



# **CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS**

**Prof. Dr. Paulo Renato Perez dos Santos**

**- Porto Alegre / RS -**  
**- 2005 -**



## CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

### 1.0 - INTRODUÇÃO

Pelo simples fato de um produto ser comestível, já se pressupõe (devido a sua composição orgânica) que o mesmo seja deteriorável com o tempo.

Vários são os processos adotados para preservação dos alimentos, alguns dos quais datam de muitos séculos.

A utilização destes processos em escala industrial, entretanto, começou no fim do século XVIII, com a descoberta da esterilização pelo calor ao abrigo do ar ambiente.

Logo a seguir se desenvolveram vários outros processos como a secagem artificial, a defumação, a conservação pelo sol, pelo vinagre e pelo açúcar.

Além disso, há muito tempo era conhecida a possibilidade de prolongar a duração dos alimentos perecíveis pelo frio, utilizando adegas subterrâneas, gelo natural e neve misturada com sais.

Entretanto, foi com a invenção da máquina frigorífica na metade do século XIX que a conservação dos alimentos pelo frio tomou um grande impulso.

Inicialmente os alimentos eram apenas resfriados, mas logo a seguir (1860) verificou-se que o período de conservação dos mesmos poderia ser bastante dilatado pela redução de sua temperatura abaixo de 0 °C e passou-se à técnica do congelamento.

Ao contrário de outros processos de conservação de alimentos, o frio é o único capaz de manter inalterado o sabor, o odor e o aspecto natural do produto fresco.

A conservação pelo frio não consiste apenas num tratamento inicial, do produto a conservar, ela exige a manutenção permanente das condições ótimas de conservação como sejam a temperatura, a umidade relativa e o deslocamento do ar, o que pressupõe a existência de uma completa cadeia de frio que inclui, a preparação, o transporte, a armazenagem, a venda, isto é a proteção do produto desde a sua produção até o consumo.

Modernamente a técnica do frio, é suplementada por outras técnicas de conservação como, o uso de atmosfera controlada, agentes químicos, proteções superficiais com óleos, sais, açúcares e envoltórios de papel tratado quimicamente.

Por outro lado, a técnica da refrigeração pode constituir-se tratamento para outros processos de conservação como a secagem, tecnologia considerada como a das mais avançadas no setor da conservação de produtos perecíveis.

### 2.0 - ALIMENTOS

Para preencher as suas necessidades estruturais, funcionais e energéticas, os organismos vivos necessitam de alimentos.

Estes de uma maneira geral são constituídos de minerais e compostos orgânicos mais ou menos complexos, cuja carência varia com as diversas formas de vida.

As substâncias alimentícias são classificadas quanto a composição química em:

- *substâncias formadoras* (substâncias albuminoides ou proteínas);



- *substâncias energéticas*, como sejam os glicídios (açúcares e hidratados de carbono) e os Lipídios (gorduras);

- *substâncias protetoras*, como sejam os sais minerais e as vitaminas.

Seu principal valor dietético é fornecer os aminoácidos imprescindíveis à vida (um homem adulto necessita por dia cerca de 1,5 g de proteínas por kgf de peso).

Além disto as proteínas têm um valor energético igual ao dos hidratos de carbono, isto é 4 kcal/g.

Os glicídeos e os lipídeos são as principais fontes de calorías do organismo, representando a sua reserva energética que se concentra no sangue, no fígado e nos músculos.

Vitaminas são compostos orgânicos essenciais ao equilíbrio da vida.

Elas intervêm no crescimento na fixação dos minerais nos tecidos, nos processos de cicatrização, no combate as infecções, na fisiologia do sistema circulatório, nervoso e digestivo.

Por outro lado os alimentos geralmente contem água, a qual faz parte do protoplasma celular dos materiais orgânicos, na proporção de 60 a 80 %.

A água quando atua como solvente se designa de água livre (80 a 95 %).

Água de constituição é aquela que entra na composição química (5 a 20 %).

### 3.0 - ALTERAÇÕES DOS ALIMENTOS

As alterações sofridas pelos alimentos, com o tempo, podem ser classificadas como físicas, químicas e biológicas.

As alterações físicas são devidas principalmente a evaporação da água que entra na sua constituição, provocando o seu ressecamento e, a volatilização de elementos aromáticos que alteram o odor e mesmo o sabor dos mesmos.

As alterações de natureza química são devidas essencialmente a intervenção das Enzimas, que provocam tanto nos alimentos de origem animal como vegetal, complexos processos químicos.

As enzimas ou heteroproteínas são catalizadores orgânicos (fermentos biológicos) elaborados pelos organismos vivos, com a finalidade de controlar as reações físico – químicas que caracterizam a vida.

