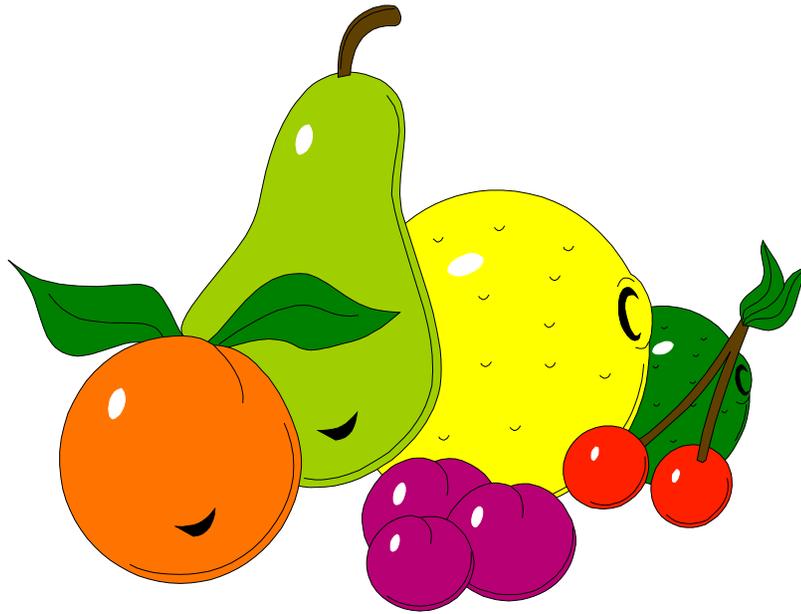


**UNIVERSIDADE VEIGA DE ALMEIDA
CURSO DE NUTRIÇÃO**



**APOSTILA DE
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
AULAS TEÓRICAS**

Prof^ª: Tatiana Feijó Cardozo

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

1- INTRODUÇÃO

↑ Taxa de natalidade → ↑ Produção → EXCESSO???
↑ Necessidade de alimentos

2- DEFINIÇÃO

Parte da tecnologia destinada ao estudo, melhoramento, defesa, aproveitamento e aplicação da matéria prima para transformá-la, através de processos básicos, em produtos alimentícios.

SBCTA → Aplicação de métodos e da técnica, para o preparo, armazenamento, processamento, controle, embalagem, distribuição e utilização dos alimentos.

3- ASPECTOS HISTÓRICOS

1810 - Nicolas Apert → Tratamento térmico em embalagens hermeticamente fechadas.

1860 - Louis Pasteur → Destruição de formas microscópicas.

4- OBJETIVOS

MUDANÇA DO ALIMENTO NO TEMPO E NO ESPAÇO

- Preservar os alimentos da deterioração aumentando sua vida útil.
- Oferecer alimentos de qualidade uniforme, em larga escala e durante todas as estações do ano.
- Desenvolver novos produtos de alto valor nutritivo destinado a clientelas específicas.
- Desenvolver alimentos prontos para o consumo.
- Controlar pragas e animais predadores, para evitar desperdícios de alimentos.

5- BASES DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

QUÍMICA → Composição e alterações químicas que podem levar a perda do alimento. Análise de alimentos para controle.

BIOLOGIA → Melhoramento genético para obtenção de produtos mais adequados ao processamento.

NUTRIÇÃO → Conhecimento dos nutrientes a serem preservados.

6- FATORES RELACIONADOS À ESTABILIDADE DOS ALIMENTOS

6.1- Fatores intrínsecos

- Atividade de água (Aa, aw)

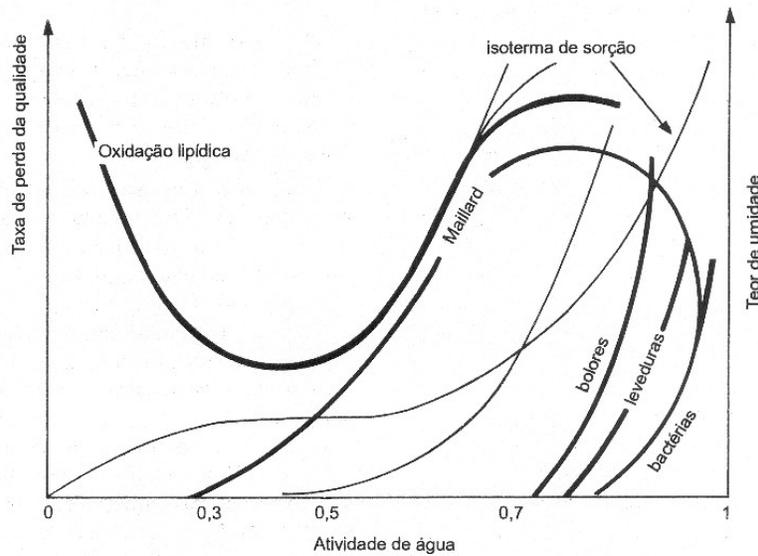
Água livre → Crescimento microbiano

$$Aa = \frac{P}{P_0}$$

(Pressão de vapor da água no alimento)
 (Pressão de vapor da água pura)

$$Aa = \frac{UR}{100}$$

(Umidade relativa)



Faixas de atividade de água onde ocorrem as alterações oxidativas

→ Aa X Microrganismos

Atividade de água e crescimento microbiano

Aa	Valor mínimo
0,90 a 0,91	Bactérias deteriorativas
0,87 a 0,88	Leveduras deteriorativas
0,80	Bolores
0,75	Bactérias halofílicas
0,65	Bolores xerofílicos
0,60	Leveduras osmofílicas

Clostridium botulinun → Não cresce em Aa < 0,93

→ Aa X Tempo

1 a > 0,80 (3 a 4 dias)
 Aa → 0,80 (4 a 5 semanas)

$\leq 0,70$ (meses)

→ Aa X Enzimas

Aa > 0,30 → Predominância

Lipases
Fosfolipases → Decomposição de lipídios
Lipoxidases

Peroxidases → Escurecimento enzimático
Fenolases

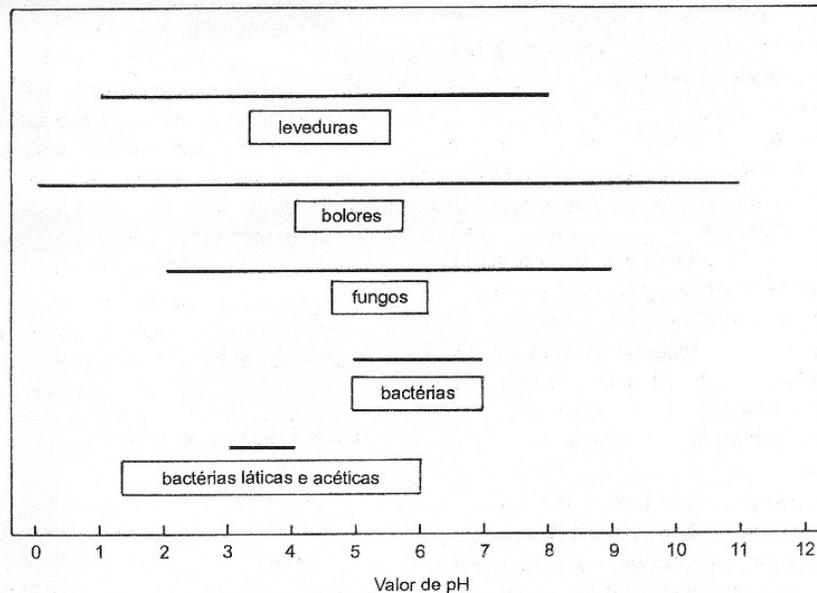
→ Aa X Outras reações

$0,40 \leq Aa \leq 0,60$ → Reações não enzimáticas (Maillard)

- Valor do pH

C. botulinum → pH $\geq 4,6$

Alimentos → Muito ácidos: pH $\leq 3,7$
Ácidos: $3,7 < \text{pH} \leq 4,5$
Pouco ácidos: pH $> 4,5$



Faixas de valores do pH aproximadas para o crescimento de alguns microrganismos nos alimentos

- Luz

Oxidação lipídica de óleos e gorduras

Alteração de pigmentos - vegetal e animal

Fotossensibilidade de vitaminas - Riboflavina (B₂), vit. A, ácido fólico

Intensidade luminosa X Tempo de exposição

- Atmosfera

Ar → 20% de O₂, 79% de N₂ e baixa concentração de CO₂ e gases nobres.

Mistura de gases em proporções diferentes do ar.

↑ CO₂

↓ O₂ → CONSERVAÇÃO

7- PROCESSOS PARA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Eliminar parcial ou totalmente os agentes deteriorantes, através de alterações das condições ótimas para sua atuação.

7.1- Processos físicos

- Conservação de alimentos pelo uso de calor
Desidratação, concentração, pasteurização e esterilização
- Conservação de alimentos pelo uso do frio
Congelamento, refrigeração e liofilização
- Conservação de alimentos pelo uso de irradiação
- Conservação de alimentos pelo uso de alta pressão

7.2- Processos químicos

- Conservação de alimentos pelo uso de agentes químicos
Salga, defumação, aditivos químicos e uso do açúcar

7.3- Processos biológicos

- Conservação de alimentos pelo uso de agentes biológicos
Fermentação

8- TRATAMENTO DA MATÉRIA PRIMA

8.1- Transporte

8.2- Limpeza

- Separar efetivamente os contaminantes.
- Limitar a recontaminação de produtos limpos.
- Tornar a matéria prima “potável” para o processamento.

→ Limpeza por via seca

Tamização, aspiração e separação magnética

→ Limpeza por via úmida (H₂O clorada)

Imersão, aspersão e flotação

8.3- Seleção e classificação

- Garantir a uniformidade da produção.
- Necessária para aplicação de operações mecanizadas.
- Necessária em processos onde a uniformidade do tamanho influencia a transmissão de calor.
- Proporcionar maior aceitabilidade devido a uniformidade.
- Garantir sanidade pelo uso de matéria prima de boa qualidade.

8.4- Descascamento

Manual, mecânico, vapor ou água quente, químico (lixiviação) e abrasão

8.5- Corte

8.6- Branqueamento

Tratamento térmico brando aplicado a produtos vegetais, prévio aos processos de apertização, congelação e desidratação.

Objetiva inativar enzimas que alteram aroma, consistência e provocam escurecimento enzimático.

→ Desidratação

- Inativação enzimática.
- Facilitar a reidratação.
- Redução da carga microbiana inicial.

→ Apertização

- Eliminação do gás ocluído no interior dos tecidos.
- Facilitar o enchimento a quente.

- Redução da carga microbiana inicial.

→ Congelação

- Reduz perda de vitaminas (C, tiamina-B₁ e riboflavina-B₂).

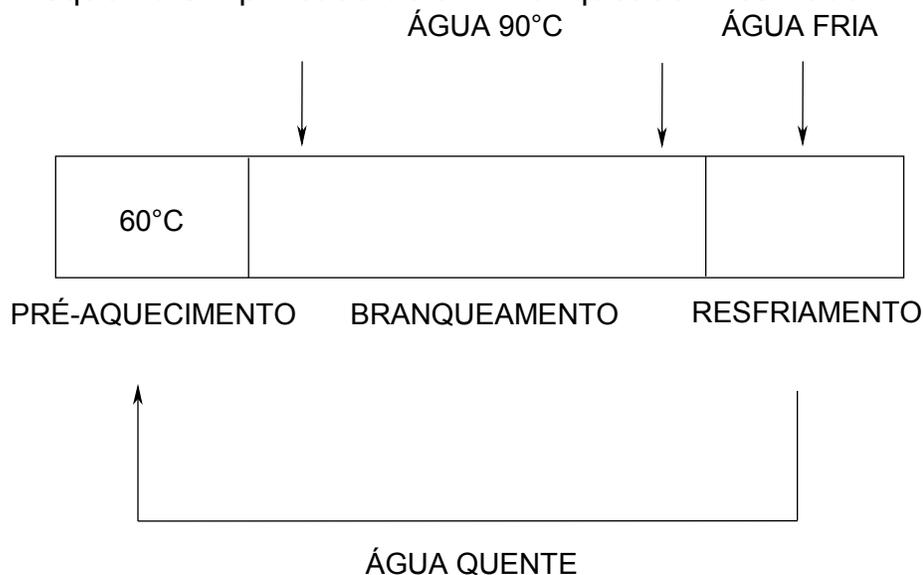
Perdas vitamínicas em ervilhas congeladas (12 meses a -20°C)

Vitamina	Sem branqueamento	Com branqueamento
C	90%	50%
B ₁	70%	20%
B ₂	40%	3%

8.6.1- Métodos de branqueamento

Imersão, vapor, outros (radiação UV e micro-ondas)

Esquema simplificado de um Branqueador-Resfriador integrado



8.6.2- Adequacidade do branqueamento

O tempo de tratamento térmico é determinado através da determinação da atividade de enzimas como peroxidase.

8.6.3- Desvantagens

- Consumo de água e vapor

1 ton água ↔ ton de produto
0,2-0,3 ton vapor ↔ ton produto

- Consumo de energia

Ex.: Gasto energético para o branqueamento de ervilhas
240 Kwh ↔ ton de produto (40% do gasto energético total)

- Perda de substâncias solúveis

Efeito do método de branqueamento sobre a perda de ácido ascórbico em alguns vegetais (Perda %)

Tratamento (branqueamento/resfriamento)	Couve-flor	Ervilha verde
Água/Água	38,7	29,1
Água/Ar	30,6	25,0
Vapor/Água	22,2	24,2
Vapor/Ar	9,0	14,0

- Geração de poluição

O branqueamento é considerado a maior fonte de poluição das indústrias de conservas.

A água oriunda do branqueamento constitui um efluente industrial concentrado, que pode ser comparado à águas geradas numa zona urbana de vários milhões de habitantes.

Apesar dos inconvenientes o branqueamento é indispensável ao processamento eficiente de vegetais

Branqueamento em água X Branqueamento em vapor

Critérios	Branqueamento em água	Branqueamento em vapor
Produção de efluentes	-	+
Perdas por lixiviação	-	+
Lavagem complementar do produto	+	-
Consumo de água	-	+
Consumo de energia	+	-
Trocas térmicas	+	-
Controle de temperatura	+	-
Eficácia térmica do tratamento	+	+
Homogeneidade do tratamento	+	-
Facilidade de manutenção	+	-
Possibilidade de incorporação de aditivos químicos	+	-
Custo do tratamento	+	-

+ VANTAGEM

- DESVANTAGEM

8.7- Sulfitagem (Dióxido de enxofre - SO₂)

A partir de 1947, o SO₂ começou a ser usado como substância conservadora em uma série de alimentos. Atualmente, apesar de restrições quanto ao aspecto toxicológico, continua a ser empregada, e é indispensável para a produção de diversos produtos.

8.7.1- Formas comerciais

SO₂ (pó)

SO₂ (pressurizado)

Na forma de sulfitos:

Na₂ SO₃ 7H₂O

K₂SO₃

CaSO₃

Na₂S₂O₅

K₂S₂O₅

NaHSO₃

KHSO₃

8.7.2- Finalidades do uso

- Inativação de enzimas
- Diminui taxa de reação de Maillard.
- Retenção de vitamina C.
- Ação antimicrobiana.
- Ação antioxidante.

Facilita a desidratação, por romper as células superficiais.

O tratamento é feito, normalmente, pela imersão em solução de metabissulfito de potássio (2%) por alguns minutos.

Ex: Escurecimento enzimático em camarão

Caracterizado pelo aparecimento de manchas negras (melanose) formadas pela melanina decorrente da ação da tirosinase.

É necessário que haja O₂ presente.

Em camarões recém-capturados:

2-12 horas para ocorrer

Se mantido em água do mar resfriada, ocorre em 72 horas

Ocorre em ampla faixa de temperatura -10 a 50°C

Prevenção:

Retirar imediatamente o cefalotórax do camarão.

