

Comparison of cherry drying processes.

Estudo comparativo de processos de secagem da cereja

J. Nunes - jnunes@ipcb.pt

Instituto Politécnico de Castelo Branco

P.D. Silva - dinho@ubi.pt

Universidade da Beira Interior, Departamento de Engenharia Eletromecânica, Rua

L.P. Andrade - luispa@ipcb.pt

Instituto Politécnico de Castelo Branco

L.Pires - pires@ubi.pt

Universidade da Beira Interior, Departamento de Engenharia Eletromecânica

R. Tomé - tome.rute89@gmail.com

Instituto Politécnico de Castelo Branco

P.D. Gaspar - gaspar@ubi.pt

Universidade da Beira Interior, Departamento de Engenharia Eletromecânica

Abstract

Fresh cherry is a product greatly appreciated by consumers due to its excellent organoleptic and nutritional characteristics. This product is highly perishable and has a very short seasonal productive period. Some amount of fruit loses its commercial value when it exceeds its ripeness. One way to enhance this product and producers' incomes is to carry out its dehydration to obtain raisins cherry, with advantages of stability, nutritional value and marketing. Among the various methods currently possible to perform the drying is desirable to use those who get great dehydrated products and low operating costs, notably energy. In the present study we have performed a comparative evaluation of cherry drying processes in the Beira Interior region using the lyophilization method, hot air drying and sun drying. Despite some limitations, solar dryer performed well to obtain cherry raisins with great aw characteristics, color, taste, visual appearance, for drying cherries with pretreatments and does not involve the energy costs and may be preferred in relation to the other two methods. The other processes had the great disadvantage of the high energy consumption.

Resumo

A cereja fresca é um produto muito apreciado pelos consumidores devido às suas ótimas características organolépticas e nutricionais. Este produto é muito perecível e tem um período produtivo sazonal muito curto. Alguma quantidade de fruta perde o seu valor comercial quando ultrapassa o seu estado de maturação. Uma forma de valorizar este produto e o rendimento dos produtores é realizar a sua desidratação para obtenção de passas de cereja, com vantagens de estabilidade, valor nutricional e de comercialização. De entre os vários métodos atualmente possíveis para a realização da secagem é desejável a utilização daqueles que obtenham ótimos produtos desidratados e com baixos custos de funcionamento, nomeadamente com a energia. No presente estudo efetuámos a avaliação comparativa dos processos de secagem de cereja da Beira Interior por intermédio dos métodos da liofilização, secagem por ar quente e secagem solar. Apesar de algumas limitações o secador solar apresentou um bom desempenho para obtenção de passas de cereja com ótimas características de aw, cor, sabor, aspeto visual, para a secagem de cerejas com pré-tratamentos e não envolve custos com a energia, podendo ser preferido em relação aos outros dois métodos. Os restantes processos apresentaram como grande desvantagem o elevado consumo de energia.

Keywords

Cherry, dehydration, energy efficiency

Palavras-chave

Cereja, desidratação, eficiencia energética

Estudo comparativo de processos de secagem da cereja

1- Introdução

A cereja é um fruto da cerejeira, espécie *Prunus avium* L. da família das rosáceas com uma forte implantação em zonas climáticas temperadas. A produção mundial de cereja em 2012 foi de 2 256 519 ton. Os países com maiores produções são a Turquia (480 748 ton), USA (384 646 ton), Irão (200 000 ton) e Itália (104 766 ton) [1]. Em Portugal, a cereja é também um produto com enorme importância económica em algumas regiões, nomeadamente em Trás-os-Montes e na Beira Interior. Em 2014, a produção total de cereja foi de 10 577 ton, sendo a maior produção obtida na Região da Beira Interior, com 6 634 ton (62,7%) [2]. Nesta região, o fruto é proveniente de diversas variedades de cerejeira tradicionalmente cultivadas entre as Serras da Gardunha, Estrela e Malcata. É representada, essencialmente, pelas cerejeiras das variedades regionais "Saco da Cova da Beira", "Roxa", "Napoleão Pé Comprido", "Espanhola" e "B. Burlat", "Bing", "Van" e "Hedelfingen". A área geográfica de produção é aproximadamente de 1374 km², e localiza-se nos concelhos do Fundão, Covilhã e Belmonte. As características cumulativas dos solos, altitude, exposição solar e do clima, proporcionam a obtenção de cerejas de óptima qualidade. No entanto, a cereja fresca é muito perecível, tendo um tempo de vida útil muito curto, necessitando por isso dos processos clássicos de pré-arrefecimento e de conservação em câmaras de refrigeração, para a manutenção das suas características organolépticas e nutricionais no seu estado fresco. Mesmo nestas condições, ocorrem alterações físicas, químicas e biológicas que proporcionam a sua degradação em períodos curtos de tempo, não ultrapassando os dois meses, diminuindo o seu interesse comercial. Por outro lado, a sua comercialização em fresco é feita quando se apresenta em estado de maturação adequado, perdendo interesse para venda em estado avançado de maturação. Nestas condições, são deixadas por comercializar e deixadas nas cerejeiras muitas toneladas de cerejas maduras que poderiam ser aproveitadas para o fabrico de novos produtos. Uma alternativa para a valorização da cereja não comercializada é a realização da sua desidratação para obtenção da passa de cereja. Este produto pode ser obtido através do processo de secagem e comercializada todo o ano, ao contrário da cereja fresca que é um produto sazonal, comercializada entre os meses de Junho e Agosto. O processo de secagem é um excelente método para conservação dos alimentos perecíveis sendo já largamente utilizado na secagem de outras frutas, nomeadamente na desidratação de pedaços de maçã, pêra, pêsego e ameixas. Este processo tem como objectivo remover a água presente no produto, para diminuir ou inibir a actividade microbiana e enzimática que de outra forma iria produzir danos nos alimentos, que se consegue através da redução da actividade da água (aw) a um nível que aumente a sua estabilidade e que permita o armazenamento seguro durante um período prolongado [3]. Uma outra vantagem dos produtos desidratados são os seus requisitos de embalagem minimizados e menores custos de transporte, como resultado da redução de peso [4]. Vários métodos são atualmente usados na secagem de produtos alimentares e em particular nas frutas, dependendo do meio utilizado. De entre eles, destacam-se a secagem solar (tradicional ou com secadores solares), secagem a ar quente, a ar desumidificado, secagem por liofilização, por micro-ondas e por contacto directo. Estes equipamentos têm como objectivo promover a transferência de calor e massa no seio do produto de modo que não promovam apenas a diminuição do teor de água, com o consequente aumento da estabilidade do produto, mas também exerçam influência na sua textura, viscosidade, aroma, cor, gosto e sabor. Esta influência tem a ver com o modo como é retirada a água do produto e do tempo e velocidade de secagem. A secagem solar e a secagem por ar quente exercem uma maior influência nas características finais dos produtos,

devido ao longo tempo de secagem em temperaturas médias ou elevadas [5]. Atualmente, na indústria alimentar assiste-se a um forte interesse pelo fabrico de novos produtos e simultaneamente uma enorme preocupação com os custos com a energia, visto ser uma parcela relevante nas suas despesas de funcionamento. A utilização de métodos e processos que obtenham produtos com baixo custo de fabrico como é o caso da utilização da energia solar para a desidratação de produtos, comparativamente aos secadores convencionais que têm consumo elevado de energia elétrica é um motivo de forte interesse para a indústria. O objectivo do presente estudo é realizar a avaliação comparativa do desempenho da secagem de cereja através dos métodos da liofilização, secagem por ar quente e secagem solar, de cereja proveniente da Beira Interior, para obtenção de produtos desidratados, neste caso, a passa de cereja.

2- Materiais e métodos

2.1- Amostras

No presente trabalho utilizamos três tipos de amostras: cereja fresca (natural), cereja com branqueamento e cereja com branqueamento e uma solução de ósmose de frutose.

2.1.1- Cereja Natural

As cerejas frescas utilizadas neste estudo são da variedade “saco da Cova da Beira”, de pomares do Concelho do Fundão. Os frutos frescos foram adquiridos no mês de Junho, numa empresa de revenda de hortofrutícolas, sita na zona industrial de Castelo Branco. Na tabela 1 apresentamos as características das cerejas frescas obtidas no laboratório de Físico-química do Centro de Apoio Tecnológico Agroalimentar (CAATA).

Tabela 1- Características da cereja fresca da amostra

Características	Valores médios
Peso médio (g)	7,73
Calibre médio (mm)	17,2
Humidade relativa (%)	72,42
Atividade da água (aw)	0,986
°Brix	21,3
Cor L*	20,11
a*	20,07
b*	6,14
Textura (g)	190,7
Acidez total (m Eq/100g)	11,77

Para a amostra no estado natural utilizamos cerejas frescas, descaroçadas, sem qualquer pré-tratamento, com as características apresentadas na tabela 1. Nos ensaios realizados nos três processos de secagem utilizamos aproximadamente 2 kg de cerejas descaroçadas.

2.1.2- Cereja com branqueamento

A amostra de cerejas com branqueamento foi obtida através da realização de um pré - tratamento que consistiu na introdução das cerejas naturais descaroçadas com as características da tabela 1, numa tina de 2 litros água com uma quantidade de 20g de NaCl, aquecida até 90°C. As cerejas permaneceram naquela solução durante 60 segundos, sendo

depois retiradas e arrefecidas em água fria corrente. Para os três tipos de processos de secagem utilizou-se aproximadamente 2 kg de cerejas descaroadas.

2.1.3- Cerejas com branqueamento e solução osmótica de frutose

Esta amostra foi obtida com cerejas branqueadas de acordo com a metodologia descrita em 2.1.2, imersas numa solução osmótica de frutose com um °Brix aproximadamente de 40%, durante 14 horas. Também neste caso, utilizamos para os três tipos de processo de secagem uma quantidade aproximada de 2 kg de cerejas descaroadas.

2.2- Metodologia analítica das análises

2.2.1- Cor

A medição da cor foi obtida na epiderme da fruta, numa amostra de 12 unidades, através do colorímetro, da marca “konica Minolta”, efetuando a leitura em 2 pontos distintos e usando o sistema de cor $L^*a^*b^*$ (CIE), sistema de 3 eixos correspondentes às variações das funções vermelho-verde (+a,-a), amarelo-azul (+b,-b) e branco-negro (L). Para a determinação dos valores usamos 12 cerejas de cada amostra (natural, branqueamento e branqueamento + solução de osmose de frutose).

2.2.2- Atividade da água (aw)

Na determinação da actividade da água (aw) utilizamos um equipamento da marca “Rotronic”. Para obter esta grandeza colocou-se uma pequena amostra do fruto triturado para homogeneização numa caixa específica no equipamento.

2.2.3- Acidez total

A determinação da acidez total foi realizada no equipamento denominado Titulador de Acidez, de marca “Titro Matic”. Para cada uma das amostras, foi pesada e triturada uma quantidade de 3g de cerejas, sendo posteriormente acrescentado 20 ml de água destilada. Esta mistura foi colocada no equipamento pela ordem da respectiva identificação da amostra. Os resultados foram obtidos através de uma titulação de hidróxido de sódio a 0,1 mol, ajustando o pH automaticamente para 8,1.

2.2.4 - Textura

A textura foi determinada através de um texturometro da marca “Stable Micro Systems”. Este equipamento avalia a firmeza dos produtos através de uma força de compressão. A medida de compressão foi efectuada através de um êmbolo com uma sonda cilíndrica P1/1R de 1 polegada de diâmetro com velocidade de 0,7 cm/s e compressão de 0,5 cm. O resultado obtido para a cereja fresca corresponde ao valor médio de obtido em 24 cerejas.

2.2.5- Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

O valor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi obtido através de leitura directa de um refratómetro digital da marca “ATAGO”. Para a sua obtenção, colocamos o conteúdo de 12 cerejas trituradas de cada amostra em compressas, de forma a retirar umas gotas do sumo presente na amostra, sendo depois colocadas no refratómetro. O ensaio foi repetido 3 vezes em cada amostra.

2.3- Secadores e metodologias da secagem

2.3.1 - Liofilizador

O liofilizador é constituído por um sistema de refrigeração, composto pelo compressor, evaporador, condensador e válvula de expansão, uma câmara de vácuo, no seio do qual se localiza o evaporador do tipo serpentina helicoidal (para obtenção de temperaturas inferiores à temperatura do ponto triplo da água, aproximadamente -40°C) e uma bomba de vácuo para criar o vácuo no interior da câmara de desidratação dos produtos. O compressor e condensador encontram-se no interior de um módulo compacto na parte inferior da câmara de vácuo. O liofilizador é da marca LABCONCO Frezone 4,5 e as condições de trabalho, em termos de temperatura e pressão no interior da câmara de vácuo são iguais a -46°C e 0,120 mbar, respectivamente. O compressor do sistema de refrigeração é da marca Embraco aspera, modelo NE2134GK. Na figura 1 apresenta-se a imagem do liofilizador utilizado no presente estudo.



Figura 1- Liofilizador experimental de marca Labconco

Para a realização deste ensaio são necessárias duas operações: a congelação da cereja e em seguida a sua desidratação no liofilizador. A primeira consiste no congelamento rápido do alimento de modo a obter uma estrutura de pequenos cristais de gelo para assim reduzir os danos na sua estrutura. Para obter estas condições congelaram-se as cerejas num equipamento de ultra-congelação a muito baixa temperatura para garantir que toda a água presente no produto se encontre no estado sólido. O equipamento utilizado é um congelador de muito baixa temperatura de marca SANYO, modelo MDF-U41865, com uma capacidade de 382 litros. Este congelador possui um sistema de refrigeração com dois estágios de compressão, utilizando o fluido frigoriférico R407D e R508 nos estágios de alta e de baixa pressão, respetivamente, e possui uma potência eléctrica de 1100W. A temperatura de congelação atingida é de -86°C . O segundo processo consiste na eliminação da água das cerejas através do liofilizador. Neste último equipamento realiza-se a secagem mediante a passagem do gelo a vapor na câmara de vácuo, dando lugar a poros, e mantendo o formato original do alimento. Durante esta última operação o alimento também é levemente aquecido para retirar a água ligada, até se obter valor de humidade muito baixa (inferior a 2%), para que não ocorra o desenvolvimento de microrganismos. O procedimento de secagem da cereja no liofilizador consistiu inicialmente na pesagem de cuvetes com as amostras de cereja congeladas e de seguida foram colocadas em prateleiras no interior da câmara de vácuo do equipamento. No conjunto destas cuvetes existia uma de referência para avaliação da perda

de peso durante o processo, sendo esta retirada e reposta na câmara de vácuo após pesagem no intervalo de tempo de 2 em 2 horas. Das restantes cuvetes, fomos retirando cerejas para medição da sua humidade relativa, nos mesmos periodos de tempo. A secagem deu-se por concluída quando o peso da cuvete de referência se manteve inalterado e a humidade relativa das cerejas desumidificadas se encontrava compreendida no intervalo de 5 a 12 %. Este valor de humidade foi considerado como sendo aquele em que os produtos já apresentam estabilidade para conservação, como referenciado por Ratti [5].

2.3.2- Secador de ar quente

O secador de ar quente é um equipamento de secagem que foi construído individualmente por uma indústria do sector da tecnologia alimentar. As suas dimensões exteriores são iguais 1,8 m de comprimento, 0,7 m de largura e 1,18 m de altura. Possui uma câmara de secagem com um volume de 0,44 m³, onde se encontram 5 tabuleiros de aço inox, distanciados entre si de 10 cm. Possui no seu interior, um ventilador e uma resistência elétrica para movimentar e aquecer o ar na câmara de secagem, respetivamente. O ventilador é acionado por um motor elétrico de 550 W que se encontra instalado na superfície exterior do secador. O secador permite a variação da temperatura no interior da câmara através da variação da potência elétrica das resistências e a velocidade do ar através da variação da abertura e saída de ar. O controlo da temperatura no interior da câmara de secagem é efetuada através de uma sonda interna com termopar. A entrada e saída do ar estão no mesmo lado do secador, próximas uma da outra para haver reaproveitamento de energia térmica do ar. Na figura 2 apresenta-se a imagem do secador de ar.



Figura 2- Secador de ar quente

Para realizar a secagem da cereja no secador colocamos as amostras de cereja distribuídas nos tabuleiros, nos quais se colocou uma cuvete de referência para medição da diminuição do peso no período de 2 em 2 horas. Da mesma forma, no mesmo período de tempo, retiramos cerejas dos tabuleiros para medição da humidade relativa. Também neste caso, demos por concluída a secagem, quando o peso da cuvete de referência se manteve inalterado e a humidade relativa das cerejas desumidificadas se encontrava compreendida no intervalo de 5 a 12 %.

2.3.3- Secador solar

O secador solar é composto por uma câmara de secagem com um comprimento, largura e altura de 50, 50 e 70 cm, respetivamente e uma antecâmara de entrada de ar com 50, 50, e 20 cm de largura, comprimento e altura, respetivamente. Esta antecâmara, com uma inclinação aproximada de 30°, tem a sua superfície superior em vidro para deixar passar a

radiação solar e assim aquecer o ar. O ar exterior entra na antecâmara através de duas aberturas de 18 e 5 cm de largura e altura, respetivamente, e aquece por intermédio da radiação solar favorecendo-se a sua circulação por convecção natural no interior da câmara de secagem e saindo na parte superior da mesma em dois orifícios opostos com dimensões de 10 e 5 cm de largura e altura, respetivamente. A câmara de secagem possui 4 tabuleiros de rede distanciados entre si de 15 cm. O secador foi construído em madeira, no laboratório de Termodinâmica e Transmissão de Calor do Departamento de Engenharia Eletromecânica da Universidade da Beira Interior. Na figura 3 apresenta-se a imagem do secador solar.



Figura 3- Secador solar

O procedimento experimental para realizar a secagem das diferentes amostras de cereja é similar ao descrito anteriormente.

2.4- Equipamentos de medida

Para medição da temperatura ambiental e humidade relativa utilizamos um equipamento digital da marca Testo 435-2, com sonda multifunções, de temperatura e humidade relativa, com uma precisão de $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ e $\pm 2\%$, respetivamente. Foi ainda utilizada uma sonda para medição da velocidade do ar e 6 data-loggers da marca Lascar electronics, com uma precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

3. Análise e discussão de resultados

Na figura 4 apresenta-se graficamente as curvas de secagem (relação entre a humidade relativa e o tempo de secagem das amostras) do processo de secagem dos três tipos de amostras de cereja no liofilizador. Os resultados permitem-nos constatar que o tempo de secagem foi diferente para cada uma das amostras, sendo este de 32, 34 e 44 horas para as amostras de cerejas com branqueamento, branqueamento com solução de osmose de frutose e natural, respetivamente. Esta informação pode ser observada na figura 4. Ao mesmo tempo, verifica-se que a amostra de cereja natural apresenta um tempo de secagem muito superior aos restantes, tornando-se muito mais exigente do ponto de vista energético.

A perda percentual de massa das amostras de cereja natural, cereja com branqueamento e cereja com branqueamento com solução de osmose de frutose foi de 76%, 79,3% e 70%, respetivamente. Verifica-se que a maior perda de massa ocorreu na amostra de cereja com branqueamento e simultaneamente foi aquela que demorou menos tempo de secagem, o que significa que o processo de branqueamento tem um efeito mais benéfico no processo de secagem por ser o mais rápido.

Da análise das curvas de secagem representadas na figura 4, constatamos que a diminuição da humidade relativa ocorre de forma quase linear desde o início das medições (10 horas de ensaio) até às 30 horas e depois varia muito menos acentuadamente até ao final do ensaio, para as amostras de cereja com branqueamento e de cerejas com branqueamento e solução de osmose de frutose. Este fenómeno não se regista da mesma forma na secagem da amostra de cereja natural, pois ocorre uma ligeira alteração no comportamento da curva de secagem entre as 26 e 30 horas de ensaio, podendo esta ser justificada pelas características físicas e químicas da cereja, por esta não ter sofrido qualquer pré-tratamento, ou então por algum efeito externo durante o decurso do ensaio. Em ambos os casos a tendência da curva de secagem é para a diminuição da taxa de redução da humidade relativa até ao final do ensaio.

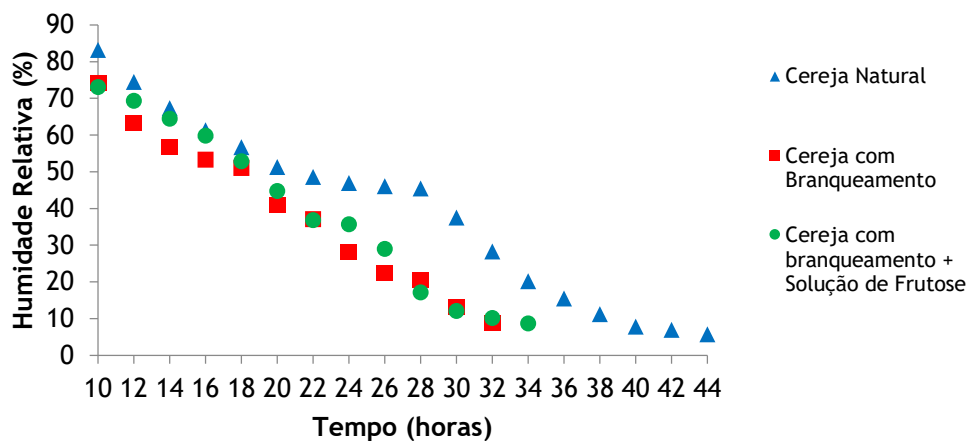


Figura 4- Curvas de secagem das amostras de cereja no liofilizador

As curvas de secagem dos três tipos de amostras de cerejas do secador por ar quente apresentam-se na figura 5.

O tempo de secagem das três amostras de cerejas neste secador foi idêntico ao registado na secagem por liofilização. Neste processo, foi também a amostra de cereja natural que apresentou o maior tempo de secagem, neste caso, 42 horas. Estes resultados permitem-nos constatar que estes dois tipos de secadores apresentam tempos de secagem similares para este tipo de amostras de cereja.

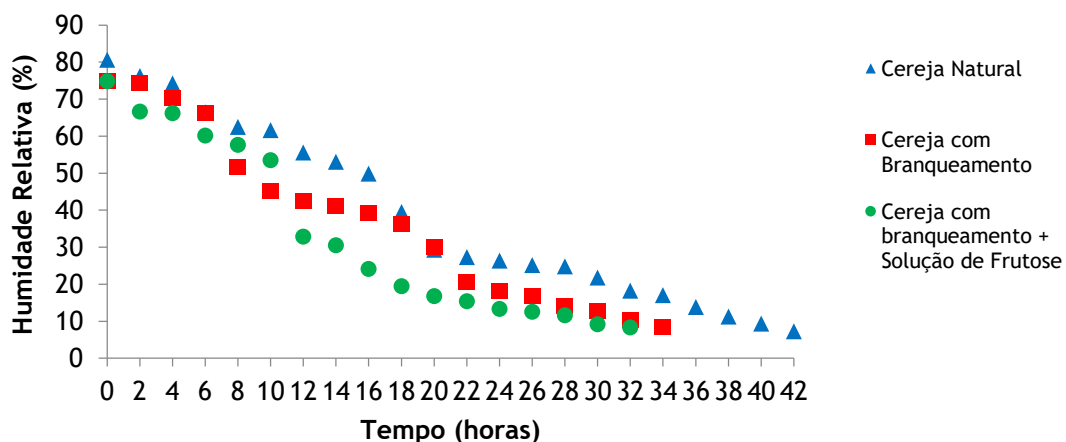


Figura 5- Curvas de secagem das amostras de cereja no secador de ar quente

Da análise da figura, observa-se que tendencialmente a diminuição da humidade relativa é mais intensa para as três amostras no decorrer das primeiras 22 horas. A partir deste momento a diminuição da humidade ocorre de forma mais lenta até chegar ao final do ensaio. Os resultados de perda de massa para os três tipos de amostra durante a secagem no secador de ar quente foi de 77,8%, 76,8% e 71,1% para a cereja natural, cereja com branqueamento e cereja com branqueamento com solução de osmose de frutose, respetivamente. O valor inferior registado para a amostra de cereja com branqueamento e solução de osmose é justificado com a perda de massa da cereja por secagem osmótica durante o pré-tratamento. Relativamente aos resultados da secagem em secador solar (ver figura 6), verificou-se que esta apresenta um comportamento distinto dos processos de secagem anteriores. Neste secador, a secagem das amostras de cereja no seu interior decorreu durante o dia, quando este foi colocado à exposição solar, permanecendo o restante tempo no interior de um espaço fechado para proteção dos produtos e da humidade do exterior.

Conforme se observa na figura, as curvas de secagem estão construídas através dos valores obtidos com o secador exposto à radiação solar, isto é, por troços de curvas correspondentes aos períodos diários de exposição solar (1-º dia: 0-8 horas; 2-º dia: 24-32 horas; 3-º dia: 48-54 horas; 4-º dia: 72-78 horas e 5-º dia: 96-100 horas).

Da análise da figura constatamos que o processo de secagem das cerejas das amostras é muito mais demorado comparativamente ao dos outros dois processos. Durante os ensaios observamos que a diminuição da humidade relativa foi muito lenta, demorando 4 dias para a secagem de cereja com branqueamento e 5 dias para a secagem de cereja com branqueamento com solução osmótica de frutose. No caso da amostra de cereja natural não foi possível concluir a secagem devido ao facto de no final do 3-º dia as cerejas se encontrarem degradadas, com aparecimento de bolores devido às elevadas humidades (51,39%) e à incapacidade do secador conseguir diminuir a mesma. Tal facto pode ser observado na curva de secagem representada na figura 6.

Da figura 6, também podemos constatar que existe uma diminuição da humidade relativa menos intensa nas primeiras horas do ensaio tendendo posteriormente para uma redução mais acentuada (das 52 até às 78 horas). Também se verifica que existe uma semelhança de comportamento da curva de secagem das amostras de cereja com branqueamento e cereja com branqueamento com solução osmótica de frutose, embora esta última tenha demorado mais 6 horas.

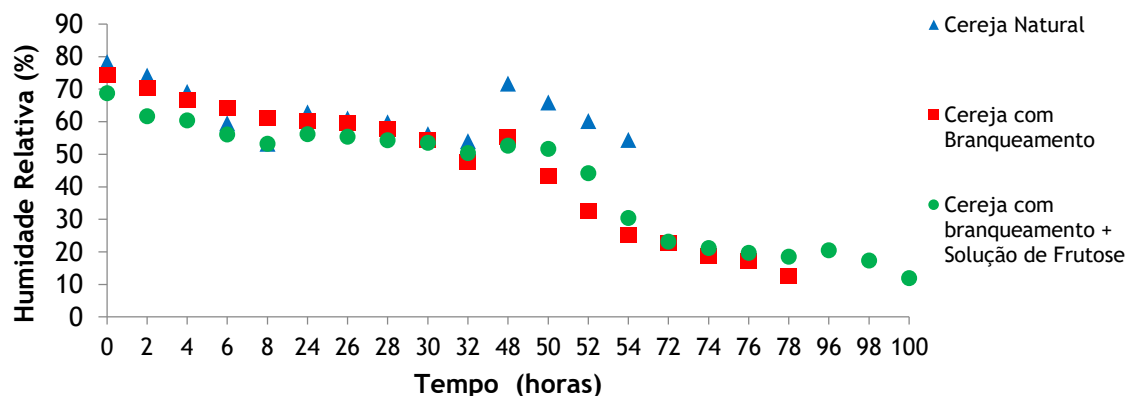


Figura 6- Curvas de secagem das amostras de cereja no secador solar

Os resultados para o secador solar permitem constatar que a secagem dos produtos é muito dependente da radiação solar para aquecimento do ar na antecâmara, e promover a sua movimentação para o interior da câmara de secagem no sentido ascendente. Alguns dos

problemas encontrados bem como a lentidão do processo de secagem devem-se à elevada acumulação da humidade no interior do secador devido à baixa velocidade do ar. Para as condições de secagem da cereja, o valor medido da velocidade média do ar no interior do secador foi igual a 0,05 m/s. A movimentação do ar parece ser dificultada pelas características geométricas do secador, nomeadamente as dimensões e geometria da entrada e saída do ar do secador. Os valores da temperatura máxima e da humidade relativa mínima registados nos três tabuleiros do secador, contados no sentido ascendente foram de 41,8°C e 29,3%, 40,4°C e 35,8% e 40,3°C e 33,6%. Os valores médios da temperatura máxima e da humidade relativa mínima registados no exterior do secador foram de 49°C e 19,6%. Estes resultados denotam as dificuldades encontradas no processo de secagem. De qualquer modo e apesar destes fatores, o secador solar apresenta um bom potencial para a secagem da cereja com as vantagens que decorrem de ser um processo natural não envolvendo consumo de energia. Além do mais, da análise visual das cerejas desidratadas, conclui-se ainda, que aquelas que, apresentam melhor aspeto e com cor típica da passa são as que foram obtidas pelo processo da secagem solar. Os resultados do valor L da cor das passas de cereja obtidas por este processo são muito semelhantes e iguais a 21,15 e 22,9 para a amostra de branqueamento e branqueamento com solução osmótica de frutose, respetivamente.

4. Conclusões

Neste estudo efetuamos a análise da secagem de cerejas naturais, branqueadas e branqueadas com uma solução osmótica de frutose em três processos de secagem diferentes. Estes processos de secagem foram efetuados num secador de liofilização, secador de ar quente e num secador solar. Os três métodos de secagem apresentam um bom desempenho relativamente à secagem da cereja. Contudo concluímos que o secador solar só apresenta um bom desempenho em cerejas submetidas a pré-tratamentos. Ainda relativamente ao secador solar, concluímos que o seu desempenho é demorado comparativamente aos outros processos muito devido, às limitações causadas pelas suas características geométricas que não proporcionam uma boa circulação de ar. Apesar desta limitação o secador solar mostrou-se apenas não eficiente nas cerejas ao natural e com o melhor desempenho em termos de cor do produto final. Podemos concluir que, com uma adequada geometria destes secadores sejam preferidos em relação aos outros dois tipos, devido à obtenção de passas de cereja com boas características de aw, cor, sabor, aspeto visual e fundamentalmente pela sua grande vantagem de não envolver custos com a energia. Em relação aos métodos de secagem por liofilização e por ar quente, concluímos que são dispendiosos pelos consumos energéticos e apresentam também algumas influências desfavoráveis no produto final, nomeadamente, a caramelização da cereja desidratada da amostra de branqueamento com solução osmótica de frutose no processo de secagem por ar quente e obtenção de cerejas desidratadas de cor baça das amostras de cereja natural desidratada pelo liofilizador.

REFERÊNCIAS

- [1] FAO, Índices de produção. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (28-10-2015)
- [2] INE, Indicadores da Produção Agrícola Nacional. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa, https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000021&contexto=bd&selTab=tab2 (25-08-2015)
- [3] Koyuncu, T., Tosun I. e Pinar Y., “Drying characteristics and heat energy requirement of cornelian vberry fruits (*Cornus mas* L.)”, *Journal of Food Engineering*, 78 (2008), pp. 735-739.
- [4] Doymaz I. e Ismail, O., “Drying characteristics of sweet cherry”, *Food and Bioprocess Processing* 89 (2011), pp. 31-38.
- [5] Ratti, C., “Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review.” *Journal of Food Engineering*, 49 (2001), pp. 311-319.