



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO  
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL  
PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM PÓS-COLHEITA DE PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS**

**ALEX GUIMARÃES SANCHES**

**IMPACTO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO DA BACABA NA  
QUALIDADE DE SEUS PROCESSADOS**

**PETROLINA - PE  
2023**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO  
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL  
PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM PÓS-COLHEITA DE PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS**

**ALEX GUIMARÃES SANCHES**

**IMPACTO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO DA BACABA NA  
QUALIDADE DE SEUS PROCESSADOS**

Monografia apresentada ao curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Souza de Oliveira  
Coorientadora: Aline Rocha

**PETROLINA - PE  
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

S211 Sanches, Alex Guimarães.

Impacto das condições de armazenamento da bacaba na qualidade de seus processados / Alex Guimarães Sanches. - Petrolina, 2023.

40 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2023.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Souza de Oliveira.

Coorientação: Dr. Aline Rocha.

1. Pós-colheita. 2. Oenocarpus bacaba Mart. 3. Armazenamento. 4. Qualidade físico-química. I. Título.

CDD 631.56

---

**PÓS GRADUAÇÃO LATO SENSU EM PÓS-  
COLHEITA DE PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS**

A monografia “Impacto das condições de armazenamento da bacaba na qualidade de seus processados”, autoria de Alex Guimarães Sanches, foi submetida à Banca Examinadora, constituída pelo IFSertãoPE, como requisito parcial necessário à obtenção do título de Especialista em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas, outorgado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – IFSertãoPE.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Luciana Souza de Oliveira – IFSertãoPE  
(Presidente)

---

Profa. Dra. Aline Rocha IFSertãoPE  
(1ª Examinadora)

---

Eng<sup>a</sup>. Agrônoma. MSc. Maryelle Barros da Silva Interno – UNESP/FCAV  
(2º Examinadora)

---

Profa. Dra. Laiane Torres Silva- IFSertãoPE  
(3ª Examinadora)

Não tenha medo de começar tudo de novo. Esquecemos que a vida é única e talvez você goste mais da sua nova história (anônimo)

## **AGRADECIMENTOS**

A minha fé, em primeiro lugar, que concedeu mais esta vitória em minha vida profissional.

Aos professores do programa de Pós-graduação em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas que muito contribuíram na minha qualificação.

A Profa. Ana Elisa Oliveira dos Santos que conduz com maestria a coordenação do Programa de Pós-graduação em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas.

A minha orientadora Profa. Dra. Luciana Souza de Oliveira pelo conhecimento compartilhado e bom diálogo na definição desta pesquisa.

Ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertão-PE), em especial ao Programa de Pós-graduação em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas, pela oportunidade e contribuição na minha formação pessoal e profissional.

Muito obrigado!

## 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 devido a 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). Para este estudo foram utilizados frutos "cachos" de bacabeira colhidos fisiologicamente maduros. Após as etapas de limpeza estes foram acondicionados em caixas plásticas (1,5 kg) e armazenados em refrigeradores com temperatura controlada 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*. 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 aim of this study was to evaluate the impact of different temperatures on the physicochemical quality of bacabeira fruits during refrigerated storage (5, 10 and 15 °C). For this study, “bunches” of bacabeira fruits harvested at physiological maturity were used. After the cleaning steps, they were packaged in plastic boxes (1.5 kg) and stored in temperature-controlled refrigerators 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*. Storage. Physicochemical quality.



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
3 METODOLOGIA.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	14
5 CONCLUSÕES .....	26
REFERÊNCIAS.....	27

## 1 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 e 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 (sorvetes, geleias) e salgados (farinhas) (NEVES et al., 2015; SILVA et al., 2018).

Contudo, apesar desse aporte nutricional os frutos das palmeiras amazônicas são altamente perecíveis quando mantidos à temperatura ambiente (2 dias – 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 (< 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 (cor, firmeza, sabor, aroma, 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 conseqüente aumento do custo do produto final (CHITARRA e 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 geral 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 o armazenamento refrigerado (10 dias). Os objetivos específicos foram: i) avaliar a influência do tempo de armazenamento refrigerado no potencial de conservação dos frutos da bacabeira; ii) avaliar os atributos físico-químicos durante o período de armazenamento e iii) avaliar a qualidade dos frutos em relação as etapas de processamento (polpa e bebida).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 BACABA: ASPECTOS BOTÂNICOS E NUTRICIONAIS

A Bacabeira (*Oenocarpus bacaba* Mart.) é uma palmeira (Figura 1) pertencente à família Arecaceae típica das regiões de terra firme e várzeas da Amazônia, sendo encontrada principalmente nos estados do Amazonas e Pará onde desempenham um importante papel socioeconômico, pois são exploradas como alimento na produção de palmito e na bebida de seus frutos (ESTUPIÑÁN e JIMÉNEZ, 2010)

Figura 1 – Palmeira da bacabeira evidenciando o fruto em estágio completo de maturação.



Fonte: Toda Fruta, 2019.

Botanicamente, a bacabeira possui tronco solitário liso, reto e sem espinhos, com fissuras verticais e anéis que correspondem às cicatrizes foliares podendo atingir até 30 metros de altura e 25 centímetros de diâmetro aproximadamente (MONTEIRO et al., 2014). Suas folhas são pinadas e crespadas medindo até 8 metros de comprimento, suas flores são alvoamareladas unissexuada, geralmente uma feminina para duas masculinas inseridas em toda a extensão dos ramos da espádice. Os cachos são robustos com comprimento chegando a 1,5 metros, os frutos são arredondados com casca de coloração roxa-escuro medindo cerca de 1,5 centímetro de diâmetro, mesocarpo cerca de 1,5 mm de espessura, brancacento. A polpa de

coloração creme é muito oleaginosa e a amêndoa é envolvida por um endocarpo delgado e fibroso (Figura 1) (FERNANDES, 2015; SEIXAS et al., 2016).

No estado do Pará, a bacabeira floresce de junho a agosto e seus frutos amadurecem entre dezembro e abril, no período mais chuvoso, embora seja possível encontrar bacaba na entressafra, especialmente nas regiões de terra firme (SHANLEY, 2010). Para o ribeirinho amazônico, a bacaba representa importante fonte econômica e alimentar, a palmeira, por exemplo, é utilizada como fonte energética, construção de casas, instalações para animais, utensílios caseiros, entre outros (VASCONCELOS et al., 2015; CÓL et al., 2018).

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, produzida manualmente e com aplicações variada em alimentos doces (sorvetes, geleias) e salgados (farinhas) (NEVES et al., 2015; SILVA et al., 2018). Nutricionalmente, a polpa reúne características físicas e químicas interessantes, principalmente quanto ao teor de fibras (4,0 – 6,61 %), proteínas (3,12 – 5,49 g.100g<sup>-1</sup>), carboidratos (3,4 – 6,0 g.100g<sup>-1</sup>), lipídeos (19,1 – 30,0 g.100g<sup>-1</sup>), minerais (Fe, Ca, Mg e Zn) e aminoácidos (leucina, treonina, valina, lisina, isoleucina e tirosina) (PINHEIRO et al., 2015; SEIXAS et al., 2016; CHAUCA e CALDERÓN, 2016; RIBEIRO et al., 2017; CARVALHO et al., 2022). Além desses compostos, a bacaba também é rica em vitamina C na polpa (26,4 – 32,0 mg.100 g<sup>-1</sup>) e no óleo (136 -148 mg de  $\alpha$ -tocoferol. kg<sup>-1</sup>) (SANTOS et al., 2017).

Os frutos da bacabeira também são importantes fontes de óleos vegetais de alta qualidade, ricos em ácidos graxos insaturados, tais como o ácido oleico (46 %), palmítico (26 %), linoleico (20 %), esteárico (4,6 %) e o mirístico (1 %) (SEIXAS et al., 2016). Devido à relação de ácidos graxos, aspectos sensoriais e nutricionais o óleo de bacaba se torna semelhante ao azeite de oliva (CHAUCA e CALDERÓN, 2016).

