



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

ESCOLA ESTADUAL DE
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP
ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM NUTRIÇÃO E DIETÉTICA

TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação

Governador

Cid Ferreira Gomes

Vice Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho

Secretária da Educação

Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

Secretário Adjunto

Maurício Holanda Maia

Secretário Executivo

Antônio Idilvan de Lima Alencar

Assessora Institucional do Gabinete da Seduc

Cristiane Carvalho Holanda

Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC

Andréa Araújo Rocha



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação

Governador

Cid Ferreira Gomes

Vice Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho

Secretária da Educação

Maria Izolda Cella de Arruda Coelho

Secretário Adjunto

Maurício Holanda Maia

Secretário Executivo

Antônio Idilvan de Lima Alencar

Assessora Institucional do Gabinete da Seduc

Cristiane Carvalho Holanda

Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC

Andréa Araújo Rocha

**Escola Estadual de
Educação Profissional - EEEP**
Ensino Médio Integrado à Educação Profissional
Curso Técnico em Nutrição e Dietética

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Fortaleza/Ceará
2013

Sumário

1.	INTRODUÇÃO AOS FUNDAMENTOS DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	3
2.	CONSTITUINTES DOS ALIMENTOS E SUA FUNÇÕES (ÁGUA, MACRO E MICRO NUTRIENTES)	5
3.	ENZIMAS: CLASSIFICAÇÃO E IMPORTÂNCIA INDUSTRIAL	11
4.	OPERAÇÕES UTILIZADAS NA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	14
5.	ALTERAÇÕES QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS NOS ALIMENTOS	19
6.	MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO	23
7.	EMBALAGEM PARA ALIMENTOS	48
8.	CONTROLE DE QUALIDADE	60
	REFERENCIAS	68

1. INTRODUÇÃO AOS FUNDAMENTOS DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

A Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos define tecnologia de alimentos como a aplicação de métodos e da técnica para o preparo, armazenamento, processamento, controle, embalagem, distribuição e utilização dos alimentos.

A Ciência de Alimentos inclui o estudo das características físicas, químicas e biológicas dos alimentos. A tecnologia de alimentos inclui a sequência de operações desde a seleção da matéria-prima até o processamento e o armazenamento dos alimentos, mas também deve conhecer a produção agrícola e as necessidades do consumidor. O campo da ciência de alimentos não é novo. Entretanto, ele tem recebido novas dimensões com a migração da população rural para a zona urbana. A matéria-prima tem que ser transformada em alimentos estáveis, que são facilmente armazenados e transportados, e que estão muitas vezes prontos para o consumo, quando adquiridos. Assim, a ciência e tecnologia de alimentos tem se desenvolvido como uma importante ciência aplicada.

Atualmente, a tecnologia de alimentos orienta-se segundo duas direções: por um lado, continuará a produção e o incremento de alimentos mais sofisticados, mais nutritivos, mais convenientes e mais atrativos, compreendendo uma série de produtos adquiridos por pessoas com poder aquisitivo; por outro lado, o desenvolvimento dos processos tecnológicos continuará explorando o aproveitamento de subprodutos e materiais descartáveis, como as cascas de vegetais, destinados à produção de alimentos mais nutritivos, a serem oferecidos a baixo preço e que possam ser utilizados pela parcela da população mundial hoje carente de alimentos.

1.1 Importância da Ciência e Tecnologia de Alimentos

A industrialização dos produtos agropecuários pode contribuir consideravelmente na melhoria da dieta de um país e do estado nutricional dos seus habitantes. A amplitude dessa contribuição depende de diversos fatores, como a existência de uma agricultura desenvolvida que possa receber uma tecnologia avançada e do nível econômico e poder aquisitivo da população.

A tecnologia alimentar é o vínculo entre a produção e o consumo dos alimentos e se ocupa de sua adequada manipulação, elaboração, preservação, armazenamento e comercialização. Para que possa alcançar um bom rendimento, deve a tecnologia de alimentos esta intimamente associada aos métodos e

progressos da produção agrícola de um lado, e aos princípios e práticas da nutrição humana, do outro lado.

Há ainda quem duvide da utilidade de incluir na dieta produtos alimentícios industrializados porque a elaboração pode destruir, em pequenas proporções, os nutrientes. Nos últimos tempos tem-se conseguido reduzir consideravelmente essas perdas pelo uso de técnicas aperfeiçoadas. Por outro lado, a utilização em grande escala de alimentos elaborados proporciona uma boa oportunidade para aumentar o valor nutritivo de certos alimentos de consumo, com determinados nutrientes (proteínas, vitaminas, ferro, cálcio, etc.), que são deficientes no produto natural. Essa complementação nutricional é praticamente impossível de ser realizada no produto em estado natural.

A utilização de alimentos prontos e semiprontos são importantes nos países onde é cada vez mais necessário o trabalho da mulher fora das atividades domésticas. Por outro lado, alimentos diversificados e fáceis de preparar são importantes na alimentação coletiva em refeitórios, restaurantes, festa, aviões e tropas militares.

Por um outro ângulo, a tecnologia de alimentos tem importância para os países em desenvolvimento ou desenvolvidos porque, reduzindo as perdas dos alimentos, aumentará a sua disponibilidade.

Apesar das dificuldades de avaliar as perdas de alimentos, sabe-se que grande parte dos alimentos dos países de baixa renda é perdida no campo, no processamento ou na distribuição. Acredita-se que as perdas de alimentos são de 40% na América Latina e 30% na África. Estima-se que, se metade das perdas de alimentos no armazenamento fosse evitada ter-se-iam calorias suficientes para satisfazer a dieta de 500 mil pessoas.

Os alimentos elaborados e os alimentos mais nutritivos virão fornecer à dieta novos produtos particularmente ricos em determinados nutrientes, com o propósito de compensar certas deficiências nutricionais específicas.

Além disso, os alimentos industrializados são produzidos em condições higiênico-sanitárias e, conseqüentemente, segura de uso pelo consumidor, o que nem sempre acontece no alimento *in natura*, por não ter controle, principalmente, da sua qualidade microbiológica.

Graças à racionalização das técnicas agropecuárias, a produção de alimentos tem aumentado em certos países. Porém, em outros países, os níveis de produção são inferiores aos do crescimento demográfico. Para resolver os problemas da fome será, portanto, necessário que se produzam mais alimentos e que sua distribuição se processe mais regularmente por toda a extensão terrestre.

O papel da ciência e da tecnologia de alimentos é o de corrigir tais deficiências e, para tal, deve utilizar os conhecimentos propiciados pelas diversas ciências correlatas. Pode-se dizer, de um modo geral, que o vasto e complexo campo da ciência e tecnologia de alimentos está alicerçando em quatro áreas fundamentais: Nutrição, Química, Biologia e Engenharia.

Nutrição – A Nutrição, como uma das áreas que servem de base à tecnologia dos alimentos, tem por fim pesquisar as necessidades básicas em nutrientes para cada pessoa, bem como oferecer ao povo conhecimentos básicos dos princípios de nutrição indispensável à manutenção da saúde.

Química – A Química Orgânica, a Inorgânica, a Analítica e a Bioquímica constituem os fundamentos da tecnologia de alimentos. Ainda poderá aqui ser incluída a Físico Química, relacionando os fatores físicos que afetam as estruturas químicas. A Química Analítica e a Bioquímica têm por tarefa acompanhar e, tanto quanto possível, controlar todas as transformações que ocorrem desde a colheita e armazenamento da matéria-prima até as fases do processamento e armazenamento dos produtos. Durante a colheita e armazenamento da matéria-prima, nas fases da industrialização e mesmo nos produtos já embalados, as reações químicas se processam mais ou menos intensamente. É preciso, pois, conhecer as transformações que se processam e procurar controlá-las para manutenção da qualidade dos produtos.

Biologia – A finalidade deste campo é fornecer uma matéria-prima sadia, principalmente, com grande rendimento e apropriada para a industrialização. Neste particular, a Genética e o Melhoramento de Plantas e Animais desempenham papel de relevo quando entrosados com as ciências tecnológicas. Deve aqui ser mencionada a Microbiologia, de grande importância dentro da Tecnologia de Alimentos. Ela proporciona métodos para o controle dos microrganismos desejáveis e para a eliminação daqueles que produzem a deterioração de alimentos.

Engenharia – Os conhecimentos das operações unitárias e princípios de Engenharia (transferência de calor, de massa, filtração, centrifugação, refrigeração, desidratação, destilação, etc.) são necessários ao tecnólogo de alimentos para que possa compreender as fases do processamento da matéria-prima.

2. CONSTITUINTES DOS ALIMENTOS E SUA FUNÇÕES (ÁGUA, MACRO E MICRO NUTRIENTES)

Com a finalidade de indicar, de forma prática, uma alimentação desejável sob o ponto de vista de seu conteúdo em nutrientes, convencionou-se repartir os

alimentos em grupos básicos, nos quais predominam ou proteínas, ou glícides, ou lípides, ou vitaminas e minerais.

Os autores costumam fazer essa divisão em três, quatro, cinco ou seis grupos, neles incluindo, em diferentes distribuições, alimentos indispensáveis ao regime diário.

DIVISÃO DOS GRUPOS BÁSICOS DE ALIMENTOS

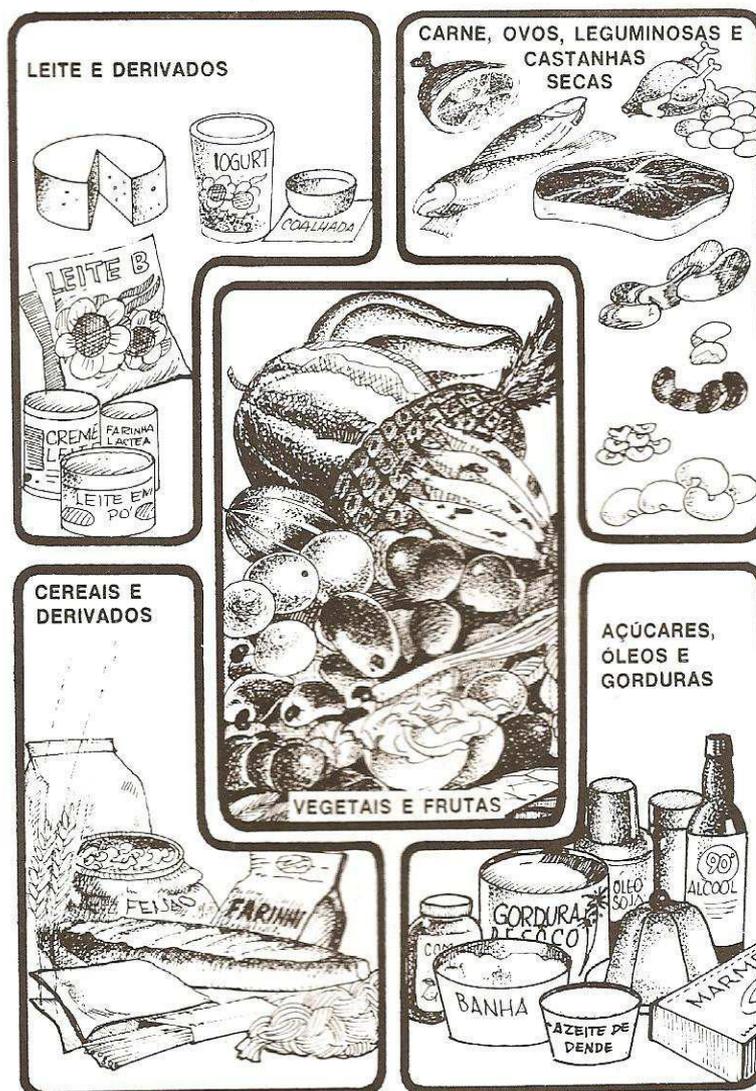


Fig. 1 Divisão dos grupos básicos

Incluindo o indivíduo em seu cardápio diário, alimentos pertencentes a cada um destes grupos, praticamente garante a quantidade suficiente dos nutrientes de que necessita.

Resumidamente, vejamos as principais características de cada grupo de alimentos.

Tabela 1 – Grupos de alimentos e suas principais características

<p>Grupo leite e derivados</p>	<p><i>Características:</i> proteínas, lactose, cálcio e fósforo.</p> <p>O leite e derivados como o leite em pó, o evaporado e especialmente o queijo, contêm proteínas de alto valor biológico, em razão dos aminoácidos que possuem.</p> <p>Essas proteínas consideradas completas, como as da carne e as do ovo, são indispensáveis para a síntese das proteínas específicas do organismo.</p> <p>Além de seu conteúdo proteico, o leite e o queijo por exemplo, constituem a maior fonte de cálcio absorvível à disposição do homem; com estes alimentos, o indivíduo também tem assegurado o material suficiente para a formação e estabilização de seu sistema ósseo e dentário.</p>
<p>Grupo carnes, ovos, leguminosas e frutas secas oleaginosas</p>	<p><i>Características:</i> proteínas, ferro e vitaminas do complexo B.</p> <p>As proteínas deste grupo, como as do leite, são indispensáveis para a elaboração no organismo, de proteínas próprias de seus tecidos.</p> <p>O fígado além de seu teor proteico é rico em ferro, vitamina A e riboflavina.</p> <p>A terminologia carne abrange as que procedem de bovinos, porcinos, caprinos, pescados e a de outros animais de carne comestível.</p> <p><i>Características:</i> ovos – proteína, gordura, vitamina A e riboflavina.</p> <p>Mesmo de diferentes origens (aves, tartaruga, peixes etc) os ovos têm o mesmo valor nutritivo.</p> <p><i>Características:</i> leguminosas – proteínas (principalmente soja), glícides, fósforo, ferro e niacina (lentilhas).</p> <p>As proteínas por serem vegetais, são inferiores (com exceção da soja, castanhas de caju, do Pará, amendoim) as dos animais.</p> <p><i>Características:</i> frutas secas oleaginosas – proteína e gordura.</p> <p>As castanhas do Pará e de caju, são as mais constantes no cardápio comum; as amêndoas, nozes e avelãs são de consumo mais limitado e por ocasião do período natalino.</p>
	<p><i>Características:</i> frutas – vitaminas (principalmente vitamina C ácido ascórbico) minerais, celulose, água.</p> <p>O mamão, manga e melão contêm vitamina A.</p> <p>As frutas tropicais suprem os requerimentos de vitamina A e C.</p>

<p>Grupo frutas e vegetais</p>	<p><i>Características:</i> vegetais verdes e amarelos (caroteno), celulose.</p> <p>Os vegetais ingeridos em forma crua (em saladas) ou cozidos, fornecem calorias, ácido ascórbico e vitamina A.</p> <p>Segundo seu teor glicídico, os vegetais se dividem:</p> <p>Vegetais A até 5% { Couve; couve-flor, espinafre, ponta de aspargo; tomate; abobrinha; acelga; alface; agrião; chicória e chuchu.</p> <p>Vegetais B de 5-10% { Abóbora, alcachofra beterraba; berinjela; cenoura; Ervilha; Jiló; Maxixe; quiabo e vagem.</p> <p>Vegetais C de 10-20% { Aipim; batata; batata doce; cará; inhame; mangarito e milho verde.</p>
<p>Grupo cereais e derivados, açúcar</p>	<p><i>Características:</i> cereais – alto conteúdo de glícides, proteínas vegetais, alta percentagem de fósforo, niacina e tiamina (cereais integrais).</p> <p>Os cereais (especialmente arroz, trigo, milho) e seus derivados (farinha, macarrão etc), têm largo curso na alimentação e representam o maior percentual de nutrientes energéticos do regime.</p> <p>Peculiaridade específica dos cereais é a de na cocção absorver água e aumentar três vezes de volume; esse fato propicia por exemplo o crescimento do arroz, embora proporcionalmente reduza seu teor nutritivo.</p> <p><i>Características:</i> açúcar – hidrato de carbono.</p> <p>O açúcar é constituído de 99 a 100% de glícides.</p>
<p>Grupo óleos e gorduras</p>	<p><i>Características:</i> óleos, azeite e gorduras vegetais – lípides.</p> <p>Os óleos são extraídos da soja, milho, oliva, algodão, amendoim, girassol etc.</p> <p>Pela presença de ácidos graxos, ácidos poliinsaturados, os melhores óleos sob o ponto de vista nutritivo são os de açafôa e de girassol.</p> <p>As gorduras vegetais são representadas pela margarina, banha de coco e gordura hidrogenadas.</p> <p><i>Características:</i> gorduras animais – lípides.</p> <p>Fazem parte deste grupo, as gorduras animais teciduais e a do leite, da manteiga, do creme etc.</p> <p>As gorduras animais contêm colesterol e maior teor de ácidos graxos saturados.</p> <p>As gorduras de peixe constituem exceção pois apresentam grande percentagem de ácidos poliinsaturados.</p>

2.1 Nutrientes

Segundo Escudero os nutrientes se definem: “são substâncias cuja ausência no regime ou diminuição abaixo do limite, produzem no fim de certo tempo, enfermidade carencial”.

São nutrientes os prótidos, glícides, lípides, minerais, vitaminas, água, oxigênio e fibra.

A celulose não é rigorosamente um nutriente, porém pode ser considerada como tal por atuar em certas enfermidades, na função de excreção como anticonstipante e pelo fato de sua ausência na alimentação, promover prisão de ventre.

Os prótidos, glícides e lípides apresentam conteúdo de carbono, oxigênio e hidrogênio, sendo que os prótidos ainda contêm nitrogênio, às vezes enxofre e outros elementos.

A importância dos nutrientes não só é medida pelo desempenho e valor de seus constituintes, mas também pelo tempo em que o organismo pode suportar sua ausência; enquanto muitos nutrientes plásticos, energéticos e reguladores podem faltar por certo tempo ao organismo, este não pode ficar privado de água por alguns dias e de oxigênio por segundos.

A ingestão ou inaproveitamento de nutrientes em alimentos conduzirá o indivíduo às enfermidades carenciais.

Sob o ponto de vista biológico, os nutrientes exercem no organismo funções plásticas, energéticas e reguladoras.

A *função energética* ou calórica assegura ao organismo a temperatura suficiente para a manutenção do calor e produção de energia necessária para as funções do organismo em atividade e em repouso.

A *função plástica* ou reparadora mantém os processos orgânicos de crescimento, desenvolvimento e de reparação dos tecidos.

A *função reguladora* favorece e acelera as reações e atividades biológicas.