Nos alimentos de origem animal, estes processos químicos provocam inicialmente, pela ação do glicogênio (ácido láctico), a coagulação das proteínas, com o conseqüente endurecimento da carne (rigidez cadavérica ou rigor mortis), o qual se verifica cerca de 8 a 20 horas após a morte.

Passado este período inicial de enrigecimento, segue – se o período de Maturação, no qual a carne adquire sua maciez e sabor.

O mesmo acontece com os frutos colhidos antes de seu completo amadurecimento. Inicialmente completam a formação de açúcares, ácidos e componentes aromáticos, numa autopreservação temporária que nos é propiciada pela própria natureza.



Entretanto ao ser prolongada a armazenagem, sob a influência das enzimas, começa a decomposição das proteínas (autolises), em compostos de nitrogênio, os quais se caracterizam pelo seu mau odor.

Por outro lado o oxigênio do ar provoca a oxidação dos alimentos que contém graxas, o que da origem a descoloração e ao aparecimento do ranço.

Os frutos por sua vez perdem seus componentes aromáticos e começam a apresentar fenômenos patológicos, com a destruição dos materiais orgânicos por uma série simultânea de fermentações, é a putrefação que se caracteriza pela grande produção de gases malcheirosos.

Realmente, os principais componentes de nossos alimentos como sejam os hidratados de carbono, graxas e substâncias albuminóides, são também alimentos para os microorganismos, cujo metabolismo provoca a formação de enzimas e modificações químicas prejudiciais.

Os microorganismos são organismos vivos microscópicos de dimensões da ordem do micron.

De acordo com a classificação adotada em botânica os microorganismos podem ser divididos em três grupos:

- mofos;
- leveduras;
- bactérias.

Os dois primeiros grupos formam a classe dos fungos, enquanto que o terceiro pertence a classe das algas.

As bactérias de acordo com a sua forma podem ainda ser classificadas em cocos (esféricas) e bacteriáceas (grãos elíptico), as quais podem ser bactérias propriamente ditas (não esporuladas) e bacilos (esporuladas).

Os frutos são atacados pelos mofos (podridão), enquanto que, as carnes, peixes e ovos, são atacados preferencialmente pelas bactérias.

#### **4.0 - INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA**

Tanto o aumento como a redução da temperatura pode modificar a intensidade das alterações estudadas no item anterior.

Com efeito, todos os seres vivos têm uma temperatura ótima para o seu desenvolvimento.

Até mesmo as enzimas são destruídas pela elevação da temperatura (70 °C).

Os microorganismos são os mais sensíveis às variações de temperatura, podendo mesmo ser classificado de acordo com os limites de temperatura em que se desenvolvem. Sendo assim, podemos considerar:

- as termófilas proliferam acima de 45 °C;
- as mesófilas vivem acima de 10 °C (exceção do bacilo botulínico que vive a 3,3 °C), embora tenham o seu maior desenvolvimento entre 30 e 37 °C (microorganismo patogênicos);



- as criófilas têm o seu habitat preferido entre 15 e 20 °C, embora agüentem temperaturas de até -7 °C.

As elevações de temperatura provocam inicialmente uma diminuição da vitalidade dos microorganismos, a seguir a impossibilidade de sua reprodução e, por último a sua morte definitiva.

A esterilização absoluta é obtida, para os líquidos pelo aquecimento a cerca de 115 °C e 120 °C durante 15 a 20 minutos e para os sólidos pelo aquecimento a 170 °C durante 30 a 45 minutos.

A tindalização consiste na esterilização pelo aquecimento até uma temperatura de apenas 80 °C por 3 a 4 vezes sucessivas, com intervalos de 12 a 24 horas.

No primeiro aquecimento são destruídas a maior parte das formas vegetativas. Nos aquecimentos posteriores, são destruídos os elementos jovens procedentes da germinação dos esporos, que não são destruídos a 80 °C.

A esterilização relativa é obtida pelo aquecimento a baixas temperaturas e adotando-se técnicas especiais, mas os esporos não são destruídos.

Assim a pasteurização, consiste no aquecimento a cerca de 65 °C a 70 °C, durante 10 minutos, seguindo em um rápido resfriamento.

Quanto à redução da temperatura, verifica-se praticamente que a velocidade das reações (tanto enzimáticas como microbianas) sofridas pelos alimentos, diminuem rapidamente com o abaixamento da temperatura ambiente.

O contrário acontece com alguns frutos que à baixas temperaturas sofrem reações que podem acarretar as chamadas enfermidades do frio.