Usar compostos quelantes de Cu^{++} da enzima.

Usar metabissulfito de sódio.

Norma legal: imergir o camarão em solução contendo 1,25% de metabissulfito de sódio. O SO_2 residual não deve ser maior que 100ppm. Pode também ser adicionado à água de fabricação do gelo.

CONSERVAÇÃO PELO USO DO CALOR

Fatores que influenciam o tratamento térmico

- Qualidade e quantidade de microrganismos a destruir
- PH do produto
- Velocidade de penetração do calor da periferia até o centro da embalagem
- Duração do aquecimento e temperatura atingida
- Temperatura inicial do produto
- Sistema de aquecimento e resfriamento
- Aquecimento com sistema giratório

Resistência dos microrganismos ao calor

- Coagulação de proteínas
- Inativação de sistemas enzimáticos
- Esporos são uma forma de resistência do microrganismo
- O tempo e temperatura de processamento foram estabelecidos tendo em vista a resistência ao calor de esporos de *Clostridium botulinum*

Fatores que influenciam a termoresistência das formas vegetativas e esporos

1- Organismo

- Número de células
- Espécie
- Condições de crescimento
- Idade

2- Meio ambiente

- PH
- Composição
- Concentração

3- Natureza do calor

- Úmido ou seco
- Tempo X temperatura

4- Condições depois do tratamento

- PH

- Tempo de incubação
- Composição

ESTERILIZAÇÃO

Esterilização comercial

Por não eliminar absolutamente os microrganismos (99,99%)

A esterilização de alimentos é feita em unidades envasadas e a granel, a aplicação térmica em produtos embalados é mais conhecida por apertização

Durante o tratamento térmico além da influência esterilizante os alimentos são cozidos parcialmente

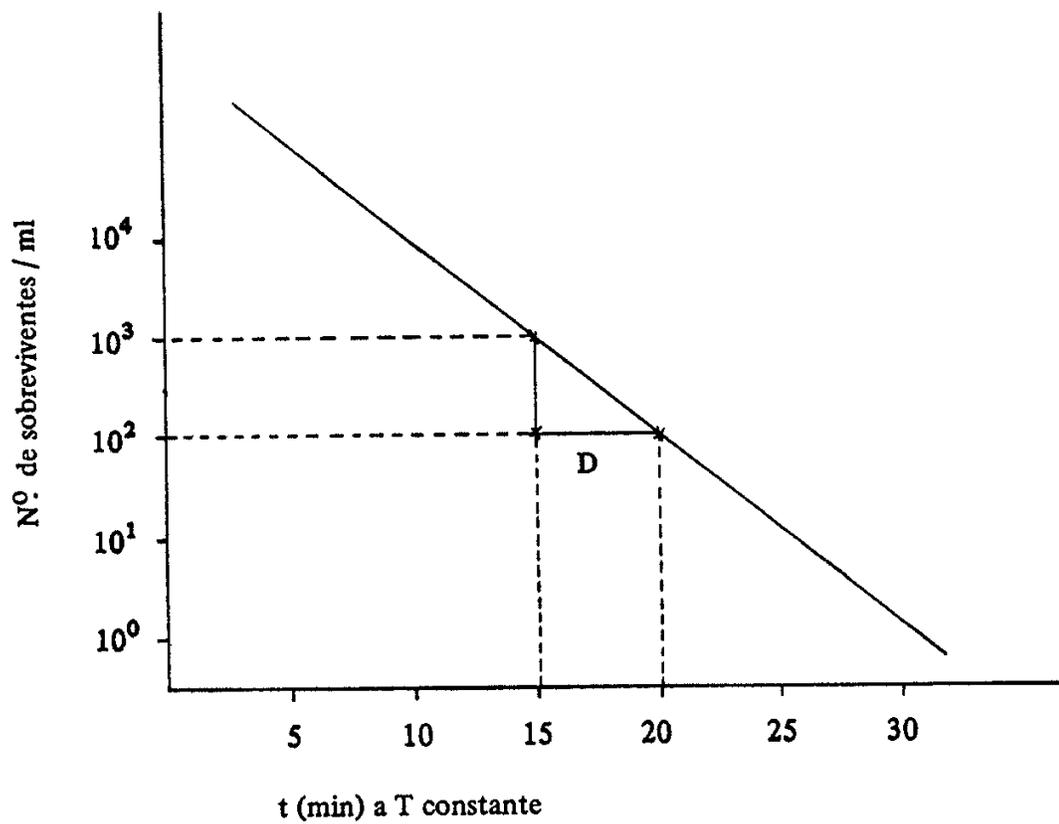
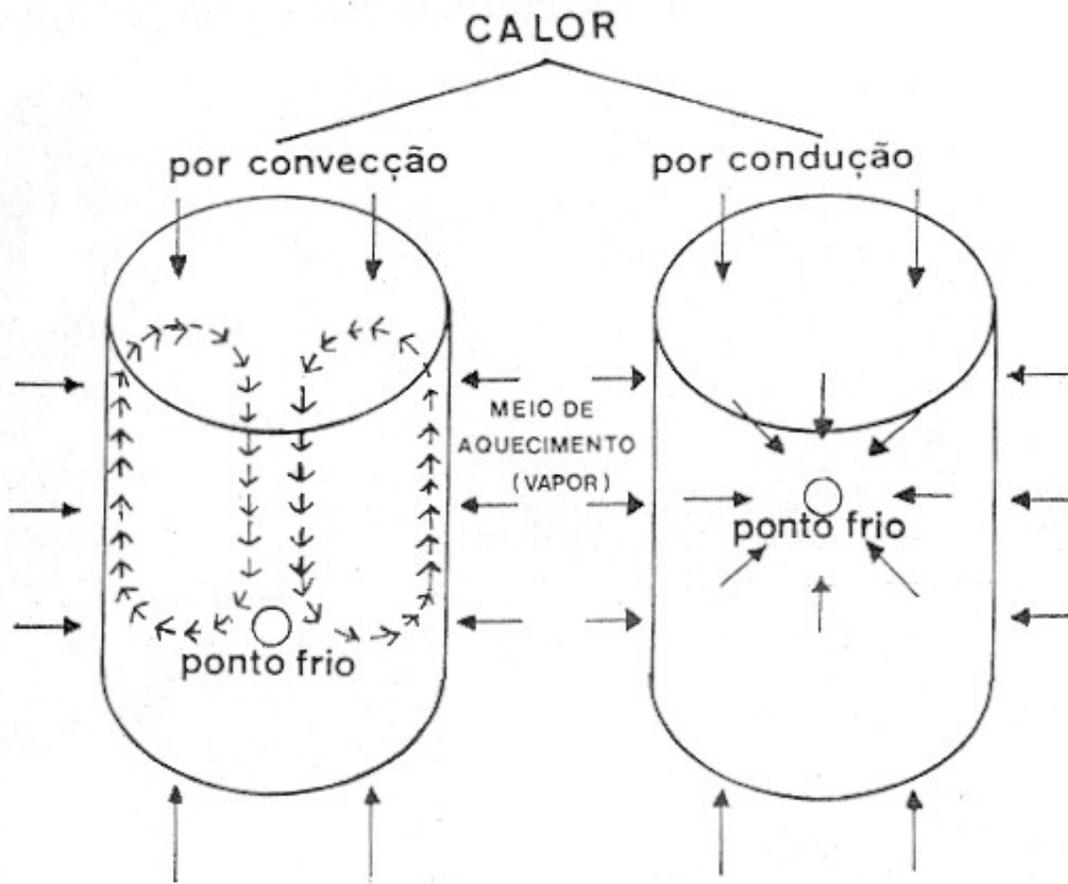
Operações para a esterilização de produtos envasados

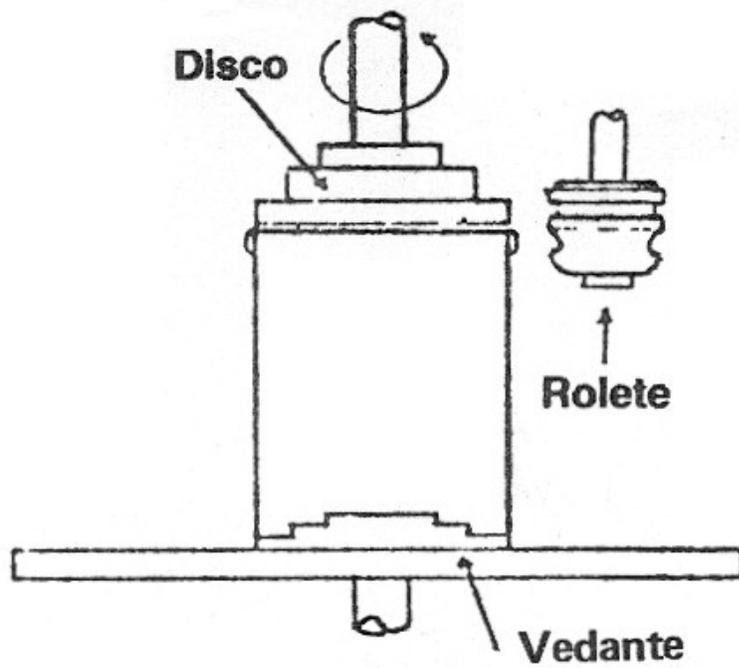
- Enchimento do recipiente
- Retirada de ar por vácuo
- Fechamento dos recipientes

Curva de sobrevivência térmica

Sendo uma destruição logarítmica, os vários pontos formam uma linha reta, cuja inclinação é chamada de tempo de redução decimal ou tempo D

VALOR D → Tempo em minutos, a uma certa temperatura, necessário para destruir 90% dos organismos de uma população, ou para reduzir uma população a um décimo do número original. Também pode ser definido como o tempo em minutos necessário para a curva atravessar um ciclo logarítmico na escala de sobrevivência térmica

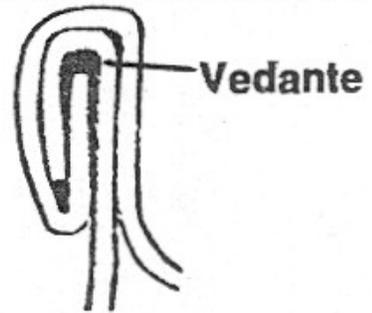




OPERAÇÕES DE COSTURA



1.ª operação de costura



2.ª operação de costura

CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS PELO CONTROLE DA UMIDADE

1- INTRODUÇÃO

REMOÇÃO DE ÁGUA DOS ALIMENTOS

A conservação de alimentos pelo controle da umidade é conseguida pelas operações de concentração, secagem e desidratação.

Tipo de processo	Umidade final	Produtos
Concentração	30-60%	Leite condensado, geléias, doces pastosos
Secagem natural	10-25%	Carnes, peixes, frutas
Desidratação	3-5%	Leite em pó, café solúvel, sopas desidratadas

2- OBJETIVOS

- Conservação dos alimentos
- Redução de peso e volume
- Praticidade no uso

Teor máximo de umidade para diversos alimentos

Alimento	Umidade máxima (%)
Amido e féculas	13-14
Café solúvel	3
Doce de leite	30
Farinhas	12-15
Frutas secas	25
Geléia de frutas	35-38
Sopa desidratada	10
Massas alimentícias	13

Rendimento de produtos desidratados

Produto	Rendimento (%)
Batata	10,0
Beterraba	7,7
Cebola	7,0
Cenoura	6,0
Espinafre	5,0

3- PRINCÍPIOS FÍSICOS

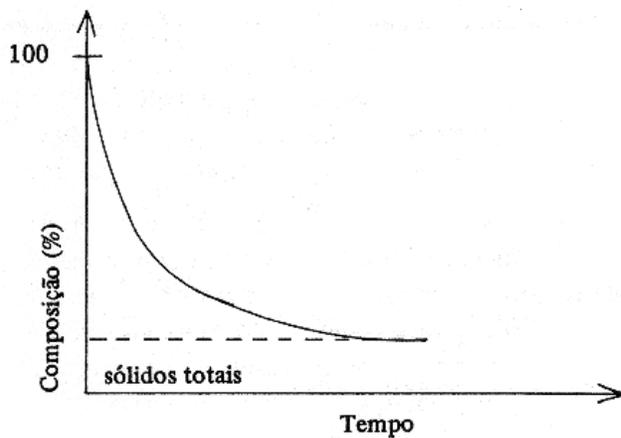
- ↑ Temperatura → Facilita a transferência de calor e massa
- ↑ Superfície de contato

4- CONCEITOS FUNDAMENTAIS

A umidade presente nos alimentos pode ser distinguida de diferentes maneiras:

- Água livre
- Água ligada
- Água fortemente ligada

5- CURVA DE SECAGEM



6- ISOTERMA DE SORÇÃO

Curvas que relacionam a umidade absoluta do produto com a atividade de água (g água/100g de produto)

Faixa de Aa	Alterações
> 0,8 ÁGUA LIVRE	Crescimento microbiano, atividade enzimática, reações oxidativas, escurecimento químico, reações hidrolíticas
0,3-0,8 ÁGUA LIGADA	Restrição do crescimento microbiano, reações oxidativas, hidrolíticas e enzimáticas, escurecimento químico
0-0,3 ÁGUA FORTEMENTE LIGADA	Estabilidade do crescimento microbiano, oxidação lipídica

7- PROCESSOS DE SECAGEM

► Secagem natural

Vantagens → Econômica e sensorial (cor)

Desvantagens → Perda de açúcar, tempo de secagem, contaminação

- Etapas → Sol: 50-70% umidade

Sombra: para garantir características sensoriais

- Produtos → Frutas (uva, ameixa, tâmaras, damasco, figo), cereais, carnes e pescados

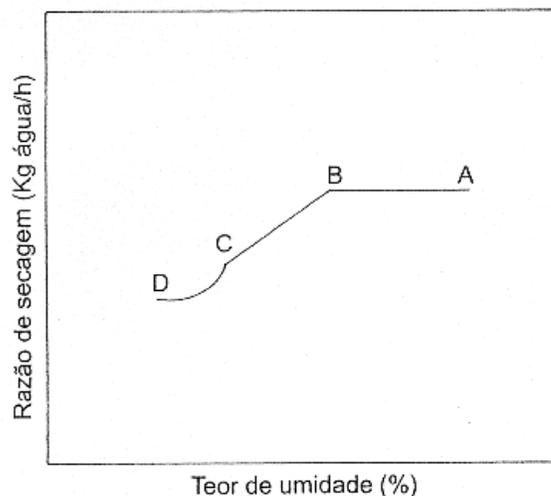
► Desidratação

- Meios de secagem → Ar aquecido, vapor superaquecido, gás inerte, vácuo e aplicação direta de calor
- Vantagens em relação a secagem natural → Rapidez, controle das condições, área física

8- DESIDRATAÇÃO ADIABÁTICA

Conduzida em equipamentos que utilizam gás aquecido (geralmente ar) para conduzir calor ao alimento, provocando evaporação da água, sendo também veículo no transporte do vapor úmido liberado do alimento.

9- FASES DA SECAGEM COM AR



- Fase de velocidade constante (A-B) → A razão de evaporação da água não se altera. A superfície do material encontra-se saturada de umidade. Retirada de água livre.

- Fase de velocidade decrescente (B-C) → Parte da água é evaporada da superfície e parte movimenta-se no interior do material difundindo-se até a superfície e daí para as correntes de ar do secador. Retirada de água fortemente ligada.
- Fase de estabilização (C-D) → A eliminação de água ocorre por difusão do vapor desde o interior do produto até a superfície, já seca, e então daí se difunde para o ar.

As alterações com perda de vitamina C e de compostos do aroma ocorrem em maior proporção na fase de velocidade decrescente de secagem.

