

Tecnologias de processamento de frutas e hortaliças

Eng. Agr. Paula Porrelli Moreira da Silva

Doutora em Ciências (CENA/USP)

Pós Doutoranda Lab. Fisiologia e Bioquímica Pós
Colheita (LCB/ESALQ/USP)

COMO CONSERVAR?

Tecnologias pós-colheita e processamento de alimentos

- Refrigeração
- Embalagens
- Aplicação de ceras
- Bloqueadores de senescência
- Minimamente processados
- Congelamento
- Pasteurização
- Acidificação
- Desidratação
- Tecnologias emergentes

CONGELAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS



DEFINIÇÃO

- “*Alimento congelado, alimento supergelado ou alimento supercongelado*, é o alimento que tenha sido submetido a um processo de congelamento a uma velocidade apropriada e com o emprego de equipamento adequado.”

**ANVISA-Resolução CNNPA nº 35, de 27 de dezembro de 1977.
D.O. 27/12/1977.**

- **Características:**
- Os produtos congelados se assemelham mais aos produtos frescos, no aspecto e sabor que os produtos enlatados.
- **Variedades apropriadas:**
- Hortaliças: ervilhas, vagens, milho, brócolis, espinafre, aspargos, couve de Bruxelas, feijões
- Frutas: pêssegos, damasco, abacaxi, maçã

PRINCÍPIOS BÁSICOS

- ✍ Manter temperatura baixa ($< -18^{\circ}\text{C}$)
- ✍ Reduzir ação destrutiva de microrganismos, oxigênio e enzimas
- ✍ Reter qualidades do produto *in natura*: aroma, sabor, cor e textura



Alterações que podem ocorrer no congelamento

- Ação de enzimas de escurecimento: polifenoloxidase e peroxidase
- Perda na textura: perfuração da célula
- Perda de nutrientes: exsudação
- Sensibilidade à deterioração microbiana
- Desidratação – sublimação da água livre – perda de peso



Qualidade do produto congelado: função da rapidez do congelamento e condição de armazenagem

VELOCIDADE DE CONGELAMENTO E QUALIDADE

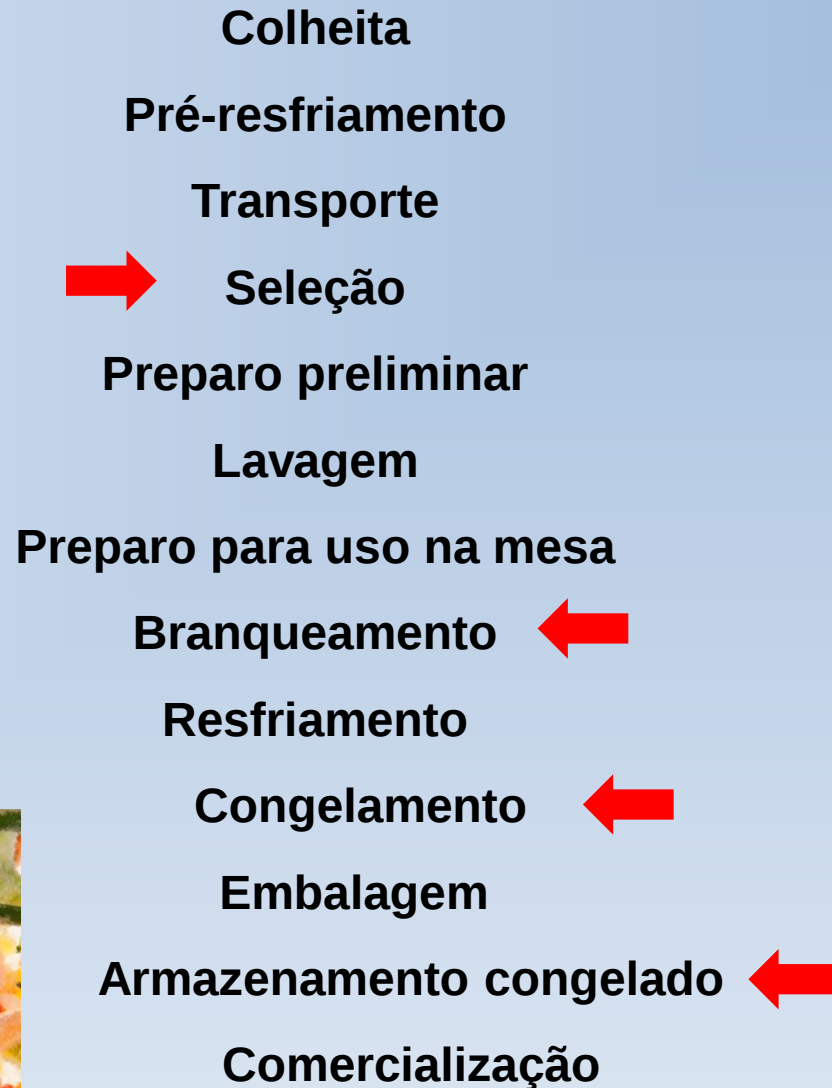
- Congelamento rápido:

