



**Cadeia do frio para alimentos:  
resfriamento, refrigeração e congelamento**

**Thami Rangel Andrade**

**Monografia em Engenharia de Alimentos**

**Orientador:**

Prof<sup>a</sup>. Karen Signori Pereira, D. Sc.

**Fevereiro de 2018**

**Cadeia do frio para alimentos:  
resfriamento, refrigeração e congelamento**

*Thami Rangel Andrade*

Monografia em Engenharia de Alimentos submetida ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenharia de Alimentos.

Aprovado por:

---

Prof<sup>o</sup> Felipe Valle, M. Sc.

---

Prof<sup>o</sup> João Paulo Ustritto Pontes

---

Marselle Marmo do Nascimento Silva, M. Sc.

Orientado por:

---

Prof<sup>a</sup> Karen Signori Pereira, D. Sc.

Rio de Janeiro, RJ-Brasil

Fevereiro de 2018

Andrade, Thami Rangel.

Cadeia do frio para alimentos: resfriamento, refrigeração e congelamento / Thami Rangel  
Andrade. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2018.

xxx, 23 p.; il.

(Monografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2018.

Orientador: Karen Signori Pereira

1. Cadeia do frio. 2. Alimentos congelados. 3. Temperatura. 4. Monografia. (Graduação –  
UFRJ/EQ). 5. Karen Signori Pereira.

“O aprendizado é o significado mais límpido da vida, pois jamais se termina uma existência sem que se aprenda algo”.

Maria Clara Fraga Lopes

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me abençoar e estar sempre comigo, dando-me forças para seguir meu caminho e correr atrás dos meus objetivos. Tudo que tenho e conquisto devo a Ele.

Em especial, agradeço aos meus pais, para quem este trabalho é dedicado. Agradeço por serem, sempre, meus melhores exemplos e professores da vida, mesmo não estando comigo no dia a dia. Sem seus ensinamentos, conselhos e ajuda, eu nada seria. Agradeço muito, também, ao meu irmão, por sempre torcer por mim e querer o meu bem mesmo que de longe.

Agradeço, também, a todos os professores que colaboraram para a minha formação, desde o maternal até o último período da faculdade. Em especial, a minha orientadora, por sempre ter me ajudado ao longo da faculdade e por ser um exemplo de mentora.

Envio meus agradecimentos, igualmente, aos meus queridos amigos de faculdade, amizades feitas ao longo desses anos de muito estudo. Meu muito obrigada ao companheirismo pelos corredores da UFRJ e pelos inúmeros momentos divertidos e inesquecíveis que passamos juntos.

Não poderia deixar de agradecer aos meus tios e as minhas primas que me deram um lar durante anos em Niterói para que eu pudesse estudar e ter a minha formação. Sem a ajuda de vocês, meu caminho até aqui teria sido muito mais difícil.

Gostaria de agradecer aos meus sogros, que há pouco mais de três anos me tratam como filha, torcem pelo meu sucesso e me enchem de mimos e carinhos.

Por fim, agradeço imensamente ao meu grande amor. Razão pela minha vida ser mais feliz e completa. Muito obrigada por estar sempre ao meu lado, principalmente nas horas difíceis, me dando apoio, conselhos, carinho e muito amor. Faço tudo por você e pelo nosso futuro juntos.

Resumo da monografia apresentada a Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenharia de Alimentos.

**CADEIA DO FRIO PARA ALIMENTOS: RESFRIAMENTO,  
REFRIGERAÇÃO E CONGELAMENTO**

Thami Rangel Andrade

Fevereiro, 2018

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Karen Signori Pereira, D. Sc.

Um dos fatores ambientais que mais comprometem a multiplicação de micro-organismos em alimentos é a temperatura. Por isso, o controle do binômio tempo-temperatura de exposição do alimento é importante para extinguir, precaver ou minimizar a multiplicação microbiana e, conseqüentemente, os riscos de doenças veiculadas pela ingestão de alimentos contaminados. Quanto menor a temperatura de armazenamento, mais vagarosa será a multiplicação dos micro-organismos e maior será o tempo pelo qual os alimentos poderão ser armazenados. Assim, a temperatura é um parâmetro de extrema importância para o controle de qualidade durante a produção, a manipulação de alimentos, o transporte e o armazenamento dos alimentos; tanto nas indústrias quanto em serviços de alimentação. Concomitantemente, é imprescindível aplicar as boas práticas de higiene e de fabricação durante a produção dos alimentos já que o controle da temperatura isoladamente não é suficiente para a segurança dos alimentos. O aumento da demanda por produtos que requerem o controle de baixas temperaturas (frio) durante seu armazenamento e transporte exige que os responsáveis estejam comprometidos e interligados neste processo denominado cadeia do frio, cujo objetivo é garantir a qualidade do alimento desde a produção até sua entrega ao consumidor final.

## SUMÁRIO

1. Introdução	10
2. Objetivo	11
3. Revisão bibliográfica	12
3.1. Breve histórico sobre os alimentos congelados	12
3.2. Microbiologia em alimentos	13
3.3. Congelamento de alimentos	14
3.4. Sistema de congelamento	17
3.5. Conservação e armazenamento e alimentos	18
3.6. Cadeia do frio	25
3.7. Transporte de produtos congelados	27
3.8. Legislação, normas e resoluções para alimentos congelados	30
4. Conclusão	31
5. Referências	33

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modos de transferência de calor: condução, convecção e radiação	16
Figura 2: Esquema de um túnel de congelamento	18
Figura 3: Esquema de congelamento por ar	18
Figura 4: Esquema de congelamento por contato direto	18
Figura 5: Efeito do congelamento	20
Figura 6: Relação entre tamanho dos cristais de gelo e velocidade de congelamento	20
Figura 7: Estrutura da cadeia do frio	26



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tempos máximos acumulados de exposição de alimentos, tendo em consideração a temperatura do produto e as condições de risco	14
Tabela 2: Condições de armazenamento de gêneros alimentícios	22
Tabela 3: Etapas do transporte de alimentos e seus objetivos	28
Tabela 4: Portarias e resoluções para a cadeia do frio e suas abordagens	30

## 1. Introdução

O efeito conservador do frio baseia-se na inibição total ou parcial dos principais agentes responsáveis pela alteração dos alimentos. Assim, quanto mais baixa for a temperatura, menos serão as ações químicas, enzimáticas e o crescimento microbiano. A utilização de baixas temperaturas na conservação dos alimentos também age como um importante fator de manutenção na conservação das características sensoriais e de valor nutricional.

De acordo com Pinto e Neves (2010), o método de conservação pelo frio foi um dos primeiros métodos utilizados para a preservação de alimentos, sendo a sua principal função conservá-los a uma temperatura reduzida de modo a não permitir a sua deterioração, através da extração de calor dos mesmos.

A refrigeração, que é uma forma de conservação de alimentos, tem como principal função reduzir ou acabar com o crescimento e desenvolvimento microbiano, impedindo que de certa forma eles se desenvolvam de maneira a não provocar danos nos alimentos, tentando por isso manter a qualidade original do alimento e prolongar um pouco mais a sua vida útil. Hazelwood, (1994) esclarece que na refrigeração a temperaturas abaixo de 4°C retarda o desenvolvimento das bactérias mais comumente responsáveis pela intoxicação por alimentos, já que elas não conseguem multiplicar-se a essas temperaturas, mas o processo não elimina as bactérias. O apodrecimento dos produtos alimentícios pelas bactérias e pelo bolor também é reduzido com a refrigeração.

Os produtos congelados são perecíveis, portanto exigem tratamentos logísticos, como manuseio, embalagem, estoque, armazenagem, transporte, e distribuição, sendo estes atendidos com segurança pela cadeia do frio, para manter salvaguarda a qualidade e estabilidade do produto.

Para Baruffaldi e Oliveira (1998) o processo de congelamento pode ser considerado uma das maiores conquistas da humanidade, possibilitando enfrentar a perecibilidade dos alimentos em todos os aspectos. É um processo importante usado na tecnologia dos alimentos, melhorando a qualidade dos alimentos, reduzindo as perdas e os desperdícios, mantendo melhor o gosto, o sabor, a cor e a textura, conservando assim a qualidade inicial dos alimentos.

