

CAPÍTULO 7

CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS PELO CONTROLE DA UMIDADE

7.1. INTRODUÇÃO

A secagem é uma das práticas mais antigas de conservação de alimentos desenvolvida pelo homem. Alimentos de origem vegetal como cereais, feijão e ervilhas, quando são colhidos suficientemente secos e adequadamente armazenados, permanecem em condições de consumo e/ou industrialização por longos períodos de tempo. Todavia, a maioria dos alimentos contém suficiente umidade para permitir a ação de suas próprias enzimas e de microrganismos que nele se encontram, de modo que, para preservá-los, faz-se necessária a remoção da maior quantidade de água possível.

A secagem ou a desidratação geralmente são conseguidas pela remoção da umidade, mas qualquer método que reduza a quantidade de água disponível em um alimento é uma forma de secagem. Assim, por exemplo, os peixes podem ser excessivamente salgados de modo que a água é removida de seus tecidos e retirada pela salmoura formada, tornando-se indisponível aos microrganismos. O açúcar também pode ser adicionado, como no leite condensado, para reduzir a quantidade de água disponível. A água pode ser removida dos alimentos por vários métodos, desde as práticas milenares de secagem ao sol, até os mais sofisticados métodos utilizados na atualidade.

A água é um dos componentes dos alimentos que os microrganismos mais necessitam para o seu desenvolvimento. A

redução da água livre do alimento eleva a pressão osmótica do meio e conseqüentemente reduz as condições de desenvolvimento microbiano. Nessas condições, as enzimas responsáveis por determinadas alterações nos alimentos, também têm suas atividades reduzidas.

O conceito de umidade hoje difere um pouco do que prevalecia até pouco tempo. Não é o conteúdo de água ou de umidade que nos dá a idéia da disponibilidade aos agentes deterioradores e sim a sua condição no alimento. Muitas vezes um alimento com 30% de umidade tem menos água disponível do que um alimento com 12%. Isto depende das condições em que esta água está ligada aos componentes do alimento. É a atividade de água (A_w) que dá a idéia correta da disponibilidade de água nos alimentos, independentemente do seu valor quantitativo. A atividade de água faz parte dos fatores que afetam o desenvolvimento microbiano, este assunto já foi discutido no capítulo sobre microbiologia dos alimentos.

Todos os microrganismos têm seu desenvolvimento condicionado à existência de água disponível expressa em atividade de água. Assim, as atividades mínimas de água para o desenvolvimento de vários tipos de microrganismos são: bactérias 0,90, leveduras 0,80, bolores 0,60, bactérias halófilas 0,65, leveduras osmófilas 0,62.

Além da grande quantidade de água incluída na composição centesimal e dos

diferentes teores de umidade, os alimentos apresentam ainda atividades de água bastante variáveis. A título de ilustração citaremos alguns exemplos: goiabadas e geleias 0,70 - 0,80, frutas secas 0,60 - 0,75, balas e caramelos 0,60 - 0,65, macarrão 0,50, queijo semicurado 0,90 - 0,95, suco de laranja 65°Brix 0,80, mel 0,60 e leite em pó 0,20 (CAMARGO, 1989).

A secagem pode ser natural, pela exposição do material a ser desidratado ao sol ou artificial, pela utilização de calor ou outros meios capazes de retirar a umidade. O sistema a ser utilizado vai depender de diversos fatores, entre os quais podemos salientar as condições climáticas da região, a natureza da matéria-prima, as exigências do mercado, custos de produção e mão-de-obra especializada.

Para a secagem natural as condições climáticas são os principais fatores que determinam a escolha do sistema de secagem a ser utilizado. O clima deve ser seco, com grau higrométrico baixo, pouca precipitação pluviométrica, grande quantidade de horas de sol efetivas, boa evaporação, com regime de ventos favoráveis e temperatura relativamente alta. Em condições contrárias, deve-se recorrer à desidratação artificial ou, pelo menos, a uma forma mista de desidratação.

O custo de produção é um dos fatores de maior relevância a ser considerado na escolha do método de desidratação. A secagem natural, utilizando-se das condições do meio ambiente, tem custos inferiores ao da desidratação artificial. Na desidratação artificial, pelo fato de as condições poderem ser controladas, teremos também o controle das condições sanitárias do produto, enquanto que, a céu aberto, a poeira, os insetos, os pássaros e os roedores poderão transformar-se em um grande problema.

7.2. MÉTODOS DE SECAGEM

7.2.1. Secagem natural

Empregada como método de preservação dos alimentos, a secagem é um dos processos mais empregados pelo homem e vem sendo utilizada desde os tempos pré-históricos. É um processo copiado da natureza e aperfeiçoado com o passar dos tempos. Os cereais e as leguminosas são conservados pelo processo de secagem natural. Sua conservação é muito eficiente e raramente necessita da intervenção humana. É recomendável em regiões de clima seco, com boa irradiação solar, na época em que a secagem é realizada.

Quando realizada pela exposição sob a luz solar, denominada como secagem natural, produz um material bastante concentrado e de boa qualidade, porém para grandes quantidades de alimentos, este tratamento não é recomendado, uma vez que depende de fatores detentores de variados graus de dificuldade para serem controlados a contento. Além das dificuldades de controle, podem ser também imprevisíveis, como os fatores relacionados com o clima, dentre eles a chuva, ventos fortes, tempestades de areia, etc. Os maiores problemas com animais ocorrem principalmente pela presença de insetos e roedores.

A secagem natural era inicialmente aplicada apenas às frutas com porcentagens elevadas de açúcar que, quando colhidas, poderiam secar rapidamente, sem prejuízos acentuados, ocasionados pelos fungos e pela fermentação. Embora novas variedades tenham sido selecionadas para este fim, a secagem natural já não é praticada com tanta intensidade como até alguns anos passados. Isto se deve ao fato de que na atualidade pode-se obter produtos iguais (frutas translúcidas, uniformidade de cor,

etc.) e até de melhor qualidade do que os obtidos por secagem natural, fazendo-se um branqueamento adequado antes da desidratação artificial.

Este tipo de secagem é um processo que só pode ser empregado, com o sucesso desejado, em regiões de clima quente, seco e livre de chuvas, durante o período da colheita, caso contrário poderá haver perda total da matéria-prima submetida a esse processo.

Do ponto de vista econômico, o processo de secagem natural é menos oneroso, no que diz respeito aos gastos com energia, como também por causa de sua simplicidade. Porém, há necessidade de grandes áreas e controle de insetos e roedores. É um processo relativamente lento, podendo demorar até 10 dias. Pode ser aplicada em diversos alimentos como grãos, frutas, carnes, peixes, café, cacau, condimentos e especiarias.

O local reservado para a secagem dos alimentos deve ser cercado com o objetivo de evitar a presença de animais, como também deve situar-se distante das vias de acesso, principalmente por causa dos problemas da contaminação ambiental, provocada pela presença do homem.

O processo de secagem das frutas consiste em se colocar a matéria-prima em tabuleiros ou bandejas que em seguida serão levadas ao sol, devendo ser revolidas de vez em quando. Muitas frutas devem ser previamente tratadas com dióxido de enxofre, com o objetivo de inativar enzimas e, conseqüentemente, prevenir escurecimentos indesejáveis (CAMARGO, 1989).

Nesse processo os melhores resultados podem ser alcançado dividindo-se o tratamento em duas etapas: a primeira fase é iniciada ao sol e continuada até que o produto tenha perdido de 50 a 70% de

umidade, a segunda etapa deve ser realizada à sombra, para que o material não fique ressecado e não perca o sabor e o aroma naturais. Com a secagem total ao sol, frequentemente os frutos ficam escuros e tornam-se coriáceos (GAVA, 1998).

A formação de uma camada externa coriácea na matéria-prima poderá ocorrer quando a temperatura do ar é alta e sua umidade relativa é baixa. Desta maneira, a velocidade de evaporação da umidade que se encontra na superfície externa é maior do que a difusão do líquido do seu interior, formando-se uma camada endurecida que depreciará bastante o produto final. Este problema é mais acentuado nos produtos submetidos à desidratação artificial. Na ocorrência de falhas no processo, a desidratação não é uniforme, a umidade final do interior do produto é alta, prejudicando sua qualidade, principalmente a estabilidade microbiológica.

Quando realizada à sombra, a secagem é mais eficiente quando se utiliza ventiladores para melhorar a movimentação do ar, aspiradores em ambientes fechados também aumentam bastante a eficiência do processo. O ar de secagem deve passar por um dispositivo contendo alguma substância desidratante, como por exemplo, cloreto de cálcio ou ácido sulfúrico concentrado, com a finalidade de reter parte da umidade do ar.

Os locais de secagem devem ser providos de pisos de cimento, pedra, pedregulho ou de qualquer material capaz de irradiar calor dotados de suportes para os tabuleiros, que devem ser dispostos de modo que possam receber uma boa irradiação e permitam a fácil circulação do ar quente. Os tabuleiros são colocados uns sobre os outros, com espaço suficiente para a ventilação e com a possibilidade de se

colocar, na parte superior, um abrigo de vidro ou de tela contra insetos, chuva, poeira, etc., os tabuleiros não devem ser muito grandes a ponto de dificultar os trabalhos (GAVA, 1998).

O tempo necessário para a secagem depende das propriedades físico-químicas da matéria-prima, principalmente de seu maior ou menor teor de água, como também do tamanho e da geometria do produto. A irradiação solar também é um fator determinante do tempo de secagem natural.

Tanto os produtos de origem animal como os de origem vegetal podem ser conservados pela secagem ao sol. Entre os produtos de origem animal os mais comuns são a carne de sol, o charque e os peixes salgados secos. Os alimentos de origem vegetal mais comuns são as frutas como uva, ameixa, figo, tâmara, damasco, pêsego, pêra, etc., cereais, leguminosas, condimentos e especiarias, de maneira geral.

7.2.2. DESIDRATAÇÃO OU SECAGEM ARTIFICIAL

A desidratação é a secagem pelo calor produzido artificialmente em condições de temperatura, umidade e corrente de ar cuidadosamente controladas. O uso do calor do fogo para secar os alimentos é de conhecimento bem antigo, porém, a câmara de desidratação por ar quente é mais recente, só veio a ser reconhecido no final do século XVIII.

A maioria dos métodos de secagem artificial envolve a passagem de ar aquecido, com umidade relativa controlada sobre o alimento a ser desidratado, que pode estar parado ou em movimento. As vantagens deste processo sobre o que foi descrito anteriormente é a rapidez, o controle das condições de desidratação e a redução

da área de secagem necessária. Em contrapartida são exigidos um capital maior e mão de obra especializada.

No caso da desidratação pela circulação de ar quente, bem como a temperatura, a umidade, a velocidade do ar são controladas, podendo variar de acordo com o produto e o grau de secagem desejado. Na desidratação, a transmissão de calor necessário para a evaporação da água também pode ser direta, por contato, ao invés da condução do calor pelo ar. Os produtos alimentícios podem ser secos com ar, vapor super aquecido, a vácuo, por um gás inerte ou pela aplicação direta do calor.

Em função de sua maior disponibilidade, o ar é o meio mais utilizado na secagem de alimentos e o seu controle, no aquecimento do alimento também não apresenta maiores dificuldades. Não há necessidade de nenhum sistema de recuperação da umidade, como se observa na utilização de outros gases.

O ar conduz o calor aos alimentos, provocando a evaporação da água, sendo utilizado também como veículo no transporte do vapor úmido liberado. O volume de ar necessário para evaporar uma determinada massa de água depende da temperatura que está sendo utilizada. A velocidade do ar varia de acordo com o desidratador e pode variar de 90 a 300 metros por minuto. A velocidade de evaporação da água depende da temperatura, da umidade e da velocidade do ar, além da área superficial e da porosidade do alimento.

