



Efeito da atmosfera modificada na conservação pós-colheita de cagaitas

Raissa Queiroz Andrade¹, Lara Aguiar Borges², Thalita Cordeiro Santos³, Melissa Alane Silva⁴, Shirlene Gonçalves Siqueira⁵, Gabriel Sthefano Lourenço Pereira⁶, Juliana Pinto de Lima⁷

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-3809-7648>. E-mail: raissaq66@gmail.com

²Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo, Brasil. <http://orcid.org/0000-0001-7013-3819>. E-mail: laragborges@hotmail.com

³Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-0443-2110>. E-mail: cordeirothalita@yahoo.com.br

⁴Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-9328-437X>. E-mail: melissa.alaners@gmail.com

⁵Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0009-0006-0387-3335>. E-mail: shirlene.goncalves@hotmail.com

⁶Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-1549-9054>. E-mail: gabrielsthefano.sthefano@gmail.com

⁷Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-2182-8520>. E-mail: juliana-pinto-lima@ica.ufmg.br

RESUMO

O Cerrado brasileiro é um dos grandes responsáveis pela biodiversidade de fauna e flora em todo o mundo. Dentro desta diversidade, encontra-se a cagaita (*Eugenia dysenterica*), um fruto altamente perecível. Desenvolvidos com a intenção de prolongar a vida de prateleira, inúmeros métodos de conservação foram empregados no decorrer dos anos nos alimentos, sendo a atmosfera modificada um deles. Assim, este estudo teve como principal objetivo avaliar a utilização da atmosfera modificada como meio de conservação de frutos de cagaita. Para tal, foram estudados o comportamento dos frutos acondicionados em embalagens controle (sem revestimento), embalagens de polietileno – PET, embalagens de polipropileno – PP, e em embalagens de policloreto de vinila – PVC. Os frutos foram armazenados em temperatura de refrigeração (7 °C) e analisados nos tempos 0, 6, 12, 18, 21 e 24 dias. Análises de perda de massa, cor, sólidos solúveis, firmeza, acidez total, ratio e vitamina C foram realizadas. Os frutos armazenados em embalagens de PET sofreram menos ações de deterioração e senescência, isso se dá pela redução da atividade respiratória do fruto atrasando o seu processo de podridão, o que caracteriza este tipo de embalagem como o mais eficaz na manutenção da qualidade e prolongamento da vida útil dos frutos.

A polpa da cagaita é uma boa fonte de nutrientes e compostos bioativos. Possui umidade de aproximadamente 92.44 g/100 g, conteúdo de proteína de 1.14 g/100 g, teor lipídico



de 0.05 g/100 g e 6.33 g/100 g de carboidratos (Nascimento *et al.*, 2020). Além disso, apresenta teor de 0.77 mg/100 g de carotenoides (sendo 50.8% β -caroteno), o qual está relacionado diretamente a sua atividade de provitamina A (Cardoso *et al.*, 2011). Ainda, estudos mostram que o fruto contém 18-72 mg/100 g de vitamina C, 0.4 mg/ 100g de vitamina B2, 172.8 mg/100 g de cálcio, 62.9 mg/100 g de magnésio e 3.9 mg/100 g de ferro (Vieira *et al.*, 2006; Santos, 2015; More, 2019).

A cagaita pode ser consumida tanto *in natura* como em outros produtos como geleias, licores, compotas, sorvetes dentre outras formas, e se fermentados podem ser utilizados para produção de álcool e vinagre (Scariot e Ribeiro, 2015). Após a colheita dos frutos, iniciam-se os processos do período pós-colheita, sendo marcado pelas etapas de transpiração, respiração e produção de etileno devido ao seu comportamento climatérico, conduzindo o fruto a rápida perda de qualidade (Chitarra e Chitarra, 2005; Saltveit, 2019). Sendo assim, apesar de ser um fruto que apresenta características sensoriais atrativas e potencialidade comercial, devido à alta perecibilidade o comercio da fruta *in natura* é comprometido, exigindo meios que possibilitem a conservação deste fruto por um período prolongado.

Dentre as diversas técnicas de conservação pós-colheita aplicadas para o prolongamento da vida de prateleira, uma das mais eficazes combinada com a refrigeração é a utilização de embalagens que criam uma modificação atmosférica para o armazenamento do fruto (Mahajan e Lee, 2023). A atmosfera modificada se caracteriza pela existência de uma barreira artificial que irá difundir os gases ao redor dos frutos, tendo como resultado a diminuição da concentração de O₂ e aumento de CO₂, o que irá retardar a senescência e a ação de microrganismos (Saltveit, 2019; Mahajan e Lee, 2023). As modificações se diferem de acordo com a permeabilidade do material da embalagem (barreira), taxa de respiração do fruto, temperatura de armazenamento, dentre outros fatores (Oliveira *et al.*, 2015).

Os frutos em geral possuem tempos diferentes de armazenamento, devido as suas propriedades intrínsecas e extrínsecas particulares, os quais são definidos a partir de estudos que visam melhorar o aproveitamento e prolongar a vida de prateleira. Sendo assim, este presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da atmosfera modificada na conservação pós-colheita de cagaitas.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se de colorímetro portátil CR-400 da Konica Minolta, com escala do sistema de cor CIEL*a*b*, onde foram avaliados em 3 pontos distintos de cada fruto os parâmetros L* (luminosidade, em escala de 0 (preto) a 100 (branco)), a* (escala de tonalidades de verde a vermelho) e b* (escala de tonalidades de azul a amarelo). Os parâmetros a*e b*



obtidos foram utilizados em cálculos para a determinação dos índices Chroma e °Hue, de acordo com as Equações 1 e 2, respectivamente (McGuire, 1992).

$$Chroma = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (1)$$

$$^{\circ}Hue = tg^{-1} \cdot b^* / a^* \quad (2)$$

Firmeza

A firmeza foi aferida por penetrômetro digital PTR-300 da Instrutherm, onde realizaram-se duas perfurações com sonda apropriada em aço inoxidável, em lados opostos do fruto, sendo os valores expressos em Newton (N) (Ribeiro, 2020).