10- FATORES QUE ALTERAM A VELOCIDADE DE SECAGEM COM O AR

- Temperatura
- Velocidade do ar
- Conteúdo de substâncias solúveis
- Velocidade de transferência de massa no interior do alimento
- Conteúdo de gordura

Preparação prévia do alimento

- Carga no desidratador
- Umidade relativa

11- EQUIPAMENTOS

► Desidratadores adiabáticos: calor conduzido por ar quente

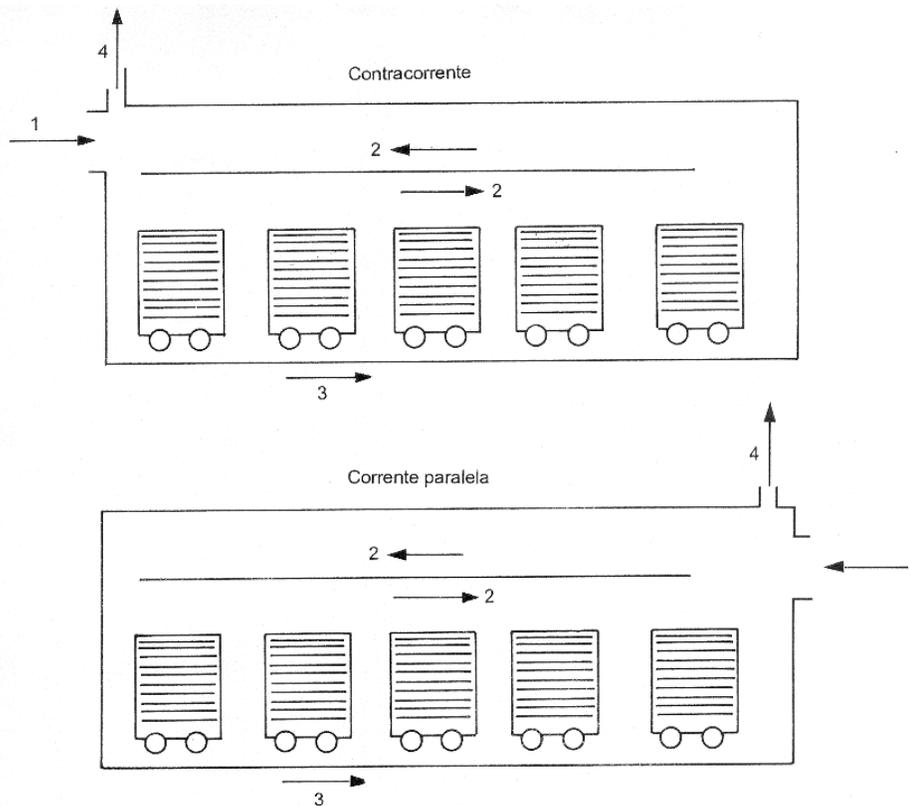
SECADORES DE CABINE

- Destinados a desidratação em pequena escala de frutas e hortaliças
- Constituído por câmara composta por bandejas postas sobre vagonetes
- O ar impulsionado por ventiladores passa por um sistema de aquecimento e dá entrada na câmara
- O produto pode ser colocado antes ou após o aquecimento da câmara
- O aquecimento deve ser iniciado gradualmente para evitar rompimento e endurecimento da parte externa do produto
- Controlar temperatura (55-70°C), UR (60-70%), velocidade do ar (2-3m/s)

SECADORES DE TÚNEL

- Destinado a desidratação de frutas e hortaliças
- Maior capacidade de produção

- Composto por bandejas que percorrem o túnel sobre esteira
- A movimentação do ar pode ser através de corrente paralela, oposta ou combinada
- Sistema semicontínuo
- São túneis de 10-25 metros

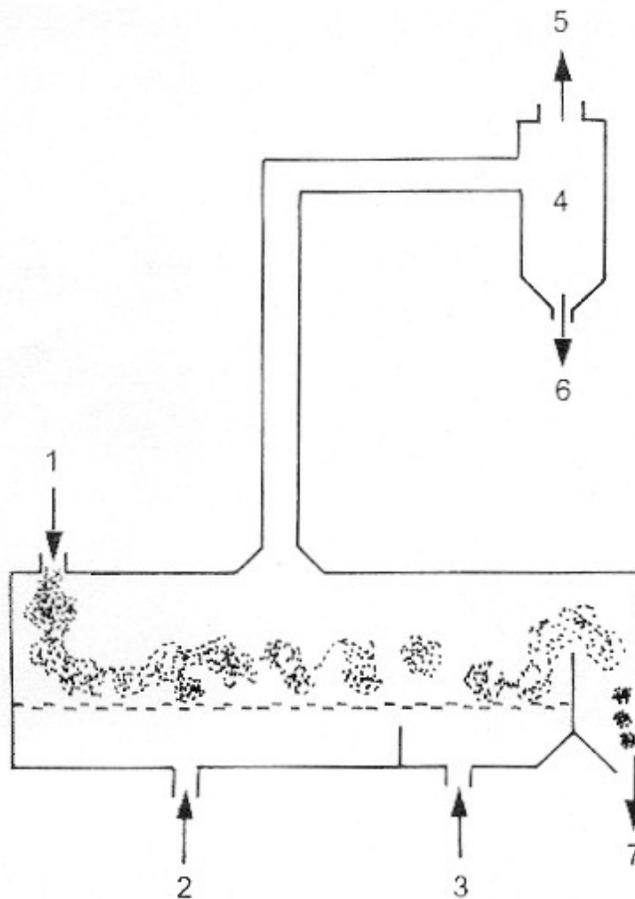


TÚNEL DE DESIDRATAÇÃO

1. Entrada de ar, 2. Fluxo de ar quente, 3. movimento de carretas, 4. Exaustão

SECADORES DE LEITO FLUIDIZADO

- Partículas do alimento ficam suspensas e em turbulência pelo ar quente utilizado para retirar umidade
- Rápida troca de calor e secagem
- Velocidade do ar, 3-6m/s
- Operação contínua
- Aplicação em alimentos com dimensões pequenas (3-20mm), como ervilhas, ou para alimentos cortados em cubos ou fatiados, como batatas, cenouras e cebolas.

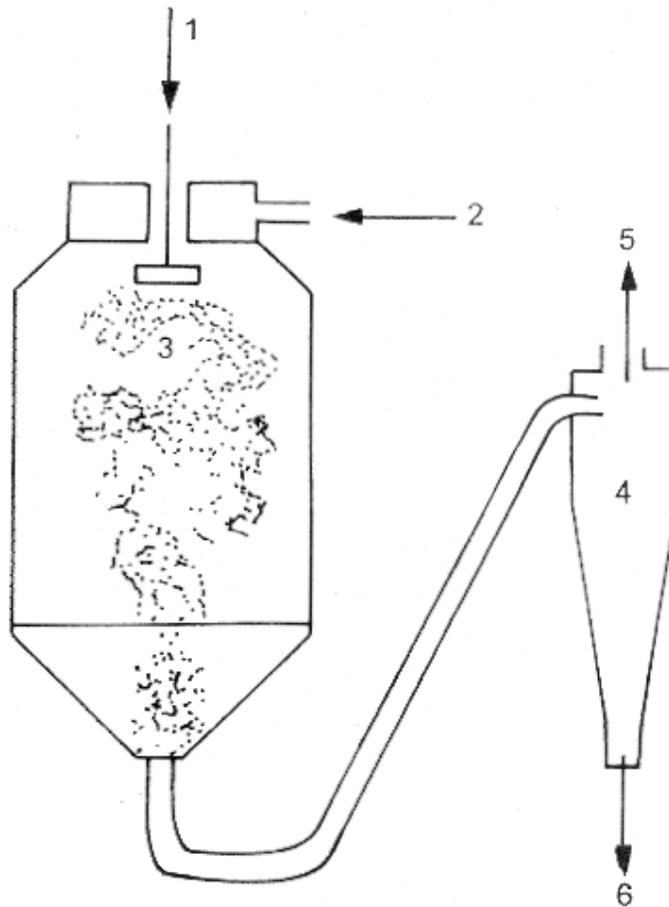


ESQUEMA GERAL DE UM LEITO FLUIDIZADO PARA DESIDRATAÇÃO

1. Alimentação, 2. Ar quente, 3. Ar frio, 4. Ciclone, 5. Exaustão, 6. Pó, 7. Produto desidratado

SECADORES ATÔMICOS (ATOMIZADOR, SPRAY-DRYER)

- Empregados para secagem de alimentos sensíveis ao calor, líquidos ou pastosos, como leite, ovos, café solúvel
- O alimento é atomizado em gotículas microscópicas (10-200 μ m), que entram em contato com fluxo de ar quente (180-230 $^{\circ}$ C)
- Secagem rápida (15-45s)
- Qualidade excelente do produto final, visto que atingem no máximo 80 $^{\circ}$ C
- Importante a uniformidade no tamanho das partículas



ATOMIZADOR

1. Alimentação, 2. Ar quente, 3. Disco centrífugo, 4. Ciclone, 5. Exaustão, 6. Pó

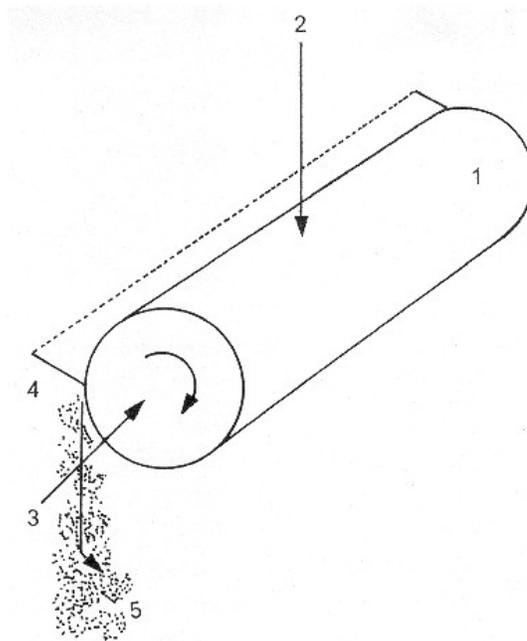
FOMATIZADORES

- O material a ser desidratado é transformado numa espuma estável para dar maior superfície de evaporação antes de receber o ar quente.
- Sistema contínuo

► Secadores com transferência de calor por superfície sólida

TAMBORES OU ROLOS

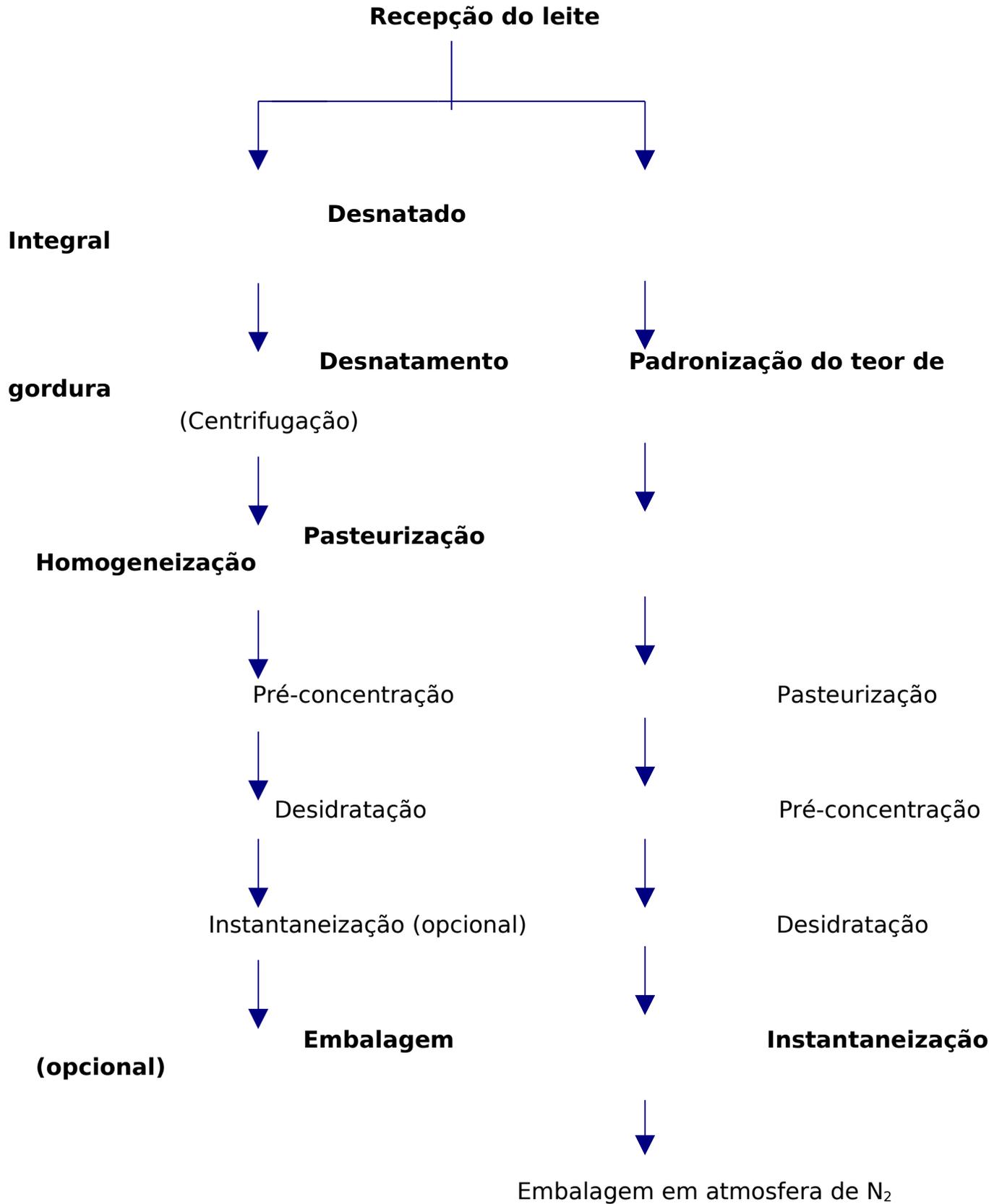
- Alimentos líquidos ou pastosos previamente concentrados
- O material é aplicado na forma de um filme de 1-2mm de espessura na superfície aquecida
- Transmissão de calor por condução
- A medida que os tambores giram o alimento vai desidratando
- Tempo de secagem, 20s a 3min
- Tambores de diâmetro e comprimento de 0,5-1,5m e de 2-5m, respectivamente
- São aquecidos internamente por vapor e a temperatura da superfície varia entre 120-150°C