7.3. TIPOS DE SECADORES

Existem hoje muitos tipos de secadores que podem ser utilizados na desidratação de alimentos, porém a escolha de um

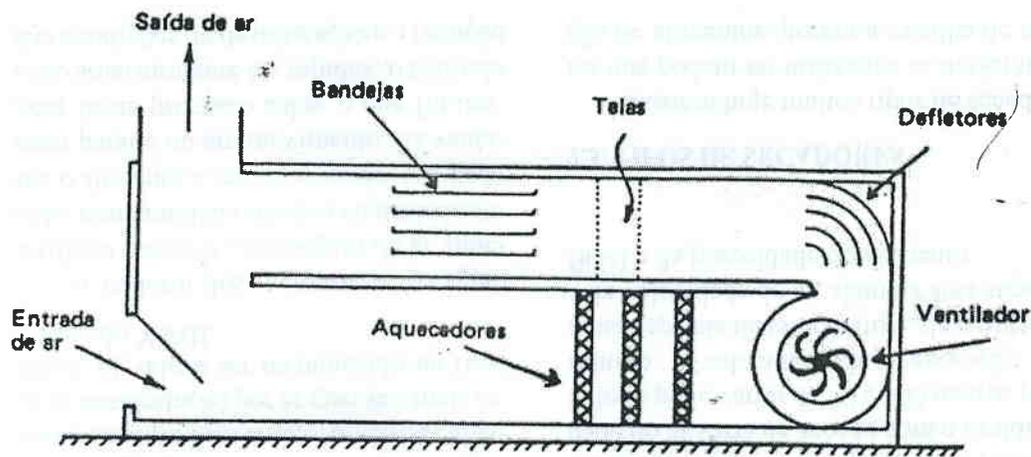


FIGURA 7.1. Secador de cabine ou armário (POTTER & HOTCHKISS, 1996).

determinado secador depende da natureza da matéria-prima, do produto final a ser obtido, dos aspectos econômicos e das condições de operação. De modo geral, os secadores podem ser divididos em duas categorias distintas. Os secadores adiabáticos e os secadores por contato.

Os secadores adiabáticos são aqueles que fornecem o calor por meio de ar quente. Neste grupo podem ser incluídos os secadores de cabine, secadores de túnel, atomizador, leiteo fluidizado e os fornos secadores.

Nos secadores por contato, a transferência de calor por superfície sólida é realizada em equipamentos como o secador de tambor, que pode também operar a vácuo. A liofilização é um sistema de secagem especial, com congelamento e sob vácuo.

7.3.1. SECADORES ADIABÁTICOS

São aqueles que se utilizam do ar para fazer a transferência de calor necessária. O ar em contato com o alimento libera calor, ao mesmo tempo em que conduz, para fora da câmara, o vapor de água que se forma.

7.3.1.1. Secadores de cabine ou armário

Esses secadores são construídos em forma de câmara para receber o material a ser submetido à desidratação (Figura 7.1). Nos grandes secadores, as bandejas são colocadas sobre vagonetes, o que facilita o manejo. O ar impulsionado por ventiladores passa por um sistema de aquecimento e, posteriormente, entra na câmara, passando pelo alimento que está sendo desidratado. Após o tempo necessário para a desidratação, o produto é retirado. Este é o tipo de secador mais simples, indicado para pequenas indústrias ou para se estabelecer parâmetros de secagem para novos produtos antes de serem produzidos em escala comercial.

7.3.1.2. Secadores de túnel

São construídos em forma de túnel, têm comprimento variado, no seu interior trafegam vagonetes com bandejas contendo o material a ser desidratado. As velocidades do ar e dos vagonetes, como também a temperatura do ar, são calculadas

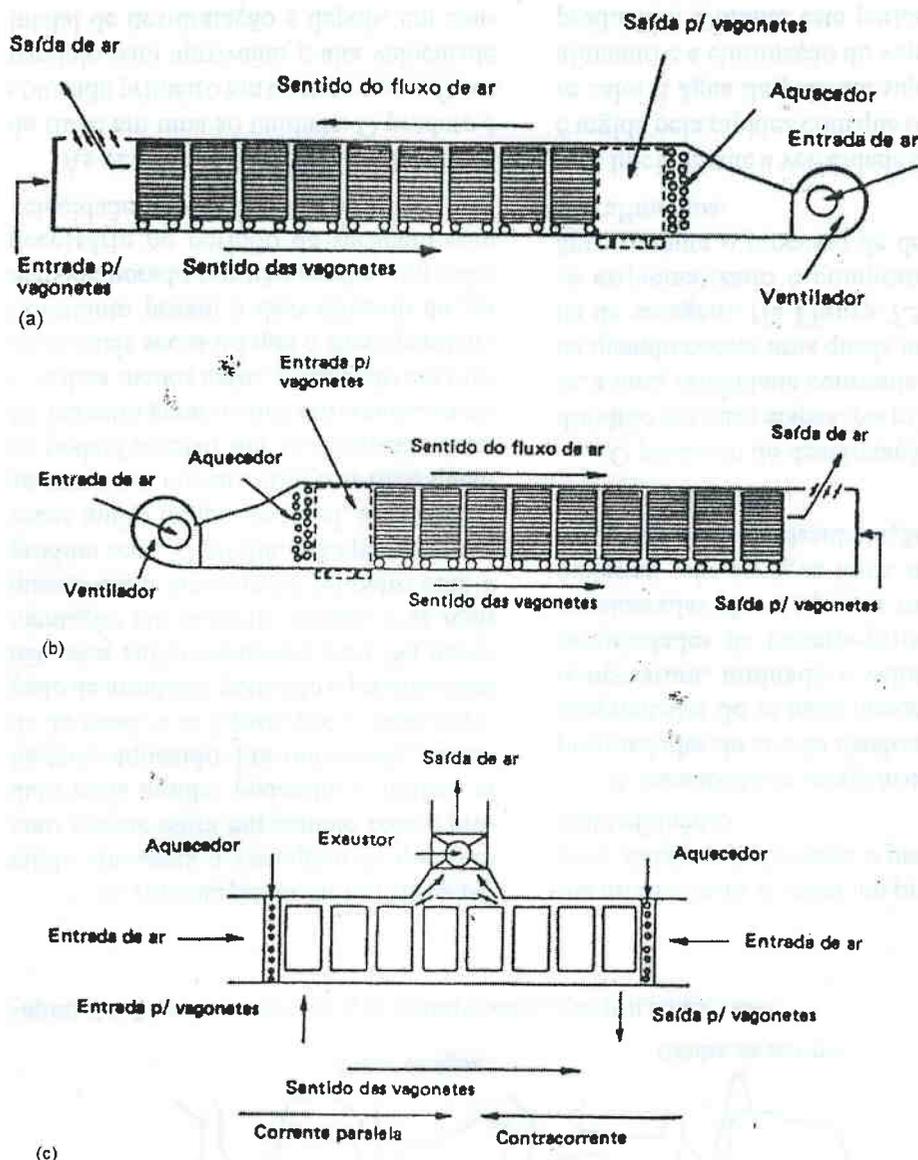


FIGURA 7.2. SECADORES DE TÚNEL (a) Fluxo em contracorrente; (b) Fluxo paralelo; (c) Fluxo conjugado (POTTER, 1980 & HOTCHKISS, 1996).

de modo a permitir que no final do trajeto o alimento esteja desidratado.

Este tipo de secador é bastante utilizado na desidratação de frutas e hortaliças. Seu comprimento varia de 10 a 15 metros, são equipados com correias trans-

portadoras ou vagonetes com bandejas que conduzem a matéria-prima para ser desidratada. A corrente de ar utilizada pode ser natural ou forçada e o fluxo pode ser paralelo oposto ou combinado como mostra a Figura 7.2.

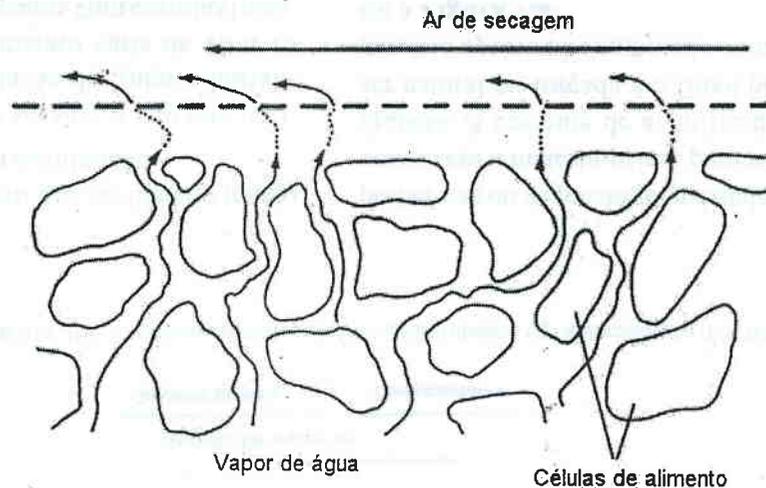


FIGURA 7.3. Trajetória do vapor de água durante a desidratação (FOLLOWS, 1994).

A movimentação do ar em fluxo paralelo apresenta a vantagem de que o ar mais quente entra em contato com o produto mais úmido, podendo-se utilizar ar bastante aquecido. Por outro lado, na saída do túnel, o ar é mais frio e mais carregado de umidade, podendo o produto final não estar suficientemente seco. Na movimentação em corrente oposta, o ar mais quente entra em contato primeiro com o produto seco. O produto não pode permanecer muito tempo no túnel, isto porque, ao entrar em contato com o ar mais quente, poderá receber um sobreaquecimento. De maneira geral o túnel em contracorrente utiliza menos calor, resultando em produtos mais secos do que o fluxo paralelo. Entretanto possui a desvantagem de ser mais demorado por não receber um calor necessário no período de secagem com velocidade constante (GAVA, 1998).

Às vezes, combinam-se, os dois tipos de fluxo em uma só unidade. O produto é colocado primeiro em contato com o fluxo paralelo para aproveitar a alta velocidade inicial de desidratação e depois, em con-

tracorrente, para se obter um produto mais seco. Esta condição torna o processo bastante eficiente.

A velocidade de secagem depende das propriedades do ar e da matéria-prima. As propriedades do ar mais importantes são: temperatura, umidade e velocidade. As propriedades da matéria-prima a serem consideradas são: o tipo e a variedade do material, teor de água livre, tratamentos recebidos antes da desidratação, tamanho e porosidade.

O processo de desidratação pode ser dividido em duas etapas. Na primeira parte, a uma velocidade constante e a segunda quando ocorre uma queda na velocidade de secagem. Na Figura 7.3 encontra-se esquematizado o comportamento da água durante o processo de desidratação dos alimentos.

Inicialmente a velocidade de secagem é regida pela rapidez com que o ar transfere calor à água da película superficial do alimento e a eliminação do vapor de água produzido. Durante este período, a água

migra para a superfície do alimento na mesma velocidade de sua evaporação. No decorrer do processo de secagem alcança-se um ponto, no qual a água não consegue difundir-se para a superfície na mesma velocidade que é evaporada, deste ponto em diante a secagem é controlada pela velocidade de difusão da umidade. À medida que o teor de umidade diminui, reduzem-se também a velocidade de difusão e consequentemente a velocidade de secagem.

7.3.1.3. Secador por aspersão ou atomizador

Esse tipo de secador é utilizado na desidratação de alimentos líquidos como leite ou café solúvel ou alimentos pastosos, consiste basicamente de uma câmara, geralmente cônica, de diâmetro e altura devidamente calculados, na qual o fluido a ser desidratado é introduzido por aspersão sob pressão, resultando em microgotículas que recebem uma corrente de ar aquecido em direção contrária ou na mesma

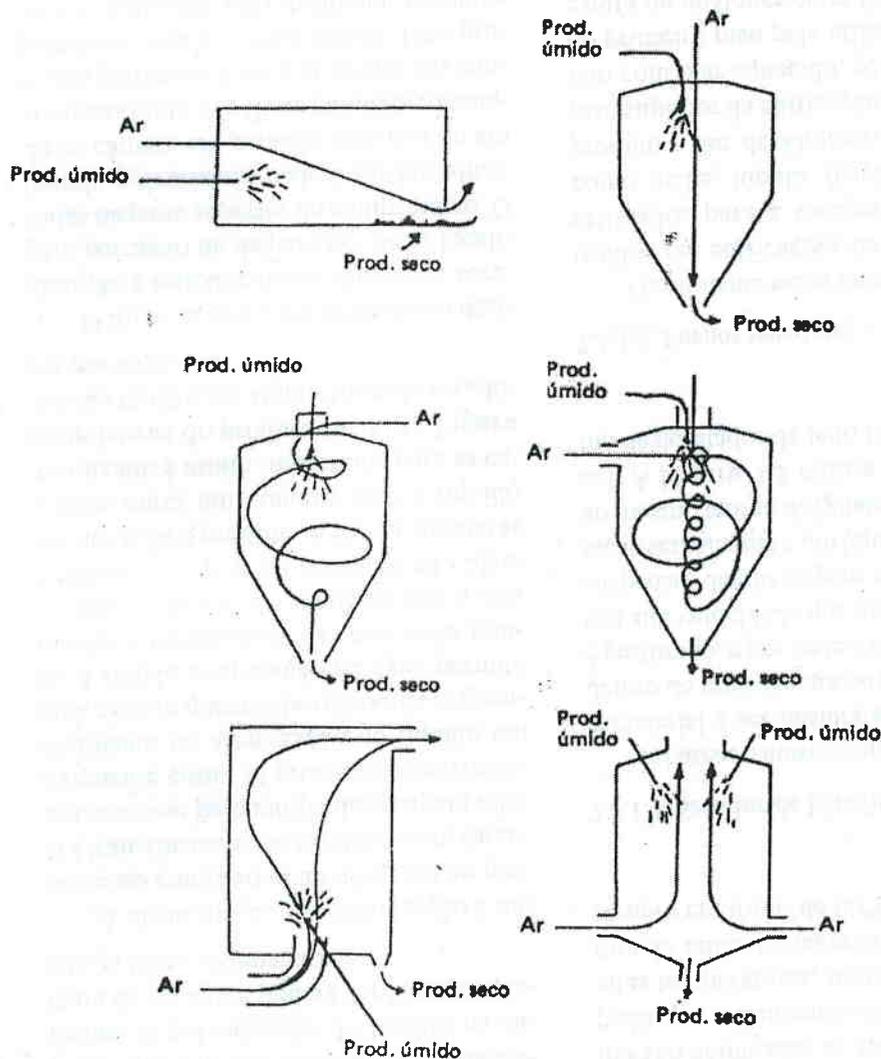


FIGURA 7.4. Alguns tipos de secadores por aspersão (POTTER & HOTCHKISS, 1996)

direção, secando-se quase que instantaneamente. A pulverização do líquido na câmara de secagem poderá ser feita por discos ou bicos atomizadores.

A desidratação por atomização é um processo contínuo onde o líquido ou pasta é transformado em produto seco, caracterizando-se pelo tempo de secagem relativamente curto. O processo consiste basicamente na atomização do líquido em uma câmara que recebe o fluxo de ar quente. A rápida evaporação da água permite manter a temperatura das partículas relativamente baixa, de maneira que a alta temperatura do ar de secagem não afete em demasia o produto. A forma como o ar quente entra em contato com o líquido atomizado é muito importante para as características do produto final. Na **Figura 7.4** são mostrados alguns tipos de secadores por aspersão.

O fluxo de ar quente utilizado na desidratação é introduzido na câmara de secagem por meio de dispersores de ar localizados na parte superior do equipamento. O líquido pulverizado poderá ser introduzido na câmara em paralelo com o ar ou em contracorrente. No fluxo paralelo, o contato das partículas com o ar ocorre em temperaturas cada vez mais baixas. Este processo é utilizado para desidratar produtos sensíveis ao calor. Nos processos que utilizam o fluxo em contracorrente, o líquido é pulverizado numa posição oposta à entrada do ar quente, desta forma, a partícula seca entra em contato com o ar mais frio. Este sistema é muito eficiente e pode ser utilizado para a desidratação de produtos muito mais sensíveis às altas temperaturas.

O ar utilizado para a atomização de alimentos encontra-se sob temperaturas que variam de 180 a 230°C, porém, a construção da câmara e as condições de traba-

lho são delineadas de forma capaz de impedir que o alimento sofra a influência de altas temperaturas, neste caso a temperatura de saída do material seco encontra-se sempre em torno de 60°C.

7.3.1.4. Secador de leite fluidizado

É baseado num sistema contínuo, onde o material a ser desidratado é introduzido dentro de uma câmara ou túnel, cujo fundo é perfurado, e por onde é insuflado ar quente a alta velocidade que mantém o alimento suspenso, dando origem a uma movimentação semelhante a um líquido em ebulição, ao mesmo tempo dirigindo-o à saída do túnel. A **Figura 7.5** mostra um esquema de um desidratador de leite fluidizado.

7.3.1.5. Fornos secadores

Geralmente esses secadores são construídos em edificações de dois pisos, são utilizados para a secagem de materiais como malte, lúpulo, maçã, batata etc. O produto a ser desidratado é colocado no piso superior da edificação, que entra contato com o ar aquecido, pelo calor gerado no primeiro piso pela utilização de forno, estufa ou qualquer outra fonte de calor. O ar quente passa pelo produto por movimentação natural ou forçada, por meio de ventilador. Para reduzir o tempo de secagem, o material deve ser constantemente agitado, ainda assim, o tempo de secagem continua relativamente longo.

7.3.2. SECADORES POR CONTATO

Neste caso o calor é transportado por condução ao alimento através de uma superfície metálica, estática ou em movimento.

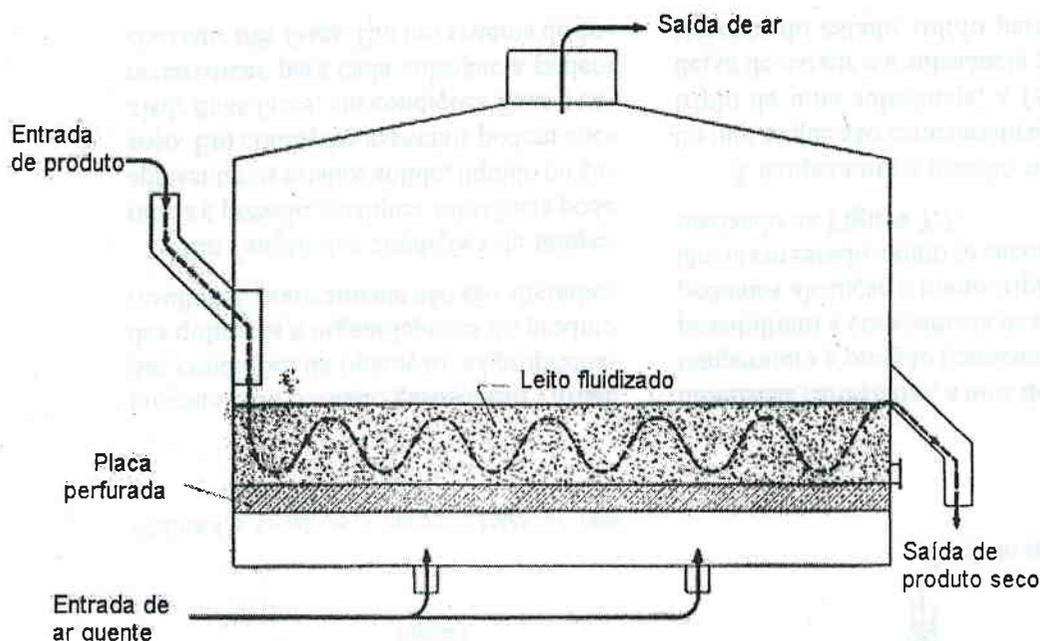


FIGURA 7.5. Secador de leito fluidizado (POTTER & HOTCHKISS, 1996).

7.3.2.1. Secador de tambor

Também conhecido como rolo secador, esses secadores contêm de um a dois tambores rotativos que variam de 0,5 a 1,5 metros de diâmetro e de 2,0 a 5,0 metros de comprimento. O aquecimento é feito no interior dos tambores pela utilização de vapor a alta pressão. Este sistema é utilizado na desidratação de produtos especiais, principalmente aqueles que detêm alto teor de amido. Foi utilizado durante muito tempo na fabricação de leite em pó.

O produto a ser desidratado é depositado na superfície externa do tambor em forma de película e o calor é transferido através dessa superfície, como pode ser visualizado na **Figura 7.6**. O sistema pode ser mantido sob pressão atmosférica ou sob pressão reduzida. Uma lâmina raspa o produto seco depositado nos cilindros que gi-

ram em baixa rotação. Posteriormente, a película seca é moída, resultando em um produto em forma de pó fino.

7.3.2.2. Desidratadores a vácuo

São equipamentos dotados de um sistema de aquecimento indireto, em que o calor é transmitido pela superfície sólida. Este tipo de desidratadores são de difícil manuseio e custos elevados e, portanto, de pouca utilização na indústria de alimentos. A liofilização é um sistema especial de desidratação a vácuo.

O processo de liofilização tem sido utilizado para desidratar produtos que apresentam alta sensibilidade ao calor. a operação é realizada em condições de pressão e temperatura, tais que a água previamente congelada, passe do estado sólido dire-

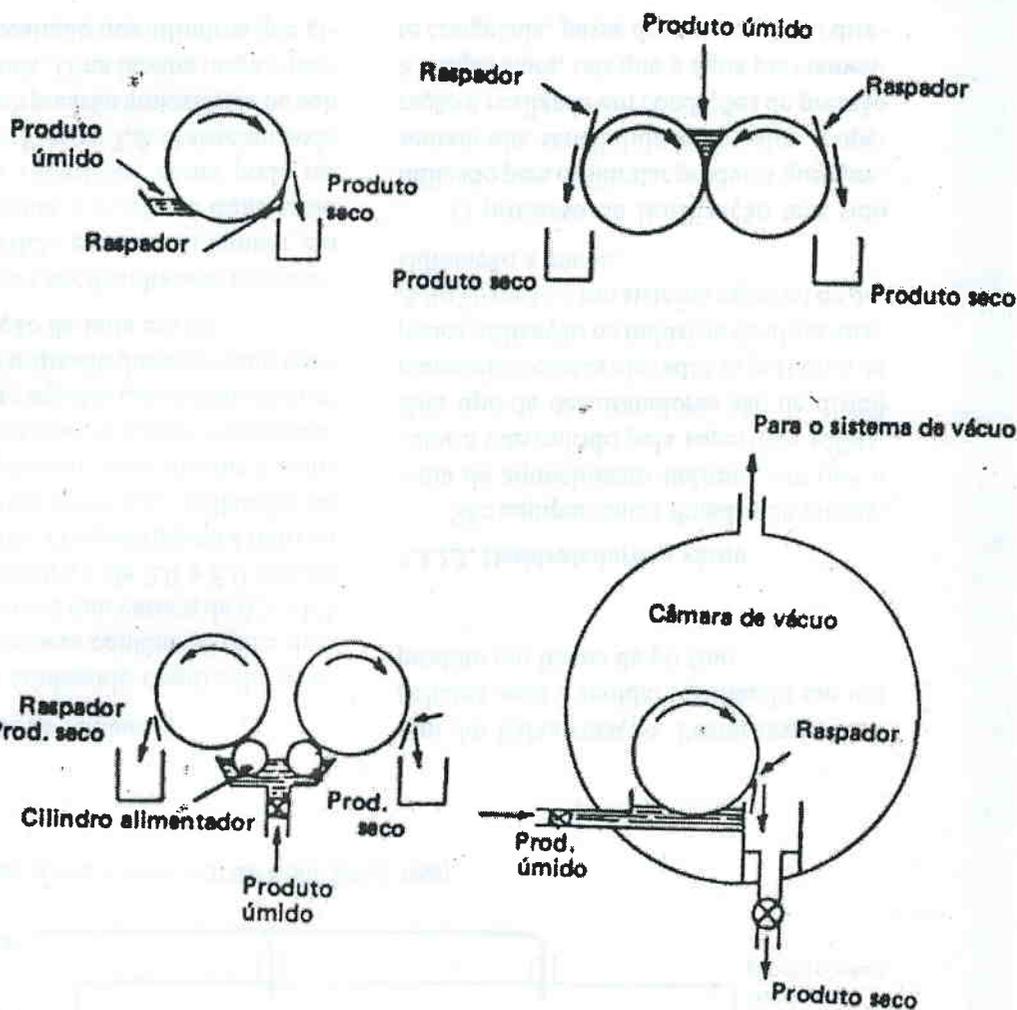


FIGURA 7.6. Secadores de tambor (CAMARGO, 1989).

tamente para o estado gasoso. Em virtude das condições de operação, as propriedades químicas e organolépticas do produto resultante, praticamente não são alteradas.

Em função das condições de temperatura e pressão, qualquer substância pode apresentar os estados sólido, líquido ou gasoso. Em condições especiais podem coexistir duas fases, em condições fixas e características para cada substância podem coexistir três fases. Em um sistema de co-

ordenadas cartesianas, a uma determinada temperatura e pressão (características que possibilitam a coexistência das três fases) podemos alcançar o ponto triplo da substância em estudo, como se encontra esquematizado na Figura 7.7.

A temperatura e pressão mais baixas do que as que são características do ponto triplo de uma substância, a fase líquida deixa de existir e a substância passa diretamente do estado sólido para o estado

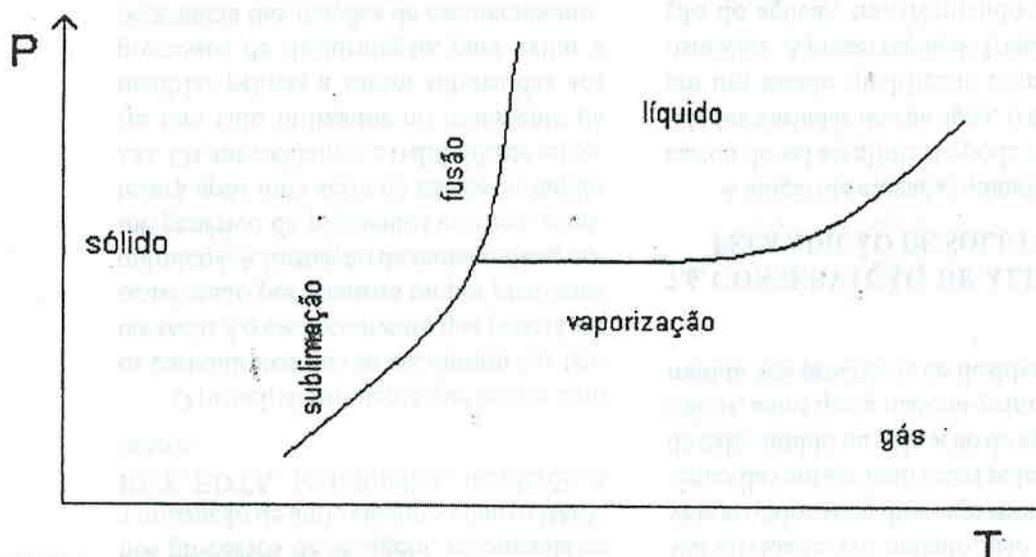


FIGURA 7.7. Ponto triplo das substâncias (GAVA, 1998).

gasoso e vice-versa, dependendo das condições em que se encontra. O ponto triplo da água é definido por uma temperatura de aproximadamente 0°C e pressão de 4,7 mm de mercúrio (Hg). Portanto, todo processo de liofilização deve ser feito à temperatura e pressão inferiores às da água.

Devido às baixas pressões, a câmara de liofilização e o condensador devem apresentar, preferivelmente, a forma esférica ou cilíndrica, com calotas esféricas. O tubo que une a câmara ao condensador deve possuir dimensões capazes de transportar o grande volume de vapor de água à baixa pressão que por ele deverá fluir. O sistema de aquecimento na câmara e o sistema de refrigeração do condensador devem ser de grande capacidade e de área suficiente para permitir ciclos relativamente curtos.

Os liofilizadores industriais podem ser descontínuos ou semicontínuos. Normalmente o alimento é congelado a -40°C e conduzido para a câmara de alto vácuo onde o aumento da temperatura irá accele-

rar a sublimação da água. Para que o teor de umidade permaneça baixo, os produtos liofilizados devem permanecer convenientemente embalados.

7.4. ALTERAÇÕES PROVOCADAS PELA DESIDRATAÇÃO

Durante as operações de desidratação, os alimentos podem sofrer várias alterações, tanto no seu valor nutritivo como em suas propriedades organolépticas. As propriedades mais afetadas são a cor, o aroma, o sabor e a textura. Algumas vezes essas alterações melhoram a qualidade dos produtos, mas quando a operação não é bem conduzida, essas modificações podem provocar mudanças indesejáveis a esses alimentos.

Nas operações de secagem, o alimento perde naturalmente parte do seu teor de água, com a conseqüente concentração dos nutrientes por unidade de peso, quando comparando com o produto fresco. Quando reconstituído ou reidratado, assemelha-se bastante ao produto natural, dificilmente

te ch
terio
const
A pr
derá
dos c
proce
maze
vina
o áci
afeta
mina
tratar
afeta
mina
tante

teína:
que c
ção p
afeta
to qu
temp
tibilic
mesm
prese
gativ
nos p
a utili
BHT,
outro

(
os car
tas se
ocasi
quími
me ge
tecerá
xas. C
fre tê
matér
proce
ocorré

te chegando a igualar-se às condições anteriores, em virtude da perda de alguns constituintes, principalmente das vitaminas. A preservação do teor vitamínico dependerá dos cuidados que deverão ser tomados durante as operações de secagem, do processo utilizado e das condições de armazenamento do produto seco. A riboflavina é ligeiramente sensível, enquanto que, o ácido ascórbico e o caroteno são bastante afetados pelos processos de oxidação. A tiamina é sensível ao calor e destruída pelos tratamentos com enxofre. A secagem ao sol afeta bastante o teor de caroteno e de vitamina C. Entretanto, a liofilização retém bastante a vitamina C e outros nutrientes.

A perda do valor biológico das proteínas depende dos métodos de secagem a que o alimento foi submetido. A exposição prolongada a altas temperaturas pode afetar negativamente as proteínas, enquanto que os tratamentos realizados a baixas temperaturas podem aumentar a sua digestibilidade, quando comparadas com esse mesmo produto antes da desidratação. Para preservar as gorduras contra os efeitos negativos das altas temperaturas, utilizadas nos processos de secagem, recomenda-se a utilização de antioxidantes como o BHA, BHT, EDTA, fosfolipídios, tocoferóis e outros.

O principal problema que ocorre com os carboidratos que se encontram nas frutas secas é o escurecimento que poderá ser ocasionado por enzimas ou por processos químicos. A formação da melanoidina, nome genérico de pigmentos escuros, acontecerá após uma série de reações complexas. Os antioxidantes e o dióxido de enxofre têm sido utilizados no tratamento de matérias-primas a serem submetidas aos processos de desidratação, para evitar a ocorrência das reações de escurecimento.

7.5. INFLUÊNCIA DA DESIDRATAÇÃO SOBRE MICRORGANISMOS E ENZIMAS

A remoção de água é um dos métodos mais eficientes utilizados no controle do crescimento de microrganismos, visto que este constituinte é imprescindível para as atividades metabólicas de todas as formas de vida, inclusive as mais simplificadas, como os seres unicelulares.

Alguns bolores podem-se desenvolver em substratos com baixo teor de umidade, em torno de 12%. As bactérias e as leveduras necessitam de níveis mais elevados, algo superior a 30%. As frutas, depois de secas, apresentam teores de umidade que podem variar de 15 a 25% e, portanto, poderão permitir o crescimento de alguns microrganismos. Porém, produtos com atividade de água inferior a 0,60 podem ser conservados por longos períodos, sem apresentar sinais de crescimento de microrganismos.

A maioria das enzimas são sensíveis aos tratamentos com calor úmido, especialmente em temperaturas superiores às de sua atividade. No entanto, não são sensíveis ao calor seco. Por esse motivo, as enzimas devem ser inativadas pela utilização de calor úmido ou pela ação de agentes químicos, antes que a matéria-prima seja submetida aos processos de desidratação.

7.6. CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS PELA ADIÇÃO DE SOLUTOS

A adição de elevadas quantidades açúcar ou de sal ao alimento pode reter quantidades variadas de sua água, o que resulta em um estado qualificado como pressão osmótica. A preservação de frutas pela adição de açúcar, transformando-as em ge-

léias, doces em massa e outros produtos similares ocorre pela elevada concentração de açúcar. Estes produtos contêm em média de 25 a 33% de umidade, mas podem ser conservados sem maiores problemas. O sal também é bastante eficaz na elevação da pressão osmótica, é utilizado com muita frequência na preservação de carnes e peixes.

A pressão osmótica também pode ser aumentada quando se concentra um alimento, pela evaporação parcial da água que ele contém. Muitas vezes, esta concentração é realizada com o objetivo de reduzir o peso e o volume de alguns alimentos, o que facilita o seu manuseio e transporte. Muitos alimentos concentrados ainda têm uma atividade de água bastante elevada, podendo ainda permitir o crescimento de alguns microrganismos, principalmente quando estes alimentos apresentam valores de pH favoráveis ao seu desenvolvimento. Nestes casos, há a necessidade de

se utilizar outros métodos complementares para a conservação do produto, como por exemplo, o auxílio da refrigeração ou de embalagens hermeticamente fechadas.

Os tipos de concentradores mais comuns são os evaporadores à pressão atmosférica e os concentradores a vácuo. No primeiro caso, são utilizados tachos, geralmente de fundo cônico, com parede dupla, formando uma câmara onde será introduzido o vapor. Durante o aquecimento do produto a ser concentrado, o vapor perde calor latente de vaporização para o produto, transforma-se em líquido que é drenado pelo fundo do tacho. Nos concentradores a vácuo, o tacho com uma geometria semelhante é fechado hermeticamente, o vapor formado será retirado do equipamento por uma bomba de vácuo. Este tipo de equipamento é utilizado, principalmente para concentrar alimentos sensíveis às altas temperaturas, com o objetivo de preservar suas qualidades nutricionais e organolépticas.

8.1. INTR

Ente
so de apli
mentícios
completa
mente sel
ser defini
tos que ap
submetido
aroma e
maior vid
parcial.

O pr
pregado a
var os ali
de uma te
produtos
noléptica
dáveis. N
junto com
fermenta
nes, o con
vocam a
ressecada
quiere se
produtos
água e a
conferem
químicas
a atividade
protetora
que se pr
principal
coagulaçã
defumaçã