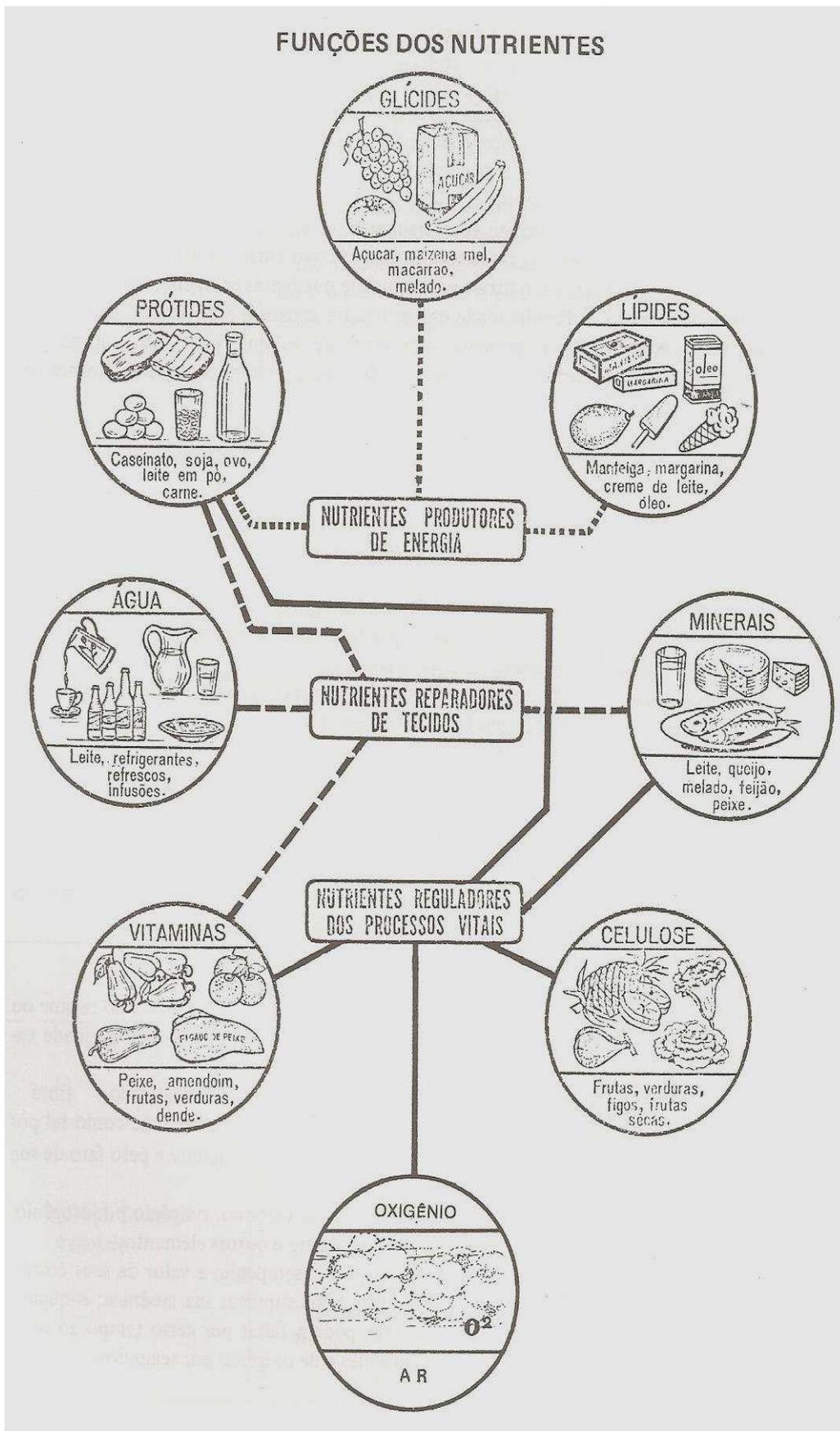


Fig. 2 Funções dos nutrientes
Nutrição e Dietética – Tecnologia dos Alimentos

3. ENZIMAS: CLASSIFICAÇÃO E IMPORTÂNCIA INDUSTRIAL

As enzimas, também chamadas de ênzimos ou diástases, são proteínas que apresentam a extraordinária capacidade de catalisar reações químicas.

Na realidade, as alterações dos alimentos produzem-se como consequência do desenvolvimento microbiano de um lado e da atividade enzimática do outro.

As enzimas, à medida que foram sendo identificadas, receberam nomes que o investigador lhes atribuía, sem que houvesse a preocupação de uma sistematização. Observava-se muitas vezes, tão somente o sufixo *ASE*, indicativo de uma enzima. Entretanto, restaram ainda algumas enzimas cujos nomes, consagrados pelo uso, nem mesmo esta regra observaram. É o caso da papaína, tripsina, pepsina, renina, etc.

As enzimas são classificadas em seis grupos:

- 1) Oxidoreduases: que envolvem reações de óxido-redução;
- 2) Transferases: que envolvem transferências de radicais;
- 3) Hidrolase: que envolvem reações de hidrólise;
- 4) Liases: que envolvem remoção de grupos dos seus substratos, deixando duplas ligações;
- 5) Isomerases: que envolvem reações de isomerização;
- 6) Ligases: que ocasionam reações de síntese e por isso também chamadas de sintetases.

Entre as enzimas mais importantes, citaremos algumas glicosidases (amilases, invertases e lactases), enzimas pécticas (pectinesterase, poligalacturonase), estearases (fosfatase, lípase), proteolíticas (pepsina, tripsina, quimotripsina, papaína, ficina, bromelina, renina, carboxipeptidase e leucinoaminopeptidase) e oxidases (catalase, peroxidase, pelifenoloxidase, glucose oxidase, oxidase do ácido ascórbico e lipoxidase).

Muitas enzimas são indesejáveis no alimento e, por isso, devem ser inativadas. Como outras proteínas, as enzimas podem ser facilmente desnaturadas (mudanças irreversíveis de sua forma configuracional, afetando o centro ativo) de várias maneiras, principalmente pelo calor. Assim, para inativar a maioria das enzimas, basta aplicar temperaturas na ordem de 70° a 80°C, durante 2 a 5 minutos. A inativação de enzimas pelo calor é largamente utilizada na indústria alimentícia recebendo tal tratamento o nome de “blanching”. A continuidade da atividade enzimática pode ocasionar, por exemplo, uma mudança de cor na clorofila ou carotenóides; o escurecimento em alguns alimentos; a

rancidez em óleos; variações no aroma; alterações no valor nutritivo das proteínas e vitaminas ou, finalmente, a presença das enzimas pécticas pode ocasionar mudanças na textura dos alimentos.

LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENZIMAS

As enzimas de distribuem largamente em alimentos vegetais e animais, em diferentes formas e localizações.

- Vegetais → enzimas pectolíticas: nas partes sólidas
 → Fenolases: na polpa
- Leite → lípase: na fração graxa
 → Fosfatase: nos glóbulos graxos
- Carne → catepsina: no lisozoma celular
- Frutas → ficina: no látex do figo
 → Papaína: no leite de mamão
- Trigo → amilases: no germe

Como exemplo de enzimas, mencionaremos:

- Amilases

São enzimas que atuam sobre a ligação $\alpha - 1,4$ de polímeros da glucose como amido, glicogênio, etc., transformando-os em moléculas de menor peso molecular. Entre as mais importantes temos a alfa-amilase e a beta-amilase. A beta-amilase (enzima sacarificante) hidrolisará o amido fornecendo maltose. A alfa-amilase (enzima dextrinizantes) ataca as ligações ao acaso, fornecendo uma mistura de substâncias chamadas de dextrinas.

- Invertases

São enzimas que atuam sobre a sacarose, transformando-a em uma mistura de açúcares redutores (glucose e frutose).

- Lactase

A lactase ataca a lactose, transformando-a em glucose e galactose. Apresenta importância porque este açúcar do leite, de poder adoçante baixo, pode ser transformando em açúcares com poder adoçante bem maior.

- Enzimas Pécticas

As enzimas pécticas têm sido relativamente bem estudadas por causa da sua importância na indústria de alimentos. Elas são utilizadas para facilitar a Nutrição e Dietética – Tecnologia dos Alimentos

filtração e clarificação de sucos de frutas (maçã, uva). Elas são indesejáveis quando podem ocasionar o excessivo amolecimento (abrandamento) de muitas frutas e hortaliças; na formação de precipitados nos sucos de laranja e tomate e na diminuição da consistência de massas de tomate.

De uma maneira geral, podemos dizer da existência de 3 tipos diferentes de enzimas pécticas: pectinesterase, poligalacturonase e pectina-transeliminase.

- Enzimas Proteolíticas

- Papaína: é uma enzima proteolítica mais utilizada. É utilizada no amolecimento de carnes; no tratamento de cerveja para evitar formação de precipitado e como auxiliar de digestão.

- Renina: é uma enzima encontrada no estômago de bezerro, sua principal fonte de obtenção. É talvez a enzima proteolítica de maior utilização, principalmente na elaboração de queijos. Hoje em dia, a sua obtenção a partir de microrganismos é uma realidade e deverá ser no futuro o método mais empregado.

- Ficina: compreende um grupo de enzimas obtidas da seiva da figueira.

- Bromelina: é uma enzima obtida da planta de abacaxi.

- Pepsina: é uma enzima produzida pelas células do estômago e de importância na digestão dos alimentos.

- Glucose-Oxidase

É uma enzima obtida principalmente de *Aspergillus Níger* que oxida a glucose para ácido glucônico, com a produção de água oxigenada. Comercialmente, a glucose-oxidase é utilizada na remoção de traços de glucose e de oxigênio. A remoção de glucose é desejável em certos casos como na albumina (de ovo) e ovo desidratados. A presença de oxigênio em quantidades pequenas poderá conduzir a modificações de cor e sabor em certos alimentos, e por isso, a sua remoção é desejável. Em todos estes casos, a enzima catalase deve ser incluída para decompor a água oxigenada, produto da reação. A glucose-oxidase pode também ser utilizada analiticamente na determinação de glucose.

- Peroxidase

É uma enzima mais resistente ao calor, a peroxidase é utilizada como indicação de “blanching” em produtos.

- Catalase

A mais conhecida das reações da catalase envolve uma oxidação-redução bimolecular, onde uma molécula de H_2O_2 é oxidada para O_2 e a outra é reduzida para H_2O .



- Polifenol-Oxidases

São enzimas responsáveis pelo escurecimento em muitos produtos.

- Lipoxidase

A lipoxidase ou lipoxigenase catalisa a oxidação de ácidos graxos poliinsaturados. Entre tais ácidos, temos o linolênico, linoléico e araquidônico.

4. OPERAÇÕES UTILIZADAS NA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

4.1 Manuseio da matéria-prima

- Tratamentos preliminares: limpeza, seleção e classificação; fumigação; resfriamento; armazenamento.
- Transporte para a fábrica.

4.2 Preparo da matéria-prima e operações preliminares

- Limpeza e purificação: lavagem a seco, lavagem, aspiração; filtração; fumigação; cloração da água.
- Remoção de partes indesejáveis (película, caule, vísceras, caroços etc.).
- Desintegração e separação dos componentes (extração, despulpamento, moagem, trituração, centrifugação, aspiração, filtração, peneiração etc.).

4.3 Manufatura dos produtos finais

- Formulação.
- Operações de elaboração: envelhecimento e maturação; clarificação e filtração; cristalização; centrifugação; envelhecimento e defumação; secagem; concentração; processamento pelo calor; agitação e mistura de ingredientes; tratamento pelo frio (refrigeração e congelamento); modelagem; forneamento e assamento.

- Embalagem e distribuição: embalagem; enchimento; empacotamento; armazenamento; distribuição.

4.4 Higiene e Sanitização

Qualquer procedimento aplicado ao controle, que elimine ou reduza os perigos microbiológicos até níveis suportáveis, minimizando os riscos de transmissão de agentes patogênicos, causadores de doenças. Dependendo da situação desejada, a higiene pode compreender apenas uma simples lavagem, podendo necessitar uma desinfecção, ou em situações mais críticas, envolve até a esterilização.

Limpeza: procedimento que envolve a simples remoção de sujidades ou resíduos macroscópicos de origem orgânica ou inorgânica.

Lavagem: procedimento que envolve a utilização de água e sabão ou detergente para melhor remoção das sujidades, podendo ou não reduzir os patógenos até níveis suportáveis.

Desinfecção/Sanificação: procedimento que elimina ou reduz os microrganismos patogênicos até níveis suportáveis, sem risco à saúde. Termo utilizado para ambientes ou vegetais (inanimados). Para esta finalidade utilizam-se desinfetantes ou sanificantes.

Anti-sepsia: procedimento que tem o mesmo efeito da desinfecção ou sanificação, eliminando ou reduzindo os microrganismos patogênicos até níveis suportáveis. Termo utilizado para superfícies vivas externas, como pele, algumas mucosas etc. Para esta finalidade utilizam-se anti-sépticos.

Assepsia: qualquer procedimento que evite o retorno da contaminação, seja ela biológica (microbiológica), química ou física. Significa uma conduta de controle aplicada após a esterilização, desinfecção ou anti-sepsia para proteger as superfícies ou os produtos para os quais já foram removidos ou reduzidos os perigos.

4.5 Processos de separação

Constitui a primeira etapa da utilização da matéria-prima selecionada, que passa por uma série de manobras preliminares, segundo a sua origem e destinação e que consiste de modo geral na sua limpeza, separação de partes não comestíveis, higienização etc.

A limpeza do alimento e a retirada de seus pedaços inaproveitáveis reduzem as cargas microbianas normais existentes e diminuem a ação de enzimas exo e endocelulares; durante esta operação, ainda são eliminados ovos de parasitos ou suas formas evolutivas.

Também a eliminação de certas partes do alimento favorecem a sua conservação, como acontece com os cereais, dos quais se extrai o germe, visando ao impedimento de processos de rancidez, no grão ou nos seus produtos.

As sujidades como terra, pedaços de corpos estranhos etc. são expurgados durante o beneficiamento, não só pelo caráter anti-higiênico que representam, como por sua presença, danificar os aparelhos de fabrico.

A fase de beneficiamento, que proporciona a redução do “fator de correção” (F.C.), favorece o comprador, por diminuição de tempo e trabalho para a conservação do produto e baixa do seu preço proporcional.

No decurso da fase de beneficiamento, são apartadas e recolhidas as partes rejeitadas das matérias-primas, empregadas tradicionalmente na preparação de subprodutos e as consideradas como resíduos.

Durante as fases de beneficiamento e de elaboração, os princípios de preservação dos produtos são obrigatoriamente cumpridos; nos casos previstos, a conservação da matéria-prima é feita simultaneamente.

4.6 Preparo da matéria-prima para o processamento

–Para o pré-preparo das carnes, retirar da câmara frigorífica, apenas a quantidade suficiente de matéria-prima que pode ser trabalhada por vez. Retorná-la à câmara assim que estiver pronta, retirando nova partida e assim, conseqüentemente;

–Controlar a manipulação dos alimentos, durante o preparo, cuidando para que o número de manipuladores seja sempre o estritamente necessário, de preferência, sempre os mesmos;

–Evitar demasiada manipulação da matéria-prima, principalmente:

- **Frangos e pescados:** depositar na câmara imediatamente depois da recepção, seleção e contagem, ainda nas embalagens originais individuais (após lavados em água corrente). Descongelar no frio (câmara ou geladeira) e, quando não for possível, tirar das embalagens e deixar em água corrente fria (nunca em água parada). Fazer as porções, temperar e retornar rapidamente à câmara ou geladeira.
- **Aparas de todas as carnes:** dar pré-preparo segundo o que se pretende fazer com as aparas já no momento da limpeza da carne, guardando-as imediatamente na câmara. Exemplo: cortar as aparas de carne bovina em cubos para o próximo “goulash”.

- **Bifes:** cortá-los, separando-os imediatamente por tamanho e quantidade, segundo a previsão real de consumo. Passar no amaciador, temperar e colocar em assadeiras ou mono-blocos rasos, levando à câmara ou geladeira cada recipiente assim que estiver cheio. Retirar à medida de sua necessidade.
- **Carnes assadas:** assar a peça, guardando-a na câmara ou geladeira assim que chegar à temperatura de 55°C. Quando necessário, retirar para fatiar, dar preparo final e distribuir.
- **Frutas:** antes de sua utilização, exigir a lavagem das frutas em água corrente, repouso em solução de hipoclorito próprio para os alimentos e lavagem em água corrente;

–Higienizar as superfícies de trabalho, *tábuas* e utensílios antes e depois do preparo da matéria-prima (escovando com sabão e muita água). Utensílios e peças removíveis do amaciador e picador devem ficar imersos em solução de hipoclorito próprio para ambiente, por 2 minutos;

–Identificar superfícies de trabalho, tábuas e utensílios para não utilizá-los igualmente em matéria-prima crua e alimentos já preparados. Exemplo: usar uma tábua para corte de carne crua e depois, no mesmo local, fatiar a carne assada sem uma boa limpeza é expressamente proibido;

–Atentar para a superfície de trabalho, tábuas e utensílios diferentes para se trabalhar materiais diferentes. Exemplo: não corte carne e verduras na mesma tábua;

–Ordenar e controlar para que todos (inclusive você) lavem muito bem as mãos com água e sabão antes de tocar em qualquer alimento, seja matéria-prima, seja no pré-preparo, preparo ou distribuição. Após lavar as mãos, passar solução de álcool iodado 0,1% ou álcool 70%;

–Exigir que os funcionários lavem as mãos a cada mudança de manipulação ou serviço;

–Instruir e vigiar todos os funcionários para que lavem as mãos depois de coçar narinas, passar as mãos no rosto ou nos cabelos, fumar, depois de visitarem os sanitários, vestiários e depósito;

–Afastar da manipulação de alimentos, funcionários que apresentem manchas, machucaduras e alergias em seus membros ou estiverem doentes;

- Prevendo consumo real, retirar na medida de sua necessidade (em parcelas) da câmara frigorífica ou geladeira, quantidade de matéria-prima a ser preparada;
- Evitar as preparações de vésperas para materiais com consumo previsto para o dia seguinte. Nos casos em que tal medida é inevitável, armazená-los coberto na câmara frigorífica ou geladeira tão logo prontos, ou seja, nunca deixá-los expostos à temperatura ambiental;
- Atentar para que o alimento, antes e depois de sua preparação, não fique mais de meia hora na temperatura ambiental;
- Atentar para o fato de que alimentos assim preparados, estejam no fogão ou geladeira, ou seja, submetidos a temperaturas inferiores a quatro graus centígrados ou superiores a setenta graus centígrados positivos;
- Exigir a manutenção das praças limpas, antes, durante e depois das preparações (inclusive o piso);
- Utilizar sempre os garfos, pegadores ou, em último caso, luvas descartáveis na manipulação de alimentos prontos. Estudar sempre o processo de preparação para que não haja necessidade de manipulação manual;
- Manter materiais de limpeza, principalmente detergente e sabões, quando na cozinha, longe de alimentos e em embalagens facilmente identificáveis;
- Distinguir muito bem o uso de materiais como vassouras, rodos, panos e baldes de modo que, se utilizados no chão, não venham a ser aplicados em tampos, superfície de trabalho, equipamentos, utensílios, mesas dos refeitórios e outros que tenham contato direto ou indireto com o alimento. Não utilizar vasilhames destinados a guarda ou cocção de alimentos para processos de limpeza;
- Conservar os recipientes de lixo permanentemente tampados. Atentar para que os funcionários lavem as mãos sempre que tiverem de destampá-los ou removê-los do lugar (depois da operação);
- Controlar a operação de limpeza de panelas para que as mesmas sejam lavadas mantendo-se por baixo algum suporte. Nunca utilizar caixotes, mono-blocos ou latões de lixo para apoio de panelas, principalmente, se contiverem qualquer tipo de alimento.