Sólidos solúveis

Foi utilizado o método 932.12 da *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC, 2012), onde-se alíquotas das amostras dos frutos foram avaliados por refratômetro portátil RT-10ATC da Instrutherm. Os resultados foram expressos em °Brix.

Acidez Titulável

A acidez titulável foi realizada a partir de titulação ácido-base até a obtenção do ponto de viragem em uma coloração rósea, com indicador fenolftaleína. Utilizou-se como titulante solução de hidróxido de sódio (NaOH) com concentração de 0.1 N e os resultados encontrados foram expressos em % de ácido cítrico de acordo com o método 942.15B (AOAC, 2012).

Ratio

O ratio foi avaliado pelo cálculo da razão entre os sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável (AT) (Chitarra e Chitarra, 2005).

Vitamina C

A determinação de vitamina C foi realizada conforme o método titulométrico 985.33 (AOAC, 2012), que consiste na redução do 2,6-diclorofenolindofenol-sódio pelo ácido



ascórbico em amostras de extratos do fruto. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g da amostra.

Delineamento experimental e Análise Estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram dispostos por um fatorial simples 4x6, sendo constituído por 4 embalagens e seis tempos de armazenamento (0, 6, 12, 18, 21, e 24 dias), contendo no mínimo três repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade utilizando o software estatístico RStudio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perda de massa

A utilização de diferentes embalagens na conservação da cagaita trouxe resultados significativos para a análise de perda de massa, podendo ser observado na Tabela 1 e na Figura 2.

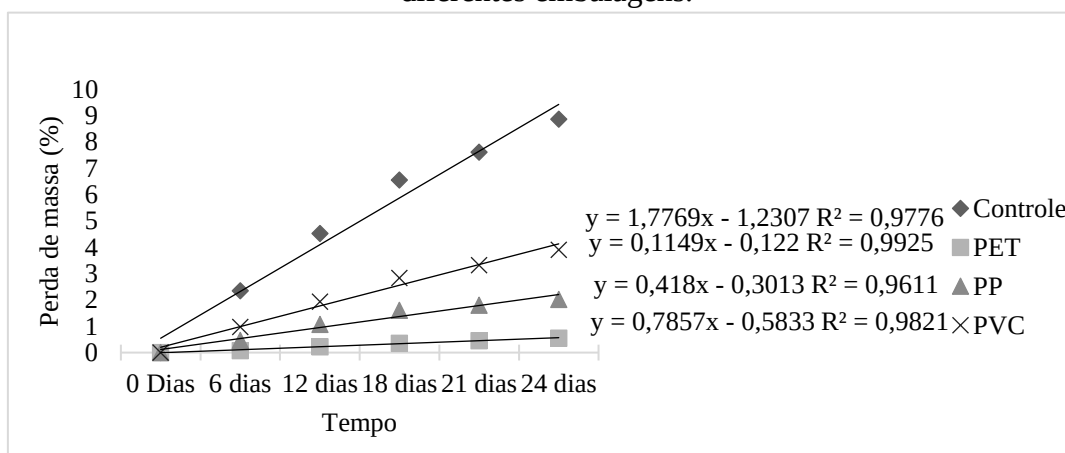
Tabela 1 – Análise de perda de massa fresca da cagaita armazenada em diferentes embalagens.

Embalagens	Perda de massa (%)				
	6 dias	12 dias	18 dias	21 dias	24 dias
Controle	2.35 ± 0.26 ^{Ea}	4.53 ± 0.47 ^{Da}	6.56 ± 0.65 ^{Ca}	7.62 ± 0.73 ^{Ba}	8.87 ± 0.84 ^{Aa}
PET	0.08 ± 0.02 ^{Ac}	0.23 ± 0.03 ^{Ad}	0.36 ± 0.04 ^{Aa}	0.46 ± 0.03 ^{Ad}	0.55 ± 0.05 ^{Ad}
PP	0.47 ± 0.22 ^{Cc}	1.07 ± 0.52 ^{Bc}	1.61 ± 0.74 ^{Ad}	1.80 ± 0.75 ^{Ac}	2.02 ± 0.78 ^{Ac}
PVC	0.98 ± 0.06 ^{Db}	1.94 ± 0.09 ^{Cb}	2.84 ± 0.13 ^{Bb}	3.33 ± 0.15 ^{Bb}	3.91 ± 0.19 ^{Ab}

Fonte: Elaboração própria, 2024. Valores expressos por média ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p<0.05) da perda de massa durante o tempo. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0.05) da perda de massa entre as embalagens.



Figura 2 – Percentual de perda de massa fresca em frutos de cagaita armazenados em diferentes embalagens.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Observou-se que no decorrer do armazenamento o percentual de perda de massa foi gradativo, tendo os frutos do grupo controle o maior percentual (8.87%) ao final do experimento, seguido dos frutos armazenados em embalagem de PVC (3.91%). Os frutos armazenados em embalagens de PP obtiveram a segunda menor perda de massa, ficando atrás apenas dos frutos armazenados em embalagens de PET que obtiveram apenas 0.55% de perda de massa ao fim do experimento. Ademais, apenas os frutos armazenados em embalagens tipo PET não tiveram diferença significativa ($p > 0.05$) em relação ao tempo, ou seja, os frutos não aumentaram a perda de massa fresca ao longo do tempo (Tabela 1 e Figura 2).

