



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

BEATRIZ TÁGLIA FERREIRA DA SILVA

**VIDA ÚTIL DO PEDÚNCULO DE CAJUEIRO COM SOLUÇÃO CONSERVANTE
SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

MOSSORÓ-RN

2025

BEATRIZ TÁGLIA FERREIRA DA SILVA

**VIDA ÚTIL DO PEDÚNCULO DE CAJUEIRO COM SOLUÇÃO CONSERVANTE
SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof^a Dra. Patrícia Ligia Dantas de Moraes

Coorientador: MSc. Alison Rocha de Aragão

MOSSORÓ-RN

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S581v Silva, Beatriz Tágliã Ferreira da .
Vida útil do pedúnculo de cajueiro com solução
conservante sob diferentes condições de
armazenamento / Beatriz Tágliã Ferreira da
Silva. - 2025.
43 f. : il.

Orientadora: Patrícia Ligia Dantas de Moraes.
Coorientador: Alison Rocha de Aragão.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2025.

1. Anacardium occidentale L.. 2. solução
conservante. 3. vida útil pós-colheita. I. Moraes,
Patrícia Ligia Dantas de , orient. II. Aragão,
Alison Rocha de , co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

BEATRIZ TÁGLIA FERREIRA DA SILVA

**VIDA ÚTIL DO PEDÚNCULO DE CAJUEIRO COM SOLUÇÃO CONSERVANTE
SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Defendida em: 04 / 08 / 2025

BANCA EXAMINADORA

Profª Dra. Patrícia Lígia Dantas de Moraes (UFERSA)
Presidente

MSc. Alison Rocha de Aragão (UFERSA)
Membro Examinador

MSc. Letycia de Lima Costa (UFERSA)
Membro Examinador

A Valdeci Batista dos Santos (*In Memoriam*), meu querido avô materno cujo exemplo de força e coragem permanecem vivo em mim todos os dias. Mesmo ausente fisicamente, sua presença continua sendo uma fonte de inspiração em minha trajetória.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por me conceder força, saúde e sabedoria ao longo dessa jornada.

À toda minha família pelo amparo, em especial a minha mãe e minha avó materna, Francisca Ferreira e Maria Ferreira (Ediva), pelo amor, ensinamentos e por apoiarem minhas decisões, não medindo esforços sempre que preciso.

Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela oportunidade de cursar graduação e permitir minha formação acadêmica.

Aos professores por transmitirem seus conhecimentos e experiências ao longo do curso.

À minha orientadora, Prof.^a Patrícia Lígia Dantas de Moraes, pela orientação, ensinamentos e apoio prestado durante a realização deste trabalho.

Ao meu co-orientador e amigo, Alison Rocha de Aragão, pelo incentivo e orientação do início ao fim.

Aos demais amigos do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita, Fabiana Nascimento e Letycia Lima, pelos ensinamentos e contribuição direta na tomada de decisões; Effran Magania, Joan Carlos, Selton Henrique, pela grande ajuda e disponibilidade, sem vocês esse trabalho não teria se concretizado.

À técnica do laboratório, Naama Melo, pela ajuda e contribuição do trabalho.

Ao professor Josivan pela contribuição e seu Manoel Martins por permitir que sua propriedade fosse utilizada para a realização deste projeto.

Aos amigos ufersianos que fiz durante esse período acadêmico, em especial, Anderson, Aparecida, Clara, Eduarda, Fernanda, Fred, Glória, Gustavo, Jady, Laianny, Michele, Ramon, Rislayne, Ryan, Sidney, Waleska, Wanesca.

Às amigas do futsal, não menos importante, que por muitas vezes foram a minha válvula de escape nos dias ruins. De forma especial, Adriana, Camila, Karol, Lorryne, Suyanne Mirela, Suyane Olga, Tuizza, enfim, todo o time Scorpions.

Por fim, agradeço a todos que cruzei durante o percurso, guardarei com muito carinho as recordações dos momentos que vivemos.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou
o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou
o que era antes”*

- Marthin Luther King

RESUMO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), pertencente da família Anacardiaceae, nativo do Brasil, é cultivado no semiárido brasileiro devido ao clima favorável, entretanto, sua alta perecibilidade é motivo de grandes perdas na pós-colheita, sendo assim, há uma necessidade de buscar por tecnologias capazes de minimizar esse problema. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de tecnologias pós-colheita, como o uso de soluções salinas contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio e metabissulfito de sódio associadas à temperatura de armazenamento, na conservação e qualidade dos pedúnculos de caju (*Anacardium occidentale* L.). Foram conduzidos dois experimentos simultaneamente, onde foram avaliadas duas temperaturas de armazenamento: armazenamento a temperatura ambiente a 22 °C, e outro em armazenamento refrigerado a 4.5 °C. Os tratamentos consistiram na imersão dos pedúnculos de caju em solução conservante por 160 minutos, além de um grupo controle composto por frutos que não foram submetidos à imersão. A solução foi preparada pela diluição de cloreto de sódio (9.45mM) + cloreto de cálcio (7.8mM) + metabissulfito de sódio (100ppm) em água destilada suficiente para submergir os frutos. Ambos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 (dois tratamentos x 5 tempos de armazenamento) em seis repetições, onde cada unidade experimental foi constituída de dois pedúnculos, nos quais se analisaram variáveis físico-químicas, químicas, visuais e compostos bioativos, incluindo perda de massa, firmeza, aparência externa, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares totais, vitamina C, polifenóis, flavonoides, antocianinas e coloração. Os resultados indicaram que a combinação dos sais com o armazenamento refrigerado $5,57\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,84\text{ }^{\circ}\text{C}$ promoveu a manutenção da qualidade dos frutos ao longo do tempo, retardando processos de deterioração como murcha, escurecimento e ataque fúngico, além de conservar compostos bioativos e características sensoriais, como atividade antioxidante total, polifenóis extraíveis totais e teor de vitamina C. Os pedúnculos tratados apresentaram melhor desempenho em comparação aos controles mantidos em temperatura ambiente, que apresentaram rápida senescência. Conclui-se que a aplicação dessas tecnologias é eficaz na extensão da vida útil e preservação da qualidade pós-colheita dos pedúnculos de caju, sendo uma estratégia viável para pequenos produtores, visando à redução de perdas e agregação de valor ao produto.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L.; solução conservante; vida útil pós-colheita;

ABSTRACT

The cashew tree (*Anacardium occidentale* L.), a member of the Anacardiaceae family, native to Brazil, is cultivated in the Brazilian semiarid region due to the favorable climate. However, its high perishability causes significant postharvest losses. Therefore, there is a need to develop technologies capable of minimizing this problem. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of postharvest technologies, such as the use of saline solutions containing sodium chloride, calcium chloride, and sodium metabisulfite, combined with storage temperature, on the preservation and quality of cashew (*Anacardium occidentale* L.) peduncles. Two experiments were conducted simultaneously, evaluating two storage temperatures: storage at room temperature at 22 °C and refrigerated storage at 4.5 °C. Treatments consisted of immersing the cashew peduncles in a preservative solution for 160 minutes, in addition to a control group consisting of fruits that were not immersed. The solution was prepared by diluting sodium chloride (9.45 mM) + calcium chloride (7.8 mM) + sodium metabisulfite (100 ppm) in enough distilled water to submerge the fruits. Both were conducted in a completely randomized design in a 2x5 factorial scheme (two treatments x 5 storage times) with six replicates, where each experimental unit consisted of two peduncles, in which physicochemical, chemical, visual and bioactive compound variables were analyzed, including weight loss, firmness, external appearance, pH, titratable acidity, soluble solids, total sugars, vitamin C, polyphenols, flavonoids, anthocyanins and color. The results indicated that the combination of salts and refrigerated storage at $5.57\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.84\text{ }^{\circ}\text{C}$ maintained fruit quality over time, delaying deterioration processes such as wilting, browning, and fungal attack, in addition to preserving bioactive compounds and sensory characteristics, such as total antioxidant activity, total extractable polyphenols, and vitamin C content. The treated peduncles performed better than controls stored at room temperature, which exhibited rapid senescence. It is concluded that the application of these technologies is effective in extending the shelf life and preserving the postharvest quality of cashew peduncles, representing a viable strategy for small producers, aiming to reduce losses and add value to the product.

Keywords: *Anacardium occidentale* L; preservative solution; post-harvest shelf life

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	— Aparência interna e externa dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias26
Figura 2	— Aparência interna e externa dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias27
Figura 3	— Perda de massa dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)..... 30
Figura 4	— Açúcares totais (%) dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)..... 33
Figura 5	— Sólidos solúveis dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).....33
Figura 6	— Acidez titulável (meq. 100 mg^{-1}) sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).....34
Figura 7	- pH dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)..... 35
Figura 8	Vitamina C ($\text{mg } 100^{-1}$) dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem

entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
..... 36

Figura 9 Antocianina ($\text{mg } 100^{-1}$) dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46^\circ\text{C}$ e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84^\circ$ e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
.....37

Figura 10 Flavonoides amarelo ($\text{mg } 100^{-1}$) dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46^\circ\text{C}$ e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84^\circ$ e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
..... 38

Figura 11 Polifenóis extraíveis totais – PET (mg. mg^{-1}) dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46^\circ\text{C}$ e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84^\circ$ e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
..... 39

Figura 12 Atividade antioxidante total - DPPH dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46^\circ\text{C}$ e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84^\circ$ e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
..... 39

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** — Variáveis de cor (L^* , C^* e h°) externa e interna dos frutos controle (sem tratamento) e tratados por imersão dos pedúnculos em solução conservante. Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46^\circ\text{C}$ e $\text{UR } 55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)..... 28
- Tabela 2** — Variáveis de cor (L^* , C^* e h°) externa e interna dos frutos controle (sem tratamento) e tratados por imersão dos pedúnculos em solução conservante. Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84^\circ$ e $\text{UR } 91\%$), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).....29
- Tabela 3** — Firmeza dos frutos controle (sem tratamento) e tratados por imersão dos pedúnculos em solução conservante. A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46^\circ\text{C}$ e $\text{UR } 55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) 31
- Tabela 4** — Firmeza dos frutos controle (sem tratamento) e tratados por imersão dos pedúnculos em solução conservante. Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84^\circ$ e $\text{UR } 91\%$), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada dia; letras minúsculas comparam os dias dentro de cada tratamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)..... 31

1 INTRODUÇÃO.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 ASPECTOS BOTÂNICOS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CAJUEIRO.....	16
2.2 QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO PEDÚNCULO.....	17
2.3 TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA.....	18
2.4 IMERSÃO EM SOLUÇÃO CONSERVANTE.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. MATERIAL VEGETAL.....	22
3.2. IMERSÃO EM SOLUÇÃO CONSERVANTE	22
3.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	23
3.3.1 Aparência do fruto	23
3.3.2 Coloração dos frutos	23
3.3.3 Perda de massa	24
3.3.4 Firmeza do fruto	24
3.3.5 Açúcares Totais e Sólidos Solúveis	24
3.3.7 Acidez Titulável e pH	24
3.3.8 Vitamina C	25
3.3.11 Antocianinas e Flavonoides Amarelo.....	25
3.3.12 Atividade Antioxidante Total DPPH e Polifenóis Extraíveis Totais (PET).....	25
3.3.13 Análise estatística.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Aparência dos Frutos	26
4.2 Coloração dos Frutos	27
4.3 Perda de Massa.....	29
4.4 Firmeza dos Frutos	30
4.5 Açúcares Totais e Sólidos Solúveis	32
4.7 Acidez Titulável e pH.....	34
4.8 Vitamina C.....	35
4.10 Antocianinas e Flavonoides Amarelo	36

4.10 Atividade Antioxidante Total (DPPH) e Polifenóis Extraíveis Totais (PET)	38
5. CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), pertencente da família Anacardiaceae, nativo do Brasil, é cultivado no semiárido brasileiro devido ao clima favorável, sendo uma cultura socioeconômica importante no país e principalmente para a região nordeste. O caju é constituído de fruto verdadeiro ou castanha que tem a principal relevância econômica; e o pseudofruto ou pedúnculo carnosos, também conhecido como caju (SOUZA et al., 2016).

A cultura do cajueiro, é direcionada principalmente para a produção da castanha por seu alto valor comercial e considerável tempo de armazenamento. No entanto, o pedúnculo representa cerca de 90% da massa do caju e é muito aceito por ser carnosos, suculento, com alto valor nutricional, o que faz o seu comércio ser de fundamental importância para agricultura, típica de região semiárida auxiliando então no desenvolvimento socioeconômico no Nordeste (ICB, 2020; BRAINER; VIDAL, 2020; CORDEIRO; BRAGA, 2020).

Tendo em vista a crescente demanda em relação ao seu valor nutricional, o Brasil está entre os principais produtores da cultura do caju no mundo, ocupando a posição de primeiro lugar tanto em área colhida como em produção (FAOSTAT, 2025). Na região nordeste do Brasil, o estado do Rio Grande do Norte tem um papel importante em termos de área colhida de 449.080 ha, ocupando a segunda posição no ranking (IBGE, 2025).

Os pedúnculos do caju produzidos no Brasil, principalmente na região nordeste, têm ganhado visibilidade em termos de expansão de comercialização para outras regiões, principalmente para o estado de São Paulo, a região sudeste do país, porém o grande gargalo para essa comercialização é o transporte e o tempo de vida útil pós colheita desses pedúnculos que, apesar de, não ser um fruto climatérico, possui uma vida útil pós colheita curta e uma alta perecibilidade após a colheita, esses são os problemas enfrentados pelos produtores, por isso a busca por tecnologias, como forma de conservação e prolongamento da vida útil pós colheita, como redução da temperatura de armazenamento e o tratamento com o uso de sais.

Da quantidade total de frutas e hortaliças produzidos no Brasil, cerca de 30% são perdidos (NEVES, 2016). Tais perdas iniciam no campo, transcorrem nas etapas de embalagens, transporte e comercialização nas centrais de abastecimentos e em outros atacadistas, na rede varejista e, por fim, nos consumidores intermediários e finais (GUERRA et al., 2014). Dessa forma, as perdas pós-colheita são caracterizadas pela inviabilidade dos alimentos para o consumo devido à presença de lesões mecânicas, patogênicas ou fisiológicas que alteram suas propriedades físicas, químicas, microbiológicas ou organolépticas (SILVA, 2017; SANTOS; VIEIRA, 2011).

Diante dos desafios relacionados à conservação dos pedúnculos de *Anacardium occidentale* L. (caju) após a colheita, a adoção de técnicas simples e acessíveis tem ganhado

destaque, especialmente entre pequenos produtores. Uma dessas alternativas é a imersão dos frutos em soluções salinas, contendo cloreto de sódio, cloreto de cálcio e metabissulfito de sódio, cuja aplicação consiste na dissolução desses compostos em água, com o objetivo de preservar as características físicas, químicas e microbiológicas dos produtos por períodos mais prolongados. Essa prática tem demonstrado eficácia não apenas para o caju, mas também para outras frutas altamente perecíveis contribuindo significativamente para a redução das perdas pós-colheita e para a manutenção da qualidade durante o armazenamento e a comercialização.

O cloreto de sódio atua como agente antiescurecimento, além de ser economicamente acessível. Não altera o sabor e é um aditivo alimentar seguro, podendo ser utilizado no método de imersão e secagem para prolongar a vida útil de frutas perecíveis. Da mesma forma, o cálcio tem sido extensivamente revisado por seu papel potencial na manutenção da qualidade pós-colheita de frutas e vegetais, estabilizando a parede celular e inibindo as enzimas que a degradam (GHAG, Saurabhi Suryakant et al, 2024)

Segundo AMARAL (2014), a imersão de uma gama de alimentos sob a forma fatiada em soluções de sulfitos ou metabissulfitos tem se mostrado bastante eficaz no controle do escurecimento. De forma geral, o metabissulfito de sódio apresenta-se como sendo o sulfito de maior estabilidade, com maior concentração de dióxido de enxofre, quando em presença de água (GÓES, 2005). Esse composto possui características antioxidantes e antimicrobianas sendo usado com objetivo de cessar a atividade de enzimas de escurecimento e inibir a proliferação de microrganismos (SILVA et al., 2012).

Diante disso, a aplicação dos sais de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e metabissulfito de sódio, combinada com diferentes temperaturas de armazenamento, exerce efeito significativo sobre os parâmetros físico-químicos e bioquímicos dos pedúnculos de caju, podendo retardar o processo de senescência. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar tecnologias pós-colheita, como temperatura de armazenamento associado ao tratamento com o uso de sais e, como isso influencia na qualidade e armazenamento pós-colheita dos pedúnculos de caju.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS BOTÂNICOS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CAJUEIRO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma espécie nativa do Brasil, que hoje está presente em mais de 30 países de regiões tropical e subtropical do mundo (SINGH; MUKHERJEE, 2018; FAOSTAT, 2024). Pertence à família Anacardiaceae, que possui 15 gêneros e cerca de 700 espécies, constituídas por árvores e arbustos que apresentam ramos providos de canais resiníferos (CARVALHO; GAIAD, 2012; OLIVEIRA et al., 2020).

Quanto à sua botânica, o sistema radicular do cajueiro é caracterizado por uma raiz axial que penetra profundamente até 3 metros no solo e uma extensa rede de raízes laterais (MALHOTRA; HUBBALLI; NAYAK, 2017). Devido a extensão das raízes, a recomendação para o cultivo do caju é por solos bem drenados com textura arenosa e pH entre 4,5 e 6,5 (SALEHI et al., 2019). As folhas apresentam um formato obovado e textura coriácea com coloração verde-escura e nervuras amarelas proeminentes (CHAN et al., 2018). As flores se desenvolvem em uma inflorescência ou panícula composta por dois tipos de flores, hermafroditas e masculinas (ADU-GYAMFI et al., 2022), e a primeira floração ocorre entre o 2º e 5º ano sendo que as plantas podem produzir por até 35 anos (OLIVEIRA et al. 2020).

O fruto do cajueiro ou caju é composto por duas partes distintas, a castanha que é o fruto verdadeiro e o pedúnculo, um pseudofruto carnoso (DAS; ARORA, 2017). A castanha é envolvida por uma casca muito resistente e corresponde a 10% do peso total do caju e, sendo o principal produto comercial dessa cultura (CRUZ-REINA et al., 2023; SRUTHI; NAIDU, 2023). O pedúnculo carnoso se forma a partir do receptáculo da flor do cajueiro, corresponde a 90% do peso do caju e tem uma estrutura de formato oval ou piriforme com coloração entre amarelo e o vermelho quando maduro (SALEHI et al., 2019; MOG et al., 2022).

O caju é uma importante fonte de fibras alimentares (SUCUPIRA et al., 2020), compostos fenólicos (CUNHA et al., 2017), minerais (OLALUSI et al., 2020), vitamina C e ácidos orgânicos (REINA et al., 2022) e essa combinação de nutrientes lhe confere um elevado poder antioxidante e antimicrobiano, (BATISTA et al., 2018); anti-inflamatório (Da Silveira et al., 2015); químico (ARAÚJO et al., 2015); e antidiabético (VISWANATHAN Mohan et al., 2018).

O Brasil se destaca com uma produção média de 161.014 toneladas (IBGE, 2025), sendo a região nordeste responsável por cerca de 94% da produção de caju, principalmente nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí nas faixas litorânea e de transição com outros ecossistemas. A cajucultura desempenha um papel significativo em termos econômicos e sociais, gerando emprego e renda para a população rural da região Nordeste do Brasil. No entanto, apesar de toda essa produção, a quantidade de pedúnculos desperdiçados chega a 95% (LIMA, 2008).

2.2 QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO PEDÚNCULO

Segundo LOPES et al. (2011) propôs explicar o desenvolvimento do caju em sete estádios como o (1) inicial com o pedúnculo e a castanha verdes; (2) o pedúnculo verde, mas a castanha atinge a maturidade e desidrata (castanha madura e seca) mas não apresentando alterações posteriores; (3) pedúnculo verde claro; (4) pedúnculo inicia mudança de cor do

verde para amarelo; (5) pedúnculo inicia a mudança de coloração do amarelo para laranja ou vermelho; (6) o pedúnculo atinge uma completa coloração laranja ou vermelho claros e por último, (7) pedúnculo com cor laranja ou vermelho escuro e castanha madura e seca.

O pedúnculo do cajueiro é classificado como fruto não-climatérico e como tal apresenta um contínuo decréscimo na taxa de respiração durante seu processo de amadurecimento, o qual acontece ainda ligado à planta-mãe. O amadurecimento se dá após os frutos completarem seu crescimento e iniciarem a maturação, sendo a última etapa do desenvolvimento. Nessa etapa, o fruto sofre uma série de alterações que o tornam apto para consumo (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Devido ao seu amadurecimento não climatérico, o pedúnculo deve ser colhido maduro e, portanto, é bastante perecível com vida útil pós-colheita que não ultrapassa 48 h em temperatura ambiente (SERRANO; OLIVEIRA, 2013; ADIGA et al., 2019). Com o amadurecimento, o pedúnculo sofre alterações que afetam sua qualidade como nos sólidos solúveis, açúcares, acidez titulável, firmeza e fenólicos, por exemplo.

A fisiologia pós-colheita de um fruto está intimamente associada com a sua taxa respiratória e apesar desta diminuir com o amadurecimento dos frutos não-climatéricos como pedúnculo do cajueiro, ainda influencia diretamente seu metabolismo e sua vida útil pós-colheita (GOMES, 2021).

A qualidade de um produto é determinada pelas suas características individuais e engloba sabor, textura, aroma, aparência e vários outros atributos. As características de qualidade dos frutos diferem de uma fruta para outra, sendo que o ponto de qualidade de um produto não é um atributo único bem definido, mas sim um conjunto de características e propriedades que determinado fruto detém, tanto propriedades sensoriais como funcionais representadas pelas reações químicas, propriedades mecânicas e aparência (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.3 TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA

Um dos principais focos das tecnologias pós-colheita é o armazenamento para garantir a conservação e qualidade do vegetal até o seu consumo (CORTEZ, 2010; TAIZ; ZEIGER, 2017). As tecnologias de conservação pós-colheita são empregadas com o propósito de conservar a qualidade e garantir a segurança de produtos frescos após a colheita evitando a contaminação por microrganismos e reduzindo as perdas pós-colheita (EL RAMADY et al., 2015; MAHAJAN et al., 2014).

A refrigeração é a mais comum e eficiente tecnologia empregada na pós-colheita, entretanto alguns cuidados são importantes ao estabelecer a temperatura de armazenamento de

um produto. Temperaturas muito baixas, próximas de 0 °C, podem induzir desordens com sintomas como murchamento, alterações na firmeza, maturação anormal, e escurecimento, enquanto temperaturas altas podem acelerar o amaciamento, alterações na coloração, incidência de microrganismos e perda de água (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A umidade relativa do ambiente de armazenamento, caso seja baixa pode resultar na perda de água, de peso e qualidade, e se for elevada, favorece o desenvolvimento de microrganismos e brotamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Dentre os fatores que podem interferir na perda de água do vegetal, pode-se citar o tipo de tecido superficial e a área de superfície exposta por unidade de volume (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Assim, a refrigeração é a principal tecnologia empregada na conservação pós- colheita de frutos, pois reduz o metabolismo e retarda os processos de amadurecimento e senescência por meio da redução da taxa respiratória e assim, de todo o metabolismo (BRIZZOLARA et al., 2020). Em temperatura ambiente, 25 °C, a vida útil pós-colheita do caju é de 24 a 48 h (MOURA et al., 2010), porém caju de CCP 76 armazenados a 3 °C apresentaram um aumento para 20 dias (MOURA et al., 2013).

Outras tecnologias são empregadas em associação com a refrigeração como a modificação das atmosferas de armazenamento por meio de embalagens como os filmes poliméricos para reduzir eventuais danos pelo frio. O policloreto de vinila (PVC) é um dos filmes mais utilizados em embalagens de alimentos devido ao baixo custo e o potencial de incorporação de agentes antimicrobianos como a nanoprata (SILAPASORN et al., 2011; PONGNOP et al., 2011).

O maior obstáculo na comercialização do pedúnculo do cajueiro fresco é o curto período pós-colheita e, portanto, diferentes tecnologias como redução de temperatura de armazenamento (MOURA et al., 2010) associado ao tratamento com o uso de sais têm sido empregadas na pós-colheita com objetivo de aumentar sua vida útil.

2.4 IMERSÃO EM SOLUÇÃO CONSERVANTE

Um dos métodos mais eficazes e práticos para prolongar a vida de prateleira de frutas frescas é o armazenamento refrigerado, pois ele mantém baixa a produção de etileno, bem como reduz o metabolismo respiratório dos frutos, retardando o amadurecimento, prolongando o prazo de vida útil e o seu período de comercialização, já que preserva as características desejáveis do fruto. Porém, as baixas temperaturas podem não ser suficientes para a manutenção da qualidade e aumento da vida útil do fruto, sendo necessária a associação de outras técnicas (SOUSA, KEDINNA DIAS et al, 2023).

Há muitos anos o controle de doença pós-colheita em frutas tem sido com fungicidas sintéticos com aplicações repetidas no decorrer do ciclo. Na busca por tecnologias seguras para manter a qualidade dos produtos agrícolas durante o armazenamento, a imersão dos pedúnculos em solução conservante tem sido usada como uma inovação eficaz afim de prolongar a vida útil pós-colheita dos pedúnculos, garantindo suas propriedades físico- químicas até o consumidor final.

No entanto, a proliferação de biótipos fúngicos resistentes e a crescente preocupação com resíduos químicos relacionados à saúde humana e à contaminação ambiental são fatores que limitam essa prática (BRENT e HOLLOMON, 2007; PALOU et al., 2016). Diante disso, novas tendências de consumo e restrições legislativas obrigam a adoção de abordagens alternativas. Métodos alternativos para controlar doenças pós-colheita incluem tratamentos físicos, como calor ou irradiação, controle biológico com microrganismos antagonistas e o uso de produtos químicos seguros e de baixa toxicidade, como compostos naturais ou aditivos alimentares (PLATANIA et al., 2012; MOSCOSO-RAMÍREZ et al., 2013; TALIBI et al., 2014; PALOU et al., 2016; PALOU, 2018; PAPOUTSIS et al., 2019;).

Aditivos alimentares são amplamente utilizados como conservantes para controlar o pH, o sabor e outras qualidades dos alimentos. Entre eles, muitos sais orgânicos e inorgânicos têm ação antimicrobiana e podem oferecer uma boa alternativa ao uso de fungicidas sintéticos (D'AQUINO E PALMA, 2020; PALOU et al., 2016). Algumas vantagens do uso de sais como fungicidas incluem sua baixa toxidade ambiental e para mamíferos, amplo espectro de atividade, custo relativamente baixo e alta solubilidade em água (DELIPOULOS et al., 2016).

Sais orgânicos e inorgânicos, geralmente reconhecidos como ingredientes seguros (GRAS), são considerados produtos antifúngicos com propriedades como conservantes pós-colheita de frutas. Para tanto, os sais GRAS foram aprovados pela Food and Drug Administration dos Estados Unidos (USFDA) e pela Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA), permitindo seu uso em alimentos como conservantes (ALLAGUI, MOHAMED BECHIR; BEN AMARA, MOUNA. 2024).

A aplicação de cloreto de cálcio (CaCl_2) em tratamentos pós-colheita tem se mostrado uma estratégia eficiente na preservação da qualidade e no prolongamento da vida útil de frutos como caju, mamão e tomate. Em estudos com pedúnculos de caju, observou-se que tratamentos com CaCl_2 a 2% aumentaram os teores de cálcio nos tecidos até o 15º dia de armazenamento, além de reduzir a atividade de enzimas oxidativas, manter a firmeza, a vitamina C e os compostos fenólicos totais, mesmo após 25 dias sob refrigeração (SENA et al., 2019; GOKHALE et al., 2024; FIGUEIREDO et al., 2007). No mamão, o tratamento com

solução de CaCl_2 a 2,5% retardou significativamente o amadurecimento e o amolecimento, com inibição de enzimas de degradação da parede celular e menor produção de etileno (GAO et al., 2020). Já em tomates, a aplicação de CaCl_2 , associada ou não a tratamentos térmicos, demonstrou redução da taxa respiratória e da produção de etileno, manutenção da firmeza e aumento da atividade antioxidante, contribuindo para a extensão da vida útil e a conservação da qualidade dos frutos por até 28 dias (MISRAN et al., 2021; CORREA et al., 2022).

O cloreto de sódio (NaCl), tradicionalmente conhecido como sal de cozinha, tem sido estudado como uma alternativa acessível e eficiente no controle de doenças pós-colheita em frutos. Seu efeito antimicrobiano está associado à ação osmótica, que promove a desidratação das células dos patógenos, inibindo seu crescimento e proliferação. De acordo com CHAVES (2023), o NaCl mostrou-se eficaz na redução da severidade de doenças fúngicas em frutas tratadas, com desempenho comparável ao de outros sais conservantes.

Além da ação antifúngica, o tratamento com cloreto de sódio contribuiu para a manutenção da aparência dos frutos, preservando características como firmeza e coloração da casca. No entanto, observou-se que o uso em concentrações elevadas pode induzir fitotoxicidade ou afetar negativamente as propriedades sensoriais, como o sabor. Dessa forma, a definição adequada da concentração e do tempo de exposição é essencial para maximizar a eficácia do tratamento. Por seu baixo custo, facilidade de aplicação e reduzido impacto ambiental, o NaCl surge como uma estratégia promissora, especialmente para pequenos produtores ou sistemas agrícolas que buscam reduzir o uso de defensivos químicos (CHAVES, 2023).

O metabissulfito, em especial o metabissulfito de sódio (MBS), tem se destacado como uma alternativa eficaz e de baixa toxicidade no controle de doenças fúngicas pós-colheita em frutas. Reconhecido como um sal GRAS (Generally Recognized As Safe), o MBS apresenta propriedades antifúngicas significativas contra patógenos como *Botrytis cinerea*, *Penicillium digitatum*, *Alternaria alternata* e *Geotrichum* spp. (ALLAGUI; BEN AMARA, 2024). Estudos demonstraram que, *in vitro*, concentrações de 0,2% de MBS foram capazes de inibir completamente o crescimento micelial desses fungos, sendo que, o tratamento curativo com 0,5% foi o mais eficaz na contenção da deterioração dos frutos, especialmente maçãs (ALLAGUI; BEN AMARA, 2024). Por outro lado, concentrações superiores a 1% induziram fitotoxicidade visível, como descoloração da epiderme ao redor das feridas, evidenciando a necessidade de cuidado no uso do composto (ALLAGUI; BEN AMARA, 2024).

Em frutas cítricas, como laranjas, o MSB demonstrou reduzir significativamente a incidência de mofos verde e azul, causados por *P. digitatum* e *P. italicum*, respectivamente, sendo considerado um tratamento seguro e eficiente (MARTÍNEZ-BLAY et al., 2020).

Resultados semelhantes foram obtidos em nectarinas, nas quais imersões em MBS a 10 mM controlaram a podridão parda causada por *Monilinia fructicola*, reforçando seu uso como alternativa não poluente (MARTÍNEZ-BLAY et al., 2021). Além disso, em estudos com uvas de mesa minimamente processadas, o MBS a 20 mg·L⁻¹ mostrou-se eficaz como solução de enxágue, contribuindo para a conservação da qualidade microbiológica dos frutos durante o armazenamento refrigerado (PEREIRA, 2015). Dessa forma, o metabissulfito de sódio configura-se como uma ferramenta promissora para o controle pós-colheita de fungos, com bom custo-benefício e segurança alimentar, desde que utilizado em concentrações adequadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL VEGETAL

Os pedúnculos de caju foram coletados manualmente no pomar comercial localizado no município de Serra do Mel-RN, colhidos maduros no ponto de maturação comercial (pedúnculos laranja-avermelhados, castanha madura e seca), (LOPES et al., 2011).

Em seguida, foram colocados em caixas plástica para hortifruti e foram levados para o laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da UFERSA, Mossoró-RN. Posteriormente, os pedúnculos com a castanha foram selecionados por uniformidade de cor, tamanho, aparência e ausência de danos. Em seguida, os cajus foram sanitizados em solução de ácido peracético a 80 ppm por 5 minutos.

Assim foram conduzidos dois experimentos simultaneamente, onde foram avaliadas duas temperaturas de armazenamento: armazenamento a temperatura ambiente a 22 °C, e outro em armazenamento refrigerado a 4.5 °C. Ambos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 (dois tratamentos x 5 tempos de armazenamento) em seis repetições, onde cada unidade experimental foi constituída de dois pedúnculos.

3.2. IMERSÃO EM SOLUÇÃO CONSERVANTE

No primeiro experimento foram conduzidos dois tratamentos e cinco tempos de armazenamento. Os tratamentos consistiram na imersão dos pedúnculos de caju em solução conservante por 160 minutos, além de um grupo controle composto por frutos que não foram submetidos à imersão. A solução foi preparada pela diluição de cloreto de sódio (9.45mM) + cloreto de cálcio (7.8mM) + metabissulfito de sódio (100ppm) em água destilada suficiente para submergir os frutos. Após os tratamentos, os pedúnculos foram secos em temperatura ambiente e armazenados a 20,42 ± 2,46 °C e umidade relativa 55 ± 4% por um período de cinco dias em, sendo os frutos avaliados na colheita (dia 0) e ao 1, 2, 3, 4 dias de

armazenamento. As unidades experimentais foram subdivididas em quatro frutos, em bandejas de isopor.

Já no segundo experimento, foram conduzidos dois tratamentos e cinco tempos de armazenamento. Os tratamentos consistiram na imersão dos pedúnculos de caju em solução conservante por 160 minutos, além de um grupo controle composto por frutos que não foram submetidos à imersão. A solução será preparada pela diluição de cloreto de sódio (9.45mM) + cloreto de cálcio (7.8mM) + metabissulfito de sódio (100ppm) em água destilada suficiente para submergir os frutos. As unidades experimentais foram subdivididas em quatro frutos, em bandejas de isopor envoltos em filme PVC flexível. Após os tratamentos, os pedúnculos foram secos em temperatura ambiente e armazenados em câmara fria a $5,57 \pm 0,84$ °C e umidade relativa 91% por um período de 20 dias, sendo os frutos avaliados na colheita (dia 0) e aos 5, 10, 15 e 20 dias de armazenamento.

3.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, QUÍMICAS E COMPOSTOS BIOATIVOS

As avaliações pós-colheita foram realizadas no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da UFERSA (Mossoró-RN, Brasil).

3.3.1 Aparência do fruto

A aparência do pedúnculo foi determinada utilizando-se uma escala visual de notas de 1 a 5, considerando a boa aparência, mudança de coloração, enrugamento, ataques de patógenos, liberação espontânea de suco e cheiro. Os frutos receberam uma classificação de acordo com essa escala (MENEZES, 1922):

NOTA	CONDIÇÃO DO MATERIAL
1	pedúnculo com aparência boa, resistente ao choque mecânico, isento de enrugamento, cheiro agradável
2	enrugamento em poucas regiões do pedúnculo, manchas pequenas de mudança de cor
3	descoloração e enrugamento em aproximadamente metade do pedúnculo
4	generalização de enrugamento, mudança total de coloração e presença de depressão, característica do contato com a superfície
5	liberação espontânea do suco, dificuldade no descastanhamento, presença de fungos, cheiro desagradável, imprestável para o consumo

3.3.2 Coloração do fruto

A cor da casca e da polpa foi determinada com auxílio de colorímetro digital de bancada (CR-410, Minolta®). Foram realizadas duas leituras em pontos equidistantes em cada fruto e os resultados foram expressos de acordo com as coordenadas CIElab, que

incluem as variáveis L* (luminosidade), C* (croma) e h (°hue), conforme a metodologia adotada por MINOLTA (2007).

3.3.3 Perda de massa

A massa fresca dos frutos foi determinada com auxílio de uma balança semi-analítica, e o resultado foi expresso em gramas (g). O cálculo da perda de massa fresca expressa em porcentagem (%). Seguindo a seguinte equação:

$$PMF (\%) = \left(\frac{Mi - Md}{Mi} \right) * 100$$

Onde:

PMF (%) = Perda de massa;

Mi= Massa inicial (g);

Md= Massa do fruto no dia da análise (g).

3.3.4 Firmeza do fruto

A firmeza dos frutos foi determinada utilizando-se o texturômetro Texture Analyser®, modelo TA.XTExpress/TA.XT2icon (Stable Micro Systems Ltd). Utilizou-se ponteira cilíndrica de 5 mm de diâmetro. Em cada fruto, foram realizadas duas leituras, na região equatorial e em pontos equidistantes. O resultado foi expresso em Newton (N).

3.3.5 Açúcares Totais e Sólidos Solúveis

Os Açúcares totais foram determinados pelo método de Antrona (9,10-dihidro-9-oxoantraceno), conforme YEMN e WILLIS (1954), a partir de 1 g das amostras diluídas em balão volumétrico de 100 mL de álcool 80 %, retirou-se 10 mL da solução para outro balão de 100 mL e completou o volume com água destilada. Depois, foi tomada uma alíquota para realizar a análise; a leitura foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado com o auxílio de um refratômetro digital, com correção automática de temperatura de acordo com metodologia recomendada por AOAC (2002), e os resultados foram expressos em porcentagem (°Brix).

3.3.7 Acidez Titulável e pH

A acidez titulável (AT) foi determinada por titulação volumétrica com solução de NaOH (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Aproximadamente 1 g da polpa foram diluídos em 49 mL de água destilada e acrescidos de três gotas do indicador fenolftaleína a 1%. Essa mistura foi titulada lentamente com solução de NaOH 0,01 M, os resultados foram expressos em miliequivalente (meq) por 100g de polpa.

A medição do potencial hidrogeniônico (pH), foi realizada utilizando um medidor de pH de bancada modelo (KASVI) e DL-PH.

3.3.8 Vitamina C

A vitamina C foi determinada por titulometria com solução Tillman (DFI – 2,6 diclorofenol-indofenol a 0,02%), tomando-se 1 g das amostras e diluindo para balão volumétrico de 50 mL com ácido oxálico 0,5%, (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008) os resultados expressos em mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de polpa.

3.3.10 Antocianinas e Flavonoides Amarelo

O teor de antocianina e flavonoides amarelos total foi obtido pelo método preconizado por FRANCIS (1982). Foram realizadas com absorvância 535 nm para antocianinas e 373 nm para flavonoides amarelo. A antocianina e flavonoides amarelos total foi calculada em mg 100 g⁻¹, através das fórmulas:

3.3.11 Polifenóis Extraíveis Totais (PET) e Atividade Antioxidante Total DPPH

Os extratos para determinação dos polifenóis extraíveis totais (PET) através do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando o ácido gálico como padrão, conforme é descrito por LARRAURI, RUPÉREZ E SAURA-CALIXTO (1997) com algumas modificações. Foram realizadas com absorvância 700 nm em espectrofotômetro, os resultados foram expressos como mg.100 g⁻¹ de polpa.

A atividade antioxidante total foi avaliada usando o método do radical DPPH, conforme descrito por BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET (1995) e modificada por Sánchez Moreno; Larrauri; Saura-Calixto (1998). A partir do extrato, foram preparados tubos de ensaio com diferentes diluições. A absorvância foi medida a 515 nm após 2 minutos. Todas as análises foram feitas em triplicata, com um controle utilizado como referência, os resultados foram expressos em % sequestro.

3.3.13 Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, adotando-se nível de significância de 5% ($P \leq 0,05$). Quando identificadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, também a 5% de

probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Sisvar, enquanto os gráficos foram elaborados no Microsoft Excel®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aparência dos Frutos

A aparência é uma das características sensoriais mais atribuídas ao alimento, dentro deste quesito entram os parâmetros de cor, brilho, tamanho e forma do fruto (PINHEIRO, 2020).

Ao longo do experimento 1 (Figura 1), foi observado um aumento das notas de aparência externa dos pedúnculos, tendo em vista que no dia 0, apresentaram notas entre 1 e 2 para ambos os tratamentos, enquanto ao final do experimento (4 dias) as notas aumentaram para 3, 4 e 5 respectivamente, em que os pedúnculos com a solução conservante apresentou o melhor resultado, com menor presença de defeitos, depressões, murchas ou ataque fúngico.

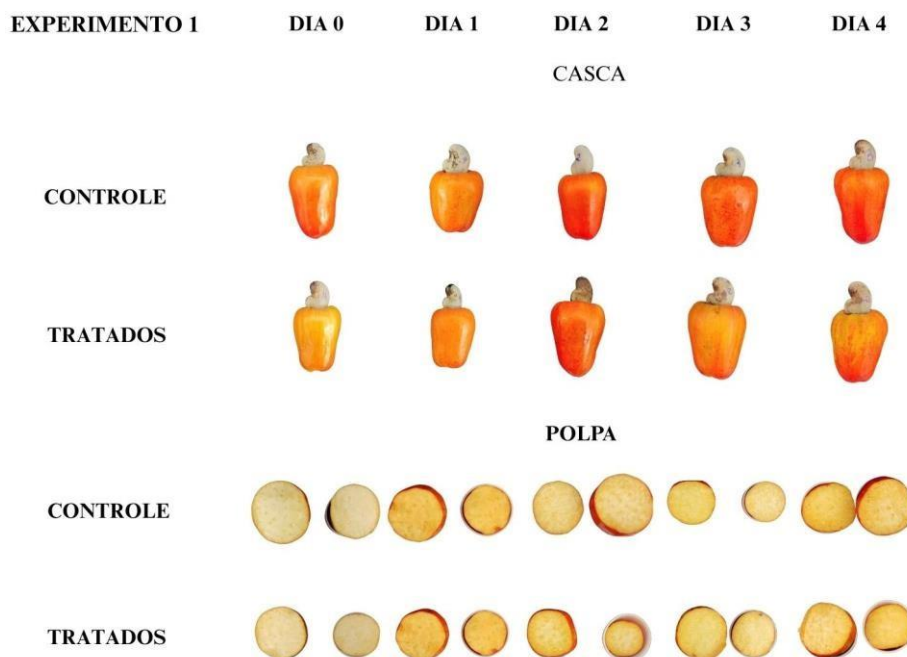


Figura 1. Aparência interna e externa dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias.

No experimento 2 (Figura 2), observou-se que teve um melhor desempenho quanto a sua aparência externa quando é comparado com o experimento 1, nos dias 5 e 10 os pedúnculos apresentaram notas entre 1 e 2 para ambos os tratamentos, enquanto nos dias 15 e 20 as notas aumentaram para 3, 4 e 5 respectivamente, porém os pedúnculos que receberam a solução conservante apresentaram melhor resultado, com menor presença de defeitos, depressões, murchas ou ataque fúngico.

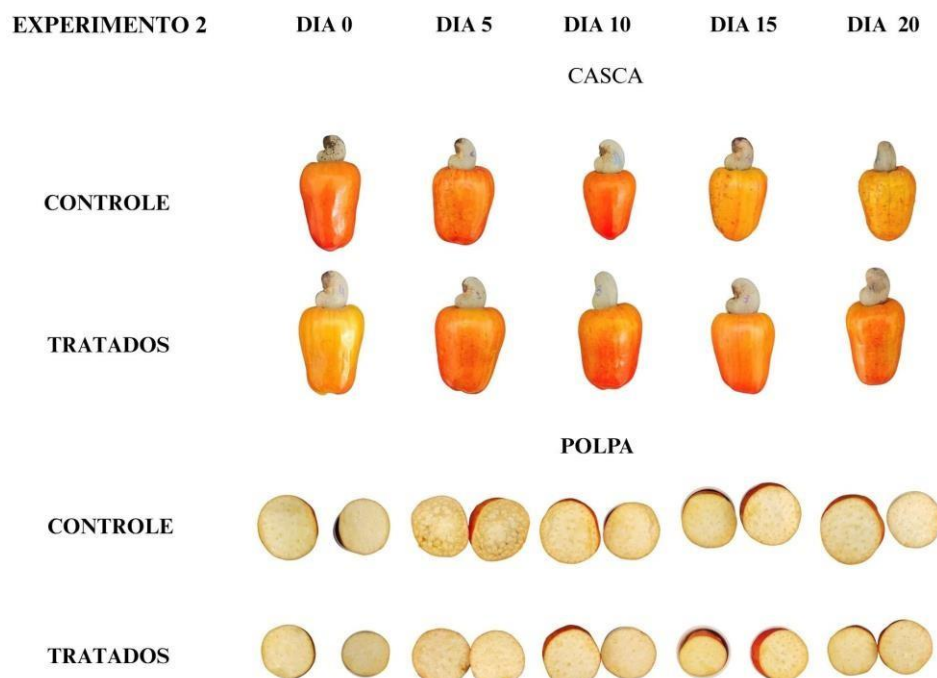


Figura 2. Aparência interna e externa dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84^\circ$ e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias.

4.2 Coloração dos Frutos

Na coloração externa dos frutos no primeiro experimento (Tabela 1), o parâmetro L^* não apresentou diferenças significativas entre tratamentos dentro de cada dia de armazenamento, porém, ao longo do tempo, houve redução de luminosidade em ambos, com diminuição de aproximadamente 8% no controle e 4% nos tratados entre o dia 0 e o último dia. Para o parâmetro C^* , não foram observadas diferenças estatísticas entre tratamentos no mesmo tempo, mas houve redução de saturação de cor, chegando a cerca de 19% no controle e 12% nos tratados ao final do período. Já no ângulo hue (h°), diferenças entre tratamentos ocorreram apenas no dia 3, quando o controle apresentou valores aproximadamente 9% inferiores aos tratados, indicando início mais acelerado da mudança de coloração. Na coloração interna, o parâmetro L^* manteve-se sem diferenças significativas entre tratamentos em cada dia, mas apresentou redução de cerca de 9% no controle e 7% nos tratados ao longo do armazenamento. Para C^* , não houve diferenças significativas entre tratamentos no mesmo dia, mas a saturação reduziu cerca de 12% no controle e 8% nos tratados. O ângulo hue

interno manteve valores semelhantes entre tratamentos até o dia 3, quando o controle apresentou redução mais acentuada, resultando em aproximadamente 7% menor que os tratados, indicando que os frutos tratados preservaram por mais tempo a coloração original. No segundo experimento (Tabela 2), tendências semelhantes foram observadas: reduções graduais nos parâmetros L* e C* ocorreram em ambos os tratamentos, com perdas mais acentuadas no controle, e o ângulo hue apresentou diferenças significativas em momentos pontuais, sempre com valores mais elevados nos frutos tratados, evidenciando maior estabilidade de coloração.

MORAIS et al. (2002) indicam que pedúnculos mais vermelhos são mais suscetíveis a danos pelo frio e que, nessas condições, a temperatura de 5 °C utilizada não seria adequada para a conservação dos mesmos, tendo em vista a perda da coloração vermelha característica, avaliada através do conteúdo de antocianinas totais.

Tabela 1. Variáveis de cor (L*, C* e h°) externa e interna dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias.

COLORAÇÃO DE FRUTOS							
Tratamento	Dia	L*		C*		h°	
		EXTERNA					
Controle	0	56,73 ± 1,29	aAB	49,09 ± 2,34	aB	70,91 ± 2,00	aA
	1	57,82 ± 0,80	aA	56,46 ± 1,37	aA	64,93 ± 0,59	aAB
	2	54,51 ± 0,97	aABC	53,67 ± 1,31	aAB	62,25 ± 1,67	aBC
	3	52,44 ± 1,17	aC	52,79 ± 0,89	aAB	57,10 ± 3,42	bC
	4	53,08 ± 1,43	aBC	53,10 ± 1,55	aAB	60,44 ± 1,79	aBC
Tratados	0	56,73 ± 1,29	aA	49,09 ± 2,34	aA	70,91 ± 2,00	aA
	1	55,98 ± 1,14	aA	49,70 ± 1,72	bA	67,43 ± 0,93	aAB
	2	53,91 ± 1,27	aA	51,94 ± 1,47	aA	63,36 ± 1,63	aB
	3	53,28 ± 1,25	aA	51,69 ± 0,90	aA	63,15 ± 1,90	aB
	4	54,61 ± 1,28	aA	53,72 ± 1,34	aA	62,30 ± 2,08	aB
Média Geral		54,91		52,12		64,28	
CV (%)		6,56		9,19		9,04	
Tratamento	Dia	INTERNA					
		L*		C*		h°	
Controle	0	87,73 ± 1,18	aAB	39,23 ± 0,76	aB	96,93 ± 0,26	aA
	1	83,64 ± 1,24	aBC	45,25 ± 1,11	aA	93,69 ± 0,31	aAB
	2	89,23 ± 3,01	aA	46,65 ± 1,32	aA	94,63 ± 0,48	aA
	3	81,12 ± 1,25	aC	45,43 ± 0,99	aA	93,69 ± 0,38	aAB
	4	79,5 ± 0,92	aC	44,79 ± 0,76	aA	89,77 ± 3,20	bB
Tratados	0	87,73 ± 1,18	aA	39,23 ± 0,76	aB	96,93 ± 0,26	aA
	1	86,29 ± 0,93	aA	44,48 ± 0,96	aA	95,05 ± 0,28	aAB
	2	86,11 ± 0,68	aA	45,07 ± 1,12	aA	94,6 ± 0,48	aAB
	3	79,99 ± 1,44	aB	44,14 ± 0,65	aA	91,87 ± 2,71	aB
	4	78,61 ± 1,48	aB	42,95 ± 0,88	aA	94,41 ± 0,60	aAB
Média Geral		83,99		43,78		94,16	
CV (%)		5,22		6,53		4,38	

Tabela 2. Variáveis de cor (L*, C* e h°) externa e interna dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias.

Tratamento	Dia	Coloração de frutos					
		L*		C*		h°	
		EXTERNA					
Controle	0	56,73 ± 1,29	aA	49,09 ± 2,34	aA	70,91 ± 2	aA
	5	54,81 ± 1,20	aAB	51,34 ± 1,65	aA	63,94 ± 0,94	aB
	10	55,85 ± 1,14	aAB	52,01 ± 1,57	aA	66,21 ± 1,25	aAB
	15	52,29 ± 1,05	aB	45,83 ± 1,54	aA	64,6 ± 1,12	aB
	20	55,3 ± 1,18	aAB	48,19 ± 1,70	aA	70,76 ± 2,10	aA
Tratados	0	56,73 ± 1,29	aA	49,09 ± 2,34	aAB	70,91 ± 2	aAB
	5	56,14 ± 0,86	aA	52,27 ± 1,87	aA	65,72 ± 1,19	aA
	10	54,06 ± 1,25	aA	47,96 ± 2,20	aAB	67,28 ± 1,29	aAB
	15	54,24 ± 1,06	aA	46,89 ± 1,67	aAB	66,04 ± 1,23	aA
	20	53,41 ± 1,54	aA	45,49 ± 1,80	aB	71,67 ± 1,92	aA
Média Geral		54,95		48,81		67,81	
CV (%)		6,54		11,63		6,92	
Tratamento	Dia	INTERNA					
		L*		C*		h°	
Controle	0	87,73 ± 1,18	aA	39,23 ± 0,76	aA	96,93 ± 0,26	aA
	5	82,5 ± 1,06	aB	38,24 ± 0,79	aA	95,17 ± 0,42	aAB
	10	81,17 ± 1,41	aB	37,25 ± 0,74	bAB	93,82 ± 0,53	aAB
	15	79,12 ± 0,99	aBC	33,97 ± 0,82	bB	91,85 ± 3,43	bB
	20	75,59 ± 1,41	aC	37,9 ± 1,01	aA	94,52 ± 0,49	aAB
Tratados	0	87,73 ± 1,18	aA	39,23 ± 0,76	aA	96,93 ± 0,26	aA
	5	84,03 ± 0,51	aAB	39,98 ± 1,08	aA	95,16 ± 0,58	aA
	10	80,59 ± 0,67	aBC	41,68 ± 0,74	aA	93,01 ± 0,45	aA
	15	80,05 ± 2,25	aBC	38,47 ± 2,20	aA	95,21 ± 0,48	aA
	20	77,26 ± 1,08	aC	39,11 ± 1,04	aA	94,69 ± 0,46	aA
Média Geral		83,99		43,78		94,16	
CV (%)		5,22		6,53		4,38	

4.3 Perda de Massa

No primeiro experimento (Figura A), observou-se aumento progressivo da perda de massa ao longo do armazenamento para ambos os tratamentos, com diferenças significativas entre dias dentro de cada grupo. No dia 1, o controle apresentou perda de massa aproximadamente 26% superior em relação ao tratamento, diferença que se manteve ao longo do período, atingindo cerca de 23% no dia 4. As diferenças estatísticas entre tratamentos

dentro do mesmo tempo foram evidentes nos dias 3 e 4, quando o controle manteve perdas superiores, indicando que o tratamento reduziu a taxa de desidratação. No segundo experimento (Figura B), a perda de massa foi menor em magnitude, mas também apresentou variação significativa ao longo do tempo. Já no quinto dia, o controle registrou perda cerca de 60% maior que o tratamento, diferença que se manteve até o dia 20, quando o controle apresentou valores aproximadamente 40% superiores. As diferenças estatísticas entre tratamentos dentro de cada dia foram evidentes a partir do quinto dia, reforçando que o tratamento foi eficaz em reduzir a perda de massa durante o armazenamento.

Segundo GHAG et al (2024) nas amostras tratadas, a perda de peso (%) foi menor, o que pode ser devido à maior umidade relativa do ar e à redução da taxa de troca de umidade entre os frutos e o ambiente.

Kader (1986) diz que a perda de água pode ser uma das principais causas de deterioração, uma vez que não resulta apenas em perdas diretas quantitativas, mas também perdas na aparência, firmeza e qualidade nutricional.

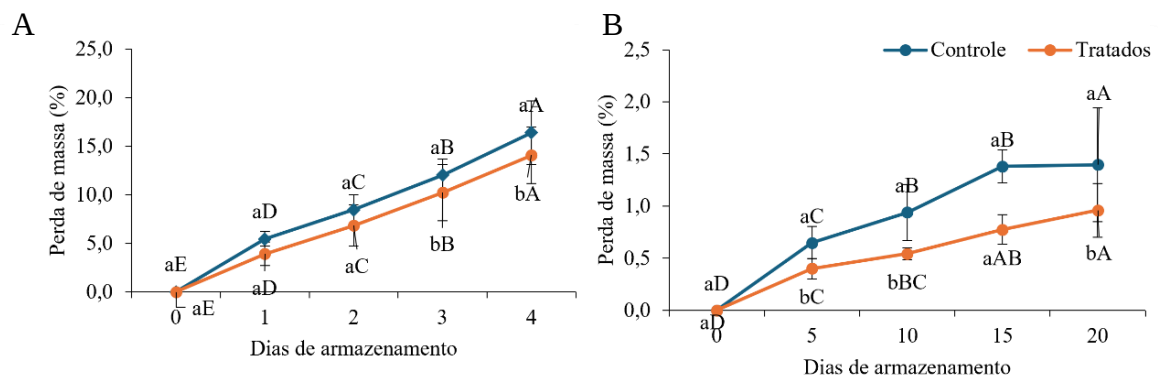


Figura 3. Perda de massa dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias.

4.4 Firmeza dos Frutos

No primeiro experimento (Tabela 3), observou-se que a firmeza dos frutos reduziu ao longo dos dias de armazenamento em ambos os tratamentos, mas com variações percentuais distintas entre eles. No dia 0, não houve diferença significativa entre os grupos; entretanto, no dia 3, os frutos sem tratamento apresentaram firmeza cerca de 11% menor que os tratados, e no dia 4 essa diferença manteve-se em torno de 7%, indicando maior preservação estrutural nos frutos tratados. As análises intragrupo mostram que, no controle, a redução da firmeza foi de aproximadamente 36% do dia 0 ao dia 4, enquanto nos tratados a perda foi de cerca de 33%, demonstrando menor degradação mecânica. No segundo experimento (Tabela 4), a

firmeza também diminuiu gradualmente, porém de forma mais lenta. Diferenças significativas entre tratamentos foram evidenciadas no dia 10, quando os frutos tratados apresentaram firmeza aproximadamente 50% superior à do controle. Dentro de cada tratamento, a maior redução ocorreu no controle, que perdeu cerca de 36% de firmeza do dia 0 ao 20, contra 28% nos tratados, reforçando o efeito positivo da aplicação da solução conservante na manutenção da textura ao longo do armazenamento.

Segundo GHAG et al (2024) A retenção de firmeza em frutos tratados com cálcio pode ser devido ao seu acúmulo nas paredes celulares, levando à facilitação na reticulação dos polímeros pécticos, o que aumenta a resistência da parede e da célula.

Tabela 3. Firmeza dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias.

Tratamento	Dia	Firmeza do fruto
Controle	0	$7,42 \pm 1,66$ aA
	1	$6,47 \pm 1,45$ aA
	2	$6,55 \pm 2,24$ aA
	3	$4,76 \pm 1,75$ aB
	4	$4,78 \pm 1,79$ aB
Tratados	0	$7,72 \pm 1,66$ aA
	1	$7,17 \pm 1,38$ aA
	2	$6,75 \pm 1,77$ aAB
	3	$5,35 \pm 1,28$ aBC
	4	$5,14 \pm 1,85$ aC
Média Geral		6,16
CV (%)		28,3

Tabela 4. Firmeza dos frutos controle (sem tratamento) e tratados por imersão dos pedúnculos em solução conservante. Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias.

Tratamento	Dia	Firmeza do fruto
Controle	0	$7,42 \pm 1,66$ aA
	5	$5,97 \pm 1,83$ aABC
	10	$5,73 \pm 1,68$ bBC
	15	$6,26 \pm 1,96$ aAB
	20	$4,76 \pm 1,85$ aC
Tratados	0	$7,42 \pm 1,66$ aAB
	5	$6,35 \pm 1,33$ bBC
	10	$8,61 \pm 2,75$ aA
	15	$6,61 \pm 1,49$ bBC
	20	$5,31 \pm 1,79$ aC
Média Geral		6,44
CV (%)		29,91

4.5 Açúcares Totais e Sólidos Solúveis

Ao avaliar os teores de açúcares totais e sólidos solúveis (°Brix), observou-se que, para os açúcares totais, não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos controle e tratados em nenhum dos tempos de armazenamento em ambos os experimentos. Entretanto, ao analisar a evolução ao longo do tempo dentro de cada tratamento, no primeiro experimento (Figura 4A) foi verificado aumento percentual significativo do teor de açúcares, passando de aproximadamente 5,8% no dia 0 para cerca de 7,5% no dia 4, representando um incremento de cerca de 29% para o controle e 26% para os tratados. No segundo experimento (Figura 4B), os valores oscilaram entre 5,5% e 6,5%, sem variações significativas ao longo do período de 20 dias.

CERQUEIRA et al. (2009) fala que o teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento dos frutos por processos de biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos.

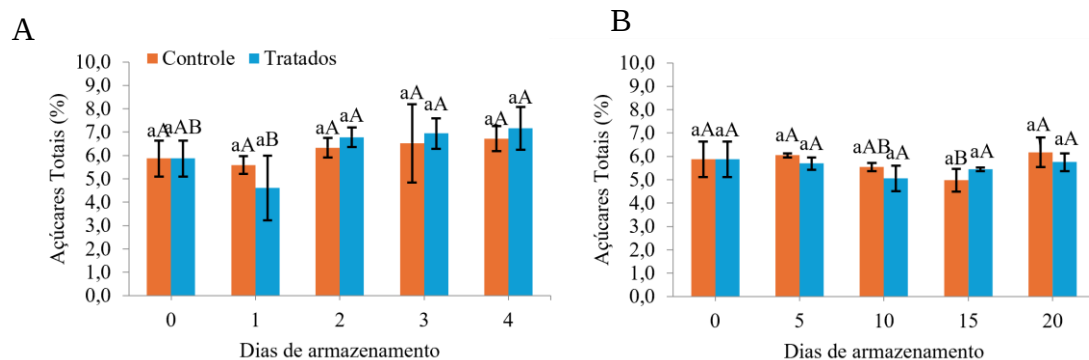


Figura 4. Açúcares totais (%) dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias

Para os sólidos solúveis, no primeiro experimento (Figura 5A), observaram-se diferenças significativas entre tratamentos no dia 4, quando o controle apresentou valor superior ($\approx 14,0\%$) em relação aos tratados ($\approx 12,8\%$), representando um aumento de aproximadamente 12% no controle e 8% nos tratados em comparação ao dia inicial. Ainda, houve variação significativa ao longo do tempo no controle, com elevação de cerca de 12,0% no dia 0 para 14,0% no dia 4, enquanto nos frutos tratados o aumento foi mais discreto. No segundo experimento (Figura 5B), os teores de sólidos solúveis variaram entre 11,5% e 12,5%, com diferença estatística entre tratamentos apenas no dia 10, quando o controle apresentou valor inferior ($\approx 10,5\%$) em comparação aos tratados ($\approx 11,8\%$).

Kumar et al. (2015) investigaram o efeito do cloreto de cálcio (0,25-1%), onde foi observado um aumento de 5,60 °Brix no TSS com tratamento com cloreto de cálcio a 1%. A mudança no °brix pode ser devida à hidrólise de substâncias de amido e pectina e acúmulo de açúcar. A diferença nas amostras de controle e nas amostras tratadas pode ser devido à redução da taxa de respiração e amadurecimento nas amostras tratadas, causando menor conversão de amido em açúcar nesses tratamentos.

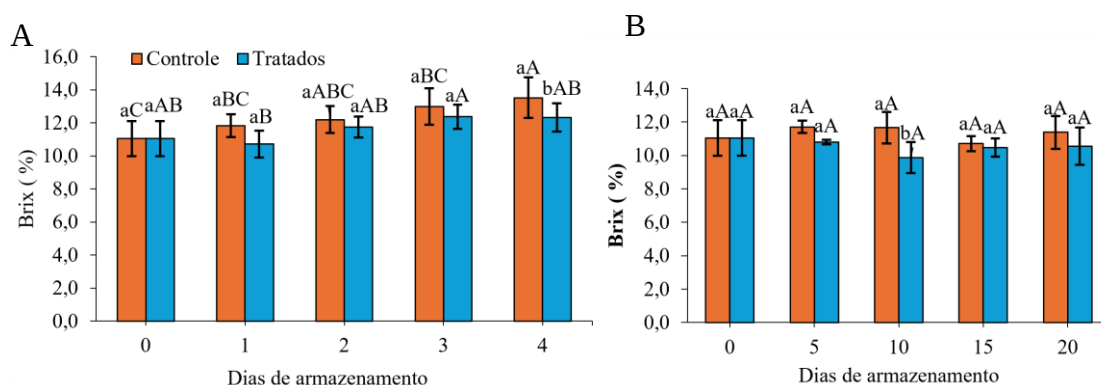


Figura 5. Sólidos solúveis dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante(tratados).

A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias.

4.7 Acidez Titulável e pH

No primeiro experimento (Figura 6A) a acidez titulável apresentou diferenças significativas entre tratamentos apenas no dia 3, quando o controle apresentou valor cerca de 13% superior ($\approx 0,34$ meq 100 g^{-1}) em relação aos tratados ($\approx 0,30$ meq 100 g^{-1}). Ao longo do armazenamento, houve aumento expressivo dentro de cada tratamento, passando de aproximadamente $0,27$ meq 100 g^{-1} no dia 0 para cerca de $0,37$ meq 100 g^{-1} no dia 4, o que corresponde a um incremento de cerca de 37% no controle e 35% nos tratados. No segundo experimento (Figura 6B), verificou-se redução gradual da acidez titulável, que passou de aproximadamente $0,26$ meq 100 g^{-1} no dia 0 para valores próximos de $0,17$ meq 100 g^{-1} no dia 20, representando decréscimos de 35% no controle e 30% nos tratados. Diferenças significativas entre tratamentos foram observadas no dia 10, quando os frutos tratados apresentaram acidez cerca de 12% inferior à do controle.

Kumar et al. (2015) relataram que a diminuição da acidez pode ser devida ao aumento da utilização de ácidos sob a influência do cálcio. Eles também enfatizaram que os ácidos sob a influência desses produtos químicos podem ter sido convertidos em açúcares e seus derivados pelas reações que envolvem a reversão da via glicolítica ou podem ser utilizados na respiração, ou ambos. O processo de amadurecimento também apresenta diminuição de ácidos orgânicos, à medida que convertem amido complexo em açúcar simples, diminuindo, assim, a acidez titulável.

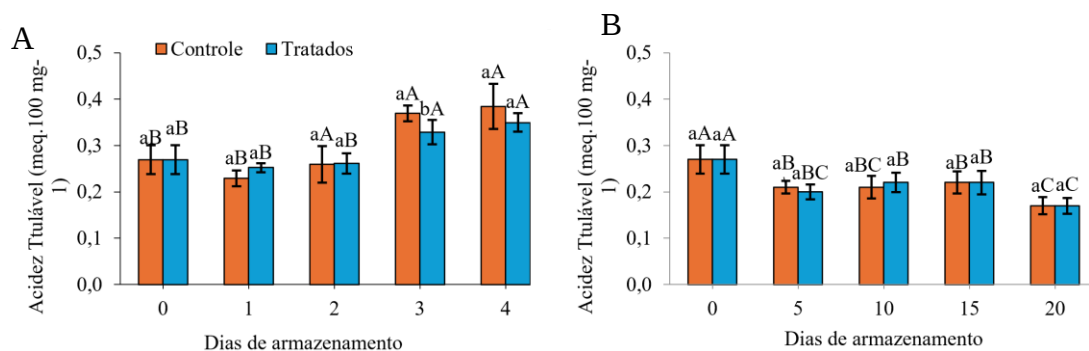


Figura 6. Acidez titulável (meq. 100 mg^{-1}) frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias.

O pH apresentou comportamento inverso ao da acidez titulável. No primeiro experimento (Figura 7A), não houve diferenças significativas entre tratamentos em nenhum dia, mas observou-se aumento expressivo ao longo do tempo, passando de aproximadamente 3,6 no dia 0 para cerca de 4,1 no dia 1 (crescimento de ~14%) e mantendo-se estável até o final do período. No segundo experimento (Figura 7B), o pH aumentou progressivamente de cerca de 3,5 no dia 0 para aproximadamente 5,0 no dia 20, correspondendo a um acréscimo de 43% no controle e 42% nos tratados. Diferenças entre tratamentos foram verificadas nos dias 5 e 10, quando os frutos tratados apresentaram pH ligeiramente superior ao controle (2 a 4% de diferença).

Segundo Kays (1991), uma vez que a concentração de ácidos orgânicos totais tende a declinar, após a colheita e durante o armazenamento, o pH sofreria, por consequência, uma elevação.

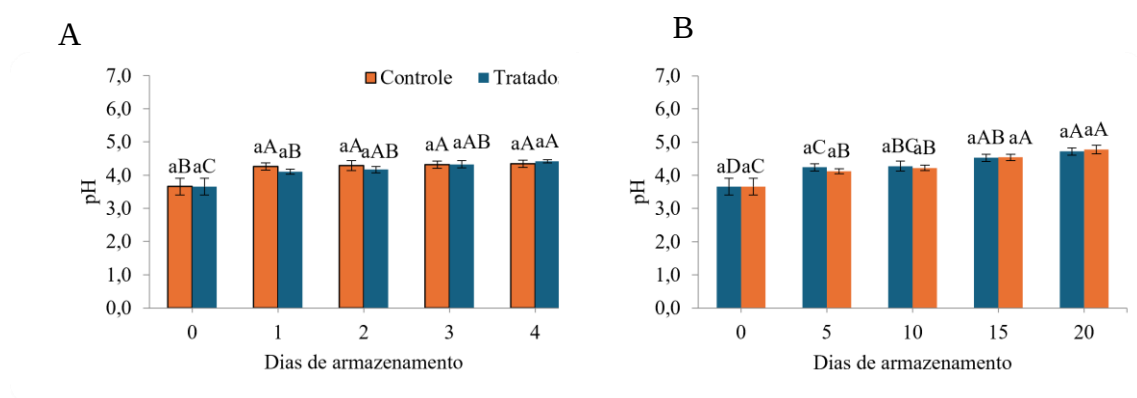


Figura 7. pH dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias.

4.8 Vitamina C

No primeiro experimento (Figura 8A), o teor de vitamina C apresentou diferenças significativas entre tratamentos já no início do armazenamento (dia 0), quando o controle apresentou valor cerca de 21% superior ($\approx 165 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) em relação aos frutos tratados ($\approx 136 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). Essa diferença manteve-se no dia 1, com o controle atingindo aproximadamente $205 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, valor 22% maior que o dos tratados ($\approx 168 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). Ao longo do armazenamento, observou-se aumento progressivo nos dois tratamentos: no controle, o teor de vitamina C passou de cerca de $165 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ para $225 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ no dia 4 (incremento de $\sim 36\%$), enquanto nos tratados o aumento foi de aproximadamente $136 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ para $200 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (acréscimo de $\sim 47\%$).

No segundo experimento (Figura 8B), não foram verificadas diferenças significativas entre tratamentos até o dia 15. No entanto, no dia 20, o controle apresentou valor aproximadamente 23% superior ($\approx 178 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) em relação aos frutos tratados ($\approx 145 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). Ao longo do armazenamento, o controle manteve valores relativamente estáveis, com variação de apenas $\sim 7\%$ entre o valor mínimo ($\approx 166 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ no dia 5) e o máximo ($\approx 178 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ no dia 20). Nos frutos tratados, houve tendência de redução gradual, especialmente após o dia 15, resultando em uma queda de cerca de 16% em relação ao valor inicial.

Segundo Shewfelt (1986), a manutenção de umidade relativa alta, para prevenir o murchamento e perda de turgor, é efetiva em diminuir as perdas de ácido ascórbico e β -caroteno. Nesse sentido, Kader (1992) afirma que a modificação da atmosfera resulta numa maior retenção de ácido ascórbico, em razão, principalmente, da menor disponibilidade de O_2 no interior da embalagem.

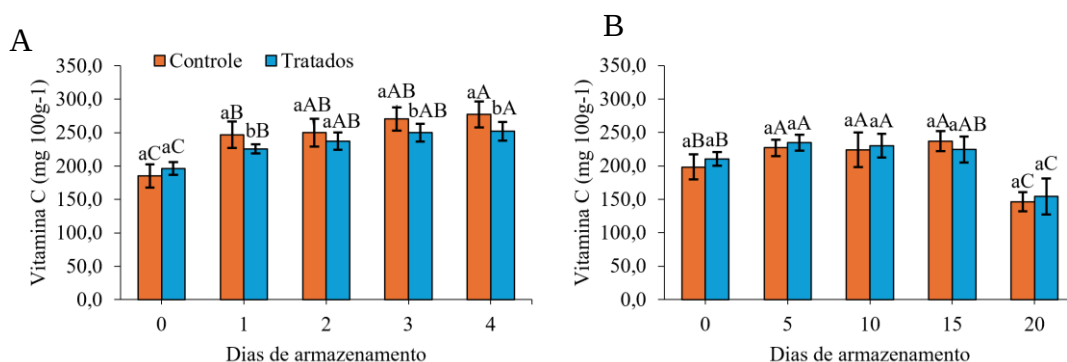


Figura 8. Vitamina C ($\text{mg } 100^{-1}$) dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46^\circ \text{C}$ e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84^\circ \text{C}$ e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias.

4.10 Antocianinas e Flavonoides Amarelo

No primeiro experimento (Figura 9A), o teor de antocianinas apresentou diferença significativa entre tratamentos apenas no dia 0, quando os frutos tratados apresentaram concentração cerca de 140% superior ($\approx 1,9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) em relação ao controle ($\approx 0,8 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). Ao longo do armazenamento, verificou-se aumento nas concentrações em ambos os tratamentos até o dia 1, seguido por tendência de redução. No controle, o teor passou de $0,8 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ para aproximadamente $2,3 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ no dia 1 (acréscimo de $\sim 187\%$), enquanto nos tratados a variação foi menor, de $1,9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ para $2,5 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ($\sim 32\%$). No segundo experimento (Figura 9B), os valores mantiveram-se estáveis em torno de $1,0$ a $1,4 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, sem diferenças significativas entre tratamentos na maior parte do período, exceto no dia 0, quando os tratados apresentaram valor cerca de 75% superior ao controle.

De acordo com Stafford (1990) os principais fatores que influenciam a cor das antocianinas são: sua natureza química, concentração, presença de pigmentos, pH, copigmentos e, algumas vezes, a presença de íons metálicos. O pH destaca-se como o mais importante fator que afeta a cor das antocianinas (Mazza & Brouillard, 1987).

Chitarra & Chitarra (2005) diz que a coloração vermelha forte é importante fator de qualidade em frutos e seus produtos, sendo altamente complexo e afetado pelo conteúdo total de antocianinas, estando sujeito às influências genéticas e ambientais, tais como pH e temperatura.

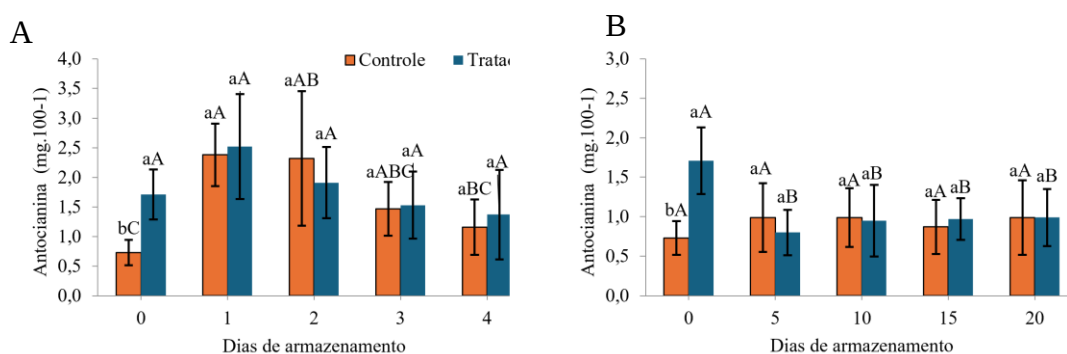


Figura 9. Antocianina ($\text{mg } 100^{-1}$) dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84 \text{ }^{\circ}$ e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias.

Para flavonoides amarelos, no primeiro experimento (Figura 10A), diferenças entre tratamentos foram observadas no dia 0, com frutos tratados apresentando teor 83% maior ($\approx 7,0 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) em relação ao controle ($\approx 3,8 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). Contudo, no dia 3, houve

comportamento oposto, com o controle atingindo aproximadamente 15,0 mg 100 g⁻¹, valor 146% superior aos tratados (≈6,1 mg 100 g⁻¹). Ao longo do armazenamento, observou-se aumento expressivo no controle, de 3,8 mg 100 g⁻¹ (dia 0) para 15,0 mg 100 g⁻¹ (dia 3), seguido de queda para cerca de 7,2 mg 100 g⁻¹ (dia 4). Nos tratados, as variações foram menores, oscilando entre 6,0 e 8,0 mg 100 g⁻¹. No segundo experimento (Figura 10B), os flavonoides apresentaram queda gradual em ambos os tratamentos, passando de aproximadamente 6,5 mg 100 g⁻¹ (dia 0) para 2,5–4,0 mg 100 g⁻¹ (dia 20), com diferenças significativas apenas no dia 0, quando os tratados apresentaram valores 75% superiores ao controle.

Rodriguez et al. (2017) encontrou resultados semelhantes em abacaxi e ele explica que essas variações nos conteúdos de flavanoides pode ser explicado pela estrutura dos tecidos vegetais dos abacaxis que podem sofrer rompimento e degradação ao longo do armazenamento, variações na temperatura o que provoca degradação dos fenólicos e ao aumento da atividade da polifenoloxidase e peroxidase, enzimas que podem consumir fenólicos levando a sua diminuição.

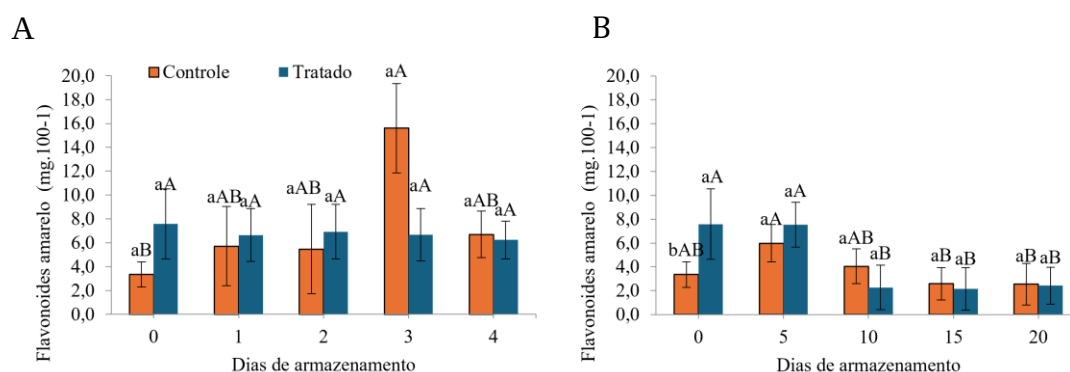


Figura 10. Flavonoides amarelo (mg 100⁻¹) dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente (20,42 ± 2,46 °C e UR 55 ± 4%), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração (5,57 ± 0,84 ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias.

4.11 Polifenóis Extraíveis Totais (PET) e Atividade Antioxidante Total (DPPH)

Para os polifenóis extraíveis totais (PET), no primeiro experimento (Figura 11A), diferenças significativas entre tratamentos foram observadas no dia 0, quando os frutos tratados apresentaram teor cerca de 87% superior (≈320 mg 100 g⁻¹) em relação ao controle (≈171 mg 100 g⁻¹). Ao longo do armazenamento, ambos os tratamentos apresentaram tendência de redução, sendo mais pronunciada no controle, que caiu de ≈171 para ≈199 mg 100 g⁻¹ no dia 4 (variação positiva de ~16%), enquanto nos tratados a redução foi de ≈320 para ≈230 mg 100 g⁻¹ (~28% de queda). No segundo experimento (Figura 11B), verificou-se

padrão semelhante, com diferença inicial no dia 0 de aproximadamente 68% a favor dos tratados ($\approx 326 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ contra $\approx 194 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ no controle). Ao longo do armazenamento prolongado, ambos os tratamentos apresentaram queda acentuada, sendo mais drástica no controle (redução de $\sim 48\%$) em comparação aos tratados ($\sim 69\%$), com valores mais baixos no dia 20 (≈ 101 e $\approx 94 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente).

Esta redução nos teores de PET ao final do armazenamento aqui reportados se assemelha aos comportamentos descritos por DiFonzo et al. (2019) que constataram diminuição significativa nos teores de PET na polpa de abacaxi MD2 após 14 dias de armazenamento.

Entretanto, as variações nos teores de PET podem ser decorrentes de diversos fatores, como estrutura química dos polifenóis e presença de compostos que podem interagir com os polifenóis (Jovanovic et al., 2018).

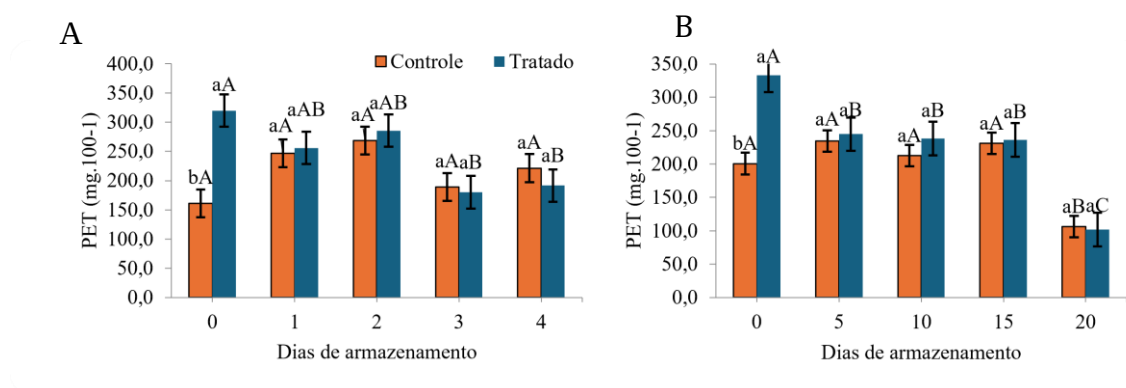


Figura 11. Polifenóis extraíveis totais – PET (mg. mg^{-1}) dos frutos sem tratamento (controle) e pedúnculos tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84 \text{ }^{\circ}$ e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias.

No primeiro experimento (Figura 12A), a atividade antioxidante total não apresentou diferenças estatísticas significativas entre tratamentos em nenhum dos dias avaliados, mantendo-se próxima entre controle e tratados. Ao longo do armazenamento, observou-se incremento nos dois grupos: no controle, o valor passou de aproximadamente 13% no dia 0 para 18%, no dia 3 (aumento de 38%), estabilizando até o dia 4; nos tratados, a variação foi semelhante, com acréscimo de cerca de 35% no mesmo período. No segundo experimento (Figura 12B), a atividade antioxidante apresentou crescimento contínuo ao longo do tempo, partindo de aproximadamente 13% no dia 0 para cerca de 24% no dia 20, o que representa aumento de $\sim 85\%$ no controle e $\sim 83\%$ nos tratados, sem diferenças significativas entre eles em nenhum dos dias.

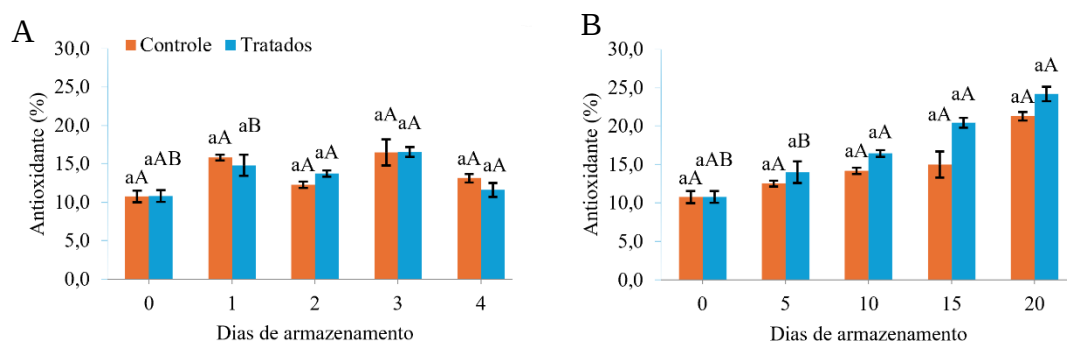


Figura 12. Atividade antioxidante total - DPPH dos frutos sem tratamento (controle) e tratados por imersão em solução conservante (tratados). A) Armazenamento em temperatura ambiente ($20,42 \pm 2,46$ °C e UR $55 \pm 4\%$), com avaliações realizadas aos 0, 1, 2 e 4 dias. B) Armazenamento sob refrigeração ($5,57 \pm 0,84$ ° e UR 91%), com avaliações realizadas aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias

DAIUTO et al. (2012) concluíram que o alto teor de polifenóis foi principal responsável pela capacidade antioxidante.

Diante disso, sugere-se que nos próximos trabalhos avaliem diferentes concentrações e combinações dos sais associado ao armazenamento refrigerado, bem como a inclusão de novos sais GRAS com potencial e efeito sinérgico, a fim de otimizar a preservação dos pedúnculos de caju e minimizar perdas pós-colheita contribuindo para a comercialização.

5. CONCLUSÃO

A aplicação da solução conservante composta por cloreto de sódio, cloreto de cálcio e metabissulfito de sódio apresentou efeito positivo na manutenção da qualidade pós-colheita dos pedúnculos de caju, especialmente quando associada ao armazenamento refrigerado. Esse tratamento foi eficiente na redução da perda de massa, na preservação da firmeza, coloração e aparência, além de manter teores mais elevados de compostos bioativos, como polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante total, retardando o avanço da senescência e a ocorrência de deteriorações visuais e microbiológicas.

A análise conjunta das variáveis físico-químicas, químicas e funcionais evidenciou que os frutos tratados mantiveram melhor qualidade ao longo do tempo em comparação ao controle, sendo o armazenamento sob refrigeração o fator determinante para prolongar a vida útil. Dentre as combinações testadas, a associação do tratamento conservante com temperatura reduzida se sobressaiu, permitindo que os pedúnculos fossem mantidos aptos para consumo por até 20 dias, enquanto em temperatura ambiente o limite máximo foi de 4 dias.

Portanto, a utilização dessa tecnologia configura-se como estratégia viável para pequenos e médios produtores, contribuindo para a redução das perdas pós-colheita, a manutenção do valor nutricional e a ampliação do período de comercialização dos pedúnculos de caju frescos.

REFERÊNCIAS

ALLAGUI, M. B.; B. A. M. Effectiveness of Sodium Metabisulfite against Fungal Rot of Fruit after Harvest and Assessment of the Phytotoxicity Induced in Treated Fruit. Disponível em: <https://www.preprints.org/manuscript/202403.1146/v1>. Acesso em: 25 jul. 2025.

ALLAGUI, M. B.; BEN A. M. Eficácia de vários sais GRAS contra a podridão fúngica de frutos após a colheita e avaliação da fitotoxicidade do metabissulfito de sódio em frutos tratados. *Journal of Fungi, Basel*, v. 10, n. 5, p. 359, 2024a. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jof10050359>. Acesso em: 25 jul. 2025.

ALMEIDA, E. I. B. (org.). Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças no Maranhão: estimativas, causas, impactos e soluções. São Luís: EDUFMA, 2020. 160 p. ISBN 978-65- 86619-34-8.

CHAVES, Héber Silva. Efeito de diferentes tratamentos com sais GRAS na redução da severidade de doenças pós-colheita e na qualidade de frutos. 2023. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2023.

CERQUEIRA, Thales Sandoval et al. Controle do amadurecimento de goiabas' Kumagai'tratadas com 1-metilciclopropeno. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 31, p. 687-692, 2009.

Correa J.; Amoros A.; Silva H.; Covaraubias J.I.; Escalona V.H. Effect of water treatment and immersion in calcium salt solutions on the quality of fruits of Peumo Pink tomato (*Solanum lycopersicum* L.) stored under cold conditions. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, v. 72, n. 2, p. 193–202, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31883/pjfn/150028>

DE LIMA RIBEIRO, Thaynara de Lima. Radiação UV-C e Cloreto de Cálcio na Qualidade Pós-colheita de Seriguela. 2024. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Goiás (Brasil).

FAOSTAT- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dados de 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat>

FIGUEIREDO et al. Qualidade de pedúnculos de caju submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e armazenados sob refrigeração. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 4,

p. 475–482, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000400004>. Acesso em: 15 jul. 2025.

Figueiredo, R. W. D., Lajolo, F. M., Alves, R. E., Filgueiras, H. A. C., Maia, G. A., & Sousa, P. H. M. D. (2007). Qualidade de pedúnculos de caju submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e armazenados sob refrigeração. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 475-482. DOI 10.1590/S0100-204X2007000400004

Gao, Q.; Tan, Q.; Song, Z.; Chen, W.; Li, Zhu X. Postharvest calcium chloride treatment delays papaya fruit ripening and softening. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 44, e14604, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14604>. Acesso em: 29 jul. 2025.

GHAG, S. S.; GOKHALE, J. S.; LELE, S. S. Shelf-life extension of cashew apples (*Anacardium occidentale*) by chemical pretreatment using dip and dry method. *Journal of Food Measurement and Characterization*, v. 18, n. 3, p. 2306–2317, 2024. Doi: 10.1007/s11694-024-02356-6. Acesso em: 29 jul. 2025.

GOMES, C. R. dos S. Efeito do revestimento de quitosana sobre a qualidade e fisiologia pós-colheita do pedúnculo de *Anacardium occidentale* L. 2021. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/63725>. Acesso em: 20 jul. 2025.

ICB-Instituto Caju Brasil. O agronegócio caju em números. [s.l.], boletim n. 4, fer. 2020; disponível em:< https://cajubrasil.org/wp-content/uploads/2020/02/Boletim-ICB_4.pdf>
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2025) Sistema IBGE de Recuperação Automática: SIDRA Brasília. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/> Acesso: 25/07/2025

MARTÍNEZ-BLAY, V. et al. Control of major citrus postharvest diseases by sulfur- containing food additives. *International journal of food microbiology*, v. 330, p. 108713, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108713>. Acesso em: 25 jul. 2025.

MARTÍNEZ-BLAY, V. et al. Postharvest Treatments with Sulfur-Containing Food Additives to Control Major Fungal Pathogens of Stone Fruits. *Foods*, Basel, v. 10, n. 9, p. 2115, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10092115>. Acesso em: 25 jul. 2025.

MENEZES, J. B. Armazenamento refrigerado de pedúnculos do caju (*Anacardium occidentale* L.) sob atmosfera ambiental e modificada, 1992. Dissertação (Mestrado em Ciencia dos Alimentos) – Universidade de Lavras, Minas Gerais, 1992. Disponível: https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/BRCRIS_bb3f26dff399eb003fdc6d05794b97e3.

MISRAN, Azizah et al. Effect of harvesting stages and calcium chloride application on the postharvest quality of tomato fruits. *Coatings*, v. 11, n. 12, p. 1445, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings11121445>.

MORAIS, Auricélia de Souza et al. Armazenamento refrigerado sob atmosfera modificada de pedúnculos de cajueiro-anão-precoce dos clones CCP-76, END-157, END-183 e END-189. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 24, p. 647-650, 2002.

MOURA, Carlos Farley Herbster et al. Aumento da vida útil pós colheita de pedúnculos de cajueiro anão precoce pela redução da temperatura de armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, p. 140-145, 2010.

NUNES, C. G. F. Variabilidade espacial de atributos que influenciam a produção de arroz vermelho irrigado no município de Apodi – RN. 2008. 56 f. Dissertação (Mestrado em

Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008. Disponível em: http://bdtd.ufersa.edu.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=204.

Okolie, N. P.; Sanni, T. E. (2012). Effect of postharvest treatments on quality of whole tomatoes. *African Journal of Food Science*, 6(3), 70-76. DOI 10.5897/AJFS11.188

PEREIRA, B. R. Efeito do processamento mínimo sobre a qualidade de cultivares de uvas de mesa. 2015. 110 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2015. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/2101>. Acesso em: 29 jul. 2025.

Pinheiro, A. C. M., Vilas Boas, E. V. D. B., & Lima, L. C. (2005). Influência do CaCl₂ sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. *Food Science and Technology*, 25, 32-36. DOI 10.1590/S0101-20612005000100006

SENA, E. O. A. et al. Calcium application via hydrocooling and edible coating for the conservation and quality of cashew apples. *Scientia Horticulturae*, v. 256, p. 108531, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.058>.

SIQUEIRA SILVA, G. de; OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, M. A. de; MORGADO, C. M. A.; CAMPOS, A. J. de. Impacto do tratamento pós-colheita com cloreto de cálcio nas propriedades físico-químicas da jabuticaba (*Plinia cauliflora*) durante o armazenamento refrigerado. *Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 12, p. e10334, 2024. DOI 10.54033/cadpedv21n12-064

NASCIMENTO, R. de S. Qualidade e metabolismo antioxidante durante a maturação e inovação na conservação pós-colheita de cultivares de abacaxi. 2019. 87 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/18356>. Acesso em: 02 ago. 2025

DAIUTO, Érica Regina et al. Capacidade anti radical livre e qualidade pós colheita de abacate Hass. 2012.