

## Projecto PTDC/AGR-ALI/74587/2006

**COMPARAÇÃO ENTRE AS PROPRIEDADES DAS PERAS SECADAS SOB DIFERENTES MÉTODOS****Guiné RPF<sup>1,2</sup>, Barroca MJ<sup>3</sup>, Lopes P<sup>1,4</sup>, Silva V<sup>5</sup>, Santos M<sup>6</sup>, Ferreira DMS<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>Escola Superior Agrária de Viseu, IPV.<sup>2</sup>CI&DETS, Escola Superior Agrária de Viseu, IPV.<sup>3</sup>CERNAS, Escola Superior Agrária de Coimbra, IPC.<sup>4</sup>Departamento de Química, Universidade de Aveiro.<sup>5</sup>ADAI, FCT, Universidade de Coimbra.<sup>6</sup>Escola Superior de Tecnologia de Viseu, IPV.**RESUMO**

No primeiro ano de secagem das peras, 2007, teve-se por objectivo o estudo da secagem da pêra de S. Bartolomeu por dois métodos, secagem em estufa realizada na Escola Superior Agrária de Viseu e secagem em túnel realizada na Universidade de Coimbra. Este estudo foi efectuado para três estados de maturação diferentes visando o estabelecimento da melhor altura para a realização da colheita dos frutos.

No ano de 2008 as pêras, de colheita única, foram secadas na ESAV, em estufa solar com aquecimento directo e ventilação forçada, na Universidade de Coimbra, em túnel com aquecimento solar indirecto e na Escola Superior de Tecnologia de Viseu, também em estufa solar com incidência directa da luz, e convecção natural.

Da comparação verifica-se que as pêras secadas na ESAV e na ESTV (com incidência directa do sol) assemelham-se mais às tradicionais, enquanto as secadas na UC (sem incidência directa da luz solar) se apresentam com características distintas.

**1. MÉTODOS USADOS PARA A DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES DAS PÊRAS**

Antes da colheita das pêras, foi feito um acompanhamento da evolução de algumas propriedades ao longo da maturação. Os testes realizados foram os seguintes: determinação do teor de humidade, dureza da polpa, índice refractométrico, índice de regressão de amido, acidez, pH e actividade da água.

**➤ Humidade**

A determinação da humidade é feita pela diferença da massa inicial da amostra e da massa final após aquecimento até massa constante. Para essa determinação foi usada uma balança de Halogénio Hg53 Mettler Toledo. As condições de utilização foram as seguintes:

- Fonte de calor: lâmpada de Halogénio;
- Temperatura de secagem: 115 °C;
- Velocidade de secagem: 3 (intermédia);

**➤ Dureza da polpa**

A dureza da polpa do fruto depende da temperatura ambiente. A uma maior temperatura corresponde uma maior respiração do fruto e logo uma menor dureza (fruto dilatado). Como tal, após a colheita os frutos devem estabilizar termicamente. Para a determinação deste parâmetro foram utilizados um penetrómetro mod. FT 011 (0-11Lbs.) (fig, 2) e um Texturómetro TA.XTplus Texture Analyser/Texture Exponent Software.

Na determinação com o penetrómetro utilizou-se uma ponteira de 8mm indicada para pêras. As condições de utilização do texturómetro foram as seguintes: velocidade de pré-teste = 1 mm/seg, velocidade de teste = 5 mm/seg, velocidade de pós-teste = 10 mm/seg, distância = 10 mm; força = 0,0050 kg;

➤ **Índice refractométrico**

O índice refractométrico (medido em ° Brix) dá indicação sobre a quantidade de matéria seca solúvel na amostra, da qual 80% são açúcares. Este índice depende fortemente da temperatura que se verificou no mês anterior ao mês da colheita. Se a temperatura foi elevada espera-se um teor de matéria seca solúvel elevado. Para de medição deste parâmetro utilizou-se um refractómetro portátil Atago 9207 (0 ~ 90%).

➤ **Índice de regressão do amido**

Durante a maturação da pêra o amido transforma-se por hidrólise em açúcares solúveis. Assim, este teste dá indicação da quantidade de amido existente no fruto e, conseqüentemente, uma indicação do seu estado de maturação (a uma menor quantidade de amido corresponde um maior teor de açúcares e, portanto, uma maturação mais avançada).

➤ **Acidez**

O teste para a acidez foi efectuado segundo a norma NP -1421 em uso. O método de extração seguiu a norma 783 para amostras sólidas. Para a titulação da amostra utilizou-se um titulador automático TitraLab TIM840 and TIM845 Titration Workstations.

➤ **pH**

A determinação do pH da pêra foi efectuada com uma sonda de pH para sólidos Multi Parameter Analyser, Consort C830.

➤ **Actividade da água**

A actividade da água da pêra foi determinada com Higrómetro BTSR1. Este equipamento mede a humidade relativa da atmosfera gerada pela amostra numa câmara isolada.

## **2. PÊRAS SECADAS EM 2007**

### **2.1. Condições de secagem na ESAV**

Na colheita de 2007, as pêras provieram do pomar em Venda de Galizes, Oliveira do Hospital.

A primeira colheita foi efectuada na manhã do dia 27 de Julho. Foram colhidas 120 pêras, 20 pêras por cada árvore seleccionada. Após a colheita as pêras foram acondicionadas numa mala térmica e quando chegadas ao destino (ESAV) foram colocadas no frio (6 °C). No dia 27 à tarde foram analisadas 10 pêras frescas para determinar as suas características. As 70 pêras restantes foram mantidas no frio (6 °C). No dia 30 de manhã foram analisadas 5 pêras frescas para verificar que as características iniciais (do dia 27) se mantinham. As restantes 65 pêras foram descascadas e colocadas na estufa da ESAV pelas 10:30 horas do dia 30 de Julho.