Malgarim e colaboradores (2005) salientam que com a mudança nos hábitos alimentares e uma maior exigência de qualidade por parte dos consumidores, começou a existir também maior necessidade de utilização da refrigeração, não somente para a melhoria da qualidade como também para a redução das perdas. Silva Júnior (2002) complementa que a conservação pelo frio é uma das

mais utilizadas no dia-a-dia da população, pois a utilização de armazenamentos sob refrigeração é uma prática utilizada em toda a cadeia alimentar, desde a produção até o armazenamento doméstico, passando pela comercialização e o transporte dos alimentos e essa integração é conhecida como cadeia do frio.

## **2. Objetivo**

O presente trabalho teve como objetivo estudar e escrever sobre a importância da aplicação do frio na conservação de alimentos e a importância da cadeia do frio. De forma a reunir informações sobre o tema apresentado foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que de acordo com Biazim e Scalco (2008) “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. Assim, para a busca do conteúdo apresentado foram usadas fontes bibliográficas, através de normas, legislações, livros, dissertações de mestrado e artigos científicos.

A Associação Brasileira da Indústria de Armazenagem Frigorificada - ABIAF (2011) salienta que a demanda por produtos congelados, resfriados e refrigerados, conseqüentemente a capacidade frigorífica aumenta à medida que cresce o poder aquisitivo e na medida em que a sociedade evolui culturalmente. A sociedade moderna dedica um menor tempo a tarefas domésticas, procuram alimentação rápida e prática. Desta forma, cada vez mais eleva o número de consumo de alimentos prontos e semi prontos, o que impulsiona à indústria de fornecimento de refeições e a necessidade da adequação desta indústria as exigências do mercado, agilidade e também sua qualidade. A ABIAF foi criada em 1979 e, atualmente, é considerada a maior associação do setor de refrigerados no Brasil, registra um crescimento médio do setor de mais de 10% ao ano. Atualmente, cerca de 2% do PIB - Produto Interno Bruto circulante no Brasil corresponde a mercadorias congeladas e/ou refrigeradas. O Brasil apresenta pouco mais de dois milhões de metros cúbicos de câmaras frigoríficas, entretanto poderia aumentar esta capacidade uma vez que países como Estados Unidos e Japão contam com 48 milhões e 25 milhões de metros cúbicos, respectivamente. Revelando um potencial de crescimento grande no setor.

### **3. Revisão bibliográfica**

#### **3.1. Breve histórico sobre os alimentos congelados**

Desde há muito tempo que o homem se habituou a usar o fogo e o frio para a conservação dos alimentos, usando o primeiro também para cozinhá-los.

Usda (2010) esclarece que o processo de conservação de alimentos, vem de experiências realizadas pelo homem pré-histórico ao lidar com os alimentos coletados ou caçados, no transporte ou na armazenagem de comida. Utilizavam o gelo natural ou neve para a manutenção da temperatura dos alimentos estocados em épocas de carência.

Para Neves Filho (1997) os esquimós, em 1865, também tiveram a percepção de que o gelo e o sal ajudavam a conservar os alimentos quando foi verificado que os peixes congelavam pouco depois de serem pescados devido às baixas temperaturas e conseguiam conservar-se por bastante tempo. Isto fez com que nos Estados Unidos da América, os peixes fossem conservados em recipientes com gelo e sal.

Litwak (1999) salienta que a partir da descoberta do microscópio, no século XVII, os cientistas estudaram o comportamento dos micro-organismos em condições térmicas elevadas, descobrindo a rápida multiplicação de bactérias em alimentos em temperaturas elevadas, resultando a deterioração dos alimentos. As baixas temperaturas (abaixo de 10 °C) abreviavam a atividade e o crescimento dos micro-organismos, assim a qualidade dos alimentos estava ligada ao controle do crescimento microbiano.

De acordo com Horowitz (2006), em 1924 o inventor americano Clarence Birdseye criou o primeiro processo de congelamento rápido após ter reparado no Canadá que quando o peixe entrava em contato com o ar gelado congelava devido às diferenças de temperatura, podendo-se manter conservado por um largo período e consumido após descongelamento como se fosse fresco. O autor complementa que Clarence Birdseye fez duas contribuições para o segmento de alimentos perecíveis: a ideia de que um produto poderia ser congelado com a embalagem comercial e assim seguir diretamente para o ponto de venda e o conceito de congelamento rápido, uma vez que os métodos de congelamento levavam dezoito horas ou mais, e assim perdiam suas características como o sabor, a aparência e a textura. O congelamento rápido proposto por Birdseye representava uma revolucionária técnica cuja aplicação comercial possibilitou mudanças

de hábitos alimentares e impulsionou o comércio de alimentos perecíveis.

De acordo com Favero (2005), no Brasil o mercado pertencente à cadeia do frio que mais cresce é o grupo de alimentos de maior perecibilidade, produtos congelados, minimamente processados ou processados, carnes, pescados, frutas e hortaliças. Este índice chega a 30% de crescimento ao ano, movimentando uma cifra de US\$ 30 bilhões de dólares anuais. Mudanças no setor, como o surgimento de operadores logísticos especializados na cadeia do frio, foi um fator determinante nas mudanças de hábitos e costumes da população brasileira.

### 3.2. Microbiologia em alimentos

Mesmo nos países desenvolvidos, por ano, milhões de pessoas são acometidas por patologias ou infecções de origem alimentar. Assim, o controle das ameaças de contaminação tornou-se uma questão de saúde pública. Alterações microbianas que atacam os alimentos resultam em danos econômicos, tanto para produtores quanto consumidores.

De acordo com Almeida (1998) entre os avanços mais significativos da última década do século 20, tem-se uma nova visão em relação à propriedade dos alimentos, que hoje inclui aspectos que vão desde a fazenda, onde são produzidos os animais, o leite, os grãos e os demais vegetais, até chegar à mesa do consumidor, tendo como foco o controle dos perigos potenciais de contaminação, e nos alimentos que apresentam maior risco a saúde pública.

Guimarães et al. (2001) salienta que a preocupação com a qualidade dos alimentos envolve não só os riscos de veiculação de enfermidades para o consumidor, mas também perdas econômicas para a indústria alimentícia, devido às alterações, microbianas ocorridas no alimento.

Para Momesso (2002) a temperatura é um parâmetro de extrema importância para o controle de qualidade da produção e manipulação de alimentos, tanto em indústrias como em serviços de alimentação. É importante observar as boas práticas de higiene, fabricação durante a produção dos alimentos, e transporte, já que o controle da temperatura isoladamente não garante a segurança destes alimentos.

Jay (2005) esclarece que é importante ter conhecimento das faixas de temperaturas de certos microrganismos em alimentos para que seja possível uma seleção da melhor temperatura de armazenamento de certo grupo de alimentos. O autor complementa que os microrganismos são divididos de acordo com a faixa de temperatura ideal para seu crescimento.

A tabela abaixo descreve os tempos máximos para a exposição de alimentos.

Tabela 1: Tempos máximos acumulados de exposição de alimentos, tendo em consideração a temperatura do produto e as condições de risco

Condições Potenciais de Risco	Temperatura do Produto	Tempo Máximo Acumulado
Crescimento e formação de toxinas de <i>Bacillus cereus</i>	4-6°C	5 dias
	11-21°C	6 horas
	Acima de 21°C	3 horas
Crescimento de <i>Campylobacter jejuni</i>	30-34°C	48 horas
	Acima de 34°C	12 horas
Germinação, crescimento e formação de toxinas pelo <i>Clostridium botulinum</i>	Acima de 21°C	2 horas
Crescimento de esporos patogênicos de <i>Escherichia coli</i>	7-10°C	14 dias
	11-21°C	6 horas
	Acima de 21°C	3 horas
Crescimento de <i>Listeria monocytogenes</i>	-0,4-5°C	7 dias
	6-10°C	2 dias
Crescimento de espécies de <i>Salmonella</i>	5,2-10°C	14 dias
	11-24°C	6 horas
	Acima de 21°C	3 horas
Crescimento e formação de toxinas por <i>Staphylococcus aureus</i>	7-10°C	14 dias
	11-21°C	12 horas
	Acima de 21°C	3 horas

Fonte: Baptista (2006, p. 95)

Pela observação da tabela 2 verifica-se que o fator tempo é importante e deve ser levado em conta, pois um produto estar sob uma temperatura durante um determinado período pode influenciar o crescimento microbiano e conseqüentemente a produção de toxinas e/ou o desenvolvimento acelerado de reações químicas e enzimáticas.