- Cristais pequenos de gelo de estrutura amorfa, intracelulares
- Melhor preservação da textura original do tecido

- Congelamento lento:

- Cristais grandes de gelo, rompendo as estruturas celulares

OPERAÇÕES ENVOLVIDAS NO CONGELAMENTO



PROCESSAMENTO - BRANQUEAMENTO

- Imersão em água fervente ou vapor, em tambores, calhas com parafusos helicoidais, spray de água quente e vapor em túneis.

Funções do Branqueamento:

○ inativar enzimas do escurecimento

○ desinfecção parcial

○ retirar ao ar dos tecidos, fixando a cor

○ eliminar odor e sabor intensos não apreciados

○ melhorar a textura

CONSERVAÇÃO DE FRUTAS PELO CALOR



PROCESSAMENTO DE FRUTAS PELO CALOR

- OBJETIVOS:
- Redução da carga microbiana
- Inativar enzimas
- Eliminar água - redução da a_w
- Manter as características sensoriais e nutritivas

TIPOS DE CONSERVAS

Conservas do Grupo A

Frutas ao xarope
Polpa de frutas
Néctar e purê
Suco de frutas
Xarope de frutas

Conservas do Grupo B

Compota
Geleia / Geleuada
Doce em massa
Polpada
Pasta de frutas
Frutas cristalizadas
Frutas glaceadas