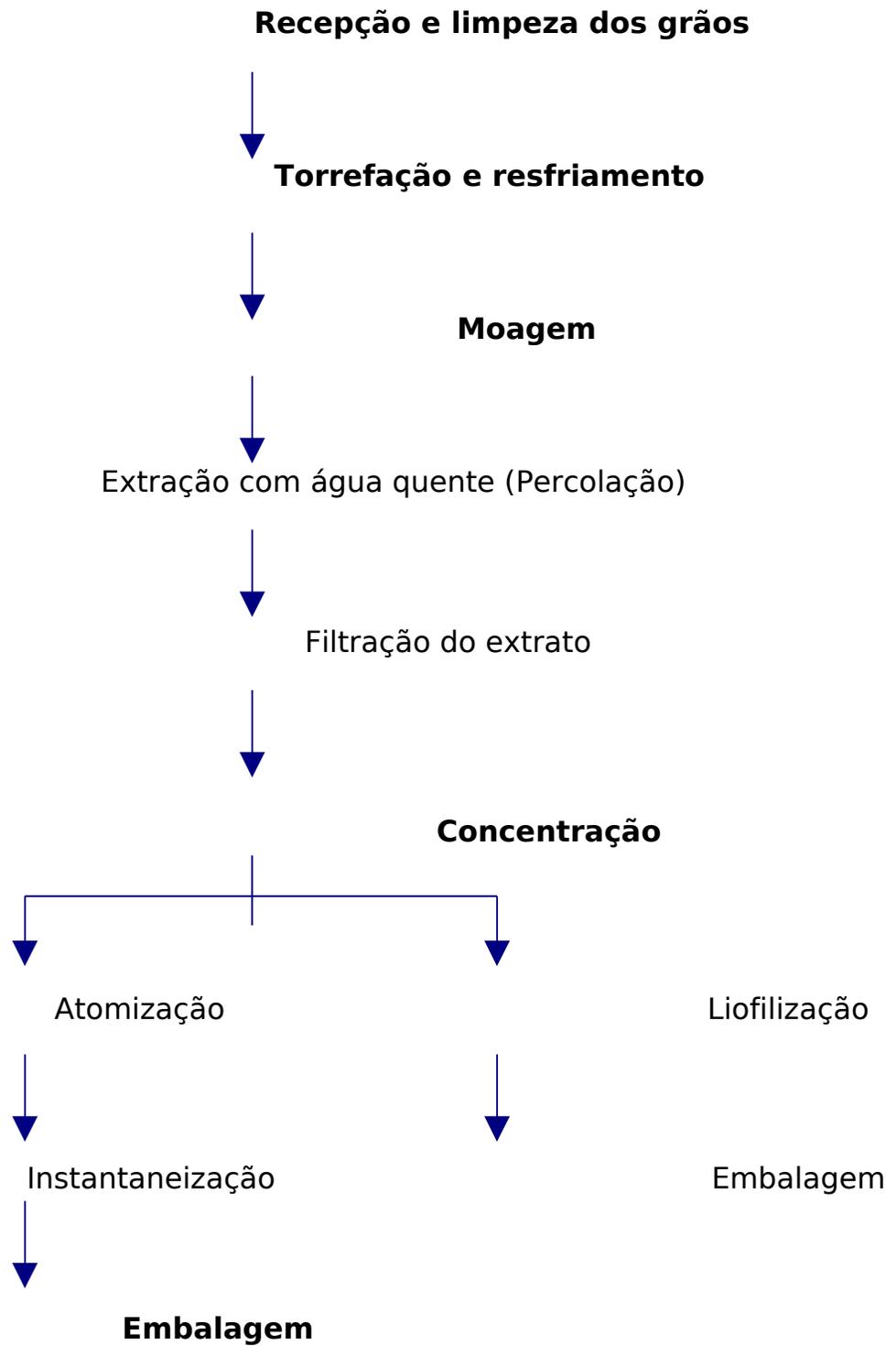
TAMBOR DE DESIDRATAÇÃO

1. Tambor, 2. Alimentação, 3. Vapor, 4. Faca raspadora, 5. Produto desidratado

► Leite em pó



► Café solúvel



► Ovo em pó

Seleção dos ovos



Quebra



Pasteurização



Atomização



Embalagem

13- EFEITOS DA DESIDRATAÇÃO SOBRE OS ALIMENTOS

- Textura
- Aroma e sabor
- Cor
- Valor nutritivo

Exemplo: Perdas de vitamina C durante a preparação de maçãs em flocos

Corte: 8%

Branqueamento: 62%

Redução a purê: 5%

Desidratação: 5%

CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS PELO USO DO FRIO

CALOR X FRIO

O calor irradia de um corpo para outro

O frio não se desprende ou se irradia, justamente porque não é uma propriedade e sim uma ausência de calor

Os processos de conservação por baixas temperaturas se realizam por extração de calor

TRANSMISSÃO DE CALOR POR CONDUÇÃO	Alimento sólido
	Progressão do frio pela retirada do calor
	Gradiente térmico em direção ao centro geométrico
	Porção mais fria é a superficial e a mais quente é a interna
TRANSMISSÃO DE CALOR POR CONVECÇÃO	Alimentos líquidos ou pastosos
	Formação de correntes frias de convecção que descem pela região do centro do alimento em direção ao fundo
	Pelos bordos sobem as correntes quentes

PRODUÇÃO DE FRIO ARTIFICIAL

Por ação química → Através de reações químicas para extração de calor

Por ação física → **A**través de processos mecânicos

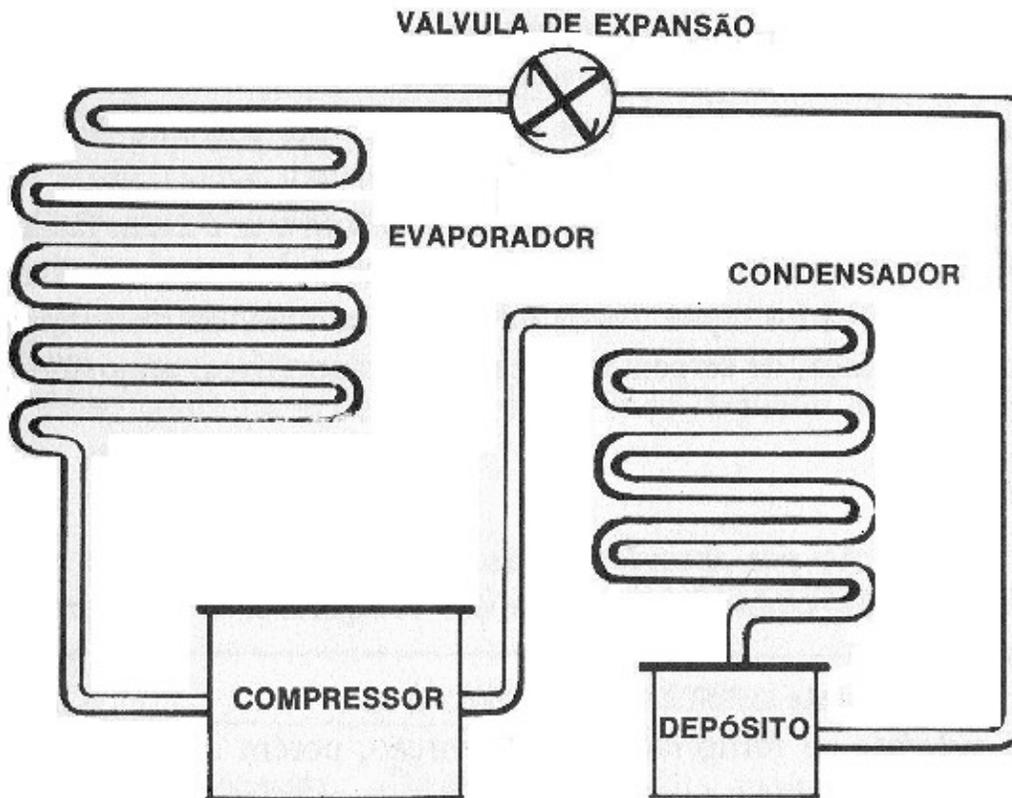
AÇÃO DE TEMPERATURAS BAIXAS

- Retardo de reações químicas
- Retardo de atividade enzimática
- Retardamento ou inibição do crescimento e atividade de microrganismos nos alimentos

INSTALAÇÕES MECÂNICAS OU UNIDADE DE REFRIGERAÇÃO

Sistema baseado na compressão, liquefação e expansão de um gás
A substância refrigerante sofre mudança de estado ao percorrer as seções do equipamento

COMPRESSOR, CONDENSADOR E EVAPORADOR



	Pressurização do gás de refrigeração pelo compressor provido de duas válvulas (admissão e escape)
LADO QUENTE	Liquefação do gás e conseqüente mudança de estado físico Reação exotérmica
LADO FRIO	Expansão do líquido com retorno ao estado gasoso após passagem através da válvula de expansão Absorção de calor

1- Compressor

- Fornece calor à substância refrigerante que foi perdido no evaporador
- O gás ao sair do evaporador recebe uma forte compressão sendo então levado ao condensador

2- Condensador

- Subtrai do vapor do refrigerante certa proporção de calor, para transformar o gás em líquido
- O gás que veio do compressor liquefaz-se ao entrar em contato com a temperatura fria do condensador armazenado em depósito onde aguardará oportunidade para ir ao evaporador

- Garante a dispersão desse calor para o ar atmosférico ou à substância capaz de absorvê-lo

3- Evaporador

- A substância refrigerante sob a forma líquida, necessita de calor para passar ao estado de gasoso
- Ocorre absorção de calor do ambiente para a evaporação da substância refrigerante dentro do evaporador conseqüentemente, o produto se resfriará
- Sob a forma gasosa o refrigerante volta ao compressor, fechando o ciclo

SUBSTÂNCIAS REFRIGERANTES

São gases ou líquidos

Características

- Baixo ponto de ebulição
- Pressão de compressão baixa
- Não ser inflamável ou explosiva
- Alto calor latente de vaporização
- Não ser corrosiva nem alterar óleos lubrificantes
- Estável
- Atóxica
- Fácil detecção de fugas
- Baixo custo

Exemplos

- Dióxido de enxofre
- Dióxido de carbono
- Cloreto de metila
- Amônia
- Hidrocarbonetos fluorados - Freon 11, 12, 21, 22, 113
- Nitrogênio líquido

REFRIGERAÇÃO

Objetiva manter a qualidade original do alimento até o ato de sua ingestão, transporte, transformação industrial, ou submissão a outros processos

CARACTERÍSTICAS

- Temperaturas acima do ponto de congelação (-1°C a -10°C)
- Não tem ação esterilizante, não melhora as condições sanitárias precárias, mas retarda o prosseguimento de atividades contaminantes já instaladas e impede novas contaminações
- Promove bacteriostase
- Não evita, apenas retarda as atividades microbiana e enzimática
- O abaixamento da temperatura deve ser feito imediatamente após a colheita do vegetal ou morte do animal

PRÉ-RESFRIAMENTO

Abaixamento rápido de temperatura feito em uma matéria-prima com a finalidade de, em curto espaço de tempo, atingir-se temperaturas mais próximas daquela na qual o alimento será armazenado

ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

Conservação do alimento por intervalo de tempo curto através da redução de efeitos prejudiciais promovidos por vários fenômenos

- Crescimento de microrganismos
- Atividade metabólica de tecidos e órgãos animais e vegetais
- Razão de reações químicas e enzimáticas de escurecimento
- Reações oxidativas e hidrolíticas de substâncias lipídicas
- Reações de degradação da cor e de outras substâncias responsáveis por outros atributos sensoriais
- Reações de destruição de substâncias responsáveis pela alteração do valor nutritivo
- Reações de autólise

MÉTODOS

1- Refrigeração natural

Utiliza como agente de refrigeração locais de sombra, noites frias, gelo dos mares, rios e lagos

Pouco usada

2- Refrigeração por gelo artificial

Gelo branco, gelo transparente, gelo britado, gelo em escamas, gelo seco, gelo com adição de substâncias químicas e antibióticos

3- Refrigeração por água refrigerada

4- Refrigeração mecânica

Tem por finalidade produzir, transmitir e manter em uma substância ou espaço confinado, temperatura menor do que a da atmosfera circulante

FATORES A SEREM CONSIDERADOS

- Temperatura de armazenamento
- Umidade relativa
- Circulação do ar
- Atmosfera de armazenamento (3% O₂ + 5% CO₂ + 92% N₂)

Na refrigeração a temperatura da câmara não é tão baixa e quase nunca inferior a 0°C

CONGELAÇÃO

- Temperaturas mais baixas
- Maior período de conservação
- Inibição do crescimento e retardo de praticamente todo processo metabólico
- Manutenção de características sensoriais e nutritivos
- Alimentos prontos ou semiprontos para o consumo
- Método caro por exigir a “cadeia de frio”

Diferenças entre a refrigeração, congelação e supercongelação

	REFRIGERAÇÃO	CONGELAÇÃO	SUPERGELAÇÃO
TEMPERATURA DE CONSERVAÇÃO	- 4°C ou mais	-10 a -18°C	Congelação abaixo de 0°C Pressão atmosférica de 4,7mmHg Conservação a -18°C ou menos
QUALIDADE DE CONSERVAÇÃO	Conservação da qualidade original	Manutenção da qualidade do produto e de caracteres sensoriais	Semelhante a congelação
	Retardo de multiplicação	Supressão total de crescimento microbiano	

AÇÃO
ANTIMICROBIANA

microbiana e
alterações
bioquímicas

e atividade metabólica

Semelhante a congelação

PONTO DE CONGELAÇÃO

A congelação está relacionada ao teor aquoso do alimento e aos compostos neles dissolvidos sendo o tempo de congelamento da água diferente dos alimentos

Ponto de congelação de um líquido é a temperatura na qual a fração líquida está em equilíbrio com a sólida

O ponto de congelação de uma solução é mais baixo que o do solvente puro sendo o ponto de congelação dos alimentos mais baixo que o da água pura

De um modo geral os alimentos congelam entre 0°C a - 4°C

CRISTALIZAÇÃO DA ÁGUA E RAZÃO DE RESFRIAMENTO

A água do alimento é que congela sendo necessário a cristalização

A cristalização ocorre quando inicia a formação de cristais organizados começando pelo aparecimento da fase sólida

Fenômenos → Nucleação
Crescimento dos cristais

O tamanho dos cristais dita a qualidade do alimento

1- Nucleação

- Corresponde a orientação e associação das moléculas de água para formar o núcleo de cristalização também chamado de “cristal-mãe”
- Homogênea ou heterogênea

Homogênea → Água pura

Heterogênea → Após a nucleação os cristais começam a crescer pela estratificação sucessiva de novas finas camadas

2- Crescimento dos cristais

- As moléculas adjacentes organizam-se e começam a formar outras camadas que vão sendo adicionadas por superposição promovendo o crescimento dos cristais

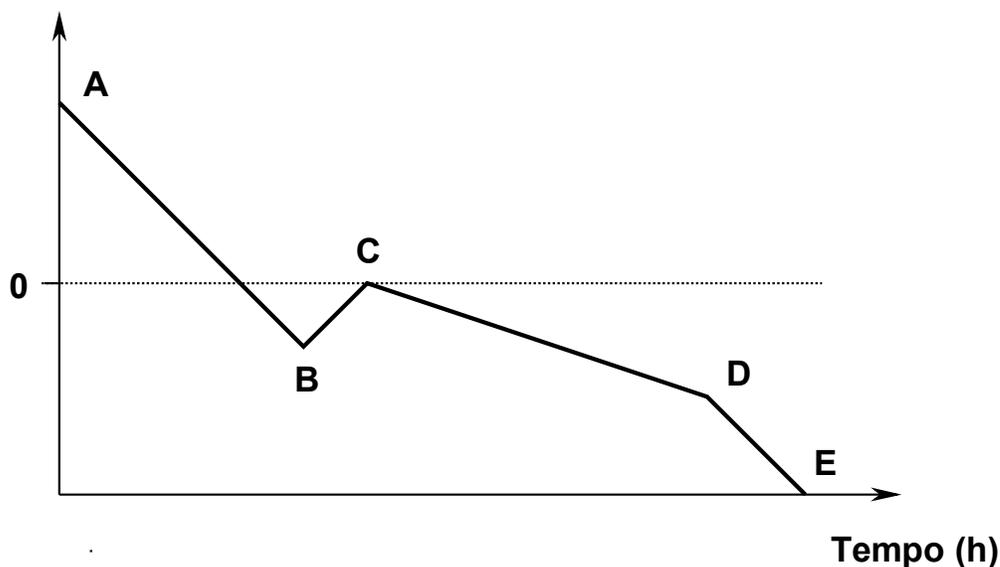
Os cristais formados terão formas e localização diferentes dependendo da razão de resfriamento

Baixa razão	→	Formação de gelo de maiores dimensões inicialmente na porção extracelular
		Gelo no estado cristalino - grandes e de formas cristalinas diferenciadas
Alta razão	→	Forma-se primeiro gelo de dimensões reduzidas dentro da célula e a seguir fora dela
		Gelo no estado amorfo - são pequenos, numerosos e não tem forma definida

Recristalização → fusão e cristalização entre cristais adjacentes

CURVAS DE CONGELAMENTO

Temperatura (°C)