A secagem iniciou-se com as duas janelas da estufa abertas e com a extracção de ar na máxima velocidade. O tempo estava quente e soalheiro. Mais tarde, ao segundo dia de secagem, fechou-se uma das janelas da estufa.

Ao longo da secagem, e de quatro em quatro horas, retiraram-se 2 pêras para análise. Nestas pêras, ao contrário das peras frescas, não se determinou o índice de amido nem a dureza. Os parâmetros determinados foram a acidez, índice refractométrico, actividade da água e a percentagem de humidade. A secagem durou cerca de 3 dias (com um total de 78 horas de secagem).

O ensaio terminou no dia 2 de Agosto de 2007 pelas 16:30 horas após 78 horas (~3 dias) de secagem. No final da secagem as pêras foram retiradas da estufa, espalmadas e deixadas 2 horas à temperatura ambiente. Em seguida foram colocadas no frio (6°C). Obteve-se cerca de 300 gramas de pêra secada (40 pêras). Na Figura 1 pode ver-se a evolução da cor das pêras ao longo da secagem e na Figura 2 o seu aspecto no final da secagem.



Figura 1 – Evolução da cor ao longo da 1ª secagem na ESAV.



Figura 2 – Pêras no final da 1ª secagem na ESAV.

A segunda colheita foi efectuada no dia 10 de Agosto de 2007 pelas 10:00 horas. No total foram retiradas 240 pêras das seis árvores marcadas. Após colheita as pêras foram acondicionadas na mala térmica e quando chegadas ao destino (ESAV) foram colocadas no frio (6°C). No dia 10 à tarde foram analisadas 20 pêras frescas para determinarmos as suas características. No dia 11 de Agosto pelas 9:00 horas descascaram-se 120 pêras e colocaram-se na estufa pelas 10:00. Ainda se descascaram 20 pêras das quais se retirou o pedúnculo e caroço e foram congeladas

para mais tarde liofilizar. Para evitar a oxidação das pêras durante a congelação, estas foram mergulhadas numa solução de fluoreto de sódio 0,5% antes de serem colocadas no frio.

O tempo no dia 11 estava bastante nublado. A secagem iniciou-se com uma das janelas da estufa aberta que foi fechada ao terceiro dia para tentar diminuir a humidade dentro da estufa. Durante esta secagem choveu e nunca esteve uma temperatura tão alta como na primeira secagem. A secagem foi por isso demorada e as pêras foram retiradas em 3 conjuntos. Durante esta secagem foi medida também a dureza da polpa com a ajuda do texturómetro.

As pêras foram retiradas da estufa em 3 vezes. A pêra secada 1\* foi retirada no dia 17 pelas 10:00 com 144 horas de secagem (~6 dias), a pêra secada 2\*\* no dia 17 pelas 15:25 com 149 horas de secagem (~6 dias) e a pêra secada 3\*\*\* no dia 20 pelas 9:00 horas com 215 horas de secagem (~9 dias). No final da secagem as pêras foram retiradas da estufa, espalmadas e deixadas 2 horas à temperatura ambiente. Em seguida foram colocadas no frio (6°C). No total obteve-se cerca de 920 gramas de pêra secada (94 peras). Nas figuras 3 e 4 vê-se o aspecto das pêras na segunda secagem.



4 Horas de Secagem



8 Horas de Secagem



24 Horas de Secagem



48 Horas de Secagem



56 Horas de Secagem



72 Horas de Secagem

Figura 3 – Evolução da cor ao longo da 2ª secagem na ESAV.



Pêra secada 1 \*



Pêra secada 2 \*\*



Pêra secada 3 \*\*\*

Figura 4 – Pêras no final da 2ª secagem na ESAV.

A terceira colheita foi efectuada no dia 20 de Agosto de 2007 pelas 10:00 horas. Foram retiradas todas as pêras restantes nas 6 árvores que fez um total de 240 pêras. Após colheita as pêras foram acondicionadas na mala térmica e quando

chegadas ao destino (ESAV) foram colocadas no frio (6 °C). No dia 21 de manhã foram analisadas 5 pêras frescas para determinarmos as suas características.

Pelas 9:00 horas do dia 21 descascaram-se 93 pêras e colocaram-se na estufa pelas 10:00. Ainda se descascaram 10 pêras das quais se retirou o pedúnculo e caroço e que foram congeladas para mais tarde liofilizar. Repetiu-se o processo descrito anteriormente para evitar a oxidação das pêras antes de serem colocadas no frio (fig.18 e 19).

As pêras desta colheita apresentavam um calibre maior e algumas delas uma cor mais amarelada que as pêras das colheitas anteriores.

Durante esta secagem (pelas 76 horas de secagem) foram espalmadas quinze pêras que se voltaram a colocar na estufa. Verificou-se que a espalmagem a meio da secagem era mais fácil e que as pêras depois de espalmadas perdem água mais rapidamente.

As peras foram retiradas da estufa no dia 27 de Agosto pelas 14:00 horas com 149 horas de secagem (~6 dias de secagem). No final da secagem as pêras foram retiradas da estufa, espalmadas e deixadas 2 horas à temperatura ambiente. Em seguida foram colocadas no frio (6°C). No total obteve-se cerca de 885 gramas de pêra seca (69 pêras). As Figuras 5 e 6 ilustram o aspecto das pêras ao longo da 3ª secagem, e no final da mesma.



Figura 5 – Evolução da cor ao longo da 2ª secagem na ESAV.

