

## Capítulo 4 - Métodos de Conservação de Alimentos: Uso do Frio

A redução do nível de temperatura na conservação de produtos alimentícios é recomendada por retardar ou inibir: (1) reações bioquímicas e atividades enzimáticas no produto as quais contribuem para perda de qualidade; e (ii) ação de microrganismos.

Isso é aplicado em decorrência do fato que quanto menor o valor da temperatura menor será as velocidades das reações bioquímicas e atividades metabólicas do produto, bem como, dos microrganismos presentes. Portanto, isso faz aumentar a vida de prateleira do produto.

Os métodos de conservação de materiais primas alimentares e alimentos por meio do frio são a refrigeração e o congelamento. Na refrigeração são empregadas temperaturas entre  $-1,5^{\circ}\text{C}$  a  $+10^{\circ}\text{C}$ , enquanto que no congelamento são utilizadas temperaturas de  $-40$  a  $-10^{\circ}\text{C}$ .

É importante frisar que a níveis de temperatura baixos ocorre o aumento tempo de geração dos microrganismos. Isso decorre em razão da redução da atividade metabólica. No entanto, uma vez ocorridas condições favoráveis os microrganismos passam a ter atividade metabólica normal. Isto demonstra que o princípio do uso do frio não é eliminar a forma vegetativa dos microrganismos e sim reduzir a atividade dos mesmos.

Deste modo é de suma importância que seja observado as medidas de assepsia nas praticas de obtenção e processamento de matérias primas de tal forma minimizar a presença de microrganismos.

Sob aspecto do produto, especificamente no processo de congelamento, além da redução da atividade metabólica, devido a baixa temperatura, ocorre também a diminuição da atividade aquosa. Pois, (a) 80% da água livre do produto é transformada em gelo; e (b) a concentração de solutos dissolvidos na porção de água não congelada aumenta.

Sob aspecto termodinâmico para a condução da refrigeração e congelamento o produto há de ceder calor para o meio refrigerante, Figura 1. E este obrigatoriamente deve possui temperatura ( $T_i$ ) menor que a temperatura do produto ( $T_p$ ).

A medida que o meio refrigerante passa pelo produto este promove a retirada de calor, conseqüentemente a sua temperatura aumenta ( $T_f$ ).

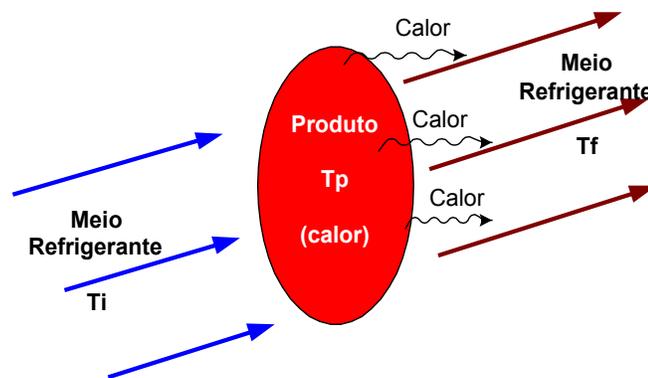


Figura 1 – Representação da forma de retirada de calor por meio de convecção.

Os meios refrigerantes mais utilizadas são a água e o ar. E estes para serem empregados necessitam ter reduzida suas cargas térmicas o que implica em perda de calor e que por conseguinte leva a redução de temperatura. Para reduzir a temperatura dos meios refrigerantes é necessário o emprego de um sistema de geração de frio conforme esquematizado na Figura 2.

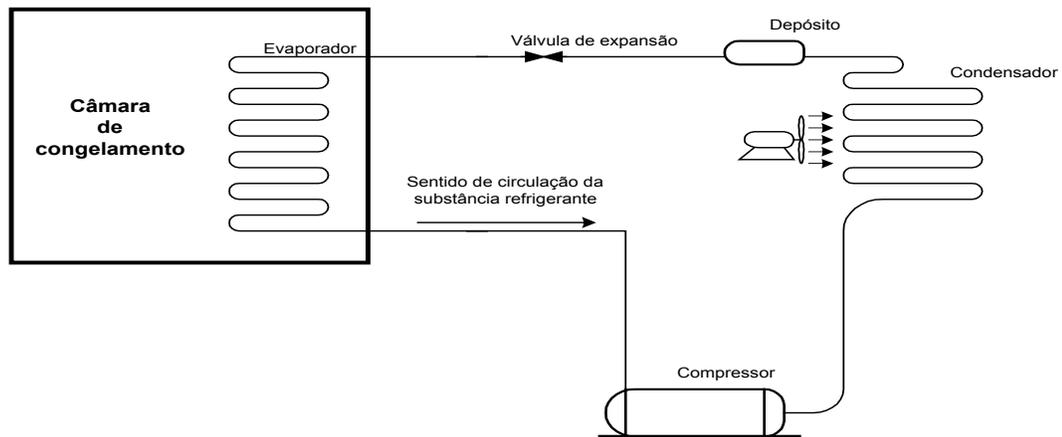


Figura 2 – Esquema básico de uma unidade de geração de frio.