- A - B → Não ocorre congelamento
Supercooling
- C → Início da congelação
- C - D → Congelação da água livre
- D - E → Abaixamento final da temperatura

TIPOS DE CONGELAÇÃO

1- Congelação lenta

- Processo demorado (3 a 12h)
- Diminuição gradativa da temperatura até o valor desejado
- Formação de cristais grandes de gelo no interior da célula e espaços extracelulares
- Os cristais afetam a constituição física da célula podendo causar reações indesejáveis

2- Congelação rápida

- Abaixamento brusco da temperatura
- Formação de cristais pequenos no interior da célula

FATORES QUE CONDICIONAM A VELOCIDADE DE CONGELAÇÃO

$$\Delta\theta = \frac{t}{N} = \frac{\Delta H \cdot \gamma \cdot D}{4\lambda \alpha} (D + 1)$$

t = tempo

γ = densidade

ΔH = quantidade de calor retirado

N = fator de forma

$\Delta\theta$ = diferença entre a temperatura inicial de congelação do produto e a temperatura do meio

λ = condutividade térmica do produto

α = coeficiente de transferência de calor entre o meio e o produto

D = espessura

MÉTODOS DE CONGELAÇÃO

1- Congelação por corrente de ar frio

Sem movimentação → O alimento permanece na câmara até completa congelação

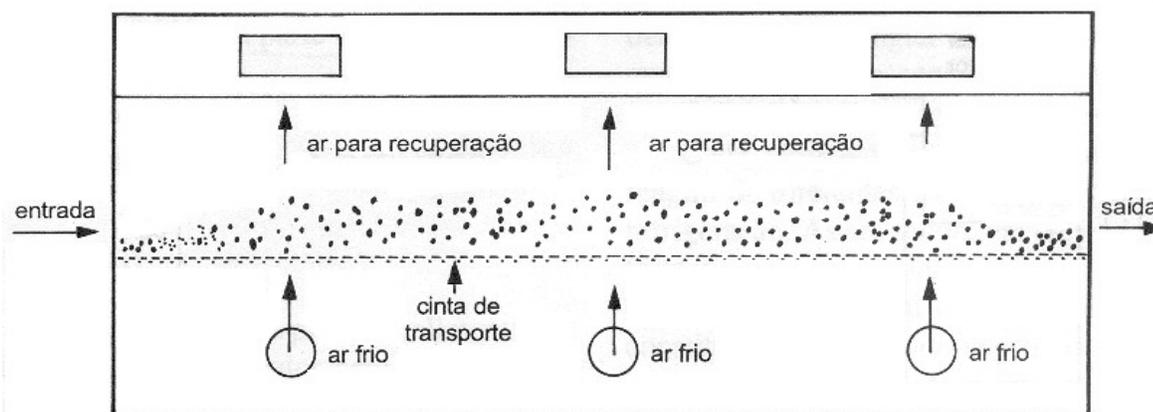
Ar insuflado → Método barato porém muito lento
Movimentação do ar frio em alta velocidade produzindo uma congelação rápida.

Produtos de grande tamanho

A embalagem é fundamental

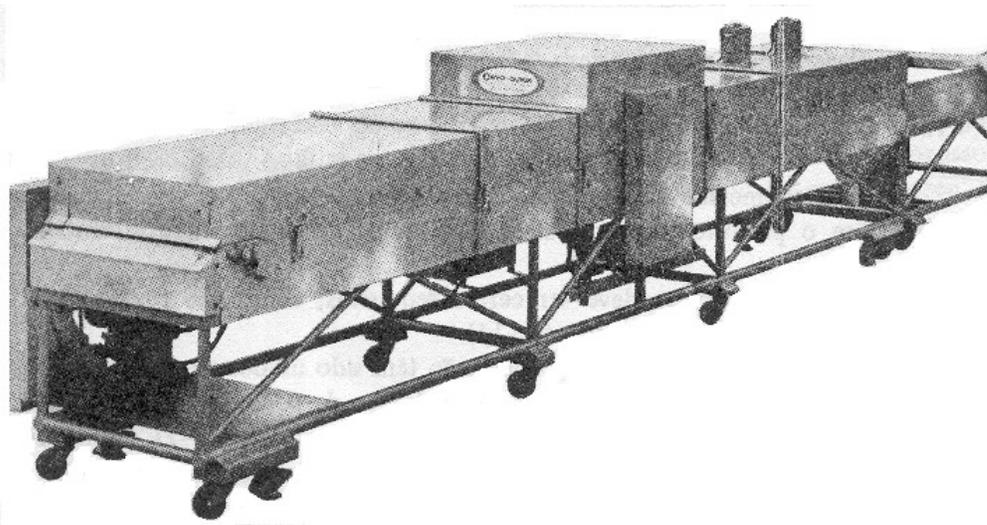
Equipamentos → túnel de congelação, congelador de banda transportadora e congelador de leito fluidizado

A movimentação do ar → fluxo paralelo ou oposto



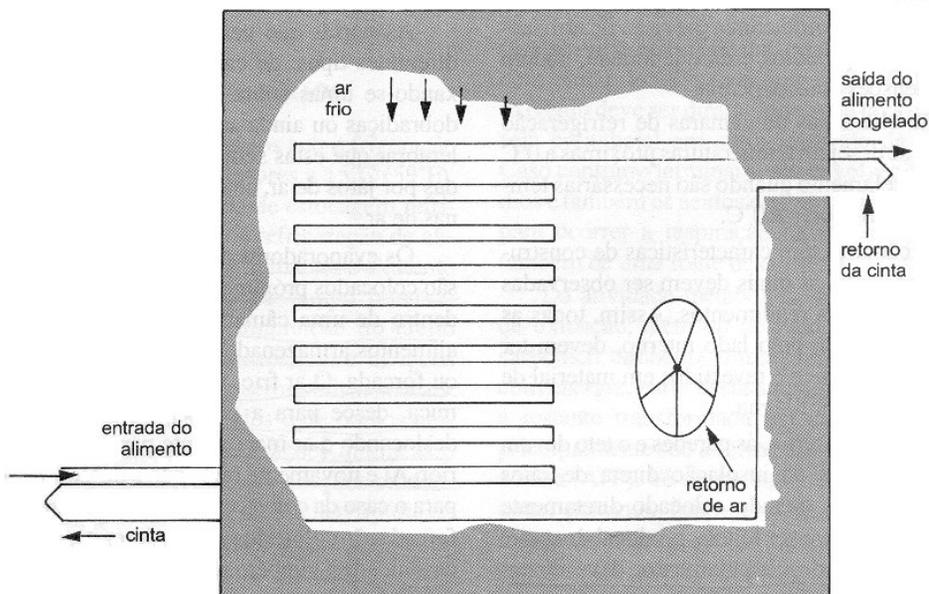
Túnel com leito fluidizado

- O produto é colocado num leito sem embalagem
- O ar resfriado é insuflado de baixo para cima
- A velocidade do ar é tal que excede a velocidade de caída das partículas (fluidização)
- Congelamento IQF → congela rápido e individualmente
- Manutenção da qualidade



Túnel de congelação

- Câmaras com evaporadores e ventiladores
- O ar frio circula através do produto disposto em bandejas, vagonetes ou ganchos



Túnel com cinta transportadora em helicóide

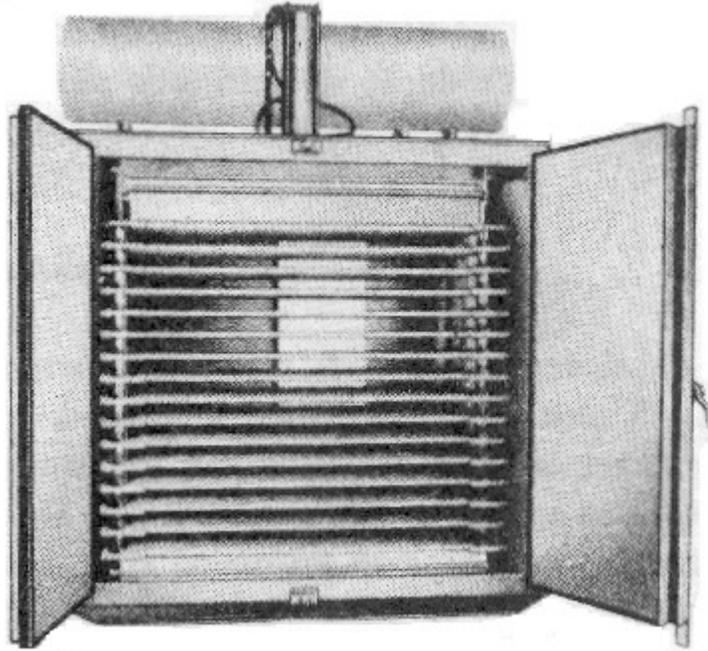
- O ar passa sobre o produto disposto em correias transportadoras
- Produtos de pequenas dimensões ou embalados
- Temperatura de -30°C a -45°C

2- Congelação por contato

- Propagação do calor por condução
- O produto é colocado em contato com duas superfícies metálicas e no interior delas circula o refrigerante

- Temperatura de - 37°C a - 40°C

Equipamentos → placas, tambores ou correias



Congelador de placas

- Produtos embalados e de superfície regular

Congelador de tambor

- Produtos na forma de purê, suco ou sólidos triturados
- Os produtos não embalados
- O congelamento é rápido pois o produto é colocado na forma de fina camada

3- Congelação por imersão

- Ótima transmissão de calor mesmo para produtos de superfície irregular
- Direta → o alimento é posto em contato direto com o meio refrigerante
- Indireta → o produto protegido por acondicionamento metálico ou embalagens é imerso no líquido
- Congelação quase que instantânea
- Líquidos utilizados → Solução de NaCl 23,3% (-21°C), Solução de glicerol 67% (-45°C), Solução de sacarose 67% (-20°C)
- O procedimento envolve imersão em tanques por cerca de 30 a 40 minutos

4- Congelação super rápida ou criogênica

- Pulverização de gases liquefeitos
- Rápido tempo de congelação
- Facilidade operacional
- Rendimento de produção
- Eliminação do O₂
- Líquidos criogênicos → gases liquefeitos com ponto de ebulição muito baixo → N₂ (-195°C), CO₂ (-80°C)

Os equipamentos para congelação devem ser concebidos de modo a efetuar as três etapas do processo

- Resfriamento da temperatura original até o ponto inicial de congelação
- Congelação propriamente dita
- Redução de temperatura do ponto final de congelamento até a temperatura de armazenamento (-10°C a -40°C)

DESCONGELAMENTO

Realizar pouco antes do uso pois uma vez descongelado as reações de alterações são muito rápidas

SUPERGELAÇÃO OU SUPERCONGELAÇÃO

- Processo de congelação rápido
- Difere da congelação convencional por manter fixos temperatura e tempo aplicados durante seu processo
- Rapidez na passagem pela faixa crítica de 0 a -4°C
- Formação de cristais pequeníssimos e numerosos que não afetam a estrutura do produto
- O alimento não perde suco no descongelamento preservando substâncias nutritivas e qualidade sensorial
- Temperatura de impacto → -40 a -50°C por 30 minutos e manutenção a -18°C

O produto é preparado e acondicionado em embalagens

O processo de supergelação pode ser por ar, contato ou imersão

DESUPERGELAÇÃO

Se for muito lenta pode levar a deterioração

- Rápido → água corrente
- Lento → temperatura ambiente
- Com umidade extra → vapor d'água ou banho-maria

ARMAZENAMENTO CONGELADO

Durante o armazenamento congelado deve-se evitar

- Elevação da temperatura
- Armazenamento prolongado
- Baixa UR para produto não embalado
- Variações de temperatura → favorece a recristalização mudando o tipo e tamanho dos cristais
- Pode ocorrer alterações na cor e aroma
- Bactérias não se desenvolvem mas continuam viáveis

EMBALAGEM PARA ALIMENTOS CONGELADOS

- Evitar a desidratação durante a congelação
- Alterações → queimaduras, cor, textura, sabor e valor nutritivo
- A embalagem evita a oxidação e contaminação da atmosfera no interior da câmara
- Exemplo de materiais → madeira, metal, vidro, papel, plásticos

ALTERAÇÕES DURANTE A CONGELAÇÃO - DESCONGELAÇÃO

- Rompimento da membrana → ataque do material celular por enzimas hidrolíticas

- Alteração física do produto → variações na temperatura
- Queimaduras → secagem lenta do produto congelado por sublimação

A congelação em si não leva a perda de nutrientes → Menor a temperatura melhor a retenção de substâncias nutritivas → O processamento prévio é que ocasiona perdas

ALIMENTOS CONGELADOS

1- Carnes

- Após o abate a respiração aeróbia continua até o consumo do O₂ disponível
- Com a supressão do O₂ o mecanismo passa a ser anaeróbio formando ácido láctico que vai se acumulando nos tecidos
- A medida que ocorre a glicólise anaeróbia está se consumindo o ATP tornando o músculo inextensível
- Instala-se o *Rigor Mortis* devido a acidificação do músculo pelo acúmulo de ácido láctico e conseqüente diminuição do pH
- O aparecimento do *Rigor Mortis* está relacionado ao desaparecimento de ATP
- Na ausência de ATP actina e miosina combinam-se para formar cadeias rígidas de actomiosina
- Ocorre até que se atinja pH entre 5,4 - 5,5
pH 5,5 → ponto isoelétrico de proteínas musculares diminuindo a capacidade de retenção de água

As proteínas são desestabilizadas perdendo a capacidade de retenção de água levando à desidratação parcial da matéria prima

Tempo para estabelecer o *Rigor Mortis*

Frango	→	2-4h
Porco, peru	→	4-8h
Ovinos	→	10-16h
Bovinos	→	10-30h

Após o estabelecimento do *Rigor Mortis* a carne resfriada torna-se gradualmente menos rígida → MATURAÇÃO (a 4°C)

Porco	→	2 dias
Ovinos	→	4 dias

Bovinos → 2-3 semanas
Congelamento do músculo no estágio de pré-rigor → aparecimento do *Rigor Mortis* durante o descongelamento

Após a maturação a carne pode ser congelada

2- Pescado

- São estacionários e a congelação garante o fornecimento todo o ano
- Substancial conteúdo aquoso (cerca de 90%) → Congelação com bastante facilidade
- Fácil deterioração em refrigeração tendo que ser congelado
- A glicólise *post-mortem* ocorre da mesma forma que em outros animais
- A quantidade de glicogênio inicial é menor ocorrendo o rigor mais rápido

Tempo para desaparecimento do rigor

Bacalhau inteiro	→	3 dias
Arenque	→	24h

Encurtamento pelo frio → filetagem e embalagem do pescado antes do *Rigor Mortis*

3- Frutas e hortaliças

- A respiração aeróbia durante o armazenamento
- Alteração da integridade celular
- Perda de conteúdo celular durante a congelação - descongelação
- Congelamento com adição de xarope

USO DO AÇÚCAR

- Não atua sobre microrganismos
- Mecanismo osmótico
- Redução da atividade de água → meio impróprio para ação de microrganismos
- Flora osmofílica → destruídos por processos combinados de conservação
- Açúcar → sacarose
- Outros açúcares → conferir maior brilho e melhorar a consistência