### 3.3. Congelamento de alimentos

O congelamento é uma intervenção unitária que visa a prorrogação da vida dos alimentos perecíveis nas prateleiras. É uma etapa imprescindível na manipulação e distribuição de alimentos perecíveis, que necessitam e permitem cuidados maiores, como as carnes. É um processo complexo, em função de um amplo número de variáveis, e por abranger numerosos aspectos de engenharia.

De acordo com Ashrae (1998) o congelamento é um método de conservação de alimentos muito utilizado, pois é capaz de manter mais próximas todas as características originais do produto e retardando as taxas de reação de deterioração, promovendo uma extensão de sua vida na prateleira.

Evangelista (2000) salienta que o congelamento é um processo que deve ser feito a uma temperatura 10 a 12 C° abaixo da temperatura em que o alimento é armazenado. A temperatura recomendada para o armazenamento é -18C°. Temperaturas inferiores a esse valor podem ser empregadas, porém aumentam bastante o custo de manutenção do produto. As variações de temperatura devem ser evitadas, uma vez que poderá gerar recristalizações, com o aumento do tamanho dos cristais de gelo, o que é lesivo para a textura do produto. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (1995), quando um produto congelado recebido para armazenamento apresentar temperaturas entre -8°C e -18°C é aceitável que ele sofra a recuperação de frio, maiores variações juntamente com uma verificação das características do produto, são passíveis de condenação do produto.

Hense (1993) esclarece que o congelamento de alimentos, ao contrário das substâncias puras, não se dá a uma temperatura determinada, mas em uma faixa de temperaturas. Primeiramente existe o estágio de resfriamento, compreendendo o período decorrido entre o início do processo, com o produto a uma temperatura relativamente alta, até que se alcance a temperatura na região onde se dar início da cristalização da água, que em seguida ocorre o estágio de congelamento, fenômeno decorrente da liberação de calor latente de solidificação, período no qual a temperatura sofre pequena variação.

De acordo com Ramakrishnam e colaboradores (2004), a determinação dos tempos de congelamento é crítica na operação e controle de sistemas criogênicos. Diferentes modelos termodinâmicos foram desenvolvidos para descrever o processo de congelamento e fornecer métodos para o cálculo do tempo de residência necessário para um produto congelar. Os principais modelos termodinâmicos são: o modelo de calor com propriedades térmicas dependentes da temperatura e o modelo de frente única de mudança de fase.

Ramakrishnam et al (2004) esclarece ainda que o primeiro modelo é baseado na hipótese de que todo o calor latente de solidificação é liberado a uma temperatura única de frente fria de mudança de fase, ou seja, o congelamento se dá a uma única temperatura. Em relação ao segundo modelo, o autor salienta que esse modelo assume que as propriedades termofísicas nas regiões de temperatura antes e depois da mudança de fase são constantes, mas diferentes, ou seja, o congelamento se dá em um intervalo de temperaturas e que esse modelo é mais realístico.

De acordo com Tocci e Mascheroni (1995), o conhecimento dos coeficientes de transferência de calor e massa ar-produto faz-se necessário para a construção de sistemas de congelamento ou para adequar ou mudar condições de operação de sistemas já existentes.

Resende et al. (2003, p. 15) esclarecem que:

O coeficiente de transferência de calor global entre a superfície do produto e o ar frio é um parâmetro importante. Em sistemas no qual o meio de transferência é o ar frio, como em túneis de congelamento, um dos fatores que controlam a taxa de congelamento é o coeficiente de transferência de calor convectivo. Em condições normais, esses coeficientes variam com a temperatura, umidade do ar e principalmente com a velocidade do mesmo.

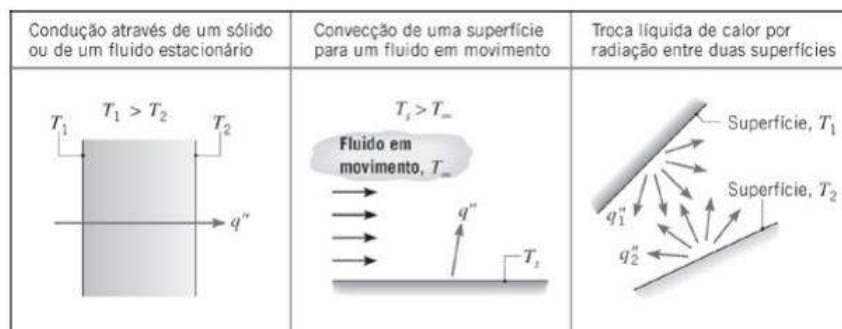
Kondjoyan e Daudim (1997) salientam que o grau de transferência de calor efetivo engloba, além, do calor transferido por convecção, o calor transferido por condução entre os corpos em contato, por radiação ou aquele removido durante a mudança de fase, quando esta ocorre.

Kondjoyan e Daudim (1997, p. 232) complementam que:

Transferência de calor por condução (molecular), é a transferência de calor pela ação das moléculas. A transferência de energia ocorre em um meio estacionário, que pode ser sólido ou um fluido, em virtude de um gradiente de temperatura;  
Transferência de calor por convecção (Turbulento), é a transferência de calor por um processo de mistura. O processo de transmissão de calor se dá pelo arraste de matéria. Este processo é característico dos líquidos e gases (fluidos). A movimentação das diversas partes do fluido ocorre pela diferença de densidade em virtude do seu aparecimento ou resfriamento;  
Transferência de calor por radiação é a transferência de calor pela emissão e absorção de energia, sem contato físico. A radiação depende das ondas eletromagnéticas como meio de transferir energia térmica de uma fonte quente para um sorvedouro a baixa temperatura. Todos esses mecanismos de transferência de calor podem ocorrer simultaneamente ou separadamente.

A figura abaixo ilustra os três tipos de transferência de calor:

Figura 1: Modos de transferência de calor: condução, convecção e radiação



Fonte: Bergman, Lavine, Incropera e Dewitt (2011)

Para exemplificar os tipos de transferência no contexto dos alimentos congelados, o calor transferido por condução pode acontecer em uma pilha de produtos quando os da extremidade estão



em contato com o meio refrigerante e os produtos do meio recebem o calor dos demais por condução. A transferência por convecção acontece em um sistema de congelamento por ar refrigerado, onde o ar entra em contato com o alimento retirando calor do mesmo, ocasionando a circulação de ar frio, o retorno do ar quente e a troca térmica. A radiação acontece no processo inverso ao congelamento, quando um alimento é colocado em contato com ondas eletromagnéticas recebendo calor para seu descongelamento.

### 3.4. Sistemas de congelamento

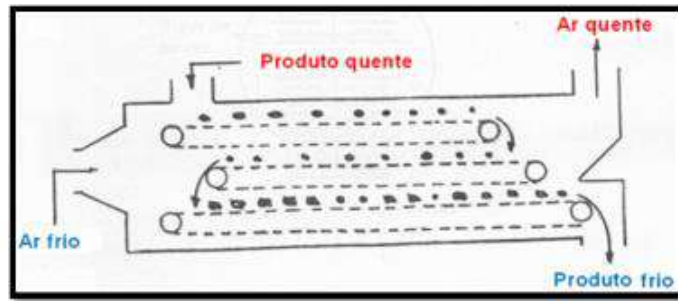
De acordo com Silva (2000) existem vários métodos de congelamento e a escolha depende de vários fatores. Os principais são a composição do alimento, o custo do processo, a finalidade do congelamento, a qualidade do produto após o congelamento e o tempo em que se deseja preservar o produto congelado. Heldman e Lund (1992) complementam que para a construção dos sistemas de congelamento, é indispensável o conhecimento das mudanças ocorridas na estrutura do produto durante o processo de diminuição da temperatura e a extensão dessas mudanças em suas propriedades. Assim, para obter as reduções de temperaturas desejadas, exige-se o conhecimento da quantidade de calor sensível e concentrado de solidificação que o produto é capaz de liberar durante o processo de resfriamento e congelamento.