Alto teor de umidade



PASTEURIZAÇÃO

Baixa aw

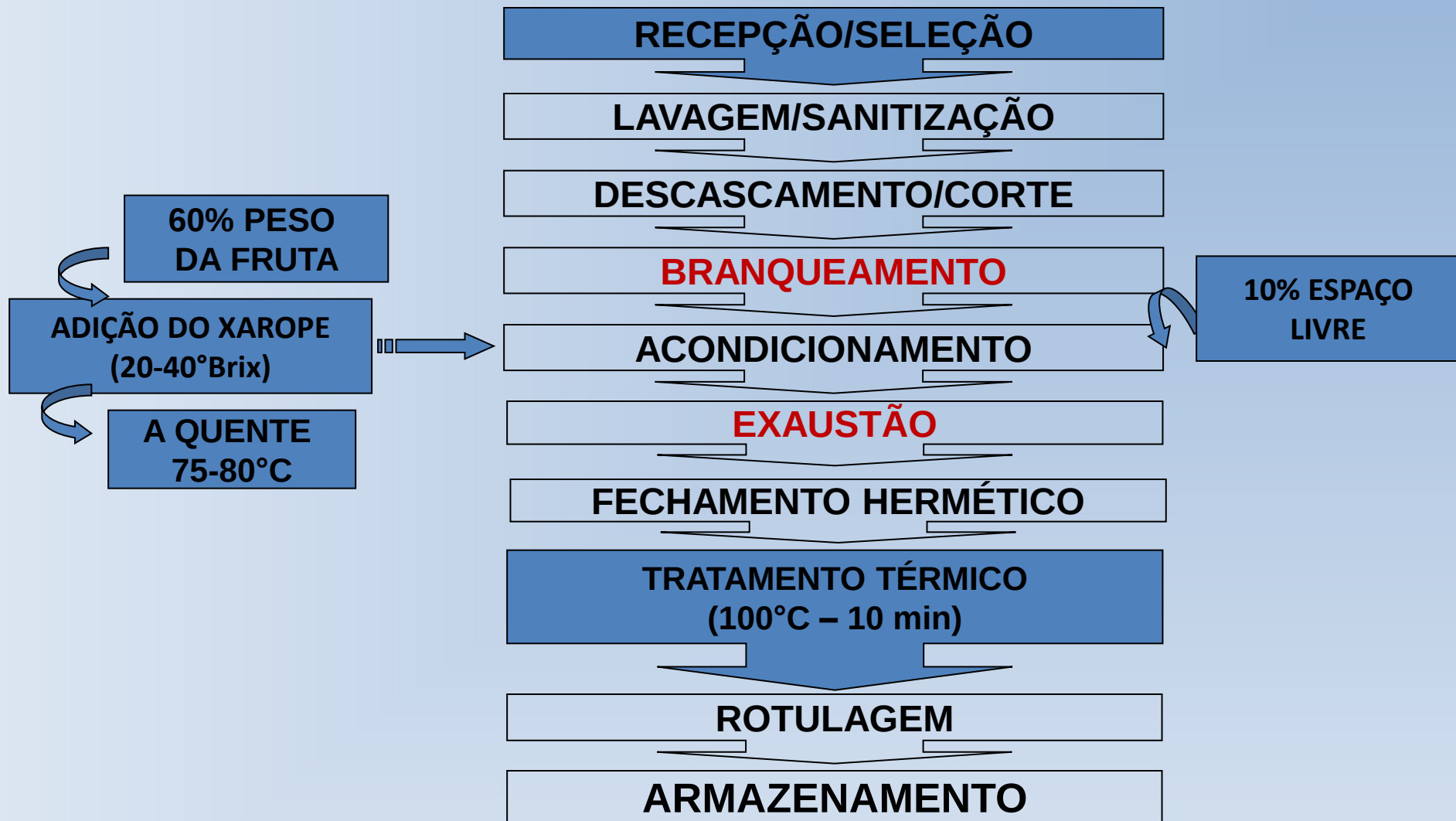
Pasteurização

- Tratamento térmico que destrói parte mas não todos os microrganismos presentes no alimento.
- O binômio tempo/temperatura depende do método e do produto.
 - Pasteurização rápida: tempo curto, temperatura alta
 - 75-98°C / 1 a 22 segundos – tubular
 - Pasteurização lenta: tempo menor, temperatura maior
 - 65°C / 30 minutos – banho-maria

Métodos combinados à pasteurização

- Refrigeração
- Conservação química
 - Ácidos orgânicos – microrganismos e escurecimento enzimático
 - metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)
- Embalagens herméticas

FRUTA EM CALDA OU XAROPE



OBS. Adição de glicose deixa a calda mais brilhante, e ácido cítrico ou tartárico (0,5% à calda), garante $\text{pH} < 4,5$.

CONSERVAÇÃO DE FRUTAS PELA PRESSÃO OSMÓTICA



CONSERVAÇÃO DE FRUTAS PELA PRESSÃO OSMÓTICA

Frutas absorvem açúcar → > pressão osmótica

↑ açúcar (soluto) → ↓ A_w (Atividade de água)

onde:

$$a_w = P_1/P_0$$

P_1 = pressão de vapor do alimento

P_0 = pressão de vapor da água livre

a_w ótima para o crescimento microbiano:

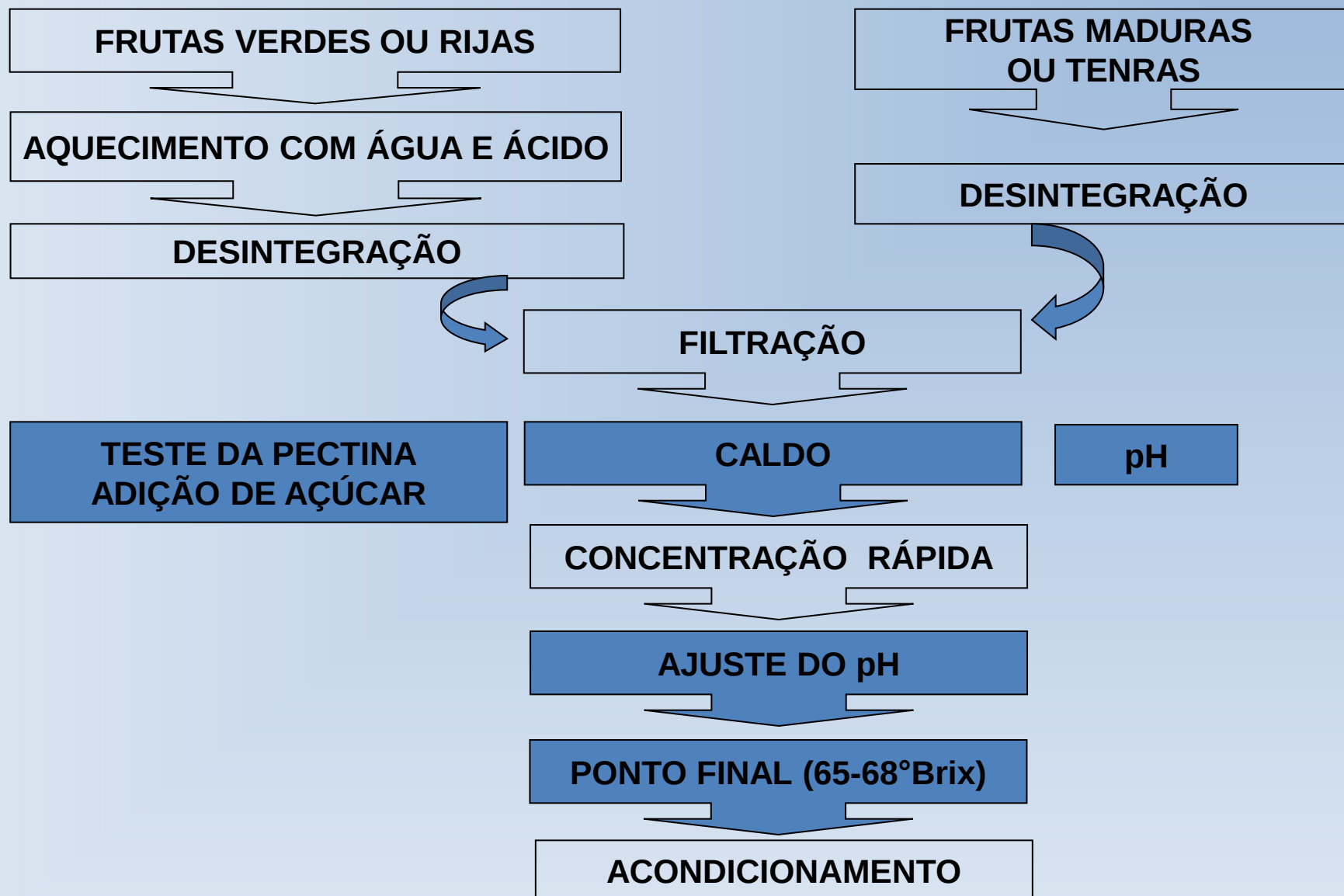
$a_w = 0,95$ bactérias patogênicas

$a_w = 0,80$ fungos e leveduras

$a_w = 0,70$ bactérias osmofílicas e halofílicas

$a_w = 0,60$ – alimento estável

PROCESSO DE OBTENÇÃO DA GELÉIA



GELÉIA E GELEIADA

Princípio: pectina interage com ácido e açúcar, forma rede fibrilar que retém água.

Pectina: cadeias extensas de ácido poligalacturônico, parcialmente esterificado – metilado. Faixa ideal 0,5 a 1,5% conforme o poder de geleificação. Teste do álcool: consistência firme.

Açúcar: Sólidos 65-70%

GELEIADA: Processo semelhante ao da geléia, porém com pedaços de frutas.