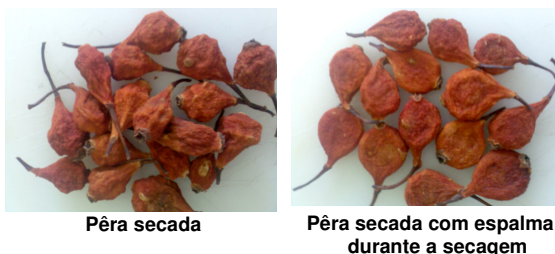


Figura 6 – Pêras no final da 2ª secagem na ESAV.

## 2.2. Condições de secagem na UC

A secagem das pêras da segunda colheita foi feita em Coimbra, no túnel de secagem com ar quente. Esta secagem demorou 78 horas (~3 dias) e a temperatura utilizada na secagem foi constante (40 °C). Contudo, as pêras obtidas não apresentavam a cor avermelhada característica da secagem natural (Figura 7). Este facto poderá dever-se à ausência de incidência de luz solar. Durante a secagem foram retiradas duas pêras de 4 em 4 horas para posterior análise na ESAV em Viseu.



Figura 7 – Pêras secadas na Universidade de Coimbra (2ª secagem).

## 2.3. Propriedades das pêras

A Figura 8 mostra os valores das propriedades das pêras em fresco, nas três colheitas. Verifica-se que há uma diminuição bastante acentuada da dureza, e uma ligeira diminuição da humidade ao longo da maturação dos frutos. A acidez diminuiu também, enquanto o teor de sólidos solúveis e a massa aumentam.

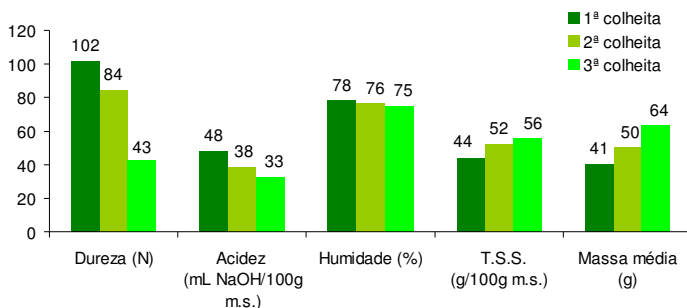


Figura 8 – Análises efectuadas às pêras frescas nas 3 colheitas.

A Figura 9 mostra a evolução da humidade ao longo da secagem na ESAV para as três colheitas e na UC para a 2ª colheita. Verifica-se que há uma diminuição da humidade ao longo da secagem, sendo mais rápidos os processos de secagem na ESAV (1ª colheita) e secagem na UC (2ª colheita), em que se atinge cerca de 20 % de humidade ao fim de 80 horas. A secagem na ESAV (2ª colheita) demorou 150 horas, e a secagem na ESAV (3ª colheita) foi cancelada às 80 horas antes de completado o processo.

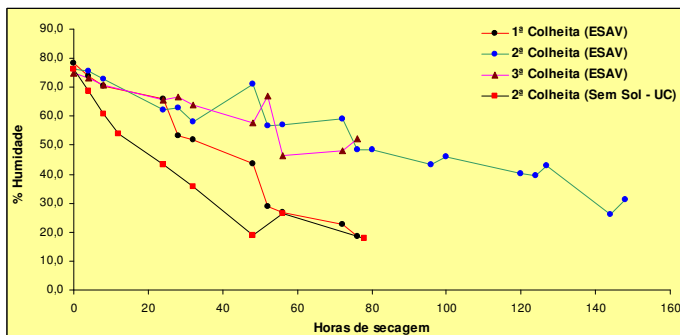


Figura 9 – Evolução da humidade ao longo da secagem.

A Figura 10 mostra a evolução da acidez ao longo da secagem, para as 4 situações estudadas. É possível verificar uma diminuição da acidez com a secagem, muito embora haja algumas oscilações bastante significativas.

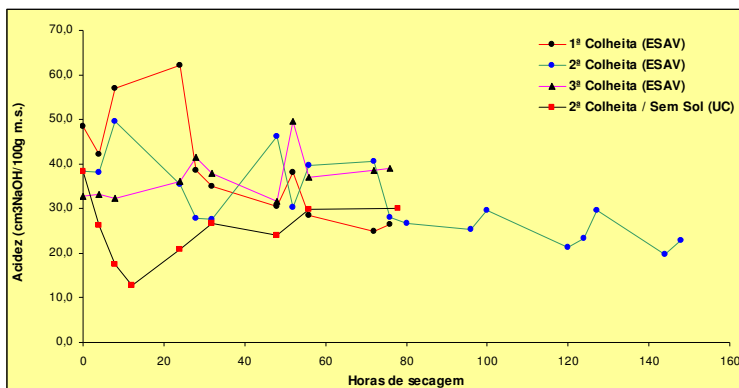


Figura 10 – Evolução da acidez ao longo da secagem.

Na Figura 11 vê-se a evolução do teor de sólidos solúveis ao longo da secagem, para as 4 situações estudadas. É possível verificar que o TSS aumenta, de uma maneira geral, com a secagem a secagem, indicando que as pêras vão ficando com maiores concentrações de açúcar. Isto é esperado, devido à eliminação de grande parte da água por evaporação.

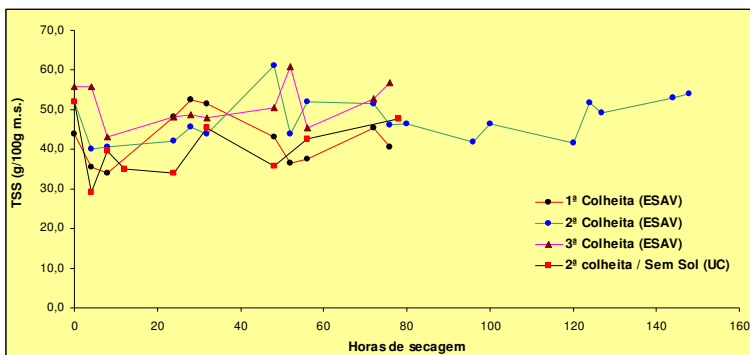


Figura 11 – Evolução do TSS ao longo da secagem.

Na Figura 12 vê-se a evolução da razão TSS/Acidez, que é um indicador do estado de maturação dos frutos. Quanto maior o TSS e mais baixa a acidez (isto é mais maduros estão os frutos), maior é esse quociente. Durante a secagem, com a perda de compostos voláteis (e consequente abaixamento da acidez) e aumento dos açúcares (por concentração devida à eliminação da água), a razão TSS/Acidez espera-se que aumente. Verifica-se da figura que assim é, na maioria dos casos, havendo porém situações em que o comportamento é distinto (3ª colheita ESAV).

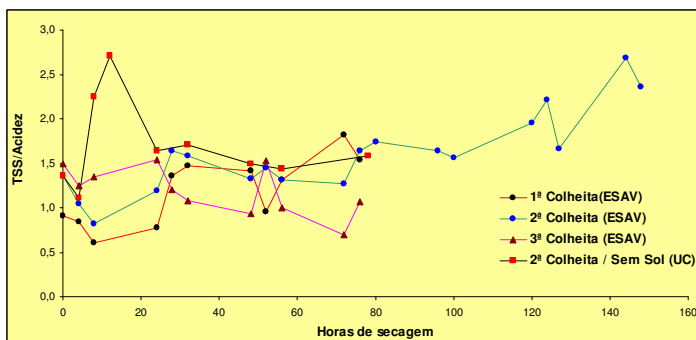


Figura 12 – Evolução da razão TSS/Acidez ao longo da secagem.

Na Figura 13 vê-se a evolução da razão Dureza/TSS ao longo da secagem na ESAV para as 2ª e 3ª colheitas. Na 1ª colheita este estudo não foi feito. Verifica-se que enquanto que para a 3ª colheita há uma certa constância nesta razão, na 2ª colheita o seu valor oscila mais e apresenta um valor bem mais baixo no final da secagem. Este resultado é indicador de que no final desta secagem as pêras se encontravam mais macias.



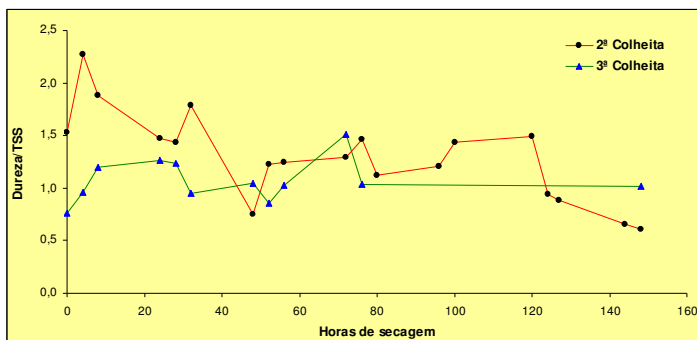


Figura 13 – Evolução da razão Durezza/TSS ao longo da secagem na ESAV (2ª e 3ª colheitas).

Na Figura 14 vê-se a comparação entre as propriedades das pêras em fresco e depois de secadas na ESAV para a 1ª colheita. Verifica-se que há um aumento significativo da dureza do fruto fresco para o secado, enquanto diminui a acidez, a humidade e a massa, mantendo-se muito semelhante o teor de sólidos solúveis.

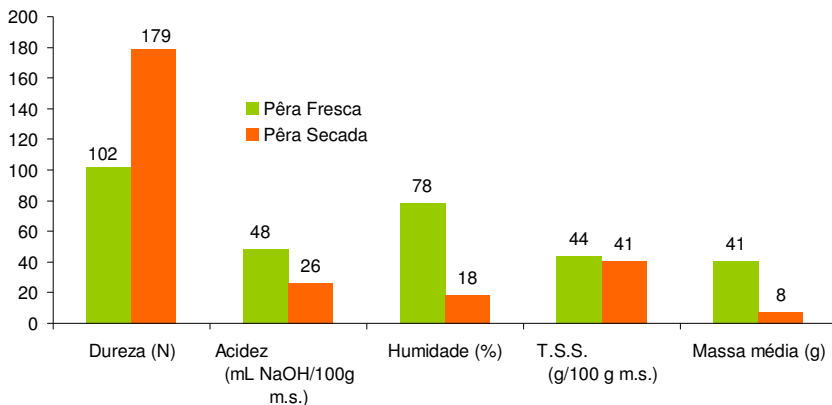


Figura 14 – Propriedades da pêras frescas e secadas na ESAV – 1ª colheita.

A Figura 15 mostra as propriedades das pêras frescas e secadas na ESAV para a 2ª colheita, sendo possível observar que, à semelhança do que se passou na 1ª colheita, diminui a acidez, a humidade e a massa, mantendo-se igual o TSS. Porém, o comportamento da dureza é diferente, havendo neste caso uma diminuição desta propriedade com a secagem.

