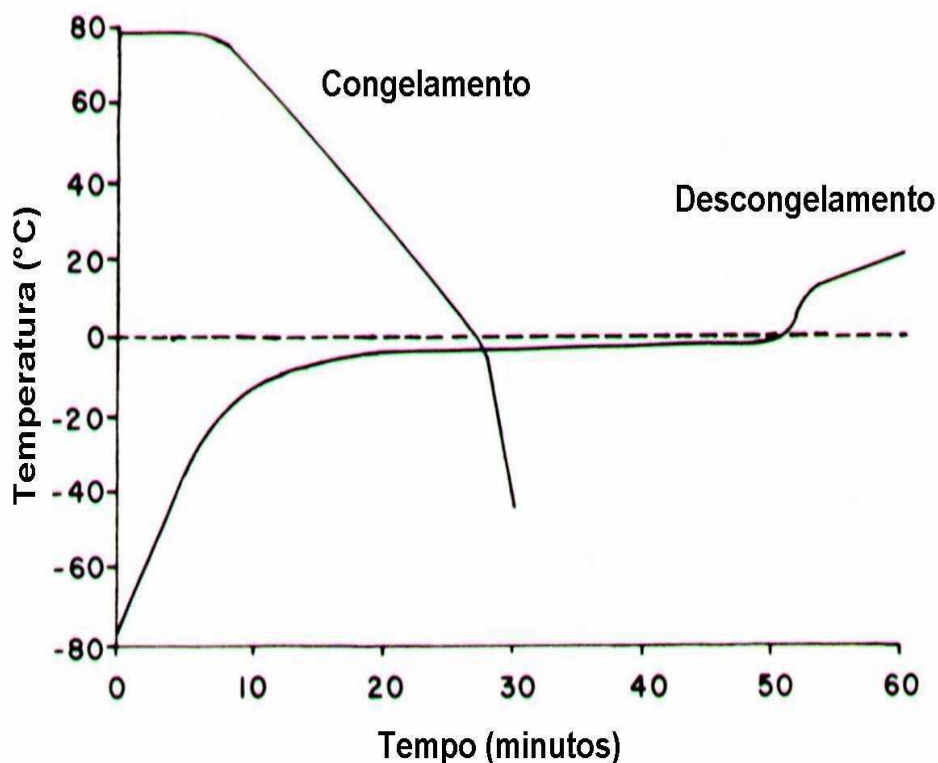


FIGURA 1 – Curvas de congelamento e descongelamento para o centro geométrico de um cilindro com gel de amido.
 Fonte: COLLA & HERNANDEZ, (2003).

As diferenças nas taxas de congelamento e descongelamento podem ser explicadas com base em várias propriedades da água e do gelo, como elevado calor latente de cristalização; condutividade térmica (o gelo transmite energia calorífica a uma taxa quatro vezes maior do que a água) e difusividade térmica (o gelo sofre uma mudança na temperatura a uma taxa aproximadamente nove vezes maior do que a água) (COLLA & HERNANDEZ, 2003).

No congelamento ocorre a remoção de calor latente de cristalização através da camada de gelo que aumenta com o tempo e através da diminuição da temperatura do produto que está sendo congelado. Uma vez que o gelo tem condutividade e difusividade térmicas elevadas, o congelamento ocorre rapidamente. Por outro lado, o descongelamento envolve adição de calor latente de fusão através da camada de água congelada, que diminui com o tempo e com a diminuição da temperatura. A água apresenta baixa condutividade e difusividade térmicas, comparada com o gelo, por isso o descongelamento ocorre mais lentamente que o congelamento. Deve ser enfatizado que essas diferenças entre os tempos de congelamento e descongelamento ocorrem principalmente quando a energia térmica é transferida preferencialmente por condução (PEARSON & GILLET, 1996).

Dependendo do tempo de congelamento e de como ele se processa, têm-se diferentes velocidades de congelamento e taxas de congelamento resultantes. A forma, o tamanho e a distribuição dos cristais formados no material são determinados de acordo com a velocidade de congelamento, que pode gerar taxas baixas ou elevadas de congelamento. As baixas taxas de congelamento originam

cristais de gelo e poros grandes no produto e, altas taxas de congelamento produzem cristais de gelo e poros menores (KUPRIANOFF, 1964).

A taxa de congelamento é comumente definida como o quociente da meia espessura do produto dividido pelo tempo necessário para a temperatura do centro do material variar de um certo valor para o valor desejado (KUPRIANOFF, 1964). Porém essa definição varia de acordo com os autores. Alguns autores estabeleceram escalas para a velocidade de congelamento em termos de °C/s (LUCCAS, 1998):

- muito lento: abaixo de 0,01°C/s,
- lento: de 0,01°C/s a 0,06°C/s,
- rápido: 0,06°C/s a 50°C/s e
- super-rápido: acima de 50°C/s.