Heldman e Lund (1992) esclarecem ainda que os sistemas de congelamento podem ser divididos em duas classes, que são: sistemas de contato indireto e sistemas de contato direto. Essa classificação é apontada pela maneira na qual o produto se encontra em contato com o fluido refrigerante utilizado. Silva (2000) salienta que os métodos de congelamento mais utilizados são o congelamento por resfriamento com ar estático ou em circulação, isto é, o congelamento por contato indireto com superfícies super-resfriadas e o congelamento por imersão em líquidos refrigerantes.

De acordo com Lino e Lino (2014), o sistema de congelamento por ar tem a vantagem de ser uma operação simples e poder ser implantado para muitos tipos de produto, com ou sem embalagem.

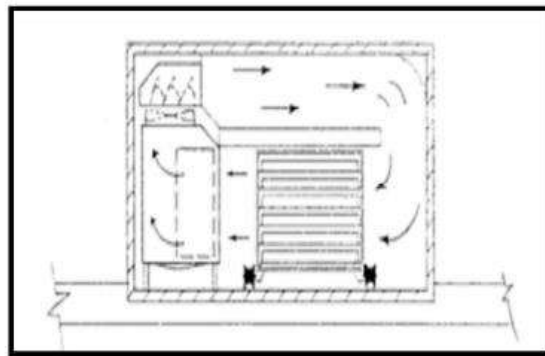
As figuras abaixo ilustram os sistemas existentes de congelamento:

Figura 2: Esquema de um túnel de congelamento



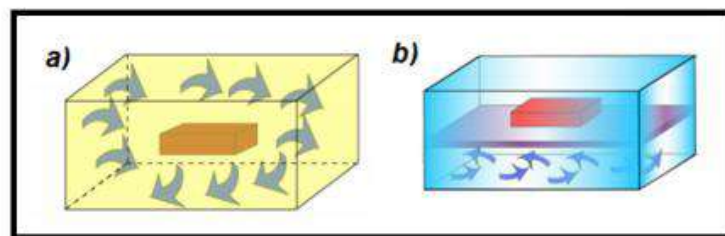
Fonte: Lino e Lino (2014)

Figura 3: Esquema de congelamento por ar



Fonte: Lino e Lino (2014)

Figura 4: Esquema de congelamento por contato direto: a) imersão; b) placas



Fonte: Lino e Lino (2014)

### 3.5. Conservação e armazenamento de alimentos

Ordóñez (2005) esclarece que o frio conserva os alimentos pela inibição total ou parcial dos principais agentes causadores de alterações, tais como: atividade microbiológica, enzimática e

metabólica dos tecidos animais e vegetais após sacrifício e colheita, respectivamente. A aplicação do frio pode ocorrer pelo resfriamento ou congelamento do produto fresco ou processado.

De acordo com Toledo (1991), uma das maneiras de uso do frio na conservação de alimentos é a refrigeração. Nesse processo o alimento tem sua temperatura restringida para valores entre -1 e 8° C, isto é, implica em mudanças no calor sensível do produto. Assim, é possível diminuir a velocidade das transformações microbiológicas e bioquímicas nos alimentos, prolongando a sua vida útil por dias ou semanas, dependendo do produto.

Para Fellows (2006) outra forma de conservação de alimentos pelo uso de baixas temperaturas é o congelamento. Nesse método, parte da água do alimento sofre mudança em seu estado, formando cristais de gelo. Rahman e Ruiz (2007) complementam que o congelamento retarda, mas não cessa as reações físico-químicas e bioquímicas que levam a deterioração dos alimentos, e durante o armazenamento sob congelamento ocorre uma mudança lenta e progressiva na qualidade sensorial dos produtos alimentícios.

Freitas e Figueiredo (2000) salientam que, nas condições usuais de congelamento (-18 °C), a atividade microbiana é praticamente impedida, pois a maioria dos micro-organismos não se desenvolve em temperaturas inferiores a -10 °C.

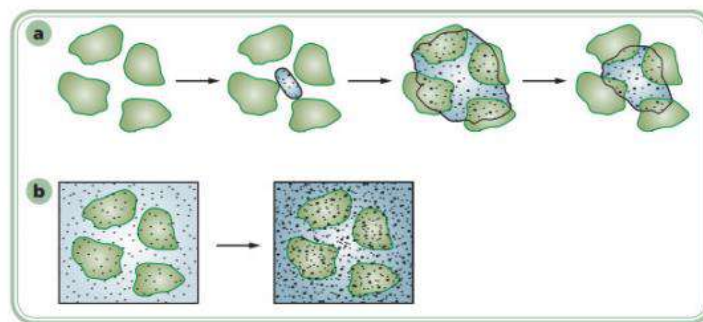
Apesar de o frio ser um processo de conservação de alimentos, alterações indesejadas podem ocorrer aos alimentos durante o armazenamento em baixas temperaturas, pois nem todos os alimentos podem ser resfriados, como por exemplo as frutas tropicais e subtropicais e algumas temperadas, que podem sofrer danos pelo resfriamento e devem ser mantidas em temperatura adequadas para a sua conservação. De acordo com Fellows (2006), a refrigeração pode causar efeitos em frutas e hortaliças quando a temperatura de armazenamento é reduzida a um valor abaixo do ideal, causando a chamada lesão pelo frio. Os danos podem ser escurecimento interno ou externo do alimento, falha no amadurecimento, manchas na casca e endurecimento causado pela solidificação de óleos e gorduras. Alterações indesejadas também ocorrem no congelamento, principalmente no congelamento lento onde são formados grandes cristais de gelo, causando ruptura na parede celular e afetando, assim, a textura do alimento.

Luccas (1998) salienta que a forma, o tamanho e a distribuição dos cristais formados no material são determinados de acordo com a velocidade de congelamento, que pode gerar taxas baixas ou elevadas de congelamento. Potter (1995) complementa que existem dois tipos de congelamento, o congelamento lento que dura de 3 a 12 horas, a temperatura vai gradativamente abaixando até chegar à temperatura desejada, os primeiros cristais são formados no interior da

célula, forçando a água migrar do interior da célula, o que causa ruptura de algumas paredes celulares. Brennam (1980) esclarece que tais cristais atingem grandes dimensões devido à concentração de sólidos nos espaços intercelulares e do consequente deslocamento da água do interior para fora das células. O congelamento rápido, de acordo com Ashrae (1998) ocorre um abaixamento brusco de temperatura, formando pequenas estruturas de gelo amorfo, principalmente no interior da célula. Esse tipo é melhor por praticamente não ocorrer alterações na qualidade do alimento, pois é formado um número muito grande de pequenos cristais de gelo, intracelulares, que não alteram de maneira significativa a textura do produto.

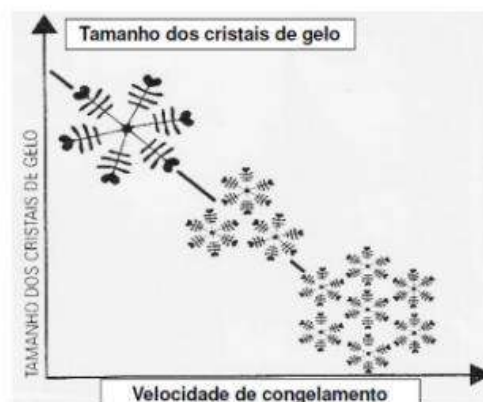
As figuras abaixo ilustram o que acontece no congelamento lento e rápido e o tamanho dos cristais de gelo formados.

Figura 5: Efeito do congelamento: a) congelamento lento; b) congelamento rápido



Fonte: Lino e Lino (2014)

Figura 6: Relação entre tamanho dos cristais de gelo e velocidade de congelamento



Fonte: Lino e Lino (2014)

De acordo com Luccas (1998) a taxa de congelamento é comumente definida como o quociente da metade da espessura do produto dividido pelo tempo necessário para a temperatura do centro do material variar do seu valor inicial ao valor desejado de congelamento. O autor salienta ainda que essa definição varia de acordo com os autores. Alguns estabeleceram escalas para a velocidade de congelamento em termos de °C/s: muito lento: abaixo de 0,01°C/s, lento: de 0,01°C/s a 0,06°C/s, rápido: 0,06°C/s a 50°C/s e super rápido: acima de 50°C/s.

Assim, a importância da cadeia do frio, conforme salienta Pereira (2010), é todo processo de armazenamento, conservação, distribuição, transporte e manipulação dos produtos, tendo em vista o controle e manutenção apropriada das baixas temperaturas imperativas para garantir a cadeia do frio. Qualquer problema nesta cadeia pode impactar na qualidade nutricional e/ou sensorial dos produtos, pois as velocidades das reações químicas, bioquímicas e microbiológicas estão diretamente relacionadas com a temperatura.

De acordo com a EMBRAPA (2000, p. 9), “o armazenamento compreende a manutenção de produtos e ingredientes em um ambiente que proteja sua integridade e qualidade”. Moura (1998, p. 3) salienta que pode-se definir a armazenagem, como “a denominação genérica e ampla, que inclui todas as atividades de um ponto destinado à guarda temporária e a distribuição de materiais (depósitos, centros de distribuição e etc.)” e que o objetivo do armazenamento correto é manter a qualidade original do alimento até o ato de sua ingestão, transporte, transformação industrial, ou submissão a outros processos de conservação.

De acordo com Pereda (2005), a produção continuada de frio para aplicação na indústria alimentícia, iniciada no século XIX, foi um grande avanço que permitiu o armazenamento e o transporte dos alimentos perecíveis. A disponibilidade de refrigeradores e de congeladores ao longo de toda a cadeia alimentar, incluindo os domicílios, melhorou consideravelmente a qualidade dos produtos resfriados, refrigerados e congelados.

Para Manzalli (2006) o armazenamento dos alimentos refrigerados e congelados deve seguir critérios de tempo de armazenamento, conforme tabela abaixo:

Tabela 2: Condições de armazenamento de gêneros alimentícios

PRODUTO	TEMPERATURA	TEMPO
Estoque seco – embalagem fechada	Ambiente	Validade embalagem
Alimentos pós-cozção congelados	-18°C	30 dias
Alimentos pós-cozção refrigerados	Até 4°C	72 horas
Carnes cruas refrigeradas (exceto pescados)	Até 4°C	72 horas
Congelados industrializados (embalagem fechada)	-18°C ou inferior	De acordo com o fabricante
Embutidos (embalagem fechada)	De acordo com o fabricante	De acordo com o fabricante
Frios (embalagem fechada)	Até 8°C	De acordo com o fabricante
Hortifruti <i>in natura</i>	Ambiente	Indicado pelo produtor
Hortifruti <i>in natura</i> refrigerados	Até 10°C	Indicado pelo produtor
Laticínios (embalagem fechada)	Até 8°C	De acordo com o fabricante
Massas frescas	Até 4°C	72 horas
Ovos <i>in natura</i> refrigerados	Até 10°C	14 dias
Ovos <i>in natura</i>	Ambiente	7 dias
Pescados refrigerados	Até 4°C	24 horas
Produtos salgados, defumados, curados (embalagem fechada)	De acordo com o fabricante	De acordo como fabricante
Sobremesas refrigeradas	Até 4°C	72 horas

Fonte: Manzalli (2006, p. 87)

Assim, as técnicas de armazenamento permitem que sejam conservadas no alimento suas características nutricionais, pela inibição ou atraso do crescimento e atividade dos micro-organismos. Para Pereda (2005), a utilização do frio para conservar os alimentos oferece algumas vantagens, como a de proporcionar aumento da validade comercial dos alimentos e diminuir as alterações nas características sensoriais e no valor nutritivo, como dito anteriormente.

Bertolino (2010) esclarece que os alimentos degradam-se em qualidade e conseqüentemente em quantidade desde a colheita, abate ou pesca até o consumo, em todos os níveis do setor da distribuição. O emprego do frio estende o período de comercialização, diminuindo a ação de degradação e reduzindo as perdas no comércio.

De acordo com Hazelwood (1994), o armazenamento correto dos produtos alimentícios é importante em qualquer empresa alimentícia. Deve-se observar a manter condições satisfatórias de

controle de temperatura, limpeza, rotatividade dos estoques e ventilação, para garantir a conquista e manutenção de bons padrões de higiene.

Dando destaque ao armazenamento sob frio, é fundamental conceituar os alimentos que fazem parte dessa cadeia, que são aqueles denominados perecíveis. De acordo com Batista e Antunes (2005) a principal característica dos alimentos perecíveis é o fato de se deteriorarem facilmente. Pertencem a este grupo, por exemplo, as carnes frescas, o pescado fresco, os produtos hortícolas (ex. tomate), e as frutas suculentas e relativamente moles (ex. pêssago). Neste grupo estão muitos dos alimentos de maior consumo, utilizados diariamente na alimentação da generalidade dos consumidores.

De acordo com Germano e Germano (2001, p.31):

Os alimentos perecíveis passam períodos variáveis de tempo estocados em câmaras frias em determinadas temperaturas. O tempo máximo de estocagem varia de acordo com o grau de perecibilidade do produto e com o tipo de armazenagem, devendo este período estar, rigorosamente, de acordo com as especificações dos alimentos estocados.

Os supermercados e fornecedores de produtos alimentícios utilizam a aplicação do frio para a conservação dos alimentos perecíveis em três importantes processos: o resfriamento, a refrigeração e o congelamento. Evangelista (2000) complementa que a indicação de cada um dos diferentes processos de frio é feita de acordo com o tipo, constituição e composição química do alimento e o tempo requerido para sua conservação, sem que existam perdas de seu valor nutritivo e de seus caracteres sensoriais.

O resfriamento e a refrigeração constituem os métodos mais suaves de conservação. Pereda (2005, p. 156) salienta que, “os alimentos resfriados e refrigerados geralmente são considerados como frescos e de boa qualidade, sendo essa a razão de sua grande aceitação pelos consumidores”.

Evangelista (2000) esclarece que o processo de resfriamento difere do processo de refrigeração, pelos graus de temperatura utilizados, que são considerados graus mais elevados, em temperaturas compreendidas entre 6°C até 10°C.

Fellows (2006) esclarece que o abastecimento correto de alimentos resfriados para o consumidor é totalmente dependente de uma conservação de qualidade efetiva, considerando-se que o grau de temperatura de armazenamento é elevado, sendo importante uma entrega rápida dos produtos. Assim, o controle preciso de temperatura é fundamental em todos os estágios para evitar o risco de deterioração e/ou contaminação dos alimentos.

Para Fellows (2006, p. 426), “o processo de refrigeração dos alimentos até sua temperatura correta de armazenamento gera pouca ou nenhuma redução em sua qualidade sensorial ou propriedades nutricionais”. Gava (2008) complementa que a maior parte dos alimentos pode ser conservada por refrigeração durante um tempo limitado, em que não se evitam, porém se retardam as atividades microbianas e enzimáticas.

Assim, diante do exposto, Pereda (2005) destaca que, os alimentos resfriados e os refrigerados, como embutidos, devem ser processados ou consumidos em pouco tempo, dias ou semanas, quando se mantêm em temperaturas relativamente elevadas, visto que, nessas condições, acelera-se o crescimento dos micro-organismos presentes neles, assim como as reações químicas e enzimáticas.

Em relação ao congelamento, Evangelista (2000) salienta que é o tratamento de frio destinado aos alimentos que necessitam maior período de conservação. Este processo, pelo longo tempo de armazenamento que concede ao alimento, tem maior preferência sobre os demais meios de conservação, quando se trata de produtos que podem sofrer conservados pelos três métodos, como massas, doces e carnes. A temperatura ideal para o armazenamento de congelados compreende entre  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

De acordo com Gava (2008), o congelamento emprega temperaturas mais baixas do que a refrigeração, inibindo assim o crescimento microbiano e praticamente adiando todo processo metabólico, pois, quanto menor a temperatura de armazenamento, mais lenta será a atividade enzimática.

Para Evangelista (2000, p. 389), a vantagem do emprego do congelamento consiste, “em conservar no alimento grande parte de seus caracteres organolépticos e nutritivos e dificultar ações desfavoráveis de microrganismos e enzimas”.

Pereda (2005, p. 161), destaca que:

Quando os alimentos congelados são processados, armazenados e manipulados de forma adequada, apresentam características organolépticas e nutritivas muito similares às que possuíam antes de seu congelamento.

Pereda (2005) complementa que é importante, tanto para os alimentos resfriados e refrigerados, quanto para os congelados que o ar circule dentro de suas respectivas câmaras frias, de forma adequada para manter a temperatura e a composição uniformes na atmosfera do recinto, possibilitando o rápido resfriamento dos produtos, bem como facilitando a purificação do ar quando necessário. Assim, a preservação dos alimentos através da diminuição da temperatura possui



benefícios importantes na conservação das características e do valor nutricional para o abastecimento de alimentos de alta qualidade. Quanto mais baixa a temperatura de armazenagem, mais tempo o alimento pode ser armazenado.

### 3.6. Cadeia do frio

De acordo com Likar e Jevsnik (2006), a cadeia do frio é um termo para descrever uma série de operações unitárias interdependentes na produção, distribuição, armazenamento e comercialização de produtos sensíveis à temperatura.

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

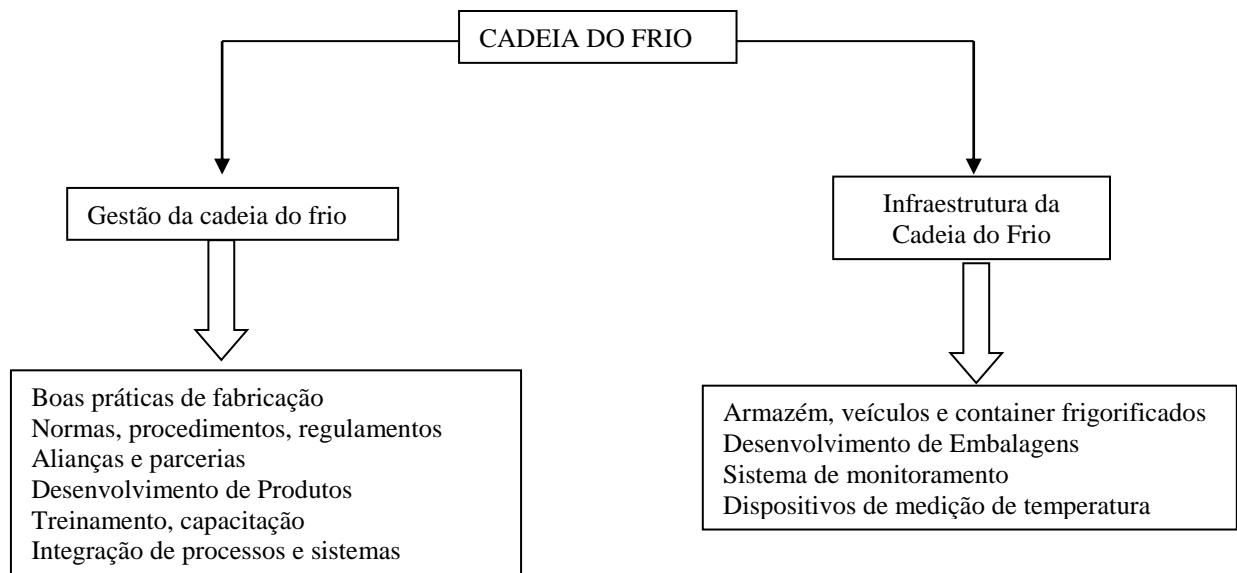
Apesar de já dito anteriormente, vale reforçar que de acordo com Pereira (2010), a cadeia do frio envolve todo processo de armazenamento, conservação, distribuição, transporte e manipulação dos produtos, com o controle e manutenção apropriada das baixas temperaturas necessárias para garantir a cadeia do frio. Qualquer falha nesta cadeia pode implicar na qualidade dos produtos, pois as reações químicas, bioquímicas e microbiológicas estão diretamente relacionadas com a temperatura, causando impacto nos produtos alimentares, nutricional, e da própria qualidade do produto. Rocha (2008, p. 11) complementa que a cadeia do frio é composta normalmente pelos seguintes elementos: equipe especializada, equipamento, armazém, transporte e controle de temperatura.

Germano e Germano (2001) esclarecem que os alimentos de origem animal ou vegetal apresentam os mais diversos tipos de micro-organismos, os quais fazem parte de sua microbiota habitual. Para manter o processo de multiplicação, esses micro-organismos necessitam de condições favoráveis, representadas por múltiplos fatores, entre eles a temperatura. Guedes (2008) salienta que a medição e o controle da temperatura são dois parâmetros muito importantes na plena conservação e eficácia da cadeia do frio para a segurança alimentar, no entanto o fator tempo também é muito importante para que o produto alimentar se mantenha seguro. O período de tempo em que um

alimento poderá estar sujeito a temperaturas irregulares é decisivo para a segurança dos produtos alimentares ou gêneros alimentícios refrigerados e/ou congelados.

Diversas pesquisas envolvendo a cadeia do frio centralizam sobre a gestão e a infraestrutura. Em relação à gestão, existe a regulamentação do setor pelos órgãos de controle governamentais, a preocupação com a segurança de alimentos e implantação de padrões que sejam obedecidos e adotados. Conforme mostra Lopes (2007) na figura abaixo:

Figura 7: Estrutura da cadeia do frio



Fonte: Lopes (2007, p. 132)

De acordo com Zhang (2007), a cadeia do frio representa todas as etapas desde a remoção do calor até o acondicionamento final do produto. A informação e conhecimento das propriedades do produto movimentado e a identificação de suas características dentro da cadeia do frio são fatores decisivos, associados ao controle e manutenção da qualidade.

### 3.7. Transporte de produtos congelados

O transporte é a ligação de grande importância na cadeia de produção de alimentos seguros. Ele deve ser compreendido em todos os sistemas de gestão de qualidade a serem estabelecidos por empresas que atuam nesse setor. Se o transporte não for efetivado de maneira apropriada e segura, poderá provocar problemas com consequências ao consumidor final e comprometimento de toda a cadeia produtiva.

Pereda (2005) salienta que o transporte de produtos alimentares deve ser realizado nas melhores condições de higiene, conservação e garantia de salubridade, para que os produtos transportados continuem a ser seguros para consumo como eram após a produção e/ou armazenamento.

Baptista (2006) salienta que o transporte é um componente muito importante no abastecimento da maior parte dos produtos. É a união na cadeia de fornecimentos. O transporte integra todas as atividades na cadeia alimentar, que vai desde a produção primária de alimentos, a colheita, o processamento, o manuseamento, o armazenamento e a distribuição nos pontos de venda.

É importante e necessário para garantir a contínua segurança dos alimentos que a cadeia do frio não seja quebrada, como também é importante a atenção às temperaturas de armazenamento. É importante ter atenção e aplicar as temperaturas adequadas durante o processo do transporte, tanto no transporte terrestre, em que os veículos devem estar devidamente equipados com sistema de frio, como também no transporte através de contentores, no transporte marítimo e aéreo.

De acordo com Baptista (2006, p. 79)

[...] caso o transporte dos alimentos não seja efetuado adequadamente, poderão ocorrer problemas com consequência para o consumidor final, o que torna bastante importante e imprescindível avaliar os perigos que poderão correr, estando estes perigos dependentes do tipo de produto alimentar que sejam transportados e o fato de não existir nenhuma etapa posterior que elimine ou reduza o risco ou perigo durante o transporte dos produtos alimentares.

Assim, todas as etapas do processo da cadeia do frio para produtos alimentares, como transporte e armazenamento, devem ser encaradas como um todo, com a mesma importância a cada etapa, garantindo que o processo não seja quebrado e que os produtos alimentares continuem com as mesmas características e segurança para o consumidor.

Baptista (2006) salienta que a aplicação de temperaturas no transporte, tem como objetivo manter a integridade do produto, mas não é tarefa do veículo realizar a refrigeração inicial do produto, pois o produto é carregado no veículo de transporte à temperatura correta e que o sistema de refrigeração do veículo estará funcionando corretamente para manter a temperatura adequada para proteger o produto de qualquer alteração de temperatura, assim, com o objetivo de proteger e conservar o produto durante o tempo de transporte.

O autor esclarece ainda que:

Se as temperaturas durante o transporte não forem mantidas adequadamente, podem ser criadas condições para que exista desenvolvimento microbiano e início de degradação do produto, sendo que o fator tempo é fundamental no transporte de produtos alimentares. (BAPTISTA, 2006, p.86)

Assim, para tornar mínimos os riscos causados pelo transporte inadequado, Baptista (2006) enumera um conjunto de medidas preventivas que podem ser ponderadas no sentido de minimizar tais riscos:

Tabela 3: Etapas do transporte de alimentos e seus objetivos

<b>Etapa</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Efetuar a carga do produto em temperatura adequada</b>	Assegurar a temperatura adequada e evitar avaria do produto
<b>Assegurar a estabilização térmica do produto antes da expedição</b>	Assegurar a temperatura adequada e evitar avaria do produto
<b>Carregar a carga de forma a permitir uma adequada circulação de ar</b>	Fazer com que toda a carga esteja em contato com o ar refrigerado para manter a temperatura
<b>Verificar a temperatura do produto na carga</b>	Assegurar a temperatura adequada e evitar avaria do produto
<b>Verificar a temperatura do veículo na recepção do transporte para carga</b>	Assegurar a temperatura adequada e evitar avaria do produto
<b>Verificar a temperatura do veículo durante o transporte</b>	Assegurar a temperatura adequada e evitar avaria do produto

<b>Calibrar as sondas de temperatura utilizadas no monitoramento</b>	Certificar que as temperaturas mostradas no monitoramento estão corretas
<b>Assegurar a manutenção do sistema de refrigeração do veículo</b>	Assegurar funcionamento do sistema evitando anomalias no sistema e no produto
<b>Verificar a temperatura do produto na recepção</b>	Assegurar a temperatura adequada e evitar avaria do produto
<b>Efetuar a descarga do produto em condições de temperatura adequadas</b>	Assegurar a temperatura adequada e evitar avaria do produto
<b>Armazenar o produto em câmaras com temperatura adequada de sua conservação</b>	Assegurar a temperatura adequada e evitar avaria do produto
<b>Verificar o estado de manutenção do veículo na recepção da carga</b>	Certificar boa estrutura do veículo para evitar danos físicos à carga
<b>Verificar o estado de higiene do veículo na recepção da carga</b>	Certificar limpeza do veículo para evitar contaminação à carga
<b>Cumprir as boas práticas de manipulação</b>	Assegurar integridade física da carga

Para garantir que as medidas preventivas sejam adequadamente cumpridas, é importante instituir procedimentos de controle que garantam um eficaz monitoramento. Assim, para as medidas preventivas deve-se ponderar um conjunto de rotina de monitoramento e registro dos processos e temperaturas, como salienta Bertolino (2010):

- Controle de rotinas de monitoramento e registro dos processos e temperaturas;
  - Controle do estado de manutenção e de higiene do veículo/contentor no momento da recepção da carga;
  - Controle da temperatura dos locais de carga;
  - Controle da temperatura dos produtos a serem carregados;
  - Controles da temperatura do veículo/contentor podendo-se utilizar meios eletrônicos tais como “Registradores Eletrônicos de Umidade e Temperatura”;
  - Controle da temperatura do produto na recepção;
  - Controle do estado de integridade das embalagens e paletes;
  - Controle do cumprimento dos programas de limpeza, de desinfecção e de manutenção dos locais de carga e descarga de produtos alimentares e de todas as outras áreas onde ocorre a manipulação dos produtos;
- E para as atividades de monitoramento devem ser mantidos registros das:
- Temperaturas monitoradas;
  - Atividades de manutenção e higienização de veículos/contentores de transporte;
  - Ocorrências/não conformidades observadas nos veículos/contentores de transporte, locais de carga e descarga. (BERTOLINO, 2010, p. 102)

Assim, é indispensável avaliar os perigos a que estão expostos os alimentos. As boas práticas aplicam-se de forma ativa no transporte de produtos alimentícios refrigerados e congelados, com a finalidade da preservação da integridade dos produtos.

### 3.8. Legislações, normas e resoluções para alimentos congelados

De acordo com Horowitz (2006), em alguns países, na União Européia e nos Estados Unidos principalmente, normas foram elaboradas para regulamentar os processos na cadeia do frio e garantir a qualidade de produtos perecíveis, de temperatura e umidade controladas, principalmente visando a segurança alimentar.

No Brasil, existem diversas regulamentações editadas por órgãos da esfera federal, estadual e municipal. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), vinculada ao Ministério da Saúde, além de fiscalizar instalações fabris e comerciais no segmento alimentício e farmacêutico, também cria e institui portarias e resoluções normativas.

A seguir, as mais importantes portarias e resoluções para a cadeia do frio e controle sanitário:

Tabela 4: Portarias e resoluções para a cadeia do frio e suas abordagens

<b>Documento</b>	<b>Conteúdo</b>
<b>Portaria 1428/MS</b>	Definição de parâmetros e formas de avaliação das inspeções em indústrias e demais estabelecimentos produtores de alimentos. Define também padrões a serem adotados para Avaliação de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ).
<b>Portaria SVS/MS nº 326</b>	Define condições ideais para garantir a qualidade higiênico-sanitária na produção, incluindo armazenagem, movimentação e transporte, com foco em Boas Práticas de Fabricação (BPF).
<b>Portaria CVS 5</b>	Aborda as boas práticas para estabelecimentos comerciais e serviços de alimentação, incluindo o roteiro de inspeção.

<b>RDC 275</b>	Contém uma lista de itens que devem fazer parte da verificação, controle e monitoramento dos procedimentos implantados para cumprir as exigências higiênico-sanitárias para instalações produtoras de alimentos.
<b>NBR 15457</b>	Especifica requisitos de desempenho térmico para carrocerias termicamente isoladas, destinada ao transporte de produtos perecíveis.
<b>NBR 14701</b>	Refere-se à padronização de critérios e parâmetros para o transporte de alimentos, como higiene e temperatura para alimentos congelados, refrigerados e resfriados.
<b>Portaria CVS 15</b>	Contém padrões e normas para o transporte, como o tipo de veículo específico para alimentos perecíveis.

#### 4. Conclusão

O frio conserva os alimentos pela inibição total ou parcial dos principais agentes causadores de alterações, que são as atividades microbiológicas, enzimáticas e metabólicas dos tecidos animais e vegetais. Assim, a temperatura é um parâmetro importante para o controle de qualidade da produção e manipulação de alimentos, mas é necessário observar as boas práticas de armazenamento e transporte dos produtos alimentícios.

O congelamento é uma prática muito utilizada para a conservação de alimentos, em indústria de vários segmentos, quanto em residências. É importante salientar que deve ser realizado de forma a preservar ao máximo as características dos alimentos.

A cadeia do frio é um excelente meio de conservação de produtos alimentícios, mas a carga ou capacidade do refrigerador, as condições de manutenção dos alimentos, entre outros fatores devem ser levados em consideração na correta manutenção dos mesmos.

A temperatura adequada, tanto no armazenamento como na distribuição, é um dos fatores que podem contribuir para a garantia da qualidade dos alimentos congelados. Por isso, deve ser monitorado constantemente, minimizando os riscos de contaminação e crescimento microbológico e melhorando a qualidade dos alimentos.

A segurança alimentar do consumidor depende do controlo da temperatura ao longo de todas as fases da cadeia de frio e, apesar de uma boa higiene e do avanço tecnológico a nível de equipamento, a refrigeração e o congelamento continuam a ser uma fonte de preocupação, pois alguns alimentos são armazenados a temperaturas superiores às recomendadas. Uma inadequada refrigeração ou congelamento é frequentemente citada como um possível fator de incidentes de alimentos deteriorados.

Visto que o mercado de alimentos armazenados sob frio é grande, a maior atenção deve-se concentrar na temperatura, a fim de garantir a segurança e saúde do consumidor que gradativamente procura por alimentos que tenham grande durabilidade. A população procura cada vez mais por refeições rápidas, alimentos de preparo rápido, alimentos com longa vida de prateleira, portanto, o mercado de alimentos resfriados, refrigerados e congelados ganha cada vez mais procura, espaço e importância no comércio de alimentos.



## 5. Referências bibliográficas

ABIAF, Associação Brasileira da Indústria de Armazenamento Frigorificada. Apostila técnica: alimentos congelados e resfriados, 2008. Disponível em: [www.abiaf.org.br](http://www.abiaf.org.br) Acessado em fevereiro/2018.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR14701 - Transportes de produtos alimentícios refrigerados: procedimentos e critérios de temperatura. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Maio de 2001.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15457 – Implementos rodoviários, carrocerias termicamente isolada, desempenho térmico. Diário Oficial da República Federativa. Novembro de 2012.

ALMEIDA, c.r. o Sistema HACCP como instrumento para garantir a inocuidade dos alimentos. **Revista Higiene Alimentar**, v.12, n.53, p. 12-20, 1998.

ASHRAE, American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers \_ Refrigeration Handbook. Food Storage and Equipment, Food Refrigeration. Atlanta: 1998

BAPTISTA, P. Higiene e Segurança Alimentar no Transporte de Produtos Alimentares. Guimarães, Portugal: Forvisão – Consultoria em Formação Integrada, 2006.

BAPTISTA P., ANTUNES C. – Higiene e Segurança Alimentar na Restauração. Volume II – Avançado, 2005.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. de. Fundamentos de Tecnologia de Alimentos. São Paulo: Atheneu, 1998. v.3. 317 p.

BERGMAN, T. L.; LAVINE, S. A.; INCROPERA, F.P.; DEWITT, D.P. Fundamentos de calor e transferência de massa. John Wiley e Sons, Hoboken, 7ª ed., 2011.

BERTOLINO, M. T. Gerenciamento da qualidade na indústria alimentícia. Ênfase na segurança dos alimentos. Porto Alegre: Artmed, 2010

BIAZIN, D. T.; SCALCO, T. F. Normas da ABNT & Padronização para Trabalhos Acadêmicos. Londrina: UniFil, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC 275 DE 21/10/2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao/?inheritRedirect=true#/visualizar/27002>>. Acessado em: outubro de 2017.

BRASIL. Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde. Portaria CVS-6/99, de 10.03.99. Dispõe sobre o regulamento técnico, parâmetros e critérios para o controle higiênico-sanitário em estabelecimentos de alimentos. Disponível em<

[http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/E\\_PT-CVS-06\\_100399.pdf](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/E_PT-CVS-06_100399.pdf)>. Acesso em: outubro de 2017.

BRASIL. Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de estado da Saúde. Portaria SUS/MS 326, de 30 de julho de 1997. Estabelece os requisitos gerais sobre as condições higiênico-sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. Disponível em: [bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1997/prt0326\\_30\\_07\\_1997.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1997/prt0326_30_07_1997.html). Acesso em outubro de 2017.

BRASIL, Portaria nº 1.428, de 26 de novembro de 1993. Aprova o Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos, as Diretrizes para o estabelecimento de Boas Práticas de Produção e Prestação de Serviços na Área de Alimentos e Regulamento. Brasília: Presidência da República, 1977

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 326, de 30 de julho de 1997. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 01 ago. 1997. Disponível em:< <http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: outubro de 2017.

BRENNAN, J. G.; BUTTERS, J. R.; COWELL, N. D., LILLY, A.E. Las operaciones de la ingenieria de los alimentos. 2. ed. Zaragoza (España): Acribia, 1980. p. 367-377

CONAB - Regulamento de armazenagem - Ambiente Artificial. Regulamento nº 30.401 DE 16/11/1995 Disponível em:[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br) Acessado em fevereiro/2018

EMBRAPA. Noções de ciência da carne. 2000. Disponível em:<  
<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc77/03nocoescarne.html>>. Novembro de 2015.

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

FAVERO, L.A. Curso de Mercados Agrícolas e Agroindustriais. Com nine deterministic and stochastic approaches for modeling the evolution of food products along the cold chain. Part I: Methodology. International Journal of Refrigerations, 35 (4), 2005.

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

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

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; GAVA J. R. F. Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2008.

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

GUIMARAES, A.G.; LEITE, C.C.; TEIXEIRA, L.D.S.; SANT.ANNA, M.E.B.; ASSIS, P.N. Detecção de Salmonella spp. Em alimentos e manipuladores envolvidos em um surto de infecção alimentar. **Revista Brasileira de Saude Produção Animal**, v.2, n.1, p.1-4, 2001.

HAZELWOOD, H. D. Manual de higiene para manipuladores de alimentos. São Paulo: Varela, 1994. 140 p.

HELDMAN, D. R. Food Freezing. In: HELDMAN, D. R.; LUND, D. B. (eds.) Handbook of Food Engineering, New York: Marcel Dekker, 1992. p. 277-315.

HENSE, H. Congelamento de cação com transmissão de calor unidirecional: 1 – dados experimentais. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 27, n. 2, p. 118-127. 1993

HOROWITZ, R. Putting meat on the american table. Baltimore, Maryland, USA: John Hopkins University Press, 2006

JAY, J. M. Microbiologia de Alimentos. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

LIKAR, K e JEVŠNIK, M. “Cold Chain Maintaining in Food Trade”. FoodControl, v.17, pp. 108-113, 2006.

LINO, G. C. de L.; LINO, T. H. L. Congelamento e Refrigeração. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

LITWAK, D. “Cold as Its Weakest Link”. Supermarket Business, n. 54(6), pp.119-123, 1999.

LOPES, R. L. T. Dossiê Técnico: Conservação de alimentos. Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas. 2007. Disponível em: < <http://www.sbrc.ibict.br/dossietecnico/downloadsDT/MjEz>>. Acesso em: outubro de 2017.

LUCCAS, P. Influência do congelamento no processo de liofilização do sangue bovino. Dissertação de Mestrado, PPGEQ/UFSCar, São Paulo- SP, 114p, 1998

KONDJOYAN, A.; DAUDIN, J. D. Heat and mass transfer at the surface of a pork hindquarter. Journal of Food Engineering, v. 32, p. 225-240. 1997.

MALGARIM, M. B. et al. Modificação da atmosfera na qualidade pós-colheita de ameixas. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, V.27, n.3. dez.2005. Disponível em [www.scielo.br](http://www.scielo.br) Acessado em outubro de 2018.

MANZALI, P. V. Manual para serviços de alimentação: implementação, boas práticas, qualidade e saúde. São Paulo: Metha, 2006.

MOMESSO, A.P. Levantamento das temperaturas de distribuição de alimentos durante o período de serviço de bufê, em restaurantes self-service do município de São Paulo e pesquisa de agentes patogênicos e indicadores de higiene. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade São Paulo, São Paulo, 2002.

MOURA, R. A. Sistemas e Técnicas do Movimentação: Armazenagem de Materiais. São Paulo: Ed.

IMAM,1998.

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

NEVES FILHO, L. C. Refrigeração e Alimentos – Apostila do Curso Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas; SP; 1997.

\_\_\_\_\_. “Cadeia do frio mais forte com IBF”. Revista ABRAVA, ed. 263, 2008.

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

PEREDA, J. A. O. Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal. Porto Alegre: Artmed, 2005. v.2.

PEREIRA, V. Avaliação de temperaturas em câmaras frigoríficas de transporte urbano de alimentos refrigerados e congelados. Ciência e tecnologia de alimentos. Campinas, 2010.

PINTO, J., & NEVES, R. Análise De Riscos No Processamento Alimentar. Porto: Publindústria, Edições Técnicas, 2010

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

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

RAMAKRISHNAN, S.; WYSK, R. A.; PRABHU, V. V. Prediction of process parameters for intelligent control of tunnel freezers using simulation. Journal of Food Engineering, v. 65, p. 2331, 2004.

RESENDE, J. V.; SILVEIRA JÚNIOR, V.; NEVES FILHO, L. C. Experimental measures of the effective heat transfer coefficients in air blast freezers for the processing of fruit pulps. Engenharia Térmica, n. 3, p. 11-18. 2003

ROCHA, A. Conservação dos produtos ao longo do tempo. Segurança e qualidade alimentar – Conservação dos alimentos. 2008

SILVA, J. A. Tópicos da tecnologia de alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 2000. p.147-159

SILVA JUNIOR. E. A. Manual de Controle Higiênico Sanitário em Serviços de Alimentação. 6ª Ed. São Paulo: Varela, 2007. 623p.

TOCCI, A. M.; MASCHERONI, R. H. Heat and mass transfer coefficients during the refrigeration, freezing and storage of meats, meat products and analogues. Journal of Food Engineering, Great Britain, v. 26, p. 147-160. 1995.

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

USDA, United States Department of Agriculture. History of Refrigeration. 2010. Disponível em: <[http://www.fsis.usda.gov/Fact\\_Sheets/Refrigeration\\_&\\_Food\\_Safety/index.asp#1](http://www.fsis.usda.gov/Fact_Sheets/Refrigeration_&_Food_Safety/index.asp#1)>. Acesso em: outubro de 2017.

ZHANG, L. Coldchain management. MScThesis. Cranfield University. Bedfordshire; England; 2007.