



Recebido: 27/11/2023 | Revisado: 03/12/2024 | Aceito: 03/01/2025 | Publicado: 01/06/2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 Unported License.

DOI: 10.31416/rsdv.v13i3.816

## Impacto das condições de armazenamento da bacaba na qualidade de seus processados

*Impact of bacaba storage conditions on the quality of its processed products*

### SANCHES, Alex Guimarães. Doutor em Agronomia

Escola de Educação Tecnológica do Estado do Pará - Monte Alegre. Avenida Irmã Amata, S/Nº, Planalto, Monte Alegre - Pará - Brasil. CEP: 68220-000 / E-mail: [alexsanches.eng@gmail.com](mailto:alexsanches.eng@gmail.com) / Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0755-9523>

### OLIVEIRA, Luciana Souza de. Doutora em Desenvolvimento Socioambiental

Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Petrolina. R. Maria Luzia de Araújo Gomes Cabral, 791 - João de Deus, Petrolina - Pernambuco - Brasil, CEP: 56309-680 / E-mail: [luciana.oliveira@ifsertao-pe.edu.br](mailto:luciana.oliveira@ifsertao-pe.edu.br) / Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6396-1800>

### SILVA, Maryelle Barros da. Doutora em Agronomia

Escola de Educação Tecnológica do Estado do Pará - Xinguara. Av. Boulevard Nova Suíça, S/Nº, Nova Suíça, Xinguara - Pará - Brasil, CEP: 68557-900 / E-mail: [agromaryelle@gmail.com](mailto:agromaryelle@gmail.com) / Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7129-2029>

### ROCHA, Aline. Doutora em Agronomia

Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Petrolina. R. Maria Luzia de Araújo Gomes Cabral, 791 - João de Deus, Petrolina - Pernambuco - Brasil, CEP: 56309-680 / E-mail: [aline.rocha@ifsertao-pe.edu.br](mailto:aline.rocha@ifsertao-pe.edu.br) / Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3670-4865>

## RESUMO

A bacaba é um fruto típico da bacia Amazônica reconhecido por sua qualidade nutricional devido a presença de compostos antioxidantes (antocianinas) e lipídeos (ácidos graxos) em sua composição. Contudo, devido elevada perecibilidade sua vida útil *in natura* fica comprometida por conta da intensa desidratação. Assim, objetivou-se neste estudo avaliar o impacto de diferentes temperaturas sobre a qualidade físico-química dos frutos da bacabeira durante o armazenamento refrigerado (5, 10 e 15 °C) por um período de 10 dias e avaliados quanto a qualidade físico-química (fruto, polpa e bebida) em intervalos de 2 dias. De modo geral, houve aumento na perda de massa fresca, redução da acidez, e nos teores de antocianinas totais e compostos fenólicos com o tempo de armazenamento. A desidratação (15 °C) e a ocorrência de injúrias pelo frio (5 °C) foram os principais eventos fisiológicos associados a perda de qualidade dos frutos durante o armazenamento limitando a vida útil a 4 e 6 dias, respectivamente. Os frutos mantidos a 10 °C apresentaram melhor preservação desses atributos de qualidade por até 8 dias, sendo, portanto, a temperatura recomendada para o acondicionamento/transporte dos frutos da bacabeira. Todavia, do ponto de vista nutracêutico perdas significativas de antocianinas totais e compostos fenólicos foram observadas nas etapas de processamento do fruto *in natura* até a obtenção da bebida, independente da temperatura de armazenamento utilizada, assim, tecnologias de processamento devem ser desenvolvidas para reduzir este impacto negativo visando uma melhor qualidade do produto final.

**Palavras-chave:** *Oenocarpus bacaba* Mart., Armazenamento, Qualidade físico-química.



## ABSTRACT

Bacaba is a typical fruit from the Amazon basin recognized for its nutritional quality due to the presence of antioxidant compounds (anthocyanins) and lipids (fatty acids) in its composition. However, due to its high perishability, its shelf life in natura is compromised due to intense dehydration. Thus, the objective of this study was to evaluate the impact of different temperatures on the physical-chemical quality of bacabeira fruits during refrigerated storage (5, 10 and 15 °C) for a period of 10 days and evaluated for physical-chemical quality (fruit, pulp and drink) at intervals of 2 days. In general, there was an increase in the loss of fresh mass, a reduction in acidity, and in the levels of total anthocyanins and phenolic compounds with storage time. Dehydration (15 °C) and the occurrence of cold injuries (5 °C) were the main physiological events associated with the loss of fruit quality during storage, limiting the shelf life to 4 and 6 days, respectively. Fruits kept at 10 °C showed better preservation of these quality attributes for up to 8 days, therefore being the recommended temperature for packaging/transporting bacabeira fruits. However, from a nutraceutical point of view, significant losses of total anthocyanins and phenolic compounds were observed in the processing stages of the fresh fruit until obtaining the drink, regardless of the storage temperature used, thus, processing technologies must be developed to reduce this impact negative in order to improve the quality of the final product.

**Keywords:** *Oenocarpus bacaba* Mart., Storage, Physicochemical quality.

## Introdução

O Brasil possui uma grande diversidade de espécies frutíferas nativas que ganharam popularidade recentemente, especialmente por suas propriedades sensoriais e nutricionais (Hoffmann et al., 2014; Rockett et al., 2021). Nesse contexto, a bacaba (*Oenocarpus bacaba*) é um fruto bacáceo de formato elíptico a globoso e coloração da casca (epicarpo) roxo-escura quando maduro, oriundo de uma palmeira nativa da Amazônia Brasileira (Queiroz; Bianco, 2009). A polpa (mesocarpo) de coloração “creme”, é uma importante fonte nutricional para a população local sendo caracterizada pela elevada composição de ácidos graxos, vitaminas, minerais e principalmente os compostos bioativos que conferem ação antioxidante (Abadio et al., 2012; Cól et al., 2018). Todavia, do ponto de vista alimentar, o fruto da bacabeira é consumido em forma de bebida, popularmente conhecida como “vinho de bacaba” ou fermentado alcoólico de bacaba, produzido manualmente e com aplicações variada em alimentos doces, como sorvetes e geleias, e salgados, como as farinhas (Neves et al., 2015).

Contudo, apesar desse aporte nutricional os frutos das palmeiras amazônicas são altamente perecíveis quando mantidos à temperatura ambiente com vida útil estimada a 2 dias a 25 °C devido a intensa perda de água e degradação de compostos bioativos, além de serem sensíveis ao dano pelo frio (*chilling injury*) quando armazenados a baixas temperaturas, isto é, inferiores a 5°C (Neves et al., 2015). No



caso da bacaba, essas características reduzem seu potencial de armazenamento e comercialização para mercados distantes.

De modo geral, frutas e vegetais frescos perdem importantes atributos de qualidade, tais como cor, firmeza, aroma e nutrientes durante as etapas de transporte, varejo e armazenamento pós-colheita, resultando na perda de seu valor econômico (Eriksson et al., 2016). Após a colheita essa perecibilidade está associada a fatores, tais como: perda de água, aumento da taxa respiratória e da produção de etileno, além de danos mecânicos, com redução da vida útil e consequente aumento do custo do produto final (Chitarra; Chitarra 2005; Rockett et al., 2021). Assim, técnicas que reduzam as perdas pós-colheita e agreguem valor aos produtos podem estimular seu consumo e comercialização. Dentre os muitos métodos de preservação pós-colheita, a refrigeração é o mais eficaz e amplamente utilizado para reduzir a taxa metabólica das células vegetais, retardar a senescência, diminuir a desidratação e a incidência de podridões dos produtos hortícolas (Usall et al., 2016; Hoffmann et al., 2021).

Considerando essas limitações fisiológicas no armazenamento da bacaba in natura, a definição da temperatura é de extrema importância para maximizar a conservação e evitar distúrbios fisiológicos. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o impacto de diferentes temperaturas, 5, 10 e 15 °C no potencial de conservação dos frutos da bacabeira e na qualidade de seus processados durante 10 dias de armazenamento refrigerado.

## **Material e métodos**

### **Material vegetal**

Os frutos “cachos” da bacabeira foram colhidos na maturidade fisiológica de forma extrativista no município de Monte Alegre, Pará. Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático dominante no município é Aw, clima tropical chuvoso com temperaturas anuais variando de 25 a 32 °C. A colheita dos “cachos” foi realizada pela manhã, a debulha e a seleção ocorreu no próprio local levando-se em consideração frutos completamente maduros, sem defeitos fisiológicos, lesões e ou acometidos por pragas e doenças. Estes foram acondicionados em caixas térmicas e cuidadosamente transportados até o Laboratório de Recursos Naturais da Escola de Educação Tecnológica do Estado do Pará, EETEPA Monte Alegre.



## Armazenamento e despulpamento

Após a limpeza inicial cerca de 1,5 kg de fruto foram acondicionados em bandejas plásticas de poliestireno com o intuito de simular a forma de comercialização e transporte. Em seguida estes foram armazenados em refrigeradores equipados com controladores de temperaturas a 5,0; 10,0 e 15 °C e 85 % de umidade relativa (UR) por um período de 10 dias. A cada dois dias a qualidade dos frutos foram avaliados em três formas: i) *in natura*, isto é, através da raspagem manual da polpa com o auxílio de um ralador doméstico de inox; ii) polpa obtida de forma manual após período de hidratação em água quente por 40 minutos a 45 °C e iii) bebida após o processamento final. Para a obtenção da bebida com 12 % de sólidos totais (ST), os frutos foram despulpados em batedeira vertical por um período de três minutos utilizando 1 L de água destilada.

## Análises de qualidade físico-química

As características físico-químicas foram determinadas sobre os seguintes aspectos e em triplicata.

**Perda de massa fresca (PMF):** A PMF foi determinada somente nos frutos *in natura* através da pesagem dos frutos em balança analítica, no início do experimento (massa inicial) e a cada dia de análise (massa final). Os resultados foram expressos em porcentagem (%) conforme a equação a seguir:  $MF (\%) = \frac{MF \text{ inicial} - MF \text{ final}}{MF \text{ inicial}} \times 100$ .

**Sólidos solúveis (SS):** Foram determinados por refratometria, utilizando refratômetro portátil com correção de temperatura, utilizando uma gota de suco puro em cada replicação, sendo o resultado expresso em °Brix (AOAC, 2016).

**Acidez titulável (AT):** A AT foi determinada pelo método de pH diferencial utilizando NaOH 0,1 N e fenolftaleína como indicador até a faixa de pH ideal (8,2 - 8,4), sob agitação. Os resultados foram expressos em g ácido cítrico. 100g<sup>-1</sup> matéria fresca (AOAC, 2016).

**Potencial hidrogeniônico (pH):** O pH foi determinado usando um potenciômetro cujo eletrodo foi inserido diretamente na polpa triturada dos frutos (AOAC, 2016).



**Antocianinas totais:** As antocianinas totais foram extraídas e quantificadas segundo o método descrito por Rogez (2000), com adaptações. Em triplicata, 1 grama de polpa in natura, hidratada e bebida foram extraídas com 25 mL de solução contendo 70% de etanol e 1 % de ácido clorídrico (HCl). Após homogeneização em vortéx as amostras foram mantidas em repouso por 24 horas a temperatura ambiente, cerca de 26 °C e protegidas da luz. Após esse período, o sobrenadante (extrato) foi recolhido e armazenado em congelador a -21 °C até o momento das análises. A determinação das antocianinas totais foi realizada pelo método do pH diferencial conforme descrito por Albarici et al. (2009), com adaptações. Utilizou-se duas soluções tampão, das quais a primeira trata-se de uma solução de cloreto de potássio (0,025 M) em pH 1,0 e a segunda, uma solução de acetato de sódio (0,4 M) com pH 4,5. Cerca de 1,0 mL de extrato foram adicionados a 50, 30 e 10 mL de cada tampão para as diluições do fruto, polpa e bebida, respectivamente. Imediatamente após a diluição nas soluções tampão, a leitura foi realizada em dois comprimentos de onda (514 e 700 nm). Para a determinação das diluições considerou-se que o valor final da absorbância estivesse compreendido no intervalo de 0,100 - 0,900 a 514 nm considerado o pico máximo de absorbância máxima das antocianinas. Os resultados foram expressos em mg.100 g<sup>-1</sup> matéria fresca (MF), baseando-se na equação a seguir.

$$C1 = ((ABS\ 514 - ABS\ 700)\ pH\ 1,0 - (ABS\ 514 - ABS\ 700)\ pH\ 4,5) \times D \times F / M\ (kg)$$

Onde:

C1 = concentração de antocianinas em mg/kg de bacaba ou de extrato;

D = Fator de diluição do extrato no tampão;

F = fator de conversão (18,6786) ligado aos coeficientes de extinção molar e peso molecular, das antocianinas presentes majoritariamente na bacaba (cianidina-3-rutinosídeo e cianidina-3-glicosídeo);

M = Massa da amostra em kg;

**Compostos fenólicos totais:** Foram mensurados por colorimetria usando o reagente de Folin-Ciocalteu segundo Obanda et al. (1997). Para obtenção do extrato, 1.0 g de polpa in natura, hidratada e bebida foram extraídos em metanol 50% (v/v) e acetona 70% (v/v), de acordo com Larrauri et al. (1997). Em microtubos protegidos da luz, foram adicionados nesta ordem: 20 µL do extrato, 980 µL do reativo de Folin-Ciocalteu e 1000 µL de água destilada e de carbonato de sódio anidro 20% (m/v).



Após homogeneização, os tubos foram mantidos protegidos da luz por 30 min e a temperatura ambiente. A leitura foi realizada a 700 nm através de um espectrofotômetro, marca Biochrom Libra, modelo S12, Cambridge, Reino Unido), sendo o ácido gálico usado como padrão e os resultados expressos em g de equivalentes de ácido gálico (EAG)  $\text{kg}^{-1}$  de massa fresca.

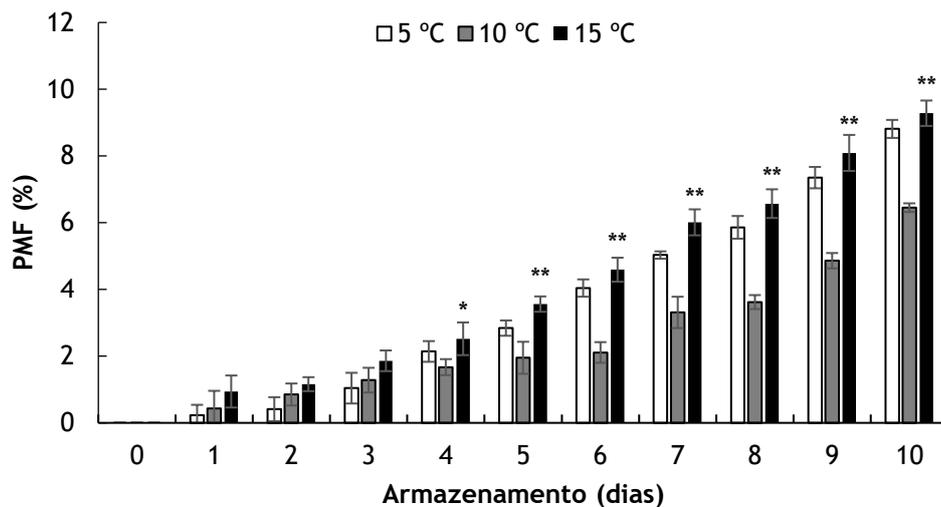
### **Análise estatística e delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em um arranjo inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3 (temperaturas: 5, 10, e 15 °C) x 6 (dias de armazenamento: 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias) com três repetições e a parcela experimental constituída por 1,5 kg de fruto. Os dados quanti-qualitativos foram organizados em planilhas eletrônicas no Excel, submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 0,05% de probabilidade utilizando o software Agroestat (Barbosa; Maldonado, 2017).

### **Resultados e discussão**

A perda de massa fresca (PMF) dos frutos e vegetais armazenados deve-se principalmente a transpiração e ao déficit de pressão, isto é, a umidade relativa no ambiente de armazenamento (PORAT et al., 2018). Neste estudo, houve aumento na PMF com o tempo de armazenamento. Todavia, os frutos mantidos a 10 °C apresentaram os menores percentuais ( $p < 0,05$ ), média de 5,17 % ao final de 10 dias em comparação aos 9,16 e 10,28 % quando mantidos a 5 e 15 °C, respectivamente (Figura 1).

**Figura 1** - Evolução na perda de massa fresca (PMF) nos frutos da bacabeira armazenados sob diferentes temperaturas de refrigeração.



Fonte: Autores (2023).

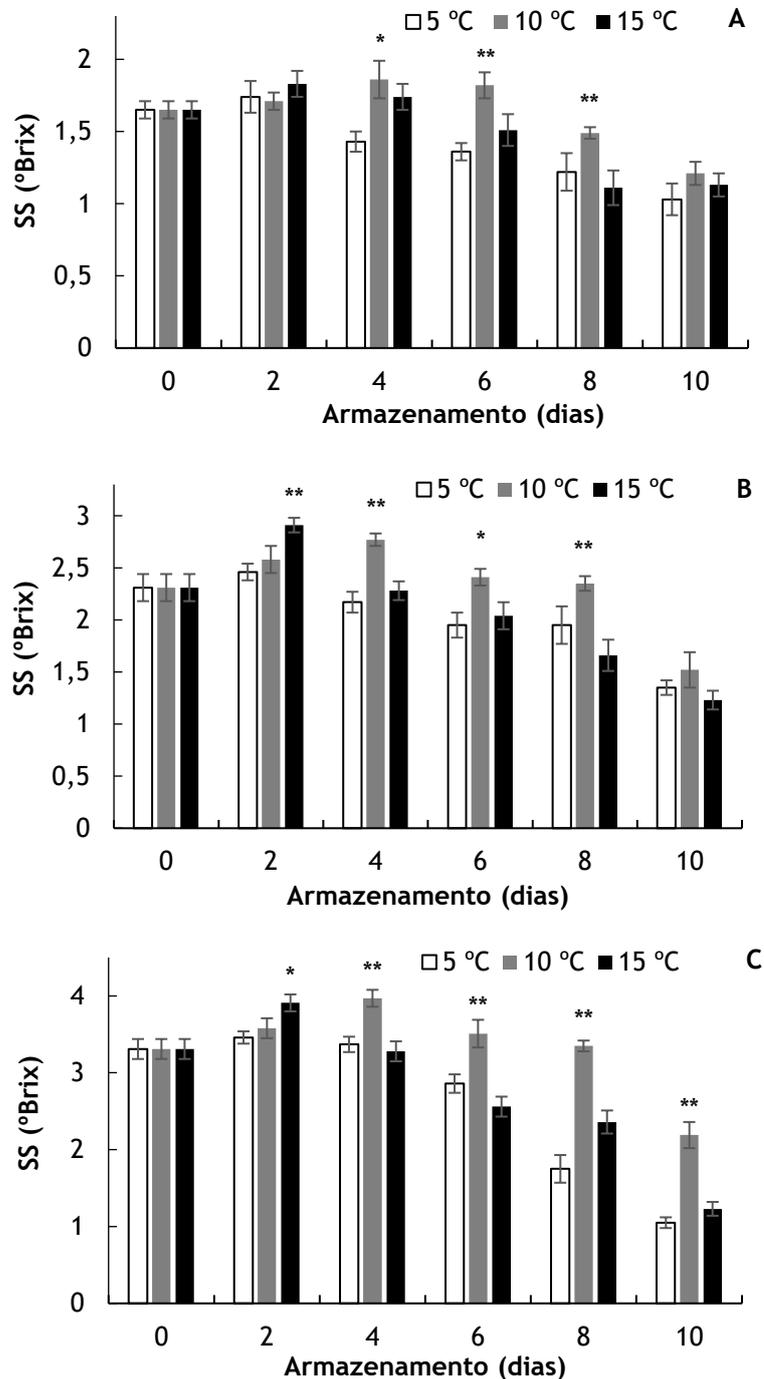
De modo geral, perdas de massa superiores a 5 % levam a perda da qualidade ao iniciar o murchamento e o enrugamento, promove escurecimento, perda de textura e sabor da fruta, senescência acelerada, suscetibilidade a danos causados pelo frio e desintegração da membrana (Lufu et al., 2020).

No caso da bacaba, caracterizados como fruto seco (Rogez, 2000), a desidratação da polpa sob condições de alta temperatura a 15 °C ou baixa a 5 °C por conta do dano pelo frio levaram a uma maior perda de massa fresca, pois o metabolismo respiratório estava mais ativo devido a condição estressante do armazenamento levando a maior taxa de transpiração. Por outro lado, o acondicionamento a 10 °C foi mais efetivo em controlar a respiração dos frutos devido ao melhor balanço da relação temperatura e umidade relativa que restringiu a perda de água para o ambiente resultando em um menor percentual (4,86%) até os nove dias (Figura 1).

Os SS são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade da fruta. O teor de SS indica a quantidade de açúcares existentes na fruta, além de compostos como ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas (Chitarra; Chitarra, 2005). Neste estudo, houve variação no teor de SS com o tempo de armazenamento e as temperaturas avaliadas ( $p < 0,05$ ), conforme apresentado na Figura 2A, B e C.

**Figura 2** - Teor de sólidos solúveis (SS) nos frutos da bacabeira (A), polpa (B) e bebida (C) armazenados sob diferentes temperaturas de refrigeração. Diferença significativa em  $P < 0,05$  (\*\*)

P<0,01 (\*) para os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. As barras representam o desvio padrão de 3 repetições



Fonte: Autores (2023).

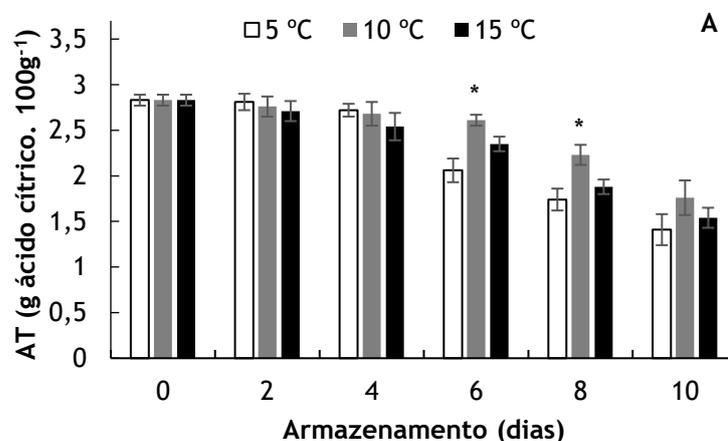
No fruto, o teor inicial de SS foi de 1,65 °Brix (Figura 2A), na polpa aumentou para 2,31 °Brix (Figura 2B) e na bebida o valor médio foi de 3,32 °Brix (Figura 2C), isto é, um incremento de 30,21 % em relação ao fruto *in natura*. Esse aumento no teor de SS relaciona-se com as etapas de processamento, pois tanto a hidratação

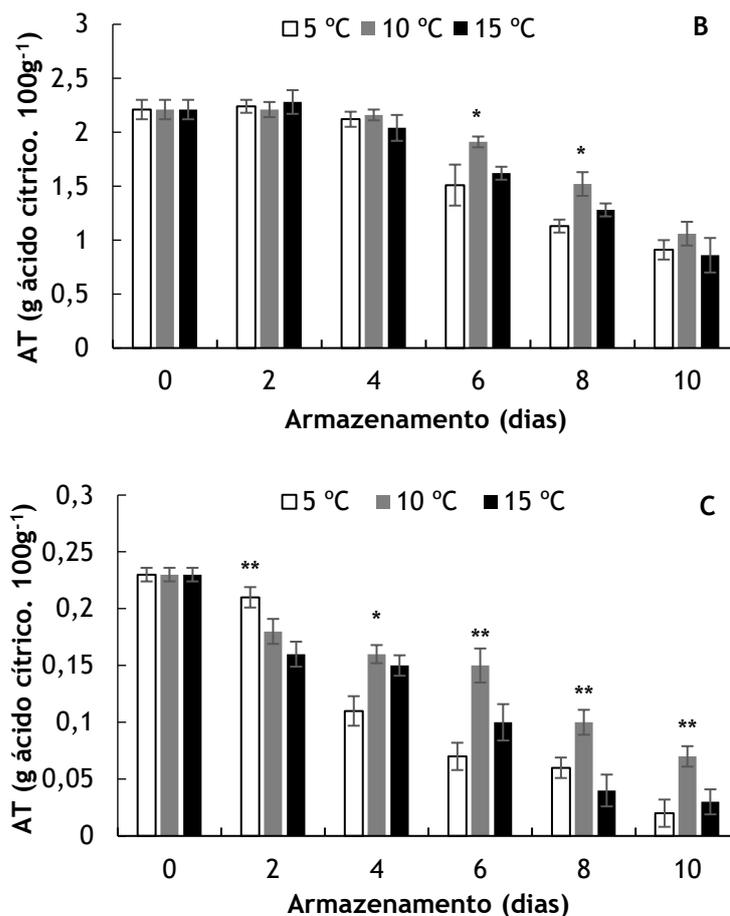
quanto o despulpamento promovem uma maior solubilização de substâncias pécnicas e hidrólise de amido favorecendo o acúmulo de açúcares (Brummell et al., 2022) que compõem o mesocarpo da bacaba. Ribeiro et al. (2017) também verificaram aumento no teor de SS entre o fruto da bacabeira na ordem de 1,98 °Brix no fruto in natura e 4,20 °Brix na bebida.

Com relação ao armazenamento, o aumento no teor inicial de SS a partir do 2º dia pode ser resultado da PMF que concentrou os SS na polpa, pois como fruto não climatérico a bacaba não amadurece após a colheita e, portanto, não ocorre síntese de açúcares. Já a redução a partir do 4º dia é reflexo da utilização dos SS no metabolismo respiratório para síntese de energia (ATP), cujo teor reduziu na ordem de 31,91; 40,83 e 54,98 % no fruto, polpa e bebida (Figura 2A, B e C), especialmente nos frutos mantidos a 5 e 15 °C. O acondicionamento 10 °C resultou em maior teor ( $p < 0,05$ ) até o oitavo dia nos frutos e polpa (Figura 2A e B) e décimo dia na bebida (Figura 2C), sugerindo melhor estado de preservação.

A acidez titulável (AT) é um importante parâmetro de qualidade, pois mede a presença de ácidos orgânicos responsáveis pelo sabor dos alimentos (Kyriacou; Rouphael, 2018). Neste estudo foi observado uma redução nos valores de AT durante o período de armazenamento ( $p < 0,05$ ), independente da temperatura avaliada (Figura 3A, B e C).

**Figura 3** - Teor de acidez titulável (AT) nos frutos da bacabeira (A), polpa (B) e bebida (C) armazenados sob diferentes temperaturas de refrigeração. Diferença significativa em  $P < 0,05$  (\*\*) e  $P < 0,01$  (\*) para os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. As barras representam o desvio padrão de 3 repetições.





Fonte: Autores (2023).

Com relação ao teor de AT, os frutos e polpa (Figuras 3A e B) concentraram cerca de 10 x mais ácidos orgânicos do que na bebida (Figura 3C). Resultado semelhante foram obtidos por Ribeiro et al. (2017) cujo valor de AT nos frutos de bacaba na ordem de 3,26 g ácido cítrico. 100g<sup>-1</sup> foram duas vezes maiores que na bebida cujo teor foi de 1,48 g ácido cítrico. 100g<sup>-1</sup>. Essa variação pode ser em decorrência das variações de ácidos orgânicos do solo, regiões de cultivo, tais como terra firme ou várzea.

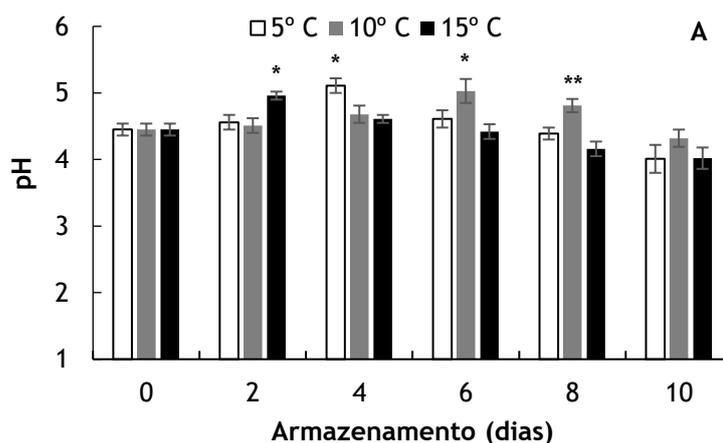
Considerando as etapas de processamento, verifica-se uma redução de 21,90 e 90,82 % no teor de AT dos frutos em relação a polpa e a bebida, respectivamente (Figuras 3A, B e C). Com relação ao armazenamento, nos frutos o teor passou de 2,83 para 1,57 g ácido cítrico.100 g<sup>-1</sup> ao final de 10 dias, isto é, uma redução de 44,52 % (Figura 3A). Na polpa, a redução foi de 57,11% com variação de 2,21 a 0,94 g ácido cítrico.100 g<sup>-1</sup> entre o dia inicial e final de armazenamento, respectivamente (Figura 3B). Na bebida, a redução chegou a 82,60 % com os valores médios passando de 0,23 para 0,04 g ácido cítrico.100 g<sup>-1</sup> após 10 dias (Figura 3C). Essa redução no teor de

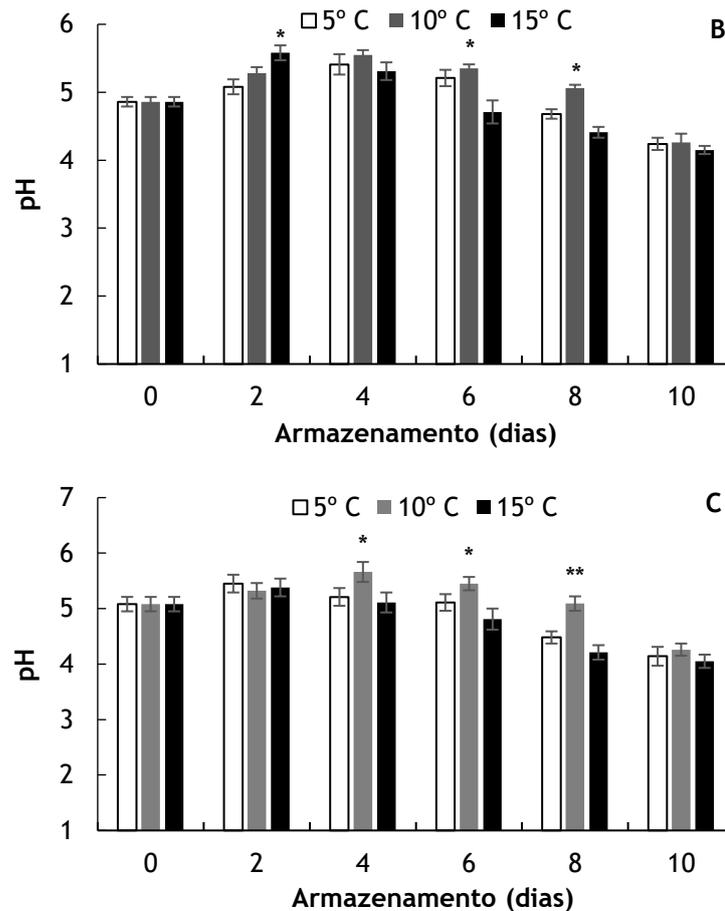
ácidos orgânicos pode estar relacionada a sua utilização como substratos a produção de energia para o metabolismo respiratório (Chitarra; Chitarra, 2005).

Dentre as temperaturas avaliadas, o armazenamento a 5 °C resultou em maior decréscimo da acidez, cerca de 50,17% nos frutos, 58,82 % na polpa e 91,30 % na bebida (Figuras 3A, B e C), respectivamente. Essa maior redução no teor de AT pode estar relacionada à ocorrência de injúrias pelo frio provocadas pela baixa temperatura, que promovem o consumo dos ácidos orgânicos por enzimas oxidativas (Sala, 1998). Neste sentido, o maior percentual de AT nos frutos mantidos a 10 °C sugere que a qualidade fisiológica estava mais preservada devido ao menor consumo dos ácidos orgânicos em processos como a respiração e a ausência de estresses fisiológicos associados ao dano pelo frio a 5 °C e a desidratação a 15 °C.

A determinação do pH faz-se importante para avaliar os efeitos das atividades enzimáticas e microbiológicas em frutas e vegetais armazenados. De modo geral, os valores de pH reduziram com o tempo de armazenamento e em todas as temperaturas ( $p < 0,05$ ) (Figuras 4A, B e C).

**Figura 4** - pH nos frutos da bacabeira (A), polpa (B) e bebida (C) armazenados sob diferentes temperaturas de refrigeração. Diferença significativa em  $P < 0,05$  (\*\*) e  $P < 0,01$  (\*) para os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. As barras representam o desvio padrão de 3 repetições.





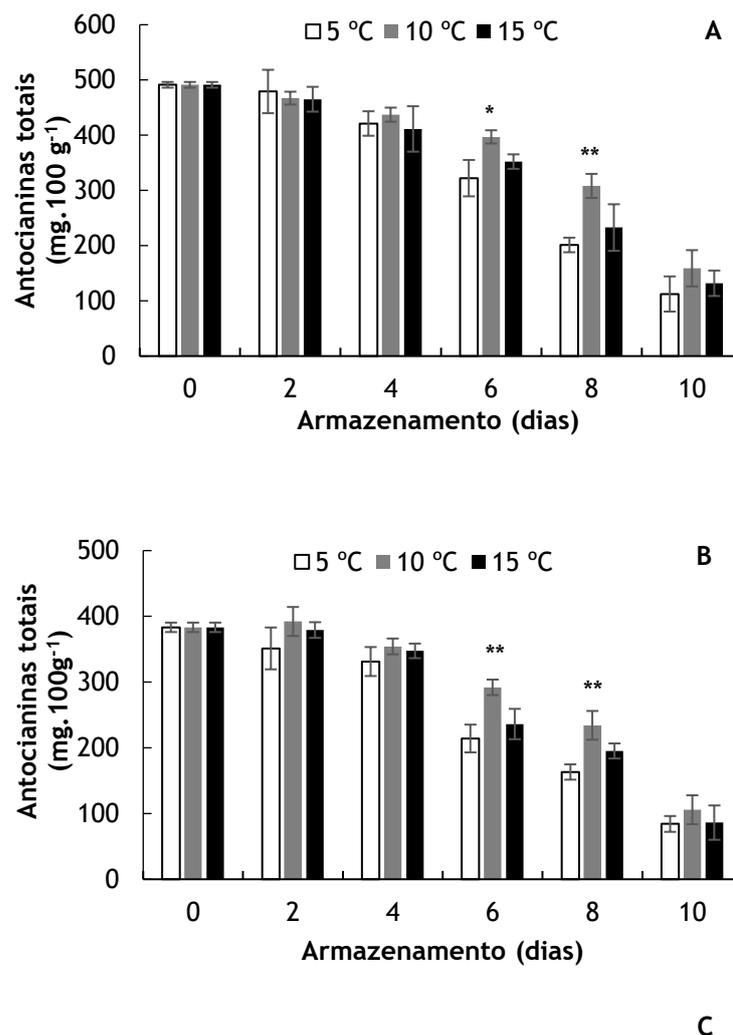
Fonte: Autores (2023).

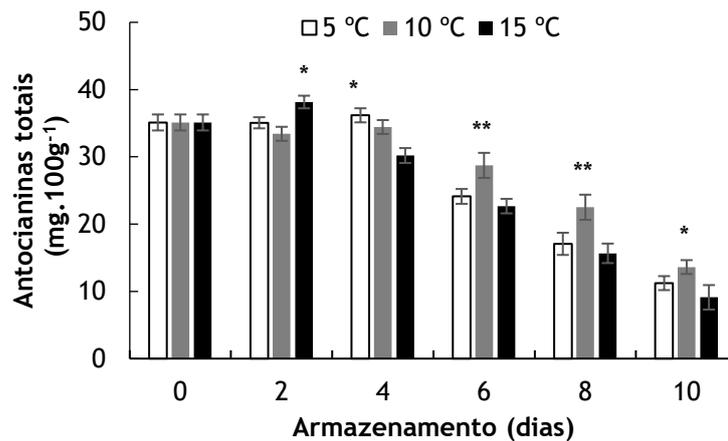
De modo geral, os valores de pH aumentaram à medida que avançaram as etapas de processamento, isto é, nos frutos o teor inicial foi de 4,45 (Figura 4A), enquanto que na polpa e bebida os valores foram de 4,86 e 5,08, respectivamente (Figuras 4B e C). Ribeiro et al. (2017) também reportaram aumento nos valores de pH do fruto (5,12) até a obtenção da bebida (5,40) em frutos da bacabeira maduros. Esse aumento pode estar relacionado a adição de água nas etapas de processamento, tais como na hidratação e no despolpamento que alteram a solução de pH.

Considerando o período de armazenamento, os valores apresentaram tendência de redução, especialmente após o quarto dia, independente da temperatura (Figuras 4A, B e C). No armazenamento pós-colheita, a redução do pH é um indicativo da susceptibilidade dos frutos ao ataque microbiológico como fungos devido a perda da capacidade acidificante (Mahajan et al., 2017). Neste estudo, os frutos mantidos a 5 e 15 °C apresentaram redução superior a 10 % indicando maior susceptibilidade ao desenvolvimento de microorganismos em relação aqueles mantidos a 10 °C cujo percentual foi de apenas 7,49% (Figura 4A, B e C).

As antocianinas são tipos de pigmentos naturais solúveis em água que geram tons vermelhos, azuis e roxos principalmente em flores, frutos e folhas (Chaves-Silva et al., 2018). No meio vegetal, as antocianinas aumentam a tolerância das plantas sobre condições de estresse a exemplo da temperatura, salinidade, deficiência mineral e ataque de patógenos, por exemplo (Wang et al., 2023) e no organismo humano atua como um forte oxidante eliminando os radicais livres e retardando o processo de envelhecimento (Jo et al., 2020). O teor de antocianinas reduziu ( $p < 0,05$ ) com o tempo de armazenamento, independente da temperatura de acondicionamento dos frutos (Figura 5A, B e C).

**Figura 5** - Teor de antocianinas totais nos frutos da bacabeira (A), polpa (B) e bebida (C) armazenados sob diferentes temperaturas de refrigeração. Diferença significativa em  $P < 0,05$  (\*\*) e  $P < 0,01$  (\*) para os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. As barras representam o desvio padrão de 3 repetições.





Fonte: Autores (2023).

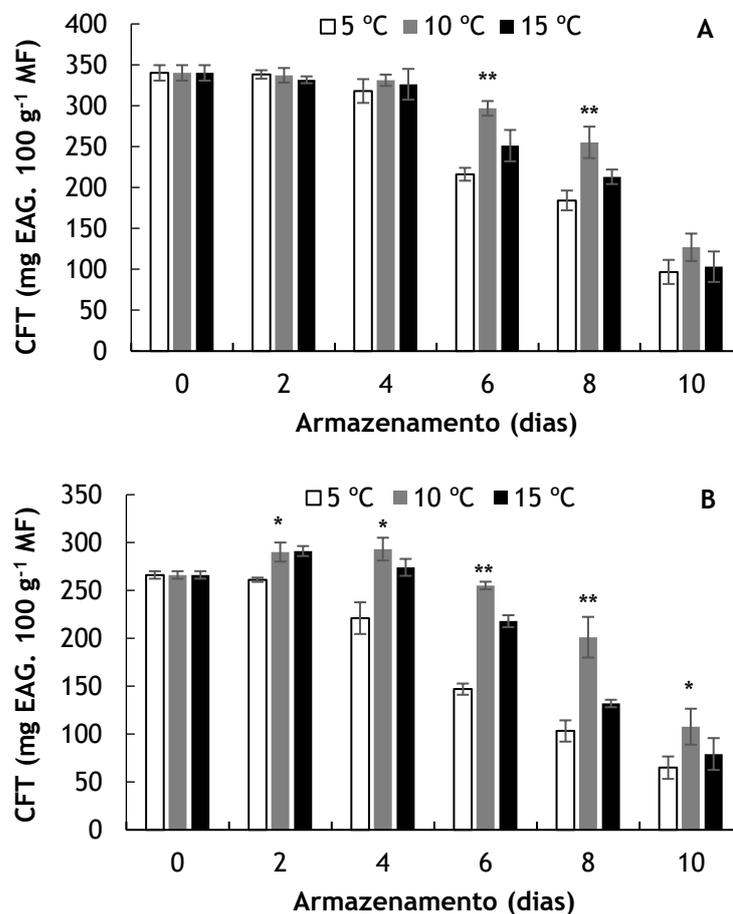
No início do armazenamento o teor de antocianinas totais foram de 491,18; 383,26 e 35,11 mg.100 g<sup>-1</sup> e ao final de 10 dias esses valores corresponderam a 134,40; 92,07 e 11,31 mg.100 g<sup>-1</sup> nos frutos, polpa e na bebida (Figura 5A, B e C), respectivamente. Essa variação corresponde a uma redução de 21,97 % dos frutos em relação a polpa e de 92,85 % dos frutos até a obtenção da bebida. Na bebida esse valor inicial de antocianinas totais (35,11 mg.100g<sup>-1</sup>) está próximo aos verificados por Abadio et al. (2012) e Fernandes, (2015) cujos valores corresponderam a 34,69 e 27,11 mg.100g<sup>-1</sup>, respectivamente. Porém, essa redução expressiva em relação ao fruto (92,85 %) pode ser resultado das etapas de processamento que afetam a estabilidade das antocianinas, tais como: temperatura, presença de oxigênio no despolpamento, adição de água, e luminosidade, principalmente.

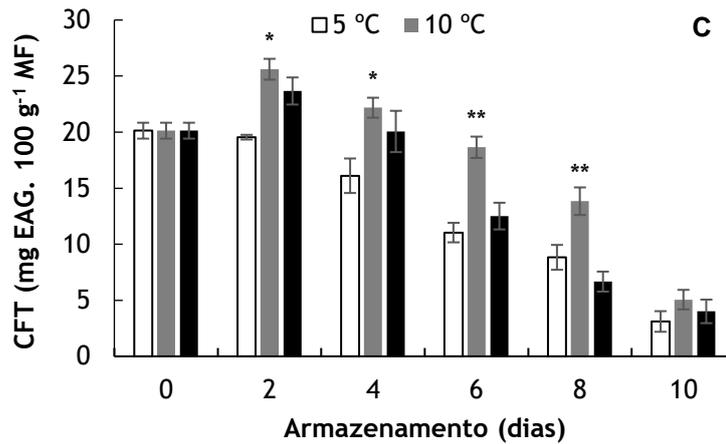
De modo geral, a maior redução no teor de antocianinas totais ocorreu a partir do quarto dia de armazenamento, independente da temperatura. Porém, os frutos mantidos a 10 °C mantiveram mais de 20 % de antocianinas ( $p < 0,05$ ) até o oitavo dia de armazenamento em comparação aos acondicionados a 5 e 15 °C (Figuras 5A, B e C). Essa preservação pode ter relação direta com a menor PMF obtida nos frutos armazenados a 10 °C (Figura 1), pois a manutenção da massa fresca dos frutos evita processos oxidativos como a degradação das antocianinas (Lufu et al., 2020). Nos frutos do açazeiro, o armazenamento refrigerado a 5 e 15 °C resultou em maior preservação das antocianinas, cerca de ~32mg.100g<sup>-1</sup>) em comparação aqueles armazenados a 28 °C cujo teor foi de apenas 14,31 mg.100g<sup>-1</sup> após 4 dias de acondicionamento (Silva, 2016).

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários sintetizados

abundantemente no reino vegetal e atuam principalmente como agentes de defesa antioxidante em resposta a estresses causados aos frutos e vegetais, conferindo-os adstringência, coloração, sabor e aroma (Moraes et al., 2019). Neste estudo, apesar da redução no teor de fenólicos totais com o tempo de armazenamento, estes se apresentaram significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) quando os frutos foram mantidos a 10 °C (Figuras 6A, B e C).

**Figura 6** - Compostos fenólicos totais (CFT) nos frutos da bacabeira (A), polpa (B) e bebida (C) armazenados sob diferentes temperaturas de refrigeração. Diferença significativa em  $P < 0,05$  (\*\*) e  $P < 0,01$  (\*) para os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. As barras representam o desvio padrão de 3 repetições.





Fonte: Autores (2023).

Nos frutos, observa-se uma estabilidade nos valores médios entre o dia zero e o quarto dia de armazenamento (335,27 mg EAG. 100 g<sup>-1</sup> MF) seguido de redução até o décimo dia (108,96 mg EAG. 100 g MF). Todavia nos frutos armazenados a 10 °C esse teor era 22,15 % maior ( $p < 0,05$ ) até o oitavo dia de avaliação (Figura 6A).

Já na polpa e bebida foi observado um aumento na concentração de fenólicos totais entre o dia zero (266,19 e 20,13 mg EAG. 100g<sup>-1</sup> MF) e o quarto dia (283,65 e 21,13 mg EAG. 100g<sup>-1</sup> MF) quando armazenados a 10 e 15 °C (Figura 6B e C), respectivamente. Taiz et al. (2017) ressaltam que o acréscimo no teor de compostos fenólicos pode ser relacionado a estresses que induzem o metabolismo secundário, por exemplo, a hidratação e o despulpamento utilizado nessas etapas. Porém, após 4 dias somente aqueles mantidos a 10 °C mantiveram teor superior até os 10 dias (33,12 %) na polpa e o oitavo dia (29,64%) na bebida (Figura 6B e C), respectivamente.

De modo geral, o acondicionamento a 5 °C foi mais prejudicial para a manutenção da capacidade bioativa dos frutos com o tempo de armazenamento (Figuras 6A, B e C). O decréscimo dos polifenóis pode ser atribuído à uma série de alterações químicas e enzimáticas, que pode se incluir entre essas, a atividade da polifenoloxidase, responsável pela oxidação de composto fenólicos (Wang et al., 2020). Neste caso, a baixa temperatura (5 °C) ao induzir dano pelo frio nos frutos, promoveu maior atuação dessas enzimas e, conseqüentemente, degradação desses compostos.

## Conclusões



A conservação dos frutos da bacabeira deve ser feita a 10 °C, pois garantiu maior preservação da qualidade a exemplo da menor perda de massa fresca e preservação dos sólidos solúveis, acidez, antocianinas totais e compostos fenólicos) ao longo de 8 dias.

A desidratação a 15 °C e a ocorrência de injúrias pelo frio a 5 °C foram os principais eventos fisiológicos associados a perda de qualidade dos frutos aos 4 e 6 dias de armazenamento, respectivamente.

Considerando as elevadas perdas nutricionais como as antocianinas e os compostos fenólicos que ocorrem do fruto até a obtenção da bebida, tecnologias de processamento devem ser desenvolvidas para reduzir esse impacto negativo sobre a qualidade do produto final.

## Referências

ABADIO, F. D. B.; KAMMERER, D. R.; CARLE, R.; TSENG, W. H.; BÖSER, S.; GRAEVE, L. **Antioxidant activity and characterization of phenolic compounds from bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) Fruit by HPLC-DAD-MSn.** *J. Agric. Food Chem.* v. 60, p. 7665-7673, 2012.

ALBARICI, T. R., FREITAS, D. M., PESSOA, J. D. C. **Protocolos de análises para polpa de açaí: um guia prático de consulta.** São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 20. ed. Washington D.C: Ed. George, W., Latimer, J.R., p. 3172, 2016.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AGROESTAT: Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos.** Versão 1.0. Jaboticabal: Unesp, 2017.

BRUMMELL, D. A.; BOWEN, J. K.; GAPPER, N. E. Biotechnological approaches for controlling postharvest fruit softening. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 78, 102786, 2022.

CHAVES-SILVA, S.; DOS SANTOS, A. L.; CHALFUN-JÚNIOR, A.; ZHAO, J.; PERES, L. E.; BENEDITO, V. A. Understanding the genetic regulation of anthocyanin biosynthesis in plants-tools for breeding purple varieties of fruits and vegetables. **Phytochemistry**, v. 153, p. 11-27, 2018.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio** (p. 320). Lavras: Esal/Faepe., 2005.

CÓL, C. D.; UTPOTT, M.; FLÔRES, S. H.; RECH, R. Composição centesimal da polpa de bacaba (*Oenocarpus bacaba*) liofilizada. **Simpósio de Segurança Alimentar**, v. 6, p. 1-4, 2018.



ERIKSSON, M.; STRID, I.; HANSSON, P. A. Food waste reduction in supermarkets-Net costs and benefits of reduced storage temperature. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 107, p. 73-81, 2016.

FERNANDES, E. da R. **Conservação da polpa de bacaba (*Oenocarpus bacaba*) por tecnologia de obstáculos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2015. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/287>. Acesso em: 15 set. 2023.

HOFFMANN, J. F.; BARBIERI, R. L.; ROMBALDI, C. V.; CHAVES, F. C. *Butia* spp.(Arecaceae): an overview. *Scientia Horticulturae*, 179, 122-131, 2014.

HOFFMANN, T. G.; RONZONI, A. F.; DA SILVA, D. L.; BERTOLI, S. L.; DE SOUZA, C. K. Impact of household refrigeration parameters on postharvest quality of fresh food produce. *Journal of Food Engineering*, v. 306, p. 110641, 2021.

JO, K.; BAE, G. Y.; CHO, K.; PARK, S. S.; SUH, H. J.; HONG, K. B. An anthocyanin-enriched extract from *vaccinium uliginosum* improves signs of skin aging in UVB-induced photodamage. *Antioxidants*, v. 9, p. 839-844, 2020.

KYRIACOU, M. C.; ROUPHAEL, Y. Towards a new definition of quality for fresh fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae*, v. 234, p. 463-469, 2018.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomade pelias. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LUFU, R.; AMBAW, A.; OPARA, U. L. Water loss of fresh fruit: Influencing pre-harvest, harvest and postharvest factors. *Scientia Horticulturae*, v. 272, p. 109519, 2020.

MAHAJAN, P. V.; CALEB, O. J.; GIL, M. I.; IZUMI, H.; COLELLI, G.; WATKINS, C. B.; ZUDE, M. Quality and safety of fresh horticultural commodities: Recent advances and future perspectives. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 14, p. 2-11, 2017.

MORAES A, B. J.; DA COSTA, G. F.; SCHMIDT, B. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. *Nutrição Brasil*, v. 18, p. 39-48, 2019.

NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, D. C. D. S.; MENDES, J. K. S.; URNHANI, C. O.; ARAÚJO, K. G. Qualidade de frutos processados artesanalmente de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 37, p. 729-738, 2015.

OBANDA, M.; OWUOR, P. O.; TAYLOR, S. J. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan black teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 74, n. 2, p. 209-215, 1997.

PORAT, R.; LICHTER, A.; TERRY, L. A.; HARKER, R.; BUZBY, J. Postharvest losses of fruit and vegetables during retail and in consumers' homes: Quantifications,



causes, and means of prevention. **Postharvest Biology and Technology**, v. 139, p. 135-149, 2018.

QUEIROZ, M. S. M.; BIANCO, R. Morfologia e desenvolvimento germinativo de *Oenocarpus bacaba* MART. (arecaeae) da Amazônia ocidental. *Revista Árvore*, v. 33, n. 6, p. 1037-1042, 2009.

RIBEIRO, C. L.; PEREIRA, R. J.; PIRES, C. R. F.; LACERDA, G. E.; DO NASCIMENTO, G. N. L. Composição centesimal e aspectos físico-químicos dos frutos da bacaba (*Oenocarpus distichus* Mart.). *Revista Cereus*, v. 9, n. 3, p.153-170, 2017.

ROCKETT, F.; SCHMIDT, H.; RODRIGUES, E.; FLÔRES, S.; RIOS, A. Application of refrigeration and packing can extend Butiá fruit shelf life. **Food Bioscience**, v. 42, p. 101162, 2021.

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. 313 p., 2000.

SALA, M. J. Involvement of oxidative stress in chilling injury in cold-stored mandarin fruits. **Postharvest Biology and Technology**, v. 13, n. 3, p. 255-261, 1998

SILVA, L. R. B. **Impacto das condições de armazenamento na conservação de compostos fenólicos e capacidade antioxidante dos frutos de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M., MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora. 712 p., 2017.

USALL, J.; IPPOLITO, A.; SISQUELLA, M.; NERI, F. Physical treatments to control postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 122, p. 30-40, 2016.

WANG, H.; LI, S.; LI, J.; ZHONG, L.; CHENG, H.; MA, Q. Immobilized polyphenol oxidase: Preparation, optimization and oxidation of phenolic compounds. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 160, p. 233-244, 2020.

WANG, L.; YANG, S.; NI, J.; TENG, Y.; BAI, S. Advances of anthocyanin synthesis regulated by plant growth regulators in fruit trees. **Scientia Horticulturae**, v. 07, p. 111476, 2023.