

## **Evolução da qualidade e causas de perdas de morango a diferentes temperaturas: implicações para retalhistas e consumidores**

Rita Alcéo & Domingos P. F. Almeida

Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal, dalmeida@isa.ulisboa.pt

### **Resumo**

O morango motiva muitas de reclamações por parte de consumidores e retalhistas. A temperatura ótima para a sua conservação é 0 °C reduzindo-se a longevidade com o aumento da temperatura. Este estudo teve como objetivos: (1) tipificar as causas de perdas e de depreciação da qualidade do morango ao nível do retalho; (2) determinar a evolução destas causas durante a vida em prateleira; (3) avaliar o efeito da temperatura na depreciação da qualidade e (4) na perceção sensorial dos frutos. Morangos (*Fragaria ×ananassa* 'Portola') colhidos em abril de 2016 foram acondicionados em cusetes e colocados a 0, 5, 10, 15 e 20 °C. Os frutos danificados foram classificados como: (1) pisadura húmida, (2) pisadura seca, (3) podridão húmida sem hifas visíveis e (4) podridão com micélio visível. Foi medida a cor do fruto e do cálice, a firmeza, o teor em sólidos solúveis e acidez titulável. Um painel de 10 provadores avaliou o odor, a firmeza, a suculência, o flavor e apreciação global. As variáveis físico-químicas analisadas não sofreram uma alteração relevante durante a vida em prateleira nem foram influenciadas significativamente pela temperatura. O odor, o flavor e a suculência diminuíram ligeiramente nos primeiros 5 dias em todas as temperaturas, mas a perceção sensorial da firmeza manteve-se constante. Na avaliação inicial não foram detetados danos. As podridões apareceram após 3 dias a 10, 15 e 20 °C e após 5 dias a 5 °C. As pisaduras tornaram-se evidentes após 3 dias acima de 5 °C e após 5 dias a 0 °C. Ao fim de 7 dias as perdas devidas a podridões, foram de 0,8%; 3,2%; 11,7%; 100% e 100% a 0, 5, 10, 15 e 20 °C, respetivamente. As cusetes tornaram-se não comercializáveis após 3 dias a 20 °C e 5 dias a 15 °C. Em conclusão, a temperatura teve pouco efeito nas características físico-químicas e na avaliação sensorial do morango, mas influenciou fortemente a evolução das perdas. A velocidade de manifestação das pisaduras e podridões faz com estes danos latentes possam facilmente surgir no retalho ou em casa dos consumidores mesmo que os lotes estivessem isentos de danos visíveis à saída da central.

**Palavras-chave:** Conservação, danos mecânicos, *Fragaria ×ananassa*, patologia pós-colheita, retalho alimentar.

### **Abstract**

**Quality evolution and causes of loss of strawberry at different temperatures: implications for retailers and consumers.**

Consumers and retailers often complaint about strawberry losses. The optimum storage temperature for strawberry is 0 °C and shelf-life is rapidly decreased at higher temperatures. This study aimed to: (1) typify the causes of losses of strawberry at the retail level; (2) quantify the evolution of these causes during shelf life; (3) evaluate the effect of temperature on quality depreciation, and (4) on the sensory perception of fruit. Strawberries (*Fragaria ×ananassa* 'Portola') harvested in April 2016 were packed in

clamshells and stored at 0, 5, 10, 15 and 20 °C. Damaged fruits were classified as: (1) wet bruised, (2) dry bruised, (3) wet rot with no visible hyphae, and (4) rot with visible mycelium. Color of the fruit and calyx, firmness, soluble solids content and titratable acidity were measured. A 10-member panel assessed the fruit for odor, firmness, juiciness, flavor and the overall liking. The physicochemical characteristics did not vary in a relevant way during shelf life and not significantly affected by temperature. Sensory perception of odor, flavor, and juiciness declined slightly after 5 days at any temperature while the sensory perception of firmness remained unaltered. No damage was detected on the initial assessment. Rot become evident after 3 days at 10, 15 and 20 °C and after 5 days at 5 °C. Bruises appeared after 3 days above 5 °C and after 5 days at 0 °C. After 7 days losses due to rotting, were 0.8%; 3.2%; 11.7%; 100% and 100% at 0, 5, 10, 15 and 20 °C respectively. The clamshells have become unmarketable after 3 days at 20 °C and 5 days at 15 °C. In conclusion, the temperature had little effect on the physicochemical characteristics and on the sensory attributes of strawberry but had a strong effect on fruit losses. The fast rate of bruise and rot development makes it likely that latent damage becomes apparent at the retail or consumer levels, even in batches that looked sound existing the packinghouse.