PRODUTOS OBTIDOS POR ESSA TECNOLOGIA

Geléia de frutas

Geléia → suco clarificado sem partículas em suspensão

Geleizadas → polpa de frutas

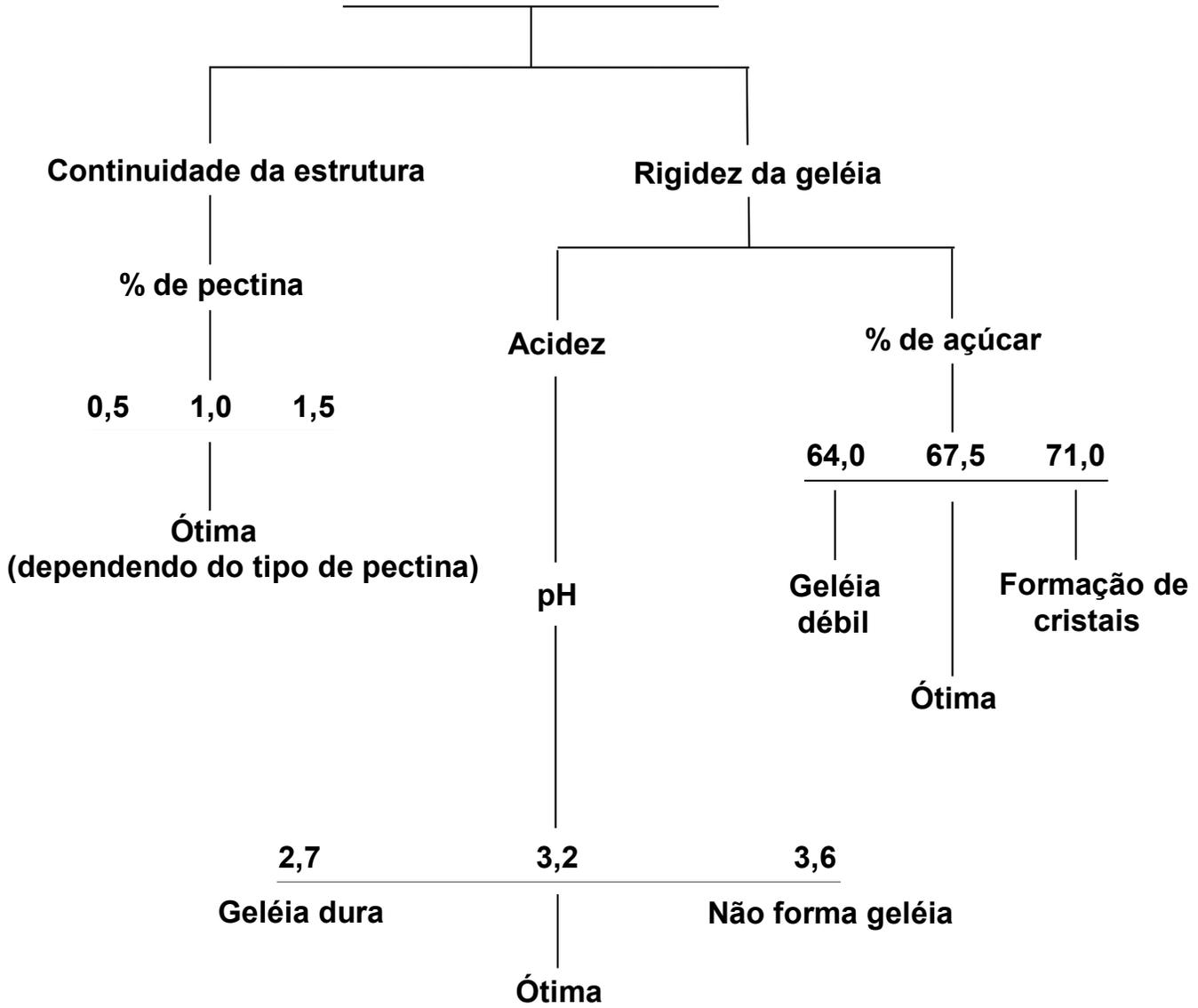
Fatores envolvidos na formação do gel → Pectina (fruto no estágio ótimo de maturação)
Acidez
Brix (açúcar + ácidos + pectina → sólidos solúveis)

Equilíbrio péctico → pectina + teor de sólidos solúveis + acidez → para formar o gel péctico

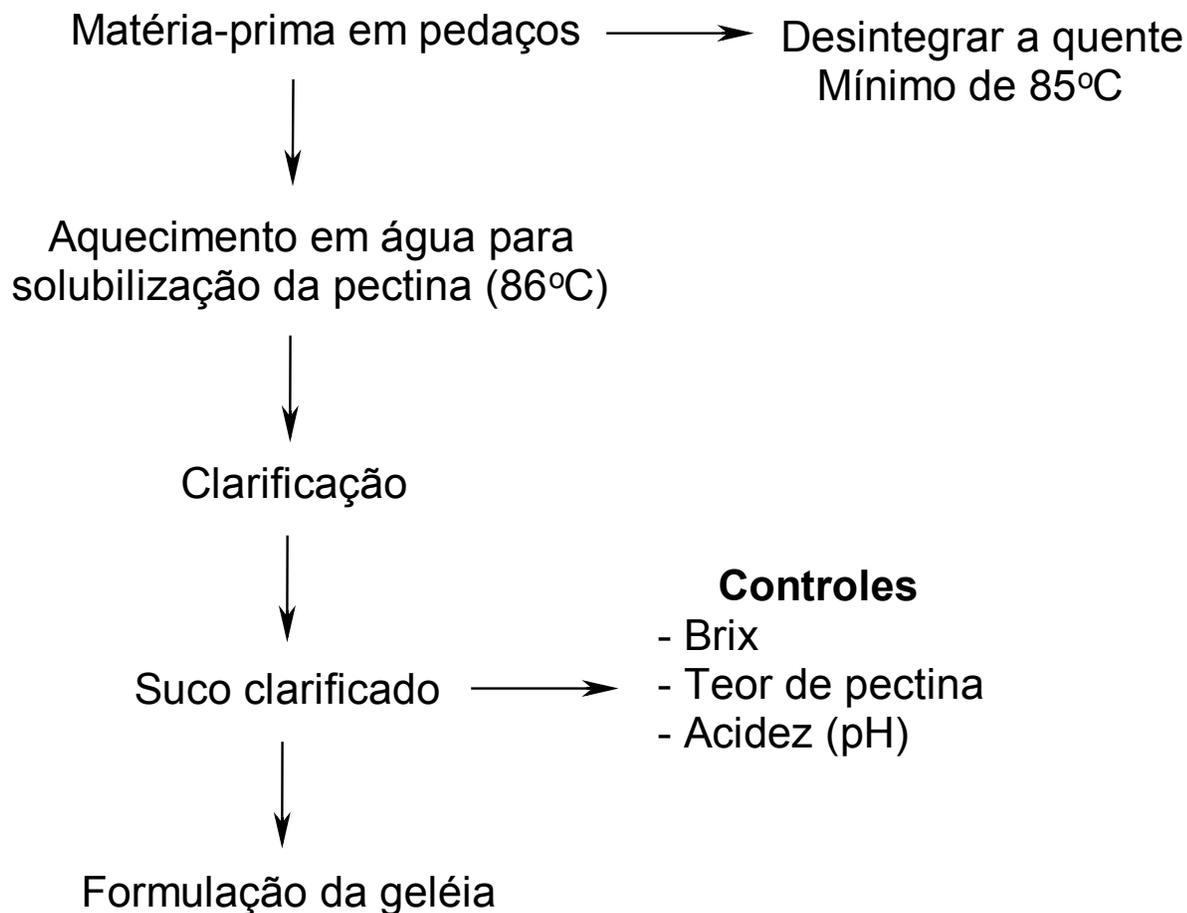
Poder geleificante da pectina → relacionado com a quantidade de açúcar necessária para geleificar 1g de pectina nas condições padronizadas

Formação de geléia em função da combinação pectina, açúcar e acidez

RESISTÊNCIA DA GELÉIA



Fluxograma de elaboração de geléia



Produtos glaceados e cristalizados

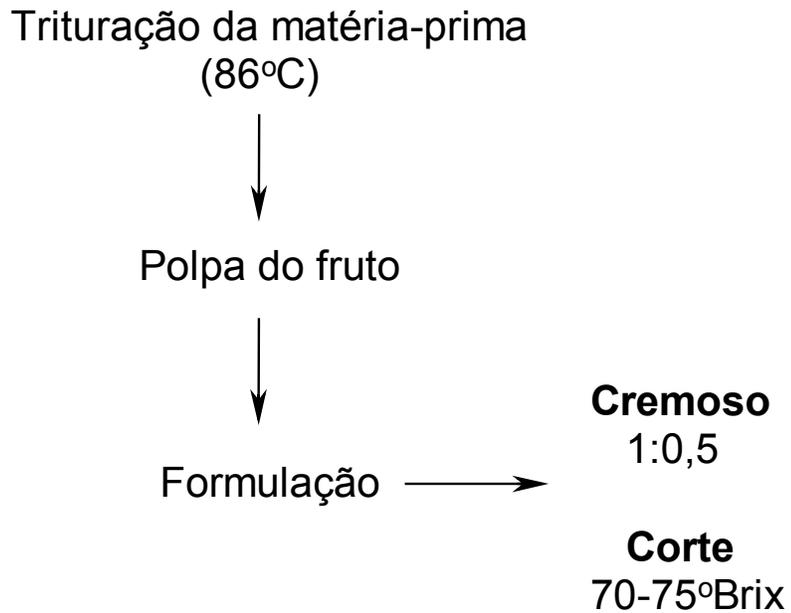
Glaceados → Imersão do fruto em xarope → Concentração inicial - 30°Brix
Concentração final - 72°Brix

O xarope é elaborado com 3:2:1 (açúcar:água:glicose) aquecido à 112°C sendo o produto imerso logo vapós secar a 50°C por 2 horas

Cristalizados → **Não emprega glicose**
O brilho da fruta é garantido pelos cristais de sacarose

Doces em corte ou cremosos

Fluxograma de produção



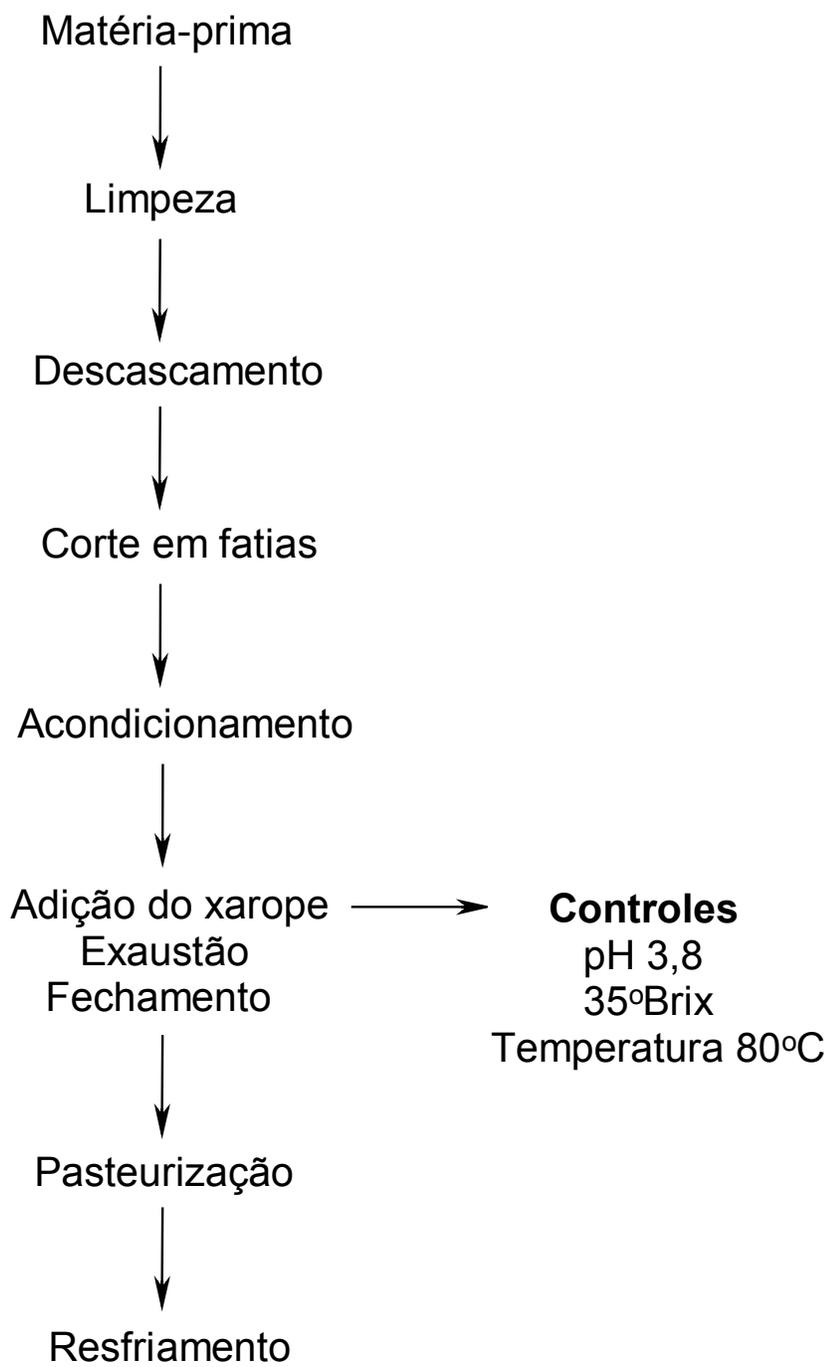
- Adição de conservante será função do pH

Adição de pectina e ácidos

Compota ou doce em calda

- Xarope → 75% sacarose + 25% glicose
- Acidificação do pH para 3,8 com adição de ácido cítrico
- Pasteurização como tratamento adicional de conservação

Fluxograma de produção de compota de frutas



SALGA E CURA

- Isoladamente a salga perdeu importância como processo de conservação
- A aplicação do sal promove a cura e modificações sensoriais
- Impede o crescimento microbiano por elevar a pressão osmótica do produto
- Pode ser feita por via seca ou úmida (salmoura)

A ação osmótica do NaCl durante a salga forma duas correntes de migração de substâncias em sentidos opostos

→

Solução de NaCl penetra o alimento

Água arrastada para fora do alimento

AGENTES DE CURA

Fundamental	→	Cloreto de sódio
Coadjuvantes	→	Nitrato Nitrito Açúcar Especiarias Glicerina

CLORETO DE SÓDIO

- Refinado ou cristais
- A medida que o teor de sal decresce a possibilidade de alteração do alimento aumenta
- Inibe o crescimento microbiano por aumentar a pressão osmótica e reduzir a atividade de água
- Bactérias halofílicas conseguem se desenvolver

Vantagens e desvantagens do NaCl como agente de conservação

Vantagens

- Poder higroscópico, diminui a atividade de água dos alimentos
- Promove morte de microrganismos por osmose
- Restringe a solubilidade do O₂ em água impedindo o crescimento de aeróbios
- Proporciona melhor palatabilidade
- Baixo custo

Desvantagens

- Facilita a perda de nutrientes solúveis
- Não destrói toxinas
- Não impede o crescimento de halofílicos em produtos mal armazenados
- Se for impuro transfere ao produto características desagradáveis

NITRITO

- Não é eficaz como agente conservador
- Atua na manutenção da coloração vermelha de carnes
- Ação bacteriostática
- O valor bacteriostático do nitrito está condicionado ao pH do meio
- Aumenta o poder conservador do sal
- Perde sua estabilidade em alta temperatura e baixo pH

NITRATO

- Preservação da coloração vermelha de carnes
- Ação bacteriostática fraca potencializada pela adição de cloreto de sódio e pH baixo
- O nitrato atua de forma indireta através do nitrito que produz por redução

O consumo de nitrito e nitrato em grande quantidade pode ocasionar reações adversas

AÇÚCAR

- Dissimula o sabor amargo provocado pelo nitrito e por impurezas presentes no cloreto de sódio
- Atua como conservador indireto por baixar o pH do meio

O aumento da acidez é resultante da ação de bactérias lácticas que fermentam o açúcar produzindo ácido láctico

ESPECIARIAS

- Interferem no sabor
 - Contém óleos etéreos que inibem o crescimento de microrganismos
 - Atuam como antioxidantes
 - Ação bacteriostática
-