- Frutas acrescentadas à geléia

CONSERVAÇÃO DE HORTALIÇAS PELO CALOR



ENLATAMENTO DE HORTALIÇAS DE BAIXA ACIDEZ

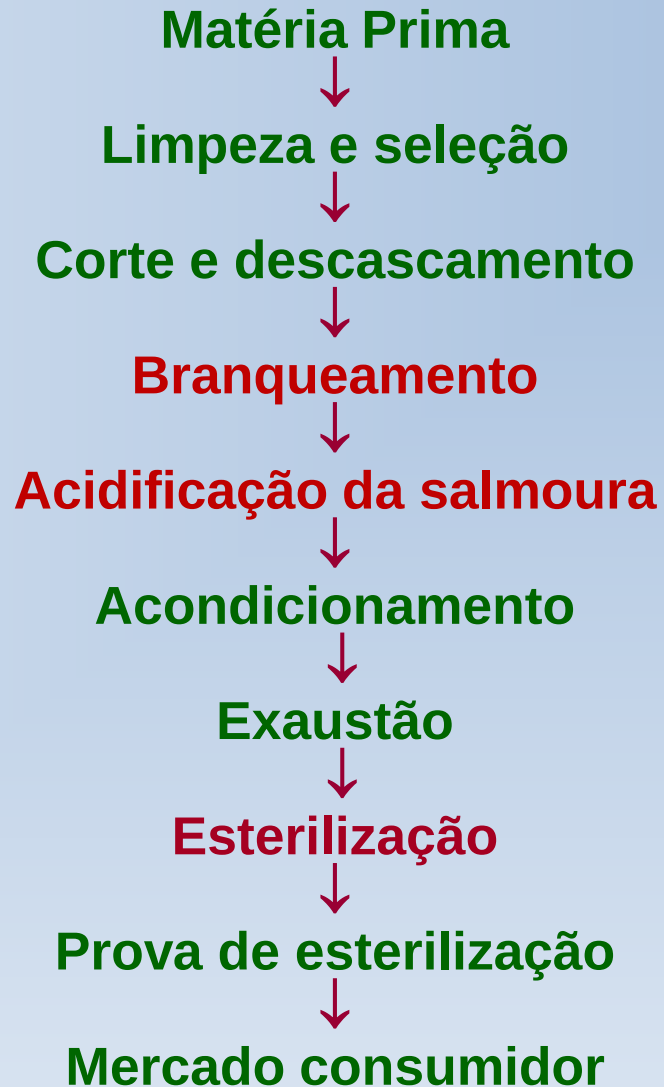
- Quaisquer alimentos com $a_w > 0,85$ e $pH > 4,5$
 - Possibilitam o crescimento de microrganismos patogênicos (*Clostridium botulinum*) nas condições normais de armazenamento
- Ex. milho verde, ervilha, vagem, palmito, etc.



MÉTODO DE PRESERVAÇÃO

ESTERILIDADE COMERCIAL: destruição de microrganismos patogênicos e deteriorantes resistentes ao calor que, durante o período de comercialização não possam se desenvolver.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE ENLATAMENTO DE HORTALIÇAS DE BAIXA ACIDEZ



ACIDIFICAÇÃO NO PROCESSO TÉRMICO DE HORTALIÇAS

- **FUNDAMENTO:** abaixar o pH $< 4,5$ → inibição do *C. botulinum*. Ex. palmito (pH = 6,0 a 6,2)
- **VANTAGENS:**
 - $<$ temperatura e tempo de esterilização (80-100°C - banho-maria);
 - $<$ descoloração e preserva textura, ácidos atuam como melhoradores de sabor.
- **Ácidos orgânicos** – cítrico, acético
- Curva de acidificação

Exaustão:

Aquecimento a 80-85°C (no interior do recipiente) em banho-maria, ou vapor injetado, ou em túneis de vapor insuflado, na indústria

Objetivo:

Retirar o ar do interior das embalagens já com o alimento, para evitar oxidações, corrosão interna das latas e desenvolvimento de aeróbicos.

Fechamento: latas – recravação; vidros - rosquear

CONSERVAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS PELO CONTROLE DE UMIDADE (SECAGEM E DESIDRATAÇÃO)



SECAGEM NATURAL



- Exposição do alimento ao Sol nos primeiros dias e depois na sombra.
- Vantagens: baixo custo, boa aparência.
- Desvantagens: tempo (4-5 dias), predisposição à deterioração, suscetibilidade ao clima, condições sanitárias precárias.

DESIDRATAÇÃO

- Secagem pelo calor produzido artificialmente em condições de temperatura, umidade e corrente de ar controlados.
- **Vantagens:** boas condições higiênicas, independe de condições climáticas, volume maior de produção.
- **Desvantagem:** custo elevado.

**FLUXOGRAMA
DO PROCESSO
DE
DESIDRATAÇÃO**



LIOFILIZAÇÃO - Fundamento

- **Princípio:**

- Congelamento do produto e posterior aumento de temperatura sob vácuo, quando ocorre sublimação da água.



- **Reduz:**

- Perda de voláteis; ações enzimáticas, desnaturação de proteínas.
- **Propriedades químicas e sensoriais não se alteram.**

LIOFILIZAÇÃO

- VANTAGENS DO PROCESSO:
 - Produto instantâneo;
 - Estabilidade microbiológica;
 - Manutenção sabor e aroma;
 - Ausência de reações oxidativas;
 - Forma e textura similares à original;
 - Adequada para alimentos em forma de pedaços.

ATOMIZAÇÃO - Fundamento

- Spray-dryer
- Secagem por atomização ou aspersão.
- Favorece:
 - Aumento da vida-útil;
 - Manutenção do sabor, aroma e cor;
 - Diminuição da higroscopicidade
- Obtém-se um produto em pó.

ATOMIZAÇÃO - Fundamento

ETAPAS DO PROCESSO

1. O fluído é disperso como gotículas (grande área superficial)
2. Contato destas com corrente de ar aquecido
3. Evaporação do solvente (água) e formação da partícula sólida
4. O produto seco é transportado por uma corrente de ar e coletado.

ATOMIZAÇÃO - Vantagens

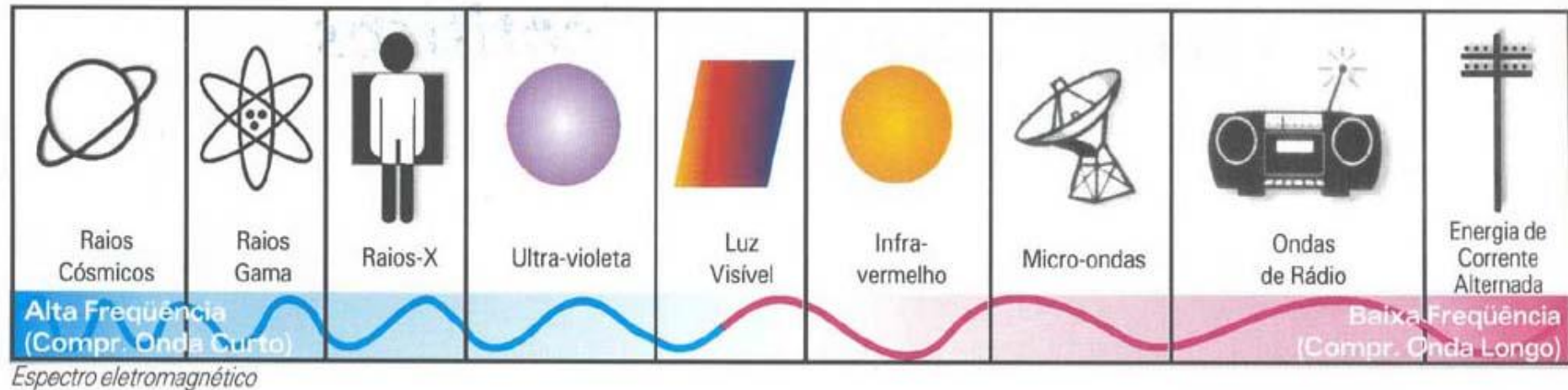
- Controle da uniformidade e do tamanho de partículas → manipulação das variáveis do processo.
- Processo contínuo → condições de operação podem ser alteradas sem interrupção da secagem.
- Rapidez e rendimento → evaporação ocorre em segundos.
- Processo não agressivo ao produto → adequado a alimentos com alto teor de compostos bioativos (termossensíveis) → Curto tempo de contato com a fonte de calor.



RADIAÇÃO GAMA

RADIAÇÃO = energia radiante que se move através do espaço na forma de ondas eletromagnéticas.

- Caracterizadas por frequência e comprimento de onda



RADIAÇÃO GAMA

□ Princípio:

- ▣ exposição dos alimentos (embalados ou a granel), a uma fonte de radiação ionizante, durante um período necessário para se obter as alterações desejáveis.

□ Fonte de energia: isótopo Cobalto 60 (^{60}Co).

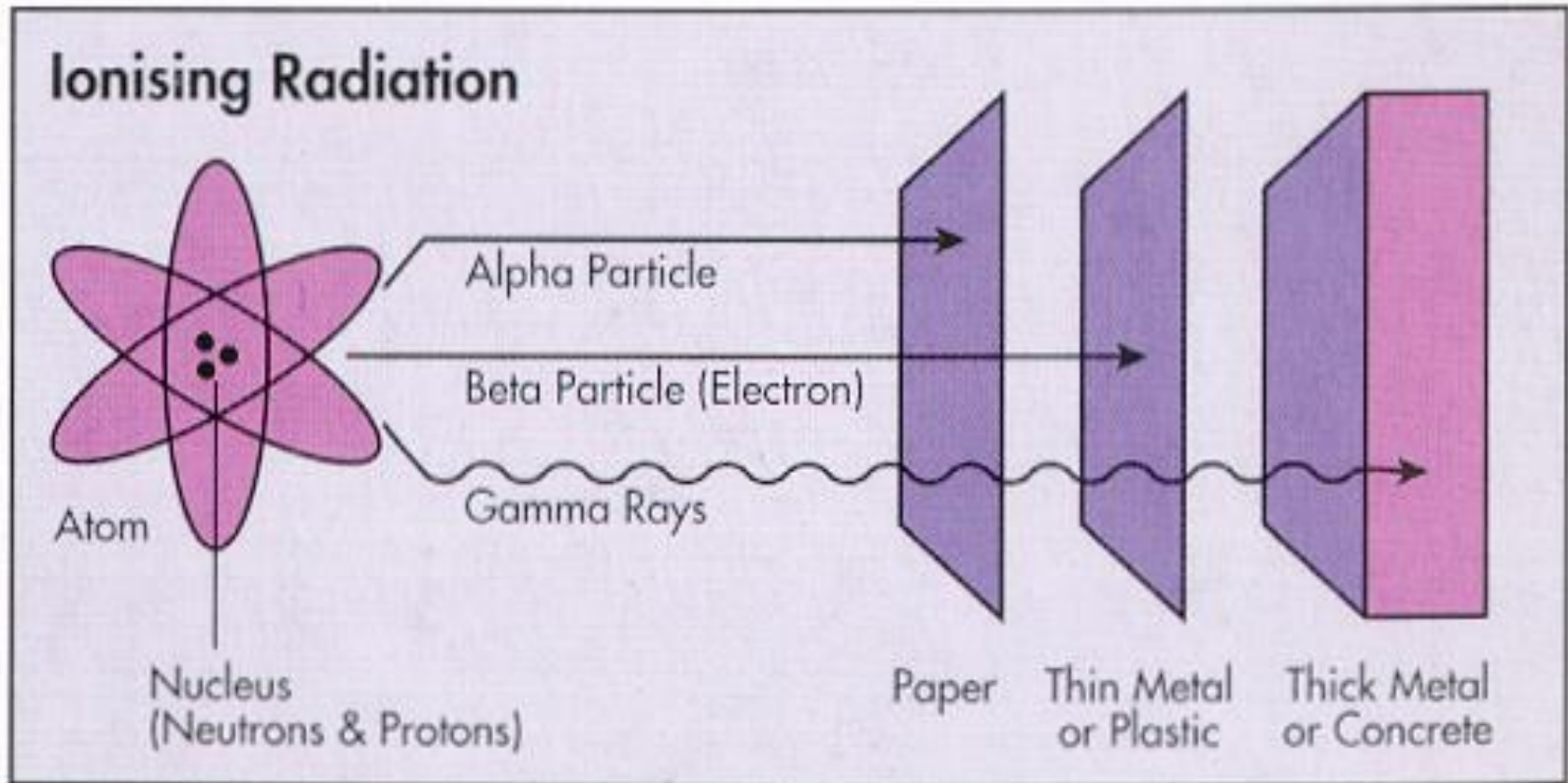


produzem uma emissão controlada de raios γ

□ Dose de radiação = quantidade de energia absorvida por uma determinada massa de alimento.

- ▣ Gray (Gy) = absorção de 1 J por kg de alimento

PENETRABILIDADE DA RADIAÇÃO GAMA



RADIAÇÃO GAMA – AÇÕES NOS ALIMENTOS

- Morte de microrganismos – danos no DNA
- Inativação de enzimas de escurecimento
- Inibição de brotamentos – raízes e tubérculos
- Desinfestação – grãos e cereais
- Retardo da maturação e senescência de frutas

Obrigada!!!

pporrelli@uol.com.br