Resultados semelhantes foram encontrados por Valério (2021) em experimento realizados com pequi, onde as amostras armazenadas na embalagem controle obtiveram a maior perda de massa, seguida das embalagens de PVC e PET. Em outro estudo, Acevedo (2018) reportou um aumento gradativo da perda de massa em pêssegos, podendo estar relacionado à taxa de transmissão de vapor de água da embalagem, pois quanto menor a taxa de transmissão, menor o déficit de pressão de vapor de água e, consequentemente, maior a umidade relativa no interior da embalagem, reduzindo a transpiração dos frutos. Já no estudo realizado por Carneiro *et al.* (2015) para frutos de cagaita mantidos sob refrigeração em embalagens de PVC, a perda de massa foi de 40%. Entretanto, para os frutos armazenados em temperatura ambiente (25 °C), a perda de massa foi menor (~19.2%). Ferreira e Pereira (2016) ao reverterem com película a base de fécula de mandioca os frutos da cagaita, constataram uma perda de massa reduzida em



relação aos frutos não recobertos, comportamento semelhante ao que acontece utilizando as embalagens.

Coloração

Todas as variáveis referentes à coloração não apresentaram diferença estatística significativa ($p>0.05$) ao longo do tempo ou entre os tratamentos empregados (Tabela 2). Os valores de L^* apontam que a luminosidade possui uma escala de 0 (escuro) a 100 (claro), sendo muito utilizada como parâmetro para análise de escurecimento. Contudo, neste experimento os valores de L^* não refletiram esta possível alteração. Camilo *et al.* (2014) ao avaliarem diferentes progênies de cagaiteiras identificaram valores de L^* também semelhantes ao presente estudo, com valores máximos próximos a 58.40.

Tabela 2 – Luminosidade da cagaita armazenada em diferentes embalagens.

Embalagens	Luminosidade (L^*)					
	Tempo 0	6 dias	12 dias	18 dias	21 dias	24 dias
Controle	53.31 ± 2.09^{Aa}	55.69 ± 3.87^{Aa}	57.71 ± 4.03^{Aa}	58.64 ± 3.46^{Aa}	56.92 ± 3.22^{Aa}	57.81 ± 3.38^{Aa}
PET	53.31 ± 2.09^{Aa}	54.46 ± 3.04^{Aa}	57.41 ± 3.48^{Aa}	56.06 ± 6.21^{Aa}	56.56 ± 3.77^{Aa}	57.38 ± 5.77^{Aa}
PP	53.31 ± 2.09^{Aa}	53.75 ± 2.09^{Aa}	56.82 ± 3.56^{Aa}	57.05 ± 3.38^{Aa}	57.66 ± 4.58^{Aa}	57.10 ± 4.12^{Aa}
PVC	53.31 ± 2.09^{Aa}	53.36 ± 2.68^{Aa}	57.40 ± 3.41^{Aa}	58.68 ± 4.94^{Aa}	58.21 ± 4.00^{Aa}	56.89 ± 4.41^{Aa}

Fonte: Elaboração própria, 2024. Valores expressos por média $\pm$ desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p<0.05$) da luminosidade durante o tempo. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p<0.05$) da luminosidade entre as embalagens.

Os resultados obtidos para a análise de chroma encontram-se na Tabela 3. De acordo com Ferreira e Spricigo (2017), o chroma é o fator que irá determinar a diferença entre o tom analisado e a cor cinza, quanto mais elevado os resultados, maior será a saturação da cor. Não houve diferença significativa ($p>0.05$) entre os tempos de estudos e embalagens, ocorrendo apenas um pequeno aumento dos valores de acordo com os tempos, semelhante aos resultados encontrados por Valério (2021) em frutos de pequi.



Tabela 3 – Valores de chroma da cagaita armazenada em diferentes embalagens.

Embalagens	Chroma					
	Tempo 0	6 dias	12 dias	18 dias	21 dias	24 dias
Controle	38.46 ± 3.33 ^{Aa}	42.22 ± 4.26 ^{Aa}	44.25 ± 4.05 ^{Aa}	43.46 ± 3.69 ^{Aa}	43.82 ± 3.43 ^{Aa}	45.55 ± 3.37 ^{Aa}
PET	38.46 ± 3.33 ^{Aa}	40.66 ± 3.10 ^{Aa}	43.17 ± 3.86 ^{Aa}	41.97 ± 6.25 ^{Aa}	43.38 ± 3.77 ^{Aa}	44.06 ± 7.91 ^{Aa}
PP	38.46 ± 3.33 ^{Aa}	38.86 ± 2.78 ^{Aa}	43.91 ± 4.07 ^{Aa}	42.29 ± 4.19 ^{Aa}	44.34 ± 4.82 ^{Aa}	44.43 ± 4.13 ^{Aa}
PVC	38.46 ± 3.33 ^{Aa}	36.56 ± 3.94 ^{Aa}	43.20 ± 4.54 ^{Aa}	43.10 ± 4.43 ^{Aa}	45.19 ± 4.94 ^{Aa}	43.92 ± 3.45 ^{Aa}

Fonte: Elaboração própria, 2024. Valores expressos por média ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p<0.05) do chroma durante o tempo. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0.05) do chroma entre as embalagens.

Os valores encontrados do °Hue não apresentaram diferença significativa (p>0.05) (Tabela 4). Os valores variaram entre 102° e 113°, assim a coloração dos frutos está entre os tons verde (180°) e amarelo (90°), característicos das cagaitas.

Tabela 4 – Valores de °hue da cagaita armazenada em diferentes embalagens.

Embalagens	°hue					
	Tempo 0	6 dias	12 dias	18 dias	21 dias	24 dias
Controle	107.00 ± 2.11 ^{Aa}	107.27 ± 7.34 ^{Aa}	110.96 ± 9.31 ^{Aa}	107.18 ± 9.63 ^{Aa}	105.91 ± 9.37 ^{Aa}	106.15 ± 8.70 ^{Aa}
PET	107.00 ± 2.11 ^{Aa}	109.41 ± 9.13 ^{Aa}	110.48 ± 9.84 ^{Aa}	105.77 ± 4.95 ^{Aa}	108.84 ± 13.96 ^{Aa}	102.74 ± 9.47 ^{Aa}
PP	107.00 ± 2.11 ^{Aa}	112.15 ± 9.95 ^{Aa}	107.70 ± 9.29 ^{Aa}	106.61 ± 4.60 ^{Aa}	112.74 ± 19.60 ^{Aa}	105.25 ± 6.97 ^{Aa}
PVC	107.00 ± 2.11 ^{Aa}	109.60 ± 19.75 ^{Aa}	107.41 ± 9.54 ^{Aa}	104.27 ± 4.49 ^{Aa}	102.20 ± 3.83 ^{Aa}	110.32 ± 19.21 ^{Aa}

Fonte: Elaboração própria, 2024. **Fonte:** Elaboração própria, 2024. Valores expressos por média ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p<0.05) do °hue durante o tempo. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0.05) do °hue entre as embalagens.