5. ALTERAÇÕES QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS NOS ALIMENTOS

De uma maneira geral, pode-se afirmar que as alterações dos alimentos são devidas às seguintes causas:

- a) Crescimento e atividade dos microrganismos;
- b) Ação das enzimas presentes nos alimentos;
- c) Reação química não enzimática;
- d) Alterações provocadas por insetos e roedores;
- e) Mudanças físicas como aquelas ocasionadas por agentes mecânicos.

Portanto, as alterações são de ordem biológica, química e física.

5.1 Reações químicas não enzimáticas

Entre as principais temos o ranço oxidativo e o escurecimento químico dos alimentos.

Ranço oxidativo

No ranço oxidativo (auto-oxidativo ou rancificação auto-oxidativa), as cadeias insaturadas dos ácidos graxos poderão romper-se, originando diversos carbonilados de peso molecular mais baixo e responsáveis pelo odor desagradável dos produtos rançosos.

Na presença de oxigênio, a cadeia insaturada do ácido graxo transforma-se em hidroperóxido que se rompe originando compostos voláteis como aldeídos, cetonas, ésteres, lactonas, ácidos graxos de cadeia curta, alcoóis e hidrocarbonetos, alguns com odor bem desagradável e típicos de produtos rançoso.

Essa reação é acelerada pelo oxigênio, luz (especialmente ultravioleta), temperatura, metais (especialmente cobre, ferro, cobalto, manganês), enzimas (lipoxidase), metaloproteínas e presença de oxidantes naturais.

O ranço oxidativo deve ser diferenciado do ranço hidrolítico, ocasionado por certas enzimas (lípsases) que, ao hidrolisarem um triglicerídeo (óleo ou gordura), liberam ácidos graxos, sendo que aqueles de baixo peso molecular (ácidos butírico, capríco, caprílico etc.) possuem odor e sabor desagradáveis.

Escurecimento químico

Escurecimento ou “browning” químico é o nome que se dá a uma série de reações químicas que culminam com a formação de pigmentos escuros conhecidos com o nome genérico de melanoidinas. As melanoidinas são polímeros insaturados coloridos de variada composição.

É uma reação desejável em alguns casos, como na fabricação de cerveja, pão, café, batata frita, produção de caramelo e indesejável, como nas frutas desidratadas, ovo em pó, suco concentrado de frutas, especialmente de limão, etc.

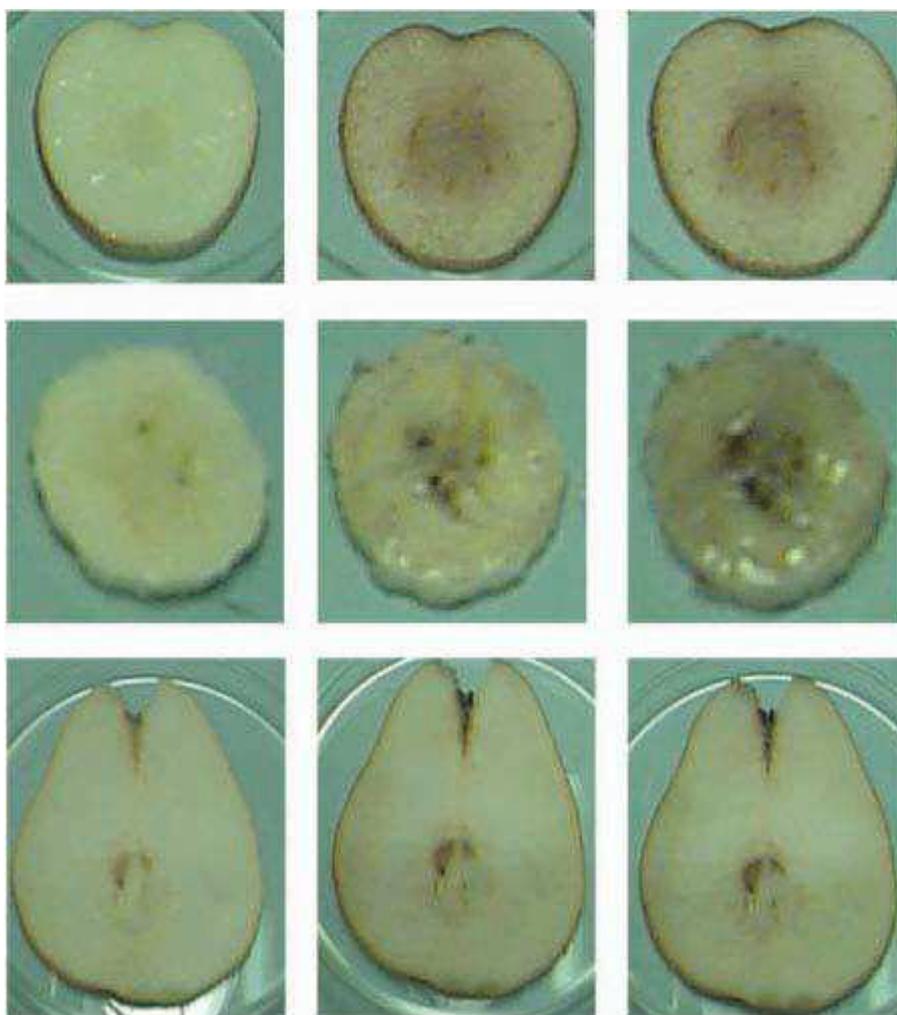


Fig. 3 Escurecimento químico da maçã, banana e pêra respectivamente

Apesar da complexidade do assunto são hoje aceitos três mecanismos ou tipos principais de escurecimento químico não enzimático: a reação de Maillard, o mecanismo do ácido ascórbico e a caramelização.

Reação de Maillard

Envolve uma série de reações que se iniciam com a combinação entre o grupamento carbonila de um aldeído, cetona ou açúcar redutor, com o grupamento amino de um aminoácido, peptídeo ou proteína, formando depois a chamada base de Schiff, sofrendo o rearranjo de Amadori, (isomerização da aldossilamina N-substituída), a degradação de Strecker (perda de CO₂) e culminando com a formação de pigmentos escuros. Furfural tem sido identificado como uma substância intermediária formada no processo que, por polimerização, poderá produzir melanoidinas.

ESQUEMA DE HODGES
(Reações de escurecimento)

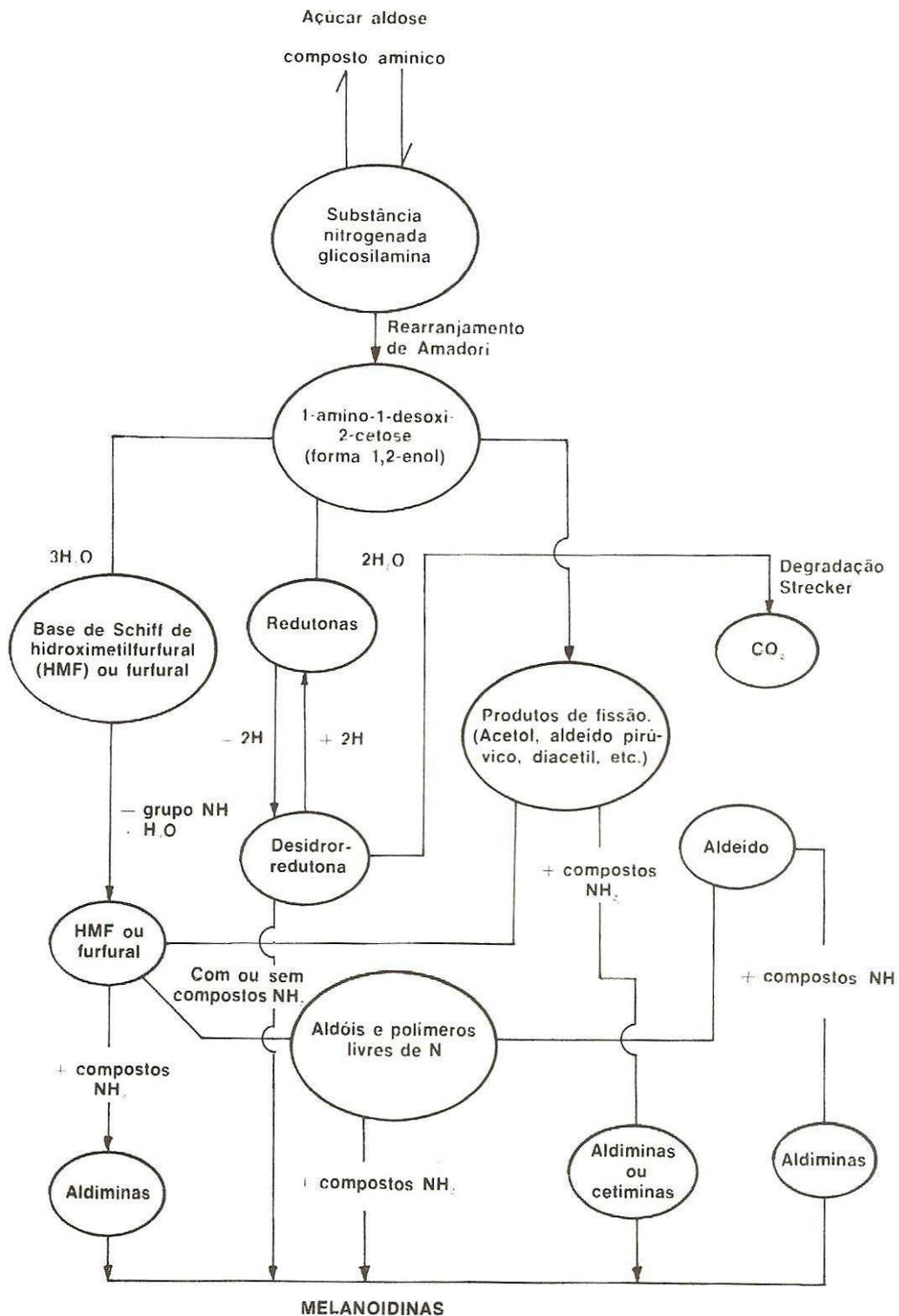


Fig.4 Esquema de Hodges mostrando as reações de escurecimento (Hodges, 1953)

Mecanismo do ácido ascórbico

O ácido ascórbico tem sido considerado como o responsável pelo escurecimento de sucos cítricos concentrados, principalmente os de limão e tangerina. O ácido ascórbico, quando aquecido em meio ácido, irá formar o furfural, que poderá sofrer polimerização, originando compostos de coloração escura.

Caramelização

A caramelização ocorre quando compostos polidroxicarbonilados (açúcares ou certos ácidos) são aquecidos a temperatura relativamente altas. Irá ocorrer uma desidratação dos açúcares com a formação de aldeídos muito ativos.

Hidroxiacetilfurfural é muitas vezes um produto intermediário, sendo capaz de sofrer polimerização originando as melanoidinas.

5.2 Alterações provocadas por insetos e roedores

Os insetos são importantes, principalmente na destruição de cereais e frutas e hortaliças. O problema maior da presença do inseto não é o alimento que ele consome, mas, sim o fato de ele deixar uma porta de entrada para o ataque dos microrganismos.

Os roedores, principalmente os ratos, são, também, consumidores de alimentos e por isso sérios competidores do homem. Nos Estados Unidos da América do Norte, os insetos e os roedores destroem 5 a 10% dos cereais. No Brasil esta alteração é calculada hoje em 20 a 30%, ao passo que em certos países ela chega a alcançar 0 a 50% da produção total.

5.3 Alterações ocasionadas por mudanças físicas

Estão aqui incluídas certas alterações decorrentes de ordem física, inclusive ação de agentes mecânicos que causam danos, como quebras, deformações, perfurações, cortes, alterações ocasionadas por falhas operacionais (queimaduras e subprocessamento), armazenamento e manuseio deficiente. Além disso, agentes como o ar, luz, calor e frio podem ocasionar alterações organolépticas ou mesmo na aparência dos alimentos, que os tornam inaceitáveis para consumo.

6. MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO

Desde que os vegetais, as frutas, os ovos e leite, são colhidos, desde que a carne é retirada do animal abatido, que os pescados são retirados de seu “habitat” e desde que os alimentos são elaborados, que neles se iniciam processos físicos, químicos e biológicos, que alteram suas qualidades organolépticas e de sanidade.

O grau dessa alteração está condicionada a inúmeras causas, ligadas à composição dos alimentos, à presença de enzimas e de microrganismos e a outros fatores, capazes de desencadear, neutralizar ou refrear o processo de deturpação.

Por todas estas condições, a preservação e conservação dos alimentos se impõem em todas as fases que procedem o seu consumo, o que se consegue através de vários processos, baseados no extermínio parcial ou total dos microrganismos e enzimas deteriorantes e da anulação dos fatores predisponentes da alteração.

Esses processos, para atender todas características de alimento em seus diversos estados e origem, são de elástica versatilidade; baseiam-se em métodos de temperatura (calor e frio), de supressão de elementos (água e oxigênio), de adição de açúcar, de substâncias químicas (aditivos) e de gases, de defumação, de agentes fermentativos (fermentação alcoólica e láctica), em processos de liofilização, de irradiações etc.

O emprego desses métodos de conservação se propõe a atender a necessidade específica do alimento; alguns deles, porém, não respondem a essa condição e, para que a conservação se torne eficiente, há necessidade de aplicação de mais de um processo, numa ação combinada, de complementação.

É o que acontece com verduras (branqueamento – desidratação ou congelamento), com o leite (pasteurização – resfriamento), com peixes (radiação ionizante – frio), com a carne (salga – defumação; salga – dessecação e prensagem) etc.

6.1 Conservação por calor

Os métodos de calor (temperaturas superiores a 21°C) visam à eliminação de microrganismos inconvenientes e, quando isso não é possível, eles procuram impedir ou retardar o seu crescimento.

De um modo geral, a aplicação dos processos de conservação pelo calor está condicionada ao grau adequado de temperatura e ao tempo de sua exposição e às diferentes características dos produtos a serem tratados.

Branqueamento

Branqueamento (blanching) ou escaldado é processo térmico de curto tempo de aplicação, com características de pré-tratamento, pois precede o início de outros processos de elaboração industrial, como acontece nos tratamentos de congelamento e de hidratação de verduras.

Comumente, o branqueamento é empregado para inativar enzimas contidas em frutas e hortaliças, antes de serem submetidas ao congelamento, já que este não é suficiente, até certo ponto, para sustar a atividade enzimática.



Fig. 5 Etapas do branqueamento

Ações do branqueamento:

- Ajuda a limpeza do alimento e, com isso, reduz a quantidade de microrganismos de sua superfície;
- Amolece e incha os tecidos vegetais, para, com isso, dar massa mais uniforme ao alimento dentro do recipiente determinado;
- Elimina quase a totalidade de ar e gases contidos nos tecidos vegetais (ervilhas), para que não fiquem retidos antes do fechamento do produto, aumentando a pressão interior das latas e reduzindo o vácuo;

- Produz a inativação de enzimas que afetam as qualidades dos produtos durante e depois do processamento.

Tindalização

O método de tindalização, é assim conhecido por sua vinculação ao físico inglês Jonh Tindall; como meio de conservação de matérias-primas, foi adotado por Rosenstiel, em 1895.

O aquecimento se faz de maneira descontínua, em recipientes fechado, no qual é alojado o produto, sob temperatura de 60^o a 90^oC; este tratamento térmico, que dura alguns minutos, de repente por várias vezes (3 a 12), no intuito de se conseguir a destruição de todos os microrganismos.

Como complemento da tindalização, é o resfriamento, que se inicia imediatamente ao término da primeira operação.

A inconveniência do processo de tindalização resulta de ser de maior custo e demorado, devido aos intervalos de resfriamento, que é de 12 a 24 horas; o processo, entretanto, é vantajoso, no que se refere à manutenção dos nutrientes e caracteres organolépticos, que se conservam em maiores proporções do que em outros métodos por calor.

Pasteurização

A pasteurização, processo térmico criado por Pasteur, em 1864, tem por objetivos o extermínio parcial da flora banal e a eliminação total da flora microbiana patogênica.

A temperatura empregada não ultrapassa os 100^oC e pode ser obtida por água quente, por calor seco, vapor, corrente elétrica e por radiação ionizante.

A temperatura de pasteurização e seu tempo de duração, estão condicionados à carga de contaminação e às condições de transferência de calor através do alimento.

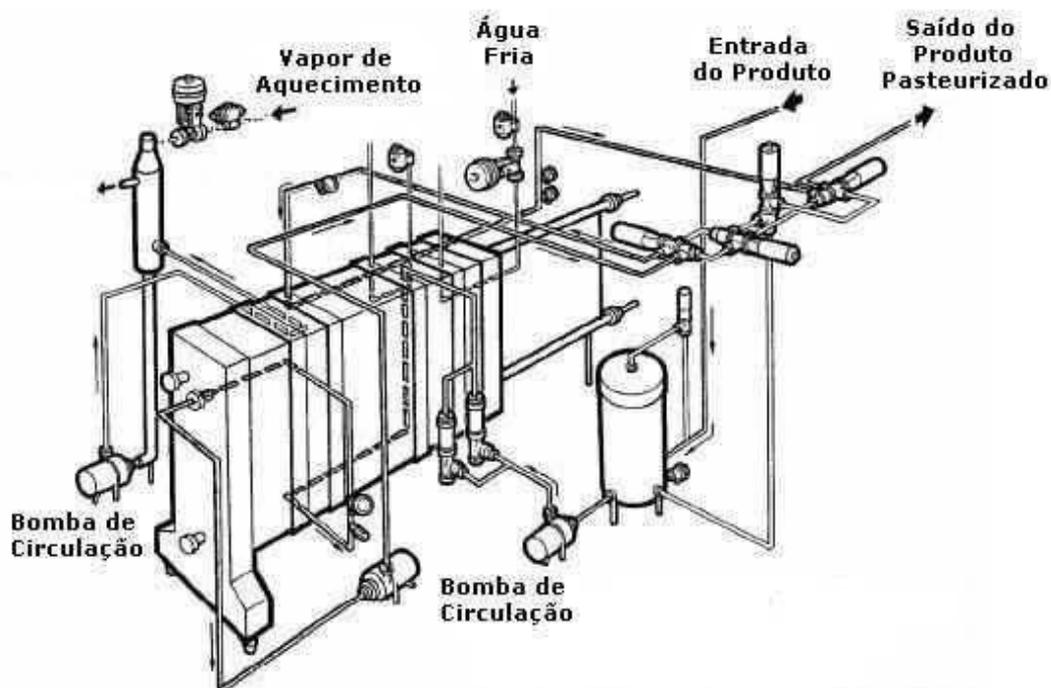


Fig.6 Trocador de calor

A utilização do método de pasteurização geralmente é preferida, quando outros tratamentos térmicos de temperatura mais elevada, prejudicam as qualidades dos produtos.

A pasteurização é especialmente indicada para o leite, creme de leite, manteiga, frutas, sorvetes, embutidos, compotas, cerveja e ovos líquidos enlatados.

Nos sucos de frutas ácidos, apesar de não destruir os microrganismos esporulados (*B. mesenterius*, *subtilis* etc), o emprego da pasteurização se impõe, pois mesmo não eliminando as bactérias esporuladas, não constitui problema, pelo fato de que bactérias esporuladas não crescem em meios ácidos.

Considerando a variabilidade de tempo/temperatura e as características dos produtos, a pasteurização deve garantir a condição microbiológica exigida, a destruição das enzimas prejudiciais e a pressão do oxigênio, baixa no alimento.

Pasteurização

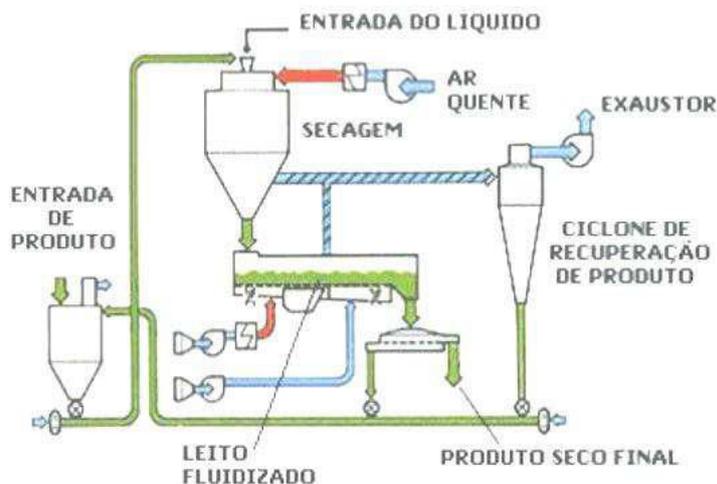


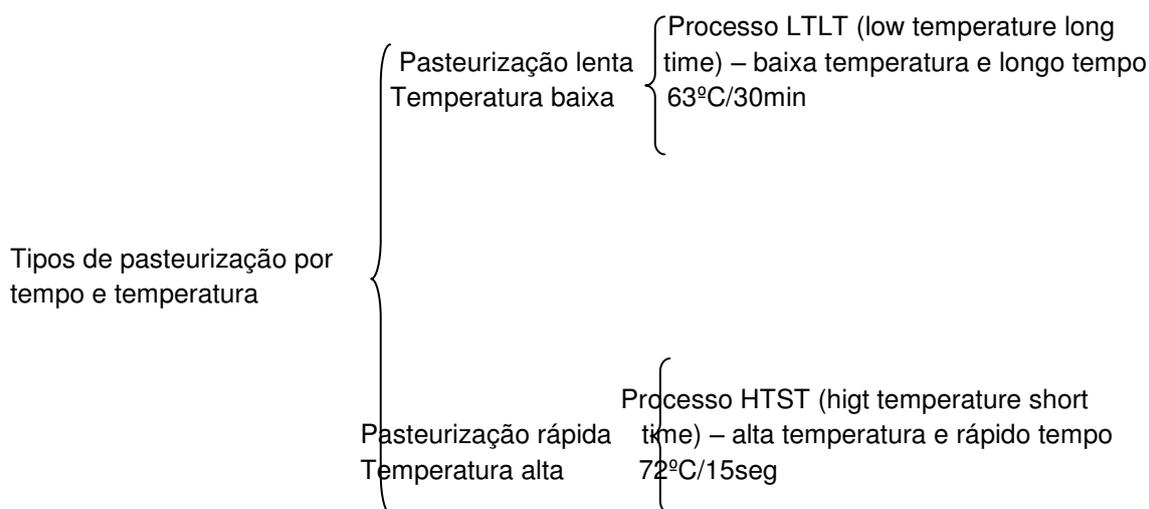
Fig. 7 Pasteurização

Considerações a respeito da pasteurização:

- Os alimentos pasteurizados, devem ser comidos em curto espaço de tempo;
- No que diz respeito ao leite, este nem sempre tem condições para ser pasteurizado; quando sua população microrgânica é muito grande, várias situações inconvenientes podem ocorrer; com maior teor de contaminantes, o tratamento terá de ser feito com temperatura mais elevada e, com isso, o leite ficará com sabor (gosto de cozido) e cor alterada (caramelização da lactose); com grande contaminação, o leite também não servirá para ser pasteurizado e consumido, e por poder conter substâncias tóxicas, produzidas por microrganismos;
- O leite para consumo, por determinação legal, deve ser obrigatoriamente pasteurizado;
- A existência da fosfatase no leite, serve de prova de que o produto foi pasteurizado.

A pasteurização se desenvolve em diferentes tempos e temperatura e através de processos contínuos e descontínuos.

Em relação ao tempo e temperatura, a pasteurização é feita por dois tipos:



Esterilização

A esterilização, realizada por diversos processos, visa à destruição das floras normal e patogênica presente em alimentos, com a finalidade de prevenir sua deterioração e eliminar agentes nocivos à saúde.

A temperatura de esterilização é aquela suficiente para conseguir a morte térmica dos microrganismos; por convenção, essa temperatura é determinada ao destruir o *Clostridium botulinum* (tomando como germe padrão, por sua resistência ao calor e ação toxínica), em sua forma vegetativa e esporulada; a temperatura exigida para eliminar os esporos desta bactéria é considerada o mínimo térmico exigido para a eficácia do tratamento.

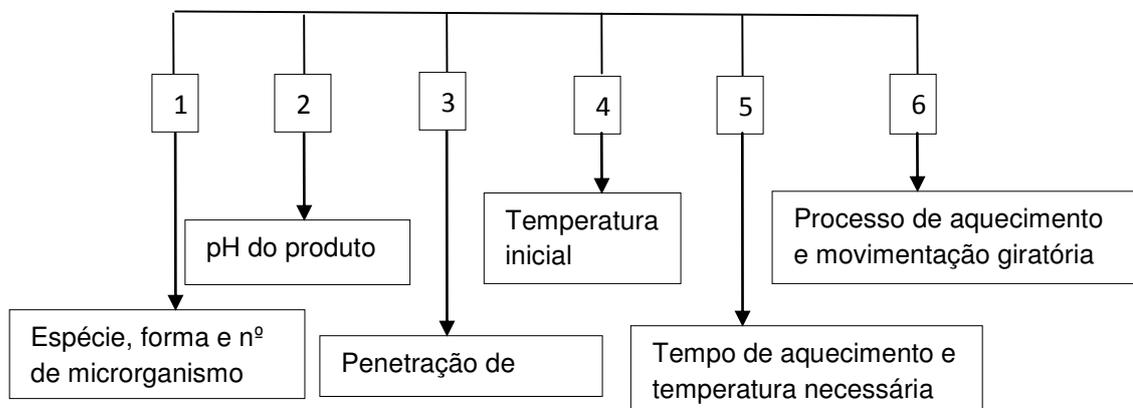
O processo de esterilização, entretanto, não produz no alimento a eliminação absoluta de microrganismos, pois a cifra de destruição é de 99,99%; por isso, o processo se denomina “esterilização comercial”.

A esterilização de alimentos é feita em unidades envasadas e a granel; a aplicação térmica em produtos acondicionados é mais conhecida por apertização, enquanto a designação esterilização é usualmente conferida a processos que apresentam características especiais e inclusive alguns deles que utilizam temperaturas mais altas, como por exemplo o UHT (ultra high temperature).

Apertização

A apertização corresponde ao aquecimento do produto já elaborado (esterilização comercial), envasados em latas, vidros, plásticos autoclaváveis e relativamente isentos de ar.

Condições que podem interferir no processamento de apertização



1. A resistência do microrganismo ao calor é maior ou menor segundo sua espécie e forma vegetativa ou esporulada; também as exigências térmicas variam de acordo com o número da população microrgânica.
2. Dependendo do seu pH, os alimentos requerem diferentes tipos de calor. Em produtos ácidos com pH abaixo de 4,5 (frutas, tomate etc) os microrganismos são esterilizados em temperatura de cocção; nos alimentos poucos ácidos (leite, feijão, milho etc) e a destruição microrgânica ocorre somente com temperatura elevada, sob pressão de vapor, capaz de destruir o *Clostridium botulinum*, em suas formas vegetativas e esporuladas.
3. Influem na penetração de calor no recipiente: o estado, condições e tipos de alimentos, sua disposição nos envases, composição e estado das coberturas; tamanho, forma e capacidade de condição térmica do material de embalagem. A distribuição da temperatura dentro da lata, não é uniforme quando recebe calor; a região onde o aquecimento é mais lento de denomina “ponto frio”, que se encontra no centro geométrico do eixo vertical da lata (quando o calor se expande por condução) e no fundo da lata, no eixo vertical (quando o calor é difundido por convecção).
4. Os produtos pré-aquecidos facilitam a apertização, por permitir a redução do tempo da aplicação de calor.
5. Quanto maior for o tempo de exposição de calor e o grau de temperatura, com mais facilidade haverá a destruição microbiana. A aplicação prática

dessa vantagem fica prejudicada, por provocar perdas organolépticas e nutritivas do produto, assim como maior dispêndio de consumo elétrico.

6. A velocidade de penetração de calor no recipiente torna-se maior quando este, durante o processamento, é submetido a movimentos giratórios. Essa rotação, por melhoria da difusão de calor, diminui o tempo de aquecimento e, conseqüentemente, o período de resfriamento.

Defumação

A defumação, atualmente, não é mais empregada somente com o objetivo de conservação e sim como processo através do qual o produto adquire particularidades organolépticas de geral agrado.

Normalmente, a defumação se realiza em seguimento a outros processos, como, por exemplo, os de salga, de dessecação etc.

As carnes de vários tipos e alguns de seus derivados são os produtos em que mais se utilizam a defumação: carnes bovinas, de peixe e de aves, embutidos etc.

Em contato com o calor e a fumaça, as carnes perdem água, ficam ressecadas em suas superfícies têm sua coloração estabilizada e adquirem o sabor e odor característico dos produtos defumados.

A perda de água e a ação dos constituintes da fumaça conferem ao alimento verdadeira barreira física e química contra a penetração e a atividade dos microrganismos; essa capa protetora se deve à desidratação que se processa na superfície do produto, à coagulação proteica que ocorre e ao depósito que se forma na camada de resinas, formadas por condensação.

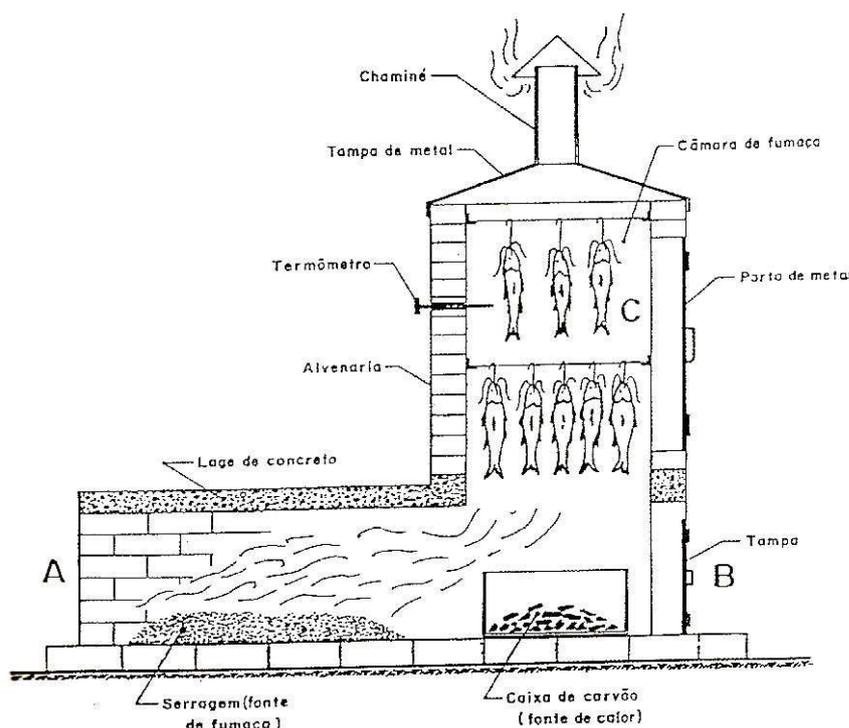


Fig.8 Defumador

A fumaça é constituída pela combustão incompleta de vários materiais: madeira, serragem, carvão, turfa etc.

A madeira e, conseqüentemente, a serragem, devem ser do tipo empireuméticas ou pirolenhosas. Com estas características, as madeiras mais usadas para a produção de fumaça, são: de olmeiro, de roble, de freixo, de zimbre, de faia, de amieiro (aparas) etc.

A ação micostática da fumaça é menos positiva do que a bacteriostática, pois ela tem maior atuação sobre as bactérias do que sobre os fungos.

A fumaça líquida, já industrializada, existe no mercado sob várias denominações; seu emprego, além de sanar o inconveniente da presença de substâncias indesejáveis, resulta em método industrial mais barato do que o de defumação clássica.

A fumaça líquida é utilizada para aperfeiçoar os caracteres organolépticos dos produtos, principalmente os de carne, e também para acelerar o processo de defumação.

Sua aplicação se realiza por injeção, pulverização ou adição às substâncias destinadas à cura de carnes.

O presunto, a galinha, e o peru defumados, produtos que são consumidos diretamente, mantêm intactas suas características de sabor e de odor; o mesmo não ocorre com os produtos submetidos à cocção ou resfriamento em água (salsichas etc), que perdem principalmente sua coloração.

6.2 Conservação por frio

No método de conservação por frio, os processos empregados são: pré-refrigeração, refrigeração, congelação, supergelação e liofilização.

As altas e baixas temperaturas, isto é, o calor e o frio, constituem a base de vários processos de conservação de alimentos e de produtos alimentícios, com o propósito de manter, o mais possível as quantidades indispensáveis para sua perfeita ingestão.

Ao colocarmos a mão junto a um pedaço de gelo, sentimos, de imediato, sensação de frio; esta sensação, porém, não é resultante da ação do gelo, e sim de desprendimento de calor da mão, em contato com a fonte fria.

Desse modo o frio nada mais é, do que uma graduação do calor, como a que existe entre a água quente e fervente ou entre a água fervente e a temperatura de um arco elétrico.

Apoiado nesse princípio, verificamos que os processos de conservação por baixas temperaturas se realizam por extração de calor.

As baixas temperaturas, em seus diversos graus, exercem ação direta sobre microrganismos, que, em sua temperatura sensível, ficam inibidos ou destruídos, também o frio, em seus níveis correspondentes, retardam ou anulam as atividades enzimáticas e as reações químicas.

Quanto mais baixa é a temperatura, mais eficiente é sua ação conservadora. Considerando, porém, o valor econômico dos produtos resfriados e congelados, conservados em condições de consumo, chega-se à conclusão de que o lucro é perfeitamente compensado pelo gasto frigorífico.

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 haja sensíveis perdas de seu valor nutritivo, de seus caracteres organolépticos e diminuição de peso, por secagem.

Refrigeração

O processo de refrigeração difere dos demais processos de frio, pelos graus de temperatura utilizados, que estão compreendidos entre -1°C a 10°C .

A refrigeração não tem ação esterilizante sobre microrganismos e, por isso, não pode melhorar o alimento em condições precárias de sanidade; consegue, sim retardar o prosseguimento de atividades contaminantes já instaladas e impedir, nos casos previstos, o surgimento de novos agentes deteriorantes. Por sua importância, não é demais reafirmar que a refrigeração produz uma bacteriostase, isto é, a inibição de germes, sem, porém, destruí-los.

ORGANIZE A SUA GELADEIRA

CONGELADOR

Os alimentos que você comprar congelados devem ser armazenados no congelador. Se eles forem tirados de lá, não devem ser recongelados.

PRATELEIRA SUPERIOR

(abaixo do congelador)

Tudo que precisa de mais refrigeração deve ficar nessa prateleira. Leite e derivados (queijos, iogurtes, manteiga), patês e embutidos (presunto, mortadela, salame)

PRATELEIRAS DO MEIO

Elas armazenam produtos como carnes temperadas, sobras do almoço, ovos e alimentos que estão em processo de descongelamento. Tudo deve ficar em vasilhas com tampa, para não espalhar o cheiro dos alimentos

PRATELEIRA INFERIOR

(a última, antes da gaveta)

Essa prateleira deve ser reservada aos alimentos que vão ser consumidos rapidamente, como frutas maduras

GAVETA INFERIOR

A gaveta que fica longe do congelador deve armazenar verduras e legumes, tudo em sacos plásticos

PORTA

Use esse espaço para guardar líquidos, como refrigerantes, sucos, catchup e outros temperos. Nunca coloque os ovos na porta da geladeira. Eles devem ser armazenados em uma vasilha (não na caixa quem vem do supermercado), na prateleira do meio, ou na superior

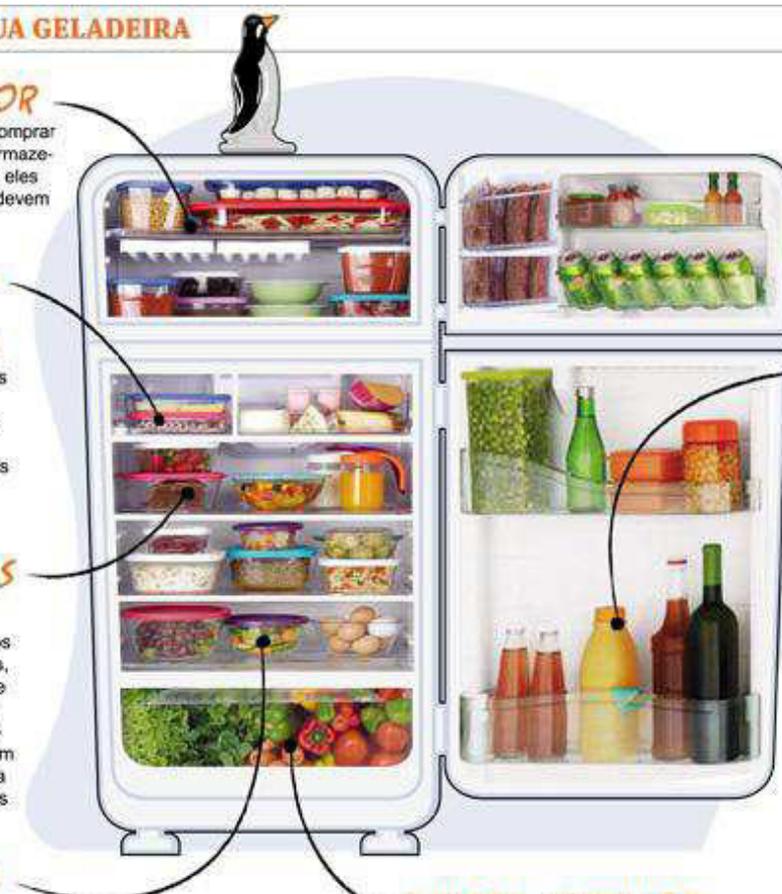


Fig. 9 Modelo para organizar a geladeira

O processo de refrigeração, além de outros fatores que nela interferem, é regido especialmente por duas importantes condições, estreitamente correlacionadas: o grau de temperatura empregada e a duração de tempo em que o alimento deve permanecer armazenado.

