

# Armazenamento de *Passiflora setacea* cv BRS Pérola do Cerrado em diferentes embalagens e temperaturas

| **Maria Madalena Rinaldi**  
Embrapa Cerrados

| **Ana Maria Costa**  
Embrapa Cerrados

| **Alexei de Campos Dianese**  
Embrapa Cerrados

# RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá sendo um fruto perecível tendo a sua vida útil pós-colheita reduzida a poucos dias de conservação limitando a sua comercialização. O *Passiflora setacea* é um maracujá doce e estão sendo realizados estudos sobre a sua conservação pós-colheita e vida útil em diferentes condições de armazenamento. Dessa forma, o objetivo do estudo foi determinar a vida útil de frutos de *P. setacea* acondicionados em embalagens de PVC 10 $\mu$ m, PET com perfuração, PET sem perfurar, Rede Plástica e sem embalagem armazenados sob condição ambiente, 10°C e 90% de umidade relativa por 10 dias. A menor perda de massa fresca ocorreu nos frutos armazenados em condição refrigerada, em todas as embalagens submetidas ao experimento. A embalagem PVC 10 $\mu$ m apresentou os menores índices de perda de massa fresca e de escurecimento, além de apresentar a melhor textura dos frutos. Com exceção da embalagem PVC 10 $\mu$ m todas as demais embalagens mantiveram em seu interior concentração gasosa idêntica à atmosférica não sendo recomendadas para o acondicionamento de frutos de *P. setacea* com o objetivo de aumentar a vida útil pós-colheita dos frutos. Independente da embalagem utilizada o armazenamento sob refrigeração a 10°C e 90% de umidade relativa é o mais recomendado para frutos dessa espécie havendo menor infecção dos frutos por *Fusarium* spp.

**Palavras-chave:** Maracujá, Conservação, Vida Útil, Textura, Cor, Análises Físico-Químicas.

## ■ INTRODUÇÃO

A *Passiflora setacea* DC. é uma espécie silvestre de maracujazeiro que ocorre nos biomas Cerrado e Caatinga, e em áreas de transição, como o Semiárido norte-mineiro do Brasil (RINALDI *et al.*, 2021b). A alta perecibilidade dos frutos de *P. setacea* reduz sua vida útil, limitando sua comercialização. De acordo com Rinaldi *et al.* (2017) a vida útil pós-colheita dos frutos foi inferior a quatro dias de armazenamento, mesmo sob refrigeração; observou-se que, assim como o maracujazeiro azedo comercial, frutos de *P. setacea* perdem massa fresca e apresentam o enrugamento da casca após quatro dias de armazenamento. No entanto, de acordo com os valores de acidez titulável, sólidos solúveis e pH, essas características não inviabilizam o consumo da polpa após sete dias de armazenamento.

A espécie *P. setacea* é nativa dos Cerrados brasileiros e apresenta grande potencial para consumo *in natura*, em virtude do aroma agradável e adocicado dos seus frutos (ATAÍDE *et al.*, 2012). Há 20 anos, foi iniciado um programa de melhoramento genético de *P. setacea*, realizado pela Embrapa e parceiros, o qual culminou no lançamento da cultivar BRS Pérola do Cerrado (BRS PC), em 2013 (EMBRAPA, 2015).

No Distrito Federal em cultivo irrigado floresce e frutifica no período de dias curtos do ano e a colheita concentra-se de agosto a outubro, época de entressafra do maracujazeiro comercial (FALEIRO *et al.*, 2005). A *P. setacea* apresenta valores de sólidos solúveis totais elevados, na faixa de 16 a 18 °Brix o que o classifica na categoria dos Maracujás Doce (LESSA, 2011).

A cultivar BRS Pérola do Cerrado tem conquistado os produtores e consumidores brasileiros, e a cadeia produtiva está sendo estabelecida e fortalecida a cada ano (EMBRAPA, 2015). Assim, é de grande importância o aprofundamento das informações sobre a qualidade e a conservação pós-colheita de frutos de *P. setacea* produzidos e comercializados no Brasil.

O maracujá é um fruto climatérico e altamente perecível após a colheita. O manuseio adequado dos frutos é essencial para a vida útil dos mesmos. É importante considerar alternativas já estudadas e definidas para a conservação destes frutos como colheita dos frutos de forma e momento adequado, armazenamento, embalagens, controle de doenças pós-colheita e comercialização dos frutos. Assim, o objetivo do estudo foi determinar a vida útil de frutos de *P. setacea* acondicionados em embalagens de PVC 10µm, PET com perfuração, PET sem perfuração, Rede Plástica e sem embalagem armazenados sob condição ambiente e a 10°C e 90% de umidade relativa.

## ■ MÉTODOS

Para a realização do experimento utilizaram-se frutos de *P. setacea* (BRS Pérola do Cerrado) oriundos do campo experimental da Embrapa Cerrados (Latitude: 15° 35'30"S; Longitude: 47° 42'30"W; Altura: 1030m). Os frutos foram colhidos no ponto de maturação adotado pelos produtores onde os frutos têm uma coloração verde claro com listras verde-escuras na direção longitudinal, e polpa amarela pálida ou cremosa; as sementes são oblongas levemente reticuladas, com cerca de 0,5 cm de diâmetro por 0,3 cm de comprimento. No Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Cerrados os frutos foram resfriados em câmara fria ( $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e 95% de umidade relativa), lavados em água corrente com posterior secagem em papel toalha sendo estes frutos considerados como tratamento testemunha.

Somente no início do experimento os frutos foram pesados e medidos no diâmetro longitudinal e diâmetro transversal externo. Com esses valores foram calculados o índice de formato do fruto pela relação comprimento e diâmetro. Também foi obtido o peso da polpa + sementes, peso da polpa, peso das sementes, peso das cascas, volume de polpa e densidade. O período de armazenamento foi de 10 dias.

Após as atividades realizadas no recebimento da matéria-prima os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido e revestidos com filme de PVC 10 $\mu\text{m}$ , PET com perfuração, PET sem perfurar e Rede Plástica própria para comercialização de frutos e hortaliças. O tratamento testemunha consistiu em frutos sem embalagem. Todos os tratamentos foram armazenados em câmara fria na temperatura de 10°C e 90% de umidade relativa e em condição ambiente por 10 dias (Figura 1).

**Figura 1.** Frutos de *P. setacea* submetidos aos diferentes tratamentos.



**Foto:** Maria Madalena Rinaldi.

Variáveis analisadas: peso, altura, diâmetro, peso da polpa + sementes, peso da polpa, peso das sementes, peso das cascas, volume de polpa, densidade, índice de formato do fruto, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, Ratio, perda de massa fresca, luminosidade, incremento no escurecimento, chroma, ângulo hue, textura (teste normal via texturômetro) e concentração de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e balanço no interior das embalagens. Além disso, também foi realizada a avaliação fitossanitária dos frutos durante o armazenamento.

As análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis e Ratio foram realizadas de acordo com Carvalho *et al.* (1990). Cor (L\*, a\*, b\*) determinada em espectrofotômetro MiniScan® EZ marca HunterLab, sendo realizadas cinco leituras por fruto de *Passiflora setacea*. O valor de L\* define a luminosidade (L\* = 0 preto e L\* = 100 branco) e a\* e b\* são responsáveis pela cromaticidade (+a\* vermelho e - a\* verde), b\* (+b\* amarelo e -b\* azul). Por meio do módulo L\*, a\* e b\* foi possível calcular o incremento no escurecimento [ $((L^* - L^*0)^2 + (a^* - a^*0)^2 + (b^* - b^*0)^2)^{1/2}$ ], chroma (saturação ou intensidade da cor; 0 - cor impura e 60 - cor pura) e o ângulo hue (ângulo da cor; 0° vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro) por meio das fórmulas: chroma [ $(a^2 + b^2)^{1/2}$ ] e ângulo hue [arco tangente (b/a)] para a\* positivo e [arco tangente (b\*/a\*) (-1) + 90] para a\* negativo, conforme recomendado por Hunterlab (2008). Para a análise de textura utilizou-se o texturômetro da marca Brookfield texture Analyzer, especificamente do modelo CT3 4500. A análise consistiu no teste de resistência de perfuração (teste normal), sendo adotados os padrões de Trigger (força): 10 g, Deformation (deformação): 10 mm e Speed (velocidade): 10 mm/s com o auxílio da ponteira TA 15/1000 Cone 30 mm D, 45°. Os resultados foram apresentados em Newton (N). Também foram realizadas as análises de perda de massa fresca que foi obtida pela diferença de peso entre a massa inicial e a massa no momento da avaliação. As análises foram realizadas utilizando-se o equipamento CheckPoint II desenvolvido pela empresa PBI-Dansensor America Inc. A leitura da concentração gasosa em porcentagem foi realizada diretamente no interior das embalagens por meio da introdução de uma agulha do próprio aparelho através de um septo de silicone adaptado as embalagens (RINALDI *et al.*, 2009) contendo os frutos de *P. setacea*.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições para cada tratamento, sendo que cada repetição consistiu em 5 frutos de *P. setacea*. Para as análises de cor foram utilizados os cinco frutos por tratamento sendo realizadas cinco leituras por fruto em cada dia de análise. Para textura foram realizadas três leituras em cada um dos cinco frutos analisados. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F e as médias foram agrupadas por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Assistat versão 7.7 (SILVA, 2019).

Na avaliação fitossanitária, os frutos foram separados e embalados, seguindo o mesmo delineamento, os mesmos tratamentos e condições de armazenagem já mencionadas. As avaliações de incidência de fungos ocorreram aos três, sete e 10 dias após o início do experimento. Ao final, foi calculada a incidência média de fungos por repetição/por tratamento/por data de avaliação. A análise estatística foi realizada utilizando o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) com o auxílio do software Assistat versão 7.7 (SILVA, 2019). Os valores observados de percentual de incidência foram transformados em arc sen (raiz X/100) para fins de análise estatística. No entanto, os dados tabelados foram apresentados em seu formato original.

## ■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados físicos iniciais foram: peso por fruto: 52,40g, altura do fruto: 49,38g, diâmetro do fruto: 46,08g, peso da polpa por fruto + total de sementes: 164,40g, peso da polpa por fruto: 14,40g, peso total das sementes: 150g, peso total das cascas: 169g, volume de polpa por fruto: 16,00ml, densidade do fruto: 3,61 e índice de formato do fruto: 1,06.

Os pH dos frutos variaram entre 3,11 a 3,49 em temperatura ambiente e de 3,09 a 3,29 a 10°C (Tabela 1), indicando assim maior nível de acidez em fruto sob refrigeração e maior tendência a doçura de frutos armazenados em temperatura ambiente.

**Tabela 1.** Valores médios de pH em frutos de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado submetidos a diferentes tratamentos.

pH em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
Embalagem	zero	3	7	10
Sem embalagem	3,11 aD	3,33 aC	3,46 aA	3,43 bB
PVC 10 µm	3,11 aD	3,18 bC	3,34 dB	3,39 cA
PET com perfuração	3,11 aD	3,15 cC	3,26 eB	3,35 dA
PET sem perfuração	3,11 aD	3,15 cC	3,44 bB	3,49 aA
Rede plástica	3,11 aD	3,19 bC	3,36 cB	3,48 aA
10°C				
Sem embalagem	3,11 aC	3,16 bB	3,24 bA	3,23 bA
PVC 10 µm	3,11 aD	3,14 cC	3,26 aA	3,20 cB
PET com perfuração	3,11 aC	3,12 dC	3,16 dB	3,19 cA
PET sem perfuração	3,11 aC	3,09 eD	3,25 abB	3,29 aA
Rede plástica	3,11 aD	3,25 aB	3,21 cC	3,29 aA

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

Os maiores índices de pH foram encontrados em frutos embalados em PET sem perfuração e em rede plástica, sendo mais evidentes a partir dos sete dias de armazenamento, onde a média de pH é de 3,37 em condição ambiente e 3,22 a 10°C. A embalagem PET

com perfuração apresentou os mais baixos índices de pH aos dez dias de armazenamento (Tabela 1). Em todas as embalagens, com algumas oscilações na temperatura de 10°C, ocorreu aumento nos níveis de pH dos frutos durante o armazenamento. Aumento dos valores de pH pode ser devido a formação de ácidos orgânicos e açúcares totais resultando na redução da quantidade de íons de hidrogênio livres (D'ABADIA *et al.*, 2020).

Os valores de acidez nos frutos de maracujá oscilaram entre 1,80 e 3,11 durante os dez dias de armazenamento, com maior variação aos dez dias de armazenamento. A média de acidez titulável nesse dia foi de 2,21 em temperatura ambiente e de 2,45 a 10°C (Tabela 2). Frutos com alto teor de ácido cítrico são desejados, uma vez que são mais apropriados para o processamento na fabricação de geleias, sucos, doces e outros produtos com alto valor agregado (ARAÚJO *et al.*, 2019).

**Tabela 2.** Valores médios de acidez titulável em frutos de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado submetidos a diferentes tratamentos.

Acidez Titulável (%) em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
Embalagem	zero	3	7	10
Sem embalagem	2,80 aB	2,30 dD	3,01 aA	2,48 aC
PVC 10 µm	2,80 aA	2,82 aA	2,71 cB	2,39 bC
PET com perfuração	2,80 aB	2,60 cC	2,84 bA	1,80 eD
PET sem perfuração	2,80 aA	2,82 aA	1,99 eC	2,25 cB
Rede plástica	2,80 aA	2,68 bB	2,28 dC	2,15 dD
10°C				
Sem embalagem	2,80 aA	2,65 dB	2,60 bC	2,51 bD
PVC 10 µm	2,80 aC	2,95 bB	3,11 aA	2,49 bD
PET com perfuração	2,80 aB	2,77 cB	3,11 aA	2,56 aC
PET sem perfuração	2,80 aB	3,03 aA	2,50 dC	2,51 bC
Rede plástica	2,80 aA	2,75 cB	2,55 cC	2,18 cD

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

Observou-se, com algumas exceções, que os índices de acidez foram menores no decorrer do armazenamento quando comparados com o dia zero. Esse fator pode ter ocorrido, pois os frutos tendem a ser mais doces ao longo do armazenamento, uma vez que o maracujá é um fruto climatérico, o que influencia diretamente nos níveis de pH e acidez dos mesmos. A embalagem PET com perfuração apresentou o menor índice de acidez (1,80) aos dez dias de armazenamento sob condição ambiente. Já, sob condição refrigerada o menor índice apresentado (2,18) foi nos frutos acondicionados em rede plástica (Tabela 2).

Em todos os tratamentos ocorreu variação significativa dos sólidos solúveis (°Brix) ao longo do armazenamento com oscilações nos valores e, de maneira geral, os frutos apresentaram menores teores de açúcares nos frutos. A oscilação dos frutos armazenados em

temperatura ambiente foi de 7,90 °Brix a 14,47 °Brix e em condição refrigerada a 10°C foi de 9,97 °Brix a 15,30 °Brix (Tabela 3). A legislação brasileira estabelece o valor mínimo de 11 °Brix para a polpa de frutos de maracujá em geral (BRASIL, 2000).

**Tabela 3.** Valores médios de sólidos solúveis em frutos de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado submetidos a diferentes tratamentos.

Sólidos solúveis (°Brix) em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
Embalagem	zero	3	7	10
Sem embalagem	14,03 aA	12,47 cC	11,80 aD	12,97 aB
PVC 10 µm	14,03 aA	13,53 bB	11,33 bC	10,70 eD
PET com perfuração	14,03 aB	14,47 aA	9,43 dD	11,83 dC
PET sem perfuração	14,03 aB	14,30 aA	7,90 eD	12,57 bC
Rede plástica	14,03 aA	13,43 bB	9,90 cD	12,20 cC
10°C				
Sem embalagem	14,03 aB	15,30 aA	10,90 dD	13,13 bC
PVC 10 µm	14,03 aA	13,50 cB	13,27 aC	13,47 aBC
PET com perfuração	14,03 aA	13,67 cB	11,87 bD	12,63 cC
PET sem perfuração	14,03 aA	14,17 bA	9,97 eC	13,30 abB
Rede plástica	14,03 aA	14,10 bA	11,20 cC	13,17 bB

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

Os valores de sólidos solúveis aos dez dias de análise tiveram uma média de 12,05 °Brix e 13,08 °Brix, em temperatura ambiente e a 10°C respectivamente, onde os frutos armazenados em ambiente refrigerado tendem a ter maior teor de doçura nos frutos. Os frutos mantidos sem embalagem apresentaram os maiores índices de sólidos solúveis com valores de 12,57°Brix em condição ambiente. Porém, sob refrigeração, os maiores valores foram obtidos nos frutos da embalagem PVC 10 a partir de sete dias de armazenamento (Tabela 3).

Os valores de Ratio que é a relação sólidos solúveis/acidez titulável apresentaram as mesmas oscilações ocorridas com os valores de sólidos solúveis e acidez titulável ao longo dos dez dias de armazenamento dos frutos com valores entre 3,32 e 6,59 em condição ambiente e 3,81 a 6,03 em condição refrigerada (Tabela 4). Maiores valores de Ratio representam melhor equilíbrio doçura/acidez dos frutos. Uma vez que o equilíbrio entre sólidos solúveis e acidez titulável é uma das formas mais práticas de estimar o sabor dos frutos, sendo que com a acidez titulável alta, o Ratio diminui e, quanto maior for o Ratio, mais agradável ao paladar é o suco ou polpa (AGUIAR *et al.*, 2015).

**Tabela 4.** Valores médios de Ratio em frutos de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado submetidos a diferentes tratamentos.

Ratio em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
Embalagem	zero	3	7	10
Sem embalagem	5,02 aC	5,42 aA	3,93 cD	5,22 cB
PVC 10 µm	5,02 aA	4,80 cB	4,19 bD	4,48 dC
PET com perfuração	5,02 aC	5,55 aB	3,32 dD	6,59 aA
PET sem perfuração	5,02 aB	5,07 bB	3,97 cC	5,58 bA
Rede plástica	5,02 aB	5,01 bB	4,35 aC	5,68 bA
10°C				
Sem embalagem	5,02 aC	5,76 aA	4,19 bD	5,23 cB
PVC 10 µm	5,02 aB	4,58 dC	4,26 bD	5,40 bA
PET com perfuração	5,02 aA	4,93 cA	3,81 dB	4,93 dA
PET sem perfuração	5,02 aB	4,67 dC	3,99 cD	5,30 bcA
Rede plástica	5,02 aC	5,13 bB	4,39 aD	6,03 aA

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

A perda de massa fresca foi significativamente menor nos frutos acondicionados em bandeja de isopor e revestidos com filme de PVC com 10µm de espessura nas duas condições de armazenamento atingindo o valor máximo de 5,72% em condição ambiente e 1,26% nos frutos mantidos na temperatura de 10°C (Tabela 5). De maneira geral, as demais embalagens estudadas não foram eficientes para evitar as perdas significativas de massa fresca dos frutos mantidos em seu interior. Frutos acondicionados na embalagem PET com e sem perfuração apresentaram menores valores de perda de massa fresca quando comparados aos frutos sem embalagem e os mantidos em rede plástica, entretanto, os valores obtidos ainda forma significativamente altos.

**Tabela 5.** Valores médios de perda de massa fresca em frutos de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado submetidos a diferentes tratamentos.

Perda de massa fresca (%) em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
Embalagem	zero	3	7	10
Sem embalagem	0,00 aD	19,90 aC	32,35 aB	36,28 aA
PVC 10 µm	0,00 aC	2,22 dBC	4,55 dAB	5,72 cA
PET com perfuração	0,00 aD	11,00 cC	21,28 cB	25,36 bA
PET sem perfuração	0,00 aD	12,55 bcC	21,59 cB	26,80 bA
Rede plástica	0,00 aD	15,01 bC	28,63 bB	33,86 aA
10°C				
Sem embalagem	0,00 aC	7,87 aB	14,94 aA	18,08 aA
PVC 10 µm	0,00 aA	0,55 bA	1,03 dA	1,26 cA
PET com perfuração	0,00 aC	4,53 abB	9,81 bcA	12,17 bA

Perda de massa fresca (%) em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
PET sem perfuração	0,00 aC	4,00 abB	7,55 cAB	9,28 bA
Rede plástica	0,00 aC	7,08 aB	13,51 abA	16,81 aA

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

Já foi comprovado que condições de baixas temperaturas são fundamentais na redução da perda de massa fresca em frutos de maracujá (RINALDI *et al.*, 2017a; RINALDI *et al.*, 2017b; RINALDI *et al.*, 2019a; RINALDI *et al.*, 2019b). A utilização de atmosfera modificada também auxilia na redução dessa variável (FAVORITO *et al.*, 2017). A utilização de refrigeração na conservação de frutos do maracujazeiro já é recomendada para as espécies *P. setacea*, *P. alata* e *P. edulis*, pois proporciona um maior tempo de prateleira, além de preservar vários parâmetros fisiológicos importantes, como, por exemplo, a textura da casca, além de reduzir a infestação por agentes fúngicos (RINALDI *et al.*, 2021a; RINALDI *et al.*, 2017c).

A luminosidade (Tabela 6) apresentou variação entre 40,13 a 57,50 em condição ambiente e de 44,47 a 56,46 em condição refrigerada durante os dez dias de armazenamento dos frutos. Com os dados obtidos, não é possível afirmar que as embalagens estudadas apresentam efeito significativo sobre esta variável.

**Tabela 6.** Valores médios de luminosidade em frutos de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado submetidos a diferentes tratamentos.

Luminosidade em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
Embalagem	zero	3	7	10
Sem embalagem	50,84 aA	48,63 aA	48,44 bA	40,13 cB
PVC 10 µm	50,84 aB	53,49 aAB	57,50 aA	52,47aAB
PET com perfuração	50,84 aA	53,11 aA	50,17 bA	48,38 abA
PET sem perfuração	50,84 aA	51,08 aA	49,90 bA	47,83 abA
Rede plástica	50,84 aAB	51,21 aA	47,66 bAB	45,06 bcB
10°C				
Sem embalagem	50,84 aA	47,93 bA	48,09 aA	52,61 abA
PVC 10 µm	50,84 aAB	54,28 abAB	49,09 aB	56,45 aA
PET com perfuração	50,84 aA	51,08 abA	54,57 aA	49,27 bcA
PET sem perfuração	50,84 aA	56,27 aA	51,10 aA	53,04 abA
Rede plástica	50,84 aAB	51,23 abA	51,77 aA	44,47 cB

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

O incremento no escurecimento variou entre zero e 23,05 com valor médio de 20,39 nos frutos mantidos em temperatura a 10°C e de zero a 22,95 quando armazenados em

condição ambiente (Tabela 7). De maneira geral, sob condição ambiente os frutos mantidos na embalagem PET com perfuração apresentaram menores valores de incremento no escurecimento, o que não ocorreu nos frutos mantidos nessa mesma embalagem sob refrigeração.

Para o chroma (dados não apresentados) não ocorreu variação significativa com valores entre 22,77 e 36,71 em condição ambiente e 28,25 a 36,71 na temperatura de 10°C. O chroma ou cromaticidade expressa a intensidade da cor, ou seja, a cor em termos de saturação de pigmentos (RINALDI *et al.*, 2021c).

**Tabela 7.** Valores médios de incremento no escurecimento em frutos de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado submetidos a diferentes tratamentos.

Incremento no escurecimento em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
Embalagem	zero	3	7	10
Sem embalagem	0,00 aC	18,01 aB	22,64 aA	22,95 aA
PVC 10 µm	0,00 aC	16,79 abB	22,16 aA	19,36 aA
PET com perfuração	0,00 aB	15,60 bA	15,61 bA	17,09 bA
PET sem perfuração	0,00 aC	17,09 abB	16,51 abB	22,19 aA
Rede plástica	0,00 aB	20,05 aA	18,14 aA	20,36 aA
10°C				
Sem embalagem	0,00 aB	20,50 abA	18,93 bA	19,45 abA
PVC 10 µm	0,00 aC	22,19 aA	17,04 bcB	22,56 aA
PET com perfuração	0,00 aB	17,09 bcA	19,62 aA	16,67 bA
PET sem perfuração	0,00 aC	21,17 aA	15,82 cB	22,56 aA
Rede plástica	0,00 aC	15,49 bB	23,05 aA	18,09 abB

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

Os valores iniciais de ângulo hue para a matéria prima foi de 91 indicando que os frutos se encontravam com uma coloração amarelada (Tabela 9). A coloração dos frutos armazenados em temperatura ambiente oscilou de 80,61 a 91,12, já os frutos armazenados a 10°C ficaram na faixa de 89,06 a 91,27 durante todo período de armazenamento, não havendo variação significativa para esta variável nos frutos mantidos sob refrigeração, comprovando que as diferentes embalagens não influenciaram nos valores de ângulo hue dos frutos mantidos nessa condição. Em condição ambiente os frutos mantidos sem embalagem apresentaram menores valores dessa variável aos sete e dez dias de armazenamento, sendo que aos dez dias os valores não foram diferentes dos frutos mantidos na embalagem PET sem perfuração. Na embalagem PET sem perfuração aos dez dias, os valores de ângulo hue foram inferiores aos demais dias de análise.

**Tabela 9.** Valores médios de ângulo hue em frutos de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado submetidos a diferentes tratamentos.

Ângulo Hue em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
Embalagem	zero	3	7	10
Sem embalagem	91,00 aA	87,91 aA	84,55 bB	80,61 bC
PVC 10 µm	91,00 aA	89,79 aA	88,22 aA	90,54 aA
PET com perfuração	91,00 aA	89,78 aA	89,44 aA	88,90 aA
PET sem perfuração	91,00 aA	91,12 aA	88,96 aA	83,86 bB
Rede plástica	91,00 aA	89,24 aAB	89,53 aAB	87,56 aB
10°C				
Sem embalagem	91,00 aA	90,28 aA	90,31 aA	90,61 aA
PVC 10 µm	91,00 aA	90,77 aA	89,79 aA	90,02 aA
PET com perfuração	91,00 aA	91,12 aA	90,63 aA	91,27 aA
PET sem perfuração	91,00 aA	91,17 aA	91,16 aA	89,06 aA
Rede plástica	91,00 aA	91,19 aA	90,45 aA	89,88 aA

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

Os valores de textura dos frutos oscilaram entre 6,62 e 26,79 em condição de temperatura ambiente e de 7,82 e 22,49 em temperatura refrigerada a 10°C (Tabela 10). Apesar de a condição ambiente chegar a um valor máximo de 26,79 os frutos armazenados a 10°C apresentaram maiores índices de resistência ao longo do período de armazenamento, o que já era esperado.

Os frutos embalados com o material PVC 10µm de espessura e mantidos em condição ambiente apresentaram maior valor de textura até os sete dias de armazenamento, comprovando que essa embalagem pode ser adequada para o acondicionamento dos frutos nessa condição (Tabela 10). A temperatura de armazenamento dos frutos influencia diretamente no amolecimento da polpa (COSTA *et al.*, 2017) onde sob refrigeração os frutos apresentam menor redução da textura da polpa quando comparado com os mantidos em condição ambiente (RINALDI *et al.*, 2022) correspondendo aos resultados obtidos no presente trabalho.

**Tabela 10.** Valores médios de textura (teste normal) em frutos de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado submetidos a diferentes tratamentos.

Textura (N) em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
Embalagem	zero	3	7	10
Sem embalagem	13,74 aA	7,93 cB	6,62 bB	9,17 aB
PVC 10 µm	13,74 aB	26,79 aA	14,77 aB	11,44 aB
PET com perfuração	13,74 aA	10,93 bcAB	9,18 bB	9,53 aAB
PET sem perfuração	13,74 aAB	14,65 bA	10,03 bBC	6,86 aC
Rede plástica	13,74 aA	8,53 cB	8,67 bB	8,95 aB
10°C				
Sem embalagem	13,74 aA	12,42 bA	10,69 bcA	12,54 bA
PVC 10 µm	13,74 aB	18,11 aAB	18,50 aA	22,34 aA
PET com perfuração	13,74 aA	14,40 abA	14,56 abA	11,25 bA
PET sem perfuração	13,74 aB	18,67 aA	13,62 bB	22,49 aA
Rede plástica	13,74 aAB	16,62 abA	7,82 cC	10,57 bBC

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

A porcentagem de oxigênio no interior das embalagens contendo os frutos de *P. setacea* (Tabela 11) foi de 11,73% a 21,00%, onde a PVC com 10µm de espessura apresentou maior redução na concentração desse gás nas duas condições de armazenamento, sendo maior em condição ambiente. Sob condição ambiente, as demais embalagens estudadas apresentaram uma pequena redução na porcentagem de oxigênio nos diferentes dias de análise em relação ao início do armazenamento. Considerando os dados obtidos é possível afirmar que as diferentes embalagens utilizadas não foram efetivas na redução da concentração de oxigênio no interior das mesmas com o objetivo de reduzir a atividade metabólica dos frutos de *P. setacea* de forma a diminuir a atividade respiratória dos frutos aumentando assim a sua vida útil.

**Tabela 11.** Valores médios de oxigênio no interior das embalagens com frutos de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado submetidos a diferentes tratamentos.

Oxigênio (%) em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
Embalagem	zero	3	7	10
PVC 10 µm	21,00 aA	14,33 bC	17,13 bB	11,73 bD
PET com perfuração	21,00 aA	20,47 aB	20,23 aB	20,33 aB
PET sem perfuração	21,00 aA	20,47 aB	20,23 aB	20,33 aB
Rede plástica	21,00 aA	20,50 aB	20,17 aB	20,37 aB
10°C				
PVC 10 µm	21,00 aA	15,77 bB	16,30 bB	18,23 aAB
PET com perfuração	21,00 aA	20,60 aA	20,73 aA	20,70 aA
PET sem perfuração	21,00 aA	20,57 aA	20,67 aA	20,67 aA
Rede plástica	21,00 aA	20,67 aA	20,73 aA	20,70 aA

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

Os níveis de CO<sub>2</sub> oscilaram entre 0,03% e 5,33% em temperatura ambiente e entre 0,03% e 2,27% em condição de temperatura refrigerada a 10°C (Tabela 12). A maior porcentagem de CO<sub>2</sub> foi obtida no interior da embalagem de PVC com 10µm de espessura correspondendo aos menores valores de oxigênio no interior dessa embalagem (Tabela 11) comprovando que essa embalagem interferiu na atividade respiratória dos frutos mantidos em seu interior. Nas duas condições de armazenamento a concentração de CO<sub>2</sub> no interior da embalagem PVC 10µm foi superiores às demais embalagens estudadas. Além disso, houve variabilidade na concentração de CO<sub>2</sub> no interior dessa embalagem no decorrer do armazenamento, principalmente sob condição ambiente.

**Tabela 12.** Valores médios de CO<sub>2</sub> no interior das embalagens com frutos de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado submetidos a diferentes tratamentos.

CO <sub>2</sub> (%) em função dos tratamentos				
Temperatura de armazenamento				
Condição ambiente				
Dias de análise				
Embalagem	zero	3	7	10
PVC 10 µm	0,03 aD	2,33 aB	1,47 aC	5,33 aA
PET com perfuração	0,03 aA	0,00 bA	0,07 bA	0,03 bA
PET sem perfuração	0,03 aA	0,00 bA	0,00 bA	0,10 bA
Rede plástica	0,03 aA	0,00 bA	0,17 bA	0,10 bA
10°C				
PVC 10 µm	0,03 aB	1,47 aA	2,27 aA	1,50 aA
PET com perfuração	0,03 aA	0,00 bA	0,00 bA	0,13 bA
PET sem perfuração	0,03 aA	0,00 bA	0,07 bA	0,03 bA
Rede plástica	0,03 aA	0,00 bA	0,00 bA	0,03 bA

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Tukey.

Em relação à avaliação fitossanitária, houve diferenças significativas entre os dois ambientes. Assim, a incidência de frutos contaminados por fungos foi analisada separadamente, de acordo com as condições de armazenagem (Tabela 13). O único gênero de fungo encontrado infestando os frutos foi *Fusarium* spp., identificado pelo micélio branco cotonoso e a presença de conídios fusiformes/falciformes, multisseptados e hialinos (MORETTI, 2009).

**Tabela 13.** Incidência média (%) de *Fusarium* spp. em frutos de *P. setacea* mantidos em quatro embalagens diferentes sob duas condições ambientais.

Percentual médio de frutos infestados com <i>Fusarium</i> spp. (%)				
Condição ambiente				
Embalagem	Dias de análise			
	zero	3	7	10
Sem embalagem	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA
PVC 10 µm	0 aA	40 bB	100 cC	100 cC
PET com perfuração	0 aA	0 aA	45 bB	45 bB
PET sem perfuração	0 aA	0 aA	80 cB	80 cB
Rede plástica	0 aA	0 aA	45 bB	45 bB
10°C				
Sem embalagem	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA
PVC 10 µm	0 aA	0 aA	40 cB	40 cB
PET com perfuração	0 aA	0 aA	20 bAB	20 bAB
PET sem perfuração	0 aA	0 aA	20 bAB	40 cB
Rede plástica	0 aA	0 aA	20 bAB	20 bAB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical não diferem entre si estatisticamente, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si estatisticamente, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

A condição de armazenamento teve grande influência na infecção dos frutos por *Fusarium* spp., pois ao se comparar os mesmos tratamentos nos dois ambientes, constatou-se reduções no percentual de incidência de até 2,5 vezes nos frutos mantidos a 10 °C (Tabela 13). Arruda *et al.* (2011) relataram uma redução significativa na ocorrência de podridão de frutos de maracujá-azedo armazenados a 15°C, quando comparados aos frutos armazenados a 25°C.

Os frutos no tratamento sem embalagem, nos dois ambientes, não apresentaram sinais de infestação por *Fusarium* spp. ao longo dos 10 dias de avaliação, o que corrobora resultados apresentados anteriormente por Rinaldi *et al.* (2017a). Nos tratamentos PVC 10 µm e PET sem perfurar houve acúmulo de umidade no interior das embalagens em ambos os ambientes, o que favoreceu o crescimento e dispersão do micélio de *Fusarium* spp., causando a alta incidência do fungo nos frutos. Relato semelhante também ocorreu em Rinaldi *et al.* (2017a). A incidência de *Fusarium* spp. foi significativamente menor nos tratamentos PET perfurada e Rede (Tabela 13). Apesar de não haver acúmulo de umidade evidente, as embalagens mantinham os frutos aglomerados, criando um ambiente favorável à infecção, mas sem a mesma efetividade que as embalagens lacradas.

## ■ CONCLUSÃO

A menor perda de massa fresca ocorreu nos frutos armazenados em condição refrigerada, em todas as embalagens submetidas ao experimento. A embalagem PVC 10 $\mu$ m apresentou os menores índices de perda de massa fresca e de escurecimento, além de apresentar a melhor textura dos frutos.

Com exceção da embalagem PVC 10 $\mu$ m todas as demais embalagens mantiveram em seu interior concentração gasosa idêntica à atmosférica não sendo recomendadas para o acondicionamento de frutos de *P. setacea* com o objetivo de aumentar a vida útil pós-colheita dos frutos.

Independente da embalagem utilizada o armazenamento sob refrigeração a 10°C e 90% de umidade relativa é o mais recomendado para frutos dessa espécie havendo menor infecção dos frutos por *Fusarium* spp.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Projeto N° 404847/2012–09 pelo apoio financeiro, e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

## ■ REFERÊNCIAS

1. AGUIAR, R. S.; ZACCHEO, P. V. C.; SERA, N. M. C. S. T.; NEVES, C. S. V. J.. Produção e qualidade de frutos híbridos de maracujazeiro amarelo no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 130-137, 2015.
2. ARAUJO, F. P. de; MELO, N. F. de; AIDAR, S. de T.; YURI, J. E.; FALEIRO, F. G. **Cultivo de *Passiflora cincinnata* Mast. cv. BRS Sertão Forte**. Circular Técnica. Petrolina, PE. 12p, 2019.
3. ARRUDA, M. C. de, FISCHER, I. H., JERONIMO, E. M., ZANETTE, M. M. AND SILVA, B. L. de. Efeito de produtos químicos e temperaturas de armazenamento na pós-colheita de maracujá-amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 201-208, 2011.
4. ATAÍDE, E. M.; OLIVEIRA, J. C. de, RUGGIERO, C. Florescimento e frutificação do maracujazeiro silvestre *Passiflora setacea* D. C. cultivado em Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 377-381, 2012.
5. BRASIL, 2000. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Diário Oficial da União. **Instrução Normativa nº 1 - Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos padrões de identidade de qualidade para polpa de fruta (e suco de fruta)**. Diário Oficial da União, seção 1, Brasília, DF.
6. CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990, 121p. (ITAL. Manual Técnico).

7. COSTA, A. G.; PINTO, F. A. C.; BRAGA, R. A.; MOTOIKE, S. Y.; GRACIA, L. M. N. Relationship between biospeckle laser technique and firmness of *Acrocomia aculeata* fruits. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 1, p. 68-73, 2017.
8. D'ABADIA, A. C. A.; COSTA, A. M.; FALEIRO, F. G.; RINALDI, M. M.; OLIVEIRA, L. L.; MALAQUIAS, J. V. Determination of the maturation stage and characteristics of the fruits of two populations of *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 2, p. 349-360, 2020.
9. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Lançamento da cultivar de maracujazeiro silvestre BRS Pérola do Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2015. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoperola/>>. Acesso em: 10 fev. 2020.
10. FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Germoplasma e Melhoramento Genético do Maracujazeiro – Desafios da Pesquisa. In: FALEIRO F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Eds). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 187 – 209, 2005.
11. FAVORITO, P. A.; VILLA, F.; TAFFAREL, E. L.; ROTILI, M. C.C. Qualidade e conservação pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo sob armazenamento. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 4, p. 449-453, 2017.
12. HUNTER ASSOCIATES LABORATORY – HUNTERLAB. **Insight on color: CIE L\* a\* b\* color scale**. Reston, 2008.
13. LESSA, A. O. **Determinação do teor de compostos fitoquímicos e estudo do potencial para processamento da polpa de frutos de maracujá das espécies silvestres (*Passiflora setacea* DC, *Passiflora cincinnata* MAST)** Itapetinga – BA: UESB, 2011. (Dissertação – Mestrado em Engenharia de Alimentos – Engenharia de Processos de Alimentos).
14. MORETTI, A. Taxonomy of *Fusarium* genus: a continuous fight between lumpers and splitters. **Zbornik Matice srpske za prirodne nauke: Zb Mat srp prir nauk**, Italy, p.117, 7-13, 2009.
15. RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L DE; MORETTI, C.L. Estabilidade de repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 310-315, 2009.
16. RINALDI, M. M.; DIANESE, A. C.; COSTA, A. M.; SUSSEL, A. A. B.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Effect of different packaging materials on the shelf life of passion fruits during ambient and low temperature storage. **Journal of Postharvest Technology**, India, v. 5, p. 7-16, 2017a.
17. RINALDI, M. M.; COSTA, A. M.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora setacea* DC. submetidos a diferentes sanitizantes e temperaturas de armazenamento. **Brazilian Journal of Food and Technology**, Campinas, v. 20, p. e2016046, 2017b.
18. RINALDI, M. M.; COSTA, A. M.; DIANESE, A. C.; SUSSEL, A. A. B. **Recomendações de manuseio e conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora setacea* e *Passiflora alata***. Brasília, DF, Embrapa. Comunicado Técnico. 4p, 2017c.

19. RINALDI, M. M.; DIANESE, A. C.; COSTA, A. M.; ASSIS, D. F. O. S.; OLIVEIRA, T. A. R.; ASSIS, S. F. O. Post-harvest conservation of *Passiflora alata* fruits under ambient and refrigerated condition. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 1, p. 1-8, 2019a.
20. RINALDI, M. M.; COSTA, A. M.; ASSIS, D. F. O. S.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Atmosfera modificada na conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora alata* cv. BRS Mel do Cerrado (BRS MC). **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 31, p. 185-196, 2019b.
21. RINALDI, M. M.; COSTA, A. M.; MALAQUIAS, J. V.; MARTINS, E. S. Postharvest quality and shelf life of *Passiflora cincinnata* BRS Sertão Forte fruits according to type of fertilization and storage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 44, n. 1: (e-051), 2022.
22. RINALDI, M. M.; DIANESE, A. C.; COSTA, A. M. Avaliação do uso de cera de carnaúba na conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora cincinnata* cv. BRS Sertão Forte. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 33, n. 1, p. 29-31, 2021a.
23. RINALDI, M. M.; DIANESE, A. C.; COASTA, A. M.; ASSIS, D. F. O. S. Shelf-life of BRS Pérola do Cerrado passion fruit under different forms of conservation. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 33, n. 3, p. 187 - 196. 2021b.
24. RINALDI, M. M.; COSTA, A. M.; BRAZ, S. F. O. A.; ASSIS, D. F. O. S. Conservação pós-colheita de frutos de maracujá-alho BRS Vita Fruit produzidos em sistema convencional e orgânico. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 33, n. 3, p. 205 -214, 2021c.
25. SILVA, F. A. S. **ASSISTAT**. Universidade Federal de Campina Grande. INPI 0004051-2. Versão 7.7 Beta (pt), Campina Grande - PB- Brasil. Disponível em: <<http://www.assistat.com>> Acesso em: 03/2019.