-

DEFUMAÇÃO

- Atualmente não é aplicado isoladamente como método de conservação
- Altera características sensoriais

Contato com a fumaça → **Perda de água na superfície**

Coloração

Sabor e odor

Perda de água e ação dos constituintes da fumaça → Barreira física e química contra a penetração e a atividade de microrganismos

CARACTERÍSTICAS DA FUMAÇA

Combustão incompleta → Madeira
Serragem
Carvão

Madeira para defumação → 20-30% celulose
40-60% hemicelulose
20-30% lignina

Constituintes da fumaça → Acetaldeído e outros aldeídos
Ácidos alifáticos
Álcoois primários e secundários
Cetona
Creosóis
Fenóis

Formaldeído

Mistura de ceras e resinas

Ação bactericida atribuída aos aldeídos

Fumaça → Fase líquida dispersa - constituída de partículas de fumaça Fase gasosa dispersante

PRODUTOS DA COMBUSTÃO

Celulose	→	Baixas temperaturas	→	Ácidos e álcoois
Hemicelulose				
	→	Temperatura elevada (> 310°C)	→	Fenóis
Lignina	→	Temperatura acima de 350°C	→	Substâncias cancerígenas 3,4-benzopireno 1,2,5,6-fenantraceno

FUMAÇA LÍQUIDA (*SMOKE FLAVOR*)

- Livre de substâncias nocivas
- Obtida por condensação e destilação fracionada da fumaça
 - Destilação fracionada → A fumaça é tratada com água para que haja a separação do benzopireno (hidrossolúvel) do líquido restante
 - A fumaça líquida se constitui do líquido restante onde estão dissolvidos os demais elementos
- Pode ser produzida sinteticamente

Vantagens da fumaça líquida

- Não contém substâncias tóxicas
- Economicamente mais barata

Sua aplicação se realiza por injeção, pulverização ou por adição de às substâncias de cura

PROCESSO DE DEFUMAÇÃO

- Sem controle → Contato direto do produto com a fumaça e o calor produzido pelo material queimado
- Controlado → A fumaça é originada numa câmara de onde é transportada a outra contendo o alimento por meio de tubos e ventiladores

TIPOS DE DEFUMAÇÃO

A frio

- Conservas e embutidos cozidos
- Fumaça elaborada em pontos centrais distribuidores
- A temperatura da fumaça é de até 18°C
- Combustão de serragem
- Duração de 1 a 4 dias

A quente

- Câmaras dispostas em série
- A fumaça é produzida por queima de serragem ou aparas de madeiras e o calor gerado por gás engarrafado
- Temperatura de 70 a 100°C

Eletrostática

- Maior aproveitamento dos constituintes da fumaça (85%)
- Processo rápido
- Componentes do sistema de produção da fumaça → Túnel de defumação
Seção de dessecação
Prancha aquecida eletricamente
Seção de defumação

Seção de pré-refrigeração

Retificador de alta tensão

VANTAGENS DA DEFUMAÇÃO

- Confere sabor agradável
- Impregnação da superfície do produto pela fumaça protegendo contra microrganismos
- Poder conservador devido ao calor alcançado e penetração dos componentes da fumaça
- O sal presente e a desidratação resultante da defumação ajudam na conservação do produto
- Quase a totalidade de bactérias não esporuladas são destruídas pela defumação
- Controle de contaminações posteriores pela ação residual dos constituintes bactericidas absorvidos durante a defumação

- Retarda a oxidação de gordura

IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

Processo físico de emissão e propagação de energia por intermédio de fenômenos ondulatórios ou por meio de partículas dotadas de energia cinética

OBJETIVOS

Esterilização

Pasteurização

Desinfecção

Inibição de germinação

HISTÓRICO

1986 → Antoine Henri Becquerel Minsch publica a proposta de se utilizar radiação ionizante para preservar alimentos e destruir microorganismos nocivos

1905 → Início das pesquisas dos efeitos da irradiação

1983 → Padrões mundiais para a irradiação de alimentos foram adotados pelo Codex Alimentarius Commission

Resolução RDC nº21 de janeiro de 2001 da ANVISA aprovou o REGULAMENTO

TÉCNICO PARA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS aplicado a todos os alimentos

tratados por irradiação

TIPOS DE RADIAÇÃO

Calóricas → Baixa frequência → Ondas elétricas
Ondas sonoras

Ondas de rádio

Infravermelho

Ionizantes → Alta frequência → Radiações α , β , γ
Raios X

Neutrons

RADIAÇÕES IONIZANTES

Podem ocasionar ionização da matéria

Radiações ionizantes → Partículas → Raios α , β
Ondas eletromagnéticas → Raios γ e X

Raios α → **Átomos de He sem 2 elétrons na camada externa**

Pouco penetrantes

Raios β ou elétrons → Mais penetrantes
Raios γ → Altamente penetrantes
Raios X → Baixo rendimento
Neutrons → Alta energia e grande poder de penetração

Os produtos resultantes da ionização podem ser neutros (radicais livres) ou carregados eletricamente (íons)

UNIDADES DE RADIAÇÃO

rad → Quantidade de radiação ionizante que resulta na absorção de 100 ergs de energia por grama de material irradiado

RADIAÇÕES IONIZANTES NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Conservação de alimentos → raios γ e β

Raios γ → Obtidos a partir de cobalto-60 e césio-137 → Materiais radioativos

A quantidade de radiação a ser utilizada dependerá do alimento e do objetivo a ser alcançado

DL₅₀ → Dose de radiação que destruirá mais de 50% da população

Para o homem é de ~ 500 rads

Dose	Efeito
4.000 a 10.000 rads	Inibição de germinação
20.000 a 50.000 rads	Destruição de insetos
200.000 a 500.000 rads	Pasteurização
2,0 a 4,0 Mrads	E .sterilização

APLICAÇÕES DA IRRADIAÇÃO

Baixas doses - Radurização (< 1KGy)

- Reduz o número de microorganismos (patogênicos) viáveis
- Efeito semelhante ao branqueamento
- Previne o brotamento durante a estocagem de hortaliças
- Retarda o amadurecimento de frutas frescas e vegetais
- Promove a desinfestação de insetos em cereais, frutas frescas e secas
- Controla parasitas em carnes e peixes frescos

Doses intermediárias - Radiciação (1 a 10KGy)

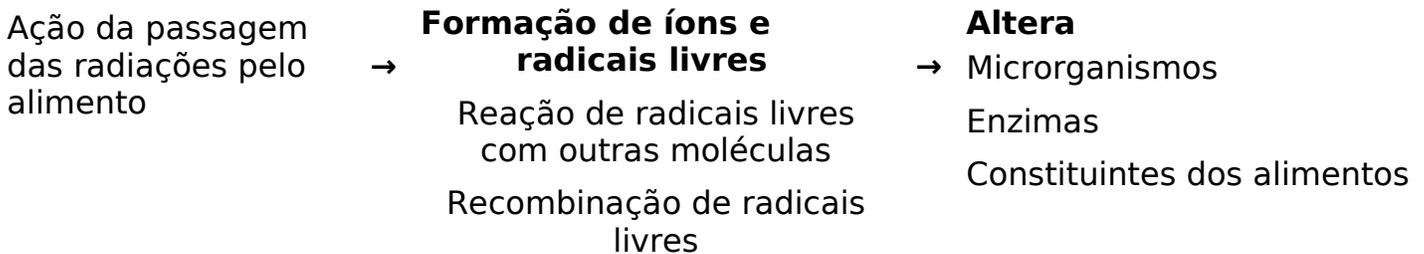
- Reduz ou destrói todas as bactérias patogênicas não formadoras de esporos (*Samonella, Shigella, Neisseria, Streptococcus, Staphylococcus* e *Mycobacterium*)
- Análogo a pasteurização com finalidade higiênica
- Retarda a deterioração prolongando o tempo de conservação
- Melhoria das propriedades tecnológicas de alimentos como uvas (aumentando a produção de suco) e hortaliças desidratadas (diminuindo o tempo de cocção)

Altas doses - Radapertização (10 a 71KGy)

- Elimina microorganismos patogênicos
- Dose aplicada para obtenção de alimentos comercialmente estéreis
- Esteriliza carnes embaladas, frangos, produtos de origem marinha, alimentos preparados e dietas hospitalares
- Descontamina aditivos alimentares e outros ingredientes como especiarias, temperos, chás e substâncias vegetais secas para condimentos

MECANISMO DE AÇÃO DAS RADIAÇÕES

A eficiência das radiações depende não só da penetrabilidade como também da sua habilidade em remover elétrons dos substratos



INSTALAÇÕES

- Os alimentos são dispostos em caixas de alumínio e colocados no interior do irradiador
- O irradiador consiste numa fonte de isótopos de alta energia
- Nas instalações industriais se utiliza a radiação γ procedente do Cobalto-60 ou Césio-137
- A energia passa através do produto sem deixar resíduos
- A quantidade ínfima de energia que não passa através do alimento é retida na forma de calor
- Não torna o produto radioativo

EFEITO DA IRRADIAÇÃO SOBRE OS MICRORGANISMOS

- Íons radioativos produzidos pela irradiação de alimentos danificam ou destroem os microrganismos de forma imediata
- Modificam a estrutura da membrana celular e afetam as atividades enzimáticas e metabólicas
- A rapidez com que uma célula morre depende da velocidade que os íons se geram e interagem com o DNA
- A redução de uma determinada população microbiana depende das doses recebidas
- A sensibilidade dos microrganismos às radiações se expressa como valor D (doses de radiação capaz de reduzir a população microbiana a 10% de seu valor original)
- A velocidade com que os microrganismos morrem depende da espécie

Vírus → Muito resistentes

Células vegetativas → Menos resistentes que esporos

Insetos → Destruídos por doses mais baixas

Parasitas

Fungos

Leveduras

Microrganismos mais resistentes → Formadores de esporos → *Clostridium botulinum*
Bacillus cereus

→ Reparar com rapidez os danos no DNA → *Deinococcus radiodurans*

Para conseguir 12 reduções decimais em uma população de *Clostridium botulinum* se requerem doses da ordem de 48 kGy

Bactérias causadoras de toxinfecções (*Salmonella typhimurium*) são menos resistentes e doses da ordem de 3-10 kGy são suficientes

EFEITO DA IRRADIAÇÃO SOBRE OS NUTRIENTES

Proteínas → Hidrólise de grupos sulfidríla dos aminoácidos sulfurados
 - Alterações de aroma e sabor

Carboidratos → Hidrólise, oxidação ou despolimerização
 - Ataque de enzimas hidrolíticas

Lipídios → Semelhante a auto-oxidação
 - Hidroperóxidos

Vitaminas → Hidrossolúveis → Depende da dose

Lipossolúveis → D e K → Muito resistentes
 → A e E → Sensíveis

A irradiação não modifica o grau de assimilação dos compostos não modificando o valor nutritivo dos mesmos

Os efeitos podem ser reduzidos congelando previamente os alimentos

Alimentos muito gordurosos não são adequados para este sistema de conservação

PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS POR FERMENTAÇÃO

FERMENTAÇÃO → Participação de microrganismos selecionados que transformam componentes do alimento

→ Lática

Acética

Alcoólica

CONTROLE	→ Valor de pH
DAS	→ Fonte de energia
FERMENTAÇÕES	→ Disponibilidade de oxigênio
	→ Temperatura
	→ Ação do cloreto de sódio

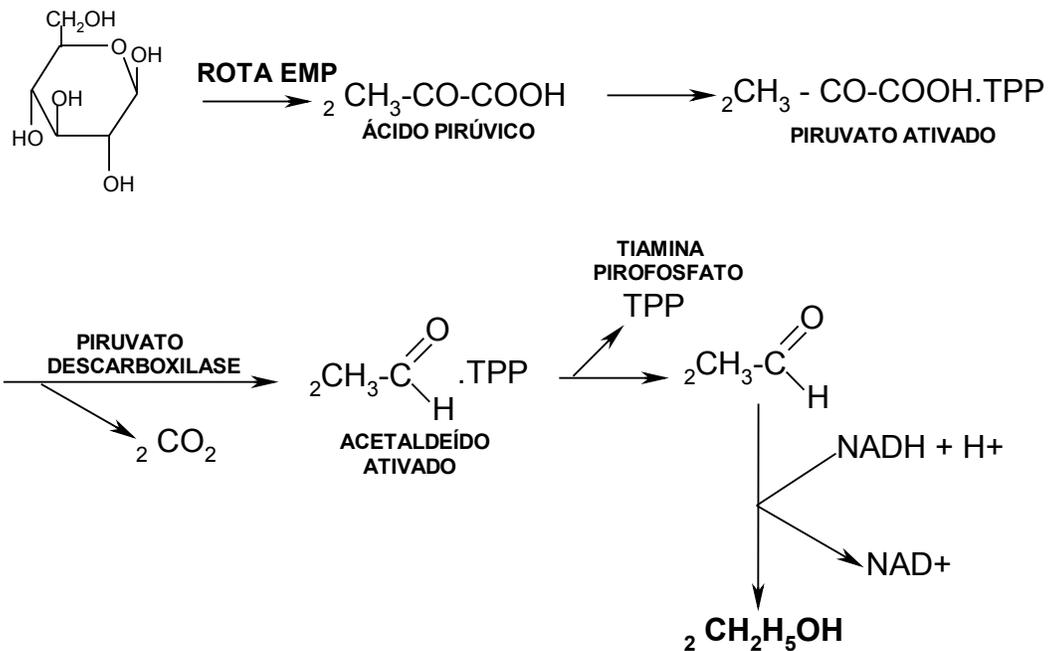
A concentração de sal é dada em graus salômetros

100°Salômetros = Solução a 26,5% de NaCl

FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA - Produção de vinho e cerveja

- Transformação realizada pela presença de enzimas de leveduras
- Invertase → responsável pela transformação de sacarose em glicose e frutose
- As leveduras não produzem amilases ou outras enzimas capazes de decompor açúcares complexos → Será necessário transformar o amido em açúcares diretamente fermentáveis → **SACARIFICAÇÃO**





CARACTERÍSTICAS DO MOSTO

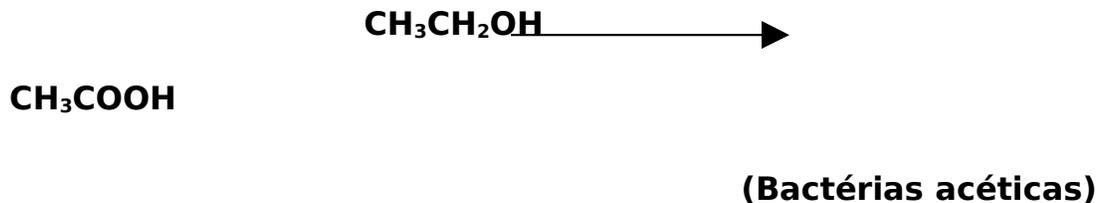
- Concentração de açúcares - 16-20°Brix
- pH - 4,5
- Temperatura - 28°C

RENDIMENTO

180g glicose ----- 92g etanol
 100g glicose ----- 51,1g álcool ou 64,6mL (densidade 0,79) de álcool

Nem todo açúcar é transformado em álcool
 1°Brix ----- 0,5°GL de álcool

FERMENTAÇÃO ACÉTICA - Produção de vinagre



Vinagre → Alimento do grupo dos condimentos cuja acidez volátil mínima é de 40 g/L em ácido acético
→ É obtido de duas fermentações sucessivas → alcoólica e acética

MATÉRIAS-PRIMAS

- **Frutas → uva, maçã, abacaxi, laranja, pera**
- **Tubérculos e amiláceos → batata, mandioca**
- **Cereais → cevada, centeio, trigo, milho**
- **Outras → álcool diluído, mel, melaço**