EFEITO DA TEMPERATURA E REDUÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA

A água é, provavelmente, o fator individual que mais influi na alteração dos alimentos, afetando sua natureza física e suas propriedades. Este tipo de influência mútua é complicado devido à interação entre a água e o meio em que se encontra o produto, o que envolve a estrutura física e a composição química dos diversos solutos, incluindo polímeros e colóides ou partículas dispersas (SILVA et al., 2010).

A atividade de água (a_w) reflete o teor de água livre. Seu estudo é feito através das isotermas de sorção. As isotermas são curvas de sorção de água que representam a relação de equilíbrio entre o conteúdo de umidade no alimento e a atividade de água a uma dada temperatura e pressão (RIZVI, 1995).

A importância do estudo da quantidade de água em alimentos reside no fato de que por meio desta podem ser previstos reações químicas e enzimáticas indesejáveis e o desenvolvimento de microrganismos. Portanto, por meio do estudo das curvas de isotermas, podem ser propostos sistemas adequados de embalagens para o produto (SILVA et al., 2010).

Segundo PARK et al., (2001) é possível estabelecer uma relação estreita entre o teor de água livre no alimento e sua conservação, em que o teor de água livre é expresso pela atividade de água, dada pela relação entre a pressão de vapor de água em equilíbrio sobre o alimento e a pressão de vapor de água pura, a mesma temperatura.

O conhecimento e o entendimento das isotermas de sorção de umidade para alimentos é de grande importância para a ciência e tecnologia de alimentos, fornecendo informações para o desenvolvimento e otimização de processos, para a solução de problema no armazenamento, para a modelagem das mudanças de umidade que ocorrem durante a secagem e para a predição do tempo de vida de prateleira (JAMALI et al., 2006).

A água ligada aos constituintes tem comportamento diferenciado, pois não congela, não atua como solvente e não atua como reagente. O crescimento e a atividade metabólica dos microrganismos demandam presença de água em forma disponível e a medida mais comumente empregada para expressar a estabilidade de um produto é a determinação do nível de água em sua forma livre, que em alimentos, denomina-se Índice de Atividade de Água (A_w) (ORDÓÑEZ, 2005).

A água presente no alimento exerce uma pressão que depende da quantidade de água, da concentração de solutos na água e da temperatura. A atividade de água

de todos os materiais é sempre inferior a um e a da água pura é a unidade (ORDÓÑEZ, 2005).

A estabilidade e a segurança dos alimentos aumentam se a atividade de água decresce, o que pode ser obtido por processos de desidratação, adição de sal, açúcar e/ou congelamento. A atividade de água dos alimentos influencia a multiplicação, a atividade metabólica, a resistência e a sobrevivência dos organismos presentes (LEISTNER et al., 1981).

A imobilização da água em gelo e a concentração resultante dos solutos dissolvidos na água não congelada são os responsáveis pela diminuição da atividade de água do alimento. Desse modo, a preservação é alcançada pela combinação de baixas temperaturas e redução da atividade de água (FELLOWS, 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do frio pode ocorrer pelo resfriamento ou congelamento do produto fresco ou processado e conserva o alimento não pela inativação, mas sim, pela inibição total ou parcial dos principais agentes causadores de alterações: atividade microbiológica, enzimática e metabólica dos tecidos animais e vegetais após sacrifício e colheita.

O emprego do frio representa uma tecnologia de alto custo, sendo necessários altos investimentos para garantir a cadeia do frio, que muitas vezes é quebrada no Brasil, uma vez que as câmaras frigoríficas, os caminhões transportadores e os supermercados não mantêm a temperatura prevista pelos técnicos responsáveis. Além dessa limitação alguns alimentos podem perder qualidade sensorial devido às injúrias causadas pelo frio e muitas vezes é necessária a combinação com outra técnica de conservação visando a garantia de alimentos mais seguros, livres de agentes patogênicos.

Entretanto, é uma técnica utilizada há anos para aumentar a vida de prateleira dos produtos e é essencial para certos produtos, representando, muitas vezes, a única alternativa para conservação do alimento visando atingir determinados mercados.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, P.; VENÂNCIO, A. Os perigos para a segurança no processamento de alimentos. In: BELLAYER, C. **Conferência Internacional Virtual Sobre qualidade de carne suína**, 2001, Concórdia-SC. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/index.php?ids=Ss2u0i9k&pg=2>>. Acesso em: 25 de maio de 2013.

BARROS, B.N.; SCARMÍNIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. Campinas: Unicamp, p. 401, 2007.

BORRÉ, M.H.; AGITO, N. **Operadores Logísticos Frigorificados**. Santa Catarina: Grupo de Estudos Logísticos da Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

BOURGEOIS, C. M; MESCLE, J. F; ZUCCA, J. **Microbiologia alimentaria**. Zaragoza: Ed. Acribia, p. 437, 1988.

BRASIL, 1999. Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde. Portaria CVS-6/99, de 10.03.99. Dispõe sobre o regulamento técnico, parâmetros e critérios para o controle higiênico-sanitário em estabelecimentos de alimentos. Disponível em < http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/E_PT-CVS-06_100399.pdf>. Acesso em: 24 de maio 2013.

BRASIL. Secretaria de Estado de Saúde de Mato Grosso do Sul, Glossário da Vigilância Sanitária. Disponível em: < http://www.saude.ms.gov.br/index.php?templat=vis&site=116&id_comp=886&id_reg=348&voltar=lista&site_reg=116&id_comp_orig=886 >. Acesso em: 7 set. 2011.

CAMPAÑONE, L.A.; SALVADORI, V.O.; MASCHERONI, R.H. Weight loss during freezing and storage of unpackaged foods. **Journal of Food Engineering**, Canadá, v. 47, p. 69- 79, 2001.

COLLA, L.M.; HERNANDEZ, C.P. Congelamento e Descongelação: sua influência sobre os alimentos. **Vetor**, Rio Grande do Sul, v. 13, p. 53-66, 2003.

CORDEIRO, D. **Qualidade do mexilhão *Perna perna* Submetido ao Processo Combinado de Cocção, Congelamento e Armazenamento**. 2005. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CRUESS, W.V. **Produtos Industriais de Frutas e Hortaliças**. São Paulo: Edgard Blücher, v.2, p. 854, 1973.

DELAZARI, I. Microbiologia de carnes. **Boletim do Instituto de tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 52, p. 25-60, 1977.

EHEART, M.S. Effect of Microwave vs. Waterblanching on Nutrients in Broccoli. **Journal of the American Dietetic Association**, Philadelphia, v. 50, 1967.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1987.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia dos Alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Ateneu, 2000.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e práticas**. São Paulo: Artmed; 2006.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, p. 196, 2002.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M.; DESTRO, M.T. **Microbiologia dos Alimentos**. Atheneu: São Paulo, Brasil. p.183, 1996.

FREITAS, A.C.; FIGUEIREDO, P. Conservação por Utilização de Baixas Temperaturas. In: **Conservação de Alimentos**. Lisboa, p. 129-136, 2000.

GERMANO, P.M.L.; GERMANO, M.I.S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**. São Paulo: Varela, p.629, 2001.

GILL, C. O. Extending the storage life of raw chilled meats. **Meat Science**, Londres, v.43, p.99–109, 1996.

GÓES, J.A.W. Proteção e defesa do consumidor: cidadania versus consumo. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.14, n.75, p.33-35, agosto, 2000.

HOBSON, G. E. Low-temperature injury and the storage of ripening tomatoes. **Journal Hort Science**, v.62, p. 55-61, 1987.

HUSS, H.H. El pescado fresco su calidad y cambios de calidad. **Manual de entrenamiento FAO/DANIDA**. Roma, p.135, 1988.

ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **APPCC na qualidade e segurança microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, p.377, 1997.

JAMALI, A. et al. Sorption isotherms of *Chenopodium ambrosioides*, leaves at three temperatures. **Journal of Food Engineering**, v. 72, n. 01, p. 77-84, 2006.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, p. 711, 2005.

KAREL, M. Dehydration of Foods. In: **Physical Principles of Food Preservation**. New York: CRC Press, 2003.

KIRCHHOF, S. C.; CRIZEL, G. R.; MENDONÇA, C. R. B. Efeito do Pré-Tratamento e do Método de Congelamento na Estrutura de Floretes de Couve-Flor. In: Congresso de Iniciação Científica, XXVII, 2008, Pelotas. **Anais**. Pelotas: UFPel, 2008.

KOLBE, E. Freezing Technology. In: **Surimi and Surimi Seafood**. New York: Marcel Dekker, cap 7, p. 167-200, 2000.

KUPRIANOFF, J. Fundamental and Practical Aspects of the Freezing of Foodstuffs. In: REY, L. **Aspects Théoriques et Industriels de la Lyophilization**. Paris: Hermann, p.497-517, 1964.

LEISTNER, L.; RODEL, W.; KRISPIEN, K. Microbiology of Meat and Meat Products in High-and Intermediate Moisture Range. In: **Water Activity: Influence on Food Quality**. New York: Academic Press, p.855, 1981.

LEONEL, F.R. **Irradiação e Qualidade da Carne de Frango Congelada e Embalada a Vácuo**. 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

LIMA, S.A. O descaso com a alimentação no país. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.16, n.95, p.99, 2002.

LUCCAS, P. **Influência do Congelamento no Processo de Liofilização do Sangue Bovino**. 1998. Tese (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

MASTRANGELO, M.M. Texture and Structure of Glucose-Infused Melon. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Finland, v. 80, p. 769-776, 2000.

MENDONÇA, C. R. B. Frutas e Hortaliças Fermentadas e Congeladas. In: **Tecnologia de Frutas e Hortaliças**. Pelotas: Ed. Universitária da UFPEL, v. 4, p. 62, 2009.

MINISTÉRIO DO TRABALHO (MTb). Normas Regulamentadoras. Disponível em: <<http://www.mtb.gov.br>>. Acesso em: 25 maio. 2013.

MONTEIRO, A. F. F.; BRAGA, M.E.D.; MATA, M.E.R.M.C. Congelamento de Carne Suína a Temperaturas Criogênicas: alterações de algumas características físico-químicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.51-62, 2002.

NANTES, J.F.D.; MACHADO, J.G.C.F. Aspectos Competitivos da Indústria de Alimentos no Brasil. In: **Identificação de Gargalos Tecnológicos na Agroindústria Paranaense**. Curitiba: Ipardes, p. 129, 2005.

NOSKOWA, G.L. **Microbiologia de las carnes conservadas por el frio**. Zaragoza: Acribia, 1978.

OETTERER, M. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, p. 664, 2006.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos**. Porto Alegre: Artmed; 2005.

ORNELLAS, C.B.D.; GONÇALVES, P.R.S.; MARTINS, R.T. Atitude do Consumidor Frente à Irradiação de Alimentos. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n1, p. 211-213, 2006.

PARDI, C.M., et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: UFG, v. 1, 2001.

PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra Bartlett (*Pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 01, p. 73-77, 2001.

PEARSON, A. M.; GILLET, T. A. **Processed Meats**. New York: Chapman e Hall, 1996.

PELAEZ, C. Congelación de Cuajadas. **Alimentaria**, Madrid, n. 144, n. 144, p. 19-22, 1983.

PERES, P.S. O Setor de Embalagem e a Indústria de Carne. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.353, p.52, jul. 2006.

PINTO, P.M.Z.; MORAIS, A.M.M.B. **Boas Práticas para a Conservação de Produtos Horto frutícolas**. Porto: Associação para a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica, 2000.

POTTER, N. N. **Food Science**. New York: Academic, p.713, 1995.

RAHMAN, M. S.; RUIZ, J. F. V. Food Preservation by Freezing. In: RAHMAN, M. S. **Handbook of Food Preservation**. Boca Raton: CRC Press, p. 635-657, 2007.

RIZVI, S.S.H. Thermodynamic Properties of Foods in Dehydration. In: RAO, M.A.; RIZVI, S.S.H. **Engineering properties of foods**. New York: Marcel Dekker, p. 223-309, 1995.

ROBERTSON, G. L. **Food Packaging: principles and practice**. New York: Marcel Decker, 1992.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. **Embalagens para Produtos Cárneos**. Campinas: CETE/ITAL, 1991.

SARANTÓPOULOS. C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001.

SARLÉ, J. G. El Frío y los Alimentos. In: **Ponencia del “II Curs D’Especialització sobre Disseny D’Instal·lacions Frigorífiques en la Indústria Agroalimentària”**. Universitat de Lleida, Espanha, 1999.

SELMO, M.S; TREPTOW, R. O. ; ANTUNES, P. L. Avaliação Físico-Química e Sensorial de Maçãs (*Malus doméstica*, Borkh.) Branqueadas em Microondas e Desidratadas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, n. 1, p. 33-38, 1996.

SGARBIERI, V.C. **Alimentação e Nutrição: Fator de Saúde e Desenvolvimento**. Campinas: Unicamp, p. 276-323, 1987.

SILVA, et al. Característica higroscópica e termodinâmica do coentro desidratado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 237-244, 2010.

SISTA, R.V.; ERICKSON, M.C.; SHEWFELT, R.L. Quality Deterioration in Frozen Foods Associated with Hydrolytic Enzyme Activities. In: **Quality in Frozen Food**. New York: Chapman e Hall, p.101-110, 1997.

SOARES. Predição da Perda de Água por Desidratação Osmótica como Pré-Tratamento do Congelamento da Mandioca. **Ceres**, Viçosa, n. 53, v.309, p. 559-567, 2006.

TOLEDO, R. T. **Fundamentals of Food Process Engineering**. New York: Chapman e Hall, p 398-436, 1991.

WALKER, E.; PRITCHARD, C; FORSYTHE, S. Hazard Analysis Critical Control Point and Prerequisite Programme Implementation in Small and Medium Size Food Businesses. **Food Control**, Nottingham, v.14, n. 3, p. 169-174, 2003.

WARRISS, P. D. **Meat Science: An Introductory Text**. Oxon: CABI Publishing, p. 311, 2000.