Para o funcionamento do sistema de geração de frio é empregada uma substância refrigerante, tal como: dióxido de enxofre, dióxido de carbono, cloreto de metila, amônia, cloreto de metila, hidrocarbonetos fluorados (Freon 11, Freon 12, Freon 13, Freon 21, Freon 22 e Freon 113) e nitrogênio líquido.

Essa substância refrigerante deve possuir as seguintes características: (i) ter baixo ponto de ebulição – significa que a mesma deve passar do estado líquido para gasoso a uma baixa temperatura, (ii) possuir baixo poder inflamável e explosivo, (iii) possuir alto calor latente de vaporização – significa que para evaporar um grama da substância é requerido maior quantidade de calor, sendo assim, pode ser empregado menor quantidade da substância, (iv) ser inerte às peças metálicas e óleos lubrificantes, (v) ser não tóxica aos homens, (vi) condensar a baixa pressão e (vi) possuir baixo custo de aquisição.

O ponto de ebulição e o calor latente de vaporização de algumas substâncias são apresentados na Tabela 1. Sendo que ponto de ebulição corresponde a temperatura em que a substância líquida é transformada em gás. E calor latente corresponde a quantidade de energia necessária para transformar uma grama da substância no estado em gás.

Tabela 1 – Ponto de ebulição e calor latente de substâncias refrigerantes.

Substância refrigerante	Ponto de ebulição (°C)	Calor latente de vaporização (cal/g)
Água	100	540
Amônia	-33,3	326
Freon 12	-29,9	39
Dióxido de carbono	-87	-
Dióxido de enxofre	-10	94
Cloreto de metila	-24	102

Os componentes do circuito de refrigeração apresentado na Figura 2 possuem por função:

**Compressor** - tem por finalidade succionar o gás refrigerante presente no evaporador e aumentar a pressão sobre o mesmo. Os compressores podem: ser verticais ou horizontais. Em máquinas pequenas (geladeiras domésticas) possuem êmbolos construídos em bronze, enquanto em máquinas maiores, em aço. O motor acionador pode utilizar sistema de transmissão direta ou correias e polias.

**Condensador** – nesta parte do circuito o gás pressurizado, proveniente do compressor, ao perder calor para o meio externo toma o estado líquido. Em seguida é armazenado em um depósito. O condensador geralmente possui uma série de tubos circulares que possibilitam a perda calor para o meio externo. No caso das geladeiras domésticas o condensador é instalado na parte traseira do equipamento. O meio externo pode ser o ar atmosférico ou água. No caso da primeira opção pode ser empregado um ventilador (Figura 2) para a melhorar a performance do sistema.

**Válvula de expansão** – regula a vazão do líquido refrigerante a ser conduzido ao evaporador.

**Evaporador** – instalado dentro da câmara de congelamento possui uma série de tubos (serpentinhas). A substância refrigerante em baixa pressão e em estado líquido ao receber calor do ambiente e/ou dos materiais acondicionados dentro da câmara, transforma para o estado gasoso. Em seguida, o gás é succionado pelo compressor. Fechando assim o circuito de geração de frio.

#### 4.1 Processo de refrigeração

O método de refrigeração é utilizado como meio de conservação básico, ou então como um a forma de conservação temporária. Esta última modalidade implica que a refrigeração seja utilizada até a aplicação de outro método de conservação. É o caso típico dos sistemas de transporte de leite a granel. Em que nos postos de coletas o leite permanece em refrigeração a temperaturas próximas a 8°C aguardando o transporte ao laticínio.

Normalmente os meios refrigerantes empregados no processo de refrigeração são a água e o ar. Como exemplo do uso da água como agente de resfriamento tem-se: (1) o resfriamento de leite em tanques de imersão em que os vasilhames contendo leite são acondicionados em um recipiente contendo água fria; e (2) o resfriamento de carcaças de frangos antes da seção de cortes. Nesse caso as carcaças são mergulhadas em tanques (Chillers) contendo água gelada até atingir temperatura por volta de 3 °C o que pode demandar até 1,5 horas.

O uso do ar é o mais comum sendo utilizadas câmaras de refrigeração, refrigeradores domésticos e caminhões refrigerados.

Em razão das propriedades organolépticas de cada tipo de material biológico, faz com que a forma de aplicação do tratamento de refrigeração tenha que ser diferenciada. De

maneira geral, é indicado que o tempo para o resfriamento seja o menor possível. No entanto, no caso de carnes de animais recém abatidos, pode ocorrer o endurecimento dos músculos em razão do encolhimento causado pela redução brusca da temperatura.

Para frutas e vegetais a temperatura deve ser reduzida ao valor desejado no tempo de 24 horas. Para pescados, crustáceos e moluscos esse tempo não deve ser maior que de 2 a 10 horas.

No caso de resfriamento dos alimentos por meio da aplicação de ar forçado dentro de uma câmara, ou ainda em um túnel. Os alimentos, preferencialmente, devem ser embalados e empilhados de maneira que o meio refrigerante, ar resfriado, tenha o perfeito contato com o produto. Pois assim será facilitado a perda de calor do produto para o meio refrigerante.

Pode ocorrer que ao resfriar o ar sua umidade relativa venha a ser reduzida. Se isto ocorrer o alimento passa a perder água para o meio. Neste caso é recomendado embalar o alimento.

No processo de refrigeração as práticas de assepsia são de extrema importância. Isto para evitar o desenvolvimento microbiológico dentro dos ambientes de armazenagem. Uma vez que os microrganismos podem desenvolver em temperaturas próximas a 0°C.

Quando da aplicação das práticas de assepsia relacionadas a câmara de resfriamento deve ser observada os seguintes pontos:

- 1) O desenvolvimento de mofo nas paredes e teto é indicativo de falhas o no isolamento térmico;
- 2) A ocorrência de mofos nas paredes, teto, dutos, e colunas, considerando perfeitas condições de isolamento, faz recomendar a realização de limpeza e desinfecção com maior rigor;
- 3) As câmaras devem ter seus pisos e paredes periodicamente higienizadas e/ou pintadas;
- 4) O uso de serragem, ou material orgânico similar, no piso das câmaras deve ser evitado. Estes podem dar a aparência de limpeza, mas quando úmidos transformam em substrato para o desenvolvimento de microrganismos; e
- 5) As aplicações de fungicidas sobre a pintura das paredes podem ser úteis em câmaras que operam com altos valores de umidade relativa.

Para o caso de ser utilizado como meio refrigerante o ar os parâmetros técnicos de maior importância no planejamento e uso das estruturas são: temperatura, umidade relativa, forma de circulação do ar, e composição da atmosfera no ambiente de armazenagem. Abaixo é discutido cada um deles:

#### a) Temperatura

O valor da temperatura de refrigeração irá depender do tipo de produto, tempo de armazenagem e tipo de instalação. Normalmente, são empregadas temperaturas que variam entre -1,5 e +10°C.

A câmara de resfriamento deve possuir circuitos eletro-eletrônicos que não permitam variações de temperatura superiores a  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Por exemplo, a vida de estocagem de pêras Williams à  $-1^\circ\text{C}$  é quase o dobro do que as armazenada a  $+1^\circ\text{C}$ . A vida de estocagem de muitas variedades de maçã, pêssegos e ameixas são 25% maior a temperatura de  $+0,5^\circ\text{C}$  do que a  $+1,5^\circ\text{C}$ . Por causa desta grande sensibilidade, a melhor forma de armazenar estes

---

produtos por longo período de tempo é o congelamento. Caso contrário os armazéns resfriados devem possuir um rígido sistema de controle de temperatura.

Flutuações na temperatura normalmente provocam condensação e conseqüentemente o aumento do teor de umidade dos produtos armazenados. O que é indesejável devido à possibilidade de favorecer o desenvolvimento de microrganismos, e promover a deterioração de alguns tipos de produtos.

#### b) Umidade relativa

A umidade relativa do ar dentro da câmara influencia o teor de umidade do produto armazenado e conseqüentemente o nível de atividade aquosa. Em razão disto é recomendado no caso de longos períodos de armazenagem, que os produtos sejam acondicionados em embalagens que evitem a troca de umidade com o ambiente.

Normalmente é necessário um alto valor de umidade relativa em câmaras de resfriamento. Isto para evitar a excessiva perda de água e os efeitos secundários como encolhimento ou enrugamento do produto. Por outro lado, umidade relativa alta estimula o desenvolvimento de microrganismos. São apresentadas na Tabela 2 as condições ideais para refrigeração de alguns produtos.

Tabela 2 – Condições ideais de refrigeração para alguns produtos

Produto	Temperatura de Armazenagem (°C)	Umidade Relativa %	Tempo de armazenagem
Aspargo	0	90-95	3 a 4 semanas
Couve-flor	0	85-90	2 a 3 semanas
Alface	0	90-95	3 a 4 semanas
Carne bovina	0 a 1,5	88-92	1 a 6 semanas
Manga	10	85-90	7 a 12 dias
Abacaxi	4 a 7	85-90	2 a 4 semanas

Fonte: GAVA (1985)

#### c) Circulação do ar

Com a circulação do ar é promovida a troca de calor dentro da câmara. O que permite uniformizar temperatura. A umidade relativa do ar deve ser adequadamente controlada. É também recomendada a renovação diária do ar da câmara, o que deve ser feito, principalmente, para remover odores formados quando da armazenagem de diferentes produtos no mesmo local.

#### d) Composição da atmosfera no ambiente de armazenagem

O processo de respiração de alguns produtos, como os vegetais, e da microbiota presente continua durante a estocagem. Neste caso oxigênio do ambiente é consumido havendo a produção de gás carbônico. Deste modo, ao ocorrer a diminuição dos níveis de temperatura e oxigênio e aumento da concentração de gás carbônico poderá ser afetado as qualidades organolépticas do material biológico acondicionado.

As condições ótimas de temperatura, umidade relativa e composição da atmosfera variam para os diferentes produtos. De maneira geral, para frutas a composição ideal da

atmosfera no ambiente de armazenagem é 3% de oxigênio, 5% de gás carbônico e 92% de nitrogênio.

#### 4.2 Processo de congelamento

No processo de congelamento são utilizadas temperaturas abaixo das normalmente empregadas no processo de refrigeração. Normalmente, para perfeita conservação do material biológico é recomendado que mais de 80% da água livre seja transformada em gelo. E esta deve ser mantida neste estado durante o todo o tempo de estocagem, para que assim sejam minimizadas as alterações físicas e bioquímicas do produto.

É sabido que quanto menor o valor da temperatura menor será o nível de atividade metabólica do material biológico em conservação e dos microrganismos presentes. No entanto, é difícil precisar quando o nível de atividade metabólica dos microrganismos deixa de existir. Por exemplo: (a) bactérias do grupo das salmonelas podem resistir temperaturas de  $-185,5^{\circ}\text{C}$  por até três dias; (b) vírus da febre aftosa em animais abatidos no período de incubação pode permanecer viável em carcaças resfriadas ou congeladas por até setenta e seis dias; e (c) vírus da peste suína já foi detectado em carne suína congelada armazenada por durante 1.500 dias.

No entanto, para o caso de parasitas o congelamento constitui em um excelente método para tornar inócuo os agentes. Por exemplo: (a) *Cysticercus celluloasae* em carne de suínos torna-se inócua se por quatro dias for empregada temperatura menor que  $-10^{\circ}\text{C}$ ; (b) *Cysticercus bovis*, em carne bovina, é inativado se por três semanas for utilizada a temperatura menor que  $-10^{\circ}\text{C}$ ; e (c) cistos de *Trichinella spiralis* em suínos são destruídos em 20 dias a uma temperatura de  $-15^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.3 Métodos de congelamento

O congelamento de materiais biológicos pode ser feito de forma lenta ou rápida. A lenta é realizada com a redução temperatura do produto é feita a uma taxa média igual a  $0,05^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Normalmente, neste processo ocorre a formação de grandes cristais de gelo no interior das células e nos espaços intercelulares. Isto pode afetar a estrutura física das células provocando rupturas das paredes celulares o que causará perda do líquido celular por ocasião do descongelamento. Este tipo de congelamento é o que ocorre nos refrigeradores e freezer domésticos.

No congelamento rápido, a redução da temperatura do produto ocorre de forma mais rápida do que no congelamento lento, a uma taxa média de  $0,5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Como consequência os cristais de gelo formados no congelamento rápido são de pequenas dimensões. O que não afeta a integridade das células, principalmente, no momento do descongelamento. Este tipo de congelamento é feito normalmente em ambientes industriais.

A velocidade do processo de congelamento é função de fatores, tais como: (i) diferença de temperatura entre o produto e a agente refrigerante, (ii) velocidade da troca de calor, (iii) dimensões e massa do produto, e (iv) forma geométrica do produto.

Conforme a Resolução nº 35/1977, emitida pela CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, os alimentos submetidos ao congelamento rápido devem ser mantidos a temperatura menor ou igual a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Sendo toleráveis temperatura até  $-15^{\circ}\text{C}$

---

durante curtos períodos de tempo. Para produtos pré-elaborados como nuggets e empanados são toleráveis temperaturas até  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Os tipos de congeladores mais utilizados a nível industrial são: Congeladores a ar, Congeladores de placas, e Congeladores por imersão.

#### a) Congeladores a ar (*air-blast freezing*)

Neste tipo de congelador, o ar atmosférico é utilizado como meio refrigerante promover a troca de calor entre o produto e o sistema de geração de frio. O ar ao passar pelo circuito de geração de frio tem a sua temperatura reduzida, em seguida é colocado em contato com o produto a congelar. O ar pode ser movimentado por convecção natural, ou ser forçado com o uso de ventiladores.

O congelador das geladeiras domésticas é um exemplo de congelador a ar, em que a movimentação é feita por convecção natural. A temperatura do produto pode chegar a  $-20^{\circ}\text{C}$ , mas o tempo de congelamento é longo.

O congelamento com ar forçado tende a ser mais rápido. O método pode ser empregado em câmaras de congelamento ou túneis. Neste último a movimentação do ar poderá ser paralela ou oposta ao fluxo de produtos. Este tipo de congelamento possui por vantagens: (i) poder ser utilizado no congelamento de produtos a granel e embalados, e (ii) ser adaptável a uma variedade de produtos. A principal desvantagem é a possibilidade de ocorrência de perdas pelo processo de evaporação quando do congelamento de produtos a granel.

Na Figura 3 é apresentado o desenho esquemático de um congelador de túnel. É no túnel que ocorre a troca de calor entre o produto a ser congelado e o ar resfriado. À medida que ocorre este processo a temperatura e a entalpia (quantidade de calor) do ar aumentam. Então este ar retorna ao gerador de frio e passa pelos evaporadores e cede o calor captado do produto. Deste modo, o ar volta a ser resfriado a temperaturas de até  $-40^{\circ}\text{C}$  e retorna ao túnel por onde trafega os vagonetes com bandejas que contém o produto a ser congelado. O calor retirado do produto em congelamento é lançado ao meio ambiente.

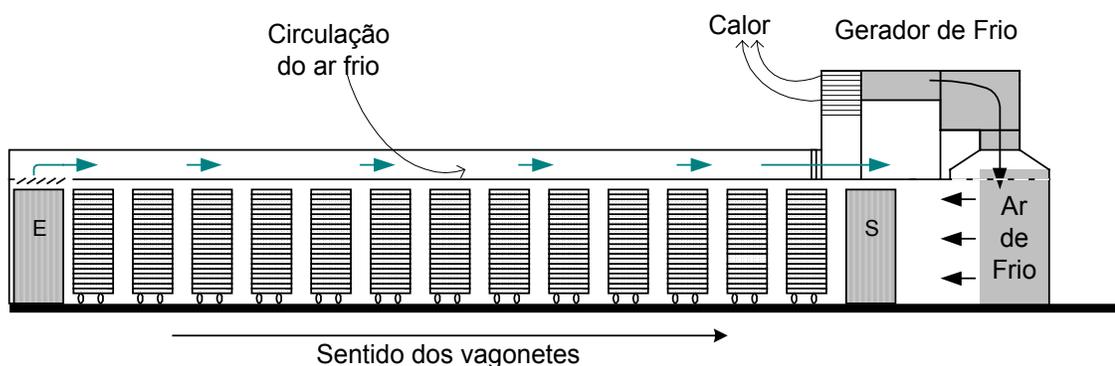


Figura 3 - Desenho esquemático de um congelador de túnel.

Na Figura 4 é apresentado um tipo de congelador por ar forçado fabricado pela empresa Advanced IQF Freezers (<http://www.advancedfreezer.com>). O congelador é contínuo. Os produtos são introduzidos dentro do ambiente do congelador por meio de uma esteira que transporta o produto a zona de resfriamento. A esteira está disposta em forma espiral, sendo o produto introduzido na parte inferior e descarregado na parte superior. Em razão da largura da esteira produtos podem ser congelados em camadas simples ou de forma individual o que é denominado IQF (Individually Quick Frozen). Este tipo de congelador pode ser utilizado no congelamento de: produtos avícolas (frango em partes, pedaços empanados e nuggets), carnes vermelhas (bifes, bifes empanados, almôndegas, hamburgers), frutos do mar (files de peixes, peixes inteiros) e produtos planificados (pizzas, tortas, etc.).

Na Figura 5 é apresentado um congelador tipo túnel com cascata. O congelamento é contínuo. O produto é mecanicamente agitado em camadas delgadas sobre a primeira esteira. Assim, com o congelamento rápido da camada superior do produto evita a perda de umidade e assegura a separação do material como em seu estado natural. O produto é então transferido a uma segunda esteira onde é formada uma camada de espessura maior. Neste estágio é intensificado e complementado o processo de congelamento.

O congelador tipo túnel é utilizado conforme princípio IQF para produto de 7,6 a 5 centímetros de diâmetro. Pode ser utilizado no congelamento de (i) vegetais – ervilha, milho verde, cogumelos, batata frita, cenoura picada, alho descascado, couve flor e etc, (ii) frutas, e (iii) frutos do mar: camarão etc.

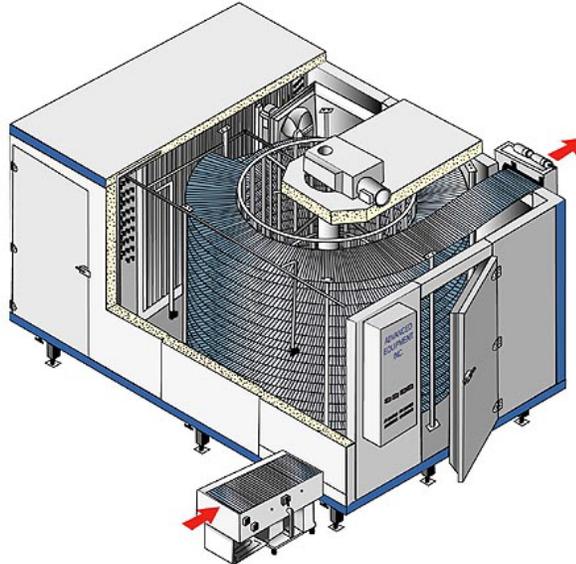


Figura 4 – Congelador espiral para produtos empacotados ou acondicionados em bandejas

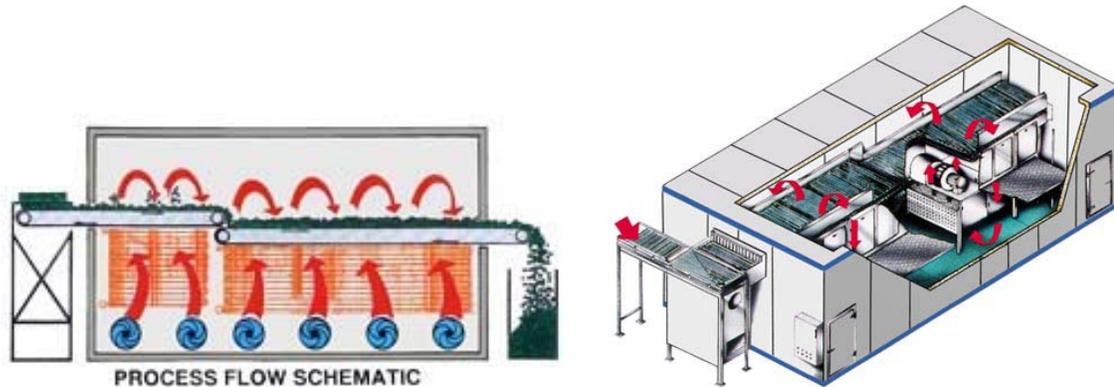


Figura 5 – Congelador tipo túnel com cascata  
([http://www.advancedfreezer.com/modular\\_tunnel.html](http://www.advancedfreezer.com/modular_tunnel.html))

Visite o site <http://www.advancedfreezer.com/overview.html> para ver outras configurações de congeladores que utilizam ar forçado.

#### b) Congeladores por contato (ou de placas)

Neste tipo de congelador a troca de calor entre o produto e a substância refrigerante é feita por meio de placas metálicas, pelas quais internamente circula a substância refrigerante. As placas podem ser fixas ou móveis.

Os modelos de congeladores fabricados pela Wescold, Figura 6, possuem uma série de placas com comprimento de 2,54 m de comprimento e larguras que podem variar de 0,63, 1,23 e 1,54 m. Um sistema hidráulico permite o perfeito ajuste das placas as embalagens dos produtos a serem congelados. Este tipo de congelador pode ser utilizado no congelamento de pescados, vegetais, carnes de aves e bovinos, e produtos pré-elaborados para uso em microondas. A aparência natural do alimento é preservada, portanto não ocorre descoloração, desidratação e perda de peso. Isto, principalmente pelo fato dos produtos estarem embalados.

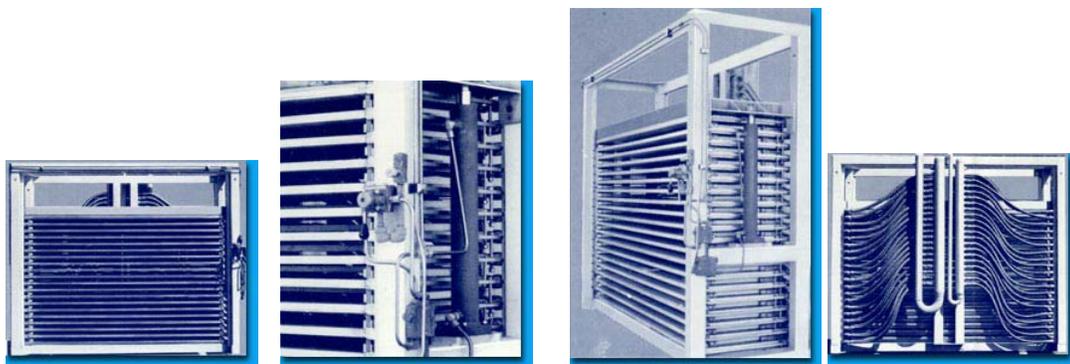


Figura 6 – Congelador de placas – vista: frontal, detalhe do sistema hidráulico e posterior  
(<http://www.wescold.com/products/plate-freezers.html>)

### c) Congeladores por imersão

Neste tipo de congelador o produto pode ser imerso na substância refrigerante, ou então, esta é aplicada sobre o produto. Ocorrendo assim o congelamento ultra-rápido. As substâncias refrigerantes devem possuir as seguintes características: não ser tóxica, não deixar odor, e não deixar resíduos no produto.

As substâncias refrigerantes podem ser: salmoura, álcool, substâncias criogênicas (gases perfeitos com baixo ponto de ebulição ex: Nitrogênio (-195 °C) e Dióxido de Carbono (-80 °C).

O uso de congeladores com refrigerantes criogênicos é aplicado a produtos extremamente sensíveis ao processo de congelamento. Este processo possui por grande vantagem a alta produtividade cerca de 3000 kg/h.

Ao ser utilizado nitrogênio líquido ou dióxido de carbono líquido, estes são pulverizados, como estas substâncias evaporam em temperaturas relativamente baixas - 195°C e -89°C, respectivamente, a temperatura ambiente ou do produto é reduzida a valores negativos em fração de segundos. Depois de utilizados os gases podem ser reaproveitados. O fabricante Packo ([www.packo.com](http://www.packo.com)) comercializa vários modelos, vide Figura 6.



Figura 6 – Modelos de congeladores – cabine, túnel espiral e rotatório - produtos fabricados pela Packo (<http://www.packo.com/>)

## 4.4 Considerações sobre o processo de congelamento.

### a) Tempo de Congelamento

O tempo de duração da operação de congelamento irá ser definido em função de fatores, tais como: temperaturas inicial e final do produto, quantidade de calor a ser retirada, dimensões e formato do produto (principalmente sua espessura) e o processo utilizado para retirada do calor. É esperado que a temperatura ao centro do produto atinja temperatura mínima igual ou menor que -18°C.

### b) Perda de umidade durante a armazenagem

A redução do teor de umidade do produto durante a armazenagem pode ocorrer. Isto é um sério problema que pode ser agravado com tempo de duração da estocagem.

Embalagens herméticas à prova de passagem de água e aplicação de vapores evitam a perda de umidade.

Entretanto muitos alimentos congelados ainda são estocados sem embalagem ou são protegidos por materiais permeáveis a água e vapores. Nestes casos, a perda de umidade depende das condições de estocagem. A perda de peso será evitada como uso de um sistema que permitam a mínima variação da temperatura na câmara de estocagem.

c) Alterações no tamanho dos cristais de gelo durante o armazenamento

As mudanças no tamanho e formato dos cristais de gelo durante o armazenamento são causadas por variações da temperatura durante o armazenamento. Quanto maior for a amplitude dessas variações, maiores serão as mudanças e isso provocará a destruição das células do alimento levando ao "gotejamento" durante o descongelamento. Do gotejamento é apurado substratos que podem favorecer o desenvolvimento de microrganismos.

Portanto para evitar variações da temperatura do produto a cadeia do frio deve estar bem estruturada. Cadeia do frio corresponde ao seguinte arranjo constituído por: câmara frigorífica no ambiente industrial, meios de transporte como câmaras frigoríficas (caminhões, vagões ferroviários e contêineres), câmara frigorífica nos centros de atacadistas e pontos de venda ao varejo, e uso de gôndolas tipo freezers para exposição do produto aos consumidores. Após a aquisição do produto congelado o consumidor deverá acondicioná-lo em freezers ou refrigeradores o mais rápido possível.

d) Desenvolvimento microbiológico durante o armazenamento

Antes de ser enviado para a distribuição e consumo, os alimentos congelados são armazenados a temperaturas de  $-30^{\circ}\text{C}$  até  $-18^{\circ}\text{C}$ . A temperatura escolhida é função do tipo de alimento e do prazo estimado de armazenamento. A estas baixas temperaturas, alguns microrganismos podem ser destruídos, mas outros podem desenvolver mesmo que lentamente. Portanto, devem ser tomados cuidados para não favorecer a proliferação dos microrganismos.

e) Aspectos nutritivos durante o armazenamento

No complexo dos macronutrientes: proteínas, lipídios e carboidratos; as proteínas e gorduras são as mais sujeitas a alterações durante o armazenamento. Estas mudanças detectáveis sob aspectos químicos e físicos expressam em perda de solubilidade, e enrijecimento no caso das proteínas. No entanto, pequenas alterações do valor nutritivo são observadas quando o produto é armazenado a temperaturas inferior a  $-18^{\circ}\text{C}$  por período de um ano ou mais.

f) Possibilidade contaminação humana

Bactérias patogênicas, como o *Clostridium* sp., *Escherichia* sp *Staphylococcus* sp. e a *Salmonella* sp., geralmente, derivam dos seres humanos. Deste modo, é de vital importância que os funcionários que trabalham nas câmaras de armazenagem tenham conhecimentos básicos de boa higiene pessoal e usem equipamentos adequados: roupa limpa, guarda pó, cobertura para os cabelos, luvas e máscaras. Quando for usada luva é importante que estas sejam bem limpas após o uso e inspecionada para verificação de furos.

É aconselhável a supervisão médica periódica dos empregados que manuseiam alimentos. Todas as pessoas sofrendo de alguma doença de pele não devem trabalhar em

---

contato com alimentos, bem como sofrendo de vomito, diarreia, hepatite infecciosa, salmonelose ou portadores de salmonela ou febre tifóide crônica. O objetivo é afastar o máximo possível as possíveis fontes de contaminação dos alimentos.

#### g) Embalagem para alimentos congelados

Devido à variabilidade dos tipos de produtos congelados, existe uma variabilidade de tipos de embalagens. Estas necessitam basicamente proteger o produto, ser resistente a exposição a baixas temperaturas, e atender a necessidades específicas, tais como:

1. Ser isenta a migração de materiais tóxicos para o alimento;
2. Ser inerte quimicamente e estável. O material tem que suportar temperatura baixas temperaturas de até - 40°C e também temperatura altas (exemplos incluem temperatura de forno etc). A resistência e performance do material têm que atender essa ampla faixa. O material não deve ficar quebradiço a temperaturas baixas. Durante o transporte podem ser utilizados como refrigerante o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) portanto o material de embalagem deve suportar temperatura de até -79°C;
3. Ser livre de manchas e odores. Alguns produtos, especialmente os que contêm gordura, chocolate ou temperos são muito sujeitos a absorver manchas e odores. Os materiais das embalagens devem ser cuidadosamente testados antes de serem utilizados. Isto é para garantir a ausência da possibilidade de transferência de manchas e odores;
4. Proteger contra contaminação microbiana e sujidade; e
5. Ser impermeável ao vapor de água, oxigênio e outros constituintes voláteis bem como odores das cercanias.

#### h) Rotação dos estoques

A manutenção de uma razoável, uniforme e adequada temperatura em câmaras frigoríficas é de extrema importância para a manutenção da qualidade dos alimentos congelados. Isto conduz a uma ampla gama de opções, sendo - 25 °C até - 30°C como temperaturas ótimas do ar para armazenamento por longos períodos, especialmente para frutos do mar e produtos gordurosos destinados a processamento futuro. aguardando distribuição futura.

O tempo decorrido entre o congelamento e o consumo final é de importância secundária com relação à temperatura, mas ainda assim é necessário um sistema de controle. O controle do período de estoque é necessário para garantir a regra do "FIRST IN FIRST OUT" - "FIFO" - (primeiras entradas, primeiras saídas) para as embalagens serem movimentadas dentro da cadeia do frio na seqüência correta.

Freqüentemente os consumidores e autoridades exigem a validade do produto congelado. Essas datas (consumir antes de..., , ou consumir até... etc.) podem somente ser aplicada na embalagem final. A presença da data implica em uma rápida perda de qualidade após essa data. Nenhum produto congelado perde qualidade drasticamente enquanto for mantido a uma adequada baixa temperatura.

#### i) Métodos Operacionais

É muito importante que todos que trabalham em câmaras frigoríficas tenham sempre em mente o primeiro objetivo de minimizar a exposição dos produtos à temperatura ambiente.

---

Devem ser estabelecidos métodos e rotinas de manuseio que não permitam que os produtos sejam expostos a temperatura ambiente.

Deve sempre que possível carregar os veículos através plataformas de carga fechadas e frigorificadas, ou outro método que dê completa proteção aos produtos. O mesmo procedimento deve ser feito na operação inversa. As portas, que devem ser do menor tamanho possível, não devem ser deixadas abertas após a passagem de produtos ou pessoas. Portas automáticas, elétricas ou pneumáticas são melhores para reduzir o tempo de permanência das portas em posição aberta.

#### j) Alterações de qualidade durante o armazenamento

Os principais fatores que afetam a qualidade de produtos congelados, após um período determinado, são: (a) a natureza e qualidade do produto na época do congelamento, (b) o processamento durante a preparação e o de congelamento, (c) a embalagem utilizada, (d) a temperatura de armazenagem, (e) a tolerância a flutuações de temperatura, e (f) o tempo de armazenagem.

Os três primeiros itens (a, b, c) são conhecidos como fator PPP (Produto, Processo e Embalagem) enquanto os três últimos (d, e, f) são conhecidos como fator TTT (tempo, temperatura, tolerância).

#### l) Vida prática de estocagem de produtos congelados

A vida de prateleira da maioria dos alimentos congelados é dependente da temperatura de armazenagem. Na Tabela 3 é fornecida a indicação do PSL (vida prática de estocagem) a três temperaturas diferentes. Isto sendo considerado que estes alimentos tenham sido manipulados de forma adequada.

Tabela 3 – Vida prática de estocagem (PSL) expressa em meses, para três níveis de temperatura.

Produto	-12°C	-18°C	-30°C
Carcça bovina (em estoquinete)	8	15	24
Filés de bovino (cortes)	8	18	24
Carne bovina moída	6	10	15
Frango (inteiro)	9	18	>24
Peru (inteiro)	8	15	>24
Ervilhas	6	24	>24