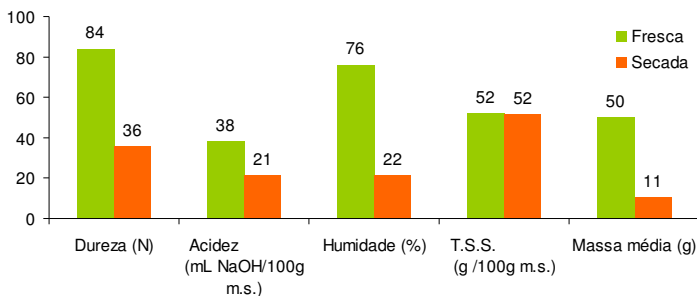


Figura 15 – Propriedades da pêras frescas e secadas na ESAV – 2ª colheita.

A Figura 16 mostra as propriedades das pêras frescas e secadas na UC (2ª colheita) juntamente com as secadas na ESAV. Observa-se que as pêras secadas na ESAV, quando comparadas com as secadas na UC, são menos duras, menos ácidas, com um pouco mais de humidade e açúcares, e ligeiramente maiores.

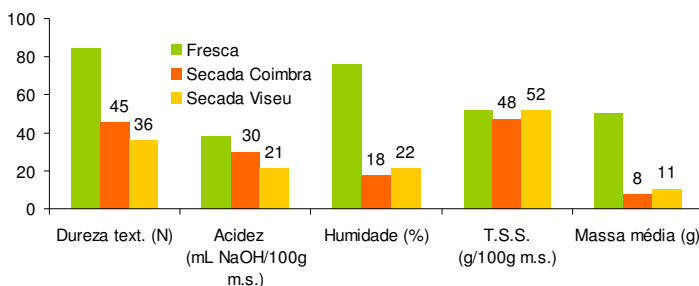


Figura 16 – Propriedades da pêras da 2ª colheita em fresco e depois de secadas na ESAV e na UC.

Na Figura 17 vê-se a comparação das propriedades das pêras da 3ª colheita em fresco e depois de secadas na ESAV. Verifica-se que a dureza e a acidez praticamente não variaram, enquanto se verificou uma perda significativa de humidade, um abaixamento na massa e uma ligeira diminuição do TSS.

Da comparação dos resultados relativos às três colheitas, verifica-se que a 2ª colheita apresenta resultados mais consistentes, e por esse motivo, o estado de maturação correspondente a essa colheita poderá ser considerado o óptimo, e ser então um indicador para as colheitas em anos futuros.

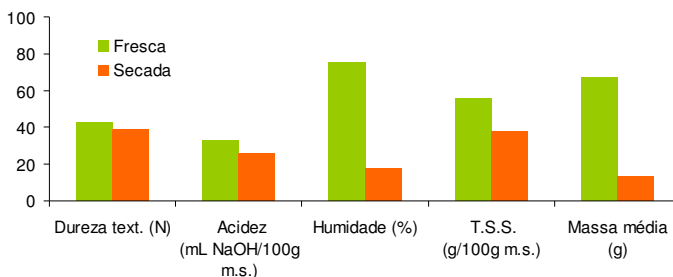


Figura 17 – Propriedades da pêras frescas e secadas na ESAV – 3ª colheita.

#### 2.4. Avaliação sensorial

Foi feita uma avaliação sensorial das diferentes pêras, tendo por objectivo avaliar as que foram ao sol (na ESAV) e ainda as secadas sem sol (na UC) em comparação com as secadas tradicionalmente. Os resultados dessa avaliação permitiram concluir o seguinte:

- Na 1ª colheita (ESAV), a polpa apresenta-se granular, com aroma pouco intenso, muito ácida, amarga e muito adstringente. Contudo, o aspecto exterior é muito semelhante às peras secadas tradicionalmente.
- Na 2ª colheita (ESAV) o aspecto e dureza são semelhantes ao do produto obtido de modo tradicional, apresentando um aroma intenso e sabor agradável, além de serem ligeiramente adstringentes.
- Na 2ª colheita (UC) as pêras resultaram em frutos com coloração bege e textura granulosa, de sabor pouco doce e adstringente, muito ácidas e com um aroma desagradável.
- Na 3ª colheita (ESAV) as pêras apresentam bastante adstringência, uma textura mole, mais doce, com uma cor mais intensa, com aroma ligeiro a fruto secado.

### 3. PÊRAS SECADAS EM 2008

#### 3.1. Evolução da maturação, colheita e secagem

Na sequência dos estudos efectuados em 2007, no ano de 2008 analisou-se a evolução da maturação dos frutos no pomar, controlando os parâmetros de maturação físico-químicos, de modo a seleccionar a melhor data de colheita para se obter o produto secado de melhor qualidade.

Assim, no ano de 2008 apenas se secaram pêras de uma colheita, cujos parâmetros de maturação se pretendia que se aproximassem de valores intermédios entre os da segunda e terceira colheita do ano de 2007. Não se conseguiu exactamente atingir essa situação, uma vez que se mudou de pomar, dado que o pomar de Venda de Galizes (Oliveira do Hospital), estava com uma produção extremamente baixa e a maior parte dos frutos com uma doença designada por pedrado. Assim, tentaram-se contactos com produtores na mesma zona de Oliveira de Hospital, e conseguiu-se um produtor com um pomar no Ervedal da Beira. Neste pomar colheram-se pêras em diferentes datas de modo a seguir a evolução da maturação e os resultados obtidos nos testes de maturação indicam que as pêras do

pomar do Ervedal são claramente menos ácidas e menos doces, do que as do pomar de Venda de Galizes (Figura 18). No gráfico a humidade é expressa em percentagem em base húmida, a acidez em  $\text{cm}^3 \text{NaOH}/100\text{g}$  de matéria seca, o teor de sólidos solúveis (TSS) em percentagem em base seca, a dureza em Newton e a massa em gramas. A data de 12 de Agosto é aquela em que se efectuou a colheita de pêras para secagem.

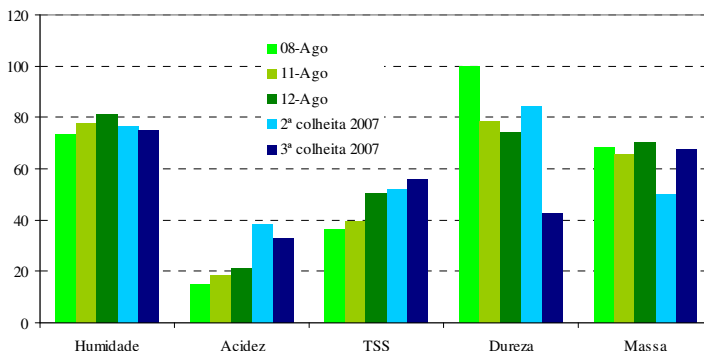


Figura 18 – Variação dos parâmetros de maturação para diferentes datas de colheita da pêra de S. Bartolomeu.

Foi também determinado o índice de regressão do amido como indicador do momento óptimo da colheita. No ano de 2007 a segunda colheita apresentava um valor de 1 e a terceira colheita um valor de 9, numa escala de 1 a 10. As pêras da colheita de 11 de Agosto de 2008 apresentavam um valor de 9. Sabendo que frutos com valor de 9 estão na fase de amadurecimento óptimo para consumo em fresco, decidiu-se efectuar a colheita no dia seguinte. Assim, as pêras para secagem, no âmbito do projecto, foram colhidas no dia 12 de Agosto, sendo que o produtor do Ervedal da Beira colheu as pêras para secagem pelo método tradicional no dia 10 de Agosto.

No dia seguinte à colheita as pêras foram secadas recorrendo a três processos diferentes:

1. Secagem em estufa solar, com extracção forçada do ar, realizada na Escola Superior Agrária de Viseu (ESAV);
2. Secagem em estufa solar, recorrendo a dois secadores com alturas diferentes, que teve lugar na Escola Superior de Tecnologia de Viseu (ESTV);
3. Secagem em túnel de ar quente, a uma temperatura constante de 40 °C, e convecção forçada do ar, que teve lugar no Laboratório de Transmissão de Calor, do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (UC).

Na Tabela 1 apresenta-se um resumo cronológico da secagem das pêras de S. Bartolomeu no ano de 2008.

Tabela 1 – Cronologia dos ensaios de secagem no verão de 2008.

Local	Data início	Hora	Nº pêras	Duração (dias)
ESAV	13-08-2008	14:00	200	6
ESTV	13-08-2008	14:55	120	6
UC	13-08-2008	14:25	150	3
UC - repetição	19-08-2008	18:25	150	4

Os critérios de paragem dos ensaios foram os mesmos que em 2007:

- a) Redução dos teores de humidade das pêras a 20% em base húmida;
- b) Massa constante ou com variação desprezável;
- c) Produto final sem características de pêra secada.

As pêras foram caracterizadas em fresco e ao longo da secagem em relação a alguns parâmetros físico-químicos, tendo a amostragem em fresco sido constituída por um lote de 20 pêras enquanto ao longo da secagem o lote era de 2 pêras, duas vezes ao dia.

Os frutos foram espalmados no final da secagem, contrariamente ao que sucede pelo método tradicional.

### 3.1. Condições de secagem na ESAV

As pêras secadas na ESAV foram descascadas e colocadas a secar inteiras sobre as redes de nylon que se encontram no interior da estufa da ESAV. O ventilador foi ligado, para promover uma boa circulação do ar no interior da estufa, e as pêras permaneceram a secar durante 6 dias.

### 3.2. Condições de secagem na ESTV

Na ESTV foram construídas duas estufas (uma pequena e outra grande) para secar as pêras por acção directa do sol, sendo promovida a circulação natural no seu interior através de aberturas reguláveis (Figura 19).



Figura 19. Estufas de secagem montadas na cobertura do edifício da ESTV.

Para o ensaio realizado na ESTV com pêras da variedade de São Bartolomeu ocorreram problemas, nomeadamente: a célula de carga da estufa pequena descalibrou, tendo sido necessário efectuar uma nova calibração posterior, e um dos fios de ligação de um dos termopares quebrou, o que impossibilitou a aquisição do valor da temperatura. Contudo, apesar de não haver o registo adequado das condições em que se efectuou o ensaio, as pêras secadas foram ainda assim analisadas e comparadas com as secadas nos restantes sistemas.

### 3.3. Condições de secagem na UC

A câmara de secagem utilizada tem uma secção de 0,24 m<sup>2</sup> (40×60cm), e está equipada com dois tabuleiros de encaixe de polietileno extrudido de alta densidade com aproximadamente 3 cm de espessura (70×39cm). Cada tabuleiro suporta entre

50 e 70 pêras. Na parte inferior da câmara foi instalado um terceiro tabuleiro de rede metálica com capacidade para aproximadamente 20 pêras apoiado directamente sobre uma balança electrónica, de modo a permitir a aquisição de massas em contínuo.

De modo a promover a convecção necessária, optou-se por equipamento misto de aquecimento e escoamento de ar, o qual permitiu obter perfis semelhantes de temperatura e velocidade do ar à saída do colector nos três tabuleiros. Desta forma, ao longo dos ensaios a velocidade do ar fixou-se em 1,1 m/s, e a temperatura entre os 40-42°C.

Na Figura 20 apresentam-se as pêras no final da secagem nos dois ensaios realizados na UC, segundo a cronologia apresentada na Tabela 1.

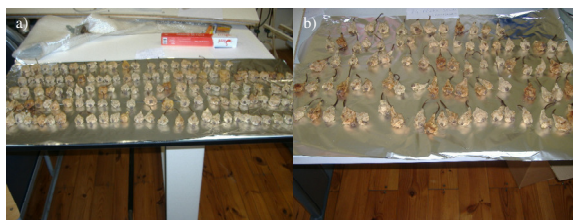


Figura 20 – Produto secado no final do primeiro (a) e segundo (b) ensaio de secagem.

### 3.4. Propriedades das pêras

Na Figura 21 mostram-se os valores de humidade, expressos em base seca, ao longo da secagem para os diferentes sistemas de secagem. Os resultados evidenciam para a secagem em túnel um comportamento com padrão, para a secagem nas estufas da ESTV um comportamento menos regular e para a secagem solar na ESAV um comportamento muito pouco regular. De notar que a estufa solar da ESAV é uma estufa de maiores dimensões comparada com as estufas da ESTV.

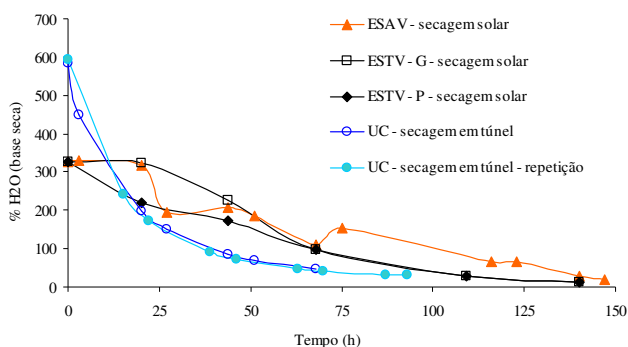


Figura 21 – Variação do conteúdo em água das pêras ao longo dos diferentes processos de secagem.

Na Figura 22 observa-se que para a secagem solar na ESAV o TSS aumenta até às 75 horas, valor que corresponde a cerca de metade do tempo total de secagem, para depois diminuir até ao final da secagem, para um valor ligeiramente inferior ao valor inicial. Na secagem na ESTV, o padrão de comportamento é semelhante ao encontrado na secagem na ESAV, com uma ligeira diferença no final em que há um aumento do TSS para valores semelhantes aos iniciais.

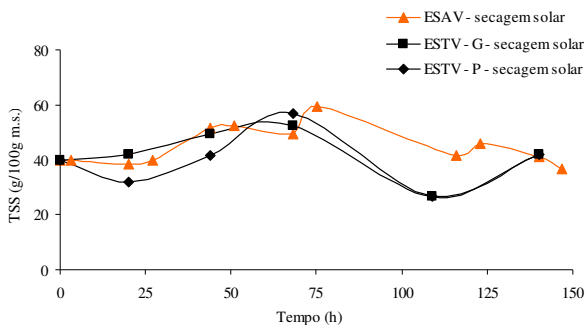


Figura 22 – Variação do conteúdo em sólidos totais solúveis (TSS) das pêras ao longo da secagem para diferentes sistemas de secagem.

Na Figura 23 observa-se que na secagem em túnel os valores de TSS diminuem globalmente até se atingir no final uma redução de 26% em relação ao valor inicial. Todavia, na secagem solar na ESTV verifica-se um comportamento mais oscilante ao longo da secagem atingindo-se no final um valor de TSS semelhante ao inicial. Ao comparar com os valores para a secagem solar na ESAV, na Figura 22, verifica-se que se obtém no final uma redução no valor de TSS de 22% em relação ao valor inicial.

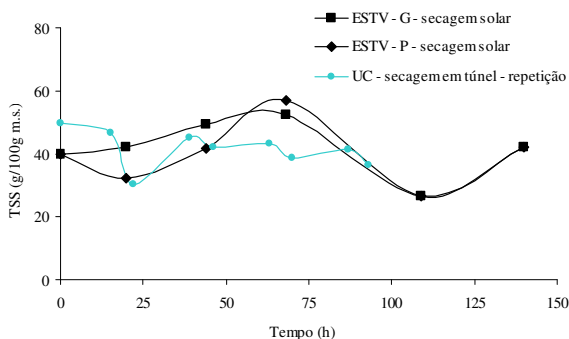


Figura 23 – Variação do conteúdo em sólidos totais solúveis (TSS) das pêras ao longo da secagem para diferentes sistemas de secagem.

Na Figura 24 observa-se um decréscimo da acidez das pêras ao longo da secagem para se obter no final uma redução de 50% da acidez em relação ao valor inicial em ambos os sistemas de secagem. É de esperar uma redução nestes valores

já que o parâmetro quantificado diz respeito a acidez volátil que, por conseguinte, devido ao aquecimento a que as pêras são submetidas, deverá diminuir.

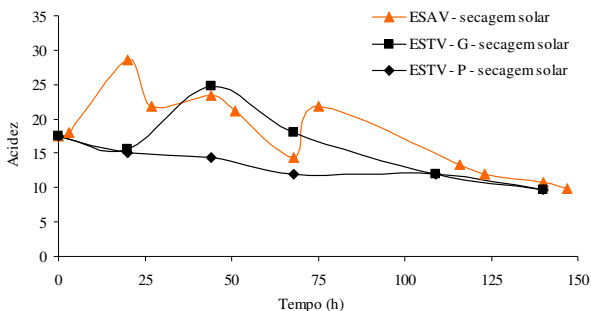


Figura 24 – Variação do teor de acidez das pêras, expresso em  $\text{cm}^3$  de NaOH / 100g de matéria seca. Comparação entre os sistemas de secagem da ESAV e da ESTV.