É importante ressaltar que, embora os microorganismos deixem de multiplicar-se a baixas temperaturas, a maior parte das vezes, eles não morrem, voltando a multiplicar-se com a elevação da mesma.

Alguns autores consideram que a maior parte dos germes são eliminados em temperaturas de ordem de -50 °C.

Tem-se verificado, entretanto, a sobrevivência de certos microorganismos, mesmo no nitrogênio líquido (-195 °C).

Portanto a preservação pelo frio exige uma manutenção da temperatura durante todo período da armazenagem, a luz das bases da moderna técnica frigorífica para conservação de alimentos.

## **5.0 – INFLUÊNCIA DA UMIDADE RELATIVA E DA MOVIMENTAÇÃO DO AR**

A umidade relativa do ar nas câmaras de conservação de alimentos, influi na perda do peso dos produtos desidratáveis.

A perda de peso diminui grandemente com o aumento da umidade relativa do ar.

Entretanto, umidades relativas elevadas favorecem a multiplicação dos microorganismos.

Assim para  $\phi$  igual a 75%, a reprodução das bactérias é lenta mas as perdas de peso são grandes, enquanto que para  $\phi$  variando entre 90 a 95%, as perdas de peso são pequenas



mas em compensação a multiplicação das bactérias só podem ser dentro de limites toleráveis, com temperaturas inferiores a 0 °C.

A circulação do ar, por outro lado, aumenta o coeficiente de transmissão de calor por convecção do ar em repouso de até 10 vezes, uniformiza a temperatura da câmara e, intensifica a evaporação da água do produto, impedindo a elevação da umidade na superfície dos gêneros (que criam condições favoráveis a multiplicação das bactérias).

Entretanto a circulação do ar aumenta a perda de peso, aceitável para carnes tendal somente quando a sua armazenagem é de pequena duração.

Os valores registrados nos permitem concluir que as perdas em peso são:

- elevadas durante o resfriamento, variando do início ao fim da operação de 0,05 % a 0,0003 % por hora, em câmaras estáticas e de 0,125 % por hora em câmaras com circulação forçada;

Como a duração da operação se reduz com a circulação forçada, esta solução é aceitável, como se pode notar pelos dados abaixo.

Operação	Duração	Perda de peso
Resfriamento com ar em repouso	60 horas	1,32 %
Resfriamento com ar a 2 m/s	40 horas	1,35 %
Resfriamento com ar a 4 m/s	36 horas	1,40 %

Tabela 1 - Desidratação em processo de resfriamento.

- baixos durante o congelamento em túneis, onde varia do início ao fim da operação de 1 % a 0,05 % ao dia, perfazendo uma perda total da ordem de 0,5 %;
- baixas na armazenagem como nos mostra a tabela abaixo.

Produto	Câmara	Perda de peso por dia
Carne resfriada	Circulação forçada	0,35 %
Carne resfriada	Circulação natural	0,18 %
Carne congelada	Circulação forçada	0,013 %
Carne congelada	Circulação natural	0,0075 %

Tabela 2 - Desidratação em processo de estocagem.

Assim mesmo, nas armazenagens prolongadas de carne resfriada em tendal, é preferível a solução de câmaras com ar em repouso e baixo  $\Delta t$ , adotando-se uma grande superfície de transmissão de calor, constituída por trocadores de calor distribuídos pelas



paredes e forro (câmaras estáticas), ou mesmo câmaras com paredes duplas, entre as quais existe a circulação forçada de ar (câmara tipo jaqueta).

## 6.0 - VANTAGENS DO CONGELAMENTO

A parte líquida dos gêneros alimentícios é formada por soluções aquosas de substâncias minerais ou orgânicas.

Quando o esfriamento de um produto é suficiente para fazer passar os líquidos dos tecidos para o estado sólido, diz-se que há congelamento.

A água congela, quando submetida a pressão atmosférica, a  $0^{\circ}\text{C}$ .

Quando a água contém em dissolução um corpo qualquer, a sua temperatura de congelamento torna-se inferior a  $0^{\circ}\text{C}$ , sendo que este rebaixamento de temperatura será tanto maior, quanto menor for a concentração de soluto.

Em igualdade de concentração, as reduções da temperatura de congelamento, ocasionadas pela adição na água de substâncias diversas, são inversamente proporcionais aos seus respectivos pesos moleculares.

Quando uma solução contém vários solutos, cada um altera o ponto de congelamento da solução como se estivesse sozinho, sendo a alteração total, a soma das alterações correspondentes a cada um.

Quando uma solução é submetida a um processo de refrigeração progressiva, a temperatura inicialmente baixa até certo valor, para a seguir manter-se constante por alguns instantes, é o início do congelamento.

A temperatura de início de congelamento coincide com a separação de uma pequena quantidade de gelo puro, o qual está em equilíbrio com a solução primitiva.

A proporção que o gelo puro se separa da solução é evidente que a concentração da mesma aumenta, ocasionando o abaixamento de seu ponto de congelamento.

Esta redução de temperatura ocorrerá até que a solução atinja o ponto eutético.

A partir deste momento, verifica-se congelamento integral da solução, isto é da mistura eutética que se solidifica como se fosse um corpo químico único.

Portanto a proporção de água congelada de uma solução depende da temperatura, variando de 0 à 100 % do ponto de congelamento ao ponto eutético.

Assim uma solução de NaCl a 2 %, que corresponde aproximadamente ao suco de carne, tem seu ponto de congelamento a  $-1,27^{\circ}\text{C}$  e seu ponto eutético a  $-21^{\circ}\text{C}$ .

Assim para a carne de bovina, considera-se um ponto de congelamento de  $-2,7^{\circ}\text{C}$  e um ponto eutético de  $-56^{\circ}\text{C}$ .

Como geralmente os pontos eutéticos não são atingidos nos congelamentos industriais, restando sempre uma pequena quantidade de líquido nos alimentos congelados.

Portanto o congelamento não só baixa a temperatura do ponto como separa inicialmente a água que fica guardada nos tecidos em forma de cristais de gelo.

Esse efeito dificulta duplamente o desenvolvimento dos microorganismos e a ação enzimática, razão pela qual tem-se observado que o coeficiente de temperatura de Vant'Hoff na zona de congelamento é bastante superior aos encontrados na zona de resfriamento simples.



A rapidez do congelamento dos alimentos influi sobre as modificações histológicas dos mesmos.

## 7.0 – MÉTODOS DE CONGELAMENTO

Antigamente o congelamento era feito em 3 a 4 dias, em câmaras estáticas, revestidas por evaporadores ou resfriadores com salmoura, cuja temperatura raramente atingia  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Modernamente o congelamento é feito:

- por meio de túneis com circulação forçada de ar (3 a 5 m/s) com temperatura entre  $-30^{\circ}\text{C}$  e  $-50^{\circ}\text{C}$ . Os túneis normalmente adotam a disposição de tendal com roldanas transportadoras, vagonetas com prateleiras ou mesmo correia transportadora;
- por meio de banhos líquidos com a transmissão de calor entre o produto e o líquido é cerca de 10 vezes aquela que se verifica para o ar, o processo pode tornar-se mais econômico, sobretudo quando se trata de gêneros de pequeno porte. Adota-se dentro desta técnica, gelo misturado com sal (para pescados) ou soluções concentradas de sal à baixa temperatura ( $-20^{\circ}\text{C}$ );
- por meio de placas método no qual o produto é prensado entre placas refrigerantes, para aumentar a rapidez do congelamento (transmissão do calor por condução). A placa superior geralmente é fixa e a inferior pode elevar-se por meio de um pistão hidráulico até exercer uma leve pressão sobre o produto a congelar. O conjunto de placas é colocado em um armário vidrado;
- por meio de nitrogênio líquido com a técnica atual dos supergelados, está se difundindo grandemente o congelamento ultra-rápido por meio de nitrogênio líquido. Como o  $\text{N}_2$  líquido à pressão atmosférica ( $-195,8^{\circ}\text{C}$ ) tem um calor latente de vaporização de 38,45 kcal/kgf e um calor sensível de aquecimento de 39,32 kcal/kgf ( $-195,8^{\circ}\text{C}$  e  $0^{\circ}\text{C}$ ), seu uso se torna interessante, do ponto de vista econômico.

## 8.0 - DESCONGELAMENTO

O descongelamento dos alimentos congelados, sobretudo da carne em quartos, deve ser lento, para permitir a reabsorção da água pelos tecidos.

Por outro lado, considerando que por vezes as carnes são congeladas logo após o abate e que, o congelamento interrompe o processo de maturação das mesmas, deve-se levar em conta que as carnes recém descongeladas podem ser carnes não completamente maturadas.

Atualmente se considera que o melhor procedimento seja o descongelamento em câmaras à temperatura entre  $5^{\circ}\text{C}$  e  $8^{\circ}\text{C}$ , onde a carne é disposta em tendais.

A umidade relativa adotada deve estar entre 90 e 95 %, com circulação adequada do ar para evitar a precipitação da umidade na superfície da carne.



A duração da operação é da ordem de 4 a 5 dias e, o descongelamento é considerado terminado quando a temperatura no interior da carne atinge  $-1^{\circ}\text{C}$ .

Após, a carne deve permanecer em um tendal, afim de completar a sua maturação, para a seguir ser distribuída ao consumo.