Foi observado durante o experimento que os frutos quando colhidos antes do estágio de maturação total tendem a não atingir a coloração amarelada comum aos frutos que maturam na planta-mãe, o que justifica a falta de variação nos parâmetros de coloração analisados.



Firmeza

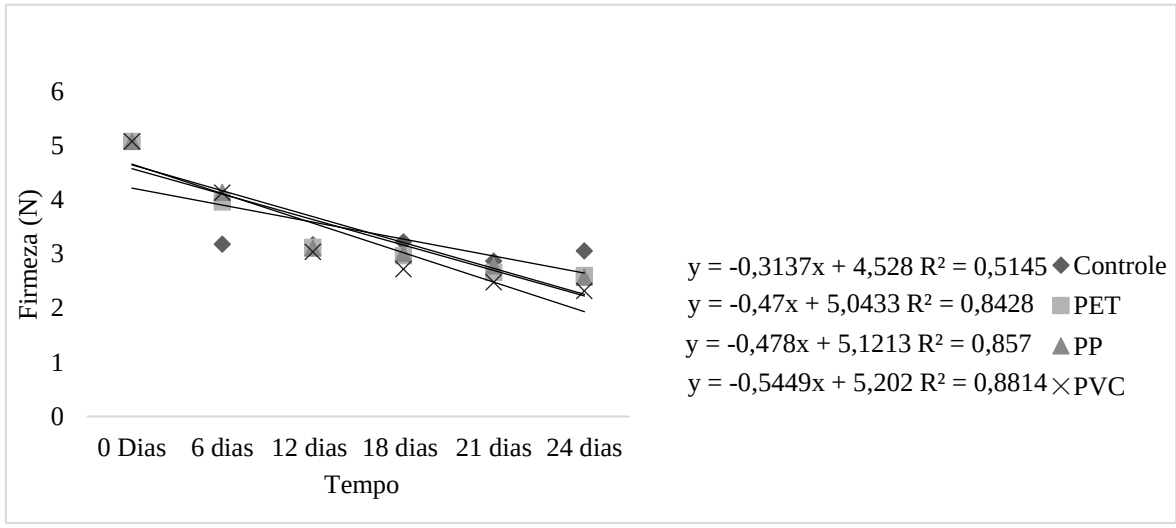
Os resultados obtidos neste trabalho mostram uma queda brusca da firmeza no início do experimento, mas em seguida uma estabilidade, conforme pode ser observado na Tabela 5 e na Figura 3.

Tabela 5 – Firmeza da cagaita armazenada em diferentes embalagens.

Embalagens	Firmeza (N)					
	Tempo 0	6 dias	12 dias	18 dias	21 dias	24 dias
Controle	5.08 ± 0.35 ^{Aa}	3.18 ± 0.78 ^{Bb}	3.17 ± 0.62 ^{Ba}	3.22 ± 0.65 ^{Ba}	2.87 ± 0.75 ^{Ba}	3.06 ± 0.41 ^{Ba}
PET	5.08 ± 0.35 ^{Aa}	3.96 ± 0.42 ^{Ba}	3.12 ± 0.46 ^{Ca}	2.97 ± 0.22 ^{Ca}	2.66 ± 0.19 ^{Ca}	2.60 ± 0.52 ^{Cb}
PP	5.08 ± 0.35 ^{Aa}	4.14 ± 0.43 ^{Ba}	3.11 ± 0.91 ^{Ca}	3.01 ± 0.53 ^{Ca}	2.78 ± 0.52 ^{Ca}	2.57 ± 0.59 ^{Cb}
PVC	5.08 ± 0.35 ^{Aa}	4.13 ± 0.44 ^{Ba}	3.04 ± 0.52 ^{Ca}	2.72 ± 0.53 ^{Ca}	2.48 ± 0.32 ^{Ca}	2.32 ± 0.53 ^{Cb}

Fonte: Elaboração própria, 2024. Valores expressos por média ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0.05$) da firmeza durante o tempo. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0.05$) da firmeza entre as embalagens.

Figura 3 – Valores de firmeza para os frutos da cagaita armazenados em diferentes embalagens.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

No tratamento controle, a firmeza caiu de 5.08 N para 3.18 N logo nos primeiros 6 dias de armazenamento, permanecendo constante a partir desse período. Já para os frutos armazenados em embalagens PET, PP ou PVC tiveram comportamento semelhante, observando uma redução da sua firmeza aos 6 e 12 dias de armazenamento, permanecendo



constante a partir desse período. É importante ressaltar que no último tempo de análise (24 dias) os frutos embalados, independente da atmosfera aplicada, apresentaram-se menos firmes que os frutos do grupo controle, possivelmente pela perda de massa fresca do fruto sem atmosfera modificada.

Resultados encontrados por Carneiro (2015) mostraram que frutos da cagaiteira armazenados sob refrigeração em embalagem recoberta com filme PVC mantiveram a firmeza dos frutos por um intervalo maior de tempo em relação aos armazenados em temperatura ambiente. Sendo assim, considera-se que o uso da atmosfera modificada pode ser eficiente no controle da perda de firmeza da cagaíta.

Sólidos solúveis

Na Tabela 6 e Figura 4 encontram-se os resultados para os sólidos solúveis (°Brix) das cagaítas armazenadas em diferentes embalagens.

