

MANUAL DO ALUNO

DISCIPLINA TRANSFORMAÇÃO

Módulo 4

República Democrática de Timor-Leste
Ministério da Educação



FICHA TÉCNICA

TÍTULO

MANUAL DO ALUNO - DISCIPLINA DE TRANSFORMAÇÃO
Módulo 4

AUTOR

RITA COSTA

COLABORAÇÃO DAS EQUIPAS TÉCNICAS TIMORENSES DA DISCIPLINA

COLABORAÇÃO TÉCNICA NA REVISÃO

DESIGN E PAGINAÇÃO

UNDESIGN - JOAO PAULO VILHENA
EVOLUA.PT

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

Centro de Impressão do Ministério da Educação, Juventude e Desporto

ISBN

978 - 989 - 753 - 036 - 4

TIRAGEM

50 EXEMPLARES

COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DE TIMOR-LESTE
2013



Índice

Processamento e Tecnologias de Transformação de Produtos de Origem Vegetal	7
Apresentação.....	9
Objetivos da aprendizagem	9
Âmbito dos conteúdos.....	9
Introdução.....	11
1. Matéria-prima	13
1.1. Colheita e transporte	17
1.2. Receção na unidade transformadora.....	23
1.2.1. Pesagem e controlo da matéria-prima	31
1.2.2. Pré-arrefecimento e/ou armazenamento.....	35
1.3. Preparação da matéria-prima.....	51
1.3.1. Lavagem / descasque / descaroçamento.....	55
1.3.2. Fragmentação	61
1.3.3. Desinfeção e/ou aplicação de auxiliares tecnológicos.....	63
1.3.4. Outras operações.....	65
Atividades – Exercícios.....	68
2. Tecnologias das conservas hortofrutícolas	71
2.1. Operações Tecnológicas.....	71



2.1.1. Preparação de caldas/salmouras	71
2.1.2. Branqueamento.....	74
2.1.3. Esterilização/pasteurização	76
2.2. Embalamento, Rotulagem e armazenamento	80
Atividades – Exercícios.....	84
3. Tecnologias do frio, aplicadas a hortofrutícolas.....	86
3.1. Tecnologia dos produtos refrigerados	88
3.2. Tecnologia dos produtos congelados.....	94
3.3. Embalamento, rotulagem, transporte e armazenamento	98
Atividades – Exercícios.....	123
4. Tecnologia das bebidas não fermentadas.....	125
Atividades – Exercícios.....	141
5. Tecnologia das bebidas fermentadas.....	142
Atividades – Exercícios.....	157
6. Panificação	158
Atividades – Exercícios.....	174
Atividades - Práticas	175
Atividade nº 1 - Branqueamento de Vegetais.....	175
Atividade nº 2 - Congelação de Vegetais	177
Atividade nº 3 - Produção de Pêssegos em calda	179
Atividade nº 4 - Produção de Cerveja de Gengibre	180



Atividade nº 5 - Uma levedura que faz pão	184
Atividade nº 6 - Observação da atividade das leveduras	185
Bibliografia	187







Processamento e Tecnologias de Transformação de Produtos de Origem Vegetal

Módulo 4



Apresentação

A indústria da transformação agroalimentar terá que ter cada vez maior peso na economia do país necessitando de técnicos qualificados. Tentando que as explorações agrícolas sejam cada vez mais diversificadas, os “produtos de quinta” de origem vegetal são uma mais valia para o agricultor.

Objetivos da aprendizagem

- Identificar métodos de conservação necessários à transformação dos produtos hortofrutícolas;
- Selecionar matéria-prima de boa qualidade;
- Executar, sob supervisão, as operações tecnológicas inerentes aos processos de transformação de hortofrutícolas;
- Respeitar a conservação e proteção do meio ambiente.

Âmbito dos conteúdos

1. Matéria- prima

1.1. Colheita (época oportuna, cuidados a observar) e transporte

1.2. Receção na unidade transformadora

1.2.1. Pesagem e controlo da matéria-prima

1.2.2. Pré-arrefecimento e/ou armazenagem

1.3. Preparação da matéria-prima

1.3.1. Lavagem / descasque / descaroçamento

1.3.2. Fragmentação

1.3.3. Desinfecção e/ou aplicação de auxiliares tecnológicos

1.3.4. Outras operações

2. Tecnologia das conservas hortofrutícolas

2.1. Operações tecnológicas:

2.1.1. Preparação de caldas /salmouras

2.1.2. Branqueamento



- 2.1.3. Esterilização / pasteurização
- 2.2. Embalamento, rotulagem e armazenamento
- 3. Tecnologias do frio, aplicadas a hortofrutícolas
 - 3.1. Tecnologia dos produtos refrigerados
 - 3.2. Tecnologia dos produtos congelados
 - 3.3. Embalamento, rotulagem, transporte e armazenamento
- 4. Tecnologia das bebidas não fermentadas
- 5. Tecnologia das bebidas fermentadas
- 6. Panificação



Introdução

Apesar de os povos terem diferentes hábitos alimentares, a dieta humana assenta na necessidade de um certo número de nutrientes: proteínas, hidratos de carbono, lípidos, vitaminas e sais minerais. Os três primeiros, denominados macronutrientes porque o organismo humano necessita de os ingerir em quantidades relativamente elevadas, provêm sobretudo da ingestão de carne, peixe, ovos e diversos produtos de origem vegetal (cereais, leguminosas e tubérculos). Os dois últimos, os micronutrientes, provêm sobretudo da fruta (fig.1) e dos legumes (fig.2).



Figura 1 - Frutas.



Figura 2 - Legumes.

Se alguns destes alimentos são ingeridos crus, como é o caso da fruta e de alguns vegetais, a grande maioria é sujeita a processamentos térmicos, cozedura tradicional por ação do calor ou, mais recentemente, ao processamento por micro-ondas. Estes permitem que os alimentos sejam transformados de forma a facilitar a sua posterior digestão pelo organismo humano. Com efeito, os amidos (polissacarídeos de grandes cadeias) tornam-se mais facilmente digeríveis após cozedura, uma vez que o processo térmico os hidrolisa, transformando-os em cadeias mais simples, nomeadamente dissacáridos, como é o caso da maltose.

No passado, o tipo de produtos hortícolas consumido dependia da estação do ano e da cultura possível nessa região, pois as diferentes espécies vegetais requerem condições adequadas de temperatura e de humidade para germinarem e desenvolverem-se.



Com o desenvolvimento das técnicas de cultivo em estufas e o advento das indústrias do frio (refrigeração e congelação), a par de uma crescente rapidez nos transportes, é possível hoje dispor, na maioria dos países desenvolvidos, de uma grande variedade de produtos vegetais durante todo o ano, com a consequente melhoria da qualidade da alimentação.



1. Matéria-prima

A qualidade inicial do produto é essencial para a sua posterior conservação. Os aspetos a ter em atenção na seleção das variedades incluem a suscetibilidade aos danos mecânicos e aos choques térmicos, de modo a minimizar as perdas durante o período pós-colheita.

As características morfológicas, anatómicas, fisiológicas e a sua composição química, tornam a maior parte das frutas e hortaliças produtos muito perecíveis.

As boas práticas agrícolas são indispensáveis para a obtenção de uma matéria-prima de qualidade, principalmente do ponto de vista de contaminações por produtos químicos e de natureza microbiológica. As principais fontes de contaminação microbiológica são o uso inadequado de esterco não curtido na adubação, a utilização de água de irrigação contaminada e as mãos de manipuladores deficientemente lavadas e limpas. O uso indiscriminado de produtos fitofarmacêuticos, sem respeitar o período de carência dos mesmos, pode provocar a presença de resíduos químicos em concentrações superiores aos limites recomendados pela legislação, e conseqüentemente, oferecer riscos ao consumidor.

A aplicação de sistemas de garantia de qualidade visam o equilíbrio dos ecossistemas e o uso racional dos recursos naturais, também contribuem para a qualidade pós-colheita dos produtos. Os produtos encontram-se expostos a doenças ou pragas no campo, pelo que a sua deterioração pode ser mais rápida na fase pós-colheita. Medidas de controlo preventivo como o cultivo protegido, a higiene no campo, com a remoção e destruição de material vegetal como folhas, ramos e frutos doentes e infetados, bem como espaçamento adequado e boa condução das árvores, adubação equilibrada em nutrientes, reduzem o ataque de pragas e doenças e aplicações de produtos fitofarmacêuticos, aumentando a qualidade e o período de conservação pós-colheita dos mesmos.

Os produtos hortofrutícolas provêm de diferentes partes das plantas (fig. 3), cada uma delas com características nutricionais e de durabilidade próprias, pelo que devem ser considerados cuidados especiais para cada uma destas partes.



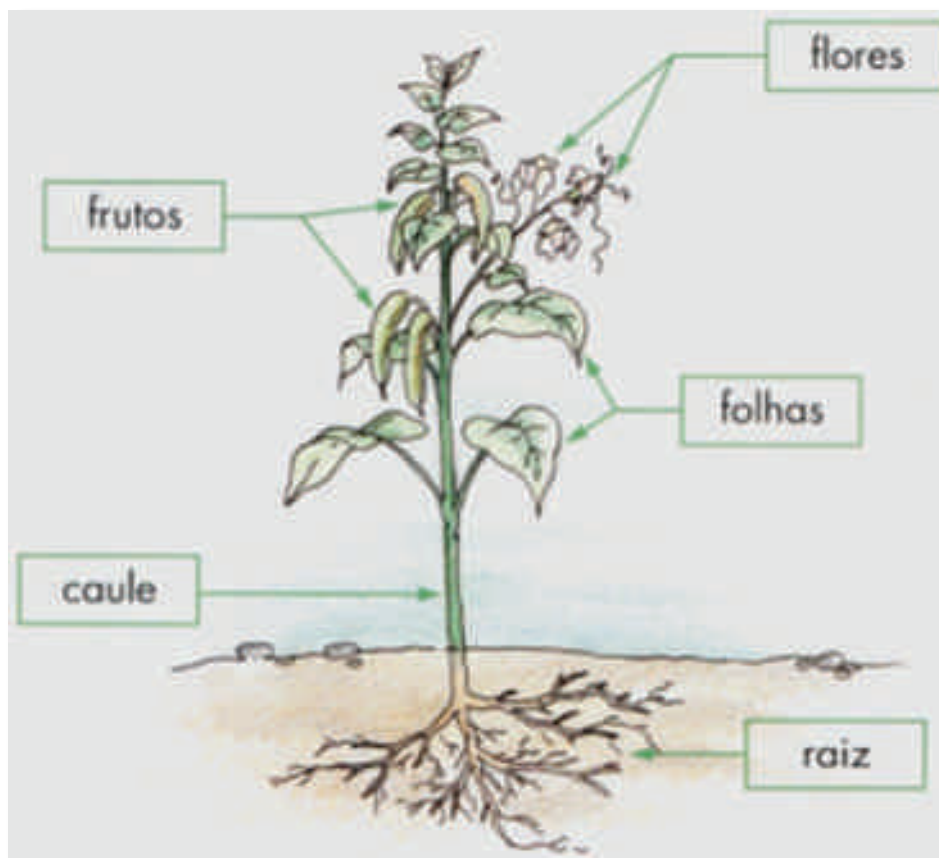


Figura 3 - Diferentes partes de uma planta.

Os nutrientes são armazenados em diferentes partes das plantas:

- A fotossíntese tem lugar nas folhas. A alface e a couve são exemplos de alimentos provenientes das folhas e são tipicamente ricos em minerais e nutrientes.
- A flor contém os órgãos sexuais femininos e masculinos. Estes produzem as sementes e os frutos.
- O caule suporta a flor e as folhas e pode também ser uma fonte de alimento, por exemplo, aipo.
- As raízes retiram água do solo e suportam a planta. Em algumas plantas são também usados para armazenamento de alimento, como por exemplo, nas batata-doce e nas cenouras.



O quadro 1 ilustra as diferentes partes das plantas, função de cada parte e valor nutricional:

Partes da planta	Função	Valor nutricional
Folhas	Contêm clorofila; Produzem hidratos de carbono	Vitamina C, ácido fólico, Vitamina A, potássio, magnésio, água, fibras
Caules	Transportam água e sais minerais para as folhas	Água, fibras
Frutos	Contêm sementes; atraem animais a comê-los para espalharem as sementes	Vitamina C, carotenos, açúcar, amido, água, fibras
Sementes	Contêm material para produzir a próxima geração de plantas	Proteínas, fibras, amido, ferro, cálcio, vitamina C, carotenos, ácido fólico, vitamina B
Raízes	Principal órgão de armazenamento de alimento	Amido, fibras, vitamina C, açúcares, vitamina A

Os frutos são seres vivos que continuam a respirar após a sua colheita e que vão perdendo qualidade ao longo da cadeia de comercialização até a ingestão pelo consumidor final. Outros fatores tais como a transpiração, doenças e danos mecânicos são igualmente responsáveis pela perda de qualidade. Conforme o critério existem vários modos de classificação dos frutos.

A) Atendendo a sua proveniência podemos classificar os frutos em:

- Frutos de árvores de zonas temperadas (pomóideas e prunoideas): pêra, maçã, damasco, cereja, nectarina, pêsego, ameixa, azeitona, figo.
- Frutos subtropicais: abacate, laranja, limão, lima, tangerina, figo, kiwi, nêspera, azeitona, diospiro e romã. Alguns destes frutos são produzidos em zonas tropicais e temperadas.
- Frutos tropicais: banana, manga, papaia, ananás.

B) Podemos ainda distinguir os frutos frescos dos secos. A noz, a castanha, a amêndoa, a avelã e o pinhão são exemplos de frutos secos.



C) Os frutos podem também ser classificados em climatéricos e não-climatéricos. Os climatéricos tem a capacidade para amadurecer separados da planta, mesmo quando colhidos imaturos.

Produzem grandes quantidades de etileno (C_2H_4) durante o amadurecimento. Os não-climatéricos, pelo contrário, só podem amadurecer na planta; a produção de etileno não aumenta durante o amadurecimento. Em seguida apresenta-se exemplos de frutos incluídos em cada uma das categorias:

- Climatéricos: ameixa, banana, damasco, dióspiro, figo, kiwi, maçã, maracujá, nectarina, pêra, pêsego, tomate.
- Não-climatéricos: ananas, azeitona, cereja, laranja, limão, melancia, morango, mirtilo, uva.

As sementes de cereais são cultivadas ao longo de milhares de anos para produzir grãos usados na alimentação humana.

As sementes dos cereais (fig. 4) têm todas a mesma estrutura básica, mas variam em forma, tamanho, cor e textura. São muito ricas em nutrientes e são por isso a principal fonte de alimento na maior parte dos continentes do mundo. O conteúdo nutricional dos diferentes cereais varia ligeiramente.



Figura 4 - Diferentes grãos de cereais, trigo, aveia e cevada.

A versatilidade de utilização das sementes e a fácil conservação permitiram o seu consumo ao longo dos tempos. O quadro 2 mostra os cereais mais consumidos a nível mundial:



Quadro 2 - Cereais e principais utilizações

Nome	Tipo	Uso
Cevada	2 ou 6 linhas de sementes	Usada na indústria de fermentação para produzir cerveja e whisky. A cevada pérola é usada para cozinhar.
Milho	Grande número de variedades	Usado para produzir óleo, farinha de milho, pipocas, alimento para animais, refeições de milho e espiga de milho
Milho miúdo	<i>finger millet</i> <i>bulrush millet</i>	É um cereal bastante importante na alimentação dos países tropicais
Aveia	Variedades de Outono e Primavera	Contém uma quantidade relativamente elevada de fibras, proteínas e gordura
Arroz	Mais de 7000 variedades incluindo o grão pequeno e comprido	Principal fonte de alimento em alguns países asiáticos e orientais
Arroz selvagem	-----	Não é verdadeiro arroz mas as suas sementes crescem no Canadá, China e Japão
Centeio	-----	Produzido principalmente para fabricar pão, álcool e <i>crispbreads</i>
Sorgo	-----	Principal cereal em algumas regiões de Africa
Trigo	Existem as variedades de Inverno, Primavera e <i>durum</i>	É usado para produzir farinha com menos de 10% de proteína (variedade de Inverno) ou com mais de 10% de gordura (variedade de Primavera). A variedade <i>durum</i> é usada para produzir as massas com elevados valores de proteína.

1.1. Colheita e transporte

Os produtos hortofrutícolas atingem o seu máximo de qualidades organolépticas e nutricionais numa determinada fase do seu processo de desenvolvimento, dependendo da variedade, da época de plantação, da temperatura, do tipo de solo, das práticas de cultura, etc. Outro fator que deve ser tido em consideração é o estado de maturação do



vegetal ou fruto, sendo um dos fatores mais importante na qualidade do produto final. Os hortofrutícolas quando atingem o máximo de qualidade são altamente perecíveis e devem ser colhidos, manuseados e processados no menor espaço de tempo possível, de modo a evitar perdas de textura, teor de açúcares, cor, etc.

A colheita dos vegetais e frutas deve ser realizada nos horários mais frescos do dia e os produtos mantidos protegidos de temperaturas elevadas. Deve-se evitar colher após chuvas intensas, bem como evitar quedas excessivas das frutas e hortaliças durante a colheita, também deve ser evitado o enchimento excessivo das caixas no campo, para transporte.

A decisão quanto ao momento ótimo de colheita é, fundamental e coloca-se muito frequentemente ao produtor, em termos de planificação da colheita. Ela deve ser efetuada no momento ótimo para cada cultura, dada a influência que tem na potenciação das suas próprias características organolépticas e também na respetiva conservação.

A antecipação da colheita não é geralmente recomendável, porque pode trazer como consequências a perda de propriedades organolépticas importantes, nomeadamente o sabor e o aroma, uma menor coloração da epiderme, maior perda de peso durante o tempo de conservação e ainda maior suscetibilidade a desequilíbrios fisiológicos, capazes de provocar alguns acidentes que desvalorizam a apresentação do fruto.

A colheita relativamente tardia, por outro lado, pode afetar o período de conservação e trazer maior suscetibilidade às operações de manipulação, nomeadamente colheita e transporte.



Figura 5 - Mangas com diferentes graus de amadurecimento.

O estado de maturação (fig. 5) ótimo à colheita é entendido como aquele que permitirá ao produto chegar ao mercado com as características desejadas pelo consumidor.



Assim, as folhas, os caules, os rebentos e as inflorescências são colhidos ainda no seu estado de crescimento. Alguns frutos podem ser colhidos parcialmente desenvolvidos, como os pepinos e as ervilhas e outros, como o tomate, totalmente desenvolvidos. Com exceção das batatas novas e das cenouras, as raízes, os tubérculos e os bolbos são colhidos num estado de desenvolvimento completo.

O manuseamento pós-colheita começa com a colheita. O estado de maturação no momento da colheita é de extrema importância para a qualidade pós-colheita dos produtos e deve ser avaliada de acordo com critérios, designados índices de maturação, estabelecidos para cada produto.



Figura 6 - A colheita de frutas deve ser cuidadosa.

O momento da colheita (fig. 6) determina a qualidade máxima dos produtos hortofrutícolas. A decisão de colher deve, pois, ser tomada criteriosamente.

A ponderação dos critérios para determinar a data de colheita variam com a cultura e com o sistema de produção. Os critérios que influenciam a decisão de colher são os seguintes:

- Índices de maturação;
- Produtividade;
- Preços antecipados pelo produtor;
- Condições climáticas no campo



A qualidade é influenciada pelas operações de colheita devido a:

- Ocorrência e severidade dos danos mecânicos e outros stresses físicos;
- Eficiência na seleção de frutas e hortaliças (aceitáveis e não-aceitáveis);
- Temperatura da polpa dos produtos no momento da colheita;
- Tempo que antecede o arrefecimento.



Figura 7 - Caixas plásticas para transporte.

A colheita requer alguns cuidados para evitar danos e perdas na pós-colheita. Alguns produtos (principalmente frutas) são facilmente danificados, tais como morango, cerejas, amoras, etc. Neste casos, os cuidados devem ser redobrados para que não ocorram danos mecânicos que possam afetar a integridade e a aparência do produto.

A colheita também requer um bom padrão de higiene no campo, como o uso de embalagens (fig. 7) adequadas (normalmente caixas plásticas), limpas, desinfetadas, empilhadas de forma a não estar em contato com o solo e transportadas o mais rápido possível para o processamento ou comercialização.



Figura 8 - Instrumentos de corte devem ser de fácil limpeza e desinfecção.



Os equipamentos e instrumentos (fig. 8) utilizados na colheita e no manuseio devem ser limpos e desinfetados através de lavagem com produtos de higiene e desinfecção adequados.

A contaminação biológica pode ocorrer facilmente durante a etapa da colheita quando o trabalhador entra em contato direto com o produto. Além disso, o ambiente físico do produto é difícil de ser controlado e oferece muitas fontes de contaminação potenciais, tais como o solo, a água, o ar, as mãos, os recipientes, etc.

Portanto, a integridade dos produtos hortofrutícolas é crítica, já que muitos dos nutrientes necessários para o desenvolvimento de microrganismos patogênicos são as porções internas dos produtos, as quais tornam-se acessíveis através de danos físicos. Neste caso, as condições de higiene na colheita são muito importantes. Os produtos hortofrutícolas danificados ou deteriorados devem ser retirados e não devem ser enviados para o mercado.

Os equipamentos e contentores que entrarem em contato com os produtos colhidos devem ser próprios para tal finalidade e feitos de material atóxico e sem saliências ou cantos vivos que dificultem a sua limpeza e desinfecção ou que possam causar danos mecânicos nos produtos.

Os contentores para lixo, subprodutos, partes não-comestíveis ou substâncias perigosas devem ser devidamente identificados e construídos com material apropriado.

Na colheita, e para obtenção de melhores resultados, devem observar-se os seguintes cuidados:

1. Colher no estado de maturação adequado.
2. Colher sob condições ambientais frescas e/ou efetuar um pré-arrefecimento.
3. Manusear o produto com cuidado, sem apertar os frutos. Colher os frutos sempre com o pedúnculo e sem folhas. A fruta deve ser manuseada como se fosse ovos.
4. Reduzir o número de manipulações.
5. Remover o produto afetado de doenças ou com danos mecânicos.
6. Colher em último lugar os produtos danificados pelo frio, de modo a serem separados e comercializados em primeiro lugar.



Se a colheita for efetuada prematuramente, as principais consequências são:

1. Menor peso.
2. Desenvolvimento deficiente da qualidade.
3. No final da conservação, maturação defeituosa e incompleta.

Se a colheita for efetuada tardiamente, há maior suscetibilidade para:

1. Menor capacidade de conservação.
2. Aparecimento de alterações fisiológicas.
3. Queda de fruta.
4. Aparecimento de podridão.
5. Aparecimento de cortes.

TRANSPORTE

Numa cadeia de abastecimento longa e complexa, como nos casos das trocas intercontinentais, existem diversas operações de transporte e de armazenamento que se intercalam e que têm de funcionar em conjunto para que os produtos cheguem ao destino com qualidade. A operação de transporte tem, naturalmente, especificidades, mas em certa medida, especialmente nas situações de transporte prolongado a longas distâncias, tem de desempenhar as funções do armazenamento. A cadeia de frio deve ser mantida sem interrupções através das diferentes etapas.

O transporte é um elemento-chave no fornecimento da maior parte dos produtos atualmente consumidos. Operações de transporte são elos que ligam diferentes etapas da cadeia de abastecimento, deslocando os produtos hortofrutícolas entre elas.

O transporte é importante porque:

- Permite o fluxo de produtos entre o local de produção e o local de consumo, através de diferentes etapas intermédias;
- Os custos de transporte podem representar uma proporção elevada do custo total de abastecimento, especialmente em produtos de baixo valor unitário transportados por longas distâncias;
- Proporciona oportunidades para a depreciação da qualidade dos produtos.



Os problemas de comprometimento da qualidade mais frequentes durante o transporte são relativos ao deslocamento das cargas e à compressão dos produtos. No entanto, os problemas mais sérios prendem-se com a falta de controlo da temperatura.

Os transportes de curta duração também proporcionam oportunidades para o comprometimento da qualidade. Os danos por vibração são frequentes no transporte no campo, ou entre o campo e a central, pois os caminhos rurais são normalmente mais irregulares e os reboques podem não possuir suspensão adequada para amortecer as vibrações.

As perdas de qualidade resultam de danos mecânicos, ausência ou deficiente controlo da temperatura e cargas mistas incompatíveis. O manuseamento descuidado e falta de refrigeração ou elevados tempos de espera em condições não refrigeradas nos cais de descarga podem comprometer os efeitos de boas condições de transporte.

Os produtos hortofrutícolas depois de colhidos e acondicionados em caixas adequadas devem ser transportados com os devidos cuidados sem estarem expostos ao sol. Devem ser transportados para as unidades de transformação ou para os locais de comercialização, o mais rápido possível e se possível em veículos que permitam o transporte a temperaturas baixas (fig. 9).



Figura 9 - Camião de transporte de frutas e legumes com caixa isotérmica, mantém temperaturas baixas constantes.

1.2. Receção na unidade transformadora

Na receção é muito importante manter as regras e cuidados do manuseamento pós-colheita.



A pós-colheita dos produtos hortofrutícolas frescos começa com a colheita e, desejavelmente, termina com o consumo. Muitos produtos hortofrutícolas nunca chegam a ser consumidos, devido à morte dos órgãos vegetais como resultado da senescência, de acidentes (por exemplo: congelação), ou devido à ação de microrganismos patogénicos. A qualidade intrínseca, sabor, aroma e valor nutritivo também se altera durante o período pós-colheita. Os sistemas de manuseamento devem permitir colocar os produtos à disposição dos consumidores, com a qualidade desejada.

O manuseamento pós-colheita deve ter em atenção a qualidade e a garantia da segurança alimentar dos produtos colhidos, para isso é necessário ter em conta os danos latentes e cuja eliminação implica uma abordagem sistémica e integrada do manuseamento. Os danos latentes englobam:

- Danos mecânicos
- Infeções por microrganismos patogénicos
- Danos causados pelo frio em produtos suscetíveis
- Acidentes fisiológicos

Um bom manuseamento pós-colheita deve:

- Evitar danos mecânicos
- Minimizar perdas de água
- Minimizar a atividade metabólica dos produtos hortofrutícolas
- Evitar contaminações e minimizar a atividade microbiana
- Garantir a segurança alimentar.

Os danos mecânicos - cortes, abrasões, pisaduras, deformações - depreciam a aparência dos produtos hortofrutícolas e induzem um conjunto de respostas fisiológicas que aceleram a senescência e provocam descolorações.

A prevenção de danos mecânicos deve ser uma preocupação constante na conceção, instalação, operação e manutenção de sistemas de colheita e de preparação para o mercado. Importa por isso ter presente as causas dos danos mecânicos e as formas de os prevenir ou minimizar.



Os danos mecânicos podem ser provocados por:

Impacto - O impacto é a principal causa de danos mecânicos nas frutas e hortaliças. Num corpo elástico a energia absorvida pelo corpo durante o impacto é sensivelmente igual à energia devolvida no ressalto. Nestas circunstâncias não há danos mecânicos. As frutas e as hortaliças não são materiais completamente elásticos. Neste caso a energia absorvida no impacto é superior à energia devolvida no ressalto e o trabalho efetuado pelo excesso de energia absorvida provoca danos mecânicos no órgão vegetal. Por exemplo quedas dos hortofrutícolas no chão.

Compressão (incluindo cortes e furos) - Os danos provocados por compressão resultam da aplicação de forças pequenas durante um período de tempo prolongado. O trabalho efetuado pela força aplicada causa alterações plásticas no produto hortofrutícola, extrusão de água das células, deslocação de células no interior do tecido e deslocação de microfibrilas de celulose, resultando em deformação permanente das células. Por exemplo caixas de transporte muito grandes levam quantidades excessivas de produto, o que proporciona a compressão dos hortofrutícolas uns contra os outros.

Vibração (abrasão) - Os danos por vibração são devidos ao movimento dos frutos ou hortaliças nos contentores, embalagens ou linhas de seleção. O movimento livre provoca abrasão contra superfícies de contentores ou outros produtos hortofrutícolas. Os danos por vibração ocorrem frequentemente durante o transporte. A interação entre a superfície da estrada e o sistema de suspensão dos veículos de carga pode resultar em vibrações de 2 a 20 Hz que são propagadas de forma ampliada para a carga. Os produtos colocados no topo do contentor (caixa do veículo ou embalagem de transporte) sofrem maior aceleração, sendo por isso mais afetados pelos danos provocados por vibração durante o transporte.



Quadro 3 - Suscetibilidade de alguns hortofrutícolas aos danos mecânicos

Suscetibilidade	Tipo de dano mecânico		
	Compressão	Impacto	Vibração
Suscetíveis	Banana (madura), maçã, meloa, morango, pêsego, tomate (verde ou em amadurecimento).	Curgete, banana (madura), maçã, pêsego, tomate (em amadurecimento).	Curgete, ameixa, banana (verde e madura), damasco, nectarina, pêra, pêsego, uva.
Intermédios	Curgete, banana (verde), damasco, nectarina.	Banana (verde), damasco, meloa, morango, nectarina, pêra, tomate (verde), uva.	Maçã, meloa, tomate (verde ou em amadurecimento).
Resistentes	Ameixa, pêra, uva	Ameixa	Morango

A prevenção dos danos mecânicos exige uma conceção criteriosa do sistema de manuseamento e uma condução cuidadosa de todas as operações. O sucesso na prevenção de danos mecânicos exige que os trabalhadores estejam sensibilizados para o problema e motivados para a sua prevenção. Assim sendo para a prevenção de danos mecânicos é necessário:

1. Minimizar danos causados por máquinas de colheita ou pelos operadores.
2. Reduzir o número de transferências e quedas.
3. Reduzir a altura das quedas.
4. Reduzir o número de mudanças de direção abruptas nas linhas de seleção.
5. Remover arestas angulosas.
6. Manter todos os tapetes a velocidade constante.
7. Minimizar a compressão quando os frutos são canalizados para espaços estreitos.
8. Forrar com tapete elástico as paredes das linhas de seleção e classificação.
9. Forrar com tapete elástico o fundo dos contentores de recolha e transporte.



- c) Depreciação da textura: amolecimento, flacidez, redução da sensação de suculência.
- d) Depreciação do valor nutritivo: vitaminas A e C.

3. Legislação sobre rotulagem e contratos. O peso indicado no rótulo ou as quantidades contratadas podem não ser as estipuladas devido à perda de água.

Os produtos hortofrutícolas frescos são órgãos vivos e devem permanecer como tal durante o período pós-colheita. Para além da perda de água, os fatores biológicos envolvidos na deterioração (perdas de quantidade e qualidade) são:

1. a respiração;
2. a produção de etileno;
3. as alterações na composição;
4. o crescimento e desenvolvimento indesejáveis;
5. a ocorrência de acidentes fisiológicos;
6. a resposta metabólica a danos mecânicos;
7. a patologia pós-colheita.

Todos estes aspetos da atividade metabólica devem ser minimizados durante o manuseamento, porque uma planta, parte de uma planta ou fruto após a colheita continuam vivos mantendo os processos fisiológicos.

Assim sendo, entre os diversos processos que continuam a acontecer em vegetais colhidos, os mais importantes são a **fotossíntese** e a **respiração**.

Na fotossíntese há a formação de compostos orgânicos ricos em energia a partir de dióxido de carbono e água com o uso da energia captada da luz solar pela clorofila.

A respiração será o processo reverso, ou seja, a quebra destas moléculas com consequente libertação da energia acumulada. Além destes, outro de grande importância é a transpiração, que é a perda de água dos tecidos em forma de vapor.

Mesmo após a colheita, os tecidos de frutas e hortaliças permanecem com as suas funções fisiológicas normais. No entanto, separadas da planta mãe ou do solo, passam a usar as suas reservas de substrato ou de compostos orgânicos ricos em energia, como açúcares e amido, a fim de respirar e assim produzir a energia necessária para manterem-



se vivas. De todos os processos metabólicos, a respiração é o mais importante e pode ser afetado por fatores próprios internos ou ambientais.

As transformações desencadeadas pela respiração desses tecidos são:

- O consumo dos compostos de reserva promovem a perda de peso seco, valor nutritivo e aroma;
- Manutenção da textura e o sabor das plantas, contudo a continuidade do processo de forma acelerada diminui a vida de prateleira dos produtos;
- A produção de água;
- Produção de excedentes de energia, além da utilizada para manutenção dos tecidos, que é liberada para o ambiente em forma de calor.