Além disso, os frutos possuem quantidades significativas de polifenóis como a orientina, quercetina, rutina, vitexina, 3-glicosídeo cianidina e 3-rutinosídeo cianidina (FINCO et al., 2012; LAUVAI et al., 2017), além de antocianinas (34, 69 mg.100 g<sup>-1</sup>), flavonoides (1134,42 mg CTE/100g<sup>-1</sup>) e carotenoides (15,47  $\mu$ g  $\beta$ -caroteno g<sup>-1</sup>) o que lhe confere alto poder antioxidante (FINCO et al., 2012; CARVALHO et al., 2016).

Considerando essas potencialidades, torna-se fundamental a adoção de tecnologias para preservar a qualidade pós-colheita dos frutos da bacabeira afim de possibilitar um produto com elevada qualidade nutricional.

## **2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS FRUTOS DA BACABEIRA**

### **2.2.1 Perda de massa fresca (PMF)**

A água é o principal constituinte quantitativo do peso e do volume dos frutos durante o seu desenvolvimento (CERRI e REALE, 2020). Todavia, após a colheita ocorre a diminuição do conteúdo de água caracterizado pela perda de massa fresca (PMF), sendo um dos fatores que mais comprometem a integridade do fruto, bem como sua aparência externa.

A transpiração é o principal processo pelo qual frutas e hortaliças perdem água na forma de vapor pela deficiência de pressão entre o ambiente e os tecidos do vegetal (KADER, 2002). Nesse sentido, a PMF associada a transpiração exerce importante papel na comercialização, pois perdas superiores a 5% resultam em alterações marcantes na fisiologia dos tecidos vegetais (murchamento ou enrugamento, proliferação de microorganismos, antecipação da maturação e senescência) afetando a qualidade, vida de prateleira e diminuindo a resistência ao transporte e armazenamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A PMF é comumente expressa em porcentagem e obtida através do resultado da perda de massa fresca em relação à massa inicial do fruto.

### **2.2.2 Sólidos solúveis totais (SST)**

O teor de sólidos solúveis totais (SST) é um atributo importante para avaliar a qualidade durante o processo de amadurecimento (FUKUDOME et al., 2022), já que é o total dos sólidos dissolvidos na água, incluindo os açúcares glicose, sacarose e frutose, ácidos orgânicos e, em menores quantidades, proteínas, óleos essenciais, amido e sais (SIDDIQUI et al., 2015). Usualmente, o teor de SST é medido em °Brix (escala numérica) a 20 °C, onde 1 °Brix equivale a 1 grama de sacarose em 100 gramas de solução.

Em geral, o teor de SST aumentam com o processo de amadurecimento devido ao acúmulo de açúcares, principalmente, decorrente da degradação do amido (CONEGLIAN et al., 1993). Assim, retardar a evolução do teor de STT implica em aumentar o período de conservação. Todavia, como bacaba é classificada como um fruto não climatérico, não ocorre síntese de açúcares após a colheita, pois esses tipos de frutos só podem ser colhidos quando reúnem as características adequadas ao consumo, neste caso, quando apresentam o epicarpo com coloração violácea.

Neves et al. (2015), avaliando a qualidade da bebida dos frutos da bacabeira observaram variações no teor de SST (1,60 – 1,40 °Brix) ao longo de 5 dias de armazenamento refrigerado (3 °C). Estes valores estão dentro da faixa verificada por Freitas et al. (2021) cujos teores de SST variaram de 1,40 – 2,53 °Brix entre 41 amostras da bebida de bacaba.

### **2.2.3 pH e Acidez titulável (AT)**

O pH (potencial hidrogeniônico) baseia-se na determinação da concentração de íons H<sup>+</sup> em solução através do pHmetro, sendo uma análise importante na qualidade de frutas, pois está relacionado com o sabor, odor e estágio de maturação (KYRIACOU et al., 2018). Tem-se três classificações dos alimentos de acordo com o pH. Alimentos com valor de pH menor que 4 são considerados muito ácidos, os com pH acima de 4,5 são pouco ácidos e os de pH entre 4 e 4,5 são ácidos (GAVA et al., 2009). No caso da bacaba, a bebida é classificada como pouco ácida, pois os valores médios variam de 4,84 – 5,80 (RIBEIRO et al., 2017; FREITAS et al., 2021).

Intrinsecamente ligado ao pH está a análise de acidez, onde menores valores de pH implicam em aumento da acidez. A acidez titulável (AT), em equilíbrio com os açúcares, é fundamental para determinar a qualidade pós-colheita (RAMOS et al., 2013), devido ao estado de conservação (sabor, odor, cor e estabilidade) relacionado.

Nos vegetais a acidez ocorre de forma natural devido a presença de ácidos orgânicos, tais como o cítrico, málico e tartárico. Dentre esses, o ácido cítrico é o que se encontra em maiores quantidades na maioria das frutas, inclusive nos frutos da bacabeira (CANUTO et al., 2010; FREITAS et al., 2021). Conforme avança o estágio de maturação, normalmente ocorre redução da acidez em decorrência da transformação dos ácidos orgânicos em açúcares ou devido ao próprio processo respiratório (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Na bebida elaborada com os frutos da bacabeira os valores médios de acidez apresentam ampla variação (0,11 – 3,60 g de ácido cítrico.100g<sup>-1</sup>), tal fato é associado principalmente ao estágio de maturação dos frutos para o processamento (NEVES et al., 2015; PINHEIRO et al., 2020).

### **2.2.4 Antocianinas**

As antocianinas são um tipo de pigmentos naturais solúveis em água, pertencentes ao subgrupo dos flavonoides e amplamente distribuídos nos tecidos da

maioria das plantas com flores sendo encontrada na forma de glicosídeos que lhes conferem as cores vermelha, laranja, roxa, azul ou preta (XIANG et al., 2023). Essa coloração além de melhorar a qualidade das frutas, é capaz de promover resistência aos danos dos raios ultravioleta e ao ataque de patógenos, principalmente (GU et al., 2019; BUHRMAN et al., 2022).

Cerca de 95% das antocianinas encontradas na natureza são derivadas dos seguintes 6 tipos de antocianidinas (agliconas): malvidina, peonidina, pelargonidina, cianidina, petunidina e petunidina (LIU et al., 2020). Nos frutos da bacabeira, por exemplo, a antocianidina majoritária é composta pela cianidina-3-O-glicosídeo e cianidina-3-O-rutinosídeo (SANTOS et al., 2021), cujos teores médios na bebida variam de 39,03 - 50,10 mg.100g<sup>-1</sup> (NEVES et al., 2015; SOUSA et al., 2016).

Além dos efeitos benéficos para os vegetais, nos últimos anos, um grande número de relatos mostra que as antocianinas exercem importante papel na saúde humana promovendo benefícios no sistema neuroprotetor, controlando a obesidade, prevenindo doenças cardiovasculares, aliviando diabetes (LIOBIKAS et al., 2016; CHEN et al., 2019; ZHANG et al., 2019), entre outros. Todas essas atividades podem ser atribuídas à propriedade antioxidante das antocianinas e produtos alimentares ricos nesse composto, tais como a bebida elaborada com os frutos da bacabeira potencializam esses benefícios para a saúde humana.

### **2.2.5 Compostos fenólicos**

Compostos fenólicos são um dos mais numerosos grupos de metabólitos secundários responsáveis pelas propriedades de cor, aroma e sabor além de propriedades tecnológicas e funcionais dos alimentos vegetais e bebidas (PEREIRA e ANGELIS-PEREIRA, 2014).

De modo geral, as frutas vermelhas contêm um conteúdo significativo de compostos fenólicos, dos quais os ácidos fenólicos (ácidos hidroxicinâmico e hidroxibenzóico), flavonoides (flavonois e antocianinas) e estilbenos (resveratrol) são as classes principais e estão distribuídos em diferentes quantidades e partes dos frutos (epicarpo, mesocarpo e endocarpo) (BORTOLINI et al., 2022).

Para a saúde humana, os compostos fenólicos são importantes bioativos e sua ingestão tem sido associada à redução de risco de diversas doenças como Alzheimer (JHA et al., 2018), diabetes (CÁSEDAS et al., 2019), obesidade (LENGUISTE et al., 2019), entre outras. Esse efeito se deve as propriedades antioxidantes que impedem



a propagação em excesso das espécies reativas de oxigênio (ERO) e radicais livres (ânion superóxido, peróxido de hidrogênio e radical hidroxila), causarem danos oxidativos as membranas celulares e induzirem o desenvolvimento de doenças (LIGUORI et al., 2018). Logo, a ingestão diária de frutas vermelhas com propriedades antioxidantes, tais como a bebida elaborada com os frutos da bacabeira reduz as concentrações de ERO no organismo. Assim, o estudo de tecnologias para manter a estabilidade desses compostos ativos nos frutos durante as etapas de processamento é fundamental para uma melhor qualidade nutricional com probabilidade redução no de desenvolvimento das doenças.

### **2.3 QUALIDADE PÓS-COLHEITA**

A preservação da qualidade pós-colheita é uma das principais preocupações durante as etapas de manuseio, transporte e comercialização, pois fatores fisiológicos e a infecção por patógenos afetam diretamente a senescência (CHEN et al., 2021). No caso dos frutos da bacabeira isso se torna mais importante, pois a colheita é realizada em sua totalidade via extrativismo, isto é, sem controle da pré-colheita. Os frutos são armazenados e transportados em sacas de polietileno ou “paneiros”, sendo mantidos à sombra como única forma de preservação da qualidade, ainda assim, a vida útil é limitada a 2 dias devido a elevada perda de água que promove o ressecamento do mesocarpo (polpa) e inviabiliza o despulpamento (ROGEZ, 2000).

De modo geral, essa ausência de tecnologias para a conservação dos frutos da bacabeira gera consequências sociais e econômicas, primeiro porque o extrativista não consegue um preço razoável pela produção, pois está longe dos grandes centros de consumo e a qualidade chega prejudicada, por sua vez, o mercado é prejudicado seja pela falta de qualidade quanto pelo fornecimento irregular ao longo do ano, uma vez que ainda não foram desenvolvidos estudos com tecnologias de armazenamento adequadas para atender essa demanda.

### **2.4 PROCESSAMENTO**

Para o processamento da bacaba algumas etapas são importantes, tais como: seleção, sanitização, hidratação e despulpamento. A seleção consiste na retirada dos frutos verdes e ou acometidos por pragas e doenças, além de serem retiradas outras impurezas como restos de sépalas, fragmentos de ráquilas, insetos e terra. Após essa etapa os frutos são submetidos ao branqueamento, isto é, são imersos em água a 80

°C por dez segundos e, logo após, resfriados em temperatura ambiente (FERREIRA et al., 2016), tal prática foi introduzida para reduzir a carga microbiológica, especialmente do protozoário *Trypanosoma cruzi* que pode estar presente em fragmentos de barbeiros contaminados remanescentes da etapa de peneiramento, ou em suas fezes aderidas aos frutos (NASCIMENTO et al., 2019).

Em seguida ocorre a hidratação, isto é, os frutos são mantidos em água a 45 °C por 40 minutos para que ocorra o amolecimento da polpa, facilitando o despulpamento (PESSOA e SILVA, 2007). O despulpamento ocorre em despulpadora vertical sendo caracterizada por um cilindro com pás giratórias (Figura 2). A adição de água ao processo forma uma emulsão, que passa por uma peneira e está pronta para o consumo e ou comercialização.

Figura 2 – Modelo de despulpadora vertical para os frutos da bacabeira.



Fonte: O autor, 2023.

As características físico-químicas da bebida dependerão da quantidade e do fluxo de água adicionada (COHEN e ALVES, 2006) e definirá o tipo de “vinho de bacaba” a ser comercializado tendo como critério a o teor de sólidos totais (ST), isto

é, fino (8 - 10% ST), médio (10 – 12 % ST) e grosso (12 – 14 % ST) (FREITAS et al., 2021).

Normalmente os estudos realizam a quantificação dos atributos físico-químicos na polpa, porém é importante realizar a caracterização do fruto *in natura* e após a hidratação (polpa) com o objetivo de compreender em que parte do processo está ocorrendo a maior síntese ou degradação de compostos de interesse para a saúde, e assim definir a melhor estratégia para um melhor aproveitamento do sistema de produção.

## **2.5 REFRIGERAÇÃO**

A vida útil de frutas e hortaliças passa por um processo rápido e dinâmico, e quando expostos a condições pós-colheita desfavoráveis, o processo de decomposição é diretamente influenciado (HOFFMANN et al., 2021). É amplamente conhecido que o armazenamento refrigerado desempenha um papel vital na qualidade e segurança dos alimentos frescos devido à redução de processos metabólicos como a respiração (amadurecimento), transpiração (perda de água) e incidência de microorganismos, principalmente (CHAOMUANG et al., 2019), além de preservar as propriedades organolépticas por maior período de tempo.

Apesar dos efeitos benéficos da refrigeração no aumento da vida útil pós-colheita de vegetais armazenados, não existem estudos relacionados a cadeia do frio em frutos de palmeira, principalmente como a bacaba. Considerando que o potencial de armazenamento ao frio está associado ao centro de origem, genótipo, estágio de maturação, dias após a colheita, entre outros fatores, a definição da melhor temperatura de acondicionamento poderá reduzir problemas como o dano pelo frio ou a desidratação dos frutos nos sistemas de refrigeração e possibilitar a comercialização para mercados mais distantes.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 MATERIAL VEGETAL

Os frutos “cachos” da bacabeira foram colhidos na maturidade fisiológica de forma extrativista no município de Monte Alegre, Pará (Figura 3). 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.

Figura 3 – Exemplar de cacho de bacaba colhido na maturidade fisiológica.



Fonte: O autor, 2023

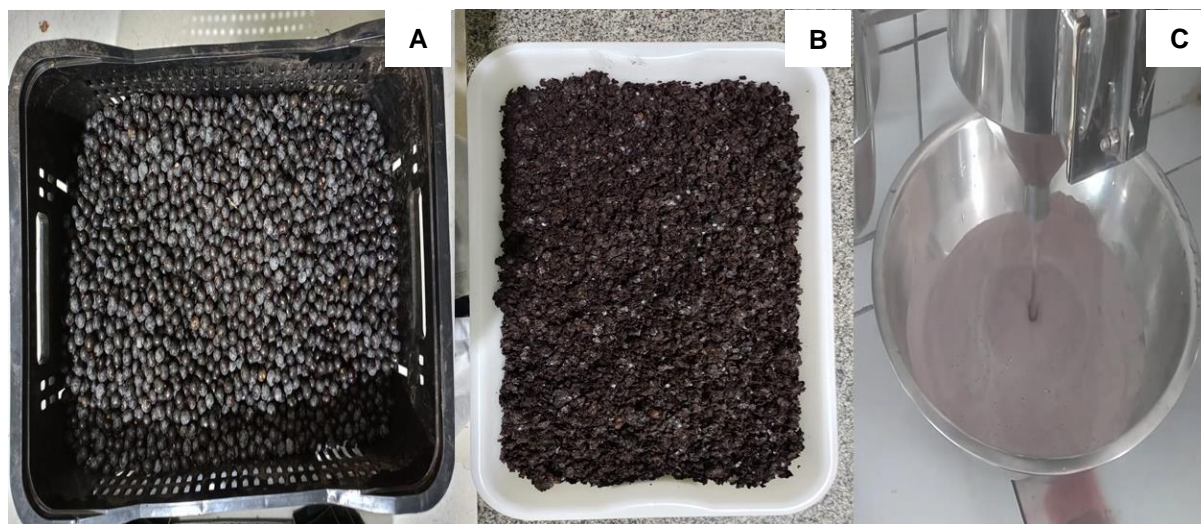
#### 3.2 ARMAZENAMENTO E DESPOLPAMENTO

Após a limpeza inicial dos frutos estes foram acondicionados em bandejas plásticas de poliestireno (1,5 kg fruto) 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 após período de hidratação em água quente por 40 minutos a 45 °C e prensagem em moedor de aço inóx e iii) *bebida* após o processamento final (Figura 4). Para a obtenção da bebida (12 % ST), os frutos foram despulpados em batedeira vertical (marca e modelo) por um período de três minutos utilizando 1 L de água destilada.

Figura 4 – Aspecto visual dos frutos da bacabeira *in natura* (A), polpa (B) e bebida (C).



Fonte: O autor, 2023

### 3.3 ANÁLISES DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL

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 totais (SST)*: 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* e 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 (~26 °C) e protegidas da luz. Após esse período, o sobrenadante (extrato) foi recolhido e armazenado em congelador (- 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 absorvância estivesse compreendido no intervalo de 0,100 – 0,900 a 514 nm (pico de absorvância máximo das antocianinas da bacaba). Os resultados foram expressos em mg.100 g<sup>-1</sup> matéria fresca (MF), baseando-se na equação a seguir.

$$C1 = ((ABS_{514} - ABS_{700})_{pH\ 1,0} - (ABS_{514} - ABS_{700})_{pH\ 4,5}) \times D \times F / M \text{ (kg)}$$

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*, amolecida e processada) 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  $\mu$ L do extrato, 980  $\mu$ L do reativo de Folin-Ciocalteu e 1000  $\mu$ L 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 (Biochrom Libra 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.

### **3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**

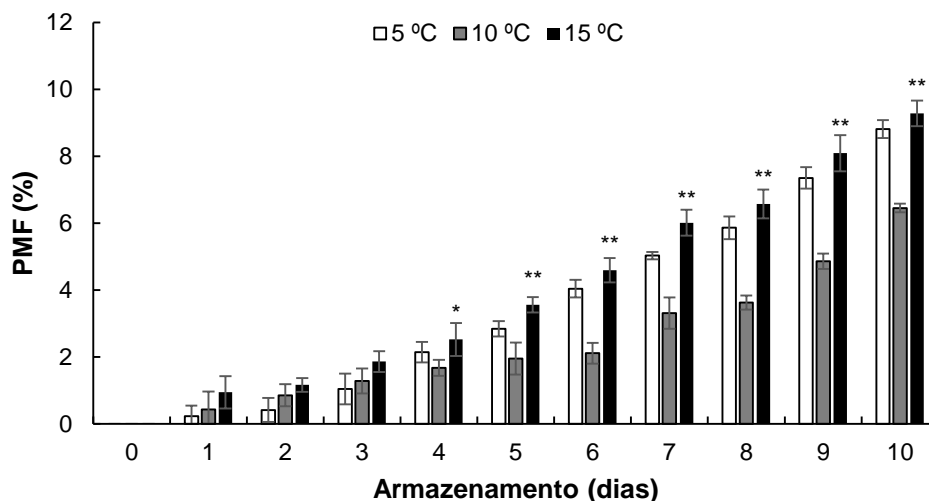
O experimento foi conduzido em um arranjo inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3 (temperaturas: 5, 10, e 15 °C) x 6 (dias de armazenamento: 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias) com três repetições e a parcela experimental constituída por 1,5 kg de fruto. Os dados quanti-qualitativos foram organizados em planilhas eletrônicas (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 e MALDONADO, 2017).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 PERDA DE MASSA FRESCA**

A perda de massa fresca (PMF) dos frutos e vegetais armazenados deve-se principalmente a transpiração e ao déficit de pressão (umidade relativa – UR) 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 5).

Figura 5 – Evolução na perda de massa fresca (PMF) nos frutos *in natura* da bacabeira armazenados sob diferentes temperaturas de refrigeração.



Fonte: O autor (2023)

A menor PMF obtida nos frutos armazenados a 10 °C pode estar relacionada ao melhor balanço da relação temperatura – umidade que restringiu a perda de água para o ambiente em relação as temperaturas de 5 e 15 °C cuja atmosfera de acondicionamento em função das temperaturas (baixa e alta) se tornou mais seco. 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).

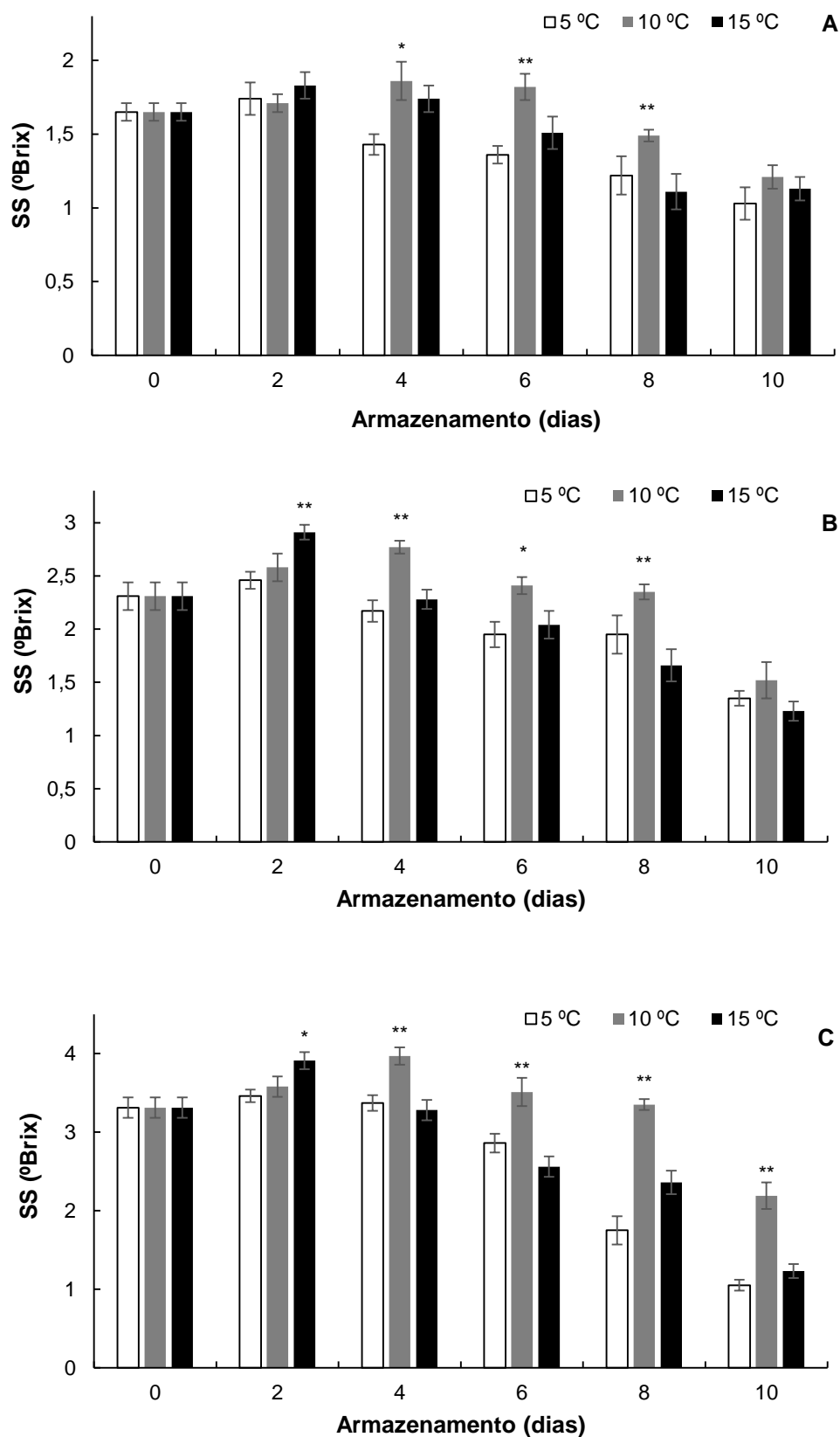
No caso da bacaba, caracterizados como fruto seco (ROGEZ, 2000), a desidratação da polpa sob condições de alta temperatura (15 °C) ou baixa (5 °C) por conta do dano pelo frio levaram a uma maior perda de massa fresca (água), pois o metabolismo respiratório estava mais ativo devido a condição estressante do armazenamento. Por outro lado, o acondicionamento a 10 °C foi mais efeito em controlar a respiração dos frutos resultando em um menor percentual (4,86%) até os nove dias (Figura 5).

## 4.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS (SS)

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 6A, B e C.



Figura 6 – Teor de sólidos solúveis (SS) nos frutos da bacabeira *in natura* (A), polpa (B) e na 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: O autor (2023)

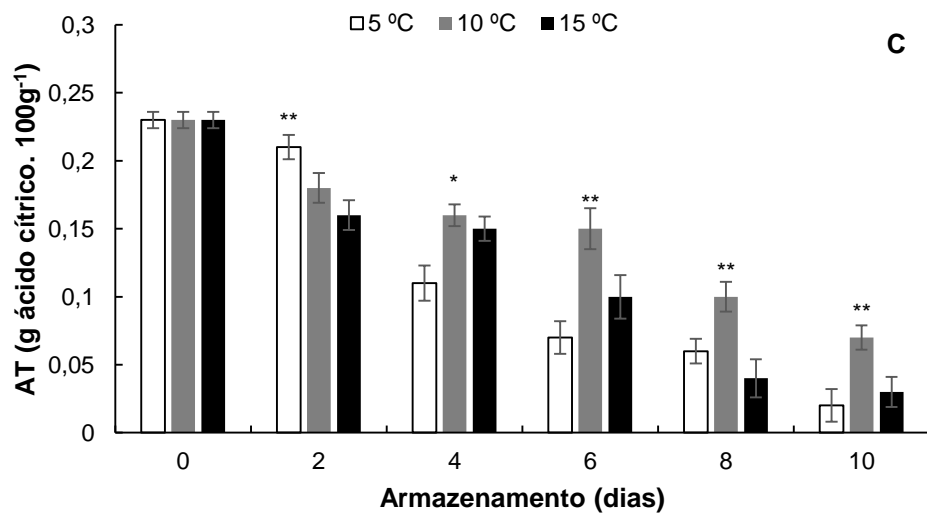
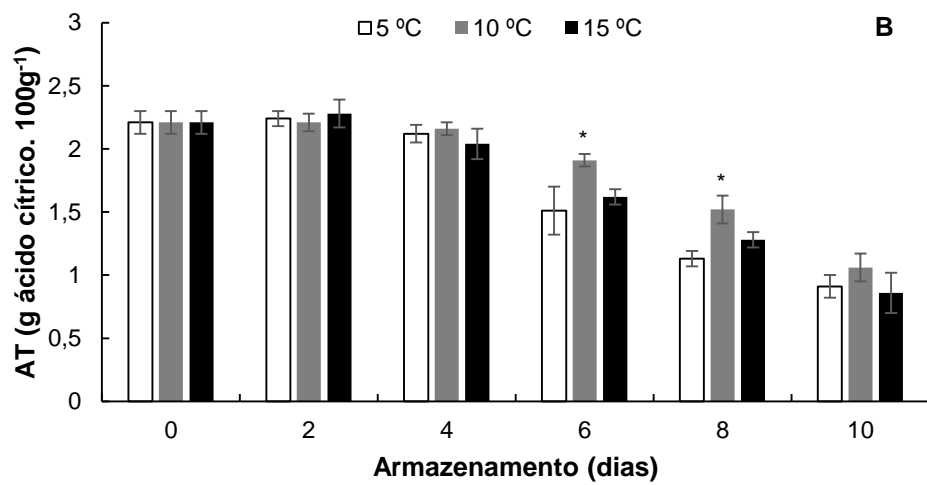
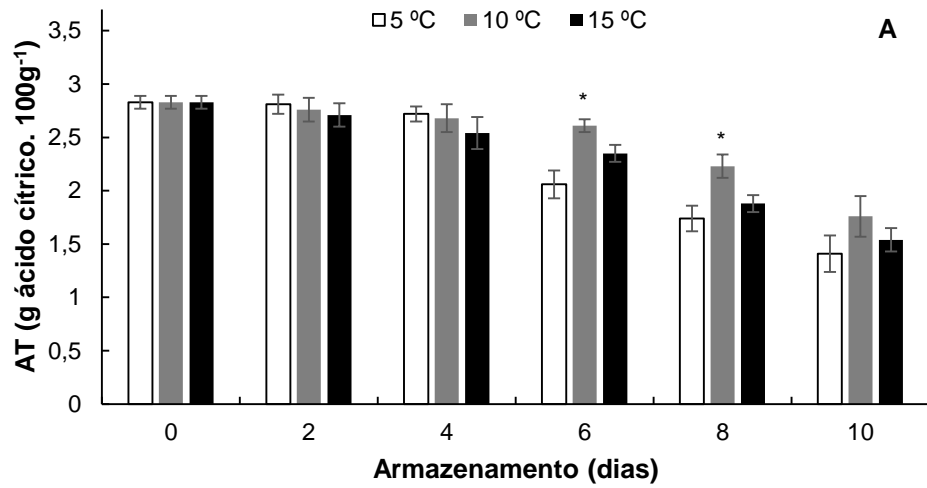
Sob condição *in natura*, o teor inicial de SS foi de 1,65 °Brix (Figura 2A), na polpa aumentou para 2,31 °Brix (Figura 6B) e na bebida o valor médio foi de 3,32 °Brix (Figura 6C), isto é, um incremento de 30,21 % em relação ao fruto *in natura*. Esse aumento no teor de SS relaciona-se com as etapas de processamento, pois tanto a hidratação (água 45 °C - 40 minutos) e 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 *in natura* (1,98 °Brix) e a bebida (4,20 °Brix).

Com relação ao armazenamento, houve aumento no teor de SS no período inicial (2 dias) com posterior redução, especialmente a partir do quarto dia de avaliação, independente da temperatura de acondicionamento (Figura 6A, B e C). Apesar da redução na ordem de 31,91; 40,83 e 54,98 % nos frutos *in natura*, polpa e bebida (Figura 6A, B e C), respectivamente, o acondicionamento 10 °C resultou em teor maior ( $p < 0,05$ ) até o oitavo dia nos frutos *in natura* e polpa (Figura 6A e B) e décimo dia na bebida (Figura 6C).

### 4.3 ACIDEZ TITULÁVEL (AT)

A acidez titulável (AT) é um importante parâmetro de qualidade, pois mede a presença de ácidos orgânicos responsáveis pelo sabor dos alimentos (KYRIACOU e 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 7).

Figura 7 – Teor de acidez titulável (AT) nos frutos da bacabeira *in natura* (A), polpa (B) e na 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: O autor (2023)

Com relação ao teor de AT, os frutos e polpa (Figuras 7A e B) concentraram cerca de 10 x mais ácidos orgânicos do que na bebida (Figura 7C). Resultado semelhante foram obtidos por Ribeiro et al. (2017) cujo valor de AT nos frutos de bacaba (3,26 g ácido cítrico. 100g<sup>-1</sup>) foram duas vezes maiores que na bebida (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 (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 7A, 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 7A). 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 7B). 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 7C). Essa redução no teor de ácidos orgânicos pode estar relacionada a sua utilização como substratos a produção de energia para o metabolismo respiratório (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

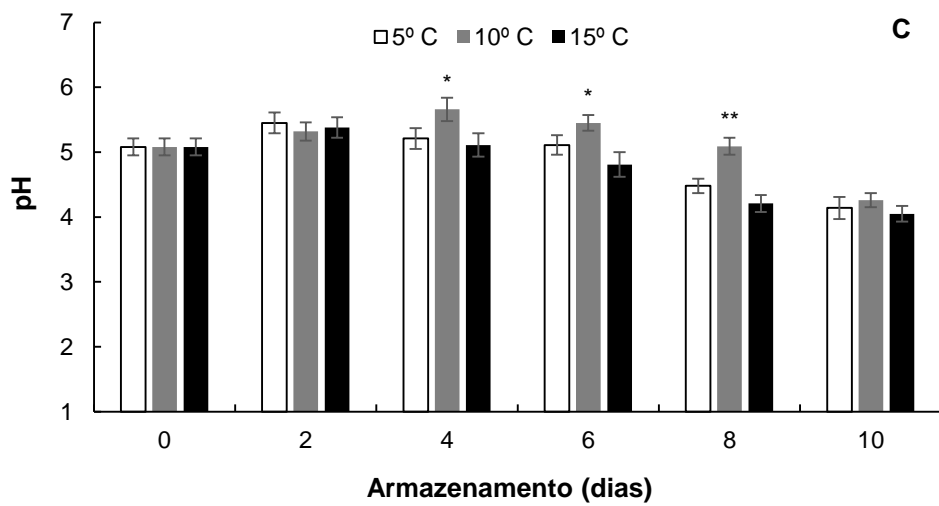
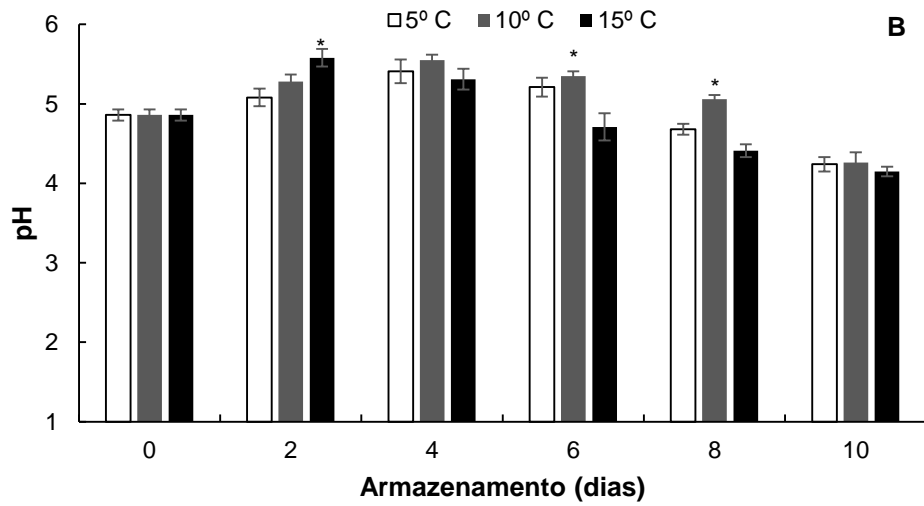
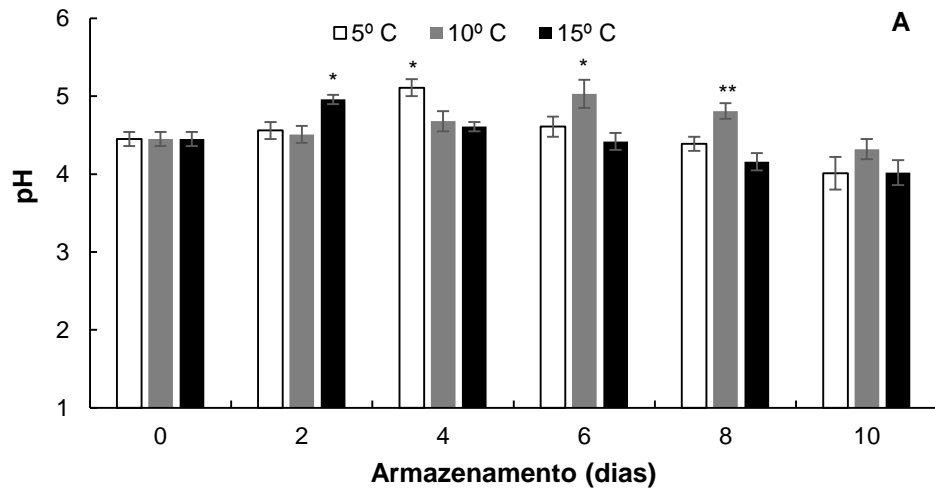
Dentre as temperaturas avaliadas, o armazenamento a 5 °C resultou em maior decréscimo da acidez, cerca de 50,17% nos frutos, 58,82 % na polpa e 91,30 % na bebida (Figuras 7A, B e C), respectivamente. Essa maior redução no teor de AT pode estar relacionada à ocorrência de injúrias pelo frio provocadas 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 (5 °C) e a desidratação (15 °C).

#### 4.4 pH

A determinação do pH faz-se importante para avaliar os efeitos das atividades enzimáticas e microbiológicas em frutas e vegetais armazenados (MDITSHWA et al., 2017). De modo geral, os valores de pH reduziram com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos ( $p < 0,05$ ) (Figuras 8A, B e C).

Figura 8 – pH nos frutos da bacabeira *in natura* (A), polpa (B) e na 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: O autor (2023).

De modo geral, os valores de pH aumentaram à medida que avançaram as etapas de processamento, isto é, nos frutos *in natura* o teor inicial foi de 4,45 (Figura 8A), enquanto que na polpa e bebida os valores foram de 4,86 e 5,08, respectivamente (Figuras 8B e C). Ribeiro et al. (2017) também reportaram aumento nos valores de pH do fruto *in natura* (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 (hidratação e despulpamento) que altera a solução de pH.

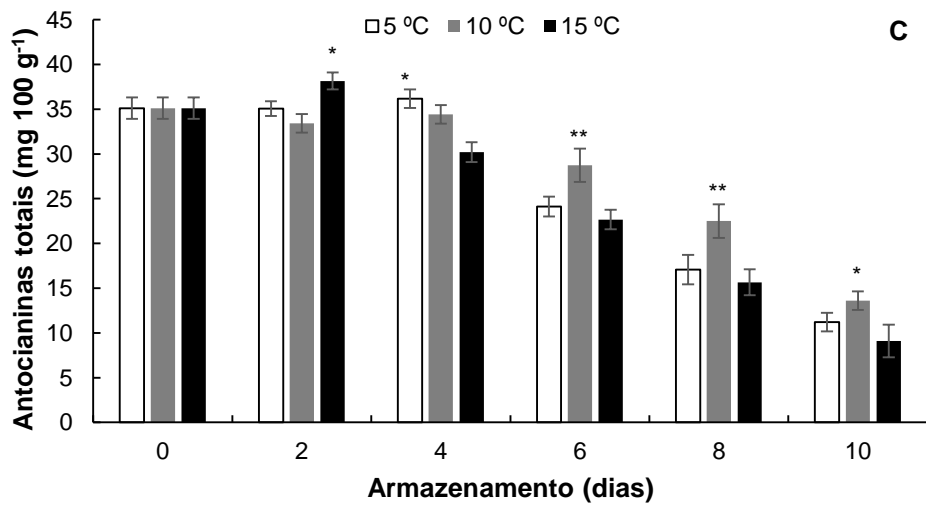
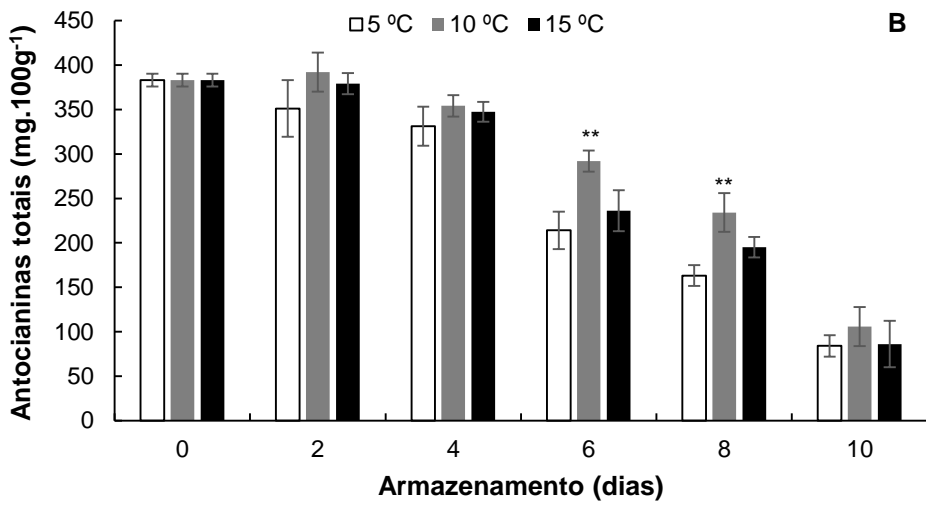
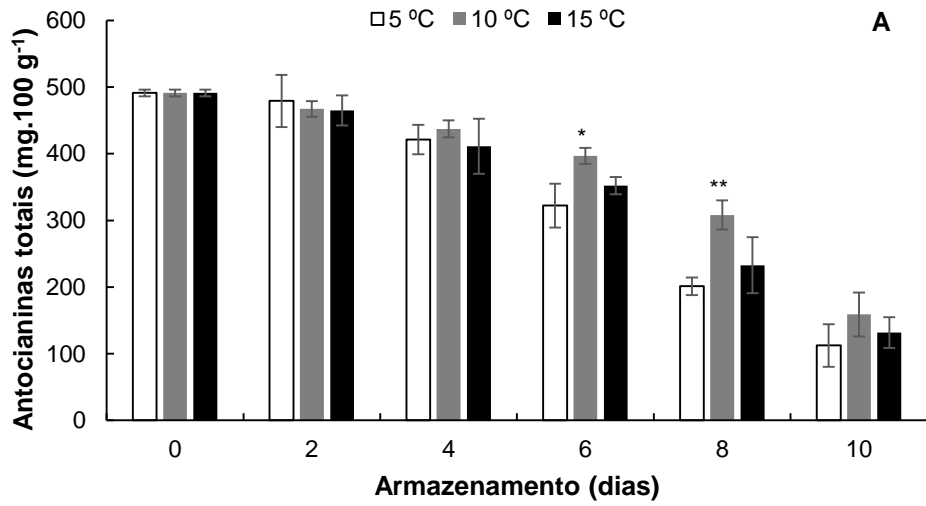
Considerando o período de armazenamento, os valores apresentaram tendência de redução, especialmente após o quarto dia, independente da temperatura (Figuras 8A, B e C). No armazenamento pós-colheita, a redução do pH é um indicativo da susceptibilidade dos frutos ao ataque microbiológico (bactérias, fungos, leveduras) 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 aos frutos mantidos a 10 °C cujo percentual foi de apenas 7,49% (Figura 8A, B e C).

#### 4.5 ANTOCIANINAS TOTAIS

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 (temperatura, salinidade, deficiência mineral, ataque de patógenos) (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 9A, B e C).

Figura 9 – Teor de antocianinas totais nos frutos da bacabeira *in natura* (A), polpa (B) e na 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: O autor (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 *in natura*, polpa e na bebida (Figura 9A, B e C), respectivamente. Essa variação corresponde a uma redução de 21,97 % dos frutos *in natura* em relação a polpa e de 92,85 % dos frutos *in natura* 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 Finco 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 *in natura* (92,85 %) é resultado das etapas de processamento que afetam a estabilidade das antocianinas, tais como: temperatura, presença de oxigênio no despulpamento 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 e da forma de avaliação dos frutos (*in natura*, polpa e bebida). 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 9A, B e C). Essa preservação tem relação direta com a menor PMF obtida nos frutos armazenados a 10 °C (Figura 5), pois a manutenção da massa fresca dos frutos (água) evita processos oxidativos como a degradação das antocianinas (LUFU et al., 2020). Nos frutos do açazeiro, o armazenamento refrigerado (5 e 15 °C) resultou em maior preservação das antocianinas (~32 mg.100g<sup>-1</sup>) em comparação aqueles armazenados a 28 °C (14,31 mg.100g<sup>-1</sup>) após 4 dias de acondicionamento (SILVA, 2016).

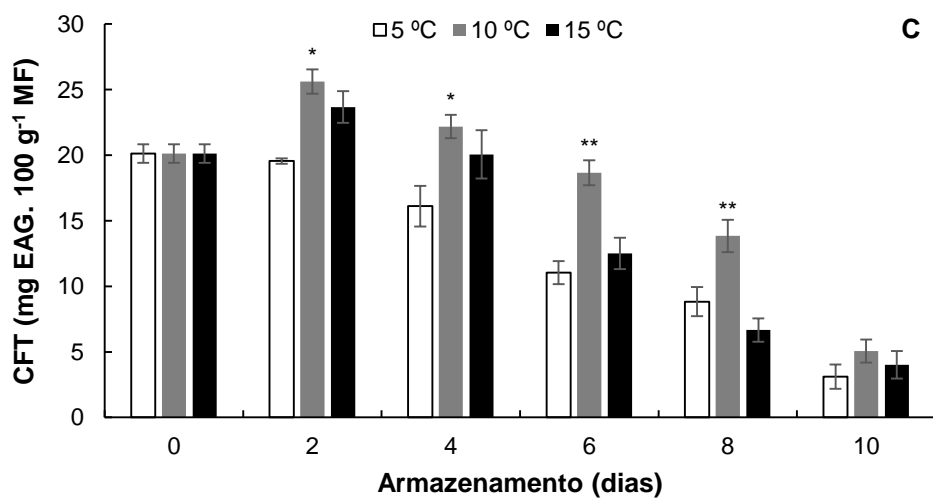
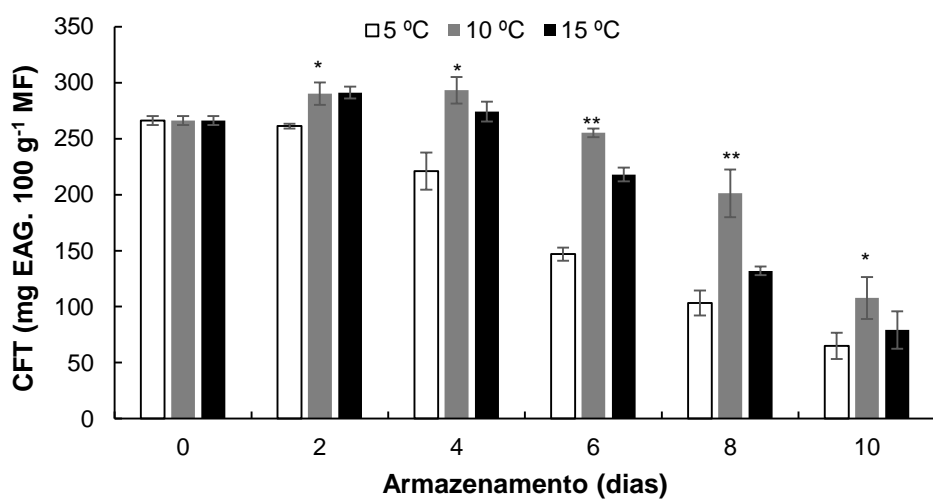
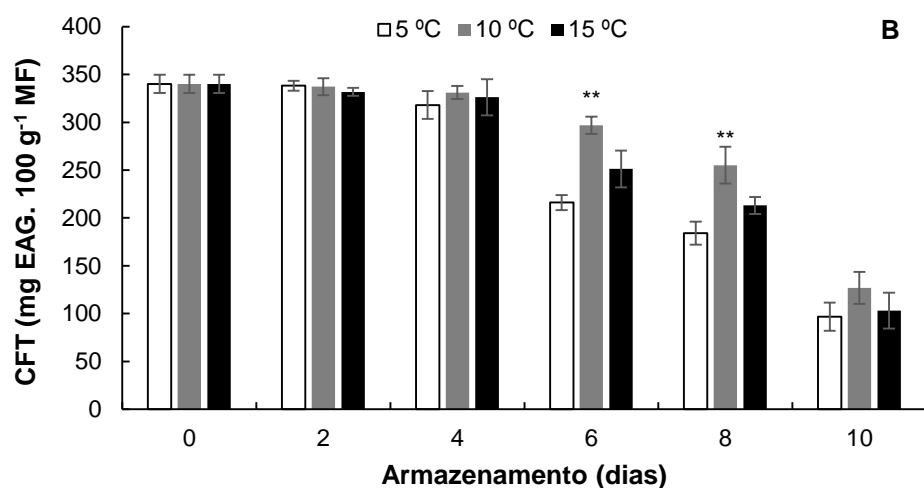
#### 4.6 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários sintetizados abundantemente no reino vegetal e atuam principalmente como agentes de defesa em resposta a estresses causados aos frutos e vegetais (antioxidante), 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 10A, B e C).

Figura 10 – Compostos fenólicos totais (CFT) nos frutos da bacabeira *in natura* (A), polpa (B) e na 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: O autor (2023)

Nos frutos *in natura*, 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 10A).

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 10B 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 (água 45 °C – 45 minutos) e o despulpamento utilizado neste estudo.

Porém, após esse período (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 10B 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 10A, 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.

## 5 CONCLUSÕES

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

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 aos 4 e 6 dias de armazenamento, respectivamente.

Considerando as elevadas perdas nutricionais (antocianinas totais e 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. (2009). **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, 2010.
- BORTOLINI, D. G.; MACIEL, G. M.; FERNANDES, I. D. A. A.; ROSSETTO, R.; BRUGNARI, T.; RIBEIRO, V. R.; HAMINIUK, C. W. I. Biological potential and technological applications of red fruits: An overview. **Food Chemistry Advances**, v. 1, 100014, 2022.
- BRUMMELL, D. A.; BOWEN, J. K.; GAPPER, N. E. Biotechnological approaches for controlling postharvest fruit softening. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 78, 102786, 2022.
- BUHRMAN, K.; ARAVENA-CALVO, J.; ROSS ZAULICH, C.; HINZ, K.; LAURSEN, T. Anthocyanic Vacuolar Inclusions: From Biosynthesis to Storage and Possible Applications. **Frontiers in Chemistry**, 10, 913324, 2022.
- CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. D. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1196-1205, 2010.
- CERRI, M.; REALE, L. Anatomical traits of the principal fruits: An overview. **Scientia Horticulturae**, 270, 109390, 2020.
- CHAUCA, S. A. C.; CALDERÓN, C. T. Evaluación bromatológica del *Oenocarpus bataua* c. (ungurahui) y su capacidad antioxidante. **Iquitos**, v. 8, 2016
- CARVALHO, A.V.; SILVEIRA, T.F.; SOUSA, S.H.B.; MORAES, M.R.; GODOY, H.T. Phenolic composition and antioxidant capacity of bacaba-de-leque (*Oenocarpus distichus* Mart.) genotypes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 54, 1-9, 2016.
- CHAOMUANG, N.; FLICK, D.; DENIS, A.; LAGUERRE, O. Experimental analysis of heat transfer and airflow in a closed refrigerated display cabinet. **Journal of Food Engineering**, v. 244, p. 101-114, 2019.

- 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.
- CHEN, T.; JI, D.; ZHANG, Z.; LI, B.; QIN, G.; TIAN, S. Advances and strategies for controlling the quality and safety of postharvest fruit. **Engineering**, v. 7, n. 8, p. 1177-1184, 2021.
- CHEN, S.; ZHOU, H.; ZHANG, G.; DONG, Q.; WANG, Z.; WANG, H.; HU, N. Characterization, antioxidant, and neuroprotective effects of anthocyanins from *Nitraria tangutorum* Bobr. fruit. **Food Chemistry**, v. 353, 129435, 2019.
- 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.
- ESTUPIÑÁN-GONZÁLEZ, A. C.; JIMÉNEZ-ESCOBAR, N. D. Plants use by rural communities in the tropical zone of the Parque Nacional Natural Paramillo (Córdoba, Colombia). **Caldasia**, v. 32, n. 1, p. 21-38, 2010.
- FERNANDES, Erlane da Rocha. **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.
- FERREIRA, E. A. P.; BEZERRA, V. S.; DAMASCENO, L. F.; FREITAS-SILVA, O. O branqueamento do açaí em batedeiras artesanais para controle do *Trypanosoma cruzi*, agente etiológico da Doença de Chagas, **Cadernos de extensão**, v. 1, n. 1. p.1, 2016.
- FINCO, F.D.B.A.; 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. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 7665–7673, 2012.
- FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. **Anthocyanins as food colors**, v. 1, p. 280, 1982.
- FREITAS, D. G., CARVALHAES, M., BEZERRA, V. Boas práticas na cadeia de produção de açaí, **Ciência em Foco**, v. 1, n. 2, 1 – 8, 2021.

FREITAS, A. F.; OLIVEIRA, M. D. S. P.; OLIVEIRA JUNIOR, M. C. M. Caracterização físico-química da polpa de *Oenocarpus distichus* Mart. de diferentes localidades do Pará, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021.

FUKUDOME, C.; TAKISAWA, R.; NAKANO, R.; KUSANO, M.; KOBAYASHI, M.; MOTOKI, K.; NAKAZAKI, T. Analysis of mechanism regulating high total soluble solid content in the parthenocarpic tomato fruit induced by pat-k gene. **Scientia Horticulturae**, v. 301, p. 111070, 2022.

GU, K. D.; WANG, C. K.; HU, D. G.; HAO, Y. J. How do anthocyanins paint our horticultural products?. **Scientia Horticulturae**, v. 249, p. 257-262, 2019.

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.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd ed. Oakland: University of California, p. 39-47, 2002.

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.

LAUVAI, J.; SCHUMACHER, M.; FINCO, F. D. B. A.; GRAEV, Bacaba phenolic extract atenuantes adipogêneses by down-regulating PPAR $\gamma$  and C/EBP $\alpha$  in 3T3-L1 cells. **NFS Journal**, v. 9, p. 8-14, 2017.

LIODIKAS, J.; SKEMIENE, K.; TRUMBECKAITE, S.; BORUTAITE, V. Anthocyanins in cardioprotection: A path through mitochondria. **Pharmacological Research**, v. 113, p. 808-815, 2016

LIU, Z.; DONG, B.; LIU, C.; ZONG, Y.; SHAO, Y.; LIU, B.; YUE, H. Variation of anthocyanin content in fruits of wild and cultivated *Lycium ruthenicum*. **Industrial Crops and Products**, v. 146, p. 112208, 2020.

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.

MDITSHWA, A.; MAGWAZA, L. S.; TEFAY, S. Z.; MBILI, N. Postharvest quality and composition of organically and conventionally produced fruits: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 216, p. 148-159, 2017.

MONTEIRO, E. P.; SILVA, A. D.; NASCIMENTO, M. D. C. Estudo do extrato aquoso da casca da Bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) como indicador natural ácido-base. **Latin American Journal of Science Education**, v. 1, p. 12012, 2014.

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

NASCIMENTO, K. R. Boas Práticas de Manejo, Comercialização e Beneficiamentos dos Frutos de Açaí. *Brasília*: **WWF-Brasil**, v. 33, 2014.

NASCIMENTO, R. A.; ANDRADE, E. L.; SANTANA, E. B.; COSTA, C. M. L.; DE FARIA, L. J. G. Caracterização físico-química da polpa de bacaba e avaliação do comportamento reológico das suas suspensões. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 13, p. 1.7168, 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.

PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. D. **Compostos fenólicos na saúde humana: do alimento ao organismo**. Lavras: Editora UFLA. 2014. 56 p.

PESSOA, J. D. C.; SILVA, P. V. S. Effect of temperature and storage on açaí (*Euterpe oleracea*) fruit water uptake: simulation of fruit transportation and processing; **Fruits**, v. 62, n. 5, p. 295-302, 2007.

PINHEIRO, D.S.; MÜLLER, R.C.S.; SOUZA, E.C.; SILVA, A.S. **Caracterização físico-química e quimiométrica de polpa de bacaba (*Oenocarpus bacaba*) provenientes de dois municípios do estado do Pará**. In: Encontro de Profissionais da Química da Amazônia, 14. Belém, PA. UFPA, Anais..., Belém, PA, p. 62-68, 2015.

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.

RAMOS, B.; MILLER, F. A.; BRANDÃO, T. R. S.; TEIXEIRA, P.; SILVA, C. L. M. Fresh fruits and vegetables—An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 20, 1-15, 2013.

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

SEIXAS, F. R. F.; SESQUIM, E. A. R.; RAASCH, G. S.; CINTRA, D. E. Características físico-químicas e perfil lipídico da bacaba proveniente da Amazônia ocidental. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 7, p. 105–116, 2016.

SHANLEY, P.; SERRA, M.; MEDINA, G. (Ed.). **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. 2. ed. rev. e amp. Bogor, ID: Cifor; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 316 p. il.

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.

SOUSA, S. B.; CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R.; OLIVEIRA, M. **Compostos fenólicos e atividade antioxidante de frutos de bacaba (*Oenocarpus* spp.)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. Anais... Gramado: SBCTA Regional, 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.

XIANG, N.; CHANG, X.; QIN, L.; LI, K.; WANG, S.; GUO, X. Insights into tissue-specific anthocyanin accumulation in Japanese plum (*Prunus salicina* L.) fruits: A comparative study of three cultivars. **Food Chemistry: Molecular Sciences**, v. 7, p. 100178, 2023.

ZHANG, J.; WU, J.; LIU, F.; TONG, L.; CHEN, Z.; CHEN, J.; HUANG, C. Neuroprotective effects of anthocyanins and its major component cyanidin-3-O-glucoside (C3G) in the central nervous system: An outlined review. **European journal of pharmacology**, v. 858, p. 172500, 2019.