Dos alimentos para consumo e matérias-primas para a indústria, os de maior necessidade de serem refrigerados são aqueles de perecibilidade fácil.

Assim sendo, quando esses alimentos não são de consumo imediato necessitam de refrigeração: a carne, após a matança do animal; o leite, depois da

ordenha; o pescado, em seguida à sua captura; as frutas, posteriormente à sua colheita etc.

Congelação

A congelação é o tratamento de frio destinado aos alimentos que necessitam maior período de conservação; este processo, pelo longo tempo de armazenamento que faculta ao alimento, tem nítida primazia sobre os demais meios de conservação, de natureza química e física.

A vantagem de seu emprego também consiste, principalmente, em conservar no alimento grande parte de seus caracteres organolépticos e nutritivos e dificultar ações desfavoráveis de microrganismos e enzimas.

Tabela 2 – Diferenças entre a congelação, refrigeração e supergelção

	Refrigeração	Congelação	Supergelção
Tempo de conservação	-4°C ou mais	-10°C a -18°C	Congelação abaixo de 0°C mais pressão atmosférica de 4,7mm de Hg e conservação a -18°C ou menos.
Qualidade de conservação	Conservação das qualidades originais	Manutenção da qualidade do produto e conservação de seus caracteres organolépticos	Quase as mesmas características da congelação
Ação antimicrobiana	Atraso da multiplicação microbiana e de alterações bioquímicas	Suspensão total do crescimento microbiano, retardamento e suspensão da atividade metabólica	Quase as mesmas características da congelação

A desvantagem relativa do método de congelação, em comparação com os proveitos que oferece ao mercado de consumo, é o gasto, a que obriga, de uma cadeia ininterrupta de aplicação de diferentes graus de baixa temperatura (cadeia de frio).

Esta “cadeia de frio” utiliza equipamentos resfriadores, congeladores, barcos, vagões e caminhões frigoríficos, geladeiras, freezers, pequenas viaturas térmicas etc., utilizados desde a obtenção do produto até a sua distribuição e consumo.

A “cadeia de frio”, até o momento da descongelação do alimento, não poderá nunca ser interrompida por falta ou inadequação da baixa temperatura; também é inconveniente qualquer armazenamento prévio da matéria-prima antes de sua congelação, pois essa norma influirá prejudicialmente sobre a qualidade do produto.

Produto	-18°C	-12°C	-7°C
Carne bovina (crua)	13-14 meses	5 meses	<2 meses
Carne suína (crua)	10	<4	<1,5
Frango cru	27	15,5	<8
Frango frito	<3	<1	<0,6
Peixe magro (cru)	3	<2,25	<1,5
Peixe gordo (cru)	2	1,5	0,8
Produto	-18°C	-12°C	-7°C
Suco de laranja	27 meses	10 meses	4 meses
Pêssegos	12	<2	<0,2
Morangos	12	2,4	0,3
Couve-flor	12	2,4	0,3
Feijões verdes	11-12	3	1
Ervilhas verdes	11-12	3	1
Espinafre	6-7	<3	0,75

Fig. 10 Período de conservação de alguns produtos de acordo com a temperatura

CADEIA DE FRIO

Da congelação lenta e rápida resultam, na carne, cristais de gelo de diferentes formas e dimensões; a estrutura e o tamanho dos cristais de gelo dependem da velocidade da congelação da carne.

Em temperatura abaixo do ponto de congelação e tempo lento de exposição ao frio, surgem nos espaços intracelulares e no interior das células, grande e volumosos cristais; utilizando-se o processo de congelação rápida, com temperatura muito baixa, os cristais de gelo formados são de diminuto tamanho.

Esses cristais se tornam ainda maiores, por influência da água retida entre as fibras musculares que, lentamente congeladas, atraem mais água das células.

O número e o tamanho dos cristais influem bastante na reabsorção do suco da carne quando de seu descongelamento, pois a água dos cristais grandes não sendo inteiramente reabsorvida, se desprende do produto, por gotejamento.

TEMPERATURA DE CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS EM GRAUS °C

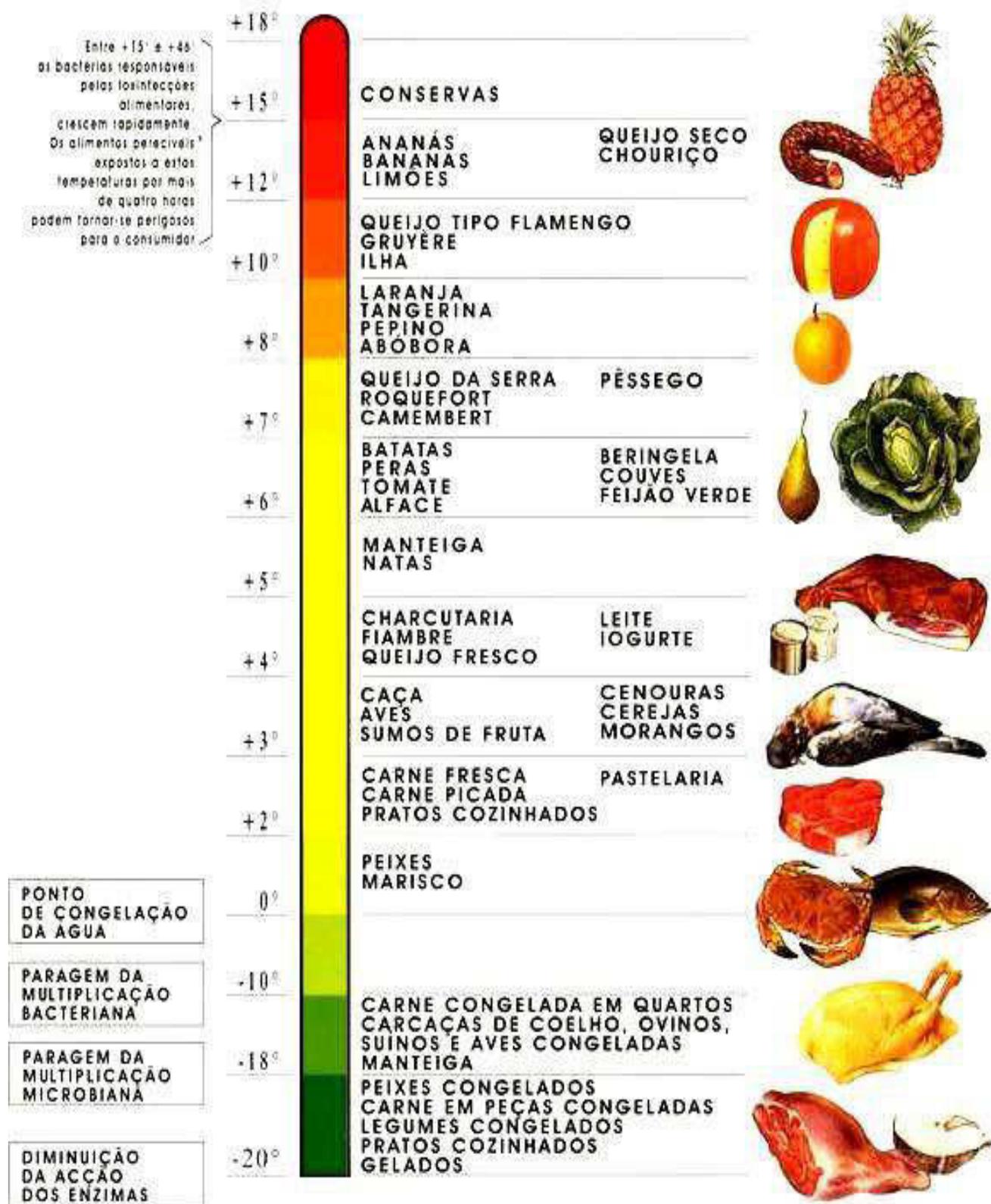


Fig. 11 Temperatura de conservação dos alimentos em °C

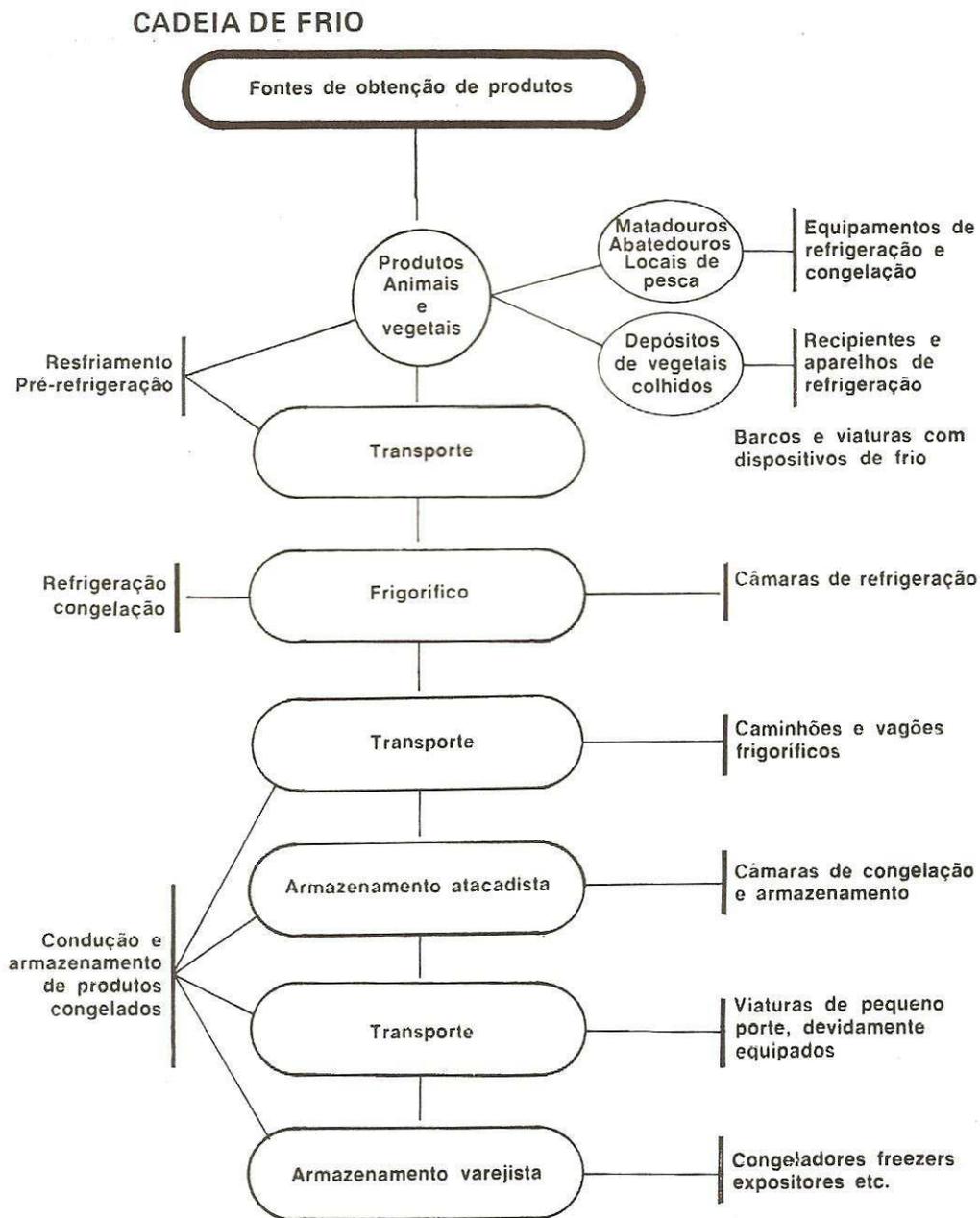


Fig. 12 Cadeia de frio

Supergelação

A supergelação é o processo de congelação rápida, que se diferencia da congelação tradicional por nela se manterem fixos, temperatura e tempo, aplicados durante seu processo e o grau de temperatura em que posteriormente, deve ser conservado o produto.

A congelação comum emprega graus de temperatura e tempo para o tratamento do produto e também para a sua conservação, indicações arbitradas segundo as exigências previstas para os alimentos.

Ainda na congelação lenta convencional, ao contrário do que acontece na rápida, a passagem pela faixa de cristalização (0° a -4°C) ocorre vagarosamente, formando-se em consequência, cristais de gelo de grande tamanho e de menor número, que alteram a estrutura celular do produto.

Na supercongelação, pela rapidez do processo, na passagem pela faixa crítica de 0° a -4°C, os cristais formados são pequeníssimos e numerosos e não afetam a estrutura das fibras; com isso o alimento em seu descongelamento, não perde parte de seu suco e, conseqüentemente, substâncias nutritivas e qualidades organolépticas.

Liofilização (criosecagem)

Liofilizar, significa desidratar uma solução congelada, impedindo seu descongelamento, enquanto se processa a evaporação; desse modo, a solução reduzida à massa gelada, “sublima” o próprio solvente e se transforma diretamente em substância seca.

A liofilização (freeze-drying) é empregada para a conservação de vários alimentos, permitindo o seu armazenamento por longo espaço de tempo.

È um processo misto, em que se associam a congelação e a desidratação; sua inclusão entre os processos de frio se justifica não por assegurar o frio durante o período de conservação e sim pelo abaixamento da temperatura em que ocorre.

A liofilização requer aparelhagem especial e alto vácuo; o processo é iniciado a partir do alimento congelado, seguindo de sublimação; após essa operação, o alimento fica inteiramente seco, com seu volume muito pouco diminuído e com suas características organolépticas e nutritivas quase intactas depois de sua reidratação.



Fig. 13 Liofilizador

Nem todos os alimentos podem ser liofilizados, por sofrerem perdas durante o processo. Entre os alimentos vegetais e animais que melhor se adaptam à liofilização, se encontram: abacaxi, maracujá, morango, suco de frutas, coco, legumes diversos, cogumelos, milho, alho cebola, leite, ovo (clara ou gema), peixe, camarão, carnes, extrato de café e também preparações (sopas, café com leite etc).

6.3 Conservação por salga e cura

Com o aparecimento de modernos métodos de conservação de alimentos, principalmente os baseados em baixas temperaturas, a salga de alimentos perdeu muito de sua importância, como processo de conservação; a aplicação do sal, porém, isoladamente ou juntamente com outras substâncias, ainda se faz intensamente, pela razão de estabelecer a cura do produto, que se caracteriza por modificações organolépticas do alimento, de grande agrado dos consumidores.

A salga e a cura impedem o desenvolvimento microrrgânico, por tornarem o substrato inadequado, pela elevação da pressão osmótica do produto; esses processos se desenvolvem através de várias operações, em que são utilizados diversos agentes, dos quais o fundamental é o cloreto de sódio.

Os agentes de cura mais utilizados:

- **Cloreto de sódio:** é o agente essencial da salga e da cura, em forma refinada ou em cristais. À medida em que a concentração de sal decresce, a possibilidade de alteração do produto se eleva. Em concentração suficiente, por aumentar a pressão osmótica do meio ou do alimento, com conseqüente diminuição de água,

inibe o crescimento microrgânico. A concentração salina impede o desenvolvimento de algumas bactérias, não evitando, porém, a proliferação de microrganismos halofílicos, principalmente os dos gêneros *Bacillus* e *Micrococcus*. Nos alimentos com concentrações salinas podem se desenvolver bactérias pigmentadas, que transmitem aos produtos cárneos, ao bacalhau e outros peixes, coloração avermelhada. O “amolecimento vermelho” de carnes charqueadas revela a presença de *Pseudomonas cutirubrum*.

- **Nitrito:** a principal finalidade do nitrito não é a que se supõe, a eficaz agente conservador, mas sim a de assegurar à carne sua cor vermelha, mesmo que tenha passado por processo de cocção, quando a mioglobina se transforma em nitrosomioglobina, de cor róseo-avermelhada. A responsável pela cor vermelha da carne fresca é a oximioglobina, resultante da combinação da hemioglobina e oxigênio. Quando a carne é tratada apenas pelo cloreto de sódio, a hemoglobina se transforma em meta-hemioglobina que se caracteriza por sua cor parda, acinzentada, exacerbada frente aos processos de cocção. Nas carnes curadas, a cor desejável é consequente da união de nitrito formado pelo nitrato, com a hemioglobina, da qual redundam a nitrosomioglobina, que, por aquecimento, gera o nitrosohemocromo, de cor vermelho-rosada. Por sua facilidade de reacionar com outros elementos, o nitrito perde sua estabilidade, principalmente quando, com pH baixo e alta temperatura, se põe em contato com material orgânico.

- **Nitrato:** o objetivo de aplicação do nitrato nas carnes e derivados é similar ao do nitrito, ou seja, preservar a coloração vermelho rosada do produto. A ação bacteriostática do nitrato, como a do nitrito, é fraca em relação à de outros agentes de conservação; sua atividade, porém, se torna mais enérgica, com a adição de cloreto de sódio, em pH baixo. Apesar da controvérsia existente sobre a ação do nitrato na cura e conservação das carnes, é sabido que este sal atua de forma indireta, através do nitrito que produz, por redução. Essa redução do nitrito se realiza por interferência de enzimas microbianas (nitrorredutases); o teor microrgânico deve ser suficientemente alto para que a produção de nitrito atinja nível bastante.

- **Açúcar:** o açúcar, isoladamente e em grande porção, é excelente agente conservador. Sua presença, entretanto, ao lado de outros elementos, como é o caso da cura, não tem nenhuma significação como conservador direto, pela pequena quantidade que dele participa; o açúcar não age sobre microrganismos, como qualquer conservador, e sim por mecanismo osmótico. Com a redução da fração líquida do produto, este se torna então impróprio para a ação de vasta faixa de germes, com exceção dos pertencentes à flora osmofílica, que são destruídos, tratando o alimento por processos associados de conservação (calor, acidez). Os produtos adicionados de açúcar, em quantidades que os tornam viscosos e os alimentos também de grande concentração de açúcar (quando da

eliminação de sua água), adquirem condições que dilatam bastante a sua vida de prateleira.

6.4 Aditivos químicos

Os aditivos são definidos pela FAO, como “substância não nutritivas, com a finalidade de melhorar a aparência, sabor, textura e tempo de armazenamento”; a FAO esclarece entretanto, que “ em certos casos, as substâncias químicas incluídas para melhorar esta qualidade do produto, poderão elevar a sua capacidade nutritiva”.

Segundo o “Food Protection Committee” da “National Academy of Science” dos Estados Unidos, os aditivos são “substâncias ou misturas, que não o produto alimentício em si, presentes nos alimentos, como resultado dos meios de produção, processamento, acondicionamento e armazenamento”.

O uso de aditivos no Brasil, foi regulamentado pelo decreto nº 55.871 de 23 de março de 1965 e atualizado pelo decreto nº 63.526 de 4 de março de 1968.

A especificação e modo de emprego de aditivos, no âmbito internacional, se disciplinam por deliberações da FAO e da Organização Mundial da Saúde, posteriormente tornadas legais em diversos países, inclusive o nosso.

As normas contidas nas legislações sobre aditivos são atualizadas, de acordo com novos conhecimentos e avaliações de sua atividade; a liberação ou exclusão do uso do aditivo ocorre principalmente de seu grau de toxidês.

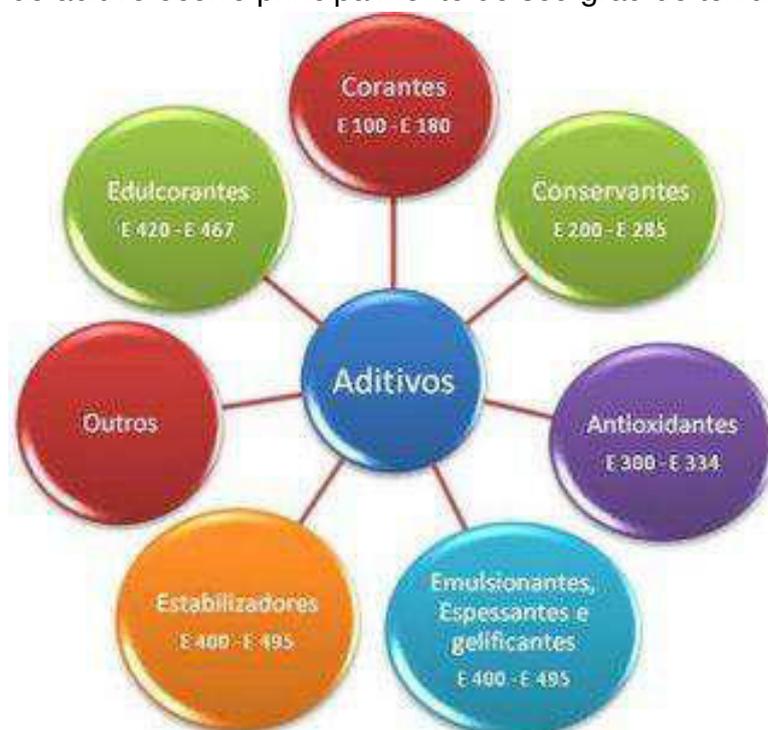


Fig. 14 Tipos de Aditivos

Os aditivos segundo sua presença no produto podem ser classificados em:

- aditivos intencionais: segundo o decreto 58.871, é toda substância ou mistura de substâncias, dotadas ou não de valor nutritivo, juntada ao alimento, com a finalidade de impedir alterações, manter, conferir ou intensificar seu aroma, cor e sabor, modificar ou manter seu estado físico geral, ou exercer qualquer ação exigida para uma boa tecnologia de fabricação de alimentos.
- aditivos incidentais: compreendem substâncias residuais ou migradas, encontradas nos alimentos ou produtos alimentícios, como matéria-prima e durante suas fases de beneficiamento, de embalagem, transporte e armazenamento.

Tabela 3 – Classificação dos aditivos

Aditivos	Funções
Acidulante	Comunica ou intensifica o gosto ácido dos alimentos
Antiespumífero	Influi na tensão superficial dos alimentos
Antioxidante	Retarda o surgimento de processos oxidativos
Antiumectante	Diminui as características higroscópicas dos produtos
Conservador	Impossibilita ou atrasa a deterioração microorgânica ou enzimática, dos alimentos
Corante	Confere ou intensifica a cor dos produtos
Edulcorante	Transmite sabor doce
Espessante	Eleva a viscosidade de soluções, emulsões e suspensões
Espumífero	Modifica a tensão superficial dos alimentos
Estabilizante	Ajuda e conserva as características físicas das emulsões e suspensões
Aromatizante e Flavorizante	Conferem e intensificam o sabor e o aroma dos alimentos
Umectante	Evita a perda de umidade dos alimentos

IMPORTÂNCIA DO EMPREGO DE ADITIVOS

O uso de aditivos é parte dos recursos que possibilitam o êxito da indústria de alimentos; sua ação tem repercussões fundamentais:

Tabela 4 – Utilização dos aditivos

1. Na proteção da matéria-prima	Tornando possível o aproveitamento de excedentes de produção e consequentemente evitando os desperdícios. Atuando como agente complementar, em processos de preservação e conservação de matéria-prima.
2. Na produção, segurança e melhoria do produto	Ajudando a manter as qualidades organolépticas e sanitárias do produto, cooperando para torná-lo atraente. Realçando ou substituindo determinados caracteres do alimento original. Contribuindo para o aumento de vida de prateleira, para o transporte e armazenamento do produto. Agindo como complemento da eficiência dos métodos de padronização e de conservação.
3. No interesse do consumidor	Possibilitando a existência do produto no mercado, com mais assiduidade, maior variedade e em todas as épocas.
4. No interesse do produtor	Conferindo ao produto, mais alto índice de preferência, maiores possibilidades competitivas e preços relativamente mais baratos do que os de seus similares.

6.5 Conservação por radiações

A radiação é excelente método, que pode ser utilizado como meio direto para a conservação de alimentos e como complemento para reforçar a ação de outros processos aplicados com a mesma finalidade.

O emprego da radiação, sob o ponto de vista técnico, satisfaz plenamente o objetivo de proporcionar aos alimentos, estabilidade nutritiva, condições de sanidade e de mais longo período de armazenamento.

Por esse efeito positivo, em vários países, o interesse pela radiação de alimentos tem sido demonstrado, através do incremento de novos conhecimentos, de pesquisas e da aplicação prática desse método de “esterilização fria”.

A aplicação comercial da conservação de alimentos por radiação já ocorre, com certa ênfase, nos Estados Unidos, Japão, Índia, Canadá, Israel, Suécia e Turquia.

Infelizmente, em nosso país, ainda tardará a utilização comercial dos benefícios deste método, sujeitos que estamos a poderosas injunções, principalmente de ordem econômica, ocasionadas: pela grande dispersão das fontes produtoras que, espalhadas em nosso imenso território, exigiriam numerosas instalações radioativas; pelo enorme e inviável deslocamento dos

produtos de distantes regiões de produção, no caso da existência de uma só ou de poucas instalações.

Processos de radiação de alimentos

A radiação de alimentos tem por objetivos, conservar o produto protegendo-o contra agentes de deterioração. Finalidade da radiação de alimentos:

- Aumentar o tempo de vida útil de alimentos vegetais e animais;
- Exercer ação equivalente à dos processos de pasteurização, de apertização e de esterilização;
- Complementar a atuação de outros processos de conservação de alimentos.
- Impedir o brotamento inconveniente de vegetais;
- Esterilizar ou destruir insetos infestantes de vegetais;
- Retardar o ciclo de maturação de frutas;
- Melhorar determinados caracteres organolépticos de alimentos (exaltação do aroma, sabor e cor);
- Promover ou incrementar colheitas, através do tratamento de sementes;
- Facilitar o armazenamento de produtos estocados em baixas temperaturas.



Fig. 15 Irradiação de alimentos

Fontes de radiações

Os materiais para a radiação de alimentos provêm de duas fontes: radioativa (Cobalto 60, Césio 137 e Barras combustíveis empregadas em reatores nucleares) e mecânica (radiações obtidas através de aparelhos aceleradores de elétrons).

Dos elementos de fonte radioativa, o cobalto é o maior produtor de energia; é isótopo artificial, obtido da irradiação do cobalto natural.

O Césio 137 é utilizado para os processos de pasteurização e de esterilização a frio.

As barras de combustíveis são características por sua capacidade de emitir grande radiação gama, depois de desligado o reator.

Por degeneração ou redução de sua força, os elementos radioativos podem perder sua atividade.

De fonte mecânica e através de aparelhos aceleradores de elétrons, são produzidas radiações ionizantes.

Unidades de radiação

Várias unidades têm sido utilizadas para expressar quantitativamente uma intensidade de radiação. A unidade de radiação mais usada hoje em dia é o Gray (Gy), definido como a absorção de um Joule de energia por quilograma de alimento irradiado. O Gray equivale a 100 rads, mais usado no passado. Na prática, usa-se o KGy, equivalente a KJ/Kg.

Atualmente, as radiações ionizantes utilizadas na irradiação de alimentos têm vários objetivos descritos na Tabela 5:

Tabela 5 – Aplicação da irradiação em alimentos (Fellows, 2006)

APLICAÇÃO	FAIXA DE DOSE (KGy)	EXEMPLOS DE ALIMENTO
1. Inibição de brotamento	0,1 a 0,2	Batata, alho e cebola
2. Desinfestação	0,1 a 2	Frutas, grãos, farinhas, cacau, alimentos desidratados
3. Inativação/Controle de parasitas	0,1 a 6	Carne suína
4. Aumento da vida de prateleira	2 a 5	Frutas, peixes e carnes a 0-4°C
5. Controle de fungos	2 a 5	Estocagem prolongada de frutas secas
6. Destruição de patógenos	2,5 a 10	Condimentos, carnes, frangos e camarões congelados
7. Esterilização de materiais de embalagem	10 a 25	Rolhas de vinho

8. Esterilização	7 a 10 até 50	Ervas e condimentos. Estocagem de longo prazo de carne em temperatura ambiente
------------------	---------------	-----------------------------------------------------------------------------------

A radura é um símbolo internacional de que o alimento foi irradiado.



Fig. 16 Radura (símbolo internacional da radiação)

Radiação ionizante na conservação de alimentos

Na irradiação de alimentos deseja-se utilizar radiações que tenham boa penetração e possam atingir todos os pontos do interior do produto a ser irradiado. Por outro lado, não se deseja utilizar radiações com alta energia, como os nêutrons, pois adicionalmente, poderiam tornar o alimento radioativo (Potter, 1986). Das radiações ionizantes, somente os raios gama e as partículas beta apresentam um interesse maior na conservação de alimentos.

A dose de irradiação a ser aplicada depende da resistência dos microrganismos e enzimas, do tipo de alimento e do objetivo a ser alcançado. O DL_{50} (dose de radiação que destrói 50% da população) do homem é de aproximadamente 5Gy (500 rads).

A Tabela 5 diferencia oito aplicações, mas pode-se generalizar doses baixas, como aquelas até 10 KGy (1 Mrad) e doses altas, de 10 a 50 KGy (Oliveira, 2006). Conforme Fellows (2006) e Oliveira (2006), os tipos de processos de irradiação podem ser divididos pelo objetivo do tratamento e dose utilizada em:

1) *Radapertização* – processo que equivale à esterilização térmica obtendo produtos comercialmente estéreis que podem ser estocados em temperatura ambiente. Uma dose de 48 KGy é necessária para se obter uma redução de 12 D de *Clostridium botulinum*, porém ocasiona mudanças sensoriais muito fortes, na carne por exemplo, o que torna o processo com pouco interesse comercial.

2) *Radiciação ou radicação* – equivale à pasteurização, empregando doses de 2,5 a 10 KGy, suficientes para reduzir o número de microrganismos viáveis, eliminando patógenos não formadores de esporos, como *Salmonella spp.*

3) *Radurização* – processo similar a pasteurização, mas com doses relativamente baixas (1 a 2,5 KGy) para a destruição de leveduras, bolores e bactérias não esporulantes, aumentando assim a vida útil do alimento irradiado. É muitas vezes empregada em associações com outros processos de conservação, como a refrigeração.

4) *Controle do Amadurecimento* – alguns tipos de frutas e hortaliças (morango, tomate) podem ser irradiadas para prolongar a sua vida útil ou de prateleira em duas a três vezes. Cogumelos, quando irradiados com doses de 2 a 3 KGy, podem dobrar sua vida útil.

5) *Desinfestação* – doses baixas, inferiores a 1 KGy, são eficazes contra insetos e larvas infestando grãos e frutas.

6) *Inibição do Brotamento* – tem sido utilizada comercialmente em batata, cebola e alho com doses baixas (150 Gy).

Efeito das radiações sobre o valor nutritivo/sensorial

Em geral, os macronutrientes (proteínas, lipídios e carboidratos) e minerais não são afetados consideravelmente pela irradiação. Os lipídios sofrem um pouco, mais com a auto-oxidação, produzindo hidroperóxidos que podem resultar em alterações desagradáveis no aroma e no sabor e, por isso, alimentos com alta concentração de lipídios não são, geralmente, recomendados para a irradiação.

As vitaminas são mais sensíveis ao tratamento com irradiação em altas doses, principalmente as vitaminas E e B₁ (tiamina). No entanto, as alterações nutritivas dos alimentos irradiados são similares aos métodos tradicionais (Smith & Pillai, 2004).

As alterações sensoriais dos alimentos irradiados são relacionados com a dose aplicada e conforme o tipo de alimento, mas alguns são candidatos a alterações, como off-odor e mudanças do saboroma e textura. Leite, carne, queijo, ovos e algumas frutas são mais propensos a tais alterações (Smith & Pillai, 2004). O aparecimento do ranço oxidativo em alimentos gordurosos é frequente, em função da dose utilizada.

Como muitos alimentos são irradiados embalados, é importante levar em consideração as características dos materiais de embalagens, assim como dos adesivos, aditivos e materiais de impressão, para evitar a contaminação dos alimentos com produtos radiolíticos.

7. EMBALAGEM PARA ALIMENTOS

7.1 Definição

Ao criar o homem, a natureza deu ao mundo a sua primeira aula sobre tecnologia de embalagens, pois o corpo humano é um verdadeiro sistema de acondicionamentos rígidos e flexíveis, protegendo órgãos, tecidos, vasos e nervos.

Em maior ou menor grau, a mesma natureza também conferiu aos alimentos meios para a sua proteção, preservando-os, assim, das agressões ambientais; por isso, concedeu-lhes embalagens vivas, destinadas a conservá-los, segundo as suas características, até o momento de poderem ser consumidos.

Essas embalagens vivas ou naturais são representadas pelos mais variados invólucros, cascas ou películas, desde aqueles envoltórios celulósicos no reino vegetal, cobrindo frutas e outros vegetais, até aos protídicos, como a pele, que revestem a carne.

Embalagens vegetais existem protegendo e conservando as leguminosas, as frutas frescas (banana, abacaxi, fruta de conde etc) e secas (coco, noz, amêndoa, avelã, etc) as vagens da ervilha, a palha do milho, o ouriço das castanhas; embalagens animais, como a casca do ovo, a bolsa do canguru-fêmea, as conchas dos moluscos, dos mexilhões, os cascos da tartaruga, do jabuti, do tatu e etc., constituem ainda exemplos de embalagens naturais.

“De acordo com a filosofia de marketing, a embalagem tem por finalidade, “vender o que protege e proteger o que vende” ou “a embalagem é a arte, a ciência e a técnica de acondicionar o produto, para que ele seja transportado, vendido e consumido”.

A definição contida no decreto-lei 986/69 consigna mais amplo sentido de especificação do que é embalagem, pois afirma categoricamente, que embalagem é aquilo que “acondiciona”, “guarda”, “empacota” ou “envasa” o produto alimentício.

Finalidades da embalagem: todo alimento processado ou não deve ser preservado por uma embalagem que, além da função protetora, pode ter funções de propaganda e facilitar seu manuseio no processamento, armazenamento e uso pelo consumidor. A natureza do material da embalagem deve, principalmente, atender a critérios de preservação e apresentação do produto.

Funções:

- Proteger o conteúdo do produto, sem por ela ser atacado;
- Resguardar o produto, contra os ataques ambientais;

- Favorecer ou assegurar os resultados dos meios de conservação;
- Evitar contatos inconvenientes do produto;
- Melhorar a apresentação do produto;
- Possibilitar melhor observação do produto;
- Favorecer o acesso ao produto;
- Facilitar o transporte do produto;
- Educar o consumidor do produto.

7.2 Tipos e aplicações em alimentos

Os materiais usados na embalagem de alimentos podem ser divididos em materiais rígidos: vidros, metais, madeira, plásticos; materiais flexíveis: papel, papelão, plásticos, filmes, metálicos, cortiça.

7.2.1 Materiais Rígidos

Vidro – O vidro é um líquido de alta viscosidade, formado pela fusão e resfriamento de misturas de SiO_2 , CaO , NaCl , formando silicatos de sódio e cálcio com quantidades menores de outros sais para alterar propriedades como: coloração coeficiente de expansão térmica e outras.

CONSTITUINTES DO POTE DE VIDRO

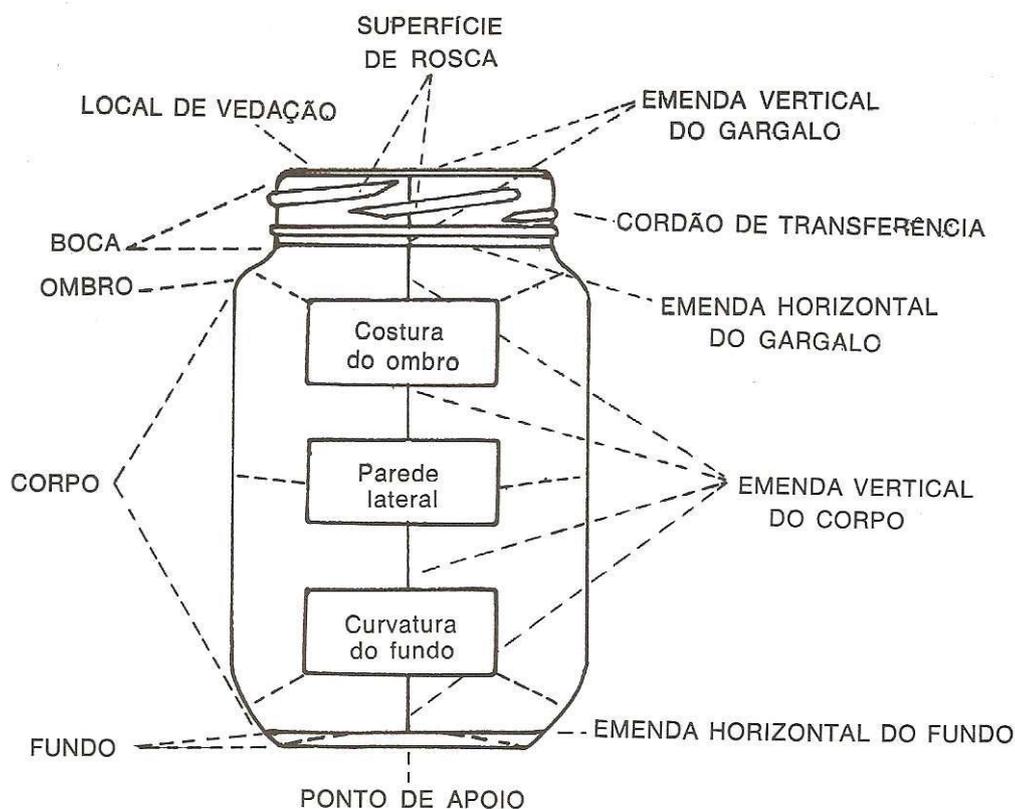


Fig. 17 Mostra as partes básicas de um recipiente de vidro

Além de sua resistência à corrosão e impermeabilidade a gases, como material de embalagem para alimentos, tem a vantagem da transparência que permite ver o produto embalado.

Alguns inconvenientes limitam, no entanto, o uso desse material, tais como: peso excessivo; preço mais elevado índice de quebra, aumentando os riscos de ocasionar ferimentos; exigências de maiores cuidados na manipulação; pouca resistência a altas temperaturas e choques térmicos.