Fermentação → Saccharomyces cerevisiae

alcoólica Saccharomyces uvarum

Fermentação → Gênero → A. aceti

acética Acetobacter A. xylinoides

A. orleanense

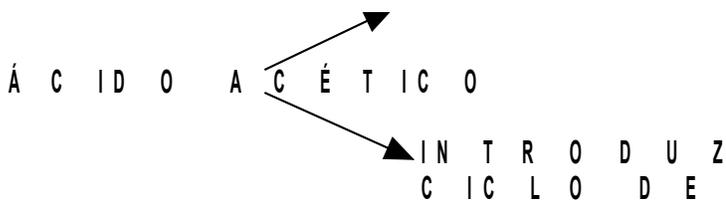
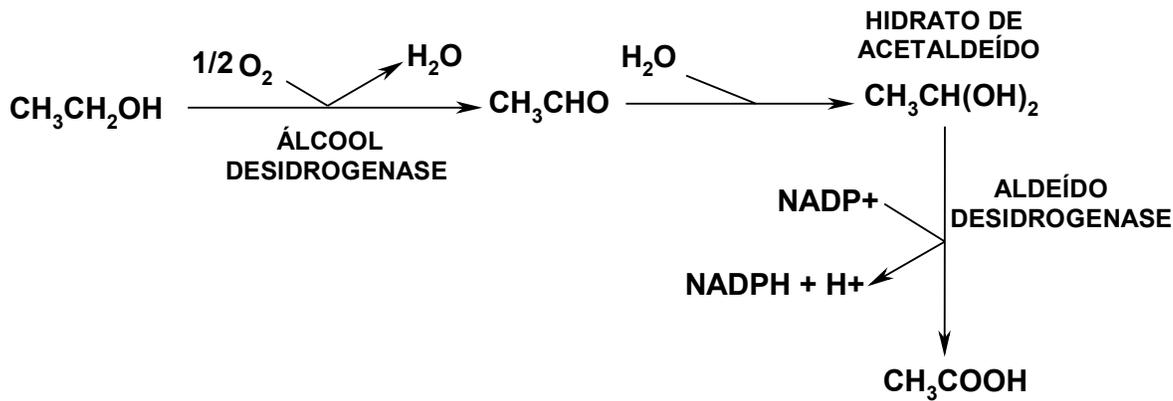
A. acetigenum

A. schuetzenbachii

A. curvum

A. rances

Fermentação acética: oxidação bioquímica do etanol



FERMENTAÇÃO LÁTICA

2.1 - As bactérias lácticas e suas transformações

2.1.1 - Características

Cocos e bacilos de tamanho variado

Bactérias Gram (+), fisiologicamente uniformes, que só utilizam o substrato de modo fermentativo, formando ácido láctico

São aerotolerantes

Necessitam de nutrientes complexos

Habitat: leite e produtos lácteos, plantas intactas, intestino e mucosas do homem e animais

Incluem-se em três famílias

Lactobacillaceae

Streptococcaceae

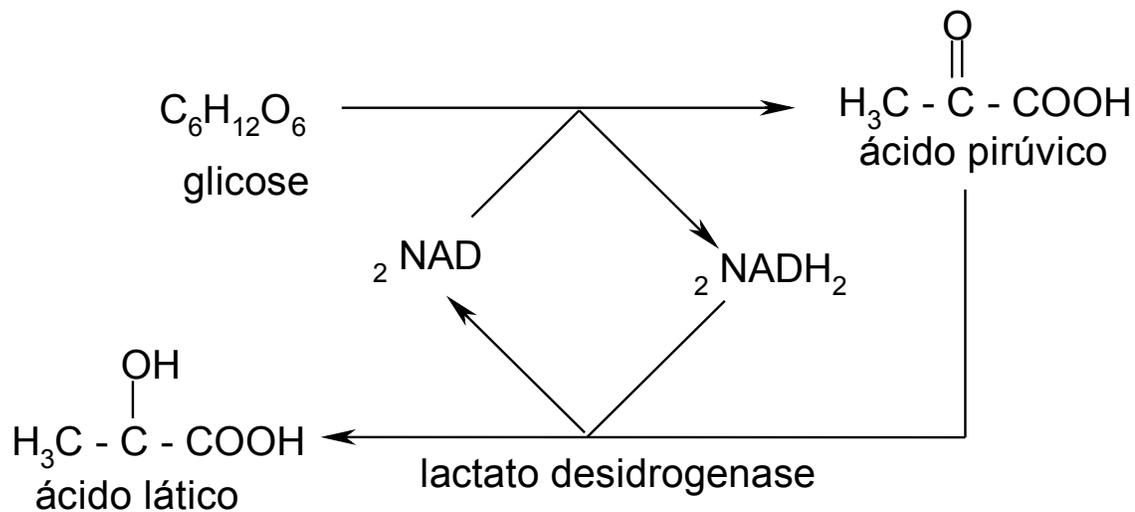
Bacillaceae

2.1.2 - Bactérias lácticas homofermentativas

açúcar → ácido láctico (90%)

Gêneros *Streptolactobacillus*, *Lactobacillus** e *Sporolactobacillus**

Rota fermentativa



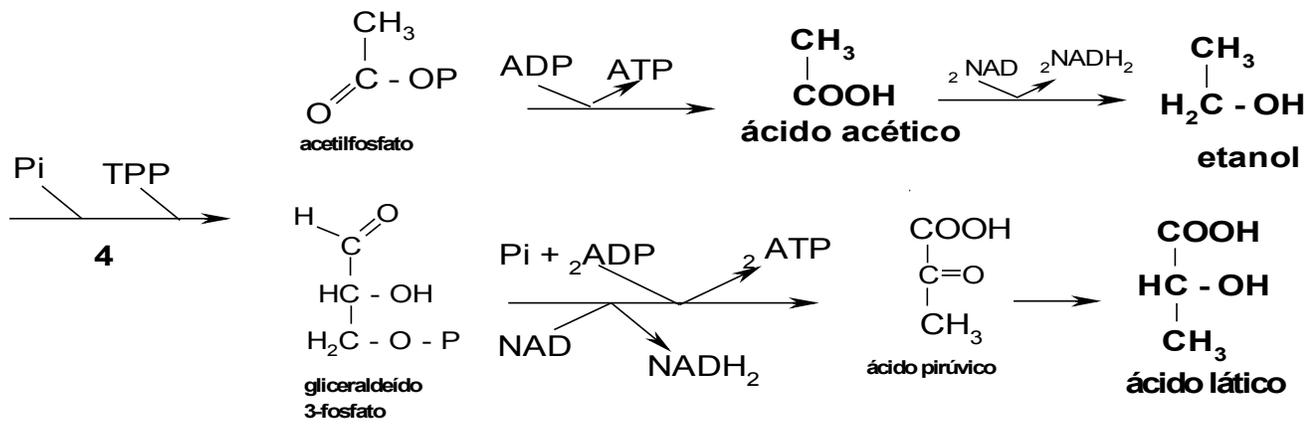
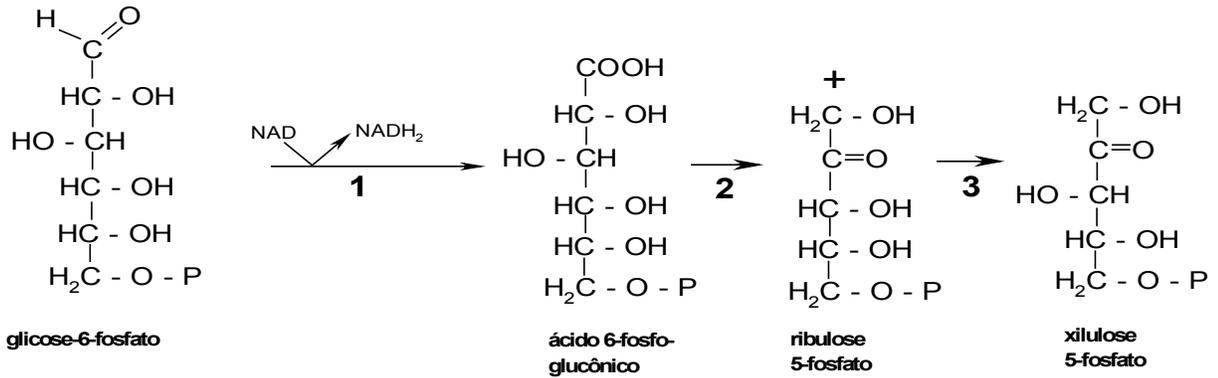
Microrganismos que efetuam fermentação homoláctica

--	--

<i>Lactobacillus termofílicos</i>	<i>Lactobacillus mesofílicos</i>
<i>L. bulgaricus</i>	<i>L. casei spp. casei</i>
<i>L. lactis</i>	<i>L. casei spp. alactosus</i>
<i>L. leichmannii</i>	<i>L. casei spp. pseudopantarum</i>
<i>L. delbruekii</i>	<i>L. casei spp. rhamnosus</i>
<i>L. helveticus</i>	<i>L. casei spp. fusiformis</i>
<i>L. iogurti</i>	<i>L. casei spp. tolerans</i>
<i>L. acidophilus</i>	<i>L. plantarum</i>

2.1.3 - Bactérias lácticas heterofermentativas

Grande grupo formado principalmente por *Lactobacillus*, cuja atividade fermentativa gera cerca de 50% de ácido láctico, 30% de etanol ou ácido acético e 17% de CO₂



- 1 = Glicose 6-fosfato desidrogenase
- 2 = 6-Fosfogluconato desidrogenase
- 3 = Epimerase
- 4 = Pentose fosfocetolase

Microrganismos que efetuam fermentação heterolática

<i>Lactobacillus</i>	<i>Streptococcus</i>	<i>Leuconostoc</i>	<i>Pediococcus</i>
<i>L. fermentum</i>	<i>S. thermophilus</i>	<i>L. cremoris</i>	<i>P. acidilactici</i>
<i>L. cellobiosus</i>	<i>S. faecium</i>	<i>L. mesenteroides</i>	
<i>L. brevis</i>	<i>S. lactis</i>	<i>L. dextranicum</i>	
<i>L. hilgardii</i>	<i>S. cremoris</i>	<i>L. lactis</i>	
<i>L. vermiformis</i>			

Produtos alimentícios obtidos por fermentação láctica

- Leites fermentados
- Queijos e outros derivados do leite
- Produtos derivados da carne
- Produtos vegetais em conserva

Efeitos adicionais das bactérias lácticas

a - Produção de antibióticos

***Streptococcus lactis* → nisina**

***Lactobacillus brevis* → lactobrevina**

b - Efeitos terapêuticos e probióticos

- Eliminação de microrganismos patogênicos pelos antibióticos
- Efeito do ácido láctico na digestão
- Proteção das paredes intestinais
- Produção de anticarcinogênicos

2.2 - Produção de alimentos por fermentação láctica

2.2.1 - Iogurte

- É o leite fermentado mais estudado e conhecido
- Definido como o leite coagulado pela ação do *Streptococcus salivarius* sp, *S. thermophilus* e do *Lactobacillus delbrueckii* sp, *L. bulgaricus*
- Deve conter os microrganismos fermentativos vivos

UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS QUÍMICOS EM ALIMENTOS

Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA

DEFINIÇÕES

Ingrediente



Qualquer substância, incluídos os aditivos alimentares, empregada na fabricação ou preparação de um alimento e que permanece no produto final, ainda que de forma modificada

Aditivo Alimentar



Qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento

Coadjuvante de Tecnologia de Fabricação



Toda substância, excluindo os equipamentos e os utensílios utilizados na elaboração e/ou conservação de um produto, que não se consome por si só como ingrediente alimentar e que se emprega intencionalmente na elaboração de matérias-primas, alimentos ou seus ingredientes, para obter uma finalidade tecnológica durante o tratamento ou fabricação. Deverá ser eliminada do alimento ou inativada, podendo admitir-se no produto final a presença de traços de substância, ou seus derivados

Contaminante



Qualquer substância indesejável presente no alimento como resultado das operações efetuadas no cultivo de vegetais, na criação de animais, nos tratamentos zoo ou fitossanitários, ou como resultado de contaminação ambiental ou de equipamentos utilizados na elaboração e/ou conservação do alimento

PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS REFERENTES AO EMPREGO DE ADITIVOS ALIMENTARES

- A segurança dos aditivos é primordial → aspectos toxicológicos
- Restrição de uso dos aditivos → o uso dos aditivos deve ser limitado a alimentos específicos, em condições específicas e ao menor nível para alcançar o efeito desejado
- Necessidade tecnológica do uso de um aditivo deve ser justificada sempre que proporcionar vantagens de ordem tecnológica

O emprego de aditivos justifica-se por razões tecnológicas, sanitárias, nutricionais ou sensoriais, sempre que:

- Sejam utilizados aditivos autorizados em concentrações tais que sua ingestão diária não supere os valores de ingestão diária aceitável (IDA) recomendados
- Atenda às exigências de pureza estabelecidas pela FAO-OMS, ou pelo Food Chemical Codex

É proibido o uso de aditivos em alimentos quando

- houver evidências ou suspeita de que o mesmo não é seguro para consumo pelo homem
- interferir sensível e desfavoravelmente no valor nutritivo do alimento
- servir para encobrir falhas no processamento e/ou nas técnicas de manipulação
- encobrir alteração ou adulteração da matéria-prima ou do produto já elaborado
- induzir o consumidor a erro, engano ou confusão

FUNÇÕES DE ADITIVOS ALIMENTARES

Agente de Massa	→	Aumento de volume e/ou da massa dos alimentos sem contribuir significativamente para o valor energético
Antiespumante	→	Previne ou reduz a formação de espuma
Antiumectante	→	Reduzir as características higroscópicas e diminuir a tendência de adesão de partículas individuais
Antioxidante	→	Retarda o aparecimento de alteração oxidativa
Corante	→	Confere, intensifica ou restaura a cor
Conservador	→	Impede ou retarda a alteração provocada por microrganismos ou enzimas
Edulcorante	→	Confere sabor doce
Espessantes	→	Aumenta a viscosidade
Geleificante	→	Confere textura através da formação de um gel
Estabilizante	→	Torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis
Aromatizante	→	Conferir ou reforçar o aroma e/ou sabor
Umectante	→	Protege da perda de umidade em ambiente de baixa umidade relativa ou que facilita a dissolução de uma substância seca em meio aquoso
Regulador de Acidez	→	Altera ou controla a acidez ou alcalinidade
Acidulante	→	Aumenta a acidez ou confere um sabor ácido
Emulsificante	→	Torna possível a formação ou manutenção de uma mistura uniforme de duas ou mais fases imiscíveis
Realçador de Sabor	→	Ressalta ou realça o sabor/aroma
Espumante	→	Possibilita a formação ou a manutenção de uma dispersão uniforme de uma fase gasosa em um alimento líquido ou sólido

Os alimentos foram divididos em 23 categorias, dessa forma a ANVISA estabeleceu para cada categoria os tipos e quantidades de aditivos a serem empregados no processo tecnológico

CATEGORIA	ALIMENTOS
1	Leite
2	Óleos e gorduras
3	Gelados comestíveis
4	Frutas e hortaliças
5	Balas, confeitos, bombons, chocolates e similares
6	Cereais e produtos de ou a base de cereais
7	Produtos de panificação e biscoitos
8	Carnes e produtos cárneos
9	Pescados e produtos da pesca
10	Ovos e derivados
11	Açúcares e mel
12	Caldos, sopas e produtos culinários
13	Molhos e condimentos
14	Produtos proteicos e leveduras
15	Alimentos para fins especiais
16	Bebidas
17	Café, chá, erva-mate e outras ervas e similares
18	Snacks (petiscos)
19	Sobremesas e pós para sobremesas
20	Alimentos enriquecidos ou fortificados
21	Suplementos nutricionais
22	Preparados para adicionar ao leite
23	Outros

Fonte: Portaria nº 1003, de 11 de dezembro de 1998 da ANVISA