Fatores que afetam a respiração

A respiração é afetada por uma grande quantidade de fatores ambientais que incluem: luz, stress químico (como o uso de fumigação, por exemplo), stress radioativo, stress aquoso, reguladores de crescimento e ataque de microrganismos patogénicos. Contudo, as principais são temperatura, composição atmosférica e stress físico.

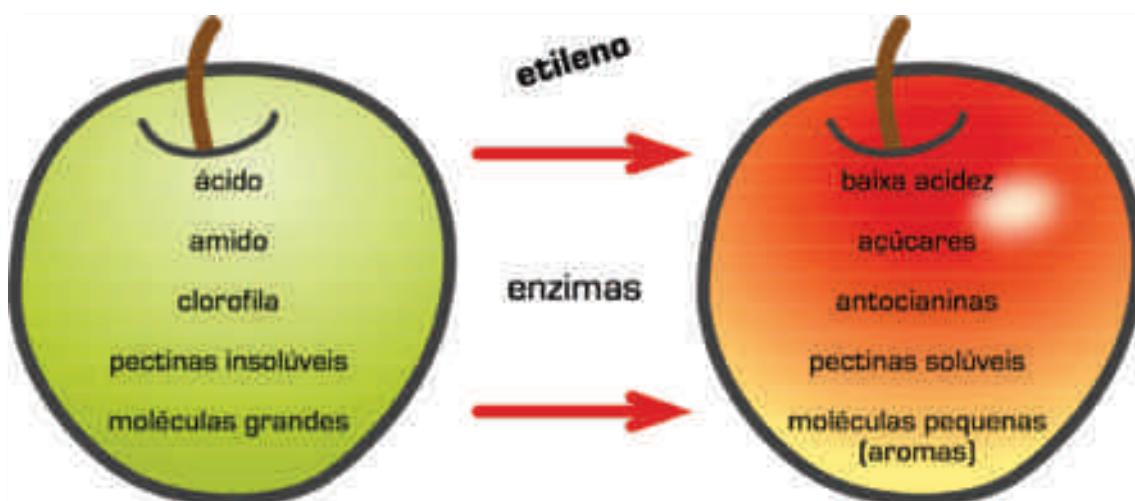


Figura 11 - A atividade metabólica que se processa após a colheita dos frutos leva à produção de diversas alterações, as quais realizam-se através de enzimas, com libertação de etileno, durante o processo de respiração.

Os danos mecânicos provocam um aumento da taxa de produção de etileno (fig. 11), geralmente resultam num aumento da taxa de respiração, rutura da compartimentação



celular e degradação das membranas, que leva ao acastanhamento dos tecidos. Além disso, rompendo a integridade dos tecidos, favorecem a perda de água e aumentam a suscetibilidade da contaminação microbiana.

O termo **pós-colheita** refere-se ao estudo e ao conjunto de técnicas aplicadas à conservação e armazenamento de produtos agrícolas como grãos, frutas, hortaliças, tubérculos, entre outras logo após a colheita até ao consumo ou processamento. Estas técnicas são importantes pois, ao contrário dos alimentos de origem animal, os tecidos destes produtos permanecem íntegros e mantêm os seus processos fisiológicos e bioquímicos normais.

Em cada etapa é necessário a aplicação de um conjunto de técnicas para garantir a manutenção da qualidade. Atualmente existem tecnologias disponíveis para todas as etapas desta cadeia que visam a manutenção da qualidade, o aumento do tempo de prateleira e da oferta de produtos “*in natura*”. Entre estas técnicas estão o uso de temperaturas baixas, atmosfera modificada, atmosfera controlada, limpeza, desinfecção, bem como a combinação destas.

O objetivo fundamental da tecnologia pós-colheita, portanto é manter os produtos agrícolas recém-colhidos em condições adequadas, evitando perda de humidade e o desenvolvimento de alterações químicas indesejáveis, além de evitar danos físicos e retardar a deterioração dos produtos hortofrutícolas.

Os materiais em cru e as embalagens são transportados para a fábrica. Dentro da fábrica, as matérias-primas são transportadas para o início da linha de produção. O descarregamento deve ser efetuado com cuidado para evitar danos mecânicos na matéria-prima, tais como cortes, amassaduras, quebras, etc.

Durante o processamento, os materiais podem ser transportados em tapetes de transporte ou bombeados através de tubos até contentores. O produto final (fig. 12) é transportado para o armazém ou para a loja de retalho.





Figura 12 - Maças acondicionadas em caixas de cartão, prontas para venda.

Frutas e vegetais devem ser processados, transportados e entregues ao mercado rapidamente, mas muitos deles deformam-se (tornam-se menos apetecíveis e pouco saudáveis) dentro de horas ou em poucos dias.

O processamento deve incluir algumas das seguintes etapas:

- Separar os diferentes tamanhos, por exemplo, batatas grandes para cozinhar, batatas pequenas para alimentar os animais.
- Retirar o excesso de folhas e raízes
- Remover o que está deformado ou defeituoso
- Lavar os produtos para a remoção de terra, pedras ou resíduos químicos.
- Envolver os produtos delicados em papel de seda ou em embalagens protetoras.
- Identificar as variedades com rótulos aderentes ou com etiquetas.
- Armazenar a uma temperatura adequada e a uma atmosfera que atrase o amadurecimento.

1.2.1. Pesagem e controlo da matéria-prima

Após a chegada dos produtos hortofrutícolas à unidade transformadora, um dos passos iniciais é a pesagem da quantidade recebida de matéria-prima. Normalmente esta pesagem (fig. 13 e 14) é realizada antes da descarga através de pesagem dos veículos



carregados. O peso da matéria-prima é obtido através da diferença entre o veículo cheio e a pesagem do veículo vazio.



Figura 13 - Bâscula inserida no solo.

Figura 14 - Bâscula de pesagem com camião carregado de matéria-prima a ser pesado.



O controlo de qualidade da matéria-prima é muito importante nesta fase da receção porque permite avaliar o estado da matéria-prima rececionada, se está ou não em boas condições para a transformação ou para o acondicionamento e expedição, no caso de não ser transformada. Assim como avaliar o estado de maturação, os danos mecânicos e a qualidade global dos hortofrutícolas recebidos.

A seleção é outra etapa importante, pois tem por finalidade a remoção de impurezas grosseiras e matéria-prima defeituosa ou com doenças, insetos e outros materiais estranhos que possam prejudicar a qualidade dos vegetais. Esta operação pode ser feita em esteiras dotadas de sistemas de ventilação ou de agitação, seguida de seleção manual.

A seleção caracteriza-se por retirar e eliminar frutos danificados, deformados e com presença de doenças, antes da classificação. A eliminação de frutos com doenças é importante, pois limita a sua disseminação.



Todas as pedras, partículas de terra e restos de plantas devem ser eliminadas antes do armazenamento, especialmente se o produto for armazenado a granel. As pedras danificam o produto e as partículas de terra e restos de vegetais são veículos de transmissão de organismos causadores de doenças.

A limpeza consiste na eliminação de sujeira, insetos e outros materiais que não foram removidos na operação anterior. Esta operação pode ser realizada pela ação isolada ou combinada de peneiras, escovas e água (fig. 15).



Figura 15 - Lavagem de frutos utilizando bicos tipo spray.

A água pode conter desinfetantes principalmente no caso de vegetais retirados do solo, como batatas, cenouras, beterrabas, etc.

A etapa de limpeza é uma das principais no sistema de classificação de frutas e hortaliças, e de grande influência na qualidade do produto, podendo ser realizada de maneiras distintas. Algumas frutas não aceitam água, como por exemplo o dióspiro (fig. 16), também como certas hortaliças, por exemplo cebola. O uso ou não de água no processo de limpeza, também relaciona-se a outros aspectos não técnicos.



Figura 16 - Dióspiro.



A classificação é um procedimento de controlo de qualidade porque permite separar os hortofrutícolas segundo critérios estipulados, que podem ser quanto ao estado de maturação, aos danos sofridos, à cor ou ao tamanho. Sendo este último o mais vulgarmente utilizado na calibração dos frutos, embora também possa-se aplicar aos legumes.

A classificação da matéria-prima por tamanho é imprescindível porque permite conferir uniformidade aos produtos, garantir uma demarcação rigorosa do binómio tempo/ temperatura nas operações de branqueamento e de esterilização, e permitir uma regulação uniforme dos equipamentos de preparação da matéria-prima.



Figura 17 - Classificadora de frutas com tapete de taças.

A classificação pode ser por diâmetro: frutas e hortaliças em geral; por peso: Frutas; ou pela cor, exemplo: tomate, manga, banana, etc.

Os equipamentos de classificação existentes podem ser divididos em 2 tipos de sistemas: mecânico e eletrónico. Existem vários tipos de equipamentos de classificação mecânica, mas de um modo geral, possuem princípios semelhantes de classificação.

Os equipamentos de classificação com funcionamento mecânico classificam os produtos em tamanho e têm como mecanismo de classificação tapete de tela furada (fig. 17), rolos transversais e longitudinais (fig. 18), taça (fig. 19) ou bandeja. Os equipamentos com sistema eletrónico mais utilizados classificam por diâmetro, peso, cor e eliminação de defeitos.





Figura 18 - Classificadora de rolos longitudinais.



Figura 19 - Classificadora com tapete de tela furada.

1.2.2. Pré-arrefecimento e/ou armazenamento

Num sistema de manuseamento pós-colheita de produtos hortofrutícolas, os produtos são armazenados durante um período variável, que pode ser de algumas horas ou de vários meses. O período de armazenamento depende do produto, das condições de armazenamento, do circuito de comercialização e das oportunidades de mercado.



De forma geral distingue-se:

- **Armazenamento de muito curto prazo:** horas a dias. O armazenamento é efetuado em câmaras de elevada rotação de produtos, com abertura frequente de portas e consequente dificuldade de manter a temperatura ótima. Ocorre em situações de armazenamento doméstico, restauração, retalho, sistemas de *just-in-time*, e centrais de compras e distribuição.
- **Armazenamento de curta duração:** dias a semanas.
- **Armazenamento prolongado:** vários meses. Neste caso é possível estabilizar a temperatura da câmara e, num sistema bem dimensionado manter a temperatura a níveis ótimos.

A operação de armazenamento, mais ou menos prolongado, está incluída, em praticamente todas as cadeias de abastecimento de produtos hortofrutícolas. O armazenamento permite:

- Equilibrar os volumes colhidos e os volumes vendidos;
- Prolongar o período de comercialização;
- Retardar a venda para obter preços superiores;
- Regularizar os mercados, permitindo uma distribuição mais uniforme ao nível do retalho;
- Reduzir a frequência de compra pelo consumidor, empresa de restauração ou intermediários.

Um produto deve dispor de uma qualidade inicial que lhe permita a vida prevista em armazenamento e ainda uma vida em prateleira compatível com a sua subsequente distribuição e consumo. A vida pós-colheita depende da qualidade do produto, temperatura, humidade relativa, composição da atmosfera e de tratamentos adequados ao produto em causa.

Assim, para garantir a qualidade e prolongar a vida pós-colheita dos produtos hortofrutícolas é necessário arrefecer rapidamente para a temperatura mínima de segurança, logo após a colheita, e manter a cadeia de frio durante todo o período pós-colheita.



A refrigeração, à temperatura aconselhada para cada produto, tem um papel determinante na qualidade, porque:

- Reduz a atividade metabólica, incluindo a respiração, a produção de etileno, as alterações de composição e a velocidade de senescência e de amadurecimento;
- Reduz a atividade microbiana, incluindo o desenvolvimento de doenças nos produtos hortofrutícolas e a proliferação de patógenos humanos;
- Reduz a perda de água;
- Reduz os fenómenos de crescimento que limitam a vida pós-colheita de órgãos de reserva (por exemplo abrolhamento de batata, alho e cebola);
- Prolonga a vida pós-colheita de frutas e hortaliças, reduzindo a taxa de depreciação da sua qualidade.

Quando os produtos são colhidos é necessário remover o calor sensível (baixar a temperatura) para assegurar a máxima longevidade que é possível obter. Todos os produtos destinados a serem transportados ou armazenados a baixas temperaturas devem ser pré-arrefecidos antes de serem colocados à temperatura de armazenamento. O processo de arrefecimento pode ocorrer na câmara de conservação (arrefecimento em câmara), mas é frequentemente vantajoso que constitua uma operação separada designada por **arrefecimento rápido** ou **pré-arrefecimento** (*precooling*). Embora o termo pré-arrefecimento seja mais vulgarizado, a expressão arrefecimento rápido é mais precisa, pois o processo consta no arrefecimento propriamente dito e tem como objetivo acelerar a remoção de calor e não constitui uma operação prévia ao arrefecimento como a designação pré-arrefecimento poderia fazer supor.

Existem boas razões para a operação de arrefecimento ser distinta do armazenamento frigorífico, nomeadamente:

- **Capacidade frigorífica.** É necessária muito maior capacidade frigorífica para arrefecer um produto do que para manter a sua temperatura. O arrefecimento rápido exige mais potência do que um arrefecimento lento, mas a rotação de produto no sistema de arrefecimento é elevada.
- **Circulação de ar ou água.** O aumento da velocidade de circulação do fluido de arrefecimento e o íntimo contacto entre este e o produto a arrefecer, permitem acelerar o arrefecimento.



- **Equipamentos especiais.** As câmaras frigoríficas para conservação não possuem nem a capacidade frigorífica, nem a circulação de ar necessária para a rápida remoção do calor dos produtos. Para aumentar a velocidade e eficiência do processo de arrefecimento foram desenvolvidos diversos métodos que requerem equipamentos ou instalações especialmente concebidas para o efeito.

Os métodos de arrefecimento rápido devem começar logo no campo, caso seja possível. Assim, deve-se desde a colheita, prevenir o aquecimento (fig. 20), recorrendo à sombra, aspersão de água e programação da colheita e transporte de modo a reduzir o tempo até ao pré-arrefecimento.



Figura 20 - Transporte de fruta do campo para a unidade de transformação vai ser coberto com lona amarela, para evitar a exposição ao sol e calor.

MÉTODOS DE ARREFECIMENTO RÁPIDO

A utilização de métodos de pré-arrefecimento tem por finalidade a remoção rápida do calor do campo dos produtos recém-colhidos e constitui geralmente uma operação separada que requer equipamentos ou recintos especiais.

A seleção do método de pré-arrefecimento depende, entre outros, dos seguintes fatores:

- Temperatura do produto na altura da colheita.
- Natureza do produto; tipo de produto (por exemplo, vegetais folhosos, fruta, etc.), exigências de arrefecimento, tolerância à exposição à água.



- Quantidade de produto; o volume dos produtos que devem ser tratados por unidade de tempo determinara a adequação dos métodos e dos sistemas de pré-arrefecimento.
- Possibilidade de mistura de produtos; a compatibilidade entre diferentes produtos depende da sua natureza, nomeadamente no que diz respeito a sensibilidade aos odores e aos voláteis, tais como o etileno.
- Exigências de embalagem do produto; os materiais de embalagem e suas configurações afetam o método e a taxa de arrefecimento.
- Restrições económicas; os custos de construção e operação variam entre métodos.

Os dois fatores mais importantes, para um arrefecimento bem sucedido são a temperatura e o tempo, isto é, uma fruta ou hortícola deve ser refrigerado, após a colheita, no mais curto espaço de tempo possível. O produto ao ser arrefecido diminui, no início, rapidamente de temperatura e, em seguida, sofre um arrefecimento mais lento. Como é difícil remover todo o calor que o produto acumula, é recomendado um pré-arrefecimento de $7/8$ da diferença entre a temperatura inicial e a temperatura recomendada. O produto pode então ser colocado no armazenamento onde o restante $1/8$ do calor é gradualmente removido com um menor custo energético.

Assim os produtos, após a colheita e o mais rapidamente possível, deverão sofrer um pré-arrefecimento, dos quais são de destacar os principais métodos:

1 - ARREFECIMENTO EM CÂMARA (*room cooling*)

O método mais simples, mas também mais lento, para arrefecer produtos hortofrutícolas é o arrefecimento em câmara. Neste método, os produtos são colocados em câmaras frigoríficas convencionais onde são arrefecidos pelo contacto com o ar. Como a velocidade do ar é reduzida e o ar não é forçado através dos contentores de forma a garantir um íntimo contacto com o produto, o processo é lento e pode levar vários dias a atingir-se os $7/8$ de arrefecimento. Os contentores devem ser ventilados e a estiva planeada de forma a garantir uma boa circulação do ar. Para reduzir as perdas de água, o ar deve ter uma humidade relativa elevada, mas adequada ao produto a armazenar.



Como o arrefecimento é lento, a temperatura da polpa do produto fica muito tempo acima da temperatura do ar, causando um elevado déficit de pressão de vapor, que origina perdas de água apreciáveis. O arrefecimento em câmara é satisfatório para produtos que têm taxas de respiração baixas, como as batatas de conservação ou as cebolas.

Para os produtos que não requerem muita refrigeração após a colheita, pode ser suficiente a sua colocação num quarto frio (fig. 21), podendo ser uma instalação própria ou mesmo o reboque dum camião.



Figura 21 - Arrefecimento de bananas.

Este tipo de sistema de refrigeração não é adequado para a maioria das frutas e dos legumes, pois é demasiado lento, podendo o arrefecimento levar dias em vez de horas, o que desidrata excessivamente o produto.

No entanto este método é aceitável para: feijão, beterraba, repolho, pepino, alho, melão, melancia, cebola, pimento, batata, abobora, tomate.

2 - ARREFECIMENTO POR AR FORÇADO (*forced air cooling*)

Este método é uma modificação do anterior, sendo o pré-arrefecimento conseguido fazendo circular ar refrigerado através do produto empilhado. Este método é considerado versátil porque pode ser facilmente incorporado em câmaras frias existentes, não requer tecnologia sofisticada e pode ser utilizado numa larga gama de produtos.

Neste método de arrefecimento o ar é forçado a atravessar os contentores (normalmente paletes) que contêm o produto, devido a uma diferença de pressão que é criada entre



as duas faces do contentor. Com o aumento da velocidade do ar e da capacidade de refrigeração o tempo necessário para o mesmo arrefecimento é apenas 10 a 25% do tempo necessário para atingir o mesmo arrefecimento em câmara.

O problema da perda de água, tal como no método anterior, pode ser eliminado através de valores elevados de humidade relativa ambiente (95%). Pode-se recorrer à humedificação do ar utilizado no arrefecimento. Este método é recomendado para produtos como o pimento e o morango que são suscetíveis de apodrecer se forem molhados. É também aceitável para: feijão, brócolo, couve de Bruxelas, couve-flor, pepino, uva, cogumelos, ervilha, cebola, tomate, morango, melão.

Existem quatro sistemas de arrefecimento por ar forçado:

- 1) Túnel;
- 2) Serpentina;
- 3) Parede fria
- 4) Evaporativo.

3 - ARREFECIMENTO POR ÁGUA ou HIDROARREFECIMENTO (*hydrocooling*)

Os sistemas de arrefecimento por água removem o calor do produto com água fria. O contacto do produto com a água pode ser obtido por aspersão de água (fig. 22) sobre o produto ou por imersão do produto na água. É um método mais rápido do que o anterior e não desidrata o produto.



Figura 22 - Arrefecimento de cenouras com aspersores de água.



Como o calor específico da água é superior ao do ar, o processo de arrefecimento é mais eficiente, uma vez que um determinado volume de água pode remover mais calor do que o mesmo volume de ar à mesma temperatura. O arrefecimento por água é vantajoso por ser mais rápido do que o ar forçado e não causar perda de água nos produtos. Em cargas embaladas de forma compacta ou paletizadas de forma a dificultar o contacto da água com o produto a remoção de calor é mais lenta.

Uma vez que a água recircula no sistema é necessário evitar o aumento da carga microbiana para prevenir contaminações de produtos. A água deve ser desinfetada com cloro e filtrada antes de retornar ao permutador de calor para ser arrefecida. Para uma desinfecção eficaz a água deve ter 100 a 150 ppm de cloro ativo. Os equipamentos devem ser limpos diariamente. As embalagens devem ser resistentes à água e possuir boa drenagem.

O arrefecimento por água pode ser efetuado de forma contínua (sistema de transportador) ou descontínua (sistema dos lotes). No sistema do transportador, o produto é arrefecido por chuveiros ou imersão em água fria, à medida que passa pelo tanque e pode estar a granel numa ou várias camadas ou então embalado em caixas. No outro sistema, o produto embalado, paletizado e arrefecido sob ação de esguichos de água em local próprio.

O hidro-arrefecimento pode ser usado se o produto tolerar ser molhado e não ser danificado pela água em queda ou pelos desinfetantes adicionados à água reciclada. A desinfecção da água é um fator crítico e a embalagem pode ser mais cara para oferecer resistência a água (utilização de ceras). A água é arrefecida normalmente por refrigeração mecânica, mas se esta não estiver acessível, uma fonte alternativa de água fria poderá ser água limpa dum poço ou dum rio.

O arrefecimento por água pode ser utilizado em cerejas, feijão-verde, pepino, espargo, beterraba, brócolo, couve de Bruxelas, cenoura, alface, melão, cebola, salsa, ervilha, batata, espinafre, nabo.

4 - ARREFECIMENTO POR VÁCUO (*vacuum cooling*)

O método de arrefecimento por vácuo, é o mais eficiente e o mais rápido dos métodos de pré-arrefecimento. O produto empacotado é colocado dentro de uma câmara hermética e o ar é evacuado, o que baixa a pressão e o ponto de ebulição da água. A



água à superfície do produto evapora rapidamente o que remove o calor do campo. Embora este método possa refrigerar os produtos em menos de 30 minutos, é somente eficiente em produtos com uma relação área / volume elevada.



Figura 23 - Câmara de arrefecimento por vácuo.

O arrefecimento por vácuo (fig. 23) é um método que se baseia no princípio de que a evaporação da água remove calor do ambiente e a água evapora a temperaturas tanto mais baixas quanto menor for a pressão atmosférica. À pressão atmosférica normal a água ferve a 100 °C, mas à pressão de 4,6 mmHg a água ferve a 0 °C. O arrefecimento por este método é obtido através da evaporação da água do produto, causando por isso perdas de água que atingem 2 a 5%. A murchidão de diversas folhas torna-se aparente se a perda de água ultrapassar os 5%.

A perda de água e arrefecimento estão relacionados, obtendo-se uma redução de cerca de 5°C por cada 1% de perda de água. Este método é apropriado para o arrefecimento rápido de hortaliças em que a razão superfície/volume é elevada (folhas, *e.g.* alface, espinafre). Por exemplo uma alface pode arrefecer em 20-25 minutos e uma couve-flor em 2-4 horas. Outras hortaliças como brócolo, couve-flor, milho-doce, couve-de-bruxelas, legumes verdes (folhosos), alface, espinafres, espargos e alcachofras também podem ser arrefecidos por este método podendo ser molhados previamente para reduzir



a perda de água. Cogumelos também podem ser arrefecidos, pois são muito permeáveis ao vapor de água mas não podem ser molhados. Frutos, raízes, tubérculos e bolbos não são apropriados para o arrefecimento por vácuo.

Dado que a evaporação implica a remoção, indesejável, de água do produto, foi desenvolvido um sistema modificado chamado HydroVac que reduz a perda de água, regando o produto durante a refrigeração. A utilização dos refrigeradores a vácuo é limitado porque o equipamento tem um custo elevado e a sua operação também é dispendiosa. Justificam-se só para gama de produtos limitada.

5 - ARREFECIMENTO POR GELO (*ice cooling, package icing, contact icing, top icing*)

Alguns produtos podem ser refrigerados com a adição do gelo na embalagem. Este método pode refrigerar o produto mais rapidamente do que o pré-arrefecimento com ar forçado mas o produto deve poder tolerar o contacto com água e gelo. Embora a maneira mais fácil, neste método, seja o de adicionar gelo em flocos no topo do recipiente, pode conseguir-se um contacto mais direto com o produto injetando água e gelo na embalagem. Neste caso, deve ser tomado cuidado para assegurar a distribuição completa no pacote. As embalagens devem ser tolerantes à água e apresentar furos para drenagem da água.

A utilização de gelo (fig. 24) para arrefecer produtos alimentares é um método antigo, mas ainda largamente utilizado. O arrefecimento obtém-se por transferência do calor do produto para o gelo, provocando a sua fusão. O gelo possui uma capacidade de remoção de calor superior à da água pois requer 335 kJ.kg^{-1} para passar do estado sólido ao estado líquido (calor latente de fusão). As embalagens devem ser de cartão encerado, plástico ou madeira, para resistirem à água. O arrefecimento por gelo é eficaz na remoção do calor sensível, confere aos produtos nas embalagens um aspeto fresco e contribui para manter uma humidade relativa elevada e reduzir as perdas de água. No entanto o peso das embalagens é substancialmente acrescido e a água resultante da fusão do gelo molha o pavimento ou o local onde estão as embalagens.





Figura 24 - Arrefecimento de couve-flor com gelo.

Este método serve para arrefecer produtos que não sofrem danos pelo gelo, como o espinafre, brócolo, beterraba, couve de Bruxelas, cenoura, melão, cebola, salsa, espinafre, nabo, pepino, ervilha-de-quebrar ou milho-doce.

Existem diversas formas de aplicar gelo aos produtos:

- *Top icing*, envolve a colocação de uma camada de gelo moído sobre a camada superior de produto antes de fechar as caixas. O método é económico, mas o arrefecimento é pouco eficaz pois o gelo só contacta com a camada superior do produto. Pode ser aplicado em produtos previamente arrefecidos por outro método.
- *Package icing*. Utiliza-se gelo liquefeito que é infiltrado dentro das embalagens numa suspensão em água, ficando o gelo em contacto com o produto após o escoamento da água. Pode-se adicionar sal à água para reduzir a temperatura. O arrefecimento é mais rápido e uniforme, mas exige equipamento mais dispendioso.



Quadro 4 - Comparação dos diferentes tipos de pré-arrefecimento.

	Ar Forçado	Água	Vácuo	Gelo	Câmara
Tempo de arrefecimento (h)	1-10	0,1-1	0,3-2	0,1-0,3 ou mais	20-100
Perda de água do produto (%)	0,1-2,0	0-0,5	2,0-4,0	?	0,1-2,0
Contacto de água com produto	Não	Sim	Não	Sim (a menos que em plástico)	Baixo
Potencial de contaminação microbiana	Baixo	Elevado	Não	Baixo	Baixo
Custo	Baixo	Baixo	Média	Elevado	Baixo
Eficiência energética	Baixo	Elevada	Elevada	Baixa	Baixo
Necessidade de embalagem resistente à água	Não	Sim	Não	Sim	Não
Portabilidade	Por vezes	Raro	Vulgar	Vulgar	Não
Utilização em linha	Raro	Sim	Não	Raro	Não

A remoção de calor dos produtos hortofrutícolas é função da exposição dos produtos a um ambiente com uma temperatura mais baixa do que a do produto. Quando os métodos de pré-arrefecimento (quadro 4) acima mencionados não são, nem práticos nem economicamente viáveis, existe um conjunto de métodos alternativos que poderão ser utilizados, em especial para volumes menores de produtos:

- 1. Água de furo:** as temperaturas estão geralmente a volta dos 10°C a 15°C.
- 2. Colheita noturna:** a temperatura do ar é geralmente mais baixa durante a noite até ao nascer do dia, pelo que pode ser uma boa altura para colher alguns produtos. Na impossibilidade desta prática, é preferível efetuar a colheita durante a manhã, quando os produtos estão mais frescos.



3. **Correntes de água:** a temperatura da água esta geralmente mais baixa que a do ar, em especial em correntes de água de montanha. Neste caso, é importante assegurar que a água está livre de contaminações.
4. **Altitude:** se facilmente acessíveis, a colocação de produto em zonas mais elevadas pode ser uma alternativa para o arrefecimento.
5. **Caves:** geralmente mantêm-se a temperatura razoavelmente constante, inferiores as temperaturas do ar.
6. **Sombras:** se o pré-arrefecimento não estiver disponível, manter, pelo menos, os produtos fora da exposição solar direta.

Fatores a considerar na escolha de um método de arrefecimento

Diversas considerações pesam na escolha do método de arrefecimento rápido a adotar:

- Características do produto. Características físicas e fisiológicas do produto podem colocar limitações ao método a utilizar. Produtos que não podem ser molhados, devido a doenças ou danos causados pelo contacto com água, não podem ser arrefecidos por água nem por gelo (*e.g.* morangos e cogumelos). Se o produto requer arrefecimento rápido o arrefecimento em câmara é pouco apropriado. O arrefecimento por vácuo é um método rápido mas não funciona com produtos densos e volumosos (*e.g.* meloas); por outro lado este é o método mais eficiente para arrefecer alface. O quadro 5.4 indica os métodos de arrefecimento compatíveis com diferentes produtos e os que são aconselháveis a operações de grande e de pequena dimensão.
- Compatibilidade com mistura de produtos. Se a instalação de arrefecimento rápido for destinada a arrefecer diversos tipos de produtos (não especializada) é aconselhável a escolha de um método que permita processar diversos tipos. O arrefecimento por ar forçado, é o mais versátil e por isso mais adequado a pequenas instalações não especializadas. O arrefecimento por água, vácuo ou gelo são os meios mais especializados, adequados a apenas poucos tipos de produtos.
- Disponibilidade de instalações e equipamento.



- Custos. Custos de investimento. Os equipamentos mais caros são os de gelo líquido, seguidos dos sistemas de vácuo, ar forçado e água. O custo de investimento pode ser minimizado pelo uso frequente do equipamento por forma a diminuir a importância da taxa anual de desvalorização em cada unidade de produto refrigerada. Custos de operação. Os custos de operação dividem-se em custos de energia e custos de reparação e manutenção e custos de trabalho. Os custos de energia variam muito com o tipo de método e dependem não só da eficiência energética do processo, mas também da duração. A eficiência é mais elevada, por ordem decrescente, para o vácuo, água, gelo e ar forçado.
- Tipo de embalagem.
- Proximidade do mercado.

Condições de armazenamento e humidade relativa

As condições de armazenamento necessárias para o arrefecimento são específicas para cada produto. De um modo geral, deve ser levado em consideração o tipo de armazenamento (curto ou longo), variação de temperatura, tempo inicial e final de refrigeração, percentagem de humidade relativa recomendada, período máximo de armazenamento, humidade e propriedades físicas do produto, movimentação de ar na câmara de armazenamento.

O armazenamento de produtos perecíveis (fig. 25) no seu estado natural (sem embalagem) requer extremo controlo da temperatura ambiente, humidade relativa e movimentação de ar na câmara.



Figura 25 - Armazenamento de maçãs a granel.



Uma das principais causas de deterioração de frutas e vegetais é a perda de humidade da superfície do produto por evaporação no ar ambiente, levando à desidratação do produto com perdas do valor nutricional, descoloração, aspeto murcho, oxidação. A desidratação vai ocorrer sempre que a pressão de vapor do produto for maior que a pressão de vapor do ar ambiente sendo a perda de humidade proporcional à diferença nas pressões de vapor e a porção da superfície do produto exposta.

A diferença entre pressão de vapor do produto e o ar é principalmente uma função da humidade relativa e velocidade do ar no local de armazenamento.

De um modo geral, quanto mais baixa a humidade relativa e mais elevada a velocidade do ar, maior será o diferencial de pressão de vapor e maior a taxa de perda de humidade do produto. Teoricamente 100% de humidade relativa e ar parado seriam condições ideais para evitar desidratação do produto, porém estas são também condições ideais para crescimento de fungos e bactérias nos alimentos. Deste modo deve-se encontrar uma humidade relativa e velocidade de ar intermediárias que garantam a qualidade sensorial e microbiológica do produto.

Como regra geral, o teor de humidade deve ser mantido a um nível alto quando o produto é passível de desidratação durante o processo de refrigeração e congelação, controlo de humidade relativa e velocidade do ar durante o armazenamento. Frutas e vegetais passíveis de desidratar podem ser pré-refrigerados com hidroarrefecimento (pulverização do produto com água fria) ou refrigeração a vácuo.

Qualidade inicial da matéria-prima e maturação

Outro fator determinante na eficiência do processo de refrigeração é as condições do produto inicial. Somente vegetais e frutas em boas condições devem ser aceites para armazenamento e devem ser colhidos antes de estarem completamente maduros. A duração do armazenamento de frutas e vegetais muito maduros é extremamente curta, mesmo sob as melhores condições de armazenagem. Além disso, para assegurar a duração máxima de armazenamento com mínima perda de qualidade, o produto deve ser arrefecido à temperatura ambiente de armazenamento, o mais rápido possível após colheita e o transporte deve ser sempre refrigerado.



O processo de maturação em frutas e vegetais é um período crítico de transmissão dos estágios de desorganização celular e morte. A maturação (fig. 26) corresponde às mudanças de fatores sensoriais de cor, textura e gosto produzindo produto aceitável para consumo.



Figura 26 - Pimentos apresentando diferentes graus de maturação.

Estas mudanças incluem transformações nos pigmentos, pectinas, hidratos de carbono, ácidos orgânicos, taninos etc. A taxa e a natureza dessas mudanças variam entre diferentes frutas mas a maioria dela mostra um perfil respiratório conhecido como climatério, ou seja, o processo de respiração com a ingestão de O_2 e produção de CO_2 contínuo após colheita, até amadurecimento, com declínio no consumo de O_2 durante a fase de senescência ou amadurecimento excessivo. As reações que ocorrem nesta fase incluem despolimerização como por exemplo hidrólise de amido a glicose na banana e quebra de protopectina a pectina em várias frutas e vegetais; destruição de pigmentos com síntese de pigmentos clorofila e formação de carotenóides, licopeno, etc. ação de enzimas hidrolíticas, oxidases, fosfatases, esterases, etc.

Outras reações de biossíntese também são pré-formadas tais como incorporação de aminoácidos a proteínas, metabolismos de ácidos nucleicos, fosforilação oxidativa, etc. O conjunto dessas reações pós-colheita é responsável pelo adequado grau de maturação de frutas e vegetais e somente vão ocorrer se submetidos a temperaturas adequadas. Dessa forma, o manuseamento e acondicionamento inadequado de frutas e vegetais comprometem irreversivelmente a qualidade destes produtos.



1.3. Preparação da matéria-prima

A preparação deve ser de acordo com a matéria-prima e o produto final. Pode consistir em retirar a película (cenouras, batatas); descascar (ervilhas, feijões); debulha (milho); cortes (cenouras, vagens) etc.

A preparação de hortofrutícolas depende da categoria de produto processado pretendido, pelo que é necessário indicar as cinco categorias em que atualmente se classificam os hortofrutícolas processados:

I Gama - produtos hortofrutícolas que não são submetidos a qualquer tipo de transformação, são comercializados como frescos (fig. 27). Estes produtos podem ou não ser embalados, mas, no caso de o serem, a embalagem tem apenas função de proteção mecânica ou estética e nunca função primária de conservação.



Figura 27 - Alface embalada - produto 1ª Gama.

II Gama - esta categoria engloba todos os produtos hortofrutícolas comercializados em conserva no sentido lato do termo, como por exemplo esterilizados (fig.28), confeitados, cristalizados e desidratados. Trata-se de produtos que se apresentam ao consumidor com grau de transformação variável, podendo atingir um grau em que a matéria-prima de origem se encontra completamente dissimulada. Por norma, são produtos estáveis à temperatura ambiente e em que a embalagem exerce uma função primária de conservação, para além das restantes funções de uma embalagem alimentar.





Figura 28 - Legumes enlatados - produto IIª Gama.

III Gama - diz respeito aos produtos conservados por ultracongelação (fig. 29). Estes produtos podem ser apresentados ao consumidor com um grau de transformação variável mas que, nalguns casos, implicam alterações mínimas.



Figura 29 - Legumes variados congelados - produto IIIª Gama.

IV Gama - são produtos prontos a comer ou utilizar de elevada qualidade higiénica e sanitária. Estes produtos mantêm as mesmas qualidades sensoriais e nutricionais que as matérias-primas que lhes deram origem. Também designados por produtos minimamente processados (fig. 30).





Figura 30 - Produtos hortofrutícolas refrigerados prontos a consumir - IVª Gama.

V Gama - refere-se aos produtos pré-cozinhados, prontos a consumir (fig.31) como tal ou após um simples aquecimento, e conservados sem congelação, uma vez que resultam de processos de produção que asseguram suficiente estabilidade após a confeção.



Figura 31 - Sopa pronta a consumir só necessita de aquecimento - Vª Gama.

A preparação do produto para o mercado obriga ao seu manuseamento direto num conjunto de operações que podem incluir: descarga, triagem, limpeza, lavagem, aplicação de ceras, calibração e seleção em categorias de qualidade. Estas operações assentam sobretudo em processos físicos, mas que podem causar respostas biológicas, químicas e físicas nos produtos. Devem ser efetuadas com o cuidado de minimizar os danos que os produtos irão, eventualmente, sofrer, uma vez que estes condicionarão a qualidade do produto final. Estas operações são habitualmente feitas em instalações ou do produtor ou em associações de produtores/cooperativas.



Se o hortofrutícola foi previamente arrefecido, as instalações devem encontrar-se à temperatura a que está o produto para não ocorrerem grandes variações de temperatura neste produto, que levam à aceleração da sua deterioração. A pintura exterior das instalações deve ser clara de forma a refletir a luz e assim não aquecer tanto o interior das instalações. Sistemas de iluminação que não aquecem tanto o ambiente devem ser escolhidos.

Principais causas de perda na preparação

As principais causas de perda na preparação do produto são a má seleção, os danos mecânicos e a contaminação. A não rejeição de um produto defeituoso (fig. 33) ou deteriorado (fig. 32) pode levar mais tarde à rejeição de todo o produto à volta deste. Os choques, as quedas e as vibrações não podem ser totalmente evitados neste conjunto de operações, mas devem ser minimizados. Existe equipamento disponível comercialmente que permite analisar a linha de preparação do produto quanto aos danos mecânicos que provoca no produto. Desta forma, é possível concluir quais são os pontos críticos e alterá-los. A concentração de produto na linha é um destes pontos e indica que a linha está mal projetada.



Figura 32 - Citrinos deteriorados.

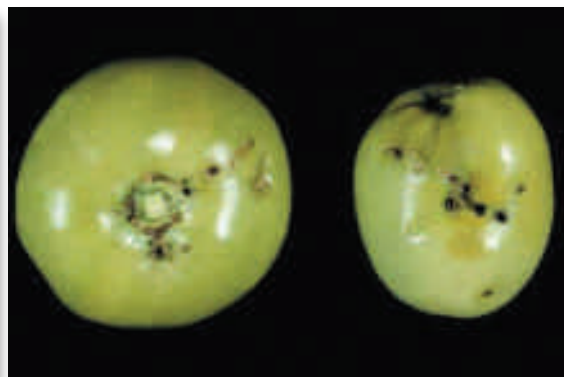


Figura 33 - Tomates defeituosos.

Boas práticas na preparação do produto

Durante a fase de preparação do produto deve-se:

- Descarregar o produto o mais cautelosamente possível
- Retirar o produto que não apresenta as características mínimas para comercialização



- Remover sujidade, restos de plantas e insetos
- Verificar a qualidade da água de lavagem
- Manter o equipamento e as instalações limpas
- Iluminar adequadamente o local
- Projetar a linha de preparação para o produto ou produtos em questão
- Evitar quedas, esquinas e pontos de concentração de produto na linha
- Normalizar o produto

1.3.1. Lavagem / descasque / descaroçamento

A limpeza e lavagem (fig. 34) têm como objetivo a remoção de terra, pedras, restos de planta, insetos e sujidade. Para alguns produtos é suficiente a limpeza com pano ou escova enquanto para outros é necessário a lavagem. A escolha depende do produto e do seu potencial para a contaminação.



Figura 34 - Lavagem de hortofrutícolas permite retirar impurezas e poeiras.

A lavagem em particular pode constituir um ponto crítico na preparação do produto e só deve ser feita se for imprescindível. A água superficial é um excelente meio para o desenvolvimento microbiano. A qualidade da água é assim de extrema importância e a adição de cloro na água é uma prática corrente. Para além da qualidade da água é assim necessário controlar a concentração de cloro, bem como a temperatura da água. A lavagem pode ser efetuada por imersão em água parada ou corrente, com chuveiros de água, em lavadores agitados ou de tambores, etc.



O equipamento deve ser selecionado de modo a garantir uma lavagem eficiente com um mínimo de danos mecânicos. O tanque de água parada apesar de ser o sistema mais económico deve ser evitado, já que a água rapidamente fica suja ou até contaminada, sujando e/ou contaminando o produto seguinte. Para se reduzir a atividade microbológica, depois da lavagem é conveniente remover a água superficial, o que habitualmente é feito por centrifugação. Esta secagem tem, no entanto, o inconveniente de poder alterar negativamente o aspeto do produto.

O equipamento utilizado deve ser lavado adequadamente após cada operação. A limpeza das instalações (paredes e chão) também não deve ser esquecida.

A água corrente (fig. 35) pode ser usada para a lavagem do produto e simultaneamente transportar o produto para a operação seguinte.



Figura 35 - Lavagem com água corrente de maçãs.

A lavagem e desinfecção das frutas e hortaliças é uma prática comum para reduzir a contaminação superficial. Entretanto, a aplicação de tais tratamentos depende da capacidade do produto resistir à água. Devido a sua natureza delicada, alguns produtos têm sua vida útil reduzida depois de humedecidos. Em especial, isto ocorre em produtos com grandes superfícies de contato/adesão à água, tais como morangos, framboesas, outros tipos de bagas e uvas. Para estes produtos que não toleram contato com a água devem ser usados tratamentos alternativos para redução da sujidade como o uso de escovas (fig. 36), jatos de ar e acabamento, descartando-se folhas manchadas, raízes secundárias, produtos com defeitos e deteriorados.





Figura 36 - Limpeza de tomate com escovas.

As características do produto determinarão a escolha do equipamento para lavagem. As frutas mais macias são geralmente lavadas sobre correias transportadoras, com aspersores de água sobre elas. Já as frutas mais sólidas tais como as frutas cítricas, maçãs e pêras podem ser lavadas em dispositivos rotativos (fig. 37) ou condutores de água.



Figura 37 - Sistema rotativo de limpeza.

As raízes são tipicamente limpas com escovadores, constituídos por escovas cilíndricas rotativas. Estas escovas devem ser limpas e desinfetadas com frequência, pois elas podem tornar-se um meio de disseminação de contaminantes.



A limpeza com jatos de ar pode ser eficaz para remover lixo, sujidade solta, etc. de produtos mais delicados.

Conforme o processo de transformação dos hortofrutícolas, alguns frutos exigem como preparação o descasque, a retirada de talos ou de sementes.

A operação de descasque pode ser conduzida de diversas maneiras conforme a fruta a ser processada. Para algumas frutas existem processos mecanizados, como o caso do abacaxi, mamão, maçã. Para outras esta operação tem que ser necessariamente manual, como é o caso da banana.

A qualidade de certas frutas e hortaliças depende, em grande parte, dos cuidados no descascamento. As frutas e hortaliças podem ser descascadas de várias maneiras: manualmente, por equipamentos, por calor ou por produtos químicos.

Manual: é muito dispendioso e sujeito a desperdícios, por isso, o seu emprego não é recomendado. Pode ser adotado para certas variedades de hortaliças, em combinação com outros tratamentos preliminares, como o calor. Também pode ser necessária a sua utilização em algumas frutas. O descasque manual (fig. 38) deve ser cuidadoso para que seja uniforme.



Figura 38 - Descasque manual de frutas e legumes.

Calor: algumas variedades de pêsegos podem ser descascadas colocando-se as metades, ou frutas inteiras, sob vapor ou mergulhando em água fervente. Esse processo desprende a pele de tal modo que podem ser retiradas facilmente à mão. Os tomates são branqueados, o que também permite o afrouxamento da pele pelo calor sendo esta retirada manualmente.



A aplicação de calor (água quente ou vapor direto) pode facilitar a remoção da pele ou casca como no caso da manga e do tomate (fig. 39).

A utilização de calor na etapa de preparação também tem a função de inativar enzimas que provocam alterações na textura e flavor dos produtos hortofrutícolas.



Figura 39 - Pelar tomate com água quente.

Mecânico: as raízes, como cenoura, nabos, batata-doce, etc., podem ser descascadas num descascador mecânico que consiste num cilindro em posição vertical, provido de um disco que gira rapidamente no fundo e também faz um movimento ondulante. Tanto as paredes internas do cilindro, quanto a superfície do disco são revestidas com um material abrasivo. Maçãs e pêras também são descascadas em máquinas que removem as cascas, os centros, e cortam as frutas em fatias, quando necessário. A remoção da casca ou da pele em algumas hortaliças, quando necessário, pode ser realizada de forma manual (por meio de raspagem ou corte da casca/pele) com uso de equipamento mecânico (abrasão), por meio físico (água quente ou vapor).

Processos Químicos: o descasque por ação de produtos químicos é bastante utilizado para pêssegos, batata doce, figos, damascos e cenouras. O processo pode ser efetuado por imersão das frutas em solução de hidróxido de sódio (soda cáustica), à concentração de 1,5% a 2,0%, a quente (aproximadamente 80°C), por cerca de 1 minuto. Esta operação requer bastante atenção e cuidado por parte do manipulador, a fim de evitar qualquer contato físico com a soda cáustica ou com a solução, pois



provoca sérias irritações ou queimaduras na pele. Os utensílios empregados nessa operação devem ser reservados somente para essa finalidade, não podendo, de modo algum ser utilizados para outro fim. Em seguida, deve-se drenar a solução e submeter as frutas a uma lavagem com água corrente, que promoverá a remoção da pele.

Para neutralizar eventuais resíduos de soda, as frutas devem ser imersas em água acidificada com ácido cítrico a 0,25%, ou seja, em uma solução na proporção de 25 g de ácido cítrico para 10 L de água.

As vantagens do processo são: redução dos custos, maior rapidez no processamento e menor desperdício. A solução de hidróxido de sódio é a mais utilizada. No entanto, para frutas, também pode ser usada uma mistura de carbonato de sódio e hidróxido de sódio, pois, embora o carbonato seja menos eficiente, a sua presença facilita a remoção do hidróxido de sódio da fruta.

Altas concentrações de hidróxido de sódio, combinadas com tempos e temperaturas elevadas, podem causar grandes perdas no descasque. A razão para aumentar a concentração é a falta de uniformidade na maturação da fruta.

Algumas hortaliças, como a beterraba, devem ser pré-cozidas antes de serem descascadas, para não perderem os pigmentos, que são responsáveis pela fixação da cor.

Mas para qualquer fruta deve evitar-se que a casca seja esmagada junto com a parte comestível da fruta, pois pode ocasionar um sabor estranho no produto final devido à incorporação de alguns componentes orgânicos da casca.

Em quase todos os processos (exceto o manual) é usual realizar a remoção total da casca ou pele em lavadores de cilindro rotativo horizontal dotado de bicos aspersores de água ao longo do eixo.

Nas médias e grandes fábricas, o descaroçamento é automático. Dois tipos de máquinas são as mais utilizadas: descaroçadoras por torção e descaroçadoras por corte. O princípio de funcionamento do primeiro tipo baseia-se numa tesoura com um orifício entre as lâminas que corta por exemplo pêsego e prende o caroço no orifício, enquanto duas peças de borracha, no formato de hemisférios, insuflados por ar, envolvem o fruto realizando um movimento de torção o qual resulta na remoção do caroço.



Atualmente, este tipo de equipamento está sendo substituído em todo o mundo por um tipo de descaroador de origem italiana. Nestes, após o corte, uma lâmina do tipo colher é introduzida, fazendo um movimento giratório, cortando a polpa em torno do caroço. As vantagens parecem ser maiores neste segundo tipo. Entretanto, as perdas, aparentemente, são maiores porque ele recorta a polpa em torno do caroço, o que dependendo da regulação da máquina, pode ser excessiva.

1.3.2. Fragmentação

A fragmentação (fig. 40) é uma etapa muito utilizada nos processos de transformação dos produtos hortofrutícolas.



Figura 40 - Instrumento de corte ondulado para legumes.

A fragmentação para além de ter como objetivo a redução de tamanho de legumes e frutas, também pode ter por finalidades aumentar a superfície de contato que facilita nos processos de secagem, de extração e em reações químicas. Outra finalidade pode ser modificar propriedades de cor ou textura, etc. E facilitar a mistura com outros produtos. Os produtos podem sofrer redução de tamanho através de vários tipos de solicitações, dos quais quatro são utilizados industrialmente:

1. Compressão;
2. Impacto;
3. Atrito (abrasão);
4. Corte e/ou dilaceramento.



Os equipamentos podem funcionar empregando um ou mais tipos de atuação da força simultaneamente. Existe uma grande variedade de equipamentos, que podem ser classificados de acordo com o tamanho das partículas de alimentação e do produto.

1. Britadores: fragmentação de partículas de tamanho grande para médio;
2. Trituradores: para partículas de tamanhos médios;
3. Moinhos: redução de partículas médias a pós finos.

Em termos de tamanhos os sólidos podem ser classificados como:

1. Pós → Partículas de 1 μ m até 0,5 mm - Exemplo: farinhas.
2. Sólidos granulares → Partículas de 0,5 a 10 mm - Exemplo: açúcar.
3. Blocos pequenos → Partículas de 1 a 5 cm - Exemplo: cenoura ralada.
4. Blocos médios → Partículas de 5 a 15 cm - Exemplo: pedaços de melão.
5. Blocos grandes → Partículas > 15 cm - Exemplo: pedaços de abóbora.

Nos produtos minimamente processados a fragmentação é muito importante porque permite reduzir as dimensões dos produtos tornando-os em dimensões que facilitam o seu consumo imediato.

O tamanho que os produtos hortofrutícolas fragmentados vão ter depende do processo de transformação, ou seja se o vegetal é para congelar, secar, cristalizar, etc. E também depende da variedade do hortofrutícola.

As hortaliças podem ser mantidas inteiras ou cortadas em fatias, metades, rodela, tiras ou cubos. O corte das frutas pode ser feito em tiras, pedaços ou fatias, dependendo de seu tamanho, fazendo-se também a remoção das sementes, se for o caso, das inserções do pedúnculo floral e das imperfeições existentes.

O corte é realizado para obter pedaços de tamanho uniforme (fig. 41), maior eficiência de tratamento térmico, melhorar a acomodação dos pedaços na embalagem e tornar o produto mais atrativo ao consumidor.

As facas e outros utensílios utilizados nesta operação devem ser sempre de aço inoxidável, bem afiadas, cortadores manuais ou equipamentos apropriados.





Figura 41 - Legumes cortados com uniformidade nas dimensões.

1.3.3. Desinfecção e/ou aplicação de auxiliares tecnológicos

Não é possível falar de desinfecção sem se falar de lavagem, pois só se pode desinfetar após a remoção de toda a matéria orgânica que pode ser favorável ao desenvolvimento microbiano.

Tanto a lavagem como a desinfecção são necessárias para reduzir os números de organismos patogênicos. Entretanto, é importante remover a sujeira antes da desinfecção, já que ela pode prejudicar o contato entre o agente desinfetante e os microrganismos. A solução de cloro é o desinfetante mais comum, mas há outros novos agentes desinfetantes disponíveis no mercado.

Para se atingir **qualidade**, uma prática industrial comum é lavar e desinfetar os produtos agrícolas em água fria, já que as baixas temperaturas reduzem a velocidade de respiração dos produtos frescos e retardam a perda de textura e outros fatores que envolvem a qualidade.

Do ponto de vista da **segurança**, o uso da água fria pode ser uma questão importante. Uma pressão diferencial pode criar um efeito de sucção em alguns produtos, tais como maçãs, aipo e tomates, quando a fruta quente é imersa em água fria. Esta sucção pode acarretar a deslocação dos contaminantes superficiais para dentro da polpa do produto onde estes contaminantes ficarão então protegidos de outros tratamentos de desinfecção. A lavagem com água clorada é recomendada para contrabalançar o efeito de infiltração. Mantendo-se a temperatura da água em 5°C acima da temperatura interna do produto também contribui para evitar esse efeito de sucção. Os produtos mais densos (por



exemplo, as cenouras) têm menor probabilidade de apresentar este problema. Uma precaução adicional seria o emprego de uma etapa de arrefecimento com ar antes da lavagem ou desinfecção a fim de minimizar o diferencial de temperatura entre a polpa da fruta e a temperatura da água.

A eficiência de um agente antimicrobiano depende do seu estado químico e físico, das condições do tratamento (assim como temperatura da água, pH da solução e tempo de contato), da resistência do microrganismo patogênico e da natureza da superfície da fruta ou da hortaliça. O cloro, por exemplo, é usado em concentrações que variam de 50 à 200 ppm de cloro total, a pH 6,0 a 7,5, com um tempo de contato de 1 a 2 minutos. As substâncias químicas utilizadas como desinfetante na água de lavagem e que entram em contato com a superfície do produto devem estar de acordo com as leis reguladoras do país.

Para além da desinfecção podem também ser adicionados aos produtos hortofrutícolas, principalmente quando descascados e fragmentados, auxiliares tecnológicos de modo a preservar e a conservar as características sensoriais dos alimentos. Por exemplo a adição de ácido cítrico ou ácido ascórbico a frutas fragmentadas para evitar o escurecimento enzimático, como no caso de maçãs fatiadas ou reguladores da produção de etileno.

É importante fazer referência que auxiliar tecnológico é qualquer substância que não seja consumida como género alimentício em si mesma, seja intencionalmente utilizada na transformação das matérias-primas, dos géneros alimentícios ou dos seus ingredientes, para atingir determinado objetivo tecnológico durante o tratamento ou a transformação, e possa resultar na presença não intencional mas tecnicamente inevitável de resíduos da substância ou dos seus derivados no produto final, desde que esses resíduos não apresentem qualquer risco sanitário nem produzam efeitos tecnológicos sobre o produto final.

Relativamente a este tema nos módulos 7 e 8 será mais desenvolvido.



1.3.4. Outras operações

Aplicação de ceras

A aplicação de ceras em frutos imaturos ou maduros como beringelas (fig. 41), pimentos, pepinos e tomates é uma prática frequente. As ceras aplicadas substituem as naturais que foram perdidas, entretanto, na limpeza e na lavagem e, por outro lado, minimizam as perdas de água.

A aplicação de ceras ocorre em geral para frutas destinadas a exportação, como por exemplo: limão, laranja e manga, sendo que para alguns frutos, como por exemplo o tomate, a sua utilização não é muito comum. Alguns países utilizam ceras à base de carnaúba para tomate com excelentes resultados na conservação do produto. Em geral a aplicação de cera dá-se através de spray, e após isto, o produto passa por um túnel de secagem.



Figura 41 - Beringelas.

Revestimentos Comestíveis e Ceras

Coberturas e filmes comestíveis (fig. 42) podem ser definidos como uma camada fina e contínua de substância alimentícia formada ou depositada sobre o alimento, oferecendo barreira aos gases, vapor de água, aromas, óleos, etc., proporcionando proteção mecânica e também conduzindo antioxidantes, aromas, proteção antimicrobiana aos alimentos. Podem ser feitos de muitos tipos diferentes de polímeros (pectina, proteínas, óleos, amido, etc.) e há muitas marcas comerciais no mercado, podendo ser, biodegradáveis e/ou comestíveis, dependendo dos aditivos utilizados. Eles são geralmente aplicadas às frutas e hortaliças frescas para melhorar sua aparência e para evitar perdas de humidade.





Figura 42 - Maçã com cera comestível.

Os biofilmes e as coberturas comestíveis podem também servir como portadores de compostos antimicrobianos na superfície do produto. Para frutas muito sensíveis, desempenham funções de proteção contra danos mecânicos e contaminação microbiana. A aplicação de biofilmes semipermeáveis também tem demonstrado aumentar o tempo de vida de prateleira de várias frutas tropicais perecíveis como a litchia (fig. 43) e a manga.



Figura 43 - Litchias.

O filme ou cobertura comestível ideal deve criar uma barreira para impedir a perda de voláteis desejáveis e vapor de água, enquanto restringe a troca de CO_2 e O_2 , criando



assim, uma atmosfera modificada para a diminuição da respiração e aumentar o tempo de vida de prateleira das frutas e hortaliças. A atmosfera modificada formada, entretanto, não deve criar condições para o desenvolvimento da respiração anaeróbia, pois poderá causar sabores desagradáveis, alterar a textura das frutas e hortaliças, e favorecer o crescimento de microrganismos anaeróbios.

Por isso, para cada fruta ou vegetal, existe a formulação e concentração mais adequada, não podendo uma determinada cera ou biofilme ser aplicado indiscriminadamente para vários produtos.



Atividades – Exercícios

1. A qualidade de frutas e hortaliças é influenciada pelas operações de colheita. Quais são os fatores que influenciam a qualidade durante a colheita?
2. Na colheita, e para obtenção de melhores resultados, devem observar-se determinados cuidados.
Indique os cuidados a ter durante a colheita de frutos e hortaliças.
3. As colheitas prematuras ou tardias podem ser prejudiciais.
Quais as principais consequências de uma colheita prematura e de uma colheita tardia?
4. O transporte de produtos hortofrutícolas é muito importante.
Quais os cuidados a ter durante o transporte?
5. O manuseamento pós-colheita deve ter em atenção a qualidade e a garantia da segurança alimentar dos produtos colhidos, para isso é necessário ter em conta os danos latentes e cuja eliminação implica uma abordagem sistémica e integrada do manuseamento.
Quais os danos latentes que podem ocorrer?
Qual o manuseamento mais adequado para evitá-los?
6. Os danos mecânicos – cortes, abrasões, pisaduras, deformações – depreciam a aparência dos produtos hortofrutícolas e induzem um conjunto de respostas fisiológicas que aceleram a senescência e provocam descolorações.
Como se podem prevenir os danos mecânicos?
Quais as causas que provocam os danos mecânicos?
7. A prevenção de danos mecânicos é necessária, pois diminui os prejuízos por perdas.
Como podem ser prevenidos os danos mecânicos?



8. As perdas de hortofrutícolas podem ser quantitativas ou qualitativas.
Explique a diferença entre elas.
9. O controlo de qualidade da matéria-prima é muito importante na fase de receção.
Sendo de extrema importância a pesagem e seleção.
Quais as razões desta importância?
10. O armazenamento de produtos hortofrutícolas pode variar de acordo com as características do produto e com a rotação dos stocks.
Indique os tipos de armazenamento segundo o tempo de permanência dos produtos.
11. A refrigeração, à temperatura aconselhada para cada produto, tem um papel determinante na qualidade.
Explique porquê.
12. Quando os produtos são colhidos é necessário remover o calor sensível (baixar a temperatura) para assegurar a máxima longevidade que é possível obter.
Todos os produtos destinados a serem transportados ou armazenados a baixas temperaturas devem ser pré-arrefecidos antes de serem colocados à temperatura de armazenamento.
Quais os processos de arrefecimento mais utilizados em hortofrutícolas?
13. A preparação de hortofrutícolas depende da categoria de produto processado pretendido, pelo que é necessário separar nas cinco categorias em que atualmente se classificam os hortofrutícolas processados.
Quais são estas cinco categorias?
14. Durante a fase de preparação é necessário aplicar boas práticas de preparação do produto.
Quais são estas boas práticas?



15. A lavagem e desinfecção das frutas e hortaliças é uma prática comum para reduzir a contaminação superficial. Entretanto, a aplicação de tais tratamentos depende da capacidade do produto resistir à água.

Quais os cuidados a ter nesta operação para produtos sensíveis à água?

16. A desinfecção é importante na obtenção de produtos com qualidade e seguros. Explique porquê.



2. Tecnologias das conservas hortofrutícolas

2.1. Operações Tecnológicas

As operações tecnológicas a aplicar aos produtos hortofrutícolas podem ser diversas dependendo principalmente do tipo de conservação a aplicar a cada produto.

2.1.1. Preparação de caldas/salmouras

As caldas de açúcar são frequentemente utilizadas na conservação de frutas, enquanto as salmouras são mais usadas na conservação de vegetais.

Preparação da calda ou xarope

Calda ou xarope, também chamada de líquido de cobertura, a calda deve ser usada para preencher os espaços vazios entre as frutas e a embalagem, o que facilita a transmissão de calor, promove a remoção de ar e realça o sabor das frutas (fig. 44).



Figura 44 - Pêssegos em calda.

O xarope é preparado à parte, misturando água com açúcar cristal puro, em proporção suficiente para atingir o grau Brix desejado que, segundo a legislação, deve ficar entre



30°Brix e 65°Brix. Para atingir 30, 40, 50, 60 ou 70°Brix, deve-se adicionar, respetivamente, 429 g, 668 g, 1000 g, 1500 g ou 2334 g de açúcar cristal em 1 L de água. A solução deve ferver para que o açúcar dissolva completamente.

O xarope obtido a partir do açúcar cristal deve ser filtrado em pano limpo, para eliminar as impurezas contidas no açúcar.

As frutas são colocadas na calda quente (à concentração de 40% de açúcar ou de 40°Brix) e cozidas por 15 a 30 minutos. O tempo exato de cozedura será definido pela textura que se deseja obter do fruto.

Após a cozedura, as frutas são retiradas do xarope com uma peneira ou escumadeira, para que se possa pesar a quantidade de fruta a ser colocada na embalagem.

Coloca-se uma quantidade padronizada de fruta no frasco de vidro ou lata e completa-se o recipiente com calda quente (90°C). O constituinte sólido - a fruta - deve preencher a embalagem plenamente, mas sem ser danificado. O peso da fruta não deve ser inferior a 60% do peso da água necessária para encher completamente a embalagem, ou seja, um frasco que comporta 500 g de água precisa conter, no mínimo, 300 g de frutas escorridas.

A adição da calda é feita através de equipamento doseador, ou manualmente, não devendo a sua temperatura, no momento da adição, ser inferior a 75°C. A calda deve ter uma concentração de aproximadamente 40% a 50% de sacarose ou grau Brix, e deve ser adicionado 0,25% de ácido cítrico.

Preparação da salmoura

O líquido de cobertura de conservas vegetais geralmente é constituído de salmoura acidificada, que é vertida ainda quente sobre os hortícolas previamente dispostos nas embalagens. Este líquido de cobertura deve ser usado à temperatura mínima de 85°C e despejado sobre os hortícolas de forma a cobri-los totalmente, para evitar o escurecimento dos que ficam na parte superior da embalagem.

Quando os hortícolas sofrem branqueamento ou pré-cozedura, enchem-se os frascos de vidros ou latas com salmoura até o gargalo ou “pescoço” da embalagem (fig. 45), ou até transbordar.





Figura 45 - Vegetais em salmoura.

Ingredientes utilizados na preparação da salmoura:

- 0,75 L (750 mL) de água potável (75%).
- 0,25 L (250 mL) de vinagre de álcool (25%).
- 25 g de açúcar (2,5%).
- 20 g de sal refinado (2,0%).
- condimentos a gosto (pimenta-do-reino, pimenta-vermelha, mostarda em grão, erva-doce, etc., evitando usar salsa, cebolinho, orégãos e outros temperos verdes, que dão cor esverdeada à salmoura).

A salmoura prepara-se através da adição do sal, açúcar e condimentos após a água ferver. Mantem-se a fervura por mais 5 minutos. Depois adiciona-se o vinagre e ferve por mais 5 minutos. A salmoura deve ser utilizada de imediato. O pH final da salmoura deve ser de 2,75.

A exaustão é feita para expulsar o ar de dentro da embalagem e formar o vácuo, e assim diminuir as reações químicas. O uso de salmoura quente já favorece a retirada de ar. O vácuo pode ser formado de três modos: por processo térmico, por processo mecânico ou por injeção de vapor.

Um dos processos mais comuns e mais baratos é a formação do vácuo no túnel de exaustão (processo térmico). Esse processo consiste em passar as embalagens cheias de hortícolas e do líquido de cobertura quente (salmoura) destampadas, num tapete rolante, por um túnel de vapor, à temperatura entre 85°C e 95°C, por 2 a 4 minutos. O fecho das embalagens é feito imediatamente à sua saída do túnel de exaustão.



Outra forma de facilitar a expulsão das bolhas de ar que depositam-se entre a parede da embalagem e os hortícolas é a introdução de uma faca, contudo este método só é utilizado para pequenas quantidades por ser um processo artesanal. Imediatamente após a retirada da faca, faz-se o fecho das embalagens. Em seguida, passa-se água quente nas tampas para lavá-las e adequar o vedante. Aconselha-se a utilização de apenas tampas novas, pois, nas tampas já usadas, o vedante que as reveste internamente perde seu poder de vedação depois do primeiro uso.

2.1.2. Branqueamento

O branqueamento ou escaldão é um processo térmico de curto tempo de aplicação, com características de pré-tratamento, pois precede o início de outros processos de elaboração industrial de vegetais, como congelamento enlatamento e desidratação.

As funções do branqueamento são:

- Ajudar na limpeza do alimento, reduzindo a carga microbiana na superfície;
- Amolecer a pele dos vegetais para etapas posteriores de descascamento;
- Uniformizar a massa do vegetal, facilitando a embalagem;
- Eliminar os gases intracelulares antes da embalagem hermética;
- Inativar enzimas;
- Evitar oxidações prejudiciais;
- Impedir a despigmentação de frutas e hortaliças, fixando pigmentos podendo agir em combinação com tratamentos de sulfitação e adição de cálcio;
- Fixar aroma e o sabor das frutas;
- Manter consistência firme embora tenra.

O branqueamento pode ocorrer pela imersão do produto em água ou exposição à ação do vapor por um determinado período de tempo (é o mais indicado, porque neste caso a perda de sólidos solúveis é bem menor), o ar e outras substâncias gasosas são eliminadas dos tecidos, as enzimas são inativadas, a cor é fixada assim como o aroma e o sabor, substâncias gelatinosas ou amargas são removidas, uma desinfecção superficial (eliminação de fungos e leveduras) é promovida e a textura dos produtos é melhorada.



Os hortofrutícolas congelados ou desidratados, não submetidos a este tratamento têm rapidamente alteradas algumas das suas características, tais como cor, aroma, sabor, textura e valor nutritivo.

Devido a variações de tamanho, forma, transmissão de calor e concentração de enzimas, os tratamentos de branqueamento são estabelecidos com bases experimentais, observando-se principalmente a inativação das enzimas peroxidase e catalase.

O arrefecimento realizado imediatamente para que a matéria-prima não fique muito tempo sob ação do calor é realizado através da imersão do vegetal em água fria ou por meio de aspersão.

O branqueamento é uma operação que mantém a cor dos hortofrutícolas pela inativação de enzimas, que são as maiores responsáveis pelo escurecimento de hortaliças e frutas. O branqueamento também melhora o aspeto visual dos vegetais, como acontece com a couve-flor (fig. 46) pela adição de ácido cítrico, na concentração de 0,5%, ou seja, 5 g por litro de água, obtendo-se uma couve-flor de coloração mais clara. Além disso, com esse procedimento, consegue-se retirar o ar de dentro dos hortícolas, facilitando o processo de exaustão.



Figura 46 - Arrefecimento com gelo após o branqueamento de couve-flor.

Convém lembrar que o branqueamento é uma operação importante, mas nem sempre necessária, dependendo do tipo de hortícola.

Alguns vegetais, como beterraba, cenoura e batata, precisam também de passar por uma pré-cozedura para facilitar e tornar mais eficiente o tratamento térmico.

No branqueamento, colocam-se os hortícolas em água potável a ferver, em quantidade suficiente para cobri-los. Quando a água voltar a ferver, manter os hortícolas em fervura por 2 a 3 minutos, depois são retirados e imediatamente mergulhados em água fria ou refrigerada.



2.1.3. Esterilização/pasteurização

A conservação de alimentos pode ser obtida de diversas formas, a maioria consiste na eliminação completa ou prevenção da atividade microbiana dentro dos produtos. Assim, como método de grande eficiência temos a técnica da esterilização.

Esterilização pelo calor

A esterilização significa a destruição completa pelo calor de todas as formas de vida presentes dentro de um produto. A fim de evitar-se nova contaminação do produto esterilizado pelo meio ambiente, estes produtos deverão estar completamente isolados e fechados em embalagens herméticas.

A temperatura necessária para a esterilização é variável conforme os produtos que se pretende esterilizar. Os produtos de acidez mais elevada como as frutas, e algumas hortaliças requerem temperaturas de esterilização relativamente baixas quando comparadas com produtos de pouca acidez com é o caso das carnes onde a quantidade de proteína seja elevada, podem apresentar bactérias esporuladas.

1 - Esterilização a baixa temperatura (pasteurização)

Os sumos de frutas são normalmente esterilizados entre 65°C a 85°C. As temperaturas mais elevadas prejudicam as características organoléticas dos sumos.

2 - Esterilização a 100°C

Muitas frutas e legumes podem ser perfeitamente esterilizados a temperatura de 100°C. Este aquecimento, têm muitas vezes duplo efeito, como seja a esterilização e a cozedura. Os vegetais em geral exceto os muitos ácidos, quando esterilizados pelo calor a 100°C devem permanecer em observação durante um período que varia de 3 até 10 horas de modo a ter-se absoluta certeza da destruição de todos os esporos. Como regra geral, uma simples esterilização de carnes e vegetais a 100°C não oferece segurança suficiente para prevenir a completa eliminação de esporos do *Clostridium botulinum*.



3 - Esterilização intermitente a 100°C

A ação do calor pode ser tornada mais eficiente se dividirmos o tempo de esterilização em três períodos de 1 hora a 100°C em vez de um período de 10 horas a 100°C. Geralmente são feitas três esterilizações a 100°C de uma hora cada, com intervalo de 24 horas. Este método atualmente é pouco utilizado.

4 - Esterilização sob pressão (autoclavagem)

Em alimentos não ácidos, ou pouco ácidos a esterilização a 100°C não tem ação na destruição completa de esporos de *Clostridium botulinum* e de outros microrganismos termófilos prejudiciais. Emprega-se então a esterilização por autoclavagem a uma temperatura média de 116°C, conseguindo-se deste modo a eliminação de esporos das bactérias resistentes ao calor.

A acidificação tem efeitos favoráveis sobre a esterilização. Vegetais, carnes e legumes não ácidos quando adicionadas pequenas quantidades de ácido como por exemplo cítrico ou acético (sumo de limão ou vinagre) às salmouras, tornam-se mais facilmente esterilizáveis pois a acidez é de efeito negativo sobre os esporos das bactérias.

Como os hortícolas são alimentos geralmente pouco ácidos (pH acima de 4,5), para uma esterilização (fig. 47) perfeita é necessário que sejam submetidos a temperaturas acima de 100°C. Para uma esterilização eficaz utilizam-se retortas ou autoclaves, porque para conseguir-se o mesmo resultado em banho-maria, o tempo de aquecimento teria que ser prolongado (algumas horas), o que certamente prejudicaria a qualidade do alimento processado.



Figura 47 - Vegetais esterilizados sob pressão.



No caso de produtos ricos em amido ou muito consistentes, nos quais a transmissão de calor por convecção é aconselhável o uso de autoclaves dotadas de dispositivos que efetuam a rotação das latas durante a esterilização.

Quando o alimento é ácido a temperatura poderá ser mais baixa, podendo a esterilização ser efetuada mesmo em banho-maria. Tal facto ocorre com o tomate, cujo pH é sempre inferior a 4,5 e com o palmito, que normalmente tem o seu pH corrigido para 4,3 com a adição de ácido cítrico.

Após a esterilização deve ser realizado o arrefecimento das latas para que a cozedura excessiva seja evitada, pois iria causar escurecimento indesejável nos vegetais. Este arrefecimento é feito através da introdução de água nas autoclaves ou depositando as latas diretamente num tanque com água fria. Em qualquer um dos casos, a água deve ser estéril através da adição de 1 a 2 ppm de cloro ativo.

Pasteurização

A pasteurização é um tratamento térmico que destrói parte mas não todas as células vegetativas dos microrganismos presentes no alimento e, conseqüentemente são utilizados outros procedimentos técnicos que permitem o armazenamento em condições que minimizam o crescimento microbiano.

A pasteurização é utilizada quando tratamentos mais rigorosos poderiam afetar as propriedades organoléticas e nutricionais do alimento.

O aquecimento tem efeito não só destrutivo da maioria dos organismos presentes mas também provoca retardamento e diminuição do desenvolvimento daqueles que não tenham sido mortos.

O emprego da pasteurização como método temporário é bastante adequado para laticínios em geral, sumos puros de frutas (fig. 48), mostos e fermentados, e nestes últimos, em muitos casos torna-se permanente.

Figura 48 - Sumos puros de frutas mantem as características organoléticas quando pasteurizados.



A pasteurização deve ser utilizada em conjunto com outros métodos de conservação, tais como a refrigeração, a adição de aditivos e o uso de embalagens herméticas.

O tempo e a temperatura utilizados na pasteurização, dependem da resistência térmica dos microrganismos presentes a serem destruídos e da sensibilidade do alimento ao calor.

O principal objetivo do tratamento térmico é eliminar microrganismos patogênicos e outros que possam causar alterações nos alimentos, e promover a cozedura dos hortofrutícolas, melhorando sua textura. Para esta etapa, é importante saber que, conforme sua acidez, os alimentos são divididos, em:

- Alimentos de baixa acidez: $\text{pH} > 4,5$
- Alimentos ácidos: pH entre 4,0 e 4,5
- Alimentos muito ácidos: $\text{pH} < 4,5$

Esta classificação é muito importante sob o aspecto tecnológico, considerando que a intensidade do tratamento térmico a ser usado para esterilizar o produto depende do grau de acidez do vegetal.

Para manter o pH abaixo de 4,5 as hortaliças ácidas, ou com possibilidade de acidificação, são submetidas a tratamento térmico brando, ou seja, utilizam-se temperaturas de pasteurização inferiores a 100°C .

Hortaliças de baixa acidez (fig. 49) e sem possibilidade de acidificação, como milho-doce, ervilha, espargo, feijão e outras, são submetidas a tratamento térmico mais intenso, ou seja, há necessidade de temperaturas superiores a 100°C e com pressão controlada.



Figura 49 - Algumas hortaliças de baixa acidez.



Portanto, este processo não é adequado à fabricação artesanal, porque requer o uso de autoclave com controlo de pressão e temperatura.

Os produtos com pH menor que 4,5 recebem um tratamento mais suave, que pode ser feito em tanque aberto ou num tacho, da seguinte forma: imediatamente após o fecho as embalagens são colocadas em cestos perfurados, imersas em água já aquecida, para evitar que as embalagens de vidro quebrem, e mantidas em fervura durante 15 minutos. Em seguida, são submetidas a arrefecimento.

O arrefecimento é feito imediatamente após o tratamento térmico, pois é necessário interromper a cozedura dos vegetais para não alterar sua cor, sabor, odor e textura. Sem o arrefecimento, os hortícolas continuarão a cozer proporcionando condições para o desenvolvimento de microrganismos resistentes ao calor, responsáveis pela fermentação do produto, com possibilidade de o tornar azedo.

Para evitar que os vidros sofram choque térmico, procede-se ao arrefecimento deixando escorrer água fria lentamente pelas paredes internas do tanque aberto ou do tacho, até transbordar.

As embalagens devem permanecer imersas até ficarem mornas, pois, se arrefecerem muito, as tampas podem enferrujar. Em seguida, retirar a embalagem da água e deixar secar, ou secar as tampas com pano limpo e seco.

2.2. Embalamento, Rotulagem e armazenamento

As embalagens mais usadas para hortofrutícolas em conserva são latas de folhas-de-Flandres (fig. 50) e frascos de vidros. Os frascos de vidros exercem mais atração sobre o consumidor, por mostrarem o produto. Quando se usam latas como embalagem, é preciso dispor do equipamento de cravagem de tampas chamado cravadeira, para fazer o fecho das latas.



Figura 50 - Latas em folha-de-Flandres.



Antes de embalar os hortofrutícolas, é necessário assegurar-se de que as embalagens estão bem limpas. Para os frascos de vidros, procede-se da seguinte forma: lavar vidros e tampas com água potável e detergente neutro, enxaguar com água potável e deixar escorrer o excesso de água.

Não é necessário fazer a fervura dos frascos de vidros (fig. 51) por 15 minutos para esterilizá-los. Uma boa lavagem e o enxaguamento correto são suficientes para deixá-los bem limpos. Pode-se passá-los por água a ferver, apenas para testar se existem falhas no vidro, em caso positivo, o vidro quebrará em contato com a água quente.



Figura 51 - Frascos de vidro de diferentes tamanhos.

Os hortofrutícolas devem ser dispostos nas embalagens de modo que fiquem bem arrumados e justos em relação ao espaço, para evitar que flutuem após a adição do líquido de cobertura, e para manter uma certa “estética”, tornando-os atrativos ao consumidor.

O arrefecimento é realizado imediatamente após a esterilização ou pasteurização, fazendo circular água fria no recipiente em que os frascos foram submetidos ao tratamento térmico, até uma temperatura externa entre 25°C e 38°C, o que corresponde à temperatura a que pode-se segurar os frascos de vidro com as mãos. O mesmo arrefecimento é aplicado às latas.



Rotulagem

Depois de secos, os frascos de vidros e as latas devem ser rotulados.

No rótulo, deve constar o tipo de produto, o nome do fabricante, o peso líquido (peso do hortofrutícola sem a calda ou salmoura), a data de fabricação e de validade e a informação nutricional obrigatória, pode conter mais informações de acordo com a legislação em vigor. A figura 52 mostra um exemplo de rótulo, onde a diversa informação encontra-se especificada.

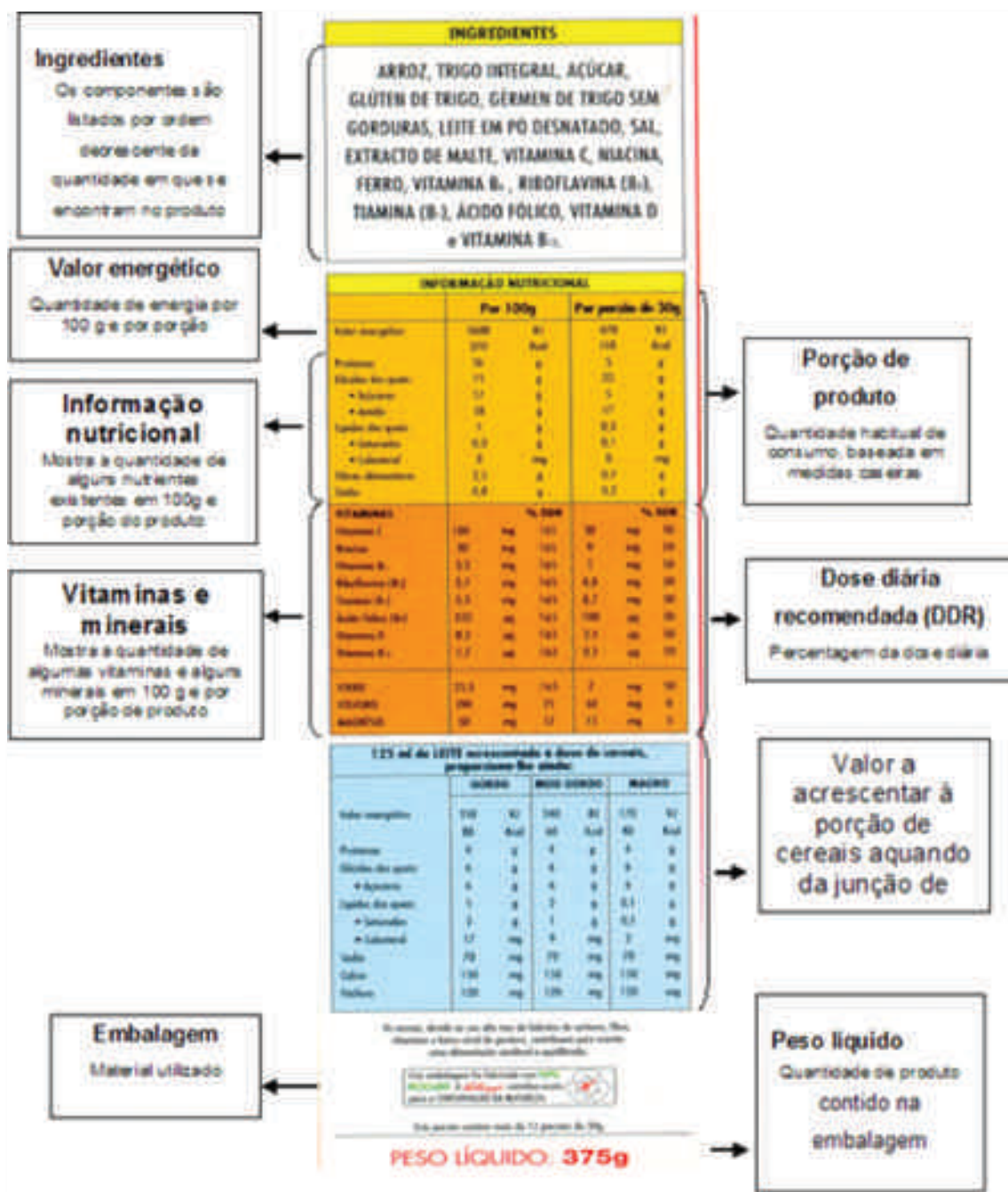


Figura 52 - Rótulo - descrito nos diversos campos a preencher.



Armazenamento

Os frascos de vidro ou latas devem ser colocados em caixas e estas devem ser empilhadas sobre estrados (fig. 53), para evitar o contato direto com o chão. E armazenadas num ambiente arejado, fresco e seco para evitar danos nas embalagens e alterações no produto.



Figura 53 - Produtos embalados e paletizados em armazém.

As conservas vegetais dispensam o transporte refrigerado, podendo ser transportadas em camiões com carroceria coberta de lona (fig. 54) ou isotérmica sendo de evitar apenas a exposição prolongada ao calor e à humidade.



Figura 54 - Transporte não refrigerado.



Atividades – Exercícios

1. Na preparação de conservas de frutas, utiliza-se muitas vezes uma calda ou xarope. Qual a finalidade da utilização destas caldas?
2. Os vegetais necessitam de branqueamento antes de serem aplicados os métodos de conservação. Quais as consequências nos vegetais quando se aplica o branqueamento?
3. A esterilização significa a destruição completa pelo calor de todas as formas de vida presentes dentro de um produto. A fim de evitar-se nova contaminação do produto esterilizado pelo meio ambiente, estes produtos deverão estar completamente isolados e fechados em embalagens herméticas. Conforme as características do produto assim deve ser a esterilização. Indique os diferentes modos de esterilizar de acordo com as características dos produtos hortofrutícolas.
4. A pasteurização é um tratamento térmico que destrói parte mas não todas as células vegetativas dos microrganismos presentes no alimento e, conseqüentemente são utilizados outros procedimentos técnicos que permitem o armazenamento em condições que minimizam o crescimento microbiano. Em que circunstâncias é utilizada a pasteurização em vez da esterilização?
5. O principal objetivo do tratamento térmico é eliminar microrganismos patogénicos e outros que possam causar alterações nos alimentos, e promover a cozedura dos hortofrutícolas, melhorando sua textura. Conforme a acidez dos produtos hortofrutícolas, assim terá de ser adequado o tratamento térmico a aplicar. Nestas circunstâncias, quais as considerações a ter no tratamento térmico de hortofrutícolas?



6. Os produtos hortofrutícolas em conserva são embalados.
Quais as embalagens mais utilizadas?

7. Todos os produtos hortofrutícolas embalados para venda devem possuir um rótulo.
Quais as indicações que este rótulo deve fornecer?

8. O armazenamento dos produtos hortofrutícolas deve ser organizado e cuidado.
Quais os cuidados a ter no armazenamento de produtos hortofrutícolas tratados?



3. Tecnologias do frio, aplicadas a hortofrutícolas

As tecnologias do frio permitem conservar os produtos hortofrutícolas por mais tempo, através da utilização de temperaturas baixas. Em termos genéricos, as baixas temperaturas são utilizadas para retardar ou seja, diminuir a velocidade de reação das reações químicas, da atividade enzimática e diminuir ou controlar o crescimento de microrganismos. Quanto menor for a temperatura num produto alimentar, menor será a velocidade de reação da atividade química, enzimática ou microbiológica, com exceção dos microrganismos denominados psicrófilos, os quais desenvolvem-se melhor a baixas temperaturas.

A refrigeração e a congelação são duas tecnologias do frio, aplicadas aos produtos hortofrutícolas, a utilização de cada uma depende do tipo de produto a congelar e do tempo de conservação pretendido. O quadro 5 compara as duas técnicas.



Quadro 5 - Características da refrigeração e da congelação.

Refrigeração	Congelação
<ul style="list-style-type: none"> - Temperaturas abaixo do ponto de congelação. Na indústria alimentar estas temperaturas são próximas dos 0°C. - A estas temperaturas (> 0°C), a atividade enzimática dos alimentos e a taxa de crescimento dos microrganismos encontram-se diminuídas. - Os termófilos deixam de se multiplicar à temperatura de refrigeração. - Os psicrófilos e os mesófilos tolerantes apresentam crescimento, ainda que mais lento do que à temperatura ambiente. - O armazenamento no frio tem um efeito seletivo importante sobre a flora de alteração, e esta evolui rapidamente para um domínio dos microrganismos psicrófilos. - A ação conjugada dos microrganismos psicrófilos e das enzimas alimentares limita a alguns dias a duração dos alimentos frescos conservados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperaturas acima do ponto de congelação. - Conversão da quase totalidade da água de constituição dos alimentos em gelo, utilizando equipamento adequado, ultrapassando o mais rapidamente possível a zona de cristalização máxima. - Interrupção completa do crescimento e da atividade dos microrganismos. - Estabilização microbiológica dos alimentos, conferindo-lhes um aumento do tempo de conservação. - As reações enzimáticas e as oxidações químicas prosseguem lentamente. A longo prazo, estas reações reduzem a qualidade organolética dos alimentos. - A oxidação química dos lípidos (ranço), dos pigmentos (descoloração ou escurecimento) ou dos aromas (perda de sabor) deteriora lentamente os alimentos.



3.1. Tecnologia dos produtos refrigerados

A refrigeração aplica temperaturas não inferiores a 0°C. Nestas condições, consegue-se retardar e/ou controlar as atividades químicas, enzimáticas e microbiológicas, incluindo os processos metabólicos próprios de cada produto.

No armazenamento de hortofrutícolas a temperatura de refrigeração é sempre superior a 0°C, conseguindo-se assim uma conservação por um período de alguns dias ou de várias semanas, dependendo do produto que se pretende conservar por refrigeração.

A refrigeração pode ser usada como meio de conservação básica, no caso das frutas e hortícolas para comercialização em fresco ou como meio de conservação temporária, no caso das matérias-primas para posterior conservação por outros processos, como por exemplo: produção de sumos, produção de doces, produção de pickles, produção de conservas esterilizadas, etc.

A maior parte das frutas e dos produtos hortícolas podem ser conservados por meio de refrigeração, durante um período de maior ou menor duração, dependendo do produto em causa. Na conservação por refrigeração dos hortofrutícolas não se evitam, mas retardam-se as atividades metabólicas que conduzem à deterioração destes produtos.

Cada produto (frutas ou hortícolas) reage de modo diferente ao armazenamento frigorífico, como por exemplo:

- As batatas transformam o amido em açúcares.
- As bananas (fig. 55), a determinadas temperaturas, perdem a capacidade de amadurecer depois do armazenamento no frio.
- Para um mesmo tipo de fruta, existem variedades que resistem melhor ao armazenamento refrigerado.



Figura 55 - Banana madura.



- As diferentes espécies vegetais têm diferente sensibilidade ao armazenamento frigorífico. O quadro 6 mostra-nos o grau de sensibilidade de hortofrutícolas ao armazenamento refrigerado.
- A estrutura do produto vegetal tem influência na perda de água durante o armazenamento frigorífico. Assim, um produto que tenha elevada relação área/volume, como os hortícolas de folhas, tais como alface, grelos, tec. Tem maior perda de água que produto de menor relação área/volume, como exemplo as maçãs, os pêsegos, etc.
- O estado de maturação, na altura da colheita, tem influência na conservação por refrigeração. Geralmente um produto colhido antes do seu ponto de maturação total é mais sensível à perda de água durante a conservação por refrigeração. Para certas frutas, como por exemplo a maçã, a maturação retarda com o aumento da camada de cera na sua superfície, o que conduz a uma diminuição na perda de água. No caso das frutas tropicais, caso das bananas, mangas, abacates, etc., estas frutas são colhidas verdes, conservadas por refrigeração e antes da sua colocação no mercado, são submetidas a temperaturas apropriadas para desenvolver a sua maturação.

Quadro 6 - Grau de sensibilidade de hortofrutícolas ao armazenamento refrigerado

Muito Sensíveis	Sensíveis	Pouco sensíveis
Alface		Maçãs
Espargos	Uvas	Pêras
Cenouras	Pimentos	Citrinos
Pepinos	Beringelas	Melão
Morangos	Pêssegos	Tomate
Cerejas	Curgete	Banana
Alperces		

Temperatura de armazenamento

A temperatura de armazenamento frigorífico deve ser escolhida em função do produto e do tempo que se pretende armazenar. É frequente acontecer que para diferentes



variedades, tenham que ser utilizadas diferentes temperaturas de conservação. Por exemplo variedades diferentes de maçãs (fig. 56) possuem temperaturas de conservação diferentes.



Figura 56 - Diferentes variedades de maçãs.

Determinados produtos como a banana e o tomate, não podem ser armazenados a temperaturas inferiores a 13°C, porque temperaturas mais baixas prejudicam o processo de maturação, que vai ocorrer depois do armazenamento refrigerado (banana e tomate são colhidos verdes, para armazenamento refrigerado).

As câmaras frigoríficas devem ser projetadas de tal maneira que não permitam oscilações na temperatura, superiores a 1°C, para evitar que os hortofrutícolas conservados por refrigeração possam sofrer danos na sua conservação. Sendo necessário calcular corretamente os isolamentos, dimensionar corretamente a potência frigorífica a instalar e assegurar uma correta distribuição do ar frio no interior da câmara.

O armazenamento a baixa temperatura associado ao controlo de humidade pode prolongar a vida útil dos produtos agrícolas frescos (fig. 56) contribuindo para a manutenção das suas características sensoriais e nutricionais, podendo também minimizar o crescimento dos microrganismos nestes produtos.





Figura 56 - Produtos agrícolas frescos.

Humidade relativa no interior da câmara

A humidade relativa do ar no interior da câmara frigorífica deve ser a adequada para cada tipo de produto.

Uma humidade relativa demasiado baixa conduz a excessiva perda de água do produto, podendo ocorrer demasiada desidratação, com a conseqüente diminuição da sua qualidade.

O quadro 7 mostra a relação entre temperatura, humidade relativa e tempo de armazenamento de alguns produtos hortofrutícolas.



Quadro 7 - Relação entre temperatura, humidade relativa e tempo de armazenamento de hortofrutícolas.

Hortofrutícolas	Temperatura (°C)	Humidade Relativa (%)	Tempo de Armazenamento (semanas)
Couve chinesa	0	90-95	4-8
Couve de Bruxelas	0	92-100	2-5
Couve de Tarde	0	90-100	4-16
Couve flor	0	90-100	2-4
Ervilha	-0,5 a 0	85-100	1-3
Espargo	0-2,5	85-100	2-4
Espinafre	0	90-100	1-2
Feijao	4-10	85-100	1-3
Melancia	2-10	80-90	2-3
Milho	0,5 a 0	85-100	4 a 14 dias
Nabo	0	90-95	10-14
Pepino	7-10	85-100	10-21
Pimentao	7-10	85-90	8-21 dias
Pimento	7-10	90-95	2-3
Salsa	0	90-100	4-8
Tomate maduro	4-10	85-95	3-7 dias
Tomate verde	12-20	85-95	1-4

Por outro lado, uma humidade relativa demasiado elevada facilitará o desenvolvimento microbiano, nomeadamente dos fungos, que vão alterar mais rapidamente o produto conservado por refrigeração.

Para períodos prolongados de armazenamento frigorífico, recomenda-se a utilização de embalagens apropriadas para diminuir a perda de água do produto (por exemplo: papel impermeabilizado (fig. 57), filme plástico com pequenos furos para permitir a respiração, etc.)





Figura 57 - Papel impermeabilizado com sulfito, que reduz perdas de água e o crescimento microbiano.

Velocidade de circulação do ar no interior da câmara

A circulação de ar frio no interior da câmara tem por objetivo remover o calor sensível para diminuir a temperatura dos produtos, bem como para remover o calor produzido pela respiração dos hortofrutícolas armazenados, permitindo assim manter uma temperatura uniforme no interior da câmara. Por outro lado, o ar do interior da câmara deve ser periodicamente renovado para eliminar os produtos do metabolismo dos produtos armazenados. Quando se trata de câmaras de grandes dimensões (entrepósitos frigoríficos de frutas e hortícolas), a renovação do ar é efetuada de forma controlada por meio de abertura e fecho de persianas dimensionadas para o efeito. No caso de pequenas câmaras frigoríficas, a renovação do ar é feita de maneira mais ou menos aleatória pela simples abertura da porta, em períodos determinados.

Composição da atmosfera da câmara

Os produtos hortofrutícolas conservados por refrigeração continuam o seu processo metabólico de respiração, consumindo oxigénio e produzindo anidrido carbónico e outros produtos resultantes do seu metabolismo. A diminuição da temperatura, a diminuição do teor de oxigénio disponível e o aumento do anidrido carbónico vão afetar o ritmo respiratório e outros processos fisiológicos, próprios de cada produto. Tendo em conta a influência que tem a composição do ar no interior da câmara no processo



metabólico das frutas e hortícolas, foram desenvolvidos métodos de armazenamento frigorífico denominados de “atmosfera controlada”.

Nos sistemas de armazenamento frigorífico de “atmosfera controlada”, o ritmo respiratório e metabólico dos produtos é controlado através da variação da composição do ar no interior da câmara frigorífica, ou seja variando, de maneira controlada, os teores de oxigénio, dióxido de carbono e azoto da atmosfera existente no interior da câmara. Nas câmaras de atmosfera controlada, será necessário assegurar condições de perfeita hermeticidade das mesmas, por forma a evitar a entrada de ar exterior que iria alterar a composição controlada da atmosfera existente.

3.2. Tecnologia dos produtos congelados

A maior parte dos hortícolas (fig. 58) podem ser congelados com sucesso, alguns ficam excelentes, por exemplo ervilhas, espinafres, feijão verde, couves de Bruxelas, Couve flor ou milho doce. As batatas é outro produto que tem muito êxito congelado. No entanto, os hortícolas destinados a serem consumidos crus em saladas, tal como o tomate, alface, pepino, perdem a sua textura “crocante” depois da descongelação. De um modo geral, as características de textura do produto descongelado quando consumido cru são tanto piores quanto maior o conteúdo em água nos hortícolas; o mesmo acontece com os frutos. Nos frutos, as bagas são os que melhores resultados apresentam após a congelação, como por exemplo mirtilos, framboesas, amoras, etc..



Figura 58 - Hortícolas congelados.



Determinadas variedades são mais adequadas à congelação do que outras. De um modo geral escolhem-se variedades de cor mais intensa e aroma pronunciado, contudo cada variedade tem as suas especificações. Por exemplo, dá-se preferência a ervilhas tenras (fig. 59) e ricas em açúcar, a feijão verde crocante depois de cozido, a couve flor com uma boa cor branca, a espargos de pontas verdes, a couve de Bruxelas compactas e de talo uniforme, ou a batatas com grande conteúdo em matéria seca (mais de 20%).

A temperatura de -18°C é considerada normalmente como o limite superior para conservar a maior parte dos hortofrutícolas, em geral podem conservar-se no estado congelado mais de um ano, desde que o material de embalagem proteja convenientemente contra migrações de humidade e que as flutuações de temperatura na câmara sejam mínimas. As frutas congelam-se de diversas formas, quer sejam inteiras, em metades ou rodela sem outros ingredientes, ou seja em açúcar ou xarope, inclusive na forma de sumos, concentrados e purés. Somente uma parte mínima das frutas ultracongeladas consome-se neste estado, a maior parte é utilizada na indústria de transformação para produtos como doces, conservas, frutas em xarope, polpas de fruta (fig. 60), sumos e bebidas, guarnições de tartes e bolos e ainda frutas para iogurtes (fig. 61).



Figura 59 - Ervilhas congeladas.



Figura 60 - Polpa de fruta congelada.





Figura 61 - Polpa de fruta em pedaços para iogurtes.

A técnica e a rapidez de congelação das frutas e dos sumos de frutas podem variar muito segundo a natureza do produto, o seu destino final e as qualidades particulares que desejam-se preservar. A congelação rompe a estrutura da maior parte das frutas e destrói a turgescência dos tecidos, de modo mais intenso do que no caso dos hortícolas. A congelação muito rápida é utilizada para preservar a textura natural de frutas inteiras, como é o caso das frutas vermelhas (fig. 62), contudo, as frutas uma vez descongeladas apresentam uma consistência mais branda do que as mesmas frutas no estado fresco.



Figura 62 - Frutas vermelhas congeladas inteiras.

A congelação lenta (24 horas ou mais) utiliza-se frequentemente em misturas de frutas com açúcar destinadas a transformação posterior, uma vez que a duração prolongada do arrefecimento favorece a penetração do açúcar nas bagas.

A congelação de hortofrutícolas realiza-se imediatamente após o branqueamento ou escaldão (fig. 63). Muitos hortícolas de pequenas dimensões são ultracongelados



individualmente, como é o caso das ervilhas. Em muitas hortícolas, a qualidade final não é preservada mesmo que a congelação seja rápida, contudo uma congelação lenta é nociva para a cor. A maior parte dos hortícolas são quebradiços a baixas temperaturas e devem ser manipulados com muito cuidado.



Figura 63 - Feijão verde em água a ferver - branqueamento.

As técnicas de congelação podem classificar-se por:

- **Contacto indireto** do refrigerante com o alimento. Estas técnicas compreendem congeladores de ar forçado, congeladores de leite fluidizado e congeladores de placas.
- **Contacto direto** do refrigerante com o alimento. Os refrigerantes utilizados normalmente são o azoto líquido, hidrocarbonetos halogenados e dióxido de carbono. O alimento pode ser imerso no líquido criogénico (por exemplo em azoto líquido) ou o agente criogénico pode ser pulverizado diretamente no alimento (fig. 64).



Figura 64 - Diversos legumes congelados por contacto direto.



Destes dois grupos de técnicas, os métodos de contacto indireto são as técnicas mais usadas na produção comercial. A técnica do contacto direto tem aplicações específicas a produtos concretos, normalmente nas empresas de congelação mais pequenas.

O tempo de congelação é o tempo necessário para diminuir a temperatura de um produto, desde a sua temperatura inicial até uma determinada temperatura no seu centro térmico. A distribuição de temperatura no produto pode variar durante o processo de congelação. O centro térmico (centro geométrico) é normalmente tomado como referência. O tempo de congelação depende de vários fatores:

- Forma e dimensão do produto, particularmente a espessura
- Temperatura inicial e final
- Temperatura do meio de refrigeração
- Coeficiente de transferência de calor à superfície do produto
- Alteração da entalpia
- Condutividade térmica do produto.

3.3. Embalamento, rotulagem, transporte e armazenamento

Embalamento

No sistema de manuseamento pós-colheita existem diversas atividades de colocação de produtos em contentores ou embalagens.

A embalagem comercial e de consumo pode ser efetuada no campo ou em instalações apropriadas designadas por centrais hortofrutícolas (fig. 65).



Figura 65 - Legumes encaixotados em caixas de plástico.



O embalagem final do produto é frequentemente efetuado no fim da linha de preparação do produto. Pode também ser feito logo no campo no caso de entrega direta para o local de venda ao consumidor. Contudo na cadeia tradicional, antes do embalagem final do produto para comercialização, há necessidade de acondicionar o produto após colhido, transportá-lo e armazená-lo. Para isso, são utilizadas embalagens específicas.

As embalagens dividem-se em primárias e secundárias. As primárias (fig. 66) são as que estão em contacto com o produto e normalmente embalam quantidades adequadas para o consumidor. As secundárias acondicionam as primárias e são simultaneamente embalagens de transporte.



Figura 66 - Hortofrutícolas embalados em caixas de cartão (embalagem primária) prontos para o local de venda.

Alguns produtos não têm embalagem primária, como é o caso dos legumes folhosos (fig. 67), em que alguns até só são atados em molho. O embalagem de quantidades pequenas, a adquirir diretamente pelo consumidor, evita a pesagem no local de venda e o manuseamento pelo consumidor, reduzindo assim a perda de qualidade do produto.





Figura 67 - Legumes folhosos sem embalagem primária.

Estes legumes podem ser embalados em atmosfera controlada (fig. 68). Estas embalagens podem permitir ainda, a criação e manutenção de uma atmosfera com baixos níveis de oxigénio e altos de dióxido de carbono e vapor de água, benéficos à qualidade do produto, desde que se encontrem dentro de valores recomendáveis.



Figura 68 - Legumes embalados em atmosfera controlada.

No local de preparação do produto é necessário destinar um espaço para as embalagens ainda vazias. Este espaço deve estar limpo e seco. No caso de embalagens pré-desmontadas, é necessário ter em conta o tempo e mão-de-obra para a montagem das embalagens.



O embalamento pode ser manual, semiautomático ou automático. O fecho das embalagens pode também ser feito manual ou automaticamente.

Características da embalagem

Os objetivos globais duma embalagem são a facilidade no transporte, a retenção da qualidade e o aumento da venda do produto. A embalagem deve acondicionar, proteger, informar e vender o produto.

As embalagens devem ser fabricadas a partir de materiais autorizados, compatíveis com o produto, biodegradáveis após o uso e/ou recicláveis.

Ao escolher uma nova embalagem devem ser ponderados os seus custos e benefícios.

Os seguintes aspetos devem ser tidos em consideração:

- Produto a embalar
- Características do material de embalagem
- Custo do material de embalagem
- Interações com o produto
- Reutilização
- Mão-de-obra
- Aceitação do comerciante e do consumidor
- Redução de perdas esperadas e lucro associado

As embalagens reutilizáveis diminuem o custo inicial. Contudo existe o perigo de contaminação do produto.

Tipos de embalagem

Existem muitos tipos de embalagem, utilizadas ao longo da cadeia pós-colheita de hortícolas. Algumas foram convenientemente estudadas e avaliadas, como é o caso de embalagem com placas de absorção de etileno (fig. 69); enquanto que outras embalagens são de uso geral e não sofreram análise prévia.

Os tipos de embalagem incluem: tabuleiros, grades, contentores, sacas, redes, caixas, cestas e filmes retrácteis.





Figura 69 - Caixas de cartão com placas de absorção de etileno.

O quadro 8 apresenta os tipos de embalagem, as vantagens e os inconvenientes.

Quadro 8 - Tipos de embalagens

Tipo de bem.	Material	Vantagens	Desvantagens	Fases da cadeia
Tabuleiro	Cartão Canelado	Boa proteção mecânica do produto. Resistente ao empilhamento Flexibilidade de tamanho, cor e forma. Baixo peso Facilidade de manuseamento Montagem da caixa no local Boa apresentação	Pouco resistente às condições atmosféricas Não reutilizável Custo elevado Ventilação deficiente	Comercialização



Grade	Madeira	<p>Resistente às condições atmosféricas.</p> <p>Reutilizável</p> <p>Boa ventilação</p> <p>Fácil pré-arrefecimento</p> <p>Boa proteção mecânica do produto</p> <p>Resistente ao empilhamento</p> <p>Produção e reparação local</p>	<p>Uso de acolchoamento</p> <p>Volumosa</p> <p>Risco de contaminação</p> <p>Custo da viagem de retorno</p> <p>Diminuição da reserva florestal</p> <p>Difícil limpeza</p> <p>Pesada</p>	<p>Colheita</p> <p>Transporte do campo</p> <p>Armazenamento</p> <p>Comercialização</p>
	Plástico	<p>Resistente às condições atmosféricas</p> <p>Reutilizável</p> <p>Boa ventilação</p> <p>Fácil pré-arrefecimento</p> <p>Boa proteção mecânica do produto</p> <p>Resistente ao empilhamento</p> <p>Fácil limpeza</p> <p>Flexibilidade em tamanho e cor</p>	<p>Uso de acolchoamento</p> <p>Volumosa</p> <p>Risco de contaminação, mas mais baixo do que a de madeira</p> <p>Custo da viagem de regresso</p> <p>Custo elevado</p>	<p>Colheita</p> <p>Transporte do campo</p> <p>Armazenamento</p> <p>Comercialização</p>



Contentor	Plástico	Resistente às condições atmosféricas Reutilizável Fácil limpeza Boa ventilação Fácil pré-arrefecimento Boa proteção mecânica Resistente ao empilhamento Aumento da velocidade de colheita Menor manuseamento Custo de transporte menor Melhor aproveitamento do espaço	Volumosa Risco de contaminação Custo da viagem de regresso Grande investimento Dano mecânico por choque	Colheita Transporte do campo Armazenamento
Saca	Plástico	Baixo custo Baixo peso/volume	Má proteção mecânica Difícil empilhamento Pequenas quantidades	Comercialização
Rede	Plástico ou juta	Baixo custo Baixo peso/volume Boa ventilação Grande quantidade de produto	Má proteção mecânica Difícil empilhamento Fácil contaminação Fácil perda de água	Comercialização

Os **tabuleiros** de cartão canelado (fig. 70) devem ser armazenados em locais secos e, preferencialmente, durante curtos períodos de tempo. O produto não deve ser colocado molhado nos tabuleiros de cartão. Os tabuleiros podem tornar-se mais resistentes à água se forem previamente encerados. Os tabuleiros de cartão canelado são normalmente menos resistentes ao empilhamento que as grades de madeira e plástico, podendo o produto ser mais facilmente comprimido. A ventilação nos tabuleiros de cartão também



é normalmente menor que nas grades de madeira ou de plástico, já que grandes aberturas podem diminuir a sua resistência mecânica. É recomendado que a área das aberturas seja inferior a 5% da área total da embalagem de cartão. As aberturas podem ser redondas ou retangulares.



Figura 70 - Caixa de cartão canelado.

Podem ainda ser guardados desmontados, ao contrário das grades de madeira (fig. 71) ou de plástico que ocupam muito espaço.



Figura 71 - Caixa de cartão.

As **grades de plástico** são mais caras que as de madeira e que os tabuleiros de cartão. Contudo, contrariamente aos tabuleiros de cartão podem ser reutilizadas, diminuindo, assim, o seu custo inicial. Deve ser contabilizado o custo adicional de transportar as grades de madeira ou de plástico de regresso ao local de embalagem. Pode ganhar-se algum espaço nas viagens de retorno colocando-se umas grades dentro de outras. As grades de plástico são normalmente de polietileno de alta densidade (HDPE) ou polipropileno (PP). O HDPE tem uma grande resistência ao impacto e uma baixa degradação pela radiação ultravioleta (UV), enquanto o PP tem uma melhor resistência a arranhadelas.



As características dos dois materiais podem ser melhoradas pela adição de antioxidantes e protetores de raios UV. É, também, possível encontrar no mercado grades de plástico desmontáveis (fig. 72), naturalmente, com um custo acrescido.



Figura 72 - Caixas plásticas desmontáveis para transporte de hortofrutícolas.

Para melhor proteção do produto no interior da embalagem existem ainda, diferentes materiais que ajudam a imobilizar as unidades de produto dentro dos tabuleiros e grades (alvéolos e folhas de papel) (fig.s 73 e 74).



Figura 73 - Tabuleiros de cartão e papel para proteção de maçãs.



Figura 74 - Redes de plástico estrugido para proteção de choques mecânicos em frutas mais sensíveis.



A utilização de **contentores** (fig. 75) para grandes quantidades de produto, é vantajosa quando se reúnem as seguintes condições: dimensão e forma do campo, método de colheita, resistência do produto ao dano mecânico e período alargado, de armazenamento. Os contentores devem ter a dimensão de uma palete normalizada (1 m x 1,2 m) e, dependendo do produto, podem ter diferentes alturas. O investimento neste sistema envolve os contentores, os empilhadores e o equipamento de descarga do produto dos contentores.



Figura 75 - Contentor para hortofrutícolas.

As **sacas** e **redes** (fig. 76) são feitas de material flexível, quer de plástico ou juta. As sacas são para pequenas quantidades de produto, enquanto que as redes suportam quantidades superiores de produto. As sacas e redes são embalagens económicas contudo, não protegem convenientemente o produto contra impactos e compressões. Nos casos em que a proteção física do produto seja prioritária, as caixas devem ser escolhidas. As redes devem ser usadas apenas em produtos resistentes e de baixo valor comercial. As sacas podem ainda ser perfuradas, para evitar a condensação de água no seu interior.



Figura 76 - Hortofrutícolas embalados em redes.



Existe ainda uma grande diversidade de **caixas** e **cestas** para pequenas quantidades de produto, com diferentes formatos e tamanhos, podendo ser de plástico (fig. 77) ou papel. Formatos arredondados reduzem consideravelmente a quantidade de produto que podem conter, em comparação com os formatos paralelepípedicos.



Figura 77 - Caixas plásticas com laranjas.

Os **filmes retrácteis** são usados para embalar peças individuais ou envolver tabuleiros com pequenas quantidades de produto.

A padronização das dimensões da embalagem diminui os custos de armazenamento e de transporte na cadeia pós-colheita, permite o empilhamento e reduz os custos de produção da própria embalagem.

Principais causas de perda no embalamento

As perdas que podem ocorrer relacionadas com a embalagem são descritas no quadro 9.



Quadro 9 - Tipos de perdas no embalamento

Perda	Causa a evitar	Efeito	
Dano mecânico	Corte ou furo	Objetos afiados, lascas de madeira ou unhas que são espetados na embalagem	Corte da embalagem, corte do produto, perda de água, podridão
	Choque	Atirar ou deixar cair as embalagens, parar ou arrancar subitamente o veículo de transporte, velocidade elevada do veículo de transporte	Rebentamento ou desmantelamento da embalagem, lesão do produto, podridão
	Compressão	Embalagem sem consistência ou sobrecarregada, embalagens muito empilhadas, queda de embalagens empilhadas durante o transporte	
	Vibração	Vibração devido ao próprio veículo ou às más condições da estrada	
Dano por fator ambiental	Calor	Exposição ao calor, aumento de temperatura interna devido a má ventilação	Amolecimento e amadurecimento dos frutos, desenvolvimento de maus cheiros, apodrecimento, maior suscetibilidade ao dano mecânico
	Frio	Exposição a temperaturas abaixo da ótima para o produto	Lesão pelo frio, quebra da estrutura celular ao descongelar
	Humidade	Exposição à chuva ou humidade elevada, condensação de água nas embalagens, embalamento de produto molhado em caixas de cartão	Podridão



Contaminação química	Tratamento das embalagens com químicos	Descoloração, alteração de sabor, podridão
Dano provocado por insetos, roedores ou pássaros	Contaminação ou estrago por insetos (insetos da madeira, baratas, aranhas), roedores e pássaros	Rejeição do produto

Boas práticas no embalamento

- Escolher a embalagem adequada para cada produto
- Não encher excessivamente as embalagens
- Uniformizar as embalagens de forma a paletizá-las
- Minimizar o número de embalamentos entre a colheita e o consumidor.
- Na paletização respeitar as alturas indicadas para cada produto, deste modo evita esmagamento das caixas e produto que está em baixo (fig. 78).



Figura 78 - Evitar ultrapassar a altura adequada para cada tipo de produto.

Rotulagem

A rotulagem das embalagens para além da sua função informativa também pode ser um meio de comercialização do produto. E deve respeitar a legislação em vigor.



Cada embalagem deve ter um rótulo com as seguintes informações:

- País de origem
- Nome e morada do produtor ou importador
- Identificação do produto (produto, variedade)
- Categoria e calibre
- Peso ou número de unidades
- Dimensões globais da embalagem
- Data de embalamento
- Marca ou logotipo

Deve, ainda,

- Ter-se pelo menos dois rótulos em faces opostas, de cada embalagem
- Colocar-se os rótulos em local visível
- Não ser fácil remover os rótulos
- Não ser fácil sujar os rótulos
- Colocar-se a informação de FRÁGIL ou TOPO, se necessário
- Usar apenas tintas e colas resistentes à água
- Evitar rótulos escritos à mão
- Incluir no rótulo qualquer informação relevante.

O rótulo pode ainda incluir uma imagem do produto.

A caixa e tabuleiro para além de apresentarem rótulos, podem ser impressas.

ARMAZENAMENTO

O armazenamento pode ser efetuado no local de preparação e embalamento, antes ou após estas operações, e/ou nos entrepostos. Este pode ser feito sob condições atmosféricas controladas ou ambientais. O armazenamento sob condições controladas é feito em câmara. A câmara deve ser um compartimento fechado, termicamente bem isolada e sem entrada de luz exterior. A temperatura, humidade, velocidade do ar, concentrações em oxigénio, dióxido carbono e etileno são os parâmetros habitualmente controlados. Outros fatores devem ainda ser tidos em conta durante o armazenamento, como a limpeza e as embalagens utilizadas.



Em armazéns não refrigerados pode aproveitar-se o abaixamento noturno da **temperatura** para arrefecer o produto. O armazém deve ser bem isolado e durante a noite efetuar-se a ventilação do armazém com ar exterior. As entradas devem estar localizadas na parte inferior das paredes e as saídas na parte superior. Pode ainda lançar-se jatos de água nos telhados dos armazéns.

É aconselhável efetuar o pré-arrefecimento dos produtos antes destes serem armazenados em câmara refrigerada. As condições das câmaras são definidas para a manutenção de uma determinada temperatura e não para o arrefecimento do produto desde a sua temperatura ambiente.

Apesar da temperatura ótima de armazenamento ser para a maior parte dos produtos 0°C, este valor não deve ser usado, devido a possíveis flutuações de temperatura na câmara poderem congelar o produto. É, assim, habitual recomendar um valor na gama de 0 a 5°C.

A lesão pelo frio ocorre habitualmente no armazenamento quando se mantém os produtos abaixo da temperatura recomendada. Contudo os sintomas só surgem quando o produto retorna a temperaturas mais elevadas.

No armazenamento de produtos sensíveis ao etileno é aconselhável uma **ventilação** adequada da câmara. Adicionalmente pode ser necessária a utilização de absorvedores de etileno ou a utilização de ozono. O movimento do ar favorece o abaixamento mais rápido da temperatura, contudo pode ter um efeito prejudicial na qualidade do produto, na medida em que favorece a perda de água. De forma a evitar a desidratação, a câmara deve ser **humidificada**. Para isso, pode molhar-se o chão e paredes, molhar o produto ou ter um sistema de humidificação do ar refrigerado.

O armazenamento pode apresentar vários tipos:

a) **Atmosfera Normal (AN)**

A atmosfera normal (fig. 79) é o sistema mais utilizado para prolongamento do período de armazenamento da maioria das frutas, principalmente as de clima temperado. Baseia-se na combinação de baixas temperaturas, geralmente de -1 a 4°C, com elevada humidade relativa do ar (HR), geralmente superior a 85%. A temperatura baixa reduz a velocidade do metabolismo respiratório, sendo que o valor mínimo tolerado é variável com a espécie e cultivar.



Por outro lado, frutas com atividade respiratória alta, como as frutas de clima tropical, não se adaptam ao armazenamento com temperatura muito baixa. A utilização de HR alta no armazenamento dificulta a desidratação das frutas, porém demasiadamente alta, favorece a proliferação de microrganismos patogênicos.



Figura 79 - Câmara refrigerada de atmosfera normal.

O sistema de armazenamento designa-se por frio normal ou frio convencional quando recorre apenas à refrigeração mecânica para arrefecer e controlar a temperatura de uma câmara, sem utilização de nenhuma tecnologia adicional para modificar a composição da atmosfera.

b) **Atmosfera Modificada (AM)**

A atmosfera modificada (fig. 80) é um método de conservação que visa modificar a concentração de gases ao redor e no interior da fruta, associada ou não à utilização de baixas temperaturas, porém sem um controlo preciso dos teores gasosos.

A alteração da atmosfera pode ser conseguida colocando-se as frutas em embalagens de polietileno ou PVC, aplicando-se ceras, ésteres de sacarose, ácidos gordos não saturados de cadeia curta, entre outros. Alguns materiais plásticos são pouco permeáveis ao vapor de água, o que provoca aumento excessivo da humidade relativa (95%), favorecendo a ocorrência de fungos. Para evitar este problema, pode-se fazer pequenas perfurações nos plásticos, que impedem, também, a acumulação excessiva de CO₂.



As ceras não alteram a transpiração, mas reduzem as trocas de O_2 e CO_2 com a atmosfera e podem induzir a produção de álcoois, aldeídos e outros compostos indesejáveis.



Figura 80 - Câmara de atmosfera modificada.

c) **Atmosfera Controlada (AC)**

O armazenamento em atmosfera controlada (fig. 81) é uma técnica que vem sendo utilizada com bastante sucesso em algumas empresas hortofrutícolas, principalmente em maçãs. Baseia-se no armazenamento das frutas numa câmara de frio com uma proporção definida de O_2 e CO_2 , aliada à baixa temperatura. O ar atmosférico é composto por, aproximadamente, 78% de N_2 , 21% de O_2 e 0,03 de CO_2 . Com a utilização de câmaras de frio hermeticamente fechadas, pode-se alterar os teores de O_2 e CO_2 para 1 a 3% e 1 a 5%, respetivamente. Com isso, reduz-se o processo respiratório da fruta, reduzindo, conseqüentemente, os processos de degradação.

O O_2 , na atmosfera e no interior da fruta, atua no seu metabolismo, porém concentrações muito baixas fazem com que ocorra a respiração anaeróbia e a produção de etanol, acetaldeído e outros compostos que prejudicam a qualidade organolética das frutas. Em relação ao CO_2 , concentrações altas (acima de 5%) provocam alterações estruturais, como desintegração das membranas e do citoplasma.

Os níveis de O_2 e CO_2 utilizados são bastante variáveis de acordo com a espécie e com a cultivar utilizada, sendo que o controlo é feito por computadores que analisam a composição do ar no interior da câmara, fazendo automaticamente



a sua correção. A proporção adequada do ar atmosférico no interior da câmara pode ser conseguida pela eliminação de O_2 e aumento de CO_2 , através da respiração natural das frutas. Caso os níveis de CO_2 ultrapassem os limites máximos, passa-se o ar por soluções de $Ca(OH)_2$, $NaOH$ ou H_2O , que absorvem o gás. Caso os níveis de O_2 diminuam muito, a recomposição é feita através da injeção de ar no interior da câmara. Para retirar o excesso de etileno, passa-se a atmosfera da câmara numa solução de permanganato de potássio ($KMnO_4$). Outros modos mais rápidos de baixar a concentração de O_2 e aumentar a de CO_2 são a combustão do gás propano ou através da purga da câmara com azoto. Os grandes inconvenientes deste sistema são a exigência de câmaras de frio terem de ser praticamente herméticas, equipamentos complexos e mão-de-obra especializada o que aumentam os custos de utilização.

Apesar da importância dos sistemas de armazenamento que alteram a composição da atmosfera para alguns produtos, a alteração da composição da atmosfera deve ser encarada como uma tecnologia complementar ao controlo da temperatura e da humidade relativa.



Figura 81 - Câmara de atmosfera modificada.

Em relação à colocação em regime de atmosfera modificada podemos distinguir as seguintes situações:

- **Lenta**, em que as concentrações de CO_2 e de O_2 são alteradas pela respiração dos produtos armazenados. Os níveis de O_2 podem levar 2 a 3 semanas a estabilizar.



- **Rápida**, em que a concentração de O_2 na câmara é reduzida dos cerca de 21% para 5% em cerca de 36 horas através da purga da câmara com azoto e remoção ativa do oxigénio. Esta tecnologia permite, nalgumas circunstâncias, maximizar as vantagens da AC.

Em relação à regulação da composição da atmosfera, considera-se a **atmosfera controlada dinâmica**, em que as concentrações de O_2 e de CO_2 são alteradas continuamente durante o período de armazenamento em função do comportamento fisiológico da fruta. Neste sistema o metabolismo da fruta é monitorizado através de sensores que medem a produção de etanol ou a fluorescência das clorofilas.

Em relação ao **etileno**, nalguns sistemas a AC é combinada com equipamentos de remoção do etileno, utilizada para o armazenamento de frutas muito sensíveis ao etileno, como o kiwi e variedades de maçã e pêra muito sensíveis ao escaldão. De modo geral, reduz os efeitos negativos do etileno e mantém melhor as características organoléticas da fruta.

A **atmosfera controlada diferida** consiste em armazenar o produto em frio normal durante um período de tempo (3 semanas a 4 meses), após o qual se reduz a concentração de O_2 e se aumenta a concentração de CO_2 . Pode ser pouco prático de implementar. Tem vantagens nalgumas variedades de pêras.

Quando se identificaram os efeitos negativos da atmosfera controlada nalguns produtos, estudou-se a possibilidade de alternar períodos de armazenamento em atmosfera controlada com períodos de armazenamento em frio normal. Os resultados da **AC interrompida** foram variáveis, positivos nalguns produtos e modalidades, negativos noutras e, por vezes, nenhuma vantagem foi observada.

Tratamento de choque com CO_2 . Tratamento com 10 a 15 % de CO_2 durante 10 a 15 dias, antes da colocação em atmosfera controlada convencional. Utiliza-se nalgumas frutas (figo, diospiro, pêra, uva, ameixa).

O objetivo é normalmente que o CO_2 funcione como tratamento fungicida. Em frutos como a cereja e o morango, que toleram estas concentrações de CO_2 é utilizado em atmosfera modificada como fungistático. No dióspiro recorre-se a tratamentos CO_2 para eliminar a adstringência.

Na **atmosfera controlada sequencial** a fruta é exposta a, por exemplo, 1% de O_2 durante 2 a 6 semanas, seguida de armazenamento a 2 a 3% de O_2 durante o restante período.



Noutras situações, é imposto um stress inicial, expondo a fruta a condições de baixo CO_2 ($< 1\%$) e de concentrações muito reduzidas de O_2 (0,1 a 0,4%) durante os primeiros 10 a 15 dias, antes de serem colocadas em AC convencional. É por vezes utilizado em maçã ou noutras frutas como tratamento inseticida. Pode prejudicar o aroma.

Armazenamento Hipobárico

Neste sistema as frutas e hortaliças são armazenadas sob um vácuo parcial. À medida que a pressão dentro da câmara de armazenamento é reduzida, através de uma bomba de vácuo, a pressão parcial (concentração) de O_2 é reduzida na mesma proporção. Como a ebulição da água a pressão reduzida ocorre a uma temperatura baixa, os produtos tendem a perder mais água, se não houver a preocupação de manter o ar dentro da câmara com uma humidade relativa perto de 100%.

A construção da câmara tem de permitir aguentar o diferencial de pressão sem implodir. Tem sido argumentado que um benefício adicional dos sistemas hipobáricos consiste na remoção do etileno do interior dos órgãos vegetais, mas o sistema é pouco utilizado. As **embalagens** podem impedir bastante a circulação do ar. Para existir uma boa ventilação deve assim:

- criar-se corredores entre as embalagens,
- manter-se as paletes afastadas das paredes da câmara

As embalagens em palete devem ser alinhadas de forma a fazer coincidir os orifícios para ventilação das diferentes embalagens e promover o movimento de ar na horizontal. As embalagens empilhadas podem ser reforçadas com barras de madeira, cartão ou plástico nos quatro cantos e/ou enroladas em fio ou fitas de plástico. A altura do empilhamento nunca deve exceder a recomendada pelo produtor das embalagens.

Finalmente mas não menos importante, os armazéns devem ser convenientemente **limpos** entre utilizações. Os ratos e outros animais infestantes podem ser um problema durante o armazenamento.

Principais causas de perda durante o armazenamento

Os principais problemas que surgem no armazenamento e que levam a perdas de produto são a deficiente gestão da temperatura, da humidade e dos níveis de etileno



nas câmaras, a contaminação e a mistura de cargas incompatíveis. Devem armazenar-se apenas produtos que sejam compatíveis em relação às suas exigências de temperatura, humidade, atmosfera e tolerância ao etileno e odores. Como consequência as principais causas de perda no armazenamento são a falta de refrigeração, a perda de água, a contaminação e as misturas de cargas incompatíveis.

Boas práticas no armazenamento

- Efetuar o pré-arrefecimento dos produtos
- Efetuar uma limpeza adequada das câmaras antes da sua carga
- Verificar o bom isolamento das câmaras
- Evitar a abertura frequente das portas das câmaras
- Controlar periodicamente as condições de armazenamento
- Não colocar na mesma câmara produtos incompatíveis
- Seguir as recomendações do fabricante ou outros quanto à estiva e à colocação dos produtos nas câmaras.

Alguns produtos hortofrutícolas, especialmente os de origem tropical e subtropical, desenvolvem um acidente fisiológico designado por **danos pelo frio** quando são expostos a baixa temperatura durante um período de tempo suficiente.

Os danos pelo frio resultam da exposição a temperatura inferiores a uma temperatura crítica, variável com o produto, mas sempre acima do ponto de congelação. Por exemplo, a temperatura crítica pode ser da ordem de 2 °C no espargo (fig. 82) e nalgumas variedades de maçã ou da ordem dos 13 a 14 °C na banana.



Figura 82 - Espargos.



O período de exposição a temperaturas inferiores à temperatura crítica que conduz ao desenvolvimento dos danos é tanto menor, quanto mais baixa for a temperatura. Muitas vezes, este acidente não se observa durante a exposição às baixas temperaturas, mas desenvolve-se rapidamente à temperatura ambiente, após a remoção dos produtos das condições indutoras.

Os **danos causados pelo gelo** constituem outro acidente fisiológico relacionado com as baixas temperaturas que pode ocorrer durante o armazenamento ou transporte. Ao contrário dos danos pelo frio, os danos pelo gelo devem-se à exposição a temperatura abaixo do ponto de congelação do produto.

A formação do gelo provoca uma desidratação dos tecidos (fig. 83) e eventualmente a rutura das membranas celulares. Após descongelação os tecidos ficam flácidos, com aparência aguada ou translúcida. Os danos pelo gelo tornam os produtos hortofrutícolas inúteis para o mercado em fresco.

Os produtos hortofrutícolas diferem na temperatura de congelação e na suscetibilidade aos danos causados pelo gelo, quanto maior for a concentração de solutos nas células, mais negativo é o ponto de congelação (quadro 10) e menores são os riscos de ocorrência accidental de danos pelo gelo devido a flutuações da temperatura na câmara de armazenamento.



Figura 83 - Pêssego desidratado devido a processo de congelação.



Quadro 10 - Ponto de congelação de alguns produtos hortofrutícolas

Hortofrutícolas	Ponto de congelação (°C)
Alface	-0,6 a -0,3
Pepino	-0,9 a -0,8
Tomate	-1,0 a -0,7
Cebola	-1,3 a -0,9
Espargo	-1,4 a -1,1
Batata	-1,8 a -1,7
Laranja	-2,3 a -2,0
Maçã	-2,2 a -1,7
Cereja	-4,3 a -3,8
Uva	-5,3 a -2,9

TRANSPORTE

Dependendo da extensão da cadeia, o produto sofre sucessivos transportes. Na cadeia mais curta apenas ocorre o transporte do produtor para o local de venda. Em cadeias longas existe o transporte do campo para o local de preparação e embalagem, o transporte para o(s) grossista(s) e o transporte para o local de venda.

O transporte deve assegurar que o produto chegue com a mesma temperatura com que entrou. Os veículos estão dimensionados apenas para manter a temperatura das cargas e não para as arrefecer.

As dimensões das embalagens devem ser padronizadas de forma a ser aproveitado todo o espaço disponível do contentor (fig. 83).

É importante manter um espaço entre o produto e as paredes e teto do contentor para melhor circulação de ar.



Figura 83 - As paletes devem estar devidamente formadas e a arrumação no veículo de transporte deve ser correta.



As estradas por onde vai passar o produto devem estar em boas condições, porque os danos mecânicos (fig. 84) podem ser grandes se o produto for levado por estradas em más condições e em veículos não apropriados. A velocidade é ainda outro fator a ter em conta, baixas velocidades diminuem os danos mecânicos. Pneus com baixa pressão e um bom sistema de suspensão são importantes para diminuir os danos mecânicos.



Figura 84 - Carga não protegida contra os danos mecânicos.

Principais causas de perda no transporte

As principais causas de perda durante o transporte são os danos mecânicos e o sobreaquecimento (veículo não refrigerado). O próprio calor gerado pelo produto promove o sobreaquecimento. E as paragens prolongadas ao sol (fig. 85) do veículo de transporte são outra das causas.



Figura 85 - Exposição prolongada ao sol danifica os produtos.

Perdas no transporte:

- Danos mecânicos;



- Falta de controlo da temperatura, da humidade relativa e da ventilação;
- Mistura de cargas incompatíveis;
- Atraso no transporte.

Boas práticas no transporte

A carga e a descarga do veículo devem ser efetuadas em cais isolado do exterior por portas com bandas de borracha, cuidadosamente e no menor intervalo de tempo, protegida de intempéries (fig. 86).



Figura 86 - Descarga protegida de intempéries.

- Verificar o bom isolamento das portas
- Manter o veículo limpo
- Minimizar o tempo de transporte
- O produto deve sair à mesma temperatura com que entrou
- Deve haver um bom sistema de ventilação para manter a temperatura uniforme
- A velocidade do veículo de transporte deve ser proporcional às condições da estrada e do próprio veículo (boa suspensão, ...)
- Os operadores devem ter cuidado com a eventual queda da carga durante a abertura das portas do veículo. Assim como ter cuidado na descarga (fig. 87).



Figura 87 - Descarga descuidada dos produtos hortofrutícolas.



Atividades – Exercícios

1. A maior parte das frutas e dos produtos hortícolas podem ser conservados por meio de refrigeração, durante um período de maior ou menor duração, dependendo do produto em causa. Na conservação por refrigeração dos hortofrutícolas não se evitam, mas retardam-se as atividades metabólicas que conduzem à deterioração destes produtos.

Quais os cuidados a ter na refrigeração, uma vez que nem todos os hortofrutícolas reagem do mesmo modo ao frio?

2. A humidade relativa do ar no interior da câmara frigorífica deve ser a adequada para cada tipo de produto.

Quais os efeitos de uma humidade relativa muito baixa ou muito alta, nos produtos hortofrutícolas?

3. Os produtos hortofrutícolas conservados por refrigeração continuam o seu processo metabólico de respiração, consumindo oxigénio e produzindo anidrido carbónico e outros produtos resultantes do seu metabolismo. A diminuição da temperatura, a diminuição do teor de oxigénio disponível e o aumento do anidrido carbónico vão afetar o ritmo respiratório e outros processos fisiológicos, próprios de cada produto. Tendo em conta a influência que tem a composição do ar no interior da câmara no processo metabólico das frutas e hortícolas, foram desenvolvidos métodos de armazenamento frigorífico denominados de “atmosfera controlada”. O que acontece ao processo respiratório e metabólico dos produtos armazenados em “atmosfera modificada”?

4. Os processos de congelação de produtos hortofrutícolas podem ser diversos. Quais as técnicas de congelação mais utilizadas neste tipo de produtos?

5. O tempo de congelação é o tempo necessário para diminuir a temperatura de um produto, desde a sua temperatura inicial até uma determinada temperatura no



seu centro térmico. A distribuição de temperatura no produto pode variar durante o processo de congelamento. O centro térmico (centro geométrico) é normalmente tomado como referência.

Quais os fatores que afetam o tempo de congelamento?

6. Os objetivos globais de uma embalagem são a facilidade no transporte, a retenção da qualidade e o aumento da venda do produto. A embalagem deve acondicionar, proteger, informar e vender o produto.

Na escolha da embalagem vários aspectos devem ser tidos em conta, indique quais são.

7. O embalamento deve respeitar boas práticas.

Quais são as boas práticas a ser respeitadas no embalamento?

8. Na conservação em atmosfera controlada esta pode ser dinâmica ou diferida. Explique em que consiste cada uma delas.

9. O frio pode causar danos nos produtos hortofrutícolas.

Quais os danos causados pelo gelo nestes produtos?



4. Tecnologia das bebidas não fermentadas

Sumos de Hortofrutícolas

Os sumos de frutas e de hortícolas (fig. 88) desenvolveram-se como consequência do excesso de produção de frutas.



Figura 88 - Sumos de frutas e hortícolas.

A designação de sumo de frutos é o produto fermentescível, mas não fermentado, obtido diretamente a partir de uma ou mais espécies de frutos sãos e maduros, frescos ou conservados pelo frio, com a cor, o aroma e o gosto característicos do sumo dos frutos de que provém.

Podem ser restituídas ao sumo as substâncias aromáticas, a polpa e as células separadas após a extração.

O sumo de frutos não é concentrado ou reconstituído de sumo concentrado. Os sumos de citrinos devem ser fabricados a partir do endocarpo dos frutos. O sumo de lima pode ser fabricado a partir do fruto inteiro, de acordo com práticas de fabrico adequadas que devem permitir reduzir ao mínimo os constituintes das partes exteriores dos frutos presentes do sumo.

A designação sumo de frutos concentrado é o produto obtido a partir de sumo de uma ou mais espécies de frutos por eliminação física de uma parte determinada da água. Quando o produto se destinar a consumo direto, a água removida, não poderá representar menos de 50%.



O **sumo de frutos à base de concentrado** designa o produto obtido por reposição num sumo de frutos concentrado da água extraída do sumo durante a concentração e por restituição das substâncias aromáticas e, se for caso disso, da polpa e das células eliminadas do sumo, mas recuperadas durante o processo de produção do sumo de partida ou de sumo da mesma espécie de frutos. Para preservar as qualidades essenciais do sumo, a água adicionada deve ter características apropriadas, designadamente dos pontos de vista químico, microbiológico e organolético. As características organoléticas e analíticas do produto assim obtido devem ser, pelo menos, equivalentes às de um sumo médio obtido a partir de um fruto ou frutos da mesma espécie.

O **sumo de frutos desidratado/em pó** é o produto obtido a partir de sumo de uma ou mais espécies de frutos por eliminação física de quase toda a água.

O **néctar de frutos** é o produto fermentescível, mas não fermentado obtido por adição de água e açúcar e /ou mel ao de sumo de frutos, sumo de frutos à base de concentrado, sumo de frutos concentrado, sumo de frutos desidratado ou em pó, a polpa de frutos ou uma mistura destes produtos. A adição de açúcares e /ou mel não deve ser superior a 20%, em massa, do produto acabado. Os néctares podem também ser feitos com 100% de polpa e sumo de fruta.

No fabrico de néctares de frutos sem adição de açúcares ou de baixo valor energético, os açúcares poderão ser total ou parcialmente substituídos por edulcorantes, nos termos da legislação em vigor relativa aos edulcorantes.

Existem diferentes tipos de sumos:

- 1) **Sumos clarificados** de uva, maçã, groselha.
- 2) **Sumos ligeiramente turvos** como o de ananás.
- 3) **Sumos muito turvos**, contendo material celular em suspensão como o de laranja ou pomelo (*Citrus maxima*).
- 4) **Sumos com polpa** como o de tomate.
- 5) **Néctares** feitos com 100% de fruta, por exemplo pêssego, damasco ou albricoque e frutos cítricos triturados.

O processo de produção de sumos engloba um conjunto de etapas comuns a qualquer um deles: seleção das frutas, lavagem, trituração, filtração (no caso dos sumos que



não incorporam a totalidade dos resíduos sólidos, pasteurização e embalagem. A pasteurização de sumos pode ser substituída por um sistema de estabilização a frio por Hiperpressão (HPP) (fig. 89).



Figura 89 - Sumo estabilizado a frio por hiperpressão.

Café

O café (fig. 90) é uma bebida produzida a partir dos grãos torrados do fruto do cafeeiro. É servido tradicionalmente quente, mas também pode ser consumido gelado. O café é um estimulante, por possuir cafeína — geralmente 80 a 140 mg para cada 207mL dependendo do método de preparação.



Figura 90 - Café, grãos torrados e bagas do cafeeiro.

A história do café começou no século IX. O café é originário das terras altas da Etiópia (possivelmente com culturas no Sudão e Quênia) e difundiu-se para o mundo através do Egito e da Europa. Mas, ao contrário do que se acredita, a palavra “café” não é originária de Kaffa — local de origem da planta —, e sim da palavra árabe qahwa, que significa “vinho”, devido à importância que a planta passou a ter para o mundo árabe.



Uma lenda conta que um pastor chamado Kaldi observou que seus carneiros ficavam mais espertos ao comer as folhas e frutos do cafeeiro. Ele experimentou os frutos e sentiu maior vivacidade. Um monge da região, informado sobre o fato, começou a utilizar uma infusão de frutos para resistir ao sono enquanto orava.

Parece que as tribos africanas, que conheciam o café desde a Antiguidade, moíam seus grãos e faziam uma pasta utilizada para alimentar aos animais e aumentar as forças dos guerreiros. Seu cultivo se estendeu primeiro na Arábia, introduzido provavelmente por prisioneiros de guerra, onde se popularizou aproveitando a lei seca por parte do Islã. O Iêmen foi um centro de cultivo importante, de onde se propagou pelo resto do Mundo Árabe.

O conhecimento dos efeitos da bebida disseminou-se e no século XVI o café era utilizado no oriente, sendo torrado pela primeira vez na Pérsia.

Na Arábia, a infusão do café recebeu o nome de kahwah ou cahue (ou ainda qah'wa, do original em árabe). Enquanto na língua turco otomana era conhecido como kahve, cujo significado original também era “vinho”. A classificação *Coffea arábica* foi dada pelo naturalista Lineu.

O fruto do cafeeiro é uma drupa, mais conhecida na linguagem comum como cereja. Cada cereja agrupa duas sementes. As espécies de café mais comercializadas são a Arábica e a Robusta, apresentando entre si diferenças marcantes.

Café Arábica (fig. 91) - As plantações de café Arábica encontram-se entre os 800 e os 2000 metros de altitude. Este café aparece essencialmente nos países da América Central e da América do Sul, e em alguns países Africanos, como a Etiópia (país originário) e o Quênia, entre outros. A sua produção atinge um rendimento máximo a partir do 6º ano e pode atingir os 2,5 kg de café verde por planta. O grão é volumoso e achatado, mede aproximadamente 15 mm e apresenta uma cor esverdeada.

As características organolépticas destes cafés, após torrados, variam bastante, em função da altitude e tipo de solo de onde são originários. Os cafés arábicos caracterizam-se pela sua acidez, que se acentua à medida que a altitude aumenta. São cafés mais aromáticos e de corpo moderado, descrevendo-se como cafés suaves, com um teor de cafeína baixo, entre 0,8 e 1,5%.



Café Robusta (fig. 91) - A maior resistência da planta do café Robusta permitiu o seu desenvolvimento em estado silvestre ao longo dos anos. Atinge ótimas produções em altitudes que variam entre o nível do mar até aos 600-800 metros. A sua produção máxima é atingida a partir do 5º ano e pode alcançar cerca de 2 kg de café verde por planta. O grão é mais arredondado, apresenta uma cor mais acastanhada e mede entre 6 a 8 mm.

Esta espécie de café apresenta características organoléticas bastante marcantes: tem um bom corpo (sensação de força), baixa acidez e é um pouco mais “amarga” do que o café arábico, dado apresentar um teor de cafeína mais elevado, que pode atingir os 2,5 %.



Figura 91 - Comparação entre café arábica e café robusta.

Normalmente a colheita do fruto do cafeeiro é feita à mão, pois existem graus de maturidade diferentes no mesmo arbusto e só as cerejas vermelhas (maduras) deverão ser colhidas. A etapa seguinte da preparação do café nas origens é a beneficição, existindo dois processos distintos para separar o grão da cereja: a via húmida e a via seca.

A **via húmida** - A via húmida exige maiores investimentos e cuidados. Todavia, este método ajuda a preservar as qualidades intrínsecas dos grãos de café, originando menos desperdícios. A principal característica deste método consiste no facto da polpa ser extraída logo após a colheita das cerejas, não permitindo que estas sequem como acontece no outro método.



A **via seca** - A via seca é um método mais simples e menos dispendioso. Depois de colhidas, as cerejas são espalhadas sobre uma superfície de cimento, tijolo ou tapetes de palha e, preferencialmente, expostas aos raios solares. Periodicamente, as cerejas são revolvidas impedindo que haja a fermentação das mesmas. No caso de descidas de temperatura ou de ocorrência de chuva, estas devem de ser cobertas para sua proteção. A torra é um ponto fundamental na qualidade do café e os principais atributos sensoriais que justificam o consumo do café são desenvolvidos através dela.

A aparência apresentada pelo café torrado é objeto de uma classificação que leva em consideração a uniformidade e os defeitos que sobressaem durante a torra, pois defeitos que geralmente não são observados no café cru podem aparecer no café torrado. A classificação é pois determinada de acordo com o aspeto geral e contagem dos grãos que deixaram de torrar ou mostrar a cor característica de despoldados.

As várias origens de café são torradas individualmente e separadamente e, só depois é que serão misturadas, dando origem a um lote ou a vários lotes.

A formação dos lotes é uma operação muito importante porque se conjugam as várias características próprias de cada café (origem), como por exemplo a acidez, o corpo, o aroma entre outras, de modo a obter um bom lote de café.

O grande segredo da qualidade do café está na composição do seu blend. Uma mistura de grãos de diferentes regiões produtoras de café, combinados na proporção exata, para que o produto adquira e potencie as características desejadas pelos seus consumidores, obtendo assim principalmente um café com sabor marcante e aroma envolvente.



Figura 92 - Café depois e antes da torrefação.

O café contém mais de mil substâncias diferentes mas apenas cerca de 50 são responsáveis pelo seu sabor e aroma típicos. Muitos destes apenas emergem durante a torrefação,



um processo que aumenta o tamanho dos grãos de café em 50 a 100%, reduz o seu peso, muda a sua cor de verde para castanho (fig. 92) e liberta numerosas substâncias aromáticas. O sabor final do café depende do processo de torrefação, o qual é uma mistura de arte e ciência.

Os dois métodos de torrefação mais comuns são a utilização de tambores de torrefação e por ar quente. Os cafés especiais são geralmente torrados em tambores de torrefação em pequenos lotes durante cerca de 12 minutos a temperaturas até 230°C. Uma vez que tão pequenas quantidades nunca poderiam saciar o mercado em massa do café, a maioria dos grãos de café são torrados industrialmente numa corrente de ar quente, a temperaturas muito mais elevadas durante apenas 3 minutos.

Os tipos de **empacotamento** mais comum:

1. Consiste em empacotar o café na total ausência de ar, ficando a embalagem com aspeto rígido e endurecido. Este método é considerado a melhor forma de conservação do café torrado em embalagem. Normalmente utilizam-se embalagens hermeticamente fechadas com válvula de exaustão de gases, permitindo uma boa proteção contra as influências exteriores.
2. Consiste em reduzir o teor de oxigénio no interior da embalagem e substituir esse oxigénio por um gás inerte. De uma maneira geral, as percentagens de oxigénio inferiores a 0,5 % são suficientes para a estabilização das qualidades intrínsecas do produto durante 18 meses.

Cacau - Chocolate

O cacaveiro (fig. 93) é originário de regiões de floresta pluviais da América Tropical, onde até hoje, é encontrado em estado silvestre, desde o Peru até o México. É classificado do género *Thebroma*, família das Esterculiáceas.



Figura 93 - Frutos do cacaveiro.



O nome de Chocolate provém da palavra original dos aztecas: Xocoatl, contudo o seu nome de batismo moderno foi “Theobroma Cacao”, que traduzindo do grego, “alimento ou manjar dos deuses”. Este nome foi criado por um botânico sueco, Carlos Lineus, o qual no século XVIII tornou-se conhecedor da história do chocolate entre os povos antigos, revelando-se um cientista sueco apreciador da bebida feita a partir dessa planta proveniente do Novo Mundo.

Inicialmente, os aztecas preparavam o chocolate da seguinte forma: colhiam os frutos das árvores de Cacau, partiam-nos e deixavam secar ao sol. Depois, precisava-se moer as vagens num moinho a que os aztecas chamavam metatl. A bebida de cacau era amarga e fria, batida até se conseguir uma consistência semelhante à do mel, pelo que era tomada às colheradas. Os aztecas ainda lhe misturavam todo o tipo de especiarias: malaguetas, a noz-moscada, cravos de cabecinha eram adicionados com açúcar, e intensificado com o sabor da canela ou baunilha. Esta bebida era fundamental às cerimónias onde normalmente eram servidas até 1000 taças.

Atualmente, este chocolate tem pouco a ver com este original. Houve uma evolução relativamente ao modo como era produzido o chocolate entre os aztecas, visto que o Cacau na Europa do séc. XVII era praticamente inalterado como bebida tal como o original azteca.

A descoberta da nova confeção de Cacau deve-se aos ingleses. A partir de agora a bebida de cacau passa a ser consumida quente e à qual era adicionada leite; isto tornou-a a bebida mais deliciosa e mais populares do velho continente e do mundo. Era muito comum nesta época encontrar nas reuniões da alta sociedade inglesa esta bebida servida gelada, quente ou misturada com ovos e leite. Não demorou muito para que o Chocolate quente se tornasse a nova bebida nacional, concorrendo até com o tradicional chá.

Para se executar a produção do chocolate é necessário acrescentar e utilizar massa de Cacau, açúcar, manteiga de Cacau, e, até leite. Todos os fabricantes têm sua própria fórmula, para cada um dos seus produtos, variando o produto final.

A Produção do Chocolate é composta de 5 etapas básicas:

1. Malaxação
2. Refinação
3. Conching



4. Tempera
5. Modelagem.



Figura 94 - Sementes de cacau fermentadas.

Na primeira etapa: a malaxação. Após o fruto cacau ter sido aberto e as sementes, colocadas em cubas para fermentarem, são posteriormente secas ao ar livre ou em fornos. Mais tarde, quando chegam à fábrica os grãos (fig. 94) são escolhidos, podendo ser secos novamente e só depois são torrados e ventilados. Os grãos são limpos, assados e esmagados para produzir uma pasta chamada, massa de Cacau. Deste modo, procede-se à malaxação na massa de Cacau é incorporação de outras matérias-primas massa de Cacau, açúcar, manteiga de Cacau, e, até leite numa masseira. A mistura é malaxada até obter-se uma massa homogênea. Os ingredientes são amassados juntos até formar uma mistura macia

A segunda etapa: a **refinação**. A massa anteriormente feita passa agora por um processo de moagem, os grãos e o resto dos ingredientes são esmagados em cilindros e peneirados, transformando-se em partículas de pequena dimensão de 15/20 microns para produzir o pó de Cacau.

A terceira etapa é: o **conching**, uma operação crucial e vital, pois faz com que a massa perca o seu sabor "gritty" ácido e dá ao Chocolate toda a sua firmeza a grandiosidade. Esta operação era feita primeiramente, em cubas que tinham forma de concha. É uma das fases mais demoradas, podendo durar de 12 horas até 5 dias. Para que o Chocolate seja de boa qualidade, é necessário adicionar mais manteiga de Cacau. Este processo foi grandemente desenvolvido por Rodolphe Lindt em 1880, como vem referido no "ABCedário do Chocolate", "o processo desenrola-se em duas etapas: «a conchagem



a seco» e a «conchagem líquida» “. A primeira conchagem utiliza uma grande fricção para polir diferentes partículas de cacau e de açúcar; e a segunda etapa: consegue-se uma pasta fina que prossegue para o misturador de açúcar, adicionando-se manteiga de cacau, baunilha, lecitina de soja, emulsionante e produtos lácteos. A mistura é então refinada, permanecendo a uma temperatura de 60 a 80° C, para o Chocolate ter uma textura macia e sedosa.

A próxima fase, a quarta: **tempera** o chocolate entra num processo de cristalização, porque é homogéneo e temperado para passar do estado líquido para o estado sólido, ou seja o chocolate é vertido para moldes metálicos que lhe dão diversas formas, agora utilizam mesas vibratórias para tirar bolhas de ar e só depois se passa à fase seguinte. A última e quinta etapa é: a **modelagem**. Aqui o chocolate é moldado, porque o chocolate passa por um túnel de refrigeração, cerca de 10/12 graus centígrados. Na saída do túnel o chocolate é facilmente retirado do seu molde, em tabletes ou com outras formas, faltando só embalar. O chocolate pode ser de diferentes tipos consoante os ingredientes misturados com o cacau. O chocolate branco é constituído por manteiga de cacau (fig. 95).



Figura 95 - Diferentes tipos de chocolate.

Todo este processo é altamente delicado - qualquer descuido, principalmente na fase de conching e tempera pode ocasionar a perda de um lote.

A apreciada bebida de cacau ou chocolate quente (fig. 96) é preparada a partir de cacau



ou chocolate em tablete (fundida), chocolate em pó ou achocolatado, com leite.

Figura 96 - Chocolate quente.



Chá e infusões

O chá é a bebida mais consumida do mundo e a China é a terra natal do chá. Acredita-se que a China tem arbustos de chá desde há cerca de cinco ou seis mil anos. Na realidade, o chá é bebido há mais de quatro mil anos e o cultivo organizado de plantas de chá remonta há dois mil anos.

O chá da China, juntamente com a seda e as porcelanas, começaram a ser conhecidas em todo o mundo há mais de um milhar de anos atrás e, desde então, tem sido sempre um peso importante na exportação chinesa. Atualmente, há mais de quarenta países a produzirem chá, mas é a Ásia que contribui com 90% do total da exportação deste produto.

O número de frequentes bebedores de chá no mundo está a aumentar, não só devido à descoberta dos sabores, mas, sobretudo, pelos efeitos benéficos para a saúde e pelo bem-estar que proporciona.

O chá é a infusão de folhas ou botões da planta *Camellia sinensis*, geralmente preparada com água quente. Cada variedade adquire um sabor definido de acordo com o processamento utilizado, que pode incluir oxidação, fermentação e o contacto com outras ervas, especiarias e frutos.



Figura 97 - Planta do chá *Camellia sinensis*.

Nativo de regiões subtropicais com clima de monções, o chá também é cultivado em climas tropicais, obtendo maior sucesso em regiões de alta altitude. Quantitativamente, das cerca de 3.000.000 de toneladas produzidas anualmente, metade é produzida pela China e Índia, em proporções iguais. 60% do restante é produzido pelo Quênia, Turquia,



Indonésia e Sri Lanka. Na Europa apenas é cultivado nos Açores, onde são produzidas anualmente cerca de 40 toneladas.

Em todas as regiões produtoras, o cultivo é semelhante, utilizando árvores podadas, para facilitar a colheita, e relativamente jovens, sendo substituídas quando começam a perder produtividade, com cerca de 50 anos. Notáveis exceções incluem o Gyokuro, chá verde japonês, protegido do sol durante o cultivo, e o Pu-erh, tradicional chá do sudoeste da China, que utiliza árvores com dezenas de metros e centenas de anos, muitas delas selvagens.

Os quatro tipos de chá são distinguíveis pelo seu processamento. *Camellia sinensis* é um arbusto sempre verde cujas folhas, se não são logo secas depois de apanhadas, rapidamente começam a oxidar. Este processo lembra a maltização da cevada; as folhas ficam progressivamente escuras, assim que a clorofila se quebra. O processo seguinte é a paragem do processo de oxidação num estado predeterminado, removendo a água das folhas via aquecimento. O termo *fermentação* é frequente e erroneamente usado para descrever este processo, mesmo que na verdade nenhuma fermentação aconteça (ou seja, o processo não é digerido por microrganismos).

O chá é tradicionalmente classificado em quatro grupos principais baseados no grau de *oxidação*:



Figura 98 - Chá branco.

- **Chá branco** (fig. 98) - folhas jovens (novos botões que cresceram) que não sofreram efeitos de oxidação; os botões podem estar escudados da luz do sol para prevenir a formação de clorofila.



- **Chá verde** (fig. 99) - a oxidação é parada pela aplicação de calor, quer através de vapor, um método tradicional japonês, ou em bandejas quentes - o método tradicional chinês).



Figura 99 - Chá Verde.

- **Oolong** (fig. 100) - cuja oxidação é interrompida alguns dias entre o chá verde e o chá preto.



Figura 100 - Chá oolong.

- **Chá preto** (fig. 101) - oxidação substancial. A tradução literal da palavra chinesa é *chá vermelho*, termo usado por vezes entre os fãs de chá.



Figura 101 - Chá preto.



- Variações pouco comuns - estão disponíveis várias preparações de chá que não se enquadram na nomenclatura usual.
 - **Pu-erh** - Erroneamente considerado como uma subclasse de chá preto, pu-erh é um produto muito invulgar. O Pu-erh é um chá fermentado e envelhecido (pode ter mais de 50 anos), por vezes descrito como duplamente fermentado, sendo a segunda “fermentação” resultado da ação de bactérias. Existe um método moderno de acelerar o envelhecimento natural que produz pu-erh de menor qualidade, chamado pu-erh cozinhado, que é vendido frequentemente em saquinhos. O pu-erh tradicional é conservado em forma de “tijolo” ou outras formas (as folhas de chá, depois de tratadas, são prensadas em moldes). Este é o mais apreciado de todos os chás na China, sendo catalogado em função da qualidade das folhas e do ano de produção, tal como um bom vinho no ocidente, e é o chá normalmente utilizado para a cerimónia de chá chinesa (Kung Fu Cha). Para preparar a infusão usa-se água muito quente ou até mesmo a ferver (os tibetanos são conhecidos por deixá-los a ferver durante a noite). O Pu-erh é considerado como um chá medicinal na China.
 - **Chá amarelo** - é usado como um nome de chá de alta qualidade servido na corte imperial, ou de um chá especial processado similarmente ao chá verde, mas com uma fase mais curta para secar.
 - **Chong Cha** - literalmente “*chá quente*”, esta espécie é feita a partir de sementes de botões de chá em vez de folhas. É usado na medicina chinesa para lidar com o calor do verão bem como para tratar sintomas de gripe.
 - **Kukicha** ou *chá de inverno* - feito de galhos e folhas velhas twig podadas da planta de chá durante a época dormente e tostado a seco sob o fogo. É popular na medicina tradicional japonesa e na dieta macrobiótica.
 - **Lapsang souchong** de Fujian, China, é um chá preto fumado, isto é, seco usando fogueiras de pinho.
 - **Chá Rize** - chá preto forte, produzido na Turquia, com um sabor distinto e preparação específica, incluindo pré-aquecimento, servido com açúcar.



A palavra "chá" é também usada popularmente para referenciar qualquer infusão ou tisana de frutos ou ervas, mesmo não contendo folhas de chá, como, por exemplo, o chá de camomila.

Infusões

A infusão (fig. 102) resulta de ação da água a ferver sobre as folhas ou outras partes de plantas, posteriormente decantada ou coada. A infusão utiliza-se geralmente no caso das partes tenras (folhas, flores ou certas sementes), mas também para a casca, os rizomas e as raízes, reduzidos a pó. As nozes, os grãos e os rebentos podem também ser tratados por infusão, desde que previamente esmagados.



Figura 102 - Infusão de camomila.

Os compostos químicos ativos extraídos pela água são muitas vezes voláteis, pelo que a infusão deve ser bebida rapidamente.

Tisanas

A tisana (fig. 103) obtém-se pela decocção (manter a planta em água a ferver durante alguns minutos) mais ou menos prolongada, de plantas medicinais, seguida de filtração. Recorre-se á decocção para extrair os princípios ativos das plantas mais densas e mais



duras, ou ainda do caule, das madeiras, das raízes ou da casca.

Figura 103 - Tisana de plantas.



Efetivamente, existem certas plantas que só conseguem libertar-se dos seus princípios ativos quando deixadas em imersão durante bastante tempo em água a ferver.

A bebida obtida por tisana é mais forte, mais aromatizada e mais rica em princípios ativos do que obtida por infusão.

Os chás, infusões ou tisanas podem beber-se quentes ou frios (fig. 104).



Figura 104 - Chá com cubos de gelo.



Atividades – Exercícios

1. Os sumos de frutos podem apresentar diferentes designações de acordo com a quantidade de água presente.
Descreva as diferentes designações.
2. Os sumos de frutos podem ser de diferentes tipos.
Quais são os tipos de sumos estudados?
3. A bebida café é feita a partir de grãos de café torrados.
Quais as duas variedades de café mais utilizadas e as suas características?
4. O cacau é obtido a partir de sementes fermentadas do fruto do cacaveiro. O chocolate é obtido do cacau através de cinco etapas.
Quais são as etapas de produção de chocolate?
5. Chás, infusões e tisanas são bebidas obtidas a partir de plantas ou partes destas.
Quais são as diferenças entre chá, infusão e tisana?
6. O chá é tradicionalmente classificado em quatro grupos principais baseados no grau de oxidação.
Quais os principais grupos de chá?



5. Tecnologia das bebidas fermentadas

Ao falarmos de bebidas há logo uma associação direta às bebidas alcoólicas, contudo as bebidas podem ser destiladas ou fermentadas, pelo que surge a seguinte questão:

Qual a diferença entre uma bebida destilada e uma fermentada? Tudo se baseia no processo de produção, onde a bebida poderá ser preparada pelo processo de destilação ou de fermentação. Mas independentemente deste processo, o composto orgânico que faz com que uma bebida seja classificada como alcoólica é o etanol, cuja fórmula molecular é C_2H_5OH .

As bebidas fermentadas, não destiladas têm seu processo de obtenção mais lento.

As bebidas fermentadas mais conhecidas a nível mundial são a cerveja, a cidra, o saqué e os vinhos, contudo existem outras bebidas fermentadas além destas embora com menor expressão a nível mundial.

Cerveja

A cerveja (fig. 105) é uma bebida milenar, cujos primeiros indícios históricos sobre o aparecimento de uma bebida fermentada feita à base de cereais, datam de há 6000 a.C., na Suméria.

A civilização Egípcia ocupa um lugar de destaque no desenvolvimento da arte de fabricar Cerveja e a fábrica de Cerveja mais antiga foi descoberta no Egito e data de 5400 a.C.

Durante séculos, a cerveja foi preparada artesanalmente. Na Idade Média, na Europa surge uma grande produção de cerveja em mosteiros e abadias.



Figura 105 - Cervejas com diferentes tonalidades de cores.



No século XVI é promulgado por Guilherme IV da Baviera a “Lei da Pureza” que estipula que só o malte pode ser usado como fonte de açúcares. Esta lei tem por objetivo assegurar a qualidade e salubridade da cerveja assim como a aplicação de taxas referentes às matérias-primas.

Com a Revolução Industrial, a produção começa a fazer-se em grande escala e o consumo expande-se cada vez mais. Já no século XIX, com a descoberta do processo de fermentação baixa, a cerveja tornou-se mais clara, suave e duradoura.

A produção de cerveja aperfeiçoa-se no seguimento dos estudos de Louis Pasteur sobre a fermentação e pasteurização. Pasteur descobriu que o calor podia conservar os alimentos, é assim que começou-se a aplicar-se a pasteurização ao processo de fabrico da cerveja. A cerveja passou a ter uma maior durabilidade e qualidade.

A cerveja é pois uma bebida de origem agrícola produzida a partir de cereais maltados e não maltados. Trata-se de uma bebida moderadamente alcoólica que se obtêm por ação de leveduras selecionadas sobre um mosto resultante da mistura dos cereais junto com água, ao qual foi adicionado lúpulo (e/ou seus derivados).

Na cerveja as principais matérias-primas são: a água, a cevada (malte (fig. 106)) e grãos crus (gritiz de milho ou trinca de arroz), os fermentos e o lúpulo.



Figura 106 - Malte.

Os cereais são a base da fabricação da cerveja. O cereal mais usado é a cevada (além de ser um cereal que é produzido praticamente em todo o mundo), apesar de também poder ser usado o trigo (maltado), o sorgo (maltado), o gritiz de milho ou a trinca de arroz.





Figura 107 - Gritz de milho.

A diferença entre os cereais maltados e os grãos crus é que os maltados sofrem um processo de germinação (processo que intensifica a atividade enzimática das sementes), contudo os não-maltados são apenas cereais que não sofrem qualquer processo.

Os grãos crus apenas são adicionados, porque são as maiores fontes de amido, ou seja, apenas o amido que o **malte** tem não é suficiente, e então é adicionado griz de milho (fig. 107) ou trinca de arroz. Estes grãos crus que são adicionados não têm interferência na cor ou sabor final do produto. É a partir dos cereais que se extrai o amido que depois será convertido em açúcares simples, de forma a poderem ser assimilados pela levedura cervejeira. A cevada e o malte (cevada maltada) são as mais utilizadas, porque as suas características físico-químicas que são as que mais se adequam ao sabor da cerveja. O género da cevada é *Hordeum*, o que varia é apenas a espécie.

O **lúpulo** é uma planta perene e dióica (flores masculinas e femininas em plantas separadas). No lúpulo o mais importante para a cerveja é a lupulina, substância amarelada que se encontra nas flores femininas (apenas estas são aproveitadas), cuja quantidade e qualidade interfere no gosto da cerveja.



Figura 108 - Lúpulo em flor.



Hoje em dia o lúpulo não é adicionado em flor (fig. 108) ao mosto, tal como era antigamente. Deixou-se de usar a flor e começou-se a usar um granulado de lúpulo, mas atualmente para economizar espaço e quantidade a gastar, para ter o mesmo efeito é usado um extrato muito concentrado e um óleo de lúpulo, que facilita o transporte e armazenamento.

O lúpulo tem como objetivos:

- Dar amargor e aromas característicos
- Ajudar a clarificar o mosto
- Ajudar a conservar a cerveja, pela sua ação antisséptica
- Usada em doses mais elevadas, impede o desenvolvimento de bactérias que danificam a cerveja.
- Ajudar na estabilidade da espuma

A **levedura** (fig. 109) é um microrganismo unicelular, de forma esférica ou elipsóide e é responsável por transformar os açúcares simples existentes no mosto em álcool, CO₂ e energia a qual é usada para transformar muitos outros compostos que permaneceram na cerveja final contribuindo assim para o sabor e aroma da mesma. O nome destas leveduras cervejeiras é *Saccharomyces*. A estirpe de levedura usada é determinante no perfil organolético da cerveja final, no entanto existem dois tipos principais de estirpes, as leveduras de fermentação alta e de fermentação baixa (estas fermentações são responsáveis por produzirem diferentes tipos de cerveja).



Figura 109 - Levedura seca - Saccharomyces.

Contudo sem água potável (fig. 110) não é possível fabricar cerveja. Pelo que quanto melhor e mais pura for a água, melhor ficará a cerveja.





Figura 110 - A água é fundamental para a qualidade da cerveja.

Processo de fabrico cerveja

A fim de possibilitar a rápida extração e conversão dos componentes do malte, este é moído grosseiramente. Os cereais não-maltados são habitualmente aprovisionados com um grau de moagem adequado.

Na **Brassagem** o malte e outros cereais não-maltados são misturados com água, e posteriormente, e submetidos a condições operatórias (tempo, temperatura e pH) de forma a obter-se um mosto de composição adequada ao tipo de cerveja a produzir. A brassagem dura 2 a 4 horas e termina a uma temperatura próxima de 75 °C.

A **filtração do mosto** ocorre após a brassagem, todo o volume é sujeito a uma filtração para separar a parte insolúvel (que é um excelente alimento para o gado) do filtrado (mosto). A filtração do mosto diluído pela entrada de água à mesma temperatura para obtenção de um rendimento adequado, e efetuada num filtro prensa ou numa cuba filtro, tendo uma duração de cerca de 2-3 horas, conduzida a uma temperatura de 75-80 °C.

Na **ebulição do mosto**, o mosto, assim diluído e filtrado, é levado à ebulição durante cerca de 2 horas. É nesta fase que o lúpulo é adicionado. A operação de ebulição tem as seguintes finalidades principais:

- Solubilização e transformação das substâncias amargas do lúpulo;
- Eliminação de substâncias voláteis indesejáveis;
- Esterilização do mosto;
- Precipitação de proteínas de peso molecular elevado;
- Fixação da concentração final do mosto.



Após a ebulição, é necessária a separação do precipitado proteico e dos componentes do lúpulo não solubilizados do mosto quente. Antes do mosto, entrar para as cubas de fermentação é arrefecido até uma temperatura de cerca de 9 °C e arejado em condições estéreis.

A **fermentação** (fig. 111) é a operação durante a qual os açúcares do mosto pela ação da levedura transformam-se em álcool e dióxido de carbono. A fermentação inicia-se com adição de levedura de cultura selecionada para o tipo de cerveja que se pretende produzir. É conduzida a temperaturas controladas e tem uma duração de cerca de 7 a 21 dias, conforme o tipo de cerveja pretendido. Ao princípio é agitada, tornando-se depois progressivamente mais lenta, até que a levedura deposita-se no fundo da cuba de fermentação.



Figura 111 - Cubas de cobre usadas na produção de cerveja.

A **maturação** corresponde ao período de estabilização da cerveja a temperaturas adequadas com o fim de permitir a libertação dos componentes voláteis indesejáveis no final da cerveja. Consiste em deixar estabilizar a cerveja, a temperaturas entre os 0°C e os 2°C, de forma a permitir que esta equilibre-se coloidalmente. Fixação das propriedades da cerveja.

A **clarificação** (fig. 112) é a operação que dá à cerveja a sua limpidez eliminando os últimos elementos de turvação ainda em suspensão. Consiste em bombear o líquido através de um meio filtrante adequado. A cerveja filtrada é então armazenada em tanques, estando assim pronta a ser enviada para o enchimento.





Figura 112 - A clarificação é muito importante porque confere limpidez à cerveja.

A etapa final da produção de cerveja é o **enchimento**, podendo a cerveja ser acondicionada em diferentes embalagens (garrafa, barril, lata (fig. 113) ...). Antes ou após o enchimento, é necessário proceder a estabilização biológica da cerveja. Esta operação poderá ser efetuada a frio (filtração esterilizante) ou a quente (recorrendo-se então à pasteurização que poderá ser praticada, ou imediatamente antes - pasteurização flash - ou, após a bebida ser embalada - pasteurização em túnel).

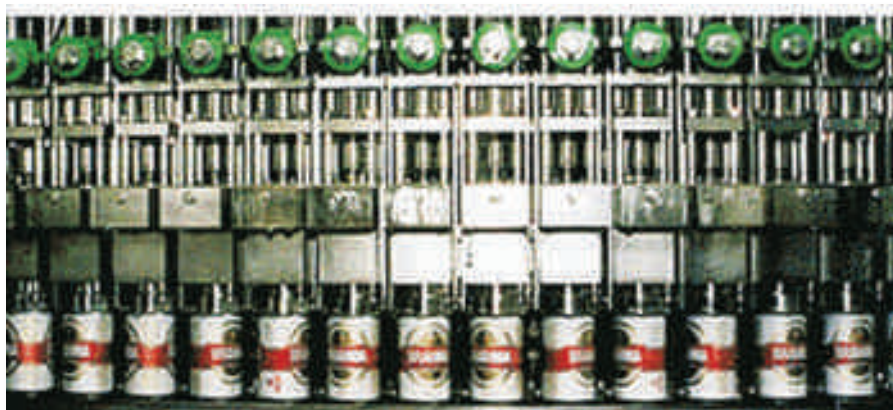


Figura 113 - Máquina de encher latas de cerveja.

Os cuidados de conservação da cerveja são:

- Deve ser conservada em ambientes com temperatura inferior a 20°C (para melhorar o sabor)
- Não deve ser exposta a intensa luz solar (razão pelas suas garrafas serem escuras)



- A fermentação e nalguns casos a pasteurização fazem com que não sejam precisos grandes cuidados de conservação, pois já tem a sua “conservação”. O teor alcoólico pode variar entre 3 a 5°.

Diferente do que muitos pensam, não é adicionado café na cerveja para se ter sabor ou notas do produto. Esse sabor vem principalmente da torrefação do malte, que acontece ainda na maltagem do grão. É justamente a intensidade dessa secagem que vai determinar se o malte vai ficar claro (secagem em temperaturas mais baixas) ou mais escuro (mais altas), gerando a torrefação do grão. E isso interfere diretamente no sabor da cerveja (fig. 114).



Figura 114 - Diferentes tipos de cervejas.

Maltes (fig. 115) que são somente secos dão origem a cervejas mais claras, com sabor de biscoito ou panificação. Os tostados podem fazer cervejas avermelhadas, que lembram caramelo, muitas vezes. Já os mais torrados fazem cervejas escuras, que podem ter notas que lembram chocolate e café. Na prática, esse sabor pode ser encontrado tanto em estilos de cerveja de baixa fermentação (Lagers) quanto de alta fermentação (Ales). Schwarzbiers, Porters e algumas variações de Stouts trazem notas mais intensas, pela maior presença do malte torrado. Um bom exemplo de cerveja com notas de café é a Munich.



Figura 115 - Diferentes graus de torrefação do malte.



Sidra

Nascida de forma acidental, a sidra foi descoberta no século XIX por um religioso - guardou em barris um macerado de maçãs. Com o passar do tempo, o processo de produção foi aprimorado.



Figura 116 - Sidra natural.

Por definição a sidra (fig. 116) é a bebida com graduação alcoólica de 4 a 8° a 20°C, obtida pela fermentação alcoólica parcial ou total do mosto de maçãs frescas e de pêra (neste caso nunca superior a 25%), com ou sem adição de água, açúcar ou sumo concentrado de maçã ou pêra.

O processo de fermentação da sidra envolve leveduras e bactérias. As leveduras responsáveis pela fermentação da sidra são *Kloeckera*, *Candida*, *Saccharomyces*. A *Kloeckera apiculata*, normalmente presente na matéria-prima, reproduz-se rapidamente no mosto e, portanto é considerada iniciadora de fermentação, no entanto é pouco resistente ao álcool desaparecendo à medida que este aumenta. As bactérias envolvidas são *Acetobacter*, *Acetomonas*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* e *Zimomonas*, são capazes de crescer em pH 4,0 ou um pouco abaixo, e são consideradas tolerantes a ácidos. As mais encontradas são as bactérias aeróbias acéticas, que tendem a desaparecer quando a fermentação alcoólica se inicia.

A Sidra possui características que imitam o Champagne, mas com uma diferença, a bebida é obtida pela fermentação da maçã, enquanto o Champagne obtêm-se a partir da fermentação de mosto de uva.



Saqué

O saqué (fig. 117) é uma bebida fermentada tradicional do Japão, fabricada pela fermentação do arroz; tomada geralmente quente e em grandes comemorações.

A primeira produção de saqué de que se tem notícia data do século III e ocorreu em Nara, antiga capital japonesa. Diversas regiões do país produzem esta bebida, mas a região que a fama de fabricar o melhor saqué é o distrito de Fushimi, em Kyoto. Existem hoje em cerca de 1600 fabricantes de saqué no Japão.

O processo de fabricação do saqué classifica-se na mesma categoria do vinho, o saqué é um fermentado natural, com teor alcoólico em torno de 16°, cujos únicos ingredientes são arroz e água.



Figura 117 - Saqué.

Do arroz sai a matéria-prima para a fabricação do saqué, o koji, que resulta da remoção do amido e do excesso de óleo e proteínas contidos no arroz. Para se chegar ao koji, é preciso que o arroz seja polido, de modo a perder de um terço até a metade de sua superfície original, sendo depois macerado, enxugado, vaporizado e arrefecido a uma temperatura de 5° C.

Em sequência, o *koji* é misturado com água e arroz vaporizado para que forme-se o *shubo*, uma pasta de grãos. O *shubo* é colocado num tanque e fermentado por trinta dias, com adição do *koji* e novamente de arroz vaporizado.

Forma-se aí o maromi, uma mistura de bolo de saqué, sólido, e do saqué, líquido. Feita a separação por filtragem e submetido o líquido a uma ultrafiltração, para garantir o sabor fresco da bebida, o saqué está pronto para ser consumido. Poderá ser mantido em garrafa por até dois anos, sem perder seu sabor natural.



A melhor temperatura para o saqué ser consumido é de 35°C, porque a esta temperatura percebe melhor as delicadas características da bebida. Mas pode ser bebido a temperaturas superiores ou inferiores, de acordo com a estação do ano.

Quando aquecido, a uma temperatura de até 45°C, o saqué é conhecido por kan. Torna-se encorpado e adquire um sabor acentuado de melão. Quando arrefecido, o saqué é conhecido por higa e assume um sabor frutado. Ao ser servido é acrescentado sal às bordas do copo.



Figura 118 - Conjunto para beber saqué incluindo um masu.

É geralmente servido em copos de porcelana antiga ou em pequenos copos de madeira, conhecidos por masu.

Vinho

O vinho é uma bebida alcoólica fermentada, em que inicialmente ocorre o esmagamento das uvas, e em seguida o seu sumo transforma-se em álcool, através da fermentação alcoólica.



Figura 119 - Uvas.

A fermentação alcoólica natural ocorre quando as películas das uvas maduras (fig. 119) se rompem, permitindo que as leveduras que estão na superfície da película penetrem no fruto e desencadeiem o processo. São as uvas esmagadas que sofrem a ação das



leveduras. Estas atacam principalmente os açúcares presentes na polpa, formando, a partir deles, álcool etílico e dióxido de carbono. Outras substâncias vão ser formadas nesse processo, de acordo com o tipo de uva (casta, estado de maturação), o tipo de levedura e das condições durante o processo de fermentação.

Na **receção** da uva ocorre o processo de desengace o qual tem por fim separar o engaço dos bagos antes de entrarem no recipiente de fermentação, visto que estes conferem um sabor desagradável ao vinho. A principal ação do engace reside na sua influência sobre a temperatura de fermentação e sobre a acidez do mosto.

A etapa de **esmagamento** refere-se ao processo de trituração de uvas, resultando na libertação de mosto pela rutura das películas, pois sem esta operação, a fermentação não se iniciaria. As uvas quando intactas não fermentam.

Depois do esmagamento e da uva cair no lagar, ao fim de algum tempo nota-se, a formação de bolhas gasosas que aparecem à superfície do líquido. Diz-se que o mosto fermenta, e por fermentação designa-se o fenómeno que transforma o mosto em vinho.

A **fermentação** traduz-se, principalmente, pelo desdobramento do açúcar que o mosto possui em CO_2 e álcool, que caracterizam o vinho.

Durante a fermentação, além da produção de álcool e CO_2 formam-se outros compostos, como a glicerina, o ácido succínico, etanal, ácido acético, ácido láctico, os esteres, entre outros. Apesar de entrarem em pequenas quantidades, estes compostos desempenham um papel muito importante na qualidade do vinho.

A fermentação é provocada por fermentos - as leveduras. As leveduras são muitos abundantes na época da vindima e encontram-se espalhados sobre a película da uva, no engaço e por toda a vinha. Entre estes seres extremamente pequenos existem uns, os bons fermentos, que provocam a fermentação alcoólica, e outros, os maus fermentos que provocam alterações prejudiciais aos vinhos. A temperatura ótima para uma fermentação deve manter-se à volta de 25°C . Quando a temperatura é superior a 32 ou 33°C , as bactérias desenvolvem-se mais á vontade enquanto a atividade das leveduras pode decrescer. Na fermentação tumultuosa (fig. 120) é consumido todo o SO_2 presente enquanto se liberta CO_2 , e à medida que os açúcares são transformados em álcool a densidade diminui.



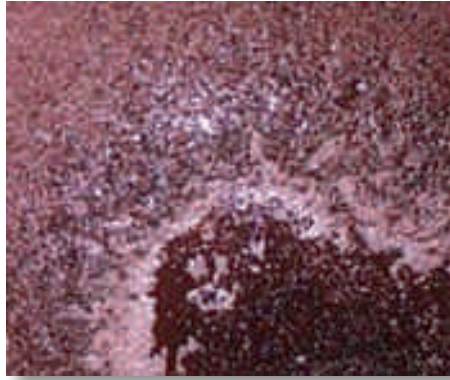


Figura 120 - Mosto em fermentação tumultuosa.

A **fermentação alcoólica** é um processo anaeróbio (ocorre na ausência de ar) de transformação de açúcares redutores em etanol, CO₂ e outros produtos secundários. Neste processo o açúcar do mosto transforma-se em álcool por ação das leveduras (*Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulopsis bacillaris* (são as que iniciam a fermentação), *Saccharomyces cerevisiae* (opera durante a fermentação) *Saccharomyces cerevisiae* (fig. 121) e *Saccharomyces oviformis* (finalizam a fermentação)).

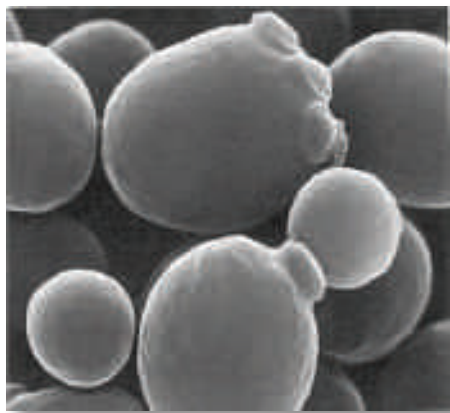


Figura 121 - A levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Nos vinhos tintos, após o desenrolar da fermentação alcoólica, sucede-se uma **fermentação malolática** mais lenta, que é essencial para o acabamento, uma vez que provoca uma diminuição da acidez e melhora a suavidade do vinho. Nesta fermentação o ácido málico transforma-se em ácido láctico diminuindo assim a acidez do vinho. Esta fermentação pode “purificar” o vinho uma vez que o ácido málico com gosto pronunciado é substituído pelo ácido láctico menos agressivo. A fermentação do ácido málico é provocada por bactérias lácticas:



- Homofermentativas - Produzem apenas ácido láctico.
- Heterofermentativas - Produzem para além de ácido láctico, ácido acético.

A **trasfega** consiste apenas em passar o vinho para outros recipientes, com objetivo de separá-lo das precipitações do fim da fermentação, devido ao esgotamento do açúcar e a consequente paralisação da libertação de gás carbónico, decantam por ação da gravidade. Este depósito recebe o nome de borra, e é composto de vestígios das películas das uvas, grainhas, leveduras, pectinas, terra, ácidos e outras substâncias sólidas que compuseram o mosto.

O **tratamento a frio** após a trasfega tem como objetivo atingir a estabilidade tartárica que o vinho adquire quando é submetido a baixas temperaturas. Trata-se de insolubilizar os sais de bitartarato de potássio, que nos vinhos não tratados são bastante encontrados no fundo das garrafas. A mais importante função da precipitação destes sais é a de reduzir a acidez total dos vinhos. A redução da acidez ocorre devido à separação do sal de bitartarato de potássio, que tem a sua origem no ácido tartárico (sendo um dos principais componentes ácidos da uva). Na fermentação malolática a precipitação destes sais acarreta uma diminuição da acidez total do vinho, melhorando significativamente a sua qualidade. O tempo necessário para que a estabilização física se concretize, dependendo da forma de obtenção das baixas temperaturas, pode variar de 10 a 30 dias.

A **filtração** (fig. 122) é feita quando um vinho apresenta uma turvação, sendo que as principais causas para essa turvação centra-se essencialmente na presença de partículas e de microrganismos devido aos seus tamanhos precipitam por ação da gravidade. Quando isto se verifica o vinho é filtrado por uma membrana estéril ou pode ainda ser pasteurizado. A pasteurização evita-se devido aos seus custos monetários.



Figura 122 - Filtro de terra de diatomáceas.



A **pasteurização** tem como função de esterilizar o vinho, pois assim assegura-se que o vinho não sofrerá fermentações depois de engarrafado. Para as adegas é uma boa opção pois garante a segurança do vinho mesmo quando chega ao consumidor.

No **engarrafamento** (fig. 123), tal como o nome indica, trata-se de transferir o vinho que se encontra dentro do depósito para garrafas. As garrafas já se encontram limpas e desinfetadas. Este processo ocorre na linha de produção. Antes e depois do



engarrafamento são feitas análises para garantir a qualidade do vinho.

Figura 123 - Linha de Engarrafamento de vinho tinto.

Nem todos os vinhos são aptos para envelhecimento, quando assim se verifica, o vinho apenas é conservado na adega até a sua expedição.

Os vinhos podem ser tintos, rosés ou brancos (fig. 124). O teor alcoólico varia conforme o tipo de vinho. O tipo de vinho depende de muitos fatores, clima, solos de cultura das vinhas, das castas de videiras, etc.. É um produto muito complexo assim como a sua produção. Alguns vinhos são mais adocicados do que outros e outros podem ser gaseificados, tudo depende dos processos de vinificação utilizados.



Figura 124 - Vinhos tinto, rosé e branco.



Atividades – Exercícios

1. A cerveja é uma bebida fermentada obtida a partir de cevada germinada.
Quais os cuidados de conservação da cerveja?
2. O processo de fermentação da sidra envolve leveduras e bactérias.
Quais as leveduras e bactérias envolvidas nesta fermentação?
3. O saqué é uma bebida fermentada tradicional do Japão, fabricada pela fermentação do arroz.
Explique resumidamente o seu processo de fabrico.



6. Panificação

A panificação está associada a transformação de cereais em pão (fig. 125), ou seja é a tecnologia que permite a produção de pão.



Figura 125 - Pães de diferentes variedades.

Segundo historiadores, o pão teria surgido há seis mil anos acompanhando o cultivo do trigo na região da Mesopotâmia, onde hoje fica o Iraque, no Oriente Médio. O uso do fermento, o grande segredo dos bons pães, começou no Egito antigo, por volta de 4 000 a.C.

O pão começou a ser industrializado somente no século XIX, quando surgem as primeiras máquinas hidráulicas e depois com os equipamentos elétricos.

Hoje, o pão é um alimento muito recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A OMS recomenda o consumo de 50 kg de pão por ano, para cada pessoa, ou seja perto de 1 Kg por semana.

O pão é um alimento elaborado com farinha (fig. 126), geralmente de trigo ou outro cereal, água e sal, formando uma massa com uma consistência elástica que permite dar-lhe várias formas. A esta mistura básica podem acrescentar-se vários ingredientes, desde gordura a especiarias, passando por carne (geralmente curada), frutas secas ou frutas cristalizadas, etc.





Figura 126 - Trigo em espiga, grão e farinha.

Existem dois tipos básicos de pão:

O *pão levedado* (fig. 127), a que se acrescentou à massa levedura ou fermento, geralmente cozido num forno, produzindo pães mais ou menos macios, em que a massa cozida tem espaços com ar.



Figura 127 - Pão levedado.

O *pão ázimo* (fig. 128), não fermentado, que produz pães geralmente achatados, mais consistentes; estes podem ser cozidos no forno ou assados numa chapa (ou frigideira), ou mesmo fritos.



Figura 128 - Pão Sírio, exemplo de pão ázimo.

O ar contém uma quantidade enorme de microrganismos, nomeadamente esporos de fungos de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), que encontram nas massas de pão as condições adequadas para alimentar-se do amido da farinha.



Em consequência da ação desses microrganismos, o amido divide-se em dióxido de carbono (CO_2) e álcool. As bolhas do dióxido de carbono (CO_2) não conseguem escapar através da superfície e fazem inchar (crescer) a massa, tornando-a fofa. Durante a cozedura ácido carbónico e álcool conseguem libertar-se, mas o seu efeito fica, na porosidade, sabor e aroma do pão.

O primeiro pão fermentado teria sido descoberto por acaso. Se uma massa (sem qualquer fermento adicionado) for deixada ao ar, ela irá levedar. Em função das condições de temperatura e humidade, o tempo necessário para a fermentação natural pode variar de entre 4 a 8 horas, mas a massa acabará por levedar. Se antes de cozer a massa, for retirada uma porção da massa levedada, obtêm-se o fermento para a próxima fornada. A esta forma de fermentação chama-se fermentação natural ou «massa velha».



Figura 129 - Pão fermentado com “massa velha” - pão alentejano.

O pão fermentado com massa velha (fig. 129) fica com um sabor e aroma característicos, às vezes com um ligeiro travo ácido ou avinagrado. Em Portugal, ainda se produz muito “pão de massa velha”. O “pão alentejano” e muitas “broas minhotas” são exemplos disso. Mas este processo pode também ser encontrado noutros locais do mundo.

No entanto, a industrialização trouxe formas mais rápidas de produzir pão. O fermento de padeiro, que na grande maioria, é utilizado para a fermentação do nosso pão, é um concentrado de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*). Como concentrado que é, torna a fermentação mais rápida e mais intensa. No entanto, os mais atentos ao paladar do pão conseguem detetar a falta dos sabores e aromas do “pão de massa velha” que o fermento de padeiro não consegue “imitar”.



Mas antes da produção de pão é necessário fazer referência ao processo de transformação do grão de trigo (fig. 130) em farinha, as etapas que a seguir são descritas adequam-se a qualquer cereal:

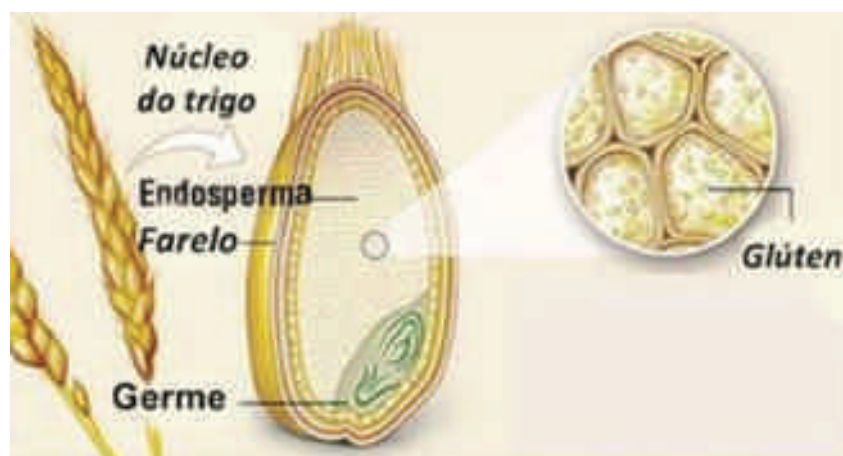


Figura 130 - Constituição do grão de trigo.

Limpeza do cereal

Dependendo do grau de contaminação encontrado, pode ser necessário limpar o grão antes de ser moído, por duas razões: prevenir a contaminação do produto acabado e proteger o equipamento da moagem de potenciais danos devido à presença de areia e pedras.

Geralmente, passa-se o grão através de peneiros de malha adequada para reter as poeiras, insetos, areias, pedras, sementes daninhas, palha, etc. A quantidade de substâncias contaminantes deve ser sempre registada.

Preparação dos grãos de cereal

A preparação do grão antes da moagem é importante para assegurar a separação apropriada dos seus componentes, obtendo-se um elevado rendimento da farinha. A percentagem de humidade do grão deve ser medida. O grão húmido deve ser seco. O grão muito seco deve ser humedecido e novamente testado após 12 a 24 horas.

Mistura dos grãos

As farinhas destinadas à panificação podem ser compostas, ou seja, resultam da mistura de diferentes grãos antes da moagem. Os aspetos qualitativos relevantes prendem-se



com o controlo e identificação de stocks, de forma a serem constituídos lotes de farinha de mistura uniforme, por mistura e adequada pesagem das matérias-primas.

Moagem

Os tipos de equipamentos de moagem para os diferentes cereais dependem de vários fatores, incluindo o tipo de cereal a ser moído, o grau de moagem requerido para a farinha, consumo de energia, quantidade a processar, capital de investimento necessário, disponibilidade de ferramentas/componentes e assistência de manutenção. Os tipos de moinhos utilizados incluem moinhos de pratos, moinhos de pedra, moinhos de rolos (fig. 131) e moinhos de martelos. É importante verificar periodicamente as partes móveis que constituem os moinhos, no sentido do seu ajuste ou da sua substituição. Pois qualquer peça metálica ou pedras que caiam no moinho pode causar danos no equipamento e contaminar o produto. A farinha dá indicação do grau de moagem e da eficiência do moinho, pelo que deve ser analisada periodicamente.



Figura 131 - Moinho de rolos.

Peneiração

A peneiração permite separar o farelo e gérmen ficando a farinha branca, predominado o amido (farinhas de trigo, milho e arroz). Esta separação é conseguida através de peneiros por onde passa a farinha acabada de moer.

O esquema seguinte (fig. 132) mostra o fluxograma do trigo desde o cultivo aos produtos que podem ser obtidos dele. De acordo com a variedade do trigo podem-se obter trigo



de grão tenro, panificável a partir do qual fazem-se pão, bolos, bolachas. E trigo de grão duro - não panificável destinado à produção de massas alimentícias.



Figura 132 - Esquema da produção do trigo até aos produtos que pode dar origem.

Produção de Pão

Os ingredientes fundamentais do pão são a farinha de trigo, a água, o sal e a levedura de padeiro.

A **farinha de trigo** é constituída por vários tipos de compostos, todos eles bem importantes para a qualidade final do pão. Contudo os compostos mais importantes no fabrico do pão são o amido e as proteínas.



O amido, que representa cerca de 70% da farinha, é constituído por cadeias dum açúcar - a glucose. Uma são ramificadas - a amilopectina - e outras são lineares - a amilose.

Nas farinhas possuem umas enzimas (catalisadores biológicos) - as amilases - que “cortam” estas cadeias. Daí resultam os açúcares livres que são bem importantes no processo de panificação.

Quanto às proteínas do trigo, elas têm uma diferença em relação às dos outros cereais. É que a fracção não solúvel, constituída por 2 tipos de proteínas (fig. 133) - as gliadinas e as gluteninas - forma uma rede.

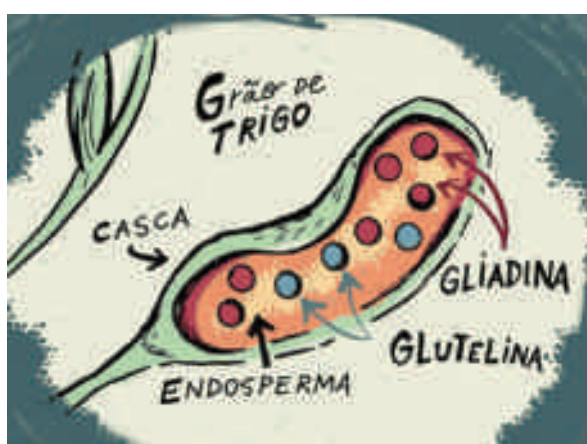


Figura 133 - Proteínas do trigo - glutenina e gliadina.

Isto acontece quando se adiciona água à farinha e quando se procede à amassadura.

1. As proteínas encontram-se originalmente enroladas.
2. A energia mecânica introduzida na amassadura provoca a quebra de algumas ligações químicas mais frágeis e esses novelos vão-se desenrolando.
3. As cadeias “desembaraçadas” estabelecem novas ligações entre si e formam uma espécie de rede, do tipo “teia de aranha”. E é esta rede que é chamada glúten, a qual é simultaneamente plástica, elástica e muito coesa.

Muita investigação tem sido feita sobre as proteínas do glúten e pensa-se que muitas das suas características específicas estão muito relacionadas com os aminoácidos que contêm enxofre, nomeadamente a cisteína.



Representando a formação do glúten (fig. 134) duma forma muito esquemática:

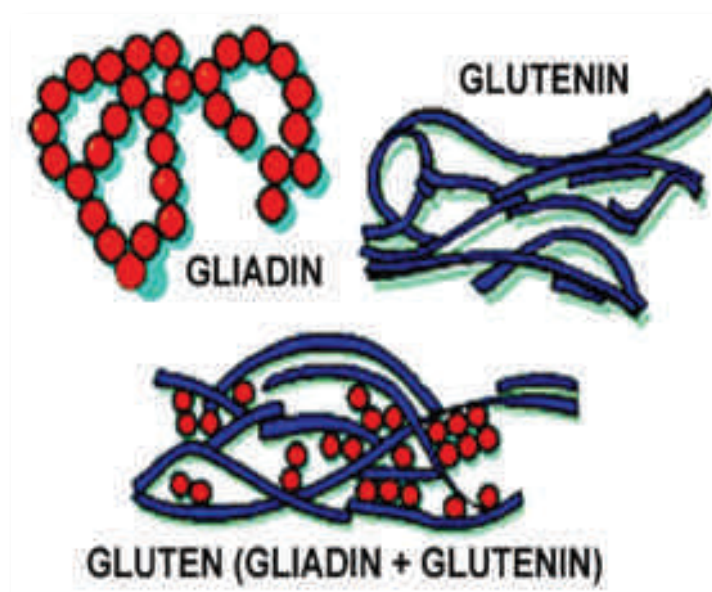


Figura 134 - Formação do glúten a partir da glutenina e da gliadina.

Esta rede formada retém o gás (dióxido de carbono) formado.

A **água** é outro dos ingredientes do pão onde se vão dissolver todos os compostos solúveis. Por outro lado liga-se aos outros componentes e, nomeadamente, às proteínas que vão constituir o glúten e ao amido, hidratando-os. E é necessária a todas as reações enzimáticas.

O **sal** é solúvel em água, dissociando-se em iões sódio e cloreto. Para além de evidenciar o sabor do pão, esses iões reforçam as ligações entre as cadeias do glúten, tornando-o mais coeso.

Por último falemos do microrganismo envolvido no pão - a **levedura** *Saccharomyces cerevisiae*. A sua identificação como responsável pelo desenvolvimento das massas panares apenas ocorreu no século XIX, com Pasteur.

As células desta levedura consomem os açúcares livres provenientes do amido e vão produzindo um álcool - o álcool etílico, um gás - o dióxido de carbono - e vários outros compostos que conferem ao pão o seu fantástico sabor e aroma. Ao processo metabólico levado a cabo pela levedura na ausência de oxigénio, chama-se fermentação. É esta mesma levedura que tem o principal papel na produção do vinho e da cerveja.

O gás produzido vai-se acumulando dentro da massa e, se o glúten tiver a “força” adequada para reter este gás, ele vai-se acumulando na massa e esta vai-se expandindo



("crescendo") dada a sua elasticidade. Durante a fermentação a massa vai crescendo, podendo ficar com mais do dobro do seu volume inicial.

A temperatura de fermentação está relacionada com uma boa atividade da levedura, a qual tem o seu ótimo a cerca de 37°C. A temperaturas baixas a atividade da levedura é quase nenhuma. É com base nesta característica que hoje se usa muito congelar as massas panares, para serem depois utilizadas quando necessário. A temperaturas superiores a 65°C a levedura morre.

Durante a fermentação a massa é manipulada (fig. 135) algumas vezes para dividir e redistribuir as bolhas de gás e as células da levedura, de modo a ficarem mais uniformemente distribuídas. Por outro lado, impede-se que se criem tensões nalgumas cadeias de glúten que rodeiam as bolhas gasosas, provocadas por grandes quantidades de gás acumulado.



Figura 135 - Amassar a massa permite distribuir as bolhas de gás.

As condições ideais para fermentar a massa são 26°C (24 a 27°C) de temperatura e uma humidade relativa do ar entre 70 a 75%. Com ar mais seco, forma-se uma crosta sobre a massa fermentada prejudicando a fermentação e reduzindo a qualidade do pão.

A temperatura de referência para cozer pão é de 240 °C. No entanto, a temperatura deverá ser ajustada em função do tamanho dos pães a cozer. Pães grandes com temperaturas altas irão formar uma cêdea espessa antes de cozer o interior. Uma temperatura mais baixa (200 °C) permite cozer mais uniformemente. Pães pequenos com temperaturas altas perdem toda a água e o pão fica seco.

Quando a massa (fig. 136) atinge o volume desejado, é metida no forno, a temperaturas entre os 200 e os 220°C, e inicia-se a fase de cozedura. Verifica-se então um grande



aumento no volume da massa. E isto porque, à medida que o calor vai sendo conduzido através da massa, a temperatura desta vai aumentando, daí resultando uma maior actividade da levedura (logo uma maior produção de gás) e uma expansão das bolhas de gás.



Figura 136 - Massa de pão levedada, pronta a ir para o forno.

Aos 60°C ocorre a morte térmica das células da levedura e a atividade de algumas enzimas começa a baixar. Também a esta temperatura inicia-se a gelatinização do amido e a coagulação das proteínas, fundamentalmente devido a um aumento do número de ligações enxofre-enxofre (-S-S-) entre as cadeias proteicas. E a água que estava incluída na rede glutínica é excluída e vai ser importante para a gelatinização do amido. No pão, a gelatinização do amido não é completa, uma vez que a quantidade de água na massa é limitada.

Também a temperatura e o tempo de cozedura são importantes. A gelatinização inicia-se por volta dos 65°C. Com a desnaturação e coagulação do glúten, a cerca de 72°C, a espuma solidifica, fixando a estrutura do miolo, que perde capacidade para reter o gás. O pão é muito simples de fazer. Podem utilizar-se as seguintes proporções básicas: 40% de peso em água; 58% de peso em farinha (este pode-se desdobrar em 75% de farinha de trigo + 25% de farinha integral à escolha); 1% de peso em fermento de padeiro; e 1% de peso em sal. Amassa-se tudo e deixa-se levedar durante 2 a 3 horas num local ameno, coberto com um pano, e vai ao forno (fig. 137).





Figura 137 - Forno industrial de cozedura de pão.

O pão integral (fig. 138) é pão composto com farinhas integrais, ou seja, com farinhas completas às quais não foram retirados quaisquer constituintes. Durante o processo de moagem e em função do tipo de peneiração e do grau de moagem (farinha mais ou menos fina) obtêm-se farinhas mais ou menos completas. As farinhas obtidas por processos de moagem menos agressivos e sem qualquer tipo de peneiração são as verdadeiras farinhas integrais.



Figura 138 - Pão integral.

Contudo quando é adicionado açúcar à farinha de trigo fazem-se pães doces e bolos quando são adicionados outros ingredientes como ovos e gordura.



Na farinha de trigo existem vários tipos de compostos, sendo os mais relevantes o amido e as proteínas. O amido - cerca de 70% da farinha - é constituído por cadeias de um açúcar - a glucose; umas cadeias são ramificadas - a amilopectina - e outras lineares - a amilose. Estas cadeias formam uma estrutura semi-cristalina, bem resistente, que se denomina grânulo.

Quando o amido é aquecido na presença de água, e a temperatura atinge cerca de 60°C, as ligações entre as moléculas de amilose e amilopectina da farinha tornam-se mais fracas, a água penetra nos grânulos de amido, estes incham e forma-se um complexo gelatinoso (fig. 139) com a água.

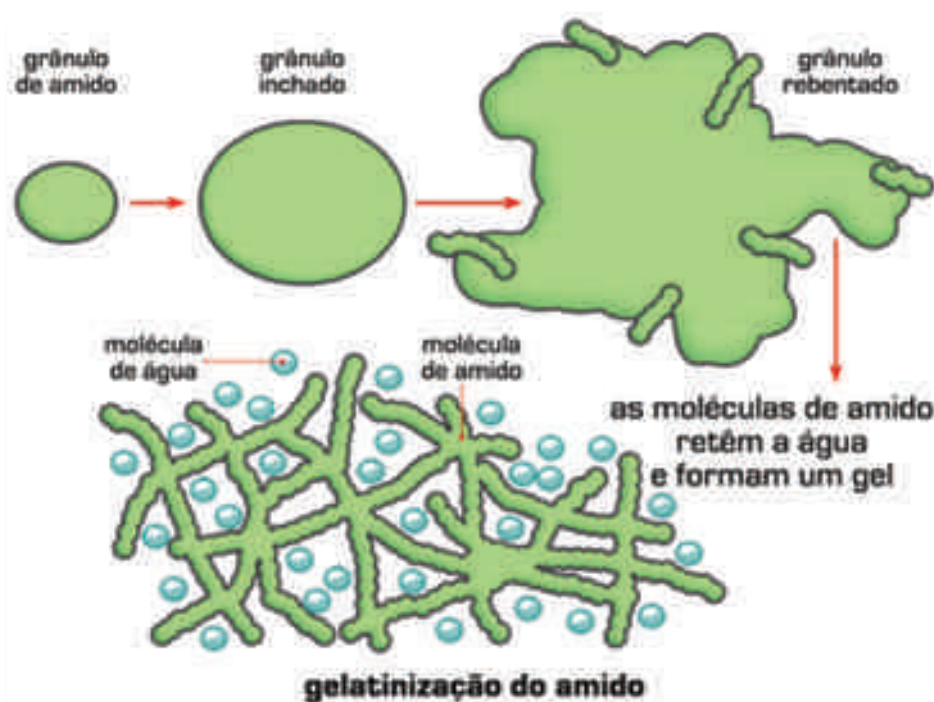


Figura 139 - Gelatinização do amido.

As proporções dos vários componentes da farinha podem variar e, no caso das proteínas, a sua presença varia cerca de 8% até 14%. Quando junta-se à farinha um líquido, como água, leite ou até os ovos, estas proteínas vão ligar-se entre si e formar uma rede, a que se chama glúten, que é forte e elástica. Consoante a preparação culinária que está a fazer é desejável ou não que esta rede se forme. Ela é fundamental no pão, mas não num bolo, pois torná-lo-ia duro.

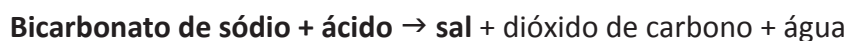
A farinha que se vende com fermento, própria para bolos, tem um baixo teor proteínas para evitar a formação desta rede. Nas receitas de bolos a indicação para juntar a farinha



é sempre no fim da preparação, depois do bolo bem batido. O objetivo é mais uma vez evitar que as proteínas se liguem entre si levando à formação do glúten.

Quanto ao fermento (origem química), seja adicionado em separado ou já misturado com a farinha, tem como função fazer crescer o bolo. Ele é composto por uma base (bicarbonato de sódio) e um ácido em quantidade suficiente para reagirem entre si. O fermento em pó tem também amido que serve para manter estes dois componentes separados e secos, impedindo assim que reajam.

Quando se mistura o fermento com um líquido contendo água dá-se uma reação química, que é mais rápida a quente, entre o bicarbonato e o ácido e novos produtos formam-se.



O aspeto mais importante desta reação é a formação de dióxido de carbono, um gás, que vai contribuir para tornar os bolos mais leves.

O açúcar, além da sua função mais óbvia de adoçante, também vai contribuir para que o bolo fique com uma textura mais macia e húmida.

As moléculas de açúcar (sacarose) (fig. 140) têm grande afinidade com as moléculas de água, ligando-se a elas, e mantêm-nas nos bolos não os deixando secar.

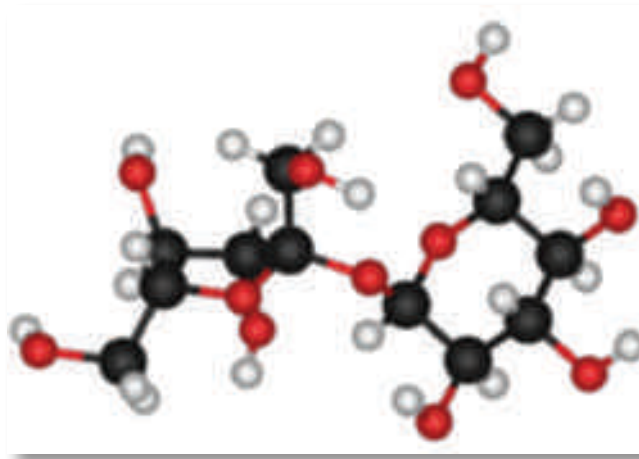


Figura 140 - Molécula de sacarose.

O açúcar também torna menos fácil a interligação das proteínas da farinha. Por outro lado, atrai as moléculas de água, deixando-as menos disponíveis para interagirem com o amido. Assim o bolo solidifica mais tardiamente dando tempo para o fermento atuar



e o bolo ficar mais esponjoso. Quando se reduz a quantidade de açúcar numa receita o bolo fica mais denso e seco.

Os ovos (fig. 141) têm uma propriedade invulgar: à temperatura ambiente, são líquidos; mas, quando são sujeitos à ação do calor, solidificam.



Figura 141 - Ovo.

Podemos imaginar as proteínas do ovo como fios, que se encontram normalmente enrolados em forma de novelo. As proteínas, com o aquecimento, desnaturam - desenrolam-se e ligam-se entre si formando uma rede - e o ovo coagula (fig. 142).

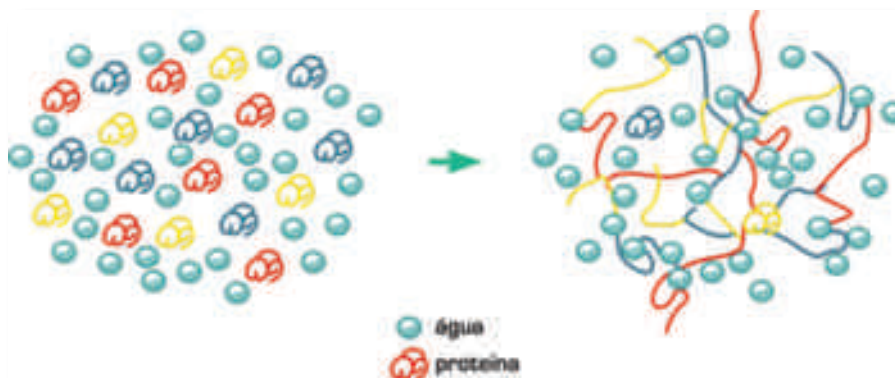


Figura 142 - Processo de coagulação de ovos.

Os ovos são quase sempre bem batidos, para incorporar ar (fig. 143) na massa do bolo e o tornar mais leve. Frequentemente as claras são batidas em castelo. Ao bater as claras está a formar-se uma espuma, isto é uma dispersão de bolhas de ar num líquido. Esta espuma forma-se facilmente e é relativamente estável devido à viscosidade da clara e porque quando se bate ocorre a desnaturação de algumas das proteínas da clara do ovo (albuminas) o que contribui para reforçar a espuma.



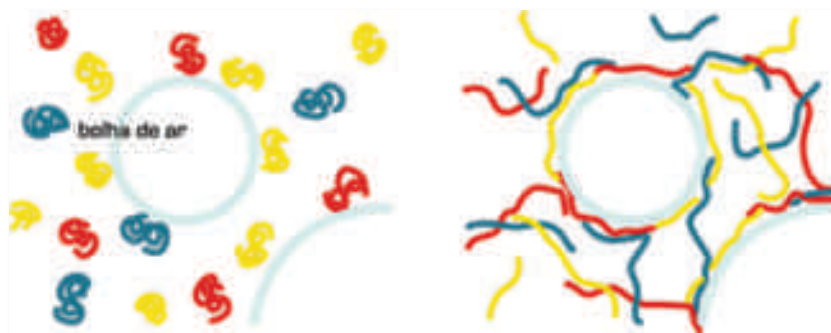


Figura 143 - Processo de incorporação de ar pelos ovos na massa dos bolos.

Para obter umas boas claras em castelo, os ovos não devem vir do frigorífico. A quantidade de ar que é possível incorporar, e a estabilidade de uma espuma, dependem das forças atrativas que cada molécula exerce sobre as moléculas vizinhas (tensão superficial) do líquido que é batido. A temperatura mais alta as moléculas têm mais mobilidade e estão mais afastadas umas das outras, sendo mais fácil incorporar ar nas claras e ficando a espuma mais estável.

Um pouco de gema ($\frac{1}{3}$ da gema é gordura) a contaminar as claras impede que se obtenham umas claras em castelo estáveis. O mesmo acontece se a tigela estiver suja com alguma gordura (por isso não se devem bater claras em tigelas de plástico, donde é difícil retirar toda a gordura). As moléculas de gordura dificultam a desnaturação das proteínas da clara e a ligação destas entre si, dificultando assim a formação da rede em volta das bolhas indispensável para uma espuma estável.

Quando o bolo vai cozer, o forno está a fornecer energia para que deem-se uma série de reações químicas que já foram referidas: a reação dos componentes do fermento que produz dióxido de carbono e a gelatinização do amido e a coagulação das proteínas que fazem com que a massa do bolo solidifique. Simultaneamente o ar incorporado ao bater, e o dióxido de carbono que se forma, quando são aquecidos expandem e o bolo ainda cresce mais.

A camada exterior do bolo (fig. 144) devido à temperatura ser mais elevada e a água, aquecida a uma temperatura muito superior à da sua ebulição, vaporiza-se. Forma-se assim uma camada mais seca e estaladiça e suficientemente impermeável para reter o vapor formado no interior. Esta fica também com uma bela cor dourada que é o resultado de uma série de reações químicas complexas, chamadas reações de Maillard que se dão



entre os açúcares e as proteínas. Estas reações produzem moléculas que, além da cor, também dão um sabor (fig. 145) agradável.



Figura 144 - Bolo tradicional.



Figura 145 - Bolo de chocolate.



Atividades – Exercícios

1. O pão é um alimento elaborado com farinha, geralmente de trigo ou outro cereal, água e sal, formando uma massa com uma consistência elástica que permite dar-lhe várias formas.

Quais os tipos de pão mais conhecidos?

2. Na produção de pão utilizam-se vários ingredientes.

Quais são os ingredientes principais utilizados no fabrico de pão?

3. Durante o fabrico do pão ocorrem algumas reações principalmente quando se adiciona a água.

Explique o que acontece quando se adiciona água durante a amassadura.

4. O microrganismo envolvido no processo de produção de pão é a levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Qual é o seu desempenho no fabrico de pão?

5. Na farinha de trigo existem vários tipos de compostos, sendo os mais relevantes o amido e as proteínas.

Qual a reação do amido em presença da água?



Atividades - Práticas

Atividade nº 1 - Branqueamento de Vegetais

Objetivo: A presente atividade pretende estudar a influência de um branqueamento correto em legumes.

Amostra: Legumes verdes (por exemplo feijão verde, ervilhas, brócolos); Legumes laranja (cenoura ou abobora aos cubos); Legumes brancos (batata ou nabo).

Método A - Sem branqueamento

Método B - Branqueamento sem arrefecimento

Método C - Branqueamento com arrefecimento rápido

Procedimento:

1. Cada grupo de trabalho deve escolher dois legumes de cores diferentes (verde e laranja ou verde e branco).
2. Preparar os legumes escolhidos: lavar, descascar e fragmentar (se for o caso).
3. Pesar 600 gramas de cada legume escolhido e dividir em três lotes iguais com 200 gramas cada. Repetir o procedimento para o outro legume.
4. Definir o tempo e temperatura para o branqueamento. A temperatura deve ser a mesma para todos os grupos (95 a 100°C). O tempo deve ser diferente em cada grupo.
5. No método A os legumes não vão ser sujeitos a branqueamento - é a amostra de comparação da experiência.
6. No método B os legumes são branqueados através da emersão em água a ferver. Pode ser usado um passador de rede para conter os legumes a branquear. Porque assim entram todos em contato com a água ao mesmo tempo e também permite retirar todos ao mesmo tempo da água a ferver. Deixar arrefecer a temperatura ambiente.
7. No método C o procedimento é igual ao método B até ao momento de retirar da água a ferver, depois coloca-se os legumes branqueados em água fria com cubos de gelo. O tempo deve ser igual para cada legume.



8. Analisar e avaliar os três lotes. Faça sempre um registo das observações durante a aula prática, pode utilizar o quadro de registos fornecido ou elaborar outro semelhante.
9. Elabore o relatório da aula prática.

Legumes	Método A		Método B		Método C	
	verde	laranja	verde	laranja	verde	laranja
Peso da amostra (g)						
Temperatura da água a ferver (°C)						
Tempo de branqueamento (minutos)						
Temperatura da água fria (°C)						
Tempo de arrefecimento (minutos)						
Cor dos legumes						
Textura dos legumes						
Sabor						
Cheiro						
Avaliação geral						



Atividade nº 2 - Congelação de Vegetais

Objetivo: A presente atividade pretende estudar a influência de um congelamento correto em legumes.

Amostra: Legumes verdes (por exemplo feijão verde, ervilhas, brócolos); Legumes laranja (cenoura ou abóbora aos cubos); Legumes brancos (batata ou nabo).

Método A - Sem branqueamento

Método B - Branqueamento sem arrefecimento

Método C - Branqueamento com arrefecimento rápido

Procedimento:

1. Cada grupo de trabalho deve escolher dois legumes de cores diferentes.
2. O procedimento utilizado na atividade nº1 deve ser seguido até ao ponto 7.
3. Cada lote de 200 g deve ser repartido em três partes e embalado.
4. Congelar todas as amostras de todos os lotes à mesma temperatura.
5. Após uma semana de congelação retirar uma amostra de cada método, deixar descongelar e analisar.
6. Decorrido um mês voltar a retirar outra amostra de cada método do congelador e avaliar.
7. Por fim ao fim de três meses voltar a retirar a última amostra de cada método e analisar.
8. Realizar sempre registos de todas as observações, pode utilizar um quadro semelhante ao fornecido.
9. Elabore o relatório com base nos dados recolhidos.



	Métodos	A		B		C		
	Legumes	verde	laranja	verde	laranja	verde	laranja	
Dados iniciais	Peso da amostra (g)							
	Temperatura da água a ferver (°C)							
	Tempo de branqueamento (minutos)							
	Temperatura da água fria (°C)							
	Tempo de arrefecimento (minutos)							
	Temperatura de Congelação (°C)							
	Dia zero	Cor dos legumes						
		Textura dos legumes						
Sabor								
Cheiro								
Avaliação geral								
1 Semana	Cor dos legumes							
	Textura dos legumes							
	Sabor							
	Cheiro							
	Avaliação geral							
1 mês	Cor dos legumes							
	Textura dos legumes							
	Sabor							
	Cheiro							
	Avaliação geral							
3 meses	Cor dos legumes							
	Textura dos legumes							
	Sabor							
	Cheiro							
	Avaliação geral							



Atividade nº 3 - Produção de Pêssegos em calda

Objetivo:

Conservar frutas através de caldas açucaradas.

Ingredientes:

1 kg de pêssegos ou pêras ou outro fruto de consistência firme

250 gramas (+/- uma chávena de chá) de açúcar cristal

500 gramas de água (+/- duas chávenas de chá) de água

Procedimento:

1. Lave e retire a pele aos frutos.
2. Abrir ao meio os frutos e retirar os caroços.
3. Numa panela de pressão coloque a água e o açúcar, mexa para dissolver os cristais de sacarose.
4. Introduza na calda, as metades os pêssegos. Feche a panela.
5. Leve ao lume e, assim que pegar pressão, deixe cozinhar por mais cinco minutos.
6. Deixe arrefecer e retire a tampa da panela.
7. Coloque as metades dos pêssegos arrumadas em frascos e cubra com a calda até ao gargalo. Tape os frascos.
8. Esterilize os frascos por imersão em panela com água a ferver por 10 minutos.
9. Deixe arrefecer e elabore o relatório da atividade prática.



Atividade nº 4 - Produção de Cerveja de Gengibre

Objetivos:

Este procedimento, baseado numa receita, pode ser utilizado para ajudar a abordar com os alunos os princípios da fermentação, higiene alimentar (um precursor da técnica asséptica) e de bioquímica da respiração.

Introdução

No passado, os predecessores dos modernos refrigerantes gaseificados, como a Coca-Cola, eram muitas vezes fabricados em casa ou em pequena escala. As “cervejas de baixo teor alcoólico” eram bebidas fermentadas com baixo teor alcoólico, normalmente mais seguras para beber do que a água, que estava muitas vezes contaminada.

A cerveja de baixo teor alcoólico teve origem em Inglaterra em meados do século XVIII e foi exportada a nível mundial. Tal foi possível através do uso de garrafas de barro resistentes, seladas com um esmalte estanque ao líquido e ao gás (“esmalte de Bristol”). A Lei Britânica de Produtos Sujeitos a Impostos Especiais de Consumo de 1855 exigia que a bebida contivesse menos de 2% de álcool: desta forma, a cerveja de gengibre tornou-se popular entre as crianças. No final do século XVIII era produzida comercialmente em quase todas as cidades do Reino Unido. A “cerveja” era frequentemente vendida por vendedores ambulantes e era muitas vezes distribuída a partir de uma “máquina de cerveja” — um dispositivo complexo parecido com um piano vertical com uma bomba de cerveja que era puxado pelas ruas por um pónei.

Em 1935 havia mais de 3 mil fabricantes de cerveja de gengibre no Reino Unido: hoje em dia, contudo, apenas uma empresa britânica fabrica o produto tradicionalmente — a “cerveja de gengibre” moderna é normalmente feita com sabores e gaseificada com dióxido de carbono pressurizado.

Existem muitas receitas para a “cerveja de gengibre”: os ingredientes base são gengibre, limão, açúcar e levedura. A verdadeira cerveja de gengibre é feita com raiz de gengibre fresca (*Zingiber officinale*), frequentemente com outros sabores como zimbro-rasteiro (*Juniperus communis*), alcaçuz (*Glycyrrhiza glabra*) ou chili (*Capsicum annuum*) — o último ingrediente é utilizado para dar ao produto um travo adicional. Por vezes também se utiliza mil-folhas - erva dos carpinteiros - (*Achillea millefolium*) para impedir o



crescimento de bactérias (tal como na cerveja normal antes de se introduzir os lúpulos). Na cerveja de gengibre jamaicana por vezes utiliza-se lima em vez de sumo de limão. A seguinte receita é para um litro e pode ser ajustada e alterada como for necessário - há pessoas que sugerem que o gengibre deve ser ralado em vez de cortado em fatias ou esmagado. Outros recomendam ferver a mistura antes de adicionar o fermento, de modo a extrair mais sabor dos ingredientes.

Equipamento e materiais necessários para cada pessoa ou grupo:

Equipamento

- Faca afiada e tábua
- Ralador de limão
- Espremedor de limão
- Rolo da massa
- Colher grande
- Chaleira para água a ferver
- Termómetro
- Taça ou jarro grande
- Toalha de chá limpa para cobrir a taça
- Coador e funil para despejar o líquido nas garrafas
- Garrafa e tampa de plástico AVISO! Não utilizar garrafas de vidro!

Materiais

- 1 litro de água
- 150 g (+/- 130 g quando pelado) de raiz de gengibre
- Limão médio (de preferência sem ser desencerado)
- 140 g de açúcar (pode-se utilizar amarelo ou branco)
- 4 g de creme de tártaro (ácido tartárico)
- Fermento para cerveja ou pão: seco, 4 g; ou fresco, 8 g
- Solução de esterilização adequada à utilização alimentar ex., *Milton*[®], *Chempro SDP*[®]
- Saco de plástico resistente no qual se vai esmagar o gengibre



- OPCIONAL: Outras especiarias, como, por exemplo chili, noz-moscada, alçaçuz, baunilha, cardamomo, cravo-da-índia, zimbro-rasteiro, funcho, coentro, anil estrelado

Procedimento:

1. Descasque o gengibre e corte-o em fatias de 3-5 mm de grossura. Esmague bem colocando, por exemplo, as fatias num saco de plástico resistente e esmagando-as com o rolo da massa.
2. Coloque o gengibre numa taça ou jarro grande. Rale a casca de limão por cima e adicione o sumo do limão.
3. Coloque na taça os ingredientes restantes, à exceção do fermento, e deite cuidadosamente a água a ferver. Mexa.



4. Tape a taça com um pano limpo e deixe que o líquido arrefeça até 25-30 °C (pode demorar 60-90 minutos).
5. Enquanto espera que o líquido arrefeça, esterilize as garrafas de plástico com a solução de esterilização. Certifique-se que as garrafas são limpas cuidadosamente com água limpa após a esterilização.
6. Adicione o fermento ao líquido morno da taça e mexa até que fique disperso.



7. Tape a taça com um pano limpo e deixe-o repousar num local morno durante 24 horas.
8. Retire o fermento, deixando o sedimento na taça. Coe o líquido para as garrafas de plástico esterilizadas, deixando um intervalo de ar de 3-5 cm no topo.
9. **IMPORTANTE!** Deixe a cerveja a fermentar à temperatura ambiente ($\sim 21\text{ }^{\circ}\text{C}$) no máximo 48 horas, colocando depois as garrafas no frigorífico. Validade de seis dias.

**Diretrizes de segurança:**Perigo de explosão

NUNCA utilize garrafas de vidro já que a forte fermentação pode fazer com que expludam. Esta bebida deve ser sempre feita em garrafas de plástico e deve ser sempre refrigerada e consumida no prazo de seis dias. O curto período de fermentação e a refrigeração garantem que o teor de álcool na bebida seja baixo.

Preparação e tempo:

A preparação desta bebida, incluindo o período de arrefecimento de 60 minutos, demora cerca de 90 minutos. A fermentação inicial demora 24 horas, seguido de 48 horas de fermentação nas garrafas. Caso deseje, pode esterilizar as garrafas previamente.



Atividade nº 5 - Uma levedura que faz pão

Objetivos: Avaliar a importância da levedura na produção de pão.

Material necessário:

2 x 50 g de farinha de trigo (4 colheres de sopa)

2 x 30 mL de água (2 colheres de sopa)

2 x 0,75g de sal (1/3 de colher de café)

2/3 de dose de levedura seca ativa (LSA) dissolvida em água morna

Procedimento:

1. Amassar, numa tigela, uma porção de farinha de trigo com uma porção de água, uma porção de sal e a levedura; marcar a tigela com o número 1. Noutra tigela, marcada com 2, amassar as restantes porções de farinha, água e sal, sem adicionar levedura.
2. Depois da massa das duas tigelas já não agarrar às paredes das tigelas, colocá-las, tapadas com um pano limpo, num lugar quente como a estufa de incubação exemplo 30°C, durante 2 horas, e observar, de 30 em 30 minutos, a evolução da massa.
3. Registrar as observações realizadas.
4. Coza a massa levedada na estufa ou forno entre 200 a 220°C.
5. Observe a textura dos pães obtidos.
6. Elabore o relatório da atividade prática e responda às seguintes questões.

Algumas questões para pensar e responder:

1. Por que razão a massa da tigela 1 aumentou de volume?
2. Qual foi a função da levedura?
3. Será que o fenómeno da experiência 1 é idêntico ao da experiência 2?
4. Será que a levedura com que se faz o vinho também serve para fazer o pão?
5. Qual será o pão que ficará melhor - o feito com a massa da tigela 1 ou a massa da tigela 2?
6. Se as massas das tigelas 1 e 2 fossem pesadas qual diminuía mais de peso?



Atividade nº 6 - Observação da atividade das leveduras

Objetivo:

Verificar a influência da temperatura na atividade da levedura

Fundamento teórico

À transformação de uma substância noutra com a ajuda de microrganismos (fungos, bactérias, etc.), dá-se o nome de fermentação.

Esta transformação é utilizada em vários processos, produtos que utilizamos no dia-a-dia, desde a massa do pão, fabricação de cerveja, etc. Cada uma das situações o processo que é utilizado é diferente, pois o objetivo também é diferente, no caso da cerveja existe a transformação dos açúcares das plantas (malte) em álcool e CO_2 . Já no fabrico do pão, os fermentos consomem o açúcar vindo do amido da massa, libertando CO_2 , o que faz com que o volume da massa aumente.

A fermentação destina-se à obtenção de energia, e ocorre com a perda da glicose (ou outros substratos como o amido) formando piruvato, que por sua vez, seguidamente, é transformado noutro produto, álcool etílico ou ácido láctico, definindo a fermentação alcoólica e a fermentação láctica, respetivamente. A fermentação não ocorre na presença de oxigénio.

A fermentação é utilizada em vários processos e em várias indústrias, como já referi, no fabrico de pão, cerveja, champanhe, etc.

Material:

- 4 Copos de precipitação de 250mL;
- Folha de alumínio;
- Farinha;
- Marcador para vidro (caneta);
- Estufa regulada para 30°C
- Levedura;
- Água;
- Proveta;
- Vareta.



Procedimento:

1. Preparar 4 copos de precipitação;
2. Para cada um, pesar 50g de farinha;
3. Para os copos de precipitação A, B e C pesar 3g de levedura;
4. Medir 50mL de água e adicionar a cada um dos copos de precipitação;
5. Mexer bem o conteúdo destes, de modo a que se obtenha uma mistura homogénea;
6. Cobrir, com papel de alumínio, os 4 copos de precipitação;
7. Marcar a altura da massa de cada um, com o auxilia de uma caneta;
8. Colocar o copo de precipitação A e D na estufa a 30°C, o B no banho de gelo e o C à temperatura ambiente.
9. Registrar as observações após 20, 40, 60 e 80 minutos.
10. Elabore o relatório da atividade prática.

Registo de Observações:

Tempo Copos	0 Minutos	20 Minutos	40 Minutos	60 Minutos	80 Minutos
Copo A (30°C)					
Copo B (Banho Gelo)					
Copo C (Temp. Amb.)					
Copo D (30°C, s/ levedura)					



Bibliografia

ALMEIDA, D.; Manuseamento de produtos hortofrutícolas. Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto, 2005.

CALAVERAS, J., *Nuevo Tratado de Panificación y Bollería*. 2.ª ed. Madrid: AMV / Mundi-Prensa, 2004.

CALLEJO, M. J., *Industrias de Cereales y Derivados*. Madrid: AMV / Mundi-Prensa, 2002.

HOLDSWORTH, S. D.; Conservación de frutas y hortalizas. Editorial Acribia, Zaragoza, 1997.

MADRID VICENTE, A.; MADRID CENZANO, J., *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias*. Madrid: AMV / Mundi-Prensa, 2001.

PINEDA de LAS INFANTAS, M. T. S., *Procesos de Conservación Poscosecha de Productos Vegetales*. Madrid: AMV / Mundi-Prensa, 2004.

PINEDA de LAS INFANTAS, M. T. S., *Procesos de Elaboración de Alimentos y Bebidas*. Madrid: AMV / Mundi-Prensa, 2003.

REIS, F. M., *A utilização do frio alimentar*. Coleção **Técnica Agrária**, n.º 14. Lisboa: Clássica, 1981.

SANTOS, D.; Tecnologia do pão. Mestrado em Tecnologia Alimentar, Monte da Caparica, 2004.

TRESSLER, D. K.; JOSLYN, M. A., *Fruit and Vegetable Juice Processing Technology*. 2.ª ed. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company, 1971.

<http://www.delta-cafes.pt/>

<http://www2.crb.ucp.pt/historia/abcd%C3%A1rio/chocolt/apassage.htm>