**Keywords:** Food retail, *Fragaria*×*ananassa*, mechanical damages, postharvest pathology, storage.

### Introdução

O morango é um fruto muito perecível que tem de percorrer a cadeia de abastecimento, entre a colheita e o consumo, em cerca de uma semana em condições ótimas que raramente se verificam nas operações reais. A temperatura ótima para sua conservação do morango é 0 °C (Mitcham, 2014). A longevidade pós-colheita reduz-se significativamente com uma inadequada gestão da cadeia de frio, nomeadamente o aumento da temperatura e os atrasos no arrefecimento após a colheita.

O morango é um fruto não climatérico que não amadurece depois de colhido. Nalgumas cultivares, a cor de frutos colhidos com 3/4 da superfície vermelha evolui para cobrir a totalidade do fruto, mas tal evolução da cor não acontece em todas as cultivares nem é acompanhada de um aumento do teor em sólidos solúveis. A qualidade sensorial do morango é determinada pelo aroma, o flavor a textura e a cor, podendo ocorrer alterações a nível da cor, textura, teor em sólidos solúveis e acidez ao logo da cadeia de abastecimento (Nunes, 2008). Morangos armazenados a 6 °C apresentam variações em algumas características físico-químicas, mas a cultivar e as características à colheita são mais determinantes da qualidade no momento do consumo do que as alterações que ocorrem durante o armazenamento (Cordenunsi et al. 2003).

Na cadeia de abastecimento importa diferenciar alterações compatíveis com um nível mínimo de qualidade de venda e de consumo daquelas que conduzem a perdas do fruto ou da totalidade da unidade de venda. O morango é muito suscetível a danos mecânicos e a podridões. *Botrytis cinerea* e *Rhizopus stolonifera* são dois dos principais patogénios responsáveis por perdas pós-colheita e apresentam uma elevada velocidade de desenvolvimento (Mitcham, 2014). O seu desenvolvimento é tão mais rápido quanto maior o tempo de armazenamento e a temperatura a que são sujeitos os frutos (Nunes, 2008).

É inegável que as condições de refrigeração são a chave de uma boa gestão da qualidade pós-colheita do morango. No entanto, se ao nível logístico há muito que não há dúvidas sobre a correta gestão da temperatura (Mitchell et al., 1996) – o que não

significa que as recomendações sejam adotadas com rigor – já ao nível da exposição no ponto de venda coloca-se um dilema. O que temos vindo a designar por «dilema das vendas do morango» (Almeida, 2016) caracteriza-se pelo facto de, no ponto de venda, a exposição à temperatura ambiente (e.g., 20-22 °C) favorecer a emissão de compostos voláteis do aroma por parte do fruto e a perceção do odor por parte do consumidor o que favorece a venda por impulso, enquanto uma exposição refrigerada (2 a 4 °C) asseguraria uma maior qualidade residual dos morangos comprados pelo consumidor, mas restringe o aroma libertado no local de venda e o impulso de compra.

As perdas de morango a que os retalhistas e os consumidores estão sujeitos não se encontram quantificadas. No entanto, informações recolhidas junto de operadores da distribuição, não confirmadas empiricamente, indicam que o morango é o fruto com maior proporção de quebra na distribuição moderna. A gestão da temperatura na globalidade da cadeia de abastecimento é o fator determinantes do nível de perdas.

Este estudo teve como objetivos: (1) tipificar as causas de perdas e de depreciação da qualidade do morango ao nível do retalho; (2) determinar a evolução destas causas durante a vida em prateleira; (3) avaliar o efeito da temperatura na depreciação da qualidade e (4) na perceção sensorial dos frutos.