Tabela 6 – Sólidos solúveis da cagaíta armazenada em diferentes embalagens.

Embalagens	Sólidos solúveis (° Brix)					
	Tempo 0	6 dias	12 dias	18 dias	21 dias	24 dias
Controle	7.33 ± 0.29 ^{Ca}	9.79 ± 0.19 ^{Ba}	5.25 ± 0.50 ^{Db}	13.11 ± 0.63 ^{Aa}	13.50 ± 1.32 ^{Aa}	11.08 ± 1.01 ^{Bb}
PET	7.33 ± 0.29 ^{Ca}	9.13 ± 0.38 ^{Ba}	7.93 ± 0.90 ^{Ca}	10.08 ± 0.14 ^{Bc}	12.67 ± 0.88 ^{Aa}	13.08 ± 0.72 ^{Aa}
PP	7.33 ± 0.29 ^{Da}	9.46 ± 1.34 ^{Ca}	7.58 ± 1.18 ^{Da}	11.58 ± 0.38 ^{Ab}	12.42 ± 1.01 ^{Aa}	10.50 ± 0.66 ^{Bb}
PVC	7.33 ± 0.29 ^{Da}	9.00 ± 2.54 ^{Ca}	6.50 ± 0.25 ^{Db}	12.75 ± 1.09 ^{Aa}	11.00 ± 0.66 ^{Bb}	9.17 ± 0.29 ^{Cc}

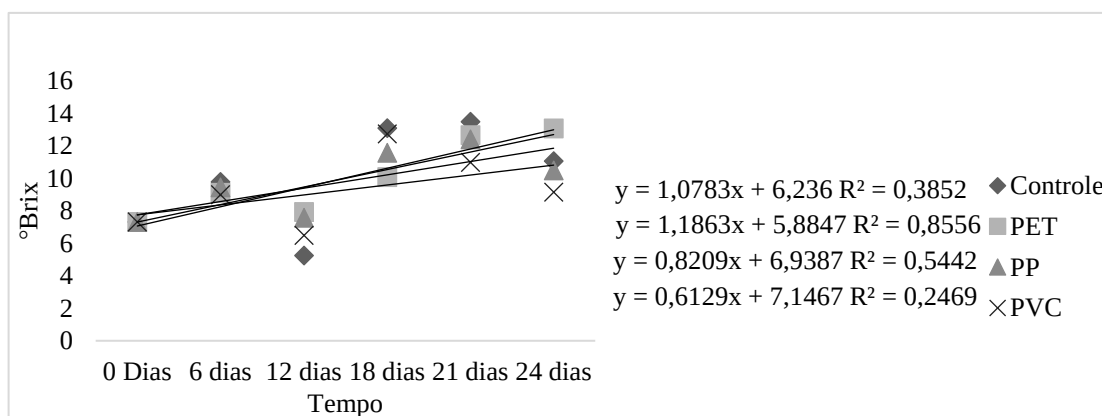
Fonte: Elaboração própria, 2024. Valores expressos por média ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0.05$) do teor de sólidos solúveis durante o tempo. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0.05$) do teor de sólidos solúveis entre as embalagens.

De acordo com os resultados, o teor de sólidos solúveis oscilou ao longo do armazenamento para todos os tratamentos avaliados. De forma geral, os frutos tiveram um aumento no início do armazenamento, seguido de declínio no tempo 12 dias e novamente uma elevação. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o teor de sólidos solúveis tende a aumentar durante a maturação de frutos climatéricos devido à biossíntese de açúcares ou à degradação de polissacarídeos, com declínio posterior em função de sua utilização como fonte de energia. A elevação dos sólidos solúveis a partir do tempo 12 dias, mais contundente no grupo controle, pode ser explicada pela perda de massa da cagaíta submetida a este tratamento, visto que, com



a desidratação do fruto, podem-se concentrar compostos na matriz celular, tais como os açúcares. Ao final do armazenamento, a embalagem PET foi a que apresentou o maior teor de sólidos solúveis, seguida das embalagens PP e PVC, respectivamente.

Figura 4 – Valores de sólidos solúveis para os frutos da cagaita armazenados em diferentes embalagens.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Em estudo de atmosfera modificada realizado por Gomes *et al.* (2021) em frutos de murici, duas das três embalagens estudadas apresentaram interferência nos resultados de sólidos solúveis. Por exemplo, os frutos armazenados em embalagens de poliamida/polietileno apresentaram baixos teores desse parâmetro em relação aos frutos embalados em polipropileno e polietileno de baixa densidade, se revelando mais eficaz na conservação dos sólidos solúveis (Gomes *et al.*, 2021). No estudo realizado por Radaelli *et al.* (2018) em ameixa da mata, os frutos armazenados em embalagens de PVC obtiveram resultados menores em relação aos frutos não revestidos com este material em temperatura ambiente. Entretanto, o uso das embalagens não apresentou diferença significativa nos frutos armazenados sob refrigeração (5 °C).

Acidez Titulável

Os resultados encontrados na análise de acidez titulável são apresentados na Tabela 7 e na Figura 5.

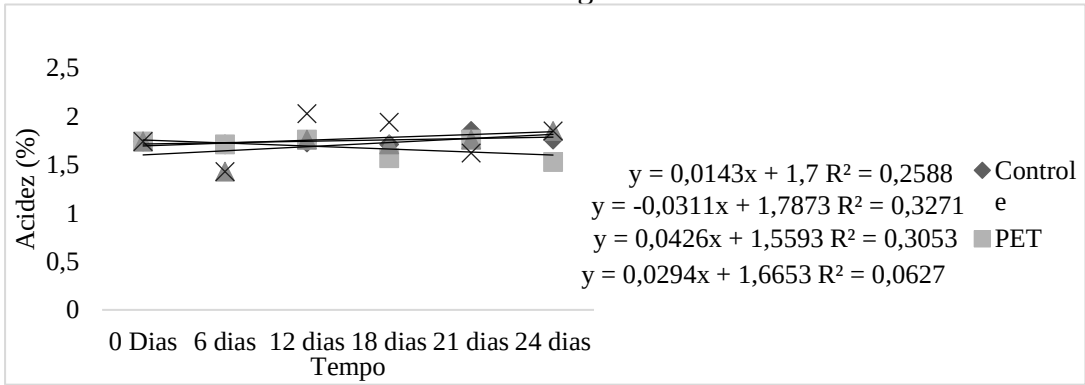


Tabela 7 – Acidez Titulável da cagaita armazenada em diferentes embalagens.

Embalagens	Acidez titulável (%)					
	Tempo 0	6 dias	12 dias	18 dias	21 dias	24 dias
Controle	1.74 ± 0.03 ^{Aa}	1.71 ± 0.08 ^{Aa}	1.73 ± 0.10 ^{Aa}	1.71 ± 0.08 ^{Aa}	1.85 ± 0.16 ^{Aa}	1.76 ± 0.40 ^{Aa}
PET	1.74 ± 0.03 ^{Aa}	1.71 ± 0.29 ^{Aa}	1.76 ± 0.16 ^{Aa}	1.57 ± 0.08 ^{Aa}	1.76 ± 0.08 ^{Aa}	1.53 ± 0.14 ^{Aa}
PP	1.74 ± 0.03 ^{Aa}	1.43 ± 0.08 ^{Aa}	1.76 ± 0.21 ^{Aa}	1.71 ± 0.08 ^{Aa}	1.76 ± 0.40 ^{Aa}	1.85 ± 0.21 ^{Aa}
PVC	1.74 ± 0.03 ^{Aa}	1.43 ± 0.16 ^{Aa}	2.03 ± 0.35 ^{Aa}	1.94 ± 0.14 ^{Aa}	1.62 ± 0.21 ^{Aa}	1.85 ± 0.08 ^{Aa}

Fonte: Elaboração própria, 2024. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p<0.05) da acidez titulável durante o tempo. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0.05) da acidez titulável entre as embalagens.

Figura 5 – Valores de acidez titulável para os frutos da cagaita armazenados em diferentes embalagens.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Não houve diferença significativa (p>0.05) entre os tempos e embalagens, caracterizando a acidez titulável para este fruto estável. De modo geral, o conteúdo de ácidos orgânicos decai com o processo de amadurecimento dos frutos devido ao gasto para a manutenção do processo respiratório dos frutos (Chitarra e Chitarra, 2005), comportamento não observado neste trabalho.



Ratio

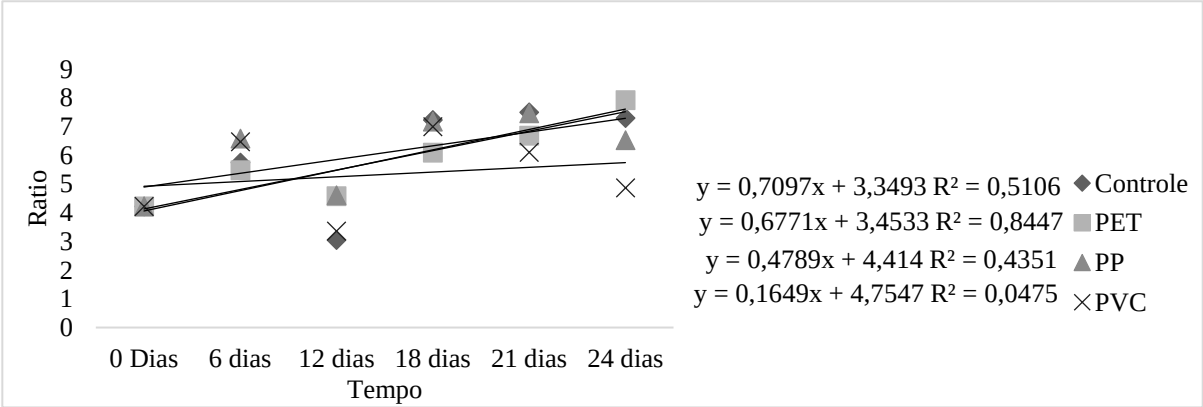
A Tabela 8 apresenta os dados obtidos no decorrer do experimento para o ratio e a Figura 6 apresenta o seu comportamento.

Tabela 8 – Ratio da cagaita armazenada em diferentes embalagens.

Embalagens	Ratio					
	Tempo 0	6 dias	12 dias	18 dias	21 dias	24 dias
Controle	4.21 ± 0.10 ^{Ca}	5.74 ± 0.30 ^{Ba}	3.04 ± 0.37 ^{Ca}	7.23 ± 0.38 ^{Aa}	7.49 ± 0.87 ^{Aa}	7.29 ± 0.78 ^{Aa}
PET	4.21 ± 0.10 ^{Ba}	5.47 ± 1.22 ^{Ba}	4.57 ± 0.87 ^{Ba}	6.09 ± 0.51 ^{Aa}	6.68 ± 0.24 ^{Aa}	7.92 ± 1.59 ^{Aa}
PP	4.21 ± 0.10 ^{Ba}	6.58 ± 0.55 ^{Aa}	4.60 ± 0.84 ^{Ba}	7.17 ± 0.39 ^{Aa}	7.46 ± 0.09 ^{Aa}	6.52 ± 0.75 ^{Aa}
PVC	4.21 ± 0.10 ^{Ba}	6.47 ± 1.61 ^{Aa}	3.36 ± 0.33 ^{Ba}	6.99 ± 1.33 ^{Aa}	6.10 ± 1.28 ^{Aa}	4.86 ± 0.48 ^{Bb}

Fonte: Elaboração própria, 2024. Valores expressos por média ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0.05$) do ratio durante o tempo. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0.05$) do ratio entre as embalagens.

Figura 6 – Valores de ratio para os frutos de cagaita armazenados em atmosfera modificada.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Os resultados mostram que em relação ao tempo houve diferença significativa ($p < 0.05$). Já em relação as embalagens, apenas o PVC no tempo 5 apresentou diferença significativa ($p < 0.05$) em relação aos demais. A queda brusca do ratio no tempo 12 dias é devido à queda do °Brix no mesmo tratamento. É importante salientar que o ratio está diretamente ligado ao aumento ou diminuição dos sólidos solúveis e acidez titulável. Em geral, durante o amadurecimento dos frutos há um consumo dos ácidos orgânicos e aumento dos sólidos solúveis, acarretando o aumento do ratio (Chitarra e Chitarra, 2005).



Vitamina C

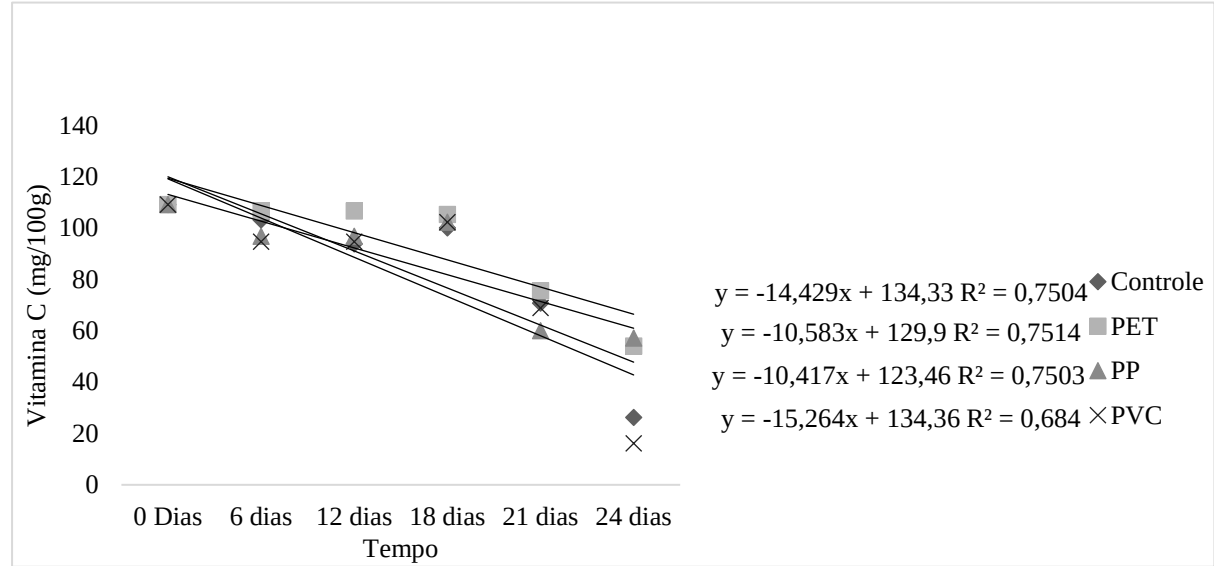
Os resultados obtidos na análise de vitamina C encontram-se na Tabela 9 e Figura 7.

Tabela 9 – Vitamina C da cagaita armazenada em diferentes embalagens.

Embalagens	Vitamina C (mg/100g)					
	Tempo 0	6 dias	12 dias	18 dias	21 dias	24 dias
Controle	109.09 ± 6.06 ^{Aa}	103.11 ± 3.36 ^{Aa}	93.76 ± 3.25 ^{Aa}	100.00 ± 6.67 ^{Aa}	70.74 ± 8.04 ^{Ba}	26.26 ± 9.26 ^{Cb}
PET	109.09 ± 6.06 ^{Aa}	106.67 ± 6.67 ^{Aa}	106.67 ± 6.67 ^{Aa}	105.19 ± 4.63 ^{Aa}	75.56 ± 10.19 ^{Ba}	53.97 ± 5.50 ^{Ca}
PP	109.09 ± 6.06 ^{Aa}	96.77 ± 3.57 ^{Aa}	96.77 ± 6.45 ^{Aa}	102.22 ± 3.85 ^{Aa}	60.00 ± 6.67 ^{Ba}	57.14 ± 0.00 ^{Ca}
PVC	109.09 ± 6.06 ^{Aa}	94.62 ± 6.12 ^{Aa}	94.62 ± 3.72 ^{Aa}	102.22 ± 3.85 ^{Aa}	68.89 ± 13.88 ^{Ba}	16.16 ± 3.50 ^{Cb}

Fonte: Elaboração própria, 2024. Valores expressos por média ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0.05$) do teor de vitamina C durante o tempo. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0.05$) do teor de vitamina C entre as embalagens.

Figura 7 – Vitamina C para os frutos de cagaita armazenados em atmosfera modificada.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Observou-se que a cagaita apresenta um teor elevado de ácido ascórbico logo após a colheita. Estes resultados foram superiores ao relatado por Cardoso *et al.* (2011) que reportaram 34.11 ± 1.48 mg/100g para cagaitas. Essas diferenças podem ser justificadas pelas diferenças edafoclimáticas dos locais de coleta dos frutos, bem como pelo ponto de maturação.



Com os resultados nota-se que do tempo 0 ao tempo 18 dias não houve diferença significativa ($p>0.05$) entre os tempos e entre as embalagens investigadas. No tempo 21 dias houve uma redução da vitamina C entre todos os tratamentos avaliados, sendo que esta redução também aconteceu no tempo 24 dias, sendo mais acentuada nos frutos do grupo controle e embalados em PVC.

Em um estudo realizado por Santana (2019) o teor de vitamina C encontrado foi de 26.38mg/ 100g, valor próximo aos resultados encontrados no último estágio do experimento para a grupo controle e PVC. Além disso, os resultados reportados por Araújo *et al.* (2019) também foram menores. É importante mencionar que os dois estudos não utilizavam a atmosfera modificada como meio de conservação, indicando sua eficácia para conservação da vitamina C.

Por ser um agente redutor de forte ação, a vitamina C se oxida facilmente na presença de luz, temperatura, oxigênio, humidade, pH, atividade de água, dentre outros fatores que influenciam na sua deterioração (El- Ishaq e Obirinakem, 2015), os quais podem explicar a diferença no conteúdo de ácido ascórbico entre os tratamentos no último tempo de avaliação.

CONCLUSÃO

A utilização da atmosfera modificada para conservação da cagaita se mostrou eficaz, garantindo uma maior vida de prateleira para este fruto altamente perecível. Dentre as embalagens estudadas, a barreira de PET se mostrou mais eficaz quando se diz em conservação das características naturais dos frutos, especialmente perda de massa e sólidos solúveis. O tratamento controle foi o que mais sofreu com as ações de perda de umidade, firmeza e demais pontos analisados, devido a falta de barreira protetora ocasionada pelos materiais dos demais tipos de embalagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, Andres Felipe Gaona. **Atmosfera modificada ativa na conservação de pêssego cv tropic beauty minimamente processado**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2018.

AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, AOAC. International Methods, v. 991, 2012.



ARAÚJO, Fabio Fernandes de *et al.* Wild Brazilian species of *Eugenia* genera (*Myrtaceae*) as an innovation hotspot for food and pharmacological purposes. **Food Research International**, v. 121, p. 57–72, 2019.

CAMILO, Yanuzi Mara Vargas *et al.* Caracterização de frutos e seleção de progênies de cagaiteiras (*Eugenia dysenterica* DC.). **Científica**, v. 42, n. 1, p. 1–10, 2014

CARDOSO, Leandro de Moraes *et al.* Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. **Food Research International**, v. 44, p. 2151–2154, 2011.

CARNEIRO, Juliana de Oliveira *et al.* Efeito da temperatura e do uso de embalagem na conservação pós-colheita de frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 568–577, 2015.

CASSINO, Rafael Franco; LEDRU, Marie-Pierre. Quantitative reconstruction of vegetation cover from modern pollen rain in the Cerrado biome of Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 574, p. 110462, 2021.

CHITARRA, Maria Isabel Fernandes; CHITARRA, Adimilson Bosco. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio** 2. ed., 783 p. Lavras: UFLA, 2005.

EL-ISHAQ, Abubakar; OBIRINAKEM, Simon. Effect of temperature and storage on vitamin C content in fruits juice. **International Journal of Chemical and Biomolecular Science**, v. 1, n. 2, p. 17–21, 2015.

FERREIRA, Luiz Carlos; PEREIRA, Walter Rodrigues. Aspectos microbiológicos e físico-químicos da conservação de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) com aplicação de biofilme comestível. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 8, p. 9–13, 2016.

FERREIRA, Marcos David; SPRICIGO, Poliana Cristina. **Colorimetria – princípios e aplicações na agricultura**. Embrapa Instrumentação, (ALICE), São Carlos, p. 209-220, 2017.

GOMES, Nayane Rosa *et al.* Uso de diferentes embalagens e atmosferas modificadas no armazenamento pós-colheita de muricis *in natura*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. e2020110, 2021.

MAHAJAN, Pramod; LEE, Dong Sun. Modified atmosphere and moisture condensation in packaged fresh produce: Scientific efforts and commercial success. **Postharvest Biology and Technology**, v. 198, p. 112235, 2023.

MCGUIRE, Raymond. Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience**, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MORE, Juan Carlos Roberto Saavedra. **Produção e caracterização do kefir saborizado com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)**. 2019. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.



NASCIMENTO, Amanda Laís Alves Almeida *et al.* Chemical characterization and antioxidant potential of native fruits of the Cerrado of northern Minas Gerais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. e2019296, 2020.

OLIVEIRA, Márcia *et al.* Application of modified atmosphere packaging as a safety approach to fresh-cut fruits and vegetables – A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 46, p. 13–26, 2015.

POMPEU, João; ASSIS, Tainá Oliveira; OMETTO, Jean Pierre. Landscape changes in the Cerrado: Challenges of land clearing, fragmentation and land tenure for biological conservation. **Science of The Total Environment**, v. 906, p. 167581, 2024.

RADAELLI, Juliana Cristina *et al.* Atmosfera modificada e temperatura de armazenamento para pós-colheita de ameixa da mata. **Colloquium Agrariae**, p. 56–65, 2018.

RIBEIRO, Danilo. **Atributos qualitativos de frutos de morangueiro submetido à hidroesfriamento e armazenamento em diferentes tipos de embalagens**. 2020. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2020.

SALTVEIT, Mikael. Respiratory Metabolism. In: YAHIA, Elhadi. **Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables**. Elsevier, 2019. p. 73–91.

SANTANA, Jeisa Farias de Sousa. **Evaluation of Cagaita (*Eugenia dysenterica*) Fruits For Acetic Fermented Production**. 2019. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde, 2019.

SANTOS, Mara Núbia Guimarães dos. **Avaliação de polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) submetida ao congelamento e atomização**. 2015. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SCARIOT, Aldicir; RIBEIRO, José Felipe. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável da Cagaita**. Brasília: EMBRAPA, Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2015.

SILVA, José Maria Cardoso da; LACHER JUNIOR, Thomas E. Cerrado – South America. In: GOLDSTEIN, Michael I.; DELLASALA, Dominick A. **Encyclopedia of the World's Biomes**. Elsevier, 2020. p. 546–553.

SILVA, Monik Maryelle Moreira da *et al.* Cagaita (*Eugenia dysenterica*) jams with paste and dough textures: physical, chemical, and antioxidant evaluation. **Food Science and Technology**, v. 43, 2023.

VALÉRIO, Déborah Bezerra. **Avaliação da qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado (*Caryocar brasiliense* Camb.) submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas e embalagens; e caracterização de frutos de diferentes genótipos**. 2021. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade De Brasília. Brasília, 2021.



VIEIRA, Roberto Fontes *et al.* **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro.