



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB  
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM TURISMO – CET  
QUALIDADE EM ALIMENTOS II

## **IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DA TEMPERATURA E DO TRATAMENTO TÉRMICO NA PRESERVAÇÃO DOS NUTRIENTES E DA QUALIDADE DOS ALIMENTOS**

**RENATA SOARES ESTELLES**

**ORIENTADOR: DOMINGOS SPEZIA**

Monografia apresentada ao Centro de Excelência em Turismo, como requisito parcial para a obtenção do certificado de Especialista em Qualidade em Alimentos.

BRASÍLIA – DF, JANEIRO DE 2003.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB  
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM TURISMO – CET  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM QUALIDADE EM ALIMENTOS II

**IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DA TEMPERATURA E DO  
TRATAMENTO TÉRMICO NA PRESERVAÇÃO DOS NUTRIENTES E DA  
QUALIDADE DOS ALIMENTOS**

**AUTORA: RENATA SOARES ESTELLES**

BRASÍLIA - DF, JANEIRO DE 2003.

**AS PALAVRAS VOAM, OS ESCRITOS PERMANECEM.**

PROVÉRPIO LATINO

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus novos amigos do curso Qualidade em Alimentos, Dayse, Patrícia Brandão, Patrícia Artur, Ricardo, Ângela e Carla, que proporcionaram momentos de bastante descontração, informação e sucesso nos trabalhos em grupo.

## RESUMO

Os alimentos devem ser preservados de alterações mecânicas, químicas, bioquímicas e microbiológicas que possam acelerar sua degradação, com a finalidade de manter sua qualidade nutritiva, organolética e palatável.

O desenvolvimento e a multiplicação de microorganismos nocivos e suas toxinas podem ocorrer durante ou imediatamente após a colheita ou abate, no transporte, na armazenagem e no preparo do alimento. Toda a cadeia alimentar está sujeita à contaminação caso não se aplique métodos de conservação adequados.

O uso do calor ou do frio como forma de conservação dos alimentos tem efeitos variados para cada tipo de nutriente e de tecido – no caso de produtos constituídos por células.

Para conservação eficiente do alimento deve-se observar sua natureza, a temperatura de exposição, o tempo a que será submetido à essa temperatura, as características dos microorganismos indesejáveis e outras que atuam associadas à temperatura na erradicação ou manutenção da inatividade dos microorganismos.

O binômio tempo–temperatura é decisivo na conservação de alimentos e produtos alimentícios. A velocidade de congelamento e o tempo de sua exposição a altas temperaturas determinam efeito mais ou menos deletério aos microorganismos, e as alterações na qualidade do produto.

A refrigeração não melhora a qualidade do produto, mas diminui a taxa respiratória em tecidos vivos – reduzindo a velocidade de deterioração – e evita o crescimento da maioria dos patógenos.

A conservação pelo calor pode acarretar a desnaturação de proteínas e lise celular. Desta forma, eliminam-se microorganismos mesofílicos e psicrófilos. Também se obtém condições inadequadas à germinação de esporos ou à multiplicação bacteriana.

PALAVRAS-CHAVE: conservação; temperatura; alimento.

### ***ABSTRACT***

With the purpose to keep the nutritional, organoleptical and palatable quality of food, it must be preserved of mechanical, biochemical and microbiological alterations that may speed up its degradation.

The development and the multiplication of harmful microorganisms and its toxins can occur during or immediately after the harvest or slaughter, in the transport, the storage and the preparation of the food. All the foodchain is subject to contamination case adequate conservation methods are not applied.

The use of the heat or cold as food conservation method has different effects on each type of nutrients and cellular tissues.

For efficient food conservation, food nature, maintenance temperature, time food has been exposed to this temperature, undesirable microorganisms characteristics and others that act associated to the temperature in the eradication or maintenance of the inactivity of microorganisms.

The binomial time-temperature is decisive in food conservation. The freezing speed and the time of exposition to high temperatures determine high or low deleterious effect to the microorganisms, and changes in food quality.

Refrigeration does not improve product quality, but decreases respiratory tax in live tissues – reducing deterioration speed – and prevents growth of most pathogenic microorganisms.

Conservation through heat can cause cellular protein denaturation and lise. Mesophilic and psicrophilic microorganisms are eliminated this way. Inadequate conditions to the spore germination or the bacterial multiplication are also achieved.

Key- words: conservation; temperature; food.

## SUMÁRIO

Lista de Figuras .....	viii
Lista de Tabelas .....	ix
Introdução .....	1
Capítulo 1 – Tratamento pós-colheita e abate.....	3
Capítulo 2 – Tratamentos Térmicos .....	8
2.1 Conservação pelo frio.....	8
2.1.2 Refrigeração .....	9
2.1.3 Congelamento .....	11
2.2 Conservação pelo calor .....	12
2.2.1 Pasteurização .....	13
2.2.2 Esterilização .....	14
2.2.3 Branqueamento .....	14
2.2.4 Apertização.....	15
Capítulo 3 – Contaminação Bacteriana.....	17
3.1 Bactérias resistentes ao calor e ao frio.....	17
Considerações Finais .....	20
Referências Bibliográficas .....	21

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1.1 – Fluxograma básico para processamento de frutas e hortaliças .	4
Figura 1.2 – Fluxograma para produção e processamento de carne fresca ..	6
Figura 1.3 – Fluxograma para a produção de carne crua de ave.....	7
Figura 2.1 – Cadeia de frigorificação para alimentos numa estrutura de tempo–temperatura .....	9



**LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 – Vida útil média, sob armazenamento a diversas temperaturas	10
Tabela 2.2 – Modificações organoléticas e nutritivas. ....	16
Tabela 3.1 – Temperaturas cardinais de microorganismos procarióticos ....	17
Tabela 3.2 – Resistência térmica de bactérias e esporos de bactérias.....	18
Tabela 3.3 – Efeito da manipulação e do processamento sobre os microorganismos. ....	19

## INTRODUÇÃO

A conservação de alimentos tem por objetivo oferecer ao indivíduo, alimentos e produtos alimentícios não só dotados de qualidades nutritivas, organoléticas e de palatabilidade normais e principalmente insentos de microorganismos nocivos e suas toxinas (EVANGELISTA, 1994).

A preservação dos alimentos se faz necessária na tentativa de se resolver o problema do desperdício e melhorar o aproveitamento integral dos alimentos, para posterior consumo (SILVA, 2001).

A conservação de um produto alimentício por maior espaço de tempo e garantindo sua qualidade, irá depender de fatores orgânicos e físicos como, por exemplo, a integridade e a atividade metabólica dos tecidos – no caso de alimentos constituídos por células – temperatura ambiente e composição da atmosfera em que se encontram.

Alterações mecânicas, químicas, bioquímicas e microbiológicas provocam perda da integridade dos tecidos ou de sua estrutura natural. Com isso, células e organelas podem ter suas estruturas rompidas, liberando enzimas e nutrientes (substratos), que podem favorecer a penetração e o crescimento de microorganismos. O rompimento das células e organelas pode acelerar o processo de degradação dos alimentos, pois contribui para o aumento da velocidade de reações químicas e enzimáticas que ocorrem nos tecidos. Tecidos com maior atividade metabólica, tendem a se degradar mais rapidamente que os demais em virtude das inúmeras reações químicas e bioquímicas que realizam (SILVA, 2001).

As mudanças de temperatura podem retardar a multiplicação de microorganismos aumentando o tempo de conservação e, conseqüentemente, a vida útil do produto (CARDOSO, 2001).

Apesar da temperatura não ser um fator que atua isoladamente, mas em associação com outros, como pH, atividade de água (Aa), nutrientes, microbiota competidora, dentre outros, pode-se estimar a temperatura de melhor crescimento de um microorganismo quando os demais fatores são favoráveis à sua multiplicação (CHITARRA, 1998).

Os métodos de conservação de alimentos e produtos alimentícios baseados na alteração da temperatura referem-se à conservação pelo frio – resfriamento e

congelamento – e pelo calor – pasteurização, esterilização, branqueamento e apertização (FARO, *et al*, 2002).

Tanto na conservação pelo calor quanto na conservação pelo frio, esses métodos têm por objetivo alterar o menos possível as características do produto e oferecer características desfavoráveis aos microorganismos.

O binômio tempo – temperatura é decisivo na conservação de alimentos e produtos alimentício: a velocidade de congelamento, por exemplo, pode determinar alterações na qualidade do produto e efeito mais ou menos deletério aos microorganismos. Já na aplicação de calor, temperaturas mais altas podem alterar o produto, mas, em compensação, destroem maior número de microorganismos. Temperaturas mais brandas preservam as características nutricionais dos alimentos, mas são específicas para destruir determinados grupos de microorganismos, como os psicrofilos e mesófilos não esporulados, não tendo a mesma ação sobre os termófilos e as formas esporuladas (EVANGELISTA, 2000).

## CAPÍTULO 1

### TRATAMENTO PÓS-COLHEITA E ABATE

A manutenção da integridade dos alimentos, sua conservação, bem como de seus nutrientes, é muito importante o manuseio apropriado durante e após a colheita ou abate do animal. As variáveis de clima como temperatura e umidade relativa do ar, duração e intensidade da radiação solar e luminosidade influenciam não somente a produtividade e a saúde das plantas e animais, mas também a composição e a qualidade nutritiva e mesmo sensorial dos alimentos de origem animal e vegetal. A síntese e o armazenamento de nutrientes nos vários tecidos dependem de condições ótimas, inclusive de temperatura, as quais não são, necessariamente, as mesmas que garantem o máximo de crescimento das várias espécies (EVANGELISTA, 2000).

Qualquer que seja o produto alimentício de origem animal ou vegetal após colheita ou abate, vai desencadear uma série de transformações químicas e bioquímicas e eventualmente microbiológicas, que poderão degradar o alimento em maior ou menor espaço de tempo e acarretar, inevitavelmente, profundas alterações no valor nutritivo dos alimentos (CAMARGO, 1984).

Hortaliças, frutas e produtos de origem animal são, em geral, altamente perecíveis e devem ser manuseados – nas etapas de colheita, transporte e estocagem – com o máximo cuidado para manter a integridade dos tecidos, a preservação dos nutrientes e evitar contaminações. Normalmente esses produtos devem ser transportados e estocados em condições de refrigeração ou processados. As sementes, por conter teor mais baixo de água e atividade metabólica menos intensa (órgão dormente), podem ser transportadas e estocadas em condições ambientais adequadas por tempo relativamente prolongado (CARDOSO, 2001).

Em tecidos vivos, animal ou vegetal, há uma compensação entre os balanços metabólico e catabólico – síntese de macromoléculas e degradações para produção de energia, respectivamente. Após colheita ou abate os tecidos tendem a apresentar predomínio de reações catabólicas em detrimento das reações de síntese, o que leva à deterioração acelerada do produto (ARAÚJO, 1995).

Com a finalidade de proporcionar ao consumidor um produto parecido com o fresco, com uma vida útil prolongada, garantindo segurança e mantendo a qualidade nutritiva e sensorial, os vegetais devem ser minimamente processados e refrigerados (FARO *et al*, 2002).

Para a maioria dos vegetais a limpeza e a lavagem podem ser os únicos tratamentos de conservação além da refrigeração. Para outras frutas e hortaliças, o processamento mínimo envolve uma seqüência de operações desde a colheita até a comercialização (CHITARRA, 1998).

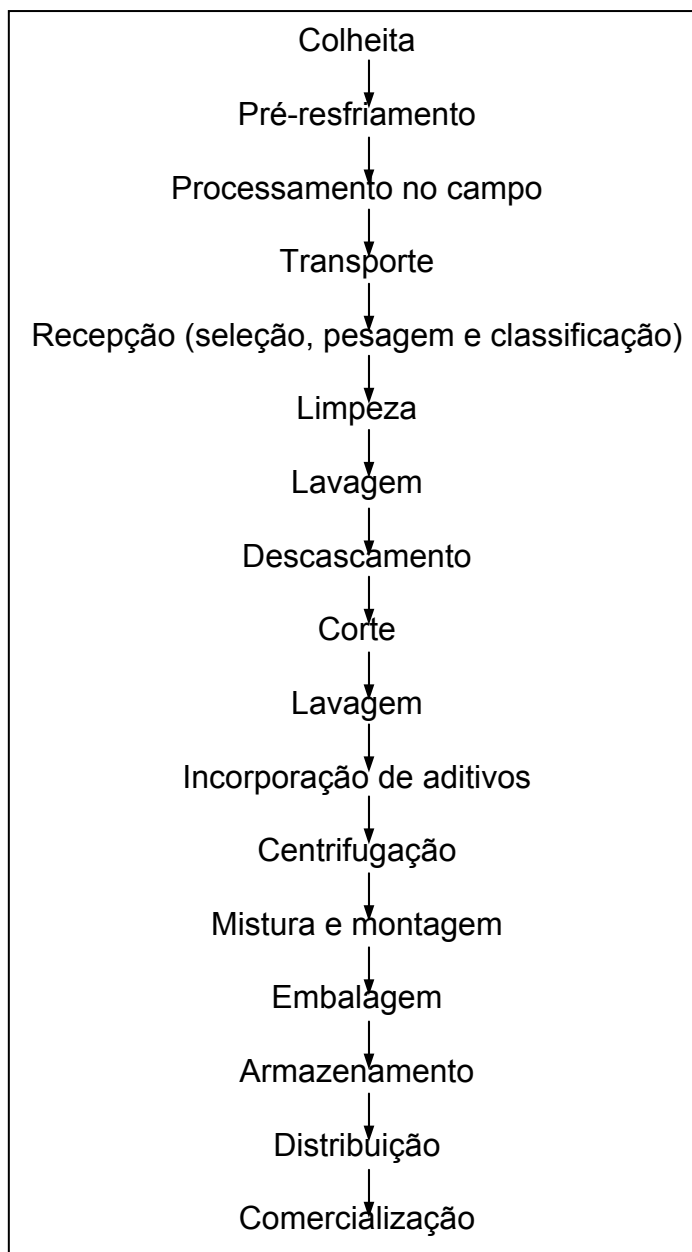


Figura 1.1 – Fluxograma básico para o processamento mínimo de frutas e hortaliças (CHITARRA, 1998).

Após o corte, que tem como finalidade manter a uniformidade e tamanho desejado, a taxa respiratória dos tecidos vegetais aumenta, além dos danos mecânicos sofridos, os tecidos ficam mais susceptíveis às alterações indesejáveis.

Para garantir a qualidade dos produtos vegetais a partir desta etapa, estes devem ser refrigerados (FARO *et al*, 2002).

A qualidade dos produtos minimamente processados depende do tempo e temperatura às quais os produtos são expostos desde o seu processamento, armazenamento, distribuição até o seu consumo (GIORDANO, 2002).

Dentre os métodos de conservação clássicos, utilizados para aumentar a vida útil de frutas e hortaliças minimamente processados, a conservação pelo calor, utilizando tratamentos térmicos suaves seguidos de resfriamento rápido, ou a refrigeração simples, alteram muito pouco ou não alteram, respectivamente, as características sensoriais do produto (FARO *et al*, 2002).

A qualidade da carne deve ser monitorada desde a produção até o consumo. São necessárias práticas adequadas de produção para impedir que resíduos químicos e agentes microbiológicos, deteriorantes ou patogênicos, sejam transmitidos pela carne.

Os microorganismos veiculados pela carne que são patógenos ao homem (*Salmonella*, *Yersinia*, *Campylobacter*, *Clostridium*, *Staphylococcus spp.*, *Listeria* e *E. coli*) não podem ser detectado visualmente, nem por incisão ou palpação. Desta forma, os produtores de carne devem promover uma vigilância veterinária eficiente e capaz de identificar surtos importantes de doença animal, além de providenciar mecanismos que garantam a saúde dos animais desde a produção, transporte, até a retenção em matadouros (GELLI & GALLO, 2002).

Durante e após o abate, os tecidos ficam suscetíveis à contaminação por microorganismos. Os processos de esfolamento/escaldamento, evisceração e lavagem necessitam de cuidados para evitar, principalmente as contaminações cruzada – por equipamentos e água – e da carcaça, pelas vísceras (CAMARGO, 1984).

Ao completar a preparação, a superfície quente (30 – 40°C) e úmida da carcaça é ideal para proliferação de patógenos e de microorganismos deteriorantes. Esta superfície deve ser resfriada até 7°C ou menos, minimizando a multiplicação microbiana antes que se torne um perigo (GIOVA & SILVA Jr, 1997).

A contaminação superficial pode ser aumentada devido à manipulação, caso as carnes desossadas não sejam imediatamente resfriadas. Em contrapartida, o resfriamento excessivamente rápido pode resultar na perda de peso e

dessecação da superfície que pode prejudicar a aparência da carne e provocar dureza, induzida pelo frio (CAMARGO, 1984).

A relação tempo – temperatura, somada ao fluxo de ar e à umidade relativa são os fatores que devem ser observados para controlar a multiplicação microbiana durante o resfriamento da carne. A carne deve ser mantida refrigerada durante o transporte e protegida da condensação e possível contaminação. O corte e desossa devem proceder em sala específica, onde a temperatura seja mantida a 10°C ou menos, em superfície e com equipamentos adequadamente limpos (CAMARGO, 1984).

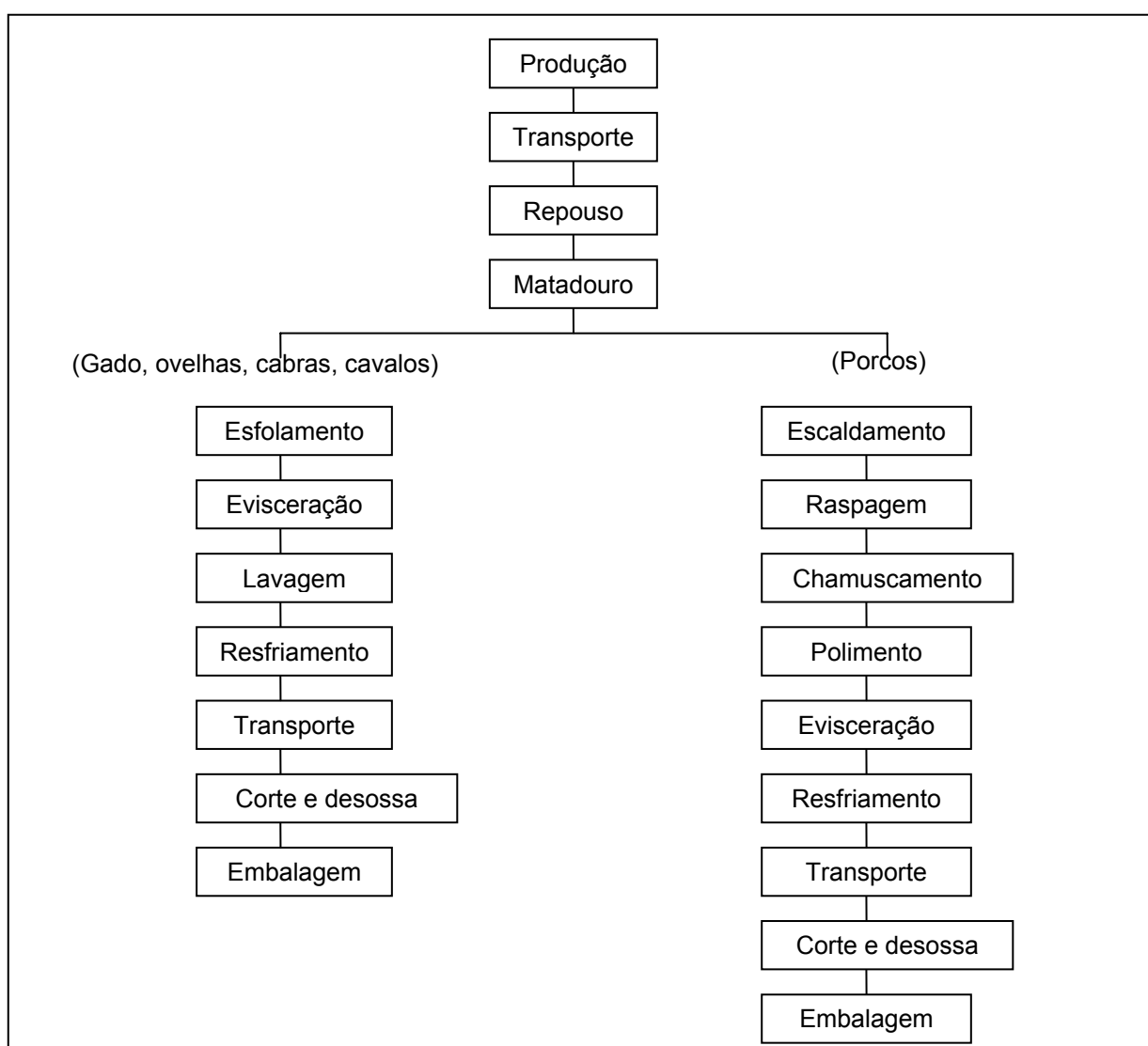


Figura 1.2 – Fluxograma para produção e processamento de carne fresca (ICMSF, 1997).

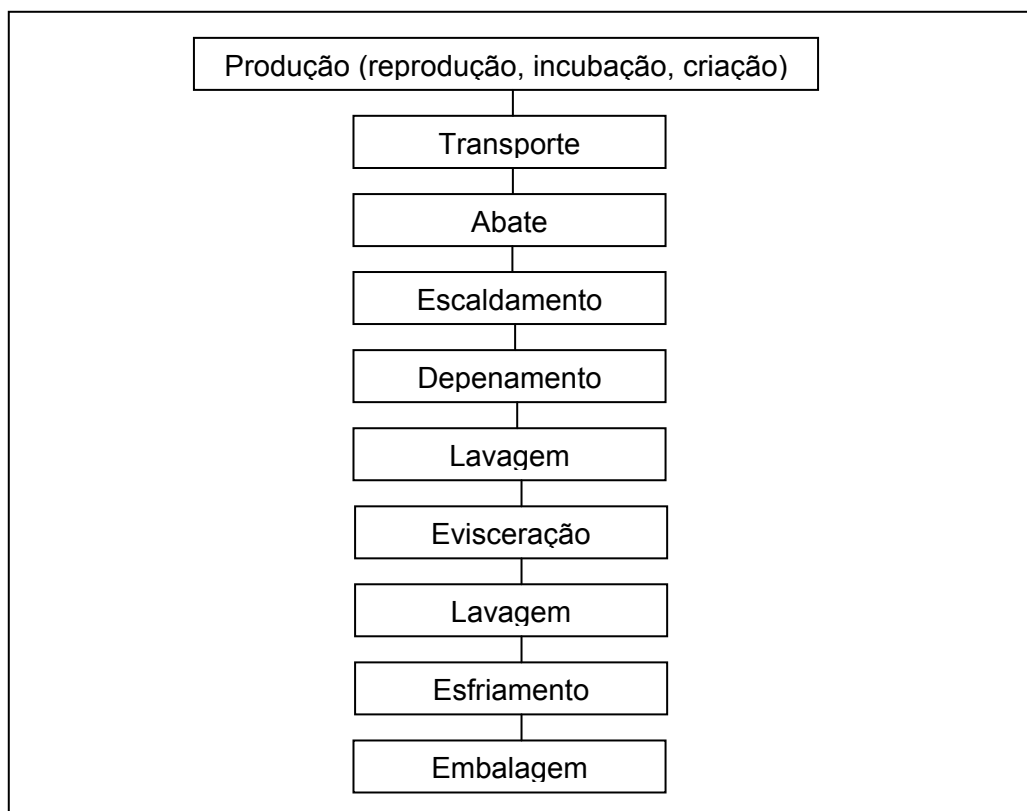


Figura 1.3 – Fluxograma para a produção de carne crua de aves (ICMSF, 1997).



## CAPÍTULO 2.

### TRATAMENTOS TÉRMICOS

Os tratamentos térmicos de conservação de alimentos são baseados na eliminação total ou parcial dos agentes microbiológicos que alteram os produtos, ou na modificação ou supressão de condições térmicas que torne o meio propício à sua sobrevivência ou multiplicação (EVANGELISTA, 2000). Muitas vezes são usados tratamentos simultâneos a fim de garantir a conservação e a qualidade dos alimentos.

Os melhores processos são aqueles que, garantindo uma satisfatória conservação, alterem menos as condições naturais dos produtos.

#### 2.1 CONSERVAÇÃO PELO FRIO

Com a finalidade de aumentar a vida útil de produtos alimentícios, seja de produtos formados por estruturas celulares ou pelos que não são formados por células, usa-se a conservação pelo frio (SILVA, 2001).

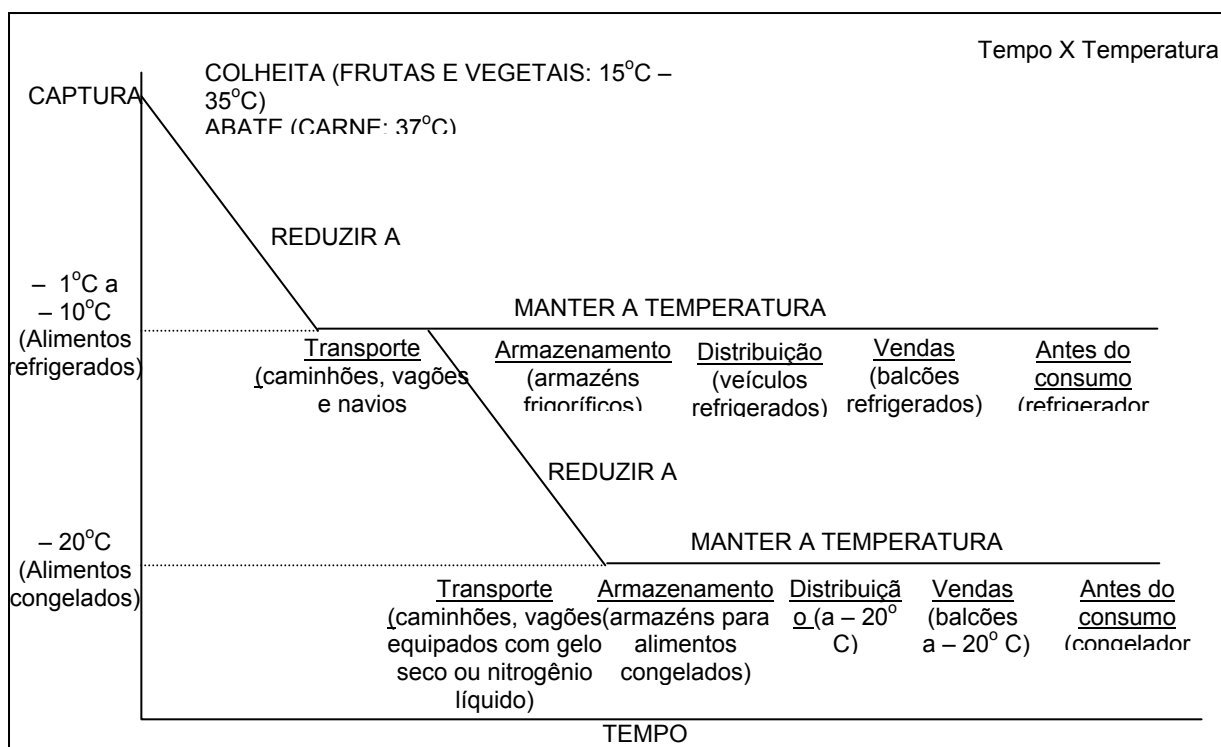


Figura 2.1 – Cadeia de frigorificação para alimentos numa estrutura de tempo – temperatura (IPEA, 1973).

De modo geral, reações químicas e enzimáticas, bem como o desenvolvimento microbiológico, são inibidos com a diminuição da temperatura. A

diminuição da atividade enzimática específica tem sua redução evidenciada com a diminuição da temperatura em detrimento da ação simultânea dos seguintes fatores: (1) formação de pontes de hidrogênio, que alteram estruturalmente as enzimas e afetam a afinidade enzima-substrato; (2) aumento da concentração de íons e eletrólitos que podem inibir a atividade enzimática; (3) aumento da viscosidade do meio, que diminui a velocidade das reações (FONTES & LOPES, 1995).

Às reações puramente químicas o abaixamento da temperatura exerce um efeito inibitório. Já em temperaturas de congelamento, pode ocorrer aumento da concentração de solutos, pela ação das massas, na fração não congelada. A força de ativação pela concentração de solutos e inibição pelo abaixamento da temperatura e presença de inibidores é altamente favorável à inibição (FONTES & LOPES, 1995).

### **2.1.1 REFRIGERAÇÃO**

O processo de refrigeração difere dos demais processos de frio, pelos graus de temperatura utilizados, que estão compreendidos entre  $-1^{\circ}\text{C}$  a  $10^{\circ}\text{C}$  (EVANGELISTA, 2000).

Em geral, quanto maior a temperatura de armazenamento de produtos hortícolas, maiores são as perdas qualitativas e quantitativas. Isso ocorre porque a velocidade das reações bioquímicas e a velocidade de desenvolvimento de infestações aumentam. Uma das razões dessas perdas, talvez a mais importante, é o aumento da taxa respiratória como consequência da elevação da velocidade de transpiração. Quando o produto é armazenado em locais refrigerados, na temperatura e umidade recomendadas, sua velocidade de deterioração é mais lenta (LUENGO & CALBO, 2001).

A temperatura de refrigeração ideal é variada para cada tipo de produto, de acordo com seu ponto de congelamento. Produtos tropicais costumam ser mais sensíveis ao frio e suscetíveis a doenças e distúrbios fisiológicos caso sejam armazenados sob temperaturas maiores que zero e menores que as recomendadas. Deve-se observar também a umidade relativa e o tempo de armazenamento (EVANGELISTA, 2000).

Segundo Van't Hoff, citado por Kader *et al.* (1985), a velocidade das reações biológicas aumenta duas a três vezes para cada  $10^{\circ}\text{C}$  de aumento de temperatura e

a este número deu-se o nome de  $Q_{10}$ . Sendo  $Q_{10}$  função da faixa de temperatura e do produto sob estudo, ele, matematicamente, pode ser definido pela expressão:

$$Q_{10} = R_{T+10} / R_T$$

onde  $R_T$  é a velocidade da reação na temperatura (T) em °C e  $R_{T+10}$  é a velocidade da reação numa temperatura 10 graus mais elevada.

A lei de Van't – Hoff, para uso experimental, também pode ser representada por:

$$Q_{10} = \left( \frac{R_2}{R_1} \right)^{10 / T_2 - T_1}$$

O alimento perecível na comercialização, se mantido a temperatura de refrigeração pode significar um aumento na sua vida-útil. Um dia sob a temperatura entre 28°C e 35°C pode significar 8 a 15 dias sob a temperatura de 1°C a 2°C. Após 5 a 7 dias, em média, um alimento refrigerado necessita de processamento térmico ou congelamento para prolongar seu tempo de estocagem em condições de consumo. A tabela 2.1 mostra a vida útil de produtos de origem vegetal e animal, a várias temperaturas.

Tabela 2.1 – Vida útil média, sob armazenamento a diversas temperaturas (CAMARGO, 1984).

Produto	Vida útil (média/dia) – armazenamento em °C		
	0° C	22° C	38° C
Carne de vaca	6 a 8	1	< 1
Pescado	2 a 7	1	< 1
Aves	5 a 18	1	< 1
Carne e peixes secos	≥ 1000	≥ 350	≥ 100
Frutas	2 a 18	1 a 20	1 a 7
Frutas secas	≥ 1000	≥ 350	≥ 100
Verduras e folhas	3 a 20	1 a 7	1 a 3
Raízes e tubérculos	90 a 300	7 a 50	2 a 3

É importante salientar que a refrigeração não melhora a qualidade do produto e que somente tecidos sadios e demais produtos de alta qualidade devem ser armazenados, uma vez que a temperatura baixa não destrói o patógeno, mas apenas diminui sua atividade. Segundo Troller (1983), o armazenamento sob refrigeração não deve exceder a temperatura de 2°C, pois esta temperatura irá prevenir o crescimento da maioria dos microorganismos causadores de doenças de origem alimentar, muitas bactérias produtoras de esporos e de alguns fungos e

leveduras. Produtos refrigerados devem ser mantidos desta forma até o consumo, tendo em vista que o aumento da temperatura pode promover danos como os causados pela condensação da água e outros efeitos nocivos.

Para produtos cultivados em locais de muito calor, produtos quentes no campo, deve-se pré-resfriá-los para aumentar sua vida útil, já que possuem alta taxa de respiração e transpiração. Esse pré-resfriamento deve ocorrer antes mesmo do transporte.

### **2.1.1 CONGELAMENTO**

Esse método de conservação de alimentos, por remoção de calor, reduz a temperatura do alimento até que os efeitos destrutivos de microorganismos, enzimas e oxigênio, sejam paralisados ou reduzidos grandemente (FONTES & LOPES, 1995).

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

A resistência dos microorganismos ao congelamento é variável conforme o tipo de alimento e o microorganismo em questão. Alimentos viscosos, ricos em proteínas, gorduras e carboidratos tendem a oferecer maior resistência aos microorganismos. Em contrapartida, a presença de certos íons, enzimas, sais orgânicos e ácidos, diminuem essa resistência (FONTES & LOPES, 1995).

Pode haver modificações no alimento quando este é congelado, porém, muitas destas alterações somente são perceptíveis após o degelo. Outras mudanças enzimáticas podem ocorrer após completo descongelamento.

Um alimento com qualidade em matéria-prima, condições de preparo e armazenagem, terá qualidade superior caso seja congelado rapidamente, se comparado àquele que é congelado lentamente (KUAYE, 1994).

O congelamento lento pode ocasionar a formação de grandes cristais de gelo que rompem as células e dilaceram os tecidos, fazendo com que, no momento do

degelo, os nutrientes sejam escoados com a água e haja perda da suculência. O lento congelamento também pode ocasionar dano osmótico, que provoca o estouro das células pelo aumento da pressão interna, uma vez que uma célula tende a drenar água das células vizinhas não congeladas; e a precipitação irreversível dos constituintes coloidais, uma vez que sua estrutura é alterada durante o congelamento e/ou degelo. Esse último fator apresentado ocorre independentemente da estrutura celular e também em alimentos que não consistem de células. Muitos colóides reagem à baixa temperatura formando géis, sofrendo mudanças químicas – inclusive enzimáticas – e provocando aumento da concentração pela remoção de água podendo provocar instabilidade (CARDOSO, 2002).

Os alimentos rapidamente congelados não sofrem com a formação de cristais de gelo e conseqüentemente não têm suas células danificadas, assim, não há perda significativa de nutrientes ao ser degelado.

## **2.2 CONSERVAÇÃO PELO CALOR**

Os métodos de conservação dos alimentos pelo calor visam eliminar ou controlar a multiplicação de microorganismos deteriorantes e/ou patogênicos das matérias-primas, processos ou produto final (FARO *et al*, 2002).

O calor provoca desativação de proteínas por causar alteração em sua configuração e conseqüente desnaturação. Desta forma a sobrevivência de microorganismos torna-se inviável ou é dificultada uma vez que a alta temperatura pode acarretar a lise celular (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

De modo geral, fungos e leveduras não são termorresistentes. Já as bactérias podem ser sensíveis ao calor ou termorresistentes. Neste último caso deve-se criar condições ambientais inadequadas à germinação de esporos ou à multiplicação bacteriana (GELLI & GALLO, 2002).

Os métodos de conservação pelo calor são específicos para destruir determinados grupos de microorganismos de forma eficaz ou apenas evitar sua multiplicação. Esses efeitos variam conforme a espécie de microorganismo, sua termorresistência e a temperatura a que é submetido num espaço de tempo, dentre outros fatores intrínsecos e extrínsecos.

Para se otimizar um tratamento térmico deve-se minimizar as perdas de nutrientes. Para isso, a indústria considera fatores físico-químicos com a finalidade

de determinar a temperatura e o tempo de tratamento e exposição do alimento. Os fatores físico-químicos considerados são a constante de velocidade da reação de degradação (K) em função da temperatura e a sua energia de ativação (Ea), ou sensibilidade térmica (EVANGELISTA, 2000).

A inter-relação desses dois parâmetros é dada pela equação de Arrhenius:

$$K = K_0 \cdot e^{-E_a / RT}$$

onde  $K_0$  é a constante de velocidade da reação;  $e$ , é a base dos logaritmos Neperianos; R, é o valor da constante dos gases, e T é a temperatura (medida em °F, escala absoluta).

Aplicando o logaritmo decimal e integrando a equação entre dois limites de K ( $K_1$  e  $K_2$ ) e de temperatura ( $T_1$  e  $T_2$ ) tem-se a equação:

$$\log \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_a}{2,303 R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)$$

A indústria utiliza os parâmetros D e Z ao invés de K e Ea, assim temos para esses parâmetros as seguintes expressões:

$$K = \frac{2,303}{D}$$

$$E_a = \frac{2,303 R T_2 T_1}{Z} (9/5)$$

A equação de Arrhenius relaciona esses dois fatores para definir o tempo, em minutos, necessário para a destruição de 90% dos nutrientes em questão, a uma dada temperatura (parâmetro D), além da elevação de temperatura necessária para aumentar em 10 vezes a velocidade de reação de degradação (parâmetro Z, normalmente medido em °F).

### 2.2.1 PASTEURIZAÇÃO

Entre diversas técnicas de aplicação de calor, a pasteurização visa a destruição de microorganismos com o mínimo de alteração do alimento. Para que essa meta seja alcançada, a temperatura de aquecimento não deve ultrapassar os 100°C (FARO *et al*, 2002).

Amplamente utilizada em produtos lácteos, a pasteurização é empregada na eliminação de bactérias mesofílicas e das possíveis competidoras com microorganismos acrescentados a iogurtes e outros lácteos, inclusive fermentados.

A pasteurização pode obedecer duas metodologias diferentes: LTLT (*Low time long time*) ou HTST (*High temperature short time*).

No processo LTLT o produto é elevado à temperatura entre 63°C e 65°C, na prática industrial, por 30 minutos e imediatamente resfriado. Durante o resfriamento, em sistema aberto, deve-se ter cuidado para não haver recontaminação do produto e seja evitado o desenvolvimento de organismos termorresistentes sobreviventes ao tratamento por pasteurização. O processo HTST eleva a temperatura ao intervalo de 71°C a 73°C por 15 segundos. Como a alta temperatura pode provocar mudanças nas características do alimento, o tempo de exposição é curto. Nesse caso, após a pasteurização deve haver o resfriamento rápido para evitar a recontaminação e a perda de nutrientes (SGARBIERI, 1987).

### **2.2.2 ESTERILIZAÇÃO**

A esterilização de alimentos com pH menor que 4,5 a esterilização consiste no aquecimento a uma temperatura entorno de 100°C. Se o pH estiver acima de 4,5 o aquecimento deve ser a 120° C por 15 a 20 minutos, à pressão de 1,0 a 1,5 atm (SGARBIERI, 1987).

O tratamento UHT (*Ultra high temperature*) eleva a temperatura a 140°C por dois a quatro segundos e após é mantido à temperatura ambiente em embalagens específicas e estéreis para evitar a recontaminação (SGARBIERI, 1987).

A esterilização visa destruir todos os microorganismos, inclusive os esporos e os microorganismos anaeróbios.

Da mesma forma que este tratamento térmico destrói células e esporos microbianos e enzimas, poderá destruir também vários nutrientes essenciais ou dieteticamente indispensáveis. Como um dos objetivos do processamento é minimizar as perdas de nutrientes e como o efeito global do tratamento térmico é o produto da temperatura pelo tempo de aquecimento, todo processo deve ser otimizado em função da eliminação de microorganismos e das enzimas indesejáveis e da menos perda possível do nutriente mais importante no alimento em estudo (SGARBIERI, 1987)

### **2.2.3 BRANQUEAMENTO**

É feito com o intuito principal de inativar enzimas que normalmente causariam degradação de nutrientes e/ou deterioração do alimento durante seu preparo. As

enzimas furalases e polifenoloxidases são os principais alvos da inativação em vegetais.

Embora o objetivo seja a inativação enzimática, este tratamento térmico destrói também uma porcentagem considerável dos microorganismos que deterioram os alimentos. Muitos microorganismos são eliminados, pois este processo ocorre em temperaturas elevadas, por volta de 86° C a 90° C por trinta segundos, dois a quatro minutos, ou a vapor.

#### **2.2.4 APERTIZAÇÃO**

É definida como aquecimento do produto, anteriormente preparado, em recipientes fechados, na ausência relativa de ar, até uma certa temperatura e num tempo suficiente para a destruição dos microorganismos, porém sem alterar de modo sensível o alimento (GAVA, 1984).

Para o êxito do processamento por apertização, deve-se considerar fatores como:

- (1) a qualidade e a quantidade de microorganismos a destruir, bem como sua resistência ao calor.
- (2) O tipo de calor fornecido para alimentos com pH maior ou menor que 4,5, visando a eliminação de esporos de *Clostridium botulinum*.
- (3) Penetração de calor no recipiente que varia de acordo com: o estado, condições e tipos de alimentos, sua disposição nos envases, composição e estado das coberturas; tamanho, forma e capacidade de condução térmica do material da embalagem (EVANGELISTA, 2000).
- (4) Temperatura inicial do produto – produto pré-aquecido encurta o tempo de esterilização.
- (5) Duração do aquecimento e temperatura atingida durante o processamento.
- (6) Sistema de aquecimento e resfriamento – visa a melhoria da difusão de calor e diminui o tempo de aquecimento.

A qualidade do alimento que sofre apertização, bem como dos alimentos que passam por outros processos que envolvam calor, depende do tempo de exposição ao calor e da temperatura envolvida.

Como resultado da apertização, podem ocorrer no produto, modificações organoléticas e nutritivas (EVANGELISTA, 2000), como mostra a tabela 4.



Tabela 2.2 – Modificações organoléticas e nutritivas (EVANGELISTA, 2000).

Constituintes de alimentos	Modificações
<b>Caracteres Organoléticos</b>	<p>Modificações principalmente de cor, sabor, aroma e consistência.</p> <p>As modificações de cor são produzidas por colorações provenientes de alterações de certas substâncias e por reações de escurecimento (<i>browning</i>)</p>
<b>Vitaminas</b>	<p>Ocorrem as seguintes perdas vitamínicas: o ácido ascórbico, muito sensível ao calor, é destruído mesmo a temperaturas baixas quando o aquecimento é demorado e mais ainda, se em presença do oxigênio e do íon cobre.</p> <p>A tiamina, termolábil, sofre grandes perdas quando, em presença de calor, os alimentos tenham baixa acidez.</p> <p>As vitaminas A e E, apesar de termoestáveis, podem sofrer perdas, se o aquecimento se processar na presença de oxigênio.</p>

### CAPÍTULO 3.

#### CONTAMINAÇÃO BACTERIANA

O controle dos microorganismos contaminantes de alimentos ocorre por exclusão ou remoção, inibição de multiplicação ou destruição destes; conforme a natureza do produto e a sensibilidade do microorganismo a fatores intrínsecos – pH e acidez, atividade de água, potencial de oxi-redução, sensibilidade a radiação, nutrientes, constituintes antimicrobianos, estruturas biológicas e microbiota competidora – e extrínsecos – temperatura de manutenção do produto, umidade relativa do ambiente, presença e concentração de gases no ambiente e irradiação ionizante (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

Esses fatores extrínsecos e intrínsecos são usados como forma de controlar os microorganismos através de metodologias de conservação de alimentos como o resfriamento, congelamento, pasteurização, secagem, salga, adição de açúcares, fermentação, tratamento por radiação ionizante, uso de conservantes, dentre outros.

Para garantir a segurança e estabilidade de muitos alimentos, estes são tratados com mais de um processo, afim de inativar as bactérias patogênicas na forma vegetativa e prevenir sua multiplicação ou a germinação de seus esporos.

Os microorganismos são convenientemente classificados pela capacidade de multiplicar sob diferentes temperaturas (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Temperaturas cardinais de microorganismos procarióticos (ICMSF, 1997).

Grupo	Temperatura (°C)		
	Mínima	Ótima	Máxima
Termofílica	40 – 45	55 – 75	60 – 90
Mesofílica	5 – 15	30 – 45	35 – 47
Psicrofílica	- 5 – +5	13 – 15	15 – 20
Psicrotrófila	- 5 – +5	25 – 30	30 – 35

#### 3.1 BACTÉRIAS RESISTENTES AO CALOR E AO FRIO

Os microorganismos apresentam temperaturas mínima, máxima e ótima de desenvolvimento. A temperatura ótima para o desenvolvimento de uma bactéria é diretamente proporcional à sua resistência térmica, com exceção dos esporos, que são formas de resistência a esses e outros fatores (GELLI & GALLO, 2002).

Além dos efeitos sobre a velocidade de crescimento, os extremos de temperatura matam os microorganismos. A temperatura máxima tolerada por qualquer espécie correlaciona-se com a termoestabilidade de suas proteínas (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

Muitas bactérias deteriorantes sobrevivem em temperaturas que variam em intervalos que vão de graus Celsius negativos até 10°C positivos, mas crescem melhor no intervalo de temperatura entre 15°C e 20°C. As formas patogênicas encontram-se em grande parte no grupo das mesófilas que têm seu melhor crescimento com temperatura entre 30°C e 37°C (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

Os microorganismos diferem grandemente quanto à capacidade de enfrentar calor. O tempo de exposição a uma determinada temperatura para reduzir o número de microorganismos viáveis por um fator na base 10 decimal (valor D) é designado como sendo valor de redução. Um aumento de 10 vezes na taxa de inativação de bactérias vegetativas ocorre em, aproximadamente, cada aumento de 5°C de temperatura dentro da faixa letal; para os esporos, em cada aumento de 10°C (ICMSF, 1997). A tabela 3.2 sintetiza algumas operações, os alimentos aos quais são aplicados e as consequências microbiológicas.

Tabela 3.2 – Resistência térmica de bactérias e esporos de bactérias (ICMSF, 1997).

		Valor D (min)
<i>Brucella spp</i>	a 65, 5°C	0,1 – 0,2
<i>Salmonella senftenberg 775W</i>	a 65, 5°C	0,8 – 1,0
<i>Salmonella spp</i>	a 65, 5°C	0,02 – 0,025
<i>Staphylococcus aureus</i>	a 65, 5°C	0,2 – 2,0
<b>Leveduras e bolores e bactérias deteriorantes</b>	a 65, 5°C	0,5 – 3,0
<b>Esporos aeróbios mesofílicos</b>		
<i>Bacillus cereus</i>	100°C	5,0
<i>B. Subtilis</i>	100°C	11,0
<b>B. polymyxa</b>	100°C	0,1 – 0,5
<b>Esporos de anaeróbios mesofílicos</b>		
<i>Clostridium butyricum</i>	100°C	0,1 – 0,5
<i>C. perfringens</i>	100°C	0,3 – 20,0
<i>C. botulinum</i>	100°C	
Cepas tipos A e B, proteolíticas	100°C	50,0
Cepas tipo E e tipos B e F não proteolíticas	80°C	ca. 1,0
<b>Esporos de aeróbios termofílicos</b>		
<i>Bacillus coagulans</i>	120°C	0,1
<i>B. stearothermophilus</i>	120°C	4,0 – 5,0
<b>Esporos de anaeróbios termofílicos</b>		
<i>C. thermosaccharoliticum</i>	120°C	3 – 4
<i>Desulfomaculum (Clostridium) nigrificans</i>	120°C	2 – 3

Para controlar os microorganismos através de tratamentos térmicos, deve-se ter cuidado com o processamento para assegurar que a temperatura adequada foi alcançada. Em procedimentos onde ocorre tratamento de calor e posterior resfriamento, há risco de contaminação caso o produto não atravesse tão rapidamente quanto seja possível os níveis de temperatura em que podem desenvolver-se os preocupantes microorganismos sobreviventes. A tabela 5 mostra o efeito da manipulação e do processamento sobre os microorganismos.

Após o processamento do alimento, é necessário que as condições de transporte e distribuição e armazenamento sejam controladas para que não haja deterioração. As condições de conservação variam conforme o produto e o processo através do qual foi obtido.

A responsabilidade do controle dos perigos microbianos é dos indivíduos envolvidos em qualquer etapa da cadeia produtiva, desde a colheita/abate até o consumidor final. Este é o conceito dos pontos de controle críticos na análise de perigos – APPCC.

Tabela 3.3 – Efeito da manipulação e do processamento sobre os microorganismos. (ICMSF, 1997)

<b>Operação</b>	<b>Alimento</b>	<b>Efeito Esperado</b>
Limpeza, lavagem	Todos os alimentos crus	Reduzir número
Lavagem/imersão em antimicrobianos	Principalmente frutas e vegetais	Inativar microorganismos selecionados.
Refrigeração (abaixo de 10°C)	Todos os alimentos	Prevenir a multiplicação da maioria das bactérias patogênicas; diminuir multiplicação de microorganismos deteriorantes.
Congelamento (abaixo de -10°C)	Todos os alimentos	Prevenir a multiplicação de todos os microorganismos.
Pasteurização (60 – 80°C)	Leite, vinho, etc.	Inativar a maioria das bactérias não esporuladas, leveduras e bolores.
Branqueamento (95 – 110°C)	Vegetais, camarão	Inativar bactérias vegetativas, leveduras e bolores.
Enlatamento (acima de 100°C)	Produtos enlatados	“Esterilização comercial”. Inativação de todas as bactérias patogênicas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A conservação de alimentos, feita com tratamentos térmicos, visa destruir ou inibir o crescimento de microorganismos que possam degradar o produto ou serem patogênicos ao homem.

Para cada tipo de alimento deve ser aplicado o tratamento que melhor o conserve, no sentido de não alterar significativamente sua qualidade – organolética e nutritiva – nem permitir a proliferação de microorganismos.

A conservação pelo frio, ou pelo calor, pode ser associada a outros métodos que auxiliam na manutenção da vida útil do produto, uma vez que a temperatura não atua isoladamente.

Os tratamentos térmicos devem ser aplicados o quanto antes possível nas etapas de produção e preparo. O produto deve ser preservado de microorganismos, para que sua qualidade ao final do processo seja aceita pelas normas estipuladas pela legislação e fiscalizadas pela vigilância sanitária e demais órgãos competentes.

A armazenagem dos produtos e sua exposição para venda também devem obedecer às condições estipuladas em seus rótulos, pelo fabricante.

Todos os envolvidos nos processos de produção, transporte, venda e preparo final dos alimentos são responsáveis pela sua qualidade ao ser consumido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*APPCC na qualidade e segurança microbiológica de alimentos: análises de perigos e pontos críticos a qualidade e a segurança microbiológica de alimentos*. Livraria Varela, São Paulo, 1997. (Título original: *Microorganisms in foods*. Tradução: Ana Terzi Giova.)

ARAÚJO, J. M. A. *Aflatoxinas: Aspectos químicos e biológicos*. Viçosa: Imprensa Universitária. 1990. 15p.

ARAÚJO, J. M. A. *Química dos Alimentos – Teoria e Prática*. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995.

BARBOSA, J. J. *Introdução à Tecnologia de Alimentos*. Rio de Janeiro: Kosmos, 1976.

BOBBIO, P. A. & BOBBIO, F. O. *Química do processamento dos alimentos*. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992. 151p.

BRASIL. Resolução RDC nº 235, de 18 de Dezembro de 2001 DOU de 19/12/2001. Obrigatoriedade da rotulagem nutricional para produtos embalados. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos>>. Acesso em dezembro de 2002.

BRASIL. Portaria nº 451 de 19 de Setembro de 1997. Aprovação do regulamento técnico e princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos>>. Acesso em dezembro de 2002

BRASIL. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal – RIISPOA – aprovado pelo Decreto nº 30691, de 29/03/1952, que regulamentou a Lei nº 1283, de 18/12/1950, alterado pelo Decreto nº 1255, de 25/06/1962, alterado pelo Decreto nº 1236, de 02/09/1994, alterado pelo Decreto nº 1818, de 08/02/1996, alterado pelo Decreto nº 2244, de 04/06/1997.

BRASIL. Resolução RDC nº 12 de 02 de Janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos embalados. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos>>. Acesso em dezembro de 2002

BRASIL. Lei 8078, de 11 de Setembro de 1990. Proteção do consumidor e outras providências. Ed. rev. e atual. Brasília: Ministério da Justiça. 62p. 1998.

BRASIL. Política Nacional de Alimentação e Nutrição, 1999. Disponível em <<http://www.saude.gov.br>>. Acesso em dezembro de 2002

BRASIL. Portaria nº 326 de 30 de Julho de 1997. Aprova o regulamento técnico: “Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos”, conforme anexo I. DOU, Brasília, 01/07/1997.

BRASIL. Resolução nº 34/76 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA, publicada no DOU, em 19/01/1977. Seção I, p.710.

BRASIL. Resolução no 35/77 de 21 de Dezembro de 1977. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA. Padrões de Identidade para Alimentos Rapidamente Congelados

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Portaria nº 42 de 14/01/1998. Aprova o regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos>>. Acesso em dezembro de 2002

BRYAN, F.L. *Avaliação por análise de perigos e pontos críticos de controle*. Genebra: OMS, 1994.p. 6 – 33

CABRAL, A. C. D. & FERNANDES, M. H. C. *Aspectos gerais sobre a vida-de-prateleira de produtos alimentícios*. Campinas, 1980. out/dez.. p. 370 – 440

CAMARGO, R. *Tecnologia dos produtos agropecuários*. São Paulo: Nobel, 1984. 298p.

CARDOSO, D. *Avaliação das Informações apresentadas nos rótulos dos produtos industrializados para temperatura de conservação, armazenamento e descongelamento de diferentes produtos congelados comercializados no DF*. Brasília, Universidade de Brasília. Monografia do curso Qualidade em Alimentos, Centro de Excelência em Turismo da Universidade de Brasília, 2001.

CHITARRA, M. I. F. *Processamento mínimo de frutos e hortaliças*. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 1998. 87p.

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

FARO, Z. P.; ARDITO, E. & BORGIO, L. A. *Qualidade em Alimentos II: Conservação e Processamento de Alimentos*, Módulo 8, Brasília, Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília, 2002.

FONTES, T. C. & LOPES, M. N. F. *Congelamento de alimentos – técnicas e normas*. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 1995.

FRANCO, B. & LANDGRAF, M. *Microbiologia dos Alimentos*. Rio de Janeiro: Atheneu, 1996.181p.

GALHARDI, M. G. *Qualidade em Alimentos II: Boas Práticas de Fabricação*, Módulo 11, Brasília. Centro de Excelência em Turismo da Universidade de Brasília, 2002.

GAVA, A. J. *Princípios de tecnologia dos alimentos*. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1979. 284p.

GELLI, D. & GALLO, C. R. *Qualidade em Alimentos II: qualidade em alimentos sob o aspecto higiênico-sanitário*, Módulo 4, Brasília, Centro de Excelência em Turismo da Universidade de Brasília, 2002.

GERMANO, P. M. L. & GERMANO, M. I. S. *Higiene e vigilância sanitária dos alimentos*. São Paulo: Varela, 2001.

GIORDANO, J. C. *Qualidade em Alimentos II: Análise por pontos críticos de controle*, Módulo 12, Brasília Centro de Excelência em Turismo da Universidade de Brasília, 2002.

HOBBS, B. C. & ROBERTS, D. *Toxinfecção e controle higiênico – sanitário de alimentos*. Tradução por Marcelo Arruda Nascimento e outros. São Paulo: Varela, 1998. 376p.

IPEA/IPLAN. *Desenvolvimento de sistemas de cadeias de alimentos frigoríficos para o Brasil*. Brasília: IPEA, 1973. (Série: Estudos para o planejamento 5)

KADER, A. A.; KASMIRE, R. F.; MITCHELL, F. G.; REID, M. S.; SOMMER, N. F.; THOMPSON, J. F. *Postharvest technology of horticultural crops*. Berkeley: University of California, 1985. 129p.

KUAYE, A. Y. *Análise de perigos e pontos críticos de controle e a qualidade de alimentos*. OPAS/OMS 1994.

LUENGO, R. F. & CALBO, A. G. *Armazenamento de Hortaliças*. Brasília: EMBRAPA – CNPH, 2001

NETO, R. T. *et al.* Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados. Campinas: Ital, 1991. (Manual Técnico nº 6)

PARANÁ, Secretaria de Saúde; Instituto de Saúde; Centro de Saneamento e Vigilância Sanitária. Manual educativo para proteção dos alimentos. Paraná, 1993.

PRATA, L. F. Higiene de Alimentos e as necessidades contemporâneas. *Higiene Alimentar*. São Paulo, vol 14 nº 74, jul/ago, 2000. p.13 – 16

SGARBIERI, V. C. *Alimentação e Nutrição: fator de saúde e desenvolvimento*. Campinas: UNICAMP, 1987. p 276 – 323.

SILVA, A. C. S. *Efeitos do degelo de balcão refrigerado sobre a qualidade de torta de confeitaria*. Monografia do curso Qualidade em Alimentos, Centro de Excelência em Turismo da Universidade de Brasília, 2001.

SPERS, E. E. & KASSOF, A. L. A segurança dos alimentos: uma preocupação crescente. *Higiene Alimentar*, São Paulo, nº 44, jul/ago, 1996. p.18 – 21.