Na Figura 25 verifica-se que ao longo da secagem em túnel há uma tendência decrescente dos valores de acidez semelhante ao observado na secagem solar (Figura 24). No final da secagem em túnel há uma diminuição de cerca de 50% do conteúdo em acidez das pêras, em relação aos valores iniciais, idêntico ao verificado na secagem solar (Figura 24).

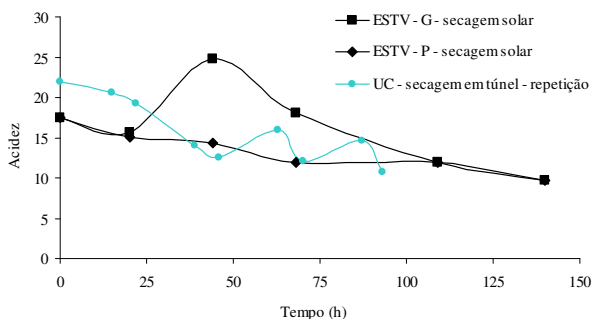


Figura 25 – Variação do teor de acidez das pêras, expresso em  $\text{cm}^3$  de NaOH / 100g de matéria seca. Comparação entre os sistemas de secagem da UC e da ESTV.

Nas Figuras 26 e 27 compara-se a razão TSS/acidez ao longo da secagem para diferentes sistemas de secagem. A razão TSS/acidez é frequentemente utilizada para seguir a evolução dos frutos ao longo da maturação. Observa-se nas Figuras que há uma tendência para esta razão globalmente aumentar, tal como se verifica ao longo da maturação dos frutos, em que a acidez diminui e o teor de TSS aumenta.



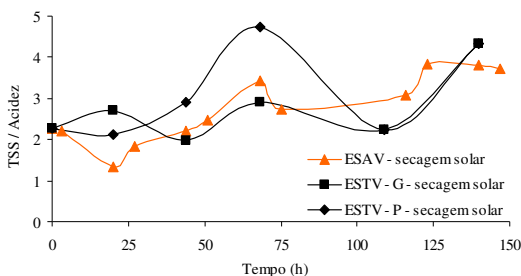


Figura 26 – Variação da razão TSS/acidez das pêras ao longo da secagem. Comparação entre os sistemas de secagem da ESAV e da ESTV.

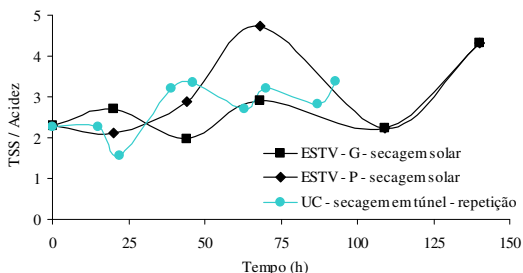


Figura 27 – Variação da razão TSS/acidez das pêras ao longo da secagem. Comparação entre os sistemas de secagem da UC e da ESTV.

Na Figura 28 comparam-se alguns parâmetros físico-químicos entre pêras secadas por diferentes processos. A acidez é expressa em  $\text{cm}^3$  de NaOH por 100g de matéria seca e o teor de sólidos solúveis (TSS) em percentagem em massa seca. Na secagem em túnel apenas se comparam os valores relativos ao ensaio de repetição, pelo facto de este se aproximar mais dos valores de humidade atingidos numa secagem tradicional, o que não aconteceu no primeiro ensaio. Assim são comparados os valores relativos a pêras secadas no secador em túnel de Coimbra com pêras secadas na estufa solar na ESTV e na ESAV e dois lotes de pêras secadas tradicionalmente: um de pêras de maior calibre e outro de pêras de menor calibre.

Nos resultados apresentados na Figura 28, denota-se que as pêras secadas na estufa solar da ESTV são as que têm os valores de humidade mais baixos, registando-se valores de humidade semelhantes entre pêras secadas tradicionalmente e as pêras secadas no secador em túnel. A acidez e o teor de sólidos solúveis entre pêras secadas por diferentes processos apresentam valores médios semelhantes. No entanto, há uma diferença pronunciada nos valores da dureza do produto secado. As pêras secadas tradicionalmente ficam em média mais duras do que as pêras secadas no secador em túnel.

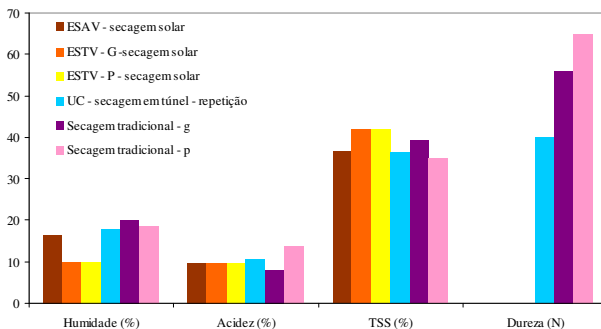


Figura 28 – Variação de alguns parâmetros físico-químicos de pêras secadas por diferentes processos.

#### 4. CONCLUSÃO

Ao longo dos dois anos estudados foi possível concluir que os diferentes sistemas estudados são adequados à secagem de pêras, visto serem eficientes no que respeita à remoção da humidade dos frutos, permitindo, portanto, a sua conservação. Contudo, verificou-se que a secagem das pêras em estufa solar com incidência directa da radiação solar origina frutos com características eventualmente mais semelhantes aos da secagem tradicional. Por outro lado, os frutos secados ao abrigo da luz solar apresentam-se mais distintos e com propriedades diferenciadas, quer em relação ao produto tradicional, quer em relação às pêras secadas com sol na ESAV e na ESTV.