## Material e métodos

### Material vegetal e amostragem

Morangos (*Fragaria* × *ananassa* ‘Portola’) colhidos em abril de 2016 foram acondicionados em cusetes (500 g) de PET com tampa ventilada. Os frutos foram arrefecidos por ar forçado até 7,5 °C e colocados a 0, 5, 10, 15 e 20 °C. No dia 0 foram avaliadas 5 cusetes para caracterizar o estado inicial dos frutos. Avaliações subsequentes de 5 cusetes por data de amostragem e condição experimental decorreram após 3, 5, 7, 10, 12 e 14 dias a 0, 5 e 10 °C e após 3, 5 e 7 dias a 15 e 20 °C.

### Tipologia dos danos

Os danos observados foram classificados em quatro tipos (fig. 1): (1) pisadura seca, que se caracteriza por zonas que podem ou não apresentar-se deprimidas, aspeto desidratado e uma coloração que varia entre o esbranquiçado e o amarelo; (2) pisadura húmida, caracterizada por zonas geralmente deprimidas apresentando desintegração celular e, conseqüentemente, uma aparência molhada; (3) podridão sem hifas visíveis, caracterizada por zonas do fruto necrosadas e amolecidas e (4) podridão com micélio visível, caracterizada pelo desenvolvimento de bolores com micélio visível em parte ou na totalidade do fruto.

Os frutos que apresentavam danos em cada data de amostragem foram quantificados individualmente em função do tipo de dano.

### Medição das características físico-químicas

A cor dos frutos e cálices, a firmeza, o teor em sólidos solúveis e acidez titulável foram medidos em 5 frutos de cada uma de 5 cusetes, representando uma unidade experimental.

O cálice foi separado do fruto e a cor foi medida na região equatorial do fruto e na parte superior das sépalas. A cor foi medida pelo com um colorímetro (Chroma Meter CR-400, Konica Minolta, Tóquio, Japão) com o iluminante C, calibrado com uma placa cerâmica branca ( $L^*=97,10$ ;  $a^*=0,19$ ;  $b^*=1,95$ ) antes de cada conjunto de medições. O croma ( $C^*$ ) e a tonalidade ( $^{\circ}h$ ) foram calculados a partir dos valores de  $a^*$  e  $b^*$ .

A firmeza dos frutos foi medida na zona equatorial com um analisador universal de textura TA.XT2 plus (Stable Micro Systems, Surrey, UK) equipado com uma sonda

cilíndrica de 2 mm de diâmetro que penetrou no fruto a uma profundidade de 5 mm com uma velocidade de  $1,7 \text{ mm s}^{-1}$  (Doving & Mage 2002).

Cinco frutos de cada cuvete foram homogeneizados num puré filtrado em seguida através de gaze. O conteúdo em sólidos solúveis foi medido no sumo filtrado com um refratómetro digital HI 96801 (Hanna Instruments, City, State, USA). Para determinar a acidez titulável, 6 g do sumo foram diluídos em 100 mL de água destilada e a mistura titulada com uma solução de 0,1 M NaOH até um pH de 8,1. O resultado foi expresso em percentagem de equivalentes de ácido cítrico.

#### Avaliação sensorial

Um painel semi-treinado de 10 provadores avaliou o odor, a firmeza, a suculência, o flavor e procedeu à classificação geral dos frutos numa escala de 1 a 5 correspondendo o 1 a menor ou menor e o 5 a mais ou maior. Cada provador avaliou uma amostra de 2 frutos representativos previamente uniformizados à temperatura ambiente.

### **Resultados e discussão**

#### Características físico-químicas

As variáveis físico-químicas analisadas não sofreram alterações relevantes durante a vida em prateleira nem foram influenciadas significativamente pela temperatura (Alcéo & Almeida, 2016). De forma breve, a cor do fruto manteve-se relativamente contante nas diferentes condições. A luminosidade ( $L^*$ ) manteve-se a  $36,9 \pm 1,6$  e a tonalidade ( $h^\circ$ ) em  $34,5 \pm 2,2^\circ$ . Observou-se um aumento do croma ( $C^*$ ) durante os primeiros 5 dias, uma tendência dependente da temperatura indicando uma ligeira saturação da tonalidade do fruto. O cálice passou de uma tonalidade verde para ligeiramente amarelo nos frutos armazenados a  $20^\circ\text{C}$  mas a temperaturas mais baixas não foi evidente esta alteração da cor (Alcéo & Almeida, 2016). A firmeza do fruto não se alterou consistentemente durante o armazenamento, mantendo-se entre 1,36 e 1,71 N com uma média de  $1,5 \pm 0,2$  N. As variações de firmeza não foram afetadas pela temperatura. O teor em sólidos solúveis e a acidez titulável mantiveram-se inalterados durante o armazenamento, sem efeito da temperatura, com valores de  $5,6 \pm 0,5\%$  e  $0,3 \pm 0,05\%$ , respetivamente.

As alterações físico-químicas não foram consideradas limitantes da qualidade nos períodos de vida em prateleira às diferentes temperaturas.

#### Avaliação sensorial

A variação da perceção sensorial dos frutos foi apresentada em Alcéo & Almeida (2016) e encontra-se sumariada na fig. 2. O odor decresceu de  $4,5 \pm 0,2$  para  $3,6 \pm 0,2$  nos primeiros 3 dias, sem efeito significativo da temperatura. Nos dias seguintes houve algumas variações na perceção do odor que nunca retomou o valor do dia de colheita. A textura inicial foi classificada de  $4,1 \pm 0,3$  e permaneceu praticamente inalterada durante todo o armazenamento independentemente da temperatura. A suculência decresceu nos 3 primeiros dias de  $4,2 \pm 0,2$  para  $3,7 \pm 0,2$  mantendo-se neste valor até ao final do estudo, independentemente da temperatura. O flavor também decresceu de  $4,1 \pm 0,3$  para  $3,5 \pm 0,1$ , mantendo-se depois sem alterações perceptíveis. A apreciação global dos morangos decresceu ligeiramente de  $3,5 \pm 0,3$  para  $3,1 \pm 0,1$  do dia 3 para o dia 5.

Estes resultados evidenciam que o odor, o flavor e a suculência são os atributos sensoriais cuja depreciação é percebida nos primeiros dias após a colheita; curiosamente, não se verificou um efeito significativo e consistente da temperatura de armazenamento na perceção destes atributos. No entanto, as alterações sensoriais

também não parecem ser determinantes para a gestão da qualidade do morango na cadeia de abastecimento.

#### Causas de perdas e sua incidência

O verdadeiro problema que a cadeia de abastecimento do morango enfrenta após a colheita é o das perdas. A tipologia de causas de perda estabelecida para o morango (fig. 1) teve como base a sintomatologia e a gênese, aspeto indispensável para a implementação de medidas corretivas. Consideraram-se dois tipos de danos mecânicos e dois tipos de sintomas patológicos que, como se verá, podem evoluir de um para outro.

O lote inicial de frutos estava isento de danos observáveis. No entanto, os danos tornam-se rapidamente evidentes após a colheita e a proporção de frutos com algum dos tipos de danos aumentou em função do tempo e da temperatura de armazenamento (fig. 3). A temperatura teve uma maior influência no aumento da incidência de danos do que o tempo de armazenamento. Ao fim de 5 dias a 20 °C 100% dos frutos estavam danificados, enquanto a 0 °C ao fim de 14 dias 57% dos frutos apresentavam danos.

O padrão de progressão dos estragos nas cuvetes apresentado na fig. 3 mostra que a ocorrência e a proporção de incidência podem aumentar muito rapidamente a temperatura superior a 10 °C, tornando-se muito provável que estes estragos ocorram nas lojas e em casa dos consumidores após a compra.

Se do ponto de vista da quantificação das perdas consideramos a totalidade dos danos, independentemente da sua tipologia e da sua gênese, estes aspetos tornam-se essenciais para a implementação de medidas corretivas eficazes. Assim, o estudo da progressão dos distintos tipos de danos (fig. 4) revela que as pisaduras tornaram-se evidentes no dia 3 a temperatura superior ou igual 5 °C e após 5 dias a 0 °C, com apenas 1% dos frutos afetados; a 10, 15 e 20 °C, as podridões apareceram no dia 3 e a 5 °C no dia 5. A 0 °C só após 7 dias se observou uma ocorrência ocasional de bolor (1 em 145 frutos), não tendo este valor evoluído durante o armazenamento. Ao fim de 14 dias nenhum fruto mantido a 0 °C apresentava micélio visível. Após 7 dias as perdas devidas a podridões, com e sem micélio visível, foram de 0,8%; 3,2%; 11,7%; 100% e 100% a 0, 5, 10, 15 e 20 °C, respetivamente. As cuvetes tornaram-se não comercializáveis após 3 dias a 20 °C, 5 dias a 15 °C, 7 dias a 10 °C, 10 dias a 5 °C e 12 dias a 0 °C.

Ao longo do tempo é visível uma tendência na redução das pisaduras secas e húmidas em percentagem do total de frutos e um aumento da incidência de podridões com e sem micélio visível (fig. 5).

A proporção de frutos com pisaduras aumentou inicialmente a todas as temperaturas, mas no decurso do período de armazenamento as pisaduras tenderam a evoluir para podridões (fig. 5). Note-se que estamos perante danos latentes (Almeida, 2005) que não evidentes no lote inicial, mas que se tornam visíveis e evoluem muito rapidamente. Os danos mecânicos, provocados por compressão durante a colheita e subsequente manuseamento ou por vibração durante as operações seleção, transporte e transferências têm de ser minimizados. O facto de não serem visíveis no momento da escolha não é prova da sua inexistência (fig. 3 e 4). Adicionalmente, a infeção por *Botrytis cinerea* ocorre predominantemente durante a senescência das pétalas, pelo que a redução das infeções latentes e a carga de inóculo tem de ser conseguida no campo. Os danos mecânicos são também portas de penetração e favorecem as infeções e desenvolvimento de doenças e são colonizados por fungos que expressam depois na cadeia de abastecimento especialmente quando as temperaturas se elevam ao nível do retalho ou do consumidor.

## Conclusões

Os fatores determinante da qualidade do morango na cadeia de abastecimento são os danos mecânicos e as infeções patológicas, que se expressam rapidamente mesmo que não sejam evidentes após a colheita. As características físico-químicas e sensoriais ficam, no essencial, determinadas no momento da colheita e os efeitos da sua subsequente evolução pós-colheita não se sobrepõe, do ponto de vista de gestão integral da qualidade na cadeia, aos efeitos provocados pelos danos mecânicos e pelas podridões. A rápida evolução das perdas a temperaturas superiores a 0 °C mostra que gestão da temperatura é fundamental, mesmo no final da cadeia de abastecimento ao nível do retalho e do consumidor. A análise das causas e a evolução dos sintomas das perdas revela que as características iniciais, as infeções latentes, o nível de inóculo e os danos mecânicos na colheita, acondicionamento e transporte são determinantes da satisfação de retalhistas e consumidores. A temperatura representa um peso superior sobre o desenvolvimento de danos do que o tempo de armazenamento, com os retalhistas a poderem aumentar o tempo de venda ou a qualidade potencial no momento de venda em 3 vezes se optarem pela exposição refrigerada em detrimento da temperatura ambiente.

## Referências

- Alcéo, R.G.A. & Almeida, D.P.F. 2016. Sensory and instrumental assessment of strawberry quality during shelf-life at different temperatures. 13.º Encontro de Química dos Alimentos, Porto, 14-16 de setembro.
- Almeida, D. 2005. Manuseamento de produtos hortofrutícolas. Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto, 111 p.
- Almeida, D.P.F. 2016. Pequenos frutos com grandes problemas: recomendações para a qualidade na cadeia de abastecimento. V Colóquio Nacional da Produção de Pequenos Frutos, Oeiras, 14 e 15 de outubro
- Cordenunsi, B.R., Nascimento, J.R.O. & Lajolo, F.M. 2003. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry*, 83:167–173.
- Doving, A. & Mage, F. 2002. Methods of testing strawberry fruit firmness. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 52:43–51.
- Mitchell, F.G., Mitcham, E., Thompson, J.F. & Welch, N. 1996. Handling strawberries for fresh market. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 2442, Oakland, CA, USA, 14 p.
- Mitcham, E. 2014. Strawberry. In: *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*, USDA
- Nunes, M C N, Morais, A M M B, Brecht, J K & Sargent, S A. 1995. Quality of strawberries after storage in controlled atmospheres at above optimum storage temperatures. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 108:273-278.
- Nunes, M C N. 2008. *Color atlas of postharvest quality*, Blackwell, Hong Kong.

## Figuras



Figura 1 – Tipologia das causas de perdas identificadas no morango. Da esquerda para direita, fruto com pisadura seca, pisadura húmida, podridão sem hifas visíveis e podridão com micélio visível.

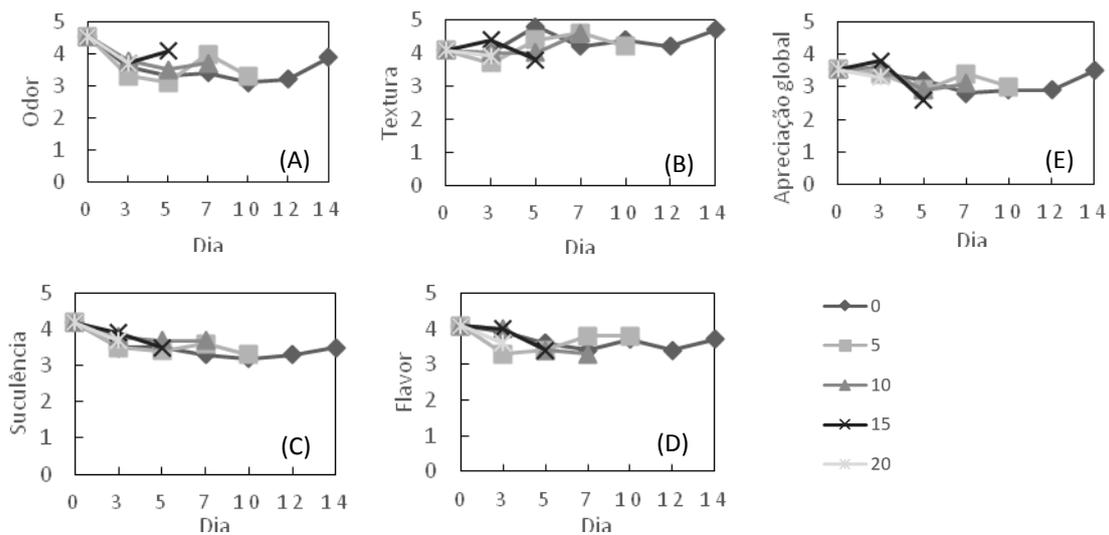


Figura 2 – Perceção sensorial do odor (A), textura (B), suculência (C), flavor (D) e apreciação global (E) dos frutos durante o armazenamento a diferentes temperaturas. Valores são a média,  $n=10$ .

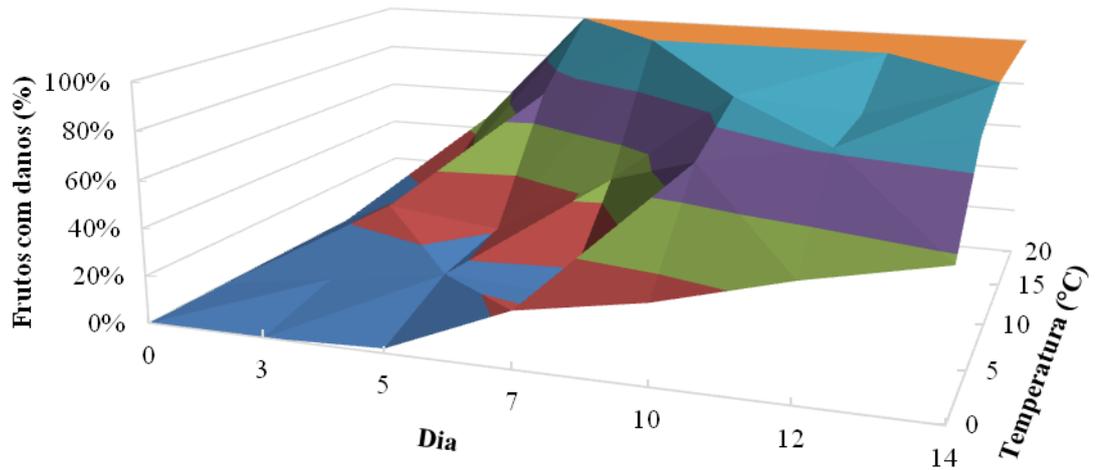


Figura 3 – Evolução da incidência de danos totais em função do tempo e da temperatura de armazenamento.

■ 0%-20% ■ 20%-40% ■ 40%-60% ■ 60%-80% ■ 80%-100%

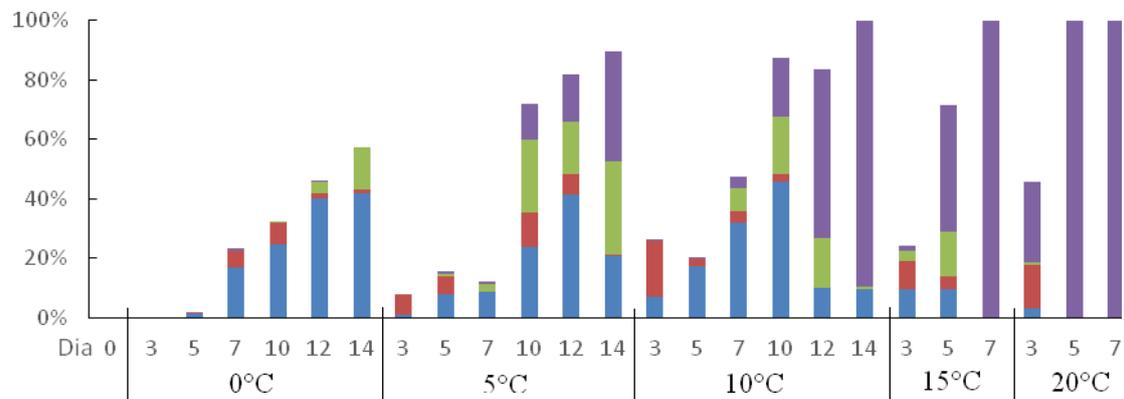


Figura 4 – Evolução dos danos em função da temperatura e tempo de armazenamento por tipo de dano

■ Pisadura seca ■ Pisadura húmida ■ Podridão sem hifas visíveis ■ Podridão com micélio visível

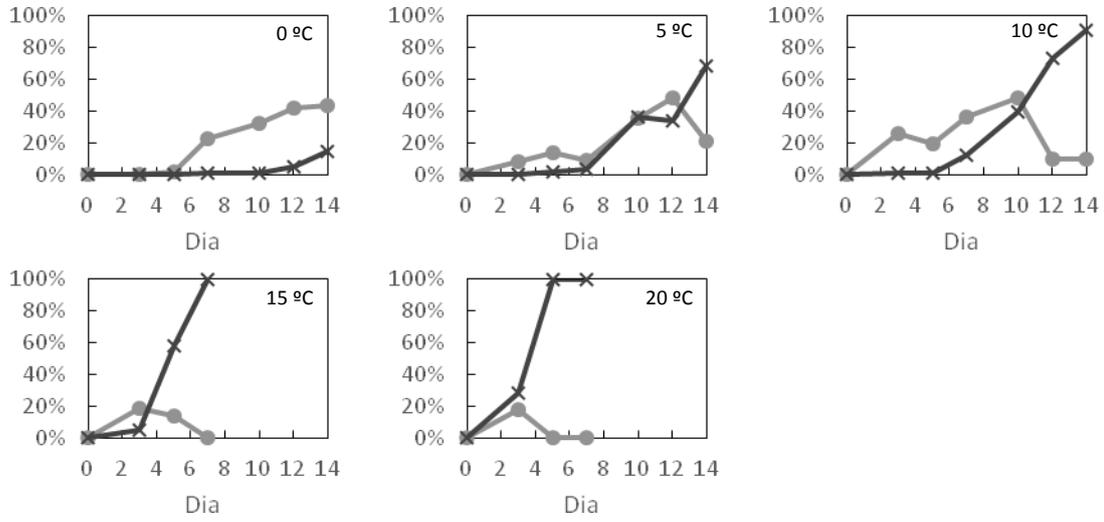


Figura 5 – Evolução da incidência de pisaduras e podridões, em percentagem do total de frutos, a diferentes temperaturas em função do tempo de armazenamento.

● Pisaduras secas e húmidas    × Podridões com e sem micélio visível