Na realidade a maturação é tanto mais rápida quanto mais elevada é a temperatura.

Assim para a carne de boi podem ser adotadas as seguintes durações:

Temperatura	Duração da maturação
25 °C	3 a 5 horas
14 °C	3 dias
6 °C	8 dias
2 °C	14 dias

Tabela 3 - Tempo de estocagem da carne bovina.

É interessante observar que os tempos assinalados na tabela acima, podem aumentar com o aumento da gordura da carne.

## 9.0 - ATMOSFERA CONTROLADA

Os vegetais são organismos vivos que respiram.

Esta respiração faz com que os vegetais consumam o oxigênio e desprendem gás carbônico, produtos odorantes e que geram calor.

Assim na conservação de frutas em câmaras frigoríficas estanques, observa-se a queda progressiva da concentração de oxigênio, o qual pode baixar de 21 % para 2 %.

Em concentrações na ordem de 2 % começa a extinção da respiração e o aparecimento da fermentação das frutas.

O princípio da conservação dos vegetais em atmosfera controlada consiste na estabilização da mistura gasosa empobrecida de oxigênio em valores na ordem de 3 a 10 %.

A maturação das frutas conservadas nestas misturas gasosas é, consideravelmente retardada e mais facilmente controlada.

Por outro lado a redução do metabolismo, pela diminuição da intensidade respiratória, reduz também a emissão de produtos odorantes, que são a causa essencial do desenvolvimento de algumas doenças que alteram a aparência das frutas.

Assim a conservação em atmosfera controlada apresenta as seguintes vantagens:

- grande aumento na duração da conservação, a qual pode atingir o dobro daquela obtida por simples refrigeração;
- redução no desenvolvimento de microorganismos (apodrecimento);
- redução das alterações na aparência e no aroma.

Os tipos de misturas atualmente adotadas nas atmosferas controladas, são apresentadas na tabela abaixo.



Mistura Gasosa	% O <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>	% N <sub>2</sub>
AR	21 %	0 %	79 %
Tipo I	10 %	11 %	79 %
Tipo II	3 %	3 a 5 %	92 a 94 %
Tipo III	3 %	0 %	97 %

Tabela 4 - Tipos de misturas para atmosferas controladas.

A mistura tipo I é obtida naturalmente, basta para isso conservar as frutas em uma câmara estanque, pois a respiração das mesmas provocará um empobrecimento do O<sub>2</sub> e simultaneamente um enriquecimento de CO<sub>2</sub>, tal que % CO<sub>2</sub> + % O<sub>2</sub> = 21% será manterá constante.

No fim de aproximadamente uma semana a composição desejada será alcançada e poderá ser facilmente estabilizada, pela substituição da parte da mistura pobre em O<sub>2</sub>, por ar puro (ventilação controlada).

A mistura tipo II é atualmente a mais usada na conservação das frutas mais comuns.

A mistura tipo III só é aplicada na conservação de frutas muito sensíveis à presença do CO<sub>2</sub>.

Em princípio uma câmara com atmosfera controlada é uma câmara frigorífica comum que permite a estabilização da mistura gasosa desejada.

Para isto além do isolamento e equipamento frigorífico adequado para manter temperaturas entre 0 e 4 °C, com umidade relativa na ordem de 90%, ela deverá apresentar:

- estanqueidade das paredes, portas e visores para o controle do produto armazenado;
- equipamento para a produção da mistura gasosa desejada;
- manômetros de coluna d'água;
- analisadores de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>;
- válvula para equilíbrio e segurança da pressão;
- máscaras de oxigênio no interior da câmara.

A estanqueidade da câmara é fundamental para evitar a entrada de O<sub>2</sub> do exterior, onde reina uma pressão parcial bastante superior a do interior da câmara.

É muito difícil determinar teoricamente o valor da estanqueidade, razão pela qual ela é apenas verificada experimentalmente, gerando uma pressão na câmara de 25 mmCA e medindo-se o tempo que essa pressão leva para 12 mmCA, considerando a pressão atmosférica e as temperaturas externa e interna, constantes. Assim a estanqueidade é classificada como:

- excelente para tempo superior a 30 minutos;
- boa para tempo da ordem de 10 a 20 minutos;
- insuficiente para tempo inferior a 10 minutos.

Uma boa estanqueidade pode ser obtida com impermeabilização a base de folha de alumínio com asfalto, chapa metálica soldada, poliésteres ou painéis isolantes tipo autoportantes.



Para produção da mistura gasosa desejada, podem ser adotados os seguintes processos:

- redução natural da concentração natural de  $O_2$  pela respiração e após, estabilização da mesma por meio de uma ventilação controlada, enquanto que a concentração de  $CO_2$  excedente é eliminada por meio de lavadores (absorvedores de  $CO_2$ ). Estes podem ser do tipo absorvedores a cal ( $CaO$ ), absorvedores a solução de 36 °Beumé com  $KOH$  e  $NaOH$  e absorvedores a etanolamina;
  - preparação do ar exterior por meio de queimador de propano (reduz a concentração de  $O_2$ ) ou absorvedor de  $CO_2$  (reduz a concentração de  $CO_2$ );
  - por equipamentos chamados Trocadores-Difusores que funcionam sobre o princípio da permeabilidade relativa de certas membranas. Estes aparelhos são constituídos de mangas de elastômetro de silicone, através das quais o  $CO_2$  se difunde seis vezes mais do que o  $O_2$ . Assim pode-se obter uma mistura estável do tipo 3 %  $O_2$  + 3 a 5 %  $CO_2$ , pelo simples jogo da respiração das frutas em conservação e da difusão seletiva através das membranas de silicone.
- A obtenção da mistura acima citada leva aproximadamente três semanas para se formar. Para acelerar a mistura gasosa desejada, pode-se adotar a injeção de  $N_2$ , o qual reduz o tempo acima para quatro dias.

## 10.0 - AGENTES QUÍMICOS

A finalidade do uso de agentes químicos na preservação dos alimentos é bactericida e antioxidante (contra o ranço e as mudanças de cor).

O seu uso tem sido limitado, não só pelo aspecto econômico como também pelo aspecto bromatológico (sabor).

Os antigerminantes (feniluretano) retardam o metabolismo e são usados nos tubérculos (batatas).

Além disto, são usados um grande número de fungicidas como o ozônio (1 a 2 mg por kgf de ar) e o dióxido de enxofre ( 1% no ar para uvas).

Os agentes bactericidas também são utilizados adicionados ao gelo para a conservação dos pescados (nitrito de sódio).

Nos Estados Unidos é permitido o uso de antibióticos (aeromicina) para a conservação de carne (7 mg/kgf).

## 11.0 - RADIAÇÕES

É sabido que as radiações ultravioletas, as radiações Rontgen e Gama, provocam a esterilização dos produtos sem elevação de sua temperatura.

Assim as radiações ultravioletas possuem ação bactericida no intervalo de comprimentos de onda de 0,2 a 0,32  $\mu$  (a lâmpada de Hg de baixa pressão é monocromática de 0,254  $\mu$ ). Elas tem pouca penetração, sua ação bactericida é superficial, sendo adotada mais para a esterilização do ar (2 a 3 W/m<sup>2</sup>).



Com os raios Rontgen de grande tensão (120 kV a 250 kV) pode-se conseguir a esterilização em profundidade dos alimentos. Entretanto alimentos irradiados com doses excessivas de raios Rontgen (2 kcal/kgf), mostraram efeitos indesejáveis, como formação de ácidos e sabor desagradável.

Os raios Gama por sua vez, devido a sua grande penetração, mesmo quando usados em pequenas doses, provocam a eliminação de 90 a 99 % dos germens.

## 12.0 – CONDIÇÕES ÓTIMAS PARA A CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS

As condições recomendadas para a conservação dos alimentos variam com o produto, tipo, procedência e mesma duração de armazenagem.

As condições de temperatura, umidade relativa e duração indicadas são válidas para alimentos sãos e em estado fresco, isto é tratados pelo frio logo após a colheita, captura ou abate.

Qualquer atraso no tratamento inicial pelo frio reduz a duração da conservação.

Tanto a temperatura como a umidade relativa devem ser mantidas tão constantes quanto possível, pois oscilações de  $\pm 1^\circ\text{C}$ , para alguns produtos já são prejudiciais.

A circulação do ar deve ser suficientemente intensa para garantir a uniformidade tanto da temperatura como da umidade da câmara.

Por duração máxima de conservação se entende aquela, para a qual a perda de qualidade do produto é muito pequena e, que permite manter o alimento ainda em boas condições, durante o tempo necessário para sua distribuição ao consumidor.

Para uma grande parte dos alimentos se pressupõe também o emprego de embalagens adequadas e higienicamente perfeitas.

Produto	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )	Umidade Relativa (%)	Tempo de armazenagem
<b>Frutas</b>			
Abacaxi	7,0	90	2 a 4 sem.
Abriçó	0 a +1,0	85 a 90	4 a 6 sem.
Ameixa	0 a +2,0	85	5 a 6 sem.
Ameixa seca	4,5	75	6 meses
Amora	-0,5 a +1,0	85 a 95	7 a 10 dias
Bananas	11,5	85	3 sem.
Caquis	-0,6 a 0	85 a 90	3 sem.
Cereja	-1,0 a 0	85 a 90	1 a 4 sem.
Damasco	-1,0 a 0	90	2 a 4 sem.
Figo fresco	-2,2 a 0	65 a 75	1 sem.
Framboesa	-1,0 a +1,0	90	1 a 2 sem.
Fruta congelada	-23,0 a -15,0	80 a 90	6 a 12 meses
Laranja	0 a 1,2	85 a 90	8 a 10 sem.
Limão	5,0 a 10,0	80 a 90	2 meses
Lima	9,0 a 10,0	85 a 90	6 a 8 sem.



Maçã	-1,0 a +1,0	85 a 90	2 a 7 meses
Mamão	10,0	90	2 a 3 sem.
Manga	10,0	90	2 a 5 sem.
Massa de fruta	1,0	80	6 meses
Melancia	2,0 a 4,0	75 a 85	2 a 3 sem.
Melão	0 a 4,0	80 a 85	3 a 4 sem.
Morango	-1,0 a +1,0	90	2 a 3 sem.
Pêras	-1,0 a 2,0	90 a 95	1 a 8 meses
Pêra seca	0,5	75	6 meses
Pêssegos	0 a 1,0	85 a 90	4 a 6 sem.
Suco de frutas	-15,0 a 23,0	80 a 90	2 a 8 meses
Suco de maçã	4,5	85	3 meses
Tâmara	-2,0 a 0	70	4 a 8 meses
Tangerina	1,0 a 2,0	75 a 80	1 a 3 meses
Uvas	-1,0 a 3,0	85 a 90	1 a 4 meses
<b>Legumes e verduras</b>			
Abóbora	0 a 3,0	80 a 85	2 a 3 meses
Agrião	1,7	80	2 sem.
Aipo	-1,5 a -0,5	85 a 90	5 a 6 meses
Alcachofra	-0,5 a 0	90 a 95	1 a 2 sem.
Alface	0 a 1,0	85 a 90	1 a 2 sem.
Beringela	7,0 a 10,0	85 a 90	10 dias
Beterraba roxa	0	90 a 95	10 a 15 dias
Brocoli	0 a 1,6	90 a 95	7 a 10 dias
Cebola	1,5	80	3 meses
Cenoura	0 a 1,0	90 a 95	4 meses
Champignon	0 a 2,0	80 a 85	1 a 2 sem.
Couve-flor	-1,0 a 0	90	4 sem.
Ervilhas	-0,5 a 0	85 a 90	1 a 3 sem.
Ervilhas em vages	0	85 a 90	1 a 2 sem.
Espinafre	-0,5 a 0	90 a 95	2 a 6 sem.
Legumes congelados	-24,0 a -18,0	-x-	6 a 12 meses
Azeitonas frescas	7,0 a 10,0	85 a 90	4 a 6 sem.
Pepinos	2,0 a 7,0	75 a 85	10 a 14 dias
Rabanetes	0	90 a 95	3 a 4 sem.
Repolhos	0 a 1,0	85 a 90	1 a 3 sem.
Salsa	0 a 1,0	85 a 90	1 a 2 meses
Tomates maduros	0	85 a 90	1 a 3 sem.
Vegetais em geral	1	85	2 sem.
<b>Carnes e derivados</b>			
Aves congeladas	-18,0	95 a 100	6 a 8 meses
Banha de porco	-1,0 a 0	80 a 85	4 a 6 meses
Bovina	-1,5 a 0	90	4 a 5 sem.



Bovina congelada	-24,0 a -18,0	85 a 95	3 a 12 meses
Caça congelada	-12,0	80	3 meses
Caça em geral	0,5	70	2 sem.
Carneiro	-1,0 a 0	90	1 a 3 sem.
Carneiro congelado	-12,0 a -18,0	80 a 85	3 a 8 meses
Coelho	0 a 1,0	80 a 90	5 a 10 dias
Coelho congelado	-24,0 a -12,0	80 a 90	6 meses
Cordeiro	0 a 1,0	85 a 90	5 a 10 dias
Cordeiro congelado	-24,0 a -12,0	80 a 90	10 meses
Fígado	-24,0 a -12,0	90 a 95	3 a 4 meses
Frango, Galinha (fresca)	0	80	1 sem.
Frango, Galinha (limpa)	-30,0	80	12 meses
Miúdos	-12,0	80	3 meses
Peru	-12,0	75	6 meses
Porco	0 a 1,0	80 a 90	3 a 10 dias
Porco congelado	-24,0 a -18,0	85 a 95	2 a 8 meses
Presunto	0 a 1,0	85 a 90	7 a 12 dias
Presunto congelado	-24,0 a -18,0	90 a 95	6 a 8 meses
Presunto defumado	-10,0 a -2,0	70	3 meses
Presunto salgado	15,0 a 18,0	75 a 80	12 meses
Salsicha	4,0 a 5,0	85 a 90	1 a 3 sem.
Salsicha defumada	1,0 a 5,0	80 a 85	6 meses
Toucinho cru	-23,0 a -10,0	90 a 95	4 a 6 meses
Toucinho defumado	-3,0 a -1,0	80 a 90	1 mês
Vitela	0 a 1,0	90	5 a 10 dias
<b>Peixes</b>			
Arenques	-25,0	-x-	5 a 8 meses
Arenques defumados	0 a -10,0	85	1 a 8 sem.
Cavala	-18,0	-x-	3 a 4 meses
Lagosta	-7,0	80	1 mês
Mariscos	-25,0	-x-	8 meses
Ostras	0	90	2 meses
Peixe congelado	-20,0 a -12,0	90 a 95	8 a 10 meses
Peixe defumado	4,0 a 10,0	50 a 60	6 a 8 meses
Peixe fresco	-0,5 a 4,0	90 a 95	1 a 2 sem.
Peixe pouco salgado	-2,0 a 1,0	80 a 90	4 a 8 meses
Pescados magros	-18,0	-x-	3 a 4 meses
Salmão defumado	-10,0 a 0	75	1 a 15 sem.
<b>Laticínios</b>			
Coalha	0	85	1 mês
Creme	0 a 2,0	80	1 sem.
Leite	0 a 2,0	80 a 85	1 sem.



Manteiga	-14,0 a -10,0	80 a 85	12 meses
Margarina	0 a 2,0	70 a 75	6 meses
Queijo	1,0 a 1,0	65 a 75	3 a 10 meses
<b>Diversos</b>			
Cerveja	0 a 0,5	-x-	6 meses
Chocolate	4,5	75	6 meses
Fermento	0	75	2 sem.
Flores	1,1	85	2 sem.
Ovos	-1,0 a 0	85 a 90	6 a 7 meses
Ovos congelados	-18,0	-x-	12 meses
Plasma do sangue	3,3	75	2 meses
Sorvete	-30,0 a -20,0	85	2 a 12 sem.
Vinho	10,0	85	6 meses

Tabela 5 – Características da armazenagem de alguns produtos.

### 13.0 - LIOFILIZAÇÃO

A liofilização é uma técnica de secagem por sublimação de produtos previamente congelados.

Inicialmente o produto a liofilizar é congelado e refrigerado até uma temperatura bastante baixa ( $-30^{\circ}\text{C}$  a  $-50^{\circ}\text{C}$ ). Procedese a seguir a sublimação do gelo em ambiente sob vácuo.

Embora o produto deva permanecer congelado durante esta fase, é necessária uma quantidade apreciável de calor para a sublimação do gelo (700 kcal/kgf). Após o gelo, é necessário extrair do produto, a água não congelável, absorvida pelas substâncias orgânicas.

Esta secagem secundária é efetuada igualmente sob vácuo, mas a temperatura do produto é elevada acima de  $0^{\circ}\text{C}$ .

A secagem a partir do produto congelado permite a conservação da textura do produto e de seus componentes aromáticos.

Realmente um produto liofilizado é caracterizado por uma estrutura uniforme e porosidade muito fina.

Esta estrutura porosa permite a rehidratação fácil de produto e explica a retenção dos componentes aromáticos, apesar da permanência sob vácuo.

Por outro lado a existência de uma vasta superfície, torna o produto muito sucessível ao vapor d'água e ao oxigênio de ar.

Os produtos liofilizados são susceptíveis a uma conservação praticamente indefinida, se forem mantidas em atmosfera rigorosamente seca e inerte.

Após uma estocagem à temperatura ambiente que pode durar vários anos, o produto pode ser usado como está ou após rehidratação.

No estado atual a liofilização concorre com outros processos de desidratação, como a secagem por meio de ondas curtas e secagem por explosão, que permitem obter produtos de boa qualidade e a um custo bem inferior.



Esta é a razão pela qual a liofilização está sendo empregada somente para a secagem de produtos frágeis, de valor elevado e, em particular, aqueles que exigem uma preservação dos componentes aromáticos. Entre eles podemos citar, o café, o camarão, o champignon, alguns tipos de sucos de frutas e o sangue.

Portanto a liofilização que é ainda uma técnica cara, não é forçosamente sempre o melhor método de secagem para determinados produtos e condições.