Alumínio – O alumínio, apesar de caro, pelo seu menor peso, pode oferecer vantagens econômicas, inclusive, por ser mais barata a sua recuperação em relação ao ferro. Entretanto o alumínio é mecanicamente menos resistente que o ferro, precisando de maior espessura em embalagens de maior capacidade. O uso de latas de alumínio sem solda é hoje altamente difundido para bebidas. O alumínio tem a vantagem de não formar sais coloridos como o ferro (sulfetos p.ex). A sua superfície pode ser tratada eletroliticamente (anodização) para formação de camadas espessas de óxido de alumínio que protegem da corrosão atmosférica e permitem melhor aderência de revestimentos. Seu maior uso é na embalagem de refrigerantes, cervejas e alguns sucos.

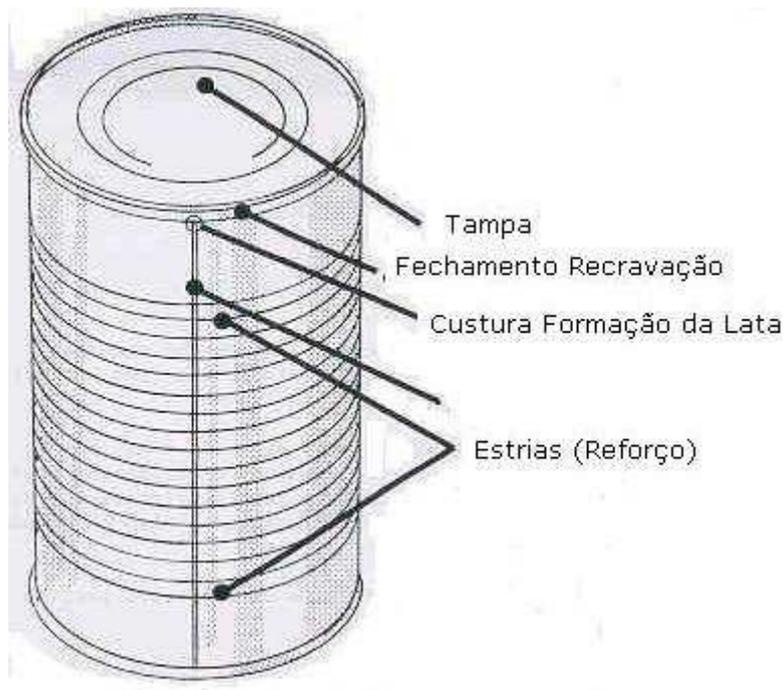


Fig. 18 Estrutura da lata

Normalmente, a lata recebe um verniz com a finalidade de preservar a aparência do alimento, melhorar a aparência interna e externa da embalagem, aumentar o tempo de prateleira (vida útil) do produto e diminuir o custo da embalagem. Dá-se o nome de verniz a um revestimento orgânico, composto de uma ou mais resinas perfeitamente dispersas em um ou mais solventes, com propriedades físicas e químicas bem definidas.

Certos vegetais, como o milho e a ervilha, possuem enxofre, os quais, quando em contato com latas sem revestimento interno (verniz), apresentam manchas escuras resultantes da formação de sulfeto de estanho e sulfeto de ferro, que, embora não tóxicos, afetam a aparência do produto.



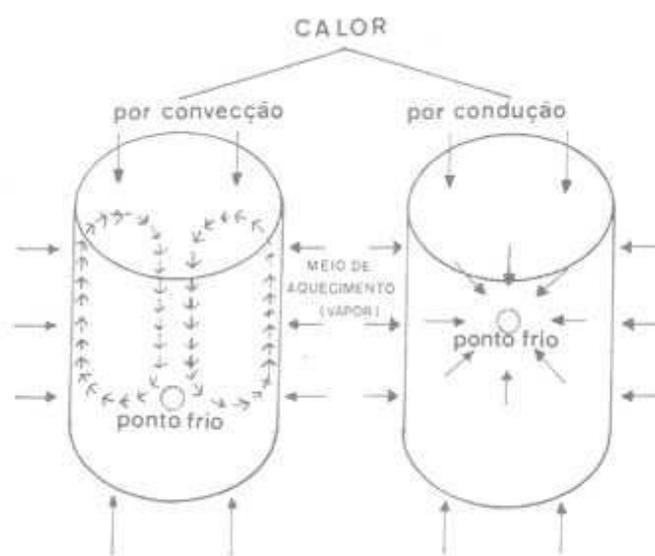
Fig. 19 Composição da lata

Vantagem e problema das embalagens metálicas – As embalagens metálicas podem oferecer, pela sua estrutura, plena proteção contra choques mecânicos, luz, trocas gasosas e resistência à passagem de microrganismos e ao ataque de insetos. Sofrem, entretanto, o problema da corrosão parcialmente resolvida pela formação de camadas de revestimento de estanho por eletrodeposição ou deposição a quente, por imersão. Forma-se na interface Sn-Fe uma liga que melhora a aderência e a resistência à corrosão.

Além do estanho, é hoje possível obter deposição de uma camada de cromo a partir de sais de Cr^{+3} e sobre essa camada obter uma película de Cr_2O_3 não mais espessa do que 10^{-5} mm. A resistência à corrosão dessa camada é boa, mas necessita proteção de verniz. O processo de sua formação é caro.

Ferro – Normalmente são empregados três tipos de chapa de ferro nas embalagens L, MC e MR, cada um correspondendo a uma composição diferente que irá proporcionar diferentes (decrecente) resistência a corrosão. As chapas usadas na fabricação de latas poderão ser revestidas de estanho numa espessura de $1/100-300$ de espessura da chapa. Por sua vez, o estanho pode ser revestido com verniz.

As latas de ferro podem ser usadas com alimentos mais ácidos do que as embalagens de alumínio sem outra proteção. Os problemas de corrosão que podem surgir resultam em alterações de sabor, cor do alimento ou cor da lata, indo até a formação de furos muito finos (“pin corrosion”) por onde podem penetrar microrganismos. São poucas as embalagens para alimentos em chapas de ferro sem tratamento de superfície, como a aplicação de verniz ou deposição de outro metal.



Nota: Nem todos os pontos da embalagem que está sendo aquecida possuem a mesma temperatura. A zona de aquecimento mais lento é chamada de ponto frio do recipiente e é, por isso, a zona mais difícil de ser esterilizada. Nos produtos aquecidos principalmente por convecção, o ponto frio está localizado próximo ao fundo do recipiente, no eixo vertical, enquanto, naqueles aquecidos por condução, está no centro geométrico do recipiente, sobre o eixo vertical.

Fig. 20 Aquecimento do alimento numa lata e determinação de ponto frio

Madeira – Como embalagens diretamente em contato com alimentos processados tem uso restrito, devido às possibilidades de contaminação microbiológica ou de extrativos. Bebidas alcoólicas são armazenadas em madeira quando necessitam de envelhecimento. Para cerveja, a madeira é revestida com breu ou outra resina apropriada.

Geralmente a madeira é usada como embalagem de latas, vidros e outros materiais, não diretamente sobre o alimento.

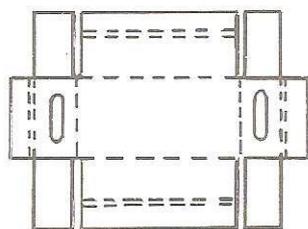
7.2.2 Materiais flexíveis

Papel e papelão – Ambos apresentam considerável permeabilidade e fragilidade, o que torna este tipo de embalagem restrito a certos alimentos, sob condições específicas. A impregnação de papel e papelão, por parafina ou resinas, aumentam a impermeabilidade, tornando tais materiais aptos a conter líquidos, tais como leite e sucos.

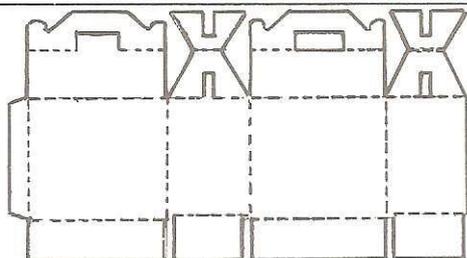
Filmes de celulose e de seus derivados – Os mais comuns são o celofane (xantogenato de celulose) e o acetato de celulose que geralmente contêm plastificantes.

O primeiro é extremamente poroso ao vapor de água e pouco a gases, enquanto a situação se inverte para o acetato, que é medianamente poroso a vapor de água e a gases. Suas propriedades podem ser alteradas pelo uso de resinas sintéticas como revestimento.

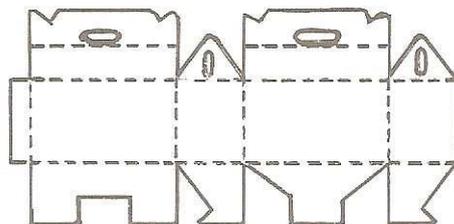
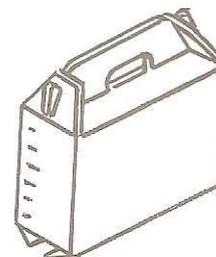
TIPOS DE EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO



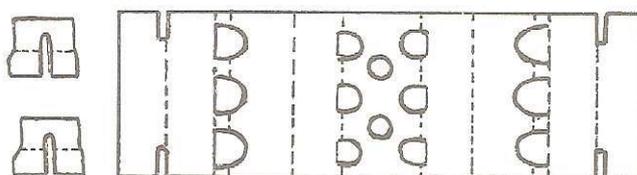
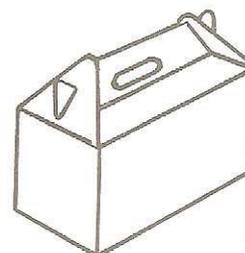
Bandeja Corte e Vinco com duas espessuras nas laterais e com flanges



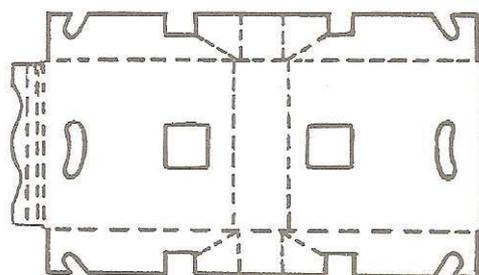
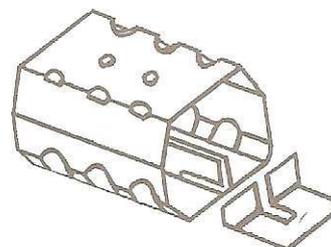
Caixa Corte e Vinco com alça



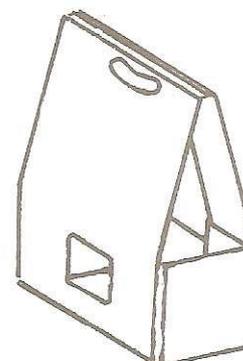
Caixa Corte e Vinco com alça



Porta Garrafas



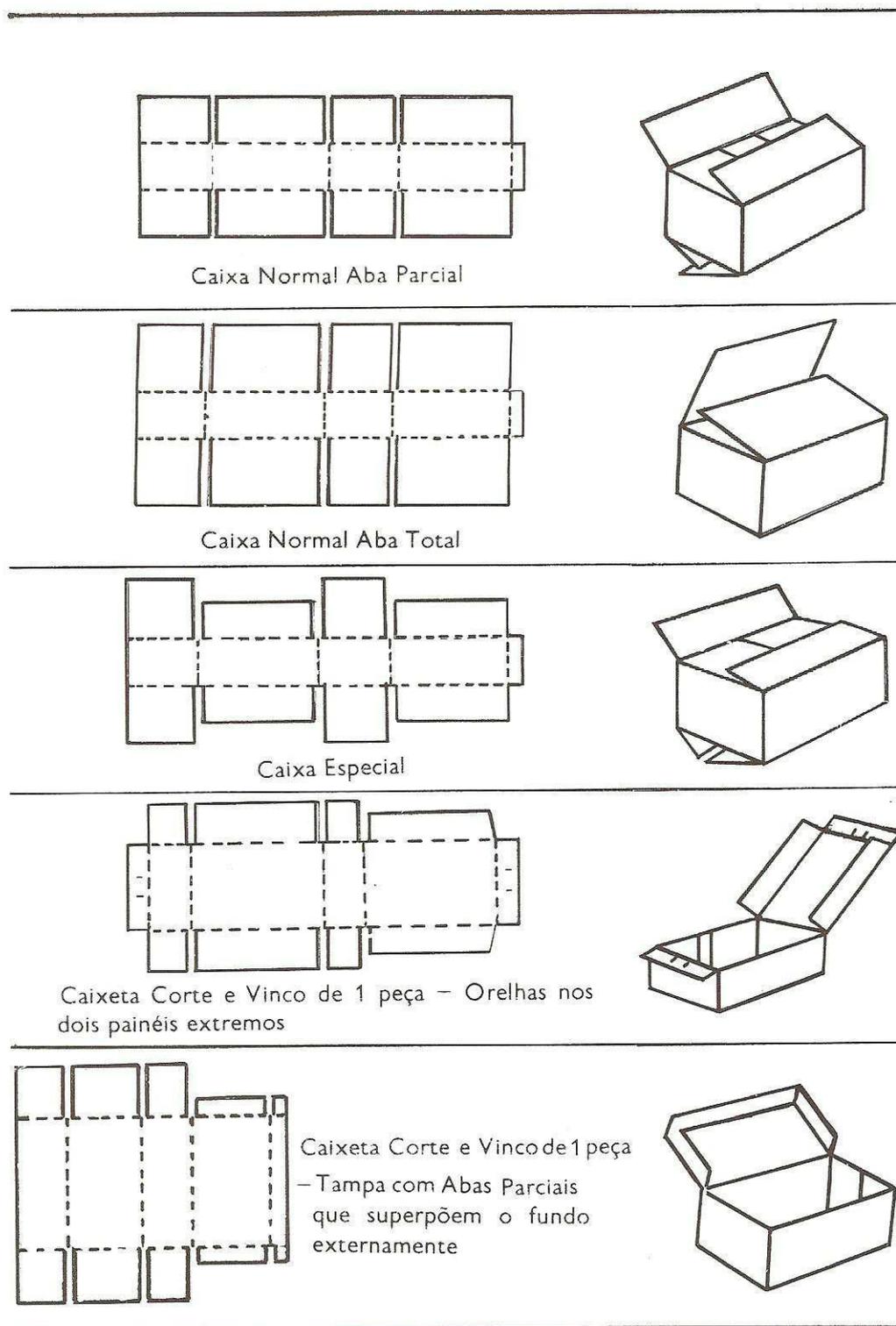
Porta Garrafas



(Cortesia de Klabin Embalagens S.A.)

Fig 21. Tipos de embalagens de papelão ondulado

TIPOS DE EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO



(Cortesia de Klabin Embalagens S.A.)

Fig. 22 Tipos de embalagens de papelão ondulado

EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO PARA VEGETAIS



(Cortesia de Klabin Embalagens S.A.)

Fig. 23 Embalagens de papelão ondulado para vegetais

Laminados – A associação de dois ou mais materiais flexíveis possibilita uma série de vantagens, como melhoria de aparência, de propriedades de barreira e resistência, estando um grande número de alternativas à disposição da indústria alimentícia.

Tais combinações permitem condições de resistência química, ao calor, à ruptura, aos vapores e gases, opacidade, facilidade de impressão e leveza, todas características desejáveis para a embalagem de alimentos. Tal conjunto de propriedades não poderia ser encontrado num só tipo de material, mas, pela combinação dos materiais, podemos obter o resultado desejado e o uso desse tipo de embalagens vem tendo aumento muito rápido, dada sua versatilidade e economia de até 50% no tempo de processamento pela mais rápida penetração de calor durante o processamento.

Laminados são empregados em numerosos produtos congelados ou pré-cozidos. O tipo de laminado que melhor se adapta a esses produtos é composto de um filme interno de polipropileno, revestido por folhas de alumínio à qual é sobreposta uma folha de poliéster. Nesse caso, o propileno é o elemento inerte em contato com o alimento, resistente ao calor, dando bom fechamento por solda; o alumínio evita a passagem de luz, gás, vapores e microrganismos; a camada externa de poliéster tem a necessária resistência mecânica e permite a impressão

direta. Esta embalagem pode ser esterilizada em autoclave e garante uma vida semelhante à das latas. Estas embalagens, apesar do custo, ganham espaço no mercado por serem leves e por permitir o aquecimento do alimento diretamente na embalagem, por simples imersão em água quente, permitindo uso rápido de comidas pré-cozidas e de congelados.

Laminados de alumínio – o alumínio, apesar de possuir um número muito grande de orifícios em sua superfície, apresenta uma enorme melhoria quando revestido com polietileno, pois agora os orifícios ficam cobertos por uma barreira, que, quando comparada com o polietileno, oferece uma proteção que dificilmente se consegue medir, podendo-se dizer que em relação à umidade oferece uma barreira cinquenta vezes melhor que o polietileno e, quando ao oxigênio, sua resistência se torna mil vezes melhor. O combinado é agora facilmente termossoldado e folhas de alumínio de 0,04mm, revestidas com polietileno ou qualquer outro material de termossoldagem, são utilizadas em embalagens farmacêuticas.



Fig. 24 Embalagens cartonadas assépticas

Nota: As embalagens da Tetra Pak (Tetra Brik, por exemplo), que são usadas no Brasil para leite longa vida e outros produtos processados pelo sistema UHT (temperatura ultra-alta), podem apresentar a combinação polietileno/alumínio/polietileno/papel Kraft branqueado/polietileno. São chamadas de embalagens cartonadas assépticas.

Filmes comestíveis – São derivados da amilose, da celulose ou do colágeno. São filmes que podem ser usados diretamente sobre o alimento que é consumido com o próprio filme. Representam um campo em expansão.

7.2.3 Material semi-rígida

Plásticos – Em princípio, um número muito grande de resinas (plásticos) poderia ser usado como matéria-prima para embalagem, ainda mais sabendo-se

que as propriedades do material podem ser corrigidas por aditivos, ou pela mistura de diversos tipos de plásticos.

Os plásticos são fabricados com polímeros produzidos principalmente a partir de derivados do petróleo ou carvão. Tais polímeros podem ser termoestáveis, como a uréia, fenólicos e melanina, de pouco uso em embalagens alimentícias e termoplásticos como o polietileno e o polipropileno, de uso generalizado em embalagens para alimentos. O grande desafio do plástico é a questão da sustentabilidade e do meio ambiente.

As embalagens plásticas contêm muitas vezes mínimas quantidades de resíduos de subprodutos, formados durante sua fabricação. A incorporação desses compostos, que podem ser tóxicos, ao plástico pode resultar em sérios problemas para o seu uso na embalagem de alimentos, pela possibilidade de sua toxidez ser transmitida ao alimento por um processo combinado de migração e dissolução no produto embalado e na embalagem.

8. CONTROLE DE QUALIDADE

8.1 Noções das ferramentas de controle de qualidade

A segurança de alimentos é um conceito indicativo de que o alimento não causará dano ao consumidor quando preparado e/ou consumido de acordo com seu uso pretendido (ABNT NBR ISO 22000:2006).

A segurança de alimentos tem por objetivo a proteção e a preservação da saúde humana dos riscos representados por perigos possíveis de estarem presentes nos alimentos. Perigo à segurança de alimentos é um agente biológico, químico ou físico ou condição do alimento com potencial de causar um efeito adverso à saúde do consumidor. Vários fatores interferem para a manifestação dos perigos, destacando-se a sua severidade, a sua concentração e a predisposição do consumidor como idade, estado de saúde, uso de medicamentos que baixem a imunidade e gravidez, entre outros.

Na avaliação de um perigo, deve-se considerar também o risco, que, no contexto da segurança de alimentos, significa a probabilidade de ocorrência de um efeito adverso à saúde (por exemplo, ficar doente) e a severidade desse efeito (morte, hospitalização, ausência no trabalho etc.) quando há exposição ao perigo específico.

Os perigos podem ter origem e procedência diversas, desde a obtenção da matéria-prima até as diferentes etapas de todos os elos da cadeia produtiva. Assim, a aplicação de medidas sanitárias e de higiene, durante a produção de um

alimento, em todos os elos, desde a produção primária até à mesa, permite fornecer ao consumidor um produto inócuo, isto é, livre de perigos em níveis que possam afetar a sua saúde.

As ferramentas para a segurança de alimentos englobam programas de gestão nos quais se aplicam medidas sanitárias. São eles: Programas de Pré-Requisitos (PPR's), Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e Sistema de Qualidade/Gestão Integrada.

8.2 PPR's

Os programas de Pré-Requisitos (PPRs) são condições básicas e atividades necessárias para manter um ambiente higiênico ao longo da cadeia produtiva de alimentos, adequadas para a produção, manipulação e provisão de produtos finais seguros e de alimentos seguros para o consumo humano (ABNT NBR ISO 22000:2006).

Os PPRs necessários dependem do segmento da cadeia produtiva de alimentos e podem incluir Boas Práticas de Agricultura (BPA), Boas Práticas Veterinárias (BPV), Boas Práticas de Fabricação (BPF), Boas Práticas de Higiene (BPH), Boas Práticas de Produção (BPP), Boas Práticas de Distribuição (BPD) e Boas Práticas de Comercialização (BPC).

As BPs são regras ou procedimentos que devem ser utilizados na produção de alimentos destinados a prevenir os perigos. Os programas básicos (Boas Práticas) para garantir a produção higiênica de alimentos são pré-requisitos fundamentais de outros programas de gerenciamento da segurança dos alimentos, como por exemplo, do Sistema APPCC e ISO 22000.

A adoção de Programas de BPs se faz necessária para propiciar a redução dos riscos de contaminação química, físicas e biológicas, na produção de alimentos.

Os itens para as Boas Práticas da Fabricação considerados pelo *Codex Alimentarius* e adotados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e de Abastecimento (MAPA) e pelo Ministério da Saúde (MS) no Brasil são: 1. Produção Primária; 2. Instalações e Área; 3. Manutenção Preventiva, Limpeza e Sanificação das Instalações; 4. Higiene Pessoal, Saúde e Segurança dos Trabalhadores; 5. Controle Operacional; 6. Transporte; 7. Treinamento e Capacitação; 8. Informações e Avisos ao Consumidor.

É oportuno salientar aqui a importância do capital humano para a efetividade da gestão de segurança dos alimentos. A equipe de segurança de alimentos e o restante do pessoal que realiza atividades que tenham impacto na segurança de

alimentos devem ser competentes e ter formação adequada, treinamento, habilidade e experiência.

A organização deve identificar as competências necessárias do pessoal envolvido em atividade que tenham impacto para a segurança de alimentos, fornecer treinamento ou tomar ações para garantir que o pessoal tenha as competências necessárias e assegurar que o pessoal responsável pelo monitoramento, correções e ações corretivas do sistema de gestão de segurança de alimentos estejam treinados e assegurar uma comunicação efetiva.

A implantação de um Programa de Boas Práticas de Fabricação (ou GMP=*Good Manufacturing Practices*) compreende a elaboração de um Manual de BPF, bem como a elaboração de Procedimentos Operacionais e de Instruções de Trabalho.

O Manual deve ser elaborado pela própria empresa e deve conter todos os itens exigidos, mostrando a maneira como a empresa atende as normas de BPF. Dentre os procedimentos, os mais importantes são o Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e Procedimentos Operacionais Padronizados (POP). Por focarem itens mais críticos das BPF's, são considerados pré-requisitos fundamentais para a implantação do Sistema APPCC, sendo considerados em vários países como pré-APPCC, pois nele são aplicados alguns dos princípios do Sistema, tais como o monitoramento das ações corretivas, dos registros e da verificação para garantir sua eficácia.

8.3 SISTEMA APPCC

O sistema APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), conhecido internacionalmente como *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP), é uma ferramenta de gestão com base científica, utilizada para garantir o controle efetivo dos perigos de forma preventiva. Trata-se de um sistema que identifica, avalia e controla os perigos que são significativos para a segurança dos alimentos. O sistema APPCC, tal como as Boas Práticas, segue as Diretrizes do *Codex Alimentarius*.

O sistema foi criado com as primeiras viagens espaciais tripuladas, no início dos anos 60 (século XX). A Administração Espacial e da Aeronáutica (*National Aeronautics and Space Administration* – Nasa), nos Estados Unidos da América do Norte, estabeleceu como prioridade a manutenção da saúde dos astronautas, eliminando a possibilidade de ocorrência de doenças durante a sua permanência no espaço. As doenças transmitidas por alimentos foram consideradas as mais preocupantes. Assim, foi escolhida a Companhia Pillsbury para desenvolver um sistema de controle efetivo que garantisse um suprimento de alimentos seguros para o programa espacial da Nasa. Essa empresa observou que haveria

necessidade de estabelecer controles considerando todas as etapas de produção na indústria de alimentos.

O sistema baseia-se em princípios e conceitos preventivos, identificando as etapas e os pontos nos quais os perigos podem ser controlados através da prevenção de contaminação, da eliminação ou da redução de perigos a níveis aceitáveis, de forma efetiva e eficaz. O *Codex Alimentarius* publicou em 1991 o sistema APPCC como forma de reduzir as DTAs, originando no Brasil em 2002 a NBR 14900 da ABNT, que define APPCC como um sistema que identifica, avalia e controla os perigos de natureza biológica, física ou química que possam causar um agravo à saúde do consumidor.

O APPCC é um sistema racional e lógico, de caráter preventivo, na avaliação dos perigos e riscos associados à segurança de alimentos ao longo de toda a cadeia alimentar (recebimento do sistema APPCC).

São sete os princípios do sistema APPCC:

1. Identificação dos perigos e estabelecimento das medidas preventivas;
2. Determinação dos Pontos Críticos de Controle (PCCs);
3. Estabelecimento dos limites críticos para as medidas preventivas;
4. Estabelecimento dos procedimentos para monitorização dos limites críticos;
5. Estabelecimento dos procedimentos da ação corretiva, caso ocorra um desvio do limite crítico;
6. Estabelecimento dos procedimentos de verificação;
7. Estabelecimento dos procedimentos de registro.

O sistema APPCC, através de seus princípios, identifica os perigos significativos à segurança do alimento em questão, as etapas de preparo do alimento críticas para o controle dos perigos considerados (Ponto Crítico de Controle – PCC) e estabelece as medidas para o controle das condições que geram esses perigos em cada PCC.

A implantação do Sistema APPCC em uma indústria gera Planos APPCC, que são produto/processo específicos. Assim, uma Unidade de Produção terá o seu Manual de Boas Práticas e tantos Planos quanto forem os produtos elaborados na unidade.

De acordo com o *Codex Alimentarius*, esse Sistema é aplicado no controle operacional das Boas Práticas de Fabricação, nas etapas de transformação ou operacionalização do processo.

O Sistema pode ser aplicado em todos os elos da cadeia produtiva dos alimentos. Assim, os princípios que integram o Sistema são aplicáveis em toda e qualquer atividade relacionada com alimentos. No entanto, um Plano APPCC, documento formal da aplicação dos seus princípios é produtos/processo específico. É uma ferramenta que deve ser utilizada adequadamente, sendo específica para cada produto ou preparação considerada. O plano deve ser revisto sempre que novos perigos forem identificados ou quando ocorrer qualquer modificação no processo ou incorporação de novos ingredientes.

8.4 SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE/GESTÃO INTEGRADA

Existem outros sistemas e programas que ajudam a garantir o controle dos perigos, principalmente os relacionados com a implantação e implementação de Sistema de Gestão da Qualidade e de Segurança de Alimentos, como a ISO série 9000 e ISO 22000. Estão inter-relacionados com os programas de segurança na medida em que estabelecem sistemas de gestão para a garantia dos processos, das análises e incluem aspectos de segurança.

Segundo Zurita & Lopes (2006), em meados do século XX, até os anos 80, o enfoque da qualidade era no *Controle de Qualidade* de produtos e serviços para averiguar conformidade com as especificações através das análises e testes dos produtos finais. Utilizava-se para isso os planos de amostragem e critérios de aceitação tabelados. Contudo, muitos tipos de problemas permaneciam existindo. Percebeu-se que esta abordagem isolada apresentava algumas deficiências, como o alto custo das análises destrutivas, a vulnerabilidade às incertezas do processo de amostragem e ainda o caráter reativo, frente às falhas (contaminação), levando, simultaneamente, ao desperdício dos recursos já consumidos e ao aumento do risco aos consumidores. A abordagem seguinte, amplamente conhecida como *Garantia ou Asseguração da Qualidade*, buscou transpor essa visão estanque focada no produto foi caracterizada pelo desenvolvimento de metodologias para controles durante o processo natural de fornecimento de um dado produto com o objetivo de reduzir os riscos de falhas.

Segundo a NBR ISO 9000:2005, Controle da Qualidade é parte da gestão da qualidade focada no atendimento dos requisitos da qualidade e Garantia da Qualidade é parte da gestão da qualidade focada em prover confiança de que os requisitos da qualidade serão atendidos. Já um sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) é um sistema de gestão para dirigir e controlar uma organização no que diz respeito à qualidade.

O conhecimento das variáveis e perigos vindos das matérias-primas, ingredientes, aditivos, embalagens, etapas de fabricação, armazenagem, transporte, e comercialização formaram a base para a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). Adicionalmente, para prevenir que os perigos chegassem ao consumidor, medidas de controle, incluindo aquelas identificadas como essenciais para controlar os pontos críticos, bem como ações corretivas, eram planejadas e implementadas. O resultado natural dessa evolução foi a compreensão de que a qualidade é definida ao longo de toda a cadeia de valor, não apenas por um elo isolado.

O grande movimento mundial da qualidade ocorreu no período de 1950 a 1995 com o sistema de qualidade total, *Total Quality Management* (TQM), dos especialistas W. Edward Deming e Joseph M. Juran, do conceito de análise de causa e efeito de Kaoru Ishikawa introduzindo o diagrama de espinha de peixe ou casca e efeito, a função de perda (desvio do objetivo/meta) de Genichi Tagushi e o Seis Sigma, usado pela Motorola em 1981, para atingir um desempenho superior.

Mais recentemente, a integração ou combinação de metodologias transcendeu as fronteiras da qualidade para melhorar todos os aspectos do negócio. São várias as ferramentas de abordagens poderosas para o desenvolvimento empresarial, como o Seis Sigma (redução da variabilidade nos parâmetros de desempenho), *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta (busca eliminação de desperdícios), a Gestão por Processos (padronização integrada de toda a cadeia dos processos do negócio) e Teoria das Restrições ou TOC (identificação e tratamento das restrições que impedem o desenvolvimento de um dado sistema).

O Seis Sigma, conforme definido pela GE, uma das primeiras empresas a adotá-lo, trata-se de um processo altamente disciplinado que ajuda a concentrar esforços no desenvolvimento e na entrega de produtos e serviços praticamente perfeitos. O Sigma é um termo estatístico, que mede o quanto um processo desvia-se da perfeição. A ideia central por trás do Seis Sigma é a de que, se consegue medir quantos defeitos há em um processo, pode-se sistematicamente descobrir como os eliminar e ficar o mais possível de um processo sem falhas. Assim, o *Design for Six Sigma* (DFSS) está ganhando terreno como disciplina praticada por equipes de projetos. Por definição estatística, o Seis Sigma corresponde a 99,99966% de acertos ou 3,4 defeitos por um milhão de oportunidades. Um sigma tem 30,9% de sucesso (ou 691.462 falhas em um milhão) e 99% de acertos tem um sigma entre três e quatro.

Os Seis Sigma é um processo de melhoria contínua que tem como benefícios pleno atendimento dos clientes, ganho de custos (economia efetiva),

aumento de produtividade, melhoria no ciclo de produção e eliminação de trabalho desnecessário. Em suma, é uma forma de se atingir metas estratégicas.

Os sistemas clássicos na certificação da gestão são os da qualidade baseados na normas ISO (*International Standards Organization*), que surgiram em 1947 com o objetivo de desenvolver normas e padrões mundiais que traduzam o consenso dos diferentes países do mundo. O Brasil é representado pela ABNT que, em 1987, implantou a série NBR ISSO 9000 – sistema de gestão da qualidade em ambientes de produção para melhor aproximar suas normas aos sistemas de gestão modernos, com foco no cliente e nos resultados. A série ISO 9001 é a mais completa de todas, pois garante a qualidade do produto desde o projeto inicial, passando pela fase de desenho industrial, acompanhando a fabricação e o desenvolvimento até a venda para o consumidor final.

A NBR ISSO 9000:2005 foi reorganizada em cinco partes refletindo o ciclo *Deming PDCA* = “Plan, Do, Check, Act”, ou seja, “Planejar, Fazer, Checar e Agir”, assim definidos:

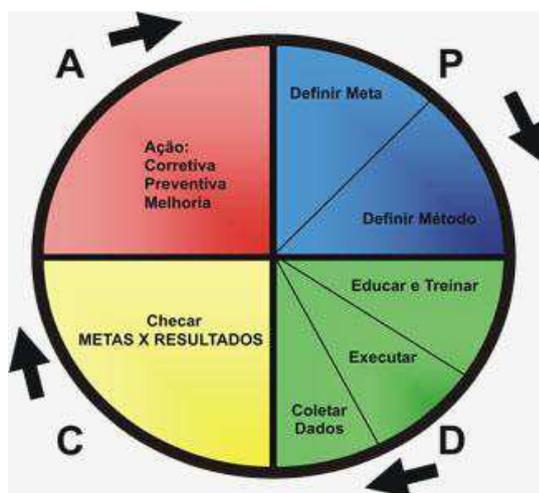


Fig. 25 Ciclo PDCA

Planejar: estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente, os regulamentares e políticas da organização.

Fazer: implementar os processos.

Checar: monitorar e medir os processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto e relatar os resultados.

Agir: executar ações para promover a melhoria do desempenho do processo.

A NBR ISSO 19011 fornece diretrizes sobre auditoria de sistemas de gestão da qualidade e ambiental.

Em 2005 foi criada a ISSO 22000, que especifica os requisitos para im sistema de gestão da segurança de alimentos em todas as fases da cadeia alimentar. O Brasil imediatamente seguiu com a NBR ISSO 22000:2006. A ISSO 22000 resultou de uma cooperação saudável entre o *Codex Alimentarius* e a ISSO, com o objetivo de harmonizar as normas internacionais de segurança alimentar. Ela engloba os principais do APPCC do *Codex Alimentarius* com o gerenciamento da qualidade ISSO 9001 mais os pré-requisitos fundamentais como as Boas Práticas Agrícolas, Boas Práticas de Fabricação, Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs).

O Sistema de Gestão Integrada evoluiu do Sistema de Gestão da Qualidade (NBR ISO 9000:2005 e NBR ISO 22000) para incluir o Sistema de Gestão Ambiental (NBR ISSO 14000), Gestão da Segurança e da Saúde do Trabalhador (OHSAS 18001) e Sistema de Gestão da Responsabilidade Social (ISO 26000).

O objetivo do Sistema de Gestão Integrada é estabelecer um conjunto de elementos, interagindo com a força de trabalho, por meio de diretrizes e padrões, para promover a melhoria da qualidade dos serviços e produtos e aumentar a postura preventiva com relação às questões de meio ambiente, segurança e saúde ocupacional.

Assim, um Sistema de Gestão Integrada sistematiza o planejamento, a elaboração e a operacionalização das ações necessárias para garantir a uniformidade dos processos de trabalho e a busca contínua da excelência empresarial, atendendo todas as partes interessadas, como clientes, consumidores, fornecedores, acionistas, parceiros, colaboradores e sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistema de gestão da análise de perigos e pontos críticos de controle: segurança dos alimentos: NBR 14900*. Rio de Janeiro, 2002. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão da segurança de alimentos: requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos: NBR ISSO 22000:2006*. Rio de Janeiro, 2006. 35p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão de qualidade: NBR ISSO 9001:2000*. Rio de Janeiro, 2000. 21p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão. ISSO 9000:2005*. Rio de Janeiro, 2005.

BOBBIO, P. A., BOBBIO, F. O. *Química do processamento de alimentos*. 3ª edição. São Paulo: Varela. 2001. 144p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 55.871, de 26.03.1965, modifica o Decreto de nº 50.040, de 24.01.1961, referente às normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/414d248047458a7d93f3d73fbc4c6735/DECRETO+N%C2%BA+55.871%2C+DE+26+DE+MAR%C3%87O+DE+1965.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 16.06.2012.

EVANGELISTA, J. *Tecnologia de Alimentos*. 2ª edição. São Paulo: Atheneu, 2005. 652 p.

FELLOWS, P. J. *Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas*. 2. Ed. Trad. F. C. Oliveira et al. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602.

GAVA, A. J. et al. *Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações*. São Paulo: Nobel. 2008. 504p.

JR, E. A. da S. *Manual de controle higiênico-sanitário em serviço de alimentação*. 6ª edição. São Paulo: Varela. 1995. 623p.

OLIVEIRA, L. M., ANTONIO, J.T. de. Processos básicos de conservação de alimentos. *Requisitos de proteção de produtos em embalagens plásticas rígidas*. Campinas: Cetea/ITAL, 2006. 328p.

POTTER, N. N. *Food science*. 4.ed. New York: Chapman & Hall, 1986. 735p.
SMITH, J. S., PILLAI, S. Irradiation and food safety. *IFT Scientific Status Report. Food Techn.*, v. 58, n. 11, p. 48-55, nov. 2004.

ZURITA, T., LOPES, E. A qualidade na área de alimentos e bebidas. *Banas Qual.*, p. 36-8, ano XVI, set. 2006.

Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro dessa flâmula
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes
Música de Alberto Nepomuceno
Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de prata rolem das estrelas...
E despertando, deslumbrada, ao vê-las
Ressoa a voz dos ninhos...
Há de florar nas rosas e nos cravos
Rubros o sangue ardente dos escravos.
Seja teu verbo a voz do coração,
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte,
Acordando a amplidão.
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada!
Que importa que no seu barco seja um nada
Na vastidão do oceano,
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em meses, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem no solo em rumorosas festas!
Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldado diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação