



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**ALYSSON CAETANO SOARES**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MANGABAS (*Hancornia  
speciosa gomes*) HIDRORRESFRIADAS**

São Cristóvão/SE

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**ALYSSON CAETANO SOARES**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MANGABAS (*Hancornia  
speciosa gomes*) HIDRORRESFRIADAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr<sup>a</sup>. Patricia Beltrao Lessa  
Constant

Co-orientor: Prof. Dr. Marcelo Augusto  
Gutierrez Carnelossi.

São Cristóvão/SE

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S676q Soares, Alysson Caetano.  
Qualidade pós-colheita de mangabas (*Harconia speciosa gomes*)  
hidrorresfriadas / Alysson Caetano Soares ; orientadora Patrícia  
Beltrão Lessa Constant. – São Cristóvão, SE, 2021.  
85 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)  
– Universidade Federal de Sergipe, 2021.

1. Mangaba - Resfriamento. 2. Colheita. 3. Frutas - Fisiologia. I.  
Constant, Patrícia Beltrão Lessa, orient. II. Título.

CDU 634.61

**ALYSSON CAETANO SOARES**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MANGABAS (*Hancornia speciosa gomes*) HIDRORRESFRIADAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos em 06 de dezembro de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Patricia Beltrao Lessa Constant  
Orientador (a) /PROCTA-UFS

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Almeida Castro Pagani  
1º. Examinador/ PROCTA-UFS

---

Prof. Dr. Steven A Sargent  
2º. Examinador/ UF

São Cristóvão/SE

2021

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à todos que contribuíram de maneira relevante à elaboração deste trabalho, incluindo CAPES que concedeu bolsa para a realização deste projeto.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

SOARES, A. C. Qualidade pós-colheita de mangabas (*Hancornia Speciosa Gomes*) hidrorresfriadas [Dissertação]. São Cristóvão: Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe; 2021.

## RESUMO

A mangaba (*Hancornia Speciosa Gomes*), pertencente à família das apocináceas, é uma fruta rica em ácido ascórbico e compostos fenólicos, além de altos níveis de potássio, ferro, zinco e carotenoides porém é altamente perecível. A mangaba é uma fruta climatérica, com reduzida vida útil após a colheita, necessitando de alternativas que aumentem sua vida de prateleira. O resfriamento rápido, como o hidrorresfriamento, associado a refrigeração pode levar a manutenção da qualidade e aumento da vida útil de frutas e hortaliças. Assim, o objetivo do estudo é avaliar o efeito do hidrorresfriamento na manutenção da qualidade de mangabas durante o período de armazenamento refrigerado e sua influência sob a taxa metabólica de mangabas hidrorresfriadas. Os frutos foram selecionados e hidrorresfriados em água com solução sanitizante a base de cloro, foram secos e embalados. Foram separados em quatro tratamentos: hidrorresfriamento a 6°C (HC 6), 8°C (HC 8), 10°C (HC 10) e resfriamento em expositor a 8°C (EXP) com 4 repetições de cada tratamento e ambiente (Amb) como controle. Os frutos foram armazenados por 12 dias a temperatura de 8°C ± 1. A cada três dias amostras foram retiradas para análises. Os frutos hidrorresfriados apresentaram menor tempo de resfriamento, com a maior redução no tratamento H10 (75%) seguido do H8 (65,5%) e H6 (54%). Verificou-se menor taxa adimensional de temperatura (TAT) em amostras hidrorresfriadas diferindo em 54% médio em relação ao expositor. O hidrorresfriamento de mangaba demonstrou ser eficiente ao retardar a perda de massa, firmeza, qualidade visual, cor, vitamina C, sólidos solúveis totais e acidez quando comparados ao tratamento EXP e Amb. Não foram observadas diferenças significativas em relação a análise de pH e Ratio. Foi realizado análise fisiológica para o melhor tratamento hidrorresfriado (H8). Observou-se linearidade na produção de CO<sup>2</sup> até 2h de armazenamento em sistema fechado, verificou-se acúmulo de 3,62% de CO<sup>2</sup> e 0,0024%. O pré-resfriamento mostrou-se eficiente na redução da taxa respiratória em sistema aberto das mangabas durante o período de armazenamento aumentando a vida de prateleira em até 9 dias. Dessa forma o hidrorresfriamento de mangabas é uma tecnologia eficaz de resfriamento rápido e de grande potencial para manutenção da qualidade de mangabas.

**Palavras-chave:** Hidrorresfriamento. Armazenamento. Fisiologia.

SOARES, A. C. Postharvest quality of hydrocooled mangabas (*Hancornia Speciosa Gomes*) [Dissertação]. São Cristóvão: Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe; 2021.

## ABSTRACT

Mangaba (*Hancornia Speciosa Gomes*), belonging to the Apocinaceae family, is a fruit rich in ascorbic acid and phenolic compounds, in addition to high levels of potassium, iron, zinc and carotenoids, but it is highly perishable. Mangaba is a climacteric fruit, with a reduced shelf life after harvest, requiring alternatives to increase its shelf life. Rapid cooling, such as hydrocooling, associated with refrigeration can lead to maintenance of the quality and increase in the shelf life of fruits and vegetables. Thus, the aim of the study is to evaluate the effect of hydrocooling on the maintenance of mangaba quality during the refrigerated storage period and its influence on the metabolic rate of hydrocooled mangabas. The fruits were selected and hydrocooled in water with a chlorine-based sanitizing solution, dried and packaged. They were separated into four treatments: hydrocooling at 6°C (HC 6), 8°C (HC 8), 10°C (HC 10) and cooling in a display stand at 8°C (EXP) with 4 repetitions of each treatment and environment (Amb) as control. The fruits were stored for 12 days at a temperature of 8°C ± 1. Every three days samples were taken for analysis. The hydro-cooled fruits had a shorter cooling time, with the greatest reduction in the treatment H10 (75%) followed by H8 (65.5%) and H6 (54%). A lower dimensionless temperature ratio (TAT) was verified in hydro-cooled samples, differing in average 54% in relation to the exhibitor. Mangaba hydrocooling proved to be efficient in delaying the loss of mass, firmness, visual quality, color, vitamin C, total soluble solids and acidity when compared to EXP and Amb treatments. No significant differences were observed regarding pH and Ratio analysis. Physiological analysis was performed for the best hydrocooled treatment (H8). It was observed linearity in the production of CO<sub>2</sub> up to 2h of storage in a closed system, there was an accumulation of 3.62% of CO<sub>2</sub> and 0.0024%. Pre-cooling proved to be efficient in reducing the open-system respiratory rate of mangaba during the storage period, increasing shelf life by up to 9 days. Thus, the hydrocooling of mangaba is an effective technology for rapid cooling and has great potential for maintaining the quality of mangaba.

**Keywords:** Hydrocooling. Storage. Physiology.

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	16
2	Revisão de Literatura.....	17
2.1	Mangaba .....	17
2.2	Resfriamento rápido .....	20
2.3	Hidrorresfriamento .....	22
3	Objetivos.....	25
3.1	Objetivo geral .....	25
3.2	Específicos.....	25
4	Metodologia.....	26
4.1	Material vegetal .....	26
4.2	Hidrorresfriamento .....	27
4.3	Determinação da taxa adimensional de temperatura (TAT).....	28
4.4	Armazenamento.....	29
4.5	Análises físicas e físico-químicas.....	30
4.5.1.	Perda de massa fresca .....	30
4.5.2.	Firmeza .....	30
4.5.3.	Análise de cor .....	30
4.5.4.	pH.....	30
4.5.5.	Acidez total titulável (ATT).....	31
4.5.6.	Sólidos solúveis totais (°Brix).....	31
4.5.7.	RATIO .....	31
4.5.8.	Determinação de vitamina C.....	31
4.5.9.	Aparência visual .....	32
4.6	Análise fisiológica - concentração de CO <sub>2</sub> e de etileno em sistema fechado. ....	32
4.6.1.	Curva de Co <sub>2</sub> e Etileno .....	32
4.6.2.	Quantificação de CO <sub>2</sub> e Etileno .....	33

4.7	Taxa respiratória e concentração de CO <sub>2</sub> em sistema aberto.....	34
4.7.1.	Armazenamento e amostragem.....	34
4.8	Análise estatística .....	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
5.1	Curva de resfriamento e influência do hidrorresfriamento na qualidade de mangabas durante armazenamento.....	35
5.1.1.	Hidrorresfriamento.....	35
5.1.2.	Armazenamento .....	38
5.1.2.1.	Firmeza .....	38
5.1.2.2.	Perda de massa fresca .....	39
5.1.2.3.	Qualidade visual .....	40
5.1.2.4.	Vitamina C.....	46
5.1.2.5.	pH .....	48
5.1.2.6.	BRIX.....	49
5.1.2.7.	Acidez titulável.....	50
5.1.2.8.	RATIO .....	51
5.1.2.9.	Análise dos componentes principais .....	52
5.2	Respiração e produção de etileno .....	54
5.2.1.	Análises Físico Químicas de mangabas hidrorresfriadas a 8°C.....	61
5.2.1.1.	Qualidade visual .....	61
5.2.1.2.	Vitamina C.....	62
5.2.1.3.	Perda de massa .....	64
5.2.1.4.	Firmeza .....	65
5.2.1.5.	Cor .....	66
6	CONCLUSÃO.....	70
	Referências .....	71
	ANEXO I.....	80

ANEXO II .....	83
----------------	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Curva característica de Resfriamento .....	22
Figura 2 - Recepção e Transporte em Caixas Plásticas .....	26
Figura 3 - Fluxograma de processamento da mangaba .....	27
Figura 4 - Hidrorresfriamento de mangaba em tanques de 20L .....	28
Figura 5 - Secagem rápida, embalagem e armazenamento das mangadas .....	29
Figura 6 - Recipientes para realização do experimento de respiração .....	33
Figura 7- Temperaturas de resfriamento de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), a hidrorresfriamento, a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ . Os dados representam as médias de 3 termopares para cada temperatura. ....	36
Figura 8 - Taxas de resfriamento de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ . Os dados representam as médias de 3 termopares para cada temperatura. ....	37
Figura 9 - Firmeza de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12 dias. Valores seguidos de letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos para o mesmo período avaliado de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). ....	38
Figura 10 - Perda de massa de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12 dias. Valores seguidos de letras diferentes representam difer.....	40
Figura 11 - Avaliação da qualidade visual de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ . Onde 9 - excelente: aparência fresca, alto brilho e 1 - Extremamente ruim: aparência irregular (murcha). Valores seguidos de letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos para o mesmo período avaliado de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). ....	41

Figura 12 - Aparência externa de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), em expositor (EXP) e Ambiente armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ .....	43
Figura 13 - Parâmetros “H” de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. ....	44
Figura 14 - Parâmetros “b” de cor de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. ....	45
Figura 15 - Parâmetros “a” de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. ....	46
Figura 16 - Vitamina C de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. ....	47
Figura 17 - pH de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. ....	48
Figura 18 - BRIX de frutos mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. ....	49
Figura 19 - Acidez de frutos de frutos mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. ....	51
Figura 20 - RATIO de frutos de frutos mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP)	

armazenados a $8,0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. ....	52
Figura 21 - Gráfico de componentes principais de mangabas hidrorresfriamento a $6^{\circ}\text{C}$ (H6), hidrorresfriamento a $8^{\circ}\text{C}$ (H8), hidrorresfriamento a $10^{\circ}\text{C}$ (H10) armazenados a $8,0 \pm$ .....	54
Figura 22 - Curva da produção de $\text{CO}_2$ (%) de mangaba em sistema fechado durante 8h de armazenamento. ....	55
Figura 23 - Curva da produção de Etileno (%) de mangaba em sistema fechado durante 8h de armazenamento. ....	55
Figura 24 - Taxa respiratória de mangaba em sistema fechado durante 8h de armazenamento. ....	57
Figura 25 - Taxa de produção de Etileno de mangaba em sistema fechado durante 8 h de armazenamento. ....	58
Figura 26 - Taxa respiratória de mangaba hidrorresfriada a $8^{\circ}\text{C}$ (Hid 8), resfriada em expositor (Exp) armazenadas a $8,0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e mangabas mantidas em temperatura ambiente (Amb), durante 12 dias armazenadas em sistema aberto. ....	59
Figura 27 - Taxa de etileno de mangaba hidrorresfriada a $8^{\circ}\text{C}$ (Hid 8), resfriada em expositor (Exp) armazenadas a $8,0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e mangabas mantidas em temperatura ambiente (Amb), durante 12 dias armazenadas em sistema aberto. ....	60
Figura 28 - Avaliação da qualidade visual de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a $8^{\circ}\text{C}$ (H6) e Expositor (Exp) armazenados a $8,0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e ambiente como controle. Onde 9 - excelente: aparência fresca, alto brilho e 1 - Extremamente ruim: aparência irregular (murcha). Valores seguidos de letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos para o mesmo período avaliado de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). ....	61
Figura 29 - Qualidade visual de mangaba hidrorresfriada a $8^{\circ}\text{C}$ (Hid 8), resfriada em expositor (Exp) armazenadas a $8,0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e mangabas mantidas em temperatura ambiente (Amb), durante 12 dias de armazenamento.....	62
Figura 30 - Vitamina C de frutos de mangaba hidrorresfriadas a $8^{\circ}\text{C}$ (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenados a $8,0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. ....	63
Figura 31 - Perda de massa de mangaba hidrorresfriadas a $8^{\circ}\text{C}$ (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenados a $8,0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Valores seguidos de letras diferentes representam	

diferenças significativas entre os tratamentos para o mesmo período avaliado de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).	65
Figura 32 - Firmeza de frutos de mangaba hidrorresfriadas a 8°C (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Valores seguidos de letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos para o mesmo período avaliado de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).	66
Figura 33 - Ângulo de cor Hue de mangaba hidrorresfriadas a 8°C (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.	67
Figura 34 Parâmetro de cor $a^*$ de mangaba hidrorresfriadas a 8°C (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.	67
Figura 35 - Parâmetro de cor $b$ de mangaba hidrorresfriadas a 8°C (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.	68

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Ficha de avaliação da aparência de frutos de mangabas pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (HC 6), hidrorresfriamento a 8°C (HC 8), hidrorresfriamento a 10°C (HC 10), e em expositor (EXP) armazenados a $8 \pm 1^\circ\text{C}$ . .....	32
Tabela 2 - Tempo de resfriamento de frutos de mangabas pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ . TAT – Taxa adimensional de temperatura. ....	35
Tabela 3 - Matriz de correlação da análise multivariada para todos os parâmetros de mangaba resfriados e armazenados a $8^\circ\text{C}$ . .....	53
Tabela 4 Imagens dos dias de armazenamento das mangabas Hidrorresfriadas, Resfriadas em Expositor e Sem tratamento durante dias de armazenamento experimente R1 – Experimento 1 .....	80
Tabela 5 Imagens dos dias de armazenamento das mangabas Hidrorresfriadas, Resfriadas em Expositor e Sem tratamento durante dias de armazenamento experimente R2 – Experimento 1 .....	81
Tabela 6 Imagens dos dias de armazenamento das mangabas Hidrorresfriadas, Resfriadas em Expositor e Sem tratamento durante dias de armazenamento experimente R3 – Experimento 1 .....	82
Tabela 7 Dados fisico-quimicos mangaba - Experimento 1 .....	83
Tabela 8 componentes principais e seus valores percentuais .....	85
Tabela 9 Dados fisico-quimicos da mangaba – experimento 2 com respiração.....	85

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas com produção aproximada de 40 milhões de toneladas, atrás apenas da China e Índia os quais produzem cerca de 250 e 82,9 milhões de toneladas respectivamente, representando juntos 45,9% da produção mundial (ANDRADE, 2017). A região do nordeste brasileiro se destaca como um dos maiores produtores e exportadores de frutas tropicais do país devido a sua extensão territorial, posição geográfica e condições de solo e clima, gerando frutos tropicais diversificados, tais como mangaba, cajá, umbu, e de excelente qualidade (ANDRADE, 2017). Em 2018, no Brasil a produção de mangaba, por exemplo, foi de aproximadamente 1.7 mil toneladas sendo que a maior parte dessa produção foi na região nordeste, com 1.65 mil toneladas, destacando-se os estados da Paraíba, Sergipe e Bahia produzindo 733, 373 e 243 toneladas, respectivamente (IBGE, 2019).

A mangaba apresenta, além de aroma e sabor agradável, excelentes propriedades nutricionais, tornando-a amplamente aceita e utilizada como matéria prima em diversos produtos como a produção de balas, xaropes, compotas, vinho, vinagre, e principalmente na produção de sucos e sorvetes (LIMA *et al.*, 2015b; VIEIRA NETO *et al.*, 2002). No entanto, um dos grandes problemas para a comercialização da mangaba in natura é a alta perecibilidade e amadurecimento rápido pois a mesma senesce rapidamente sem aplicação de tratamento, apresentando, portanto, um curto prazo de validade por período de aproximadamente 4 dias (ALVES *et al.*, 2006).

O fruto da mangabeira, é classificado como fruta climatérico o que faz com que o fruto apresente um rápido amadurecimento, perdas pós-colheita e um menor tempo de vida útil (LIMA *et al.*, 2015c; PAUL; PANDEY; SRIVASTAVA, 2012). Desta forma, faz-se necessário uso de técnicas pós-colheita que minimizem as perdas e auxiliem na manutenção da qualidade dessa fruta.

O hidrorresfriamento é uma técnica pós-colheita utilizada em frutos, de baixo custo que consiste na pulverização ou imersão dos frutos na água gelada (SENA *et al.*, 2019d). Essa técnica é eficiente pois a água possui alta condutividade térmica e o contato direto com o fruto promove o abaixamento da temperatura deste, até que ocorra o equilíbrio térmico, além disso, o hidrorresfriamento pode ser um meio para a sanitização do fruto, bem como a manutenção

da hidratação do mesmo (LIANG *et al.*, 2013; SENA *et al.*, 2019b; TERUEL, 2008; TERUEL; KIECKBUSCH; CORTEZ, 2004).

A utilização do hidrorresfriamento vem sendo estudadas para diversas frutas, como por exemplo, morango, pêssago, maçã, caju, melão entre outras (FERREIRA *et al.*, 2006; LIANG *et al.*, 2013; SENA *et al.*, 2019a; TERUEL; KIECKBUSCH; CORTEZ, 2004). Sena *et al.*, 2019, por exemplo, verificou maior conservação de vitamina C, cor, carotenoide e antocianinas e o retardo a perda de qualidade visual dos pedúnculos de caju quando submetidos ao tratamento com hidrorresfriamento. Também foi estudado o efeito do hidrorresfriamento na qualidade pós-colheita do melão, em que o pré-resfriamento manteve a firmeza dos frutos e o teor de sólidos solúveis por maior período de tempo (AROUCHA *et al.*, 2016).

A aplicação do hidrorresfriamento, pode ser uma alternativa para reduzir a taxa metabólica (taxa respiratória e produção de etileno), aumentar a vida útil e manter as características físico-químicas de mangabas.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Mangaba**

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), pertence à família das apocinaceas, é uma planta frutífera tropical, nativa do Brasil, com ocorrência natural e distribuição desde os Tabuleiros Costeiras e Baixadas Litorâneas do Nordeste, até os cerrados das regiões Centro Oeste, Norte e Sudeste (CARNELOSSI *et al.*, 2009; CONAB, 2017; VIEIRA NETO; SILVA JUNIO; MÉDO, 2009). Na região do cerrado floresce de julho a setembro e os frutos amadurecem, no cerrado, entre setembro e dezembro podendo se estender até os meses de maio ou junho (ISA, 2009; LIMA *et al.*, 2015a). No litoral Nordeste a mangabeira apresenta dois períodos de floração e frutificação, uma no verão, caracterizada por frutos de melhor aparência, e outra de inverno, entretanto de menor escala de produção, contudo sem grandes alterações em seu sabor (CONAB, 2017). É uma árvore de tamanho médio, variando de 2 a 10 m de altura, podendo chegar a 15 m, possui coroa irregular, tronco torcido, muito ramificado e áspero, com ramos lisos e avermelhado (NARAIN; FRANÇA; NETA, 2018; NASCIMENTO; CARDOSO; COCOZZA, 2014). A fruta, mangaba, é do tipo baga arredondada de 2,5 cm a 6,0cm, amarelas ou esverdeada podendo apresentar manchas vermelhas quando amadurecem, têm polpa doce-acidulosa (LORENZI *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2017a).

A mangaba exerce papel de fundamental importância socioeconômica para a agroindústria brasileira, principalmente na região Nordeste, isto se deve ao potencial de exploração ser diversificado e por apresentar características exóticas de fruta nativa (CARNELOSSI *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2009). A fruta pode ser comercializada como frutas frescas, compotas, geleias, biscoitos, sucos e sorvetes processados (CLERICI; CARVALHO-SILVA, 2011; GUILHERME *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2017a). Embora a atividade extrativa esteja ameaçando a espécie, esta tem uma forte influência econômica e social em muitas famílias da região Nordeste, em mais de 5.000 famílias praticam a coleta extrativista de frutas de Mangabeira no estado de Sergipe que gera renda para os catadores de mangaba (IBGE, 2019; SANTOS *et al.*, 2017b; SCHMITZ; MOTA; SILVA JÚNIOR, 2009).

A mangaba, nome este que se originou da língua indígena com significado de “coisa boa para comer”, vem ganhando ampla aceitação no mercado consumidor principalmente na forma *in natura*, pois esta fruta é rica em ácido ascórbico e compostos fenólicos, com aproximadamente 180 mg em 100 g<sup>-1</sup> de polpa, e compostos fenólicos, com teores de aproximadamente 490 mg por GAE 100 g<sup>-1</sup> (LIMA *et al.*, 2015a, 2015b; MAIA *et al.*, 2018; SILVA JUNIOR, 2003). Pode-se destacar também a altos níveis de potássio, ferro e zinco, carotenóides como  $\beta$ -caroteno,  $\beta$ -criptoxantina, além de  $\alpha$ -tocoferol e  $\alpha$ -,  $\beta$ - e  $\gamma$ -tocotrienóis (LIMA *et al.*, 2015; NASCIMENTO, CARDOSO e COCOZZA, 2014). Ainda, partes das frutas de mangabeira são popularmente utilizada para fins medicinais em algumas regiões do Brasil (SANTOS *et al.*, 2012).

Embora a mangaba seja bastante disseminada, a comercialização da mesma na forma *in natura* ainda enfrenta grandes problemas devido à perda de qualidade e perdas pós- colheita deste fruto necessitando de estudos sobre a conservação e armazenamento para a manutenção do mesmo (CARNELOSSI *et al.*, 2009; NARAIN, 1990). As condições de desenvolvimento das mangabas influenciam diretamente na vida pós-colheita do fruto, visto que, antes dos frutos atingirem a maturação fisiológica adequada, as mesmas param de amadurecer, causando a perda de qualidade e desperdício de matéria vegetal, como observado por Santos *et al.*, (2009), em que ao manter mangabas verdes sob refrigeração foram observados danos por frio apresentando inibição no desenvolvimento da pigmentação. Da mesma forma, a sua vida útil é reduzida com a colheita em seu estágio maduro devido a sua baixa resistência física, causando perdas quantitativas e qualitativas (CARNELOSSI *et al.*, 2004; CHITARRA; CHITARRA, 1990). Outro problema que pode ser observado é a alta perecibilidade da mangaba que causando grandes perdas pós colheita do fruto, isso devido ao fato de a mangaba ser classificada como

climatérico, pois durante o amadurecimento apresenta intensa taxa metabólica apresentando um aumento na taxa de respiração e na produção de etileno antes, durante e após o amadurecimento, com altas taxas de transpiração e perda de massa, sendo assim, senescem rapidamente, o que dificulta o armazenamento por períodos prolongados necessitando do emprego de tecnologias, como o resfriamento, que visam a manutenção da qualidade destas frutas (CHITARRA e CHITARRA, 2005; LIMA *et al.*, 2015).

Um dos métodos utilizados para a manutenção da qualidade de frutas é o resfriamento, este quando aplicado corretamente pode resultar na diminuição dos processos metabólicos envolvidos na maturação e, assim, mantém a qualidade dos frutos por um período maior (ALVES *et al.*, 2006). Portanto, é importante estudar os efeitos da temperatura e do armazenamento na conservação dessas frutas, ajustando sua conservação refrigerada (CARNELOSSI *et al.*, 2009).

Lima, Rodrigues, *et al.*, 2015, por exemplo, avaliaram o padrão climatérico da mangaba e sua relação com a temperatura e observaram que os frutos apresentavam padrões respiratórios e de produção de etileno elevados com altas taxas de produção, sendo assim características típicas de frutos climatéricos. Além disso, Lima, Rodrigues, *et al.*, 2015 verificaram a redução da taxa de respiração quando armazenados a temperaturas entre 5 e 10°C.

Carnelossi *et al.*, 2009 em seus experimentos verificaram ao analisar as alterações físico-químicas em mangabas armazenadas em diferentes temperaturas que a temperatura ideal de armazenamento de mangaba é em torno de 8°C não podendo esta atingir valores de aproximadamente 6°C pois a mesma sofre danos por frio.

Devido ao grande potencial que a mangaba proporciona e de suas excelentes propriedades alguns estudos são encontrados sobre o fruto da mangaba disponíveis na literatura (ALMEIDA *et al.*, 2011; AROUCHA *et al.*, 2016; CAMPOS *et al.*, 2011; CARNELOSSI *et al.*, 2004; CARNELOSSI *et al.*, 2009; LIMA, AZEVEDO, *et al.*, 2015; LIMA, FANTE, *et al.*, 2015; LIMA, RODRIGUES, *et al.*, 2015; RUFINO *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2008).

Assim, o resfriamento pode ser utilizado para a manutenção da qualidade de frutas de mangaba e aumento da vida de prateleira da mesma, podendo esta ser associada a técnicas de resfriamento pós-colheita, como o resfriamento rápido, a fim de propor uma alternativa para minimizar os danos que podem ser causados pelo frio.

## 2.2 Resfriamento rápido

Com a mudança nos hábitos alimentares e exigência dos consumidores nos últimos anos, houve a necessidade de implantação de técnicas de conservação dos alimentos de forma a mantê-los frescos e com qualidade, um das técnicas mais estudadas para isso foi o uso de refrigeração (ANTONIALI *et al.*, 2012; MALGARIM; CANTILLANO; COUTINHO, 2006).

A baixa temperatura, de forma geral, reduz os processos fisiológicos e bioquímicos aumentando o período de armazenamento e mantendo a qualidade dos frutos (ANTONIALI *et al.*, 2012; TALBOT; FLETCHER, 2002). A qualidade pós-colheita geralmente é reduzida devido ao aumento da respiração e de processos bioquímicos e sua velocidade é influenciada inicialmente pela temperatura em que as frutas e hortaliças se encontram (ÁLVARES, 2006; BROSANAN; SUN, 2001). Assim, para a manutenção da qualidade dos frutos torna-se de grande importância o resfriar os frutos o mais rapidamente possível após a colheita (ÁLVARES, 2006).

O resfriamento consiste na retirada do calor dos produtos recém-colhidos, visando a manutenção do flavor e frescor da pré-colheita (BROSANAN; SUN, 2001). O resfriamento rápido é uma técnica de resfriamento aplicada em frutas e hortaliça frescas, geralmente feito em curto período de tempo após a colheita, que consiste na rápida remoção do calor do campo antes do armazenamento, comercialização ou processamento, auxiliando na manutenção do frescor e aroma da pré-colheita (ÁLVARES, 2006). Diversos métodos podem ser aplicados para o resfriamento rápido, sendo os principais: ar forçado, água gelada, gelo e a vácuo (TERUEL, CORTEZ e FILHO, 2003). Além disso, o resfriamento rápido quando aplicado de forma correta traz benefícios ainda maiores em países de clima tropical, como no Brasil, antes da armazenagem ajuda a minimizar efeitos adversos indesejáveis como deterioração, perda de peso e a manter a qualidade dos produtos, evitando perdas para comerciantes, o que significa trazer benefícios para agricultura (ANTONIALI *et al.*, 2012; TERUEL, CORTEZ e FILHO, 2003).

Alguns parâmetros são importantes quando se fala de resfriamento, as propriedades térmicas e as características dos produtos que estão relacionadas diretamente a eficiência e tempo que o processo de resfriamento. Durante o resfriamento, o coeficiente convectivo de transferência de calor é estabelecido dependendo do tamanho, da sua área, composição (temperatura, teor de água, calor específico e formas geométricas) e as características do meio de refrigeração (ANTONIALI *et al.*, 2012; THOMPSON, 1998).

A eficiência dos sistemas de refrigeração rápida é determinada a partir da Taxa Adimensional de Temperatura (TAT), que é definido como a relação entre a temperatura do meio de resfriamento, temperatura inicial do produto e a temperatura da polpa do fruto (TERUEL, 2008). Segundo Teruel, 2008, a taxa adimensional de temperatura (TAT) é utilizada para os tempos de meio resfriamento e o tempo de sete-oitavos de resfriamento conhecendo-se as temperaturas do processo (Equação 1):

$$TAT = \frac{T_p - T_a}{T_i - T_a} \quad (\text{Equação 1})$$

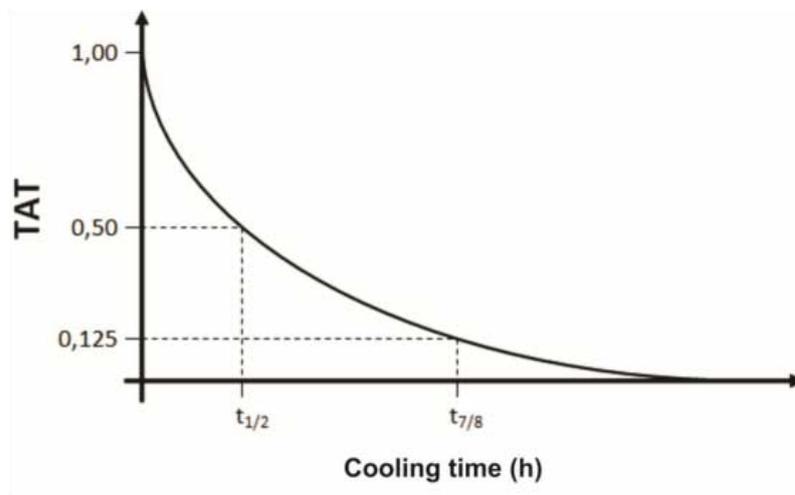
Onde,  $T_p$  = temperatura do produto durante o resfriamento;

$T_a$  = temperatura do meio de resfriamento;

$T_i$  = temperatura inicial do produto.

A partir dessa equação, pode se construir o gráfico adimensional representado pela Figura 1. De posse dessas informações pode-se então determinar o tempo de meio resfriamento quando a taxa adimensional atingir o valor de 0,5. Da mesma forma, o tempo de sete-oitavos pode ser encontrado quando o valor da taxa adimensional atinge o valor de 0,125 (SILVA; MEDEROS, 2011). O Tempo de meio-resfriamento é o tempo necessário para que a temperatura diminua a partir da temperatura inicial do produto até a temperatura do meio de resfriamento. Tempo de sete-oitavos é o tempo necessário para que a temperatura do produto diminua em 7/8 da diferença entre a temperatura inicial e a do meio de resfriamento e que será usado para representar a taxa de temperatura de armazenamento recomendada, onde o calor sensível que ainda resta será eliminado gradativamente com menor custo (SENA *et al.*, 2019; TERUEL, 2008)

Figura 1- Curva característica de Resfriamento



Fonte: (SILVA; MEDEROS, 2011)

A velocidade de resfriamento diminui exponencialmente durante o processo (SILVA; MEDEROS, 2011). No início maior parte do calor é retirada e vai se tornando menos acentuada conforme se aproxima do tempo de meio resfriamento (SILVA; MEDEROS, 2011). A TAT vem sendo utilizado para determinar a taxa de resfriamento em diversas frutas como bluberrie, caju, morango (CARNELOSSI; SARGENT; BERRY, 2014; JACOMINO *et al.*, 2011; SENA *et al.*, 2019d). Por exemplo, foram observadas redução da taxa adimensional de temperatura ao aplicar o hidrorresfriamento em pedúnculos de caju demonstrando ser uma técnica em potencial para a redução do tempo de resfriamento de fruta (SENA *et al.*, 2019d). Assim, como não foram observados estudos relativos a taxa adimensional de temperatura para o resfriamento com mangabas, torna-se necessário a aplicação para a mangaba.

### 2.3 Hidrorresfriamento

O hidrorresfriamento é a técnica de resfriamento rápido em que se utiliza água como meio refrigerante, por meio da imersão, lavagem ou aspersão das frutas com água fria (BECKER; FRICKE, 2002). Neste método a água se encontra uniformemente distribuída sobre a superfície do produto, com a transferência de calor da superfície mais quente, das frutas, para a mais fria, da água, até que o equilíbrio seja alcançado (ÁLVARES, 2006; CORTEZ; HONÓRIO; MORETTI, 2002).

Os sistemas com água fria são tecnologias com altas taxas de transferência de calor, demonstrando grandes eficiências a remoção de calor dos produtos, uma vez que sua utilização

pode resultar em resfriamento três vezes mais rápido quando comparado ao resfriamento por ar forçado, e dez vezes mais rápido quando comparado com o resfriamento convencional de armazenamento em salas de refrigeração (TERUEL; CORTEZ; NEVES FILHO, 2003). Os resfriamentos com água gelada dependem da dimensão do produto a qual será aplicado, variando em torno de 10 minutos a 1 hora em média (CORTEZ; HONÓRIO; MORETTI, 2002).

Além de sua eficiência, outras vantagens são observadas na utilização da água com meio de resfriamento, podemos citar como exemplo a redução de custos, pois a água pode ser reutilizada em outras operações, como limpezas (TOKARSKYY *et al.*, 2015). Outra vantagem é a possibilidade de sanitização enquanto se aplica o método de resfriamento (ALLAIS; LÉTANG, 2009). Esta é feita pela adição de solução sanitizante a base de cloro, levando em consideração as características de cada produto e sua tolerância ao contato com o desinfetante (SENA *et al.*, 2019d). Devido à grande possibilidade da contaminação do produto ao se utilizar água, a higienização do sistema de refrigeração bem como da qualidade da água deve ser eficiente, para garantir a qualidade do produto eliminando a possibilidade de existência de organismos patogênicos, tanto na forma ativa, como na forma esporulada (LIANG *et al.*, 2013; SENA *et al.*, 2019d). Por exemplo, para mirtilo, foi observado que os tratamentos hidrorresfriados (HS e HW) resultaram em resfriamento rápido da fruta e reduções significativamente maiores de *Salmonella* nos mirtilos inoculados (JAYSANKAR *et al.*, 2019). Sargent *et al.*, (2017) ao estudar o resfriamento em quatro cultivares mirtilo verificaram que nenhuma exibiu divisões após o resfriamento hidrológico com 100 ppm de água clorada ou durante o armazenamento subsequente de 14 dias a 1 ° C.

Para auxiliar na remoção do calor, é usual a utilização de gelo juntamente com a água resfriada, aumentando ainda mais as vantagens do resfriamento, pois o gelo aumenta substancialmente a capacidade frigorífica por fornecer frio de forma prolongada (CORTEZ; HONÓRIO; MORETTI, 2002). O resfriamento não deve ser realizado apenas com a utilização de gelo diretamente nos produtos hortícolas, devido ao estresse térmico que podem ser causados do contato com o produto quente, além disso, esse método é ineficiente, visto que a remoção do calor é lenta e afeta a superfície do produto, o que acarreta o congelamento da superfície do produto, visando evitar danos ao produto, a mistura de água com gelo (gelo líquido ou “liquid icing”) elimina automaticamente esses problemas (ÁLVARES, 2006).

O produto após o processo de pré-resfriamento deve ser mantido em refrigeração evitando reaquecimento do produto, para manter o controle dos processos metabólicos e

fisiológicos, garantindo assim a qualidade e frescor, associando a outras técnicas como embalagens de fácil manuseio e resistentes a umidade (VIGNEAULT *et al.*, 2007).

O hidrorresfriamento vem sendo estudados para diversas frutas e hortaliças como morango, couve, cebolinha, lichia e blueberry (AGUILA *et al.*, 2009; AROUCHA *et al.*, 2016; CARNELOSSI; SARGENT; BERRY, 2014; FERREIRA *et al.*, 2006; MOREIRA *et al.*, 2019; TRAVASSOS PIMENTEL *et al.*, 2017).

Para morangos (FERREIRA *et al.*, 2006), por exemplo, ao estudarem o hidrorresfriamento como alternativa ao resfriamento por ar forçado, verificou que frutos quando hidrorresfriados apresentaram qualidade superior, quanto a cor da epiderme, perda de peso e incidência de severidade, em comparação aos frutos submetidos ao resfriamento com ar forçado. Aguilá *et al.*, (2009) também, verificaram redução do percentual de escurecimento de lichia quando submetidas ao hidrorresfriamento. Para caju, Sena, E. O. *et al.*, (2019), verificaram maior conservação de vitamina C, cor, carotenoide e antocianinas e o retardo a perda de qualidade visual dos pedúnculos de caju quando submetidos ao tratamento com hidrorresfriamento. Zainal *et al.*, (2019), também observaram a manutenção da firmeza de melancia hidrorresfriadas. Desta forma, o uso de hidrorresfriamento se mostra como técnica com grande potencial para a manutenção da qualidade de frutas e hortaliças, podendo ser um método viável para a aplicação em mangaba.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar a influência do hidrorresfriamento na qualidade pós-colheita de mangabas armazenadas sob refrigeração.

#### **3.2 Específicos**

Determinar as características físicas e físico-químicas da mangaba;

Determinar os tempos e as curvas de hidrorresfriamento para a mangaba.

Avaliar a influência do hidrorresfriamento na taxa respiratória e na produção de etileno de mangabas hidrorresfriadas.

Avaliar o efeito do hidrorresfriamento na manutenção da qualidade dos frutos de mangaba durante armazenamento refrigerado.

## 4 METODOLOGIA

O experimento foi realizado em duas etapas: Determinou-se os tempos e as curvas de hidrorresfriamento a 6, 8 e 10 ° C e analisou-se a influência nas características físico-químicas da mangaba durante o período de armazenamento a 8°C.

Para o segundo experimento, realizou-se a análise fisiológica dos frutos hidrorresfriados que demonstraram melhores resultados de qualidade durante o armazenamento, analisando-se durante 12 dias de armazenamento a 8° a respiração e taxa de etileno dos frutos.

### 4.1 Material vegetal

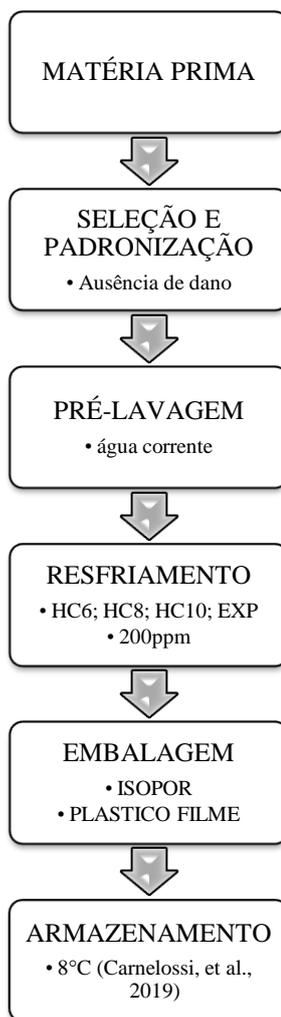
Os frutos de mangaba utilizados no presente trabalho foram obtidos em unidades produtoras de mangaba no estado de Sergipe, colhido por volta das 5:30, no estágio de maturação “de vez”, ou seja, frutos totalmente desenvolvidos, apresentando coloração esverdeada para amarelada, (VIEIRA NETO *et al.*, 2002) e transportados a temperatura ambiente ( $\pm 28^{\circ}$  C) em caixas plásticas para o Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), da Universidade Federal de Sergipe (UFS) (Figura 2) onde foram feitos o processamento da mangaba para análise seguindo o fluxograma da Figura 3.

Figura 2 - Recepção e Transporte em Caixas Plásticas



Fonte (Autor)

Figura 3 - Fluxograma de processamento da mangaba



Fonte (Autor)

## 4.2 Hidrorresfriamento

O hidrorresfriamento foi realizado com imersão de aproximadamente 3,5 Kg de mangabas em água gelada em diferentes temperaturas: 6°C (H8), 8°C (H10), e 10°C (H12) °C. Os frutos foram hidrorresfriados em tanques plásticos com capacidade de 20L, o volume de água utilizado correspondeu ao volume recomendando pela USDA para hidrorresfriamento de produto a granel (Figura 4) (GROSS, YI WANG E SALTVEIT, 2016; KITINOJA e GORNY, 1999). Na água foi adicionado sanitizante a base de cloro (200 mg L<sup>-1</sup>) para a higienização dos frutos. A temperatura da água foi mantida constante e continuamente monitorada com termopar MT- 405 (Minipa, Brasil), adição de gelo triturado ou água foram utilizadas quando necessário. O sistema de resfriamento em expositor vertical modelo V400C (Springer, Brasil), foi utilizado

como controle. No expositor os frutos foram mantidos a temperatura de  $8^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  sem aplicação de técnica complementar.

Figura 4 - Hidrorresfriamento de mangaba em tanques de 20L



Fonte (Autor)

A temperatura da mangaba durante o hidrorresfriamento e armazenamento em expositor foi monitorada com auxílio de termopar MT- 405 (Minipa, Brasil) equipado com duas sondas térmicas (Tipo K). O sensor foi introduzido longitudinalmente no fruto e as medidas de temperatura registrada a cada minuto. .,

### 4.3 Determinação da taxa adimensional de temperatura (TAT)

Para determinação experimental do tempo de resfriamento foram utilizados os dados experimentais de temperatura lidos no centro do fruto e calculadas as Taxas Adimensionais de Temperatura (TAT), de acordo com Teruel (2008) a partir das Equações (2) e (3):

$$TAT_{1/2} = \frac{T_p - T_a}{T_i - T_a} = 0,5 \quad (\text{Equação 2})$$

$$TAT_{7/8} = \frac{T_p - T_a}{T_i - T_a} = 0,125 \quad (\text{Equação 3})$$

Onde,

$T_p$ : temperatura no centro do fruto durante o resfriamento,  $^{\circ}\text{C}$ ;

Ti: temperatura inicial do fruto, num instante de tempo, °C;

Ta: temperatura do meio de resfriamento, °C;

A partir de  $TAT_{1/2}$  e  $TAT_{7/8}$  foi construída a curva em função do tempo de resfriamento e foi determinado o tempo  $1/2$  e  $7/8$  de resfriamento quando correspondente a 0,5 e 0,125 respectivamente.

#### 4.4 Armazenamento

Após o hidrorresfriamento os frutos foram secos rapidamente (rinsagem) ao ar livre com auxílio de peneiras em ambiente com temperatura controlada ( $\pm 18^\circ\text{C}$ ) e foram separados em bandejas de isopor e embalados em papel filme (Figura 5). O armazenamento foi realizado em expositor com temperatura de  $8^\circ\text{C} \pm 1$  (CARNELOSSI *et al.*, 2009).

Figura 5 - Secagem rápida, embalagem e armazenamento das mangadas



Fonte (Autor)

## **4.5 Análises físicas e físico-químicas**

### **4.5.1. Perda de massa fresca**

A perda de massa fresca foi determinada pela diferença entre a massa inicial e a massa final utilizando para pesagem uma balança digital e calculada em porcentagem da massa inicial sendo expressa em porcentagem de perda de massa fresca (SILVA; LIMA; VIEITES, 1998).

### **4.5.2. Firmeza**

A firmeza da polpa foi determinada utilizando-se penetrômetro analógico com ponteira de 8 mm (PAF-327) de acordo com o manual de instruções do equipamento, foi tomada medidas em dois pontos opostos, localizado na região equatorial dos frutos, retirando uma pequena porção da casca com uso de uma lâmina, os valores foram expressos em Newton (N).

### **4.5.3. Análise de cor**

A cor foi avaliada objetivamente pela reflectância no espaço de cor CIELab, usando colorímetro Minolta CR-300, seguindo a metodologia definida pelo fabricante. Os parâmetros obtidos foram o ângulo Hue ( $h = \tan^{-1}(b^*/a^*)^2$ ), onde  $0^\circ$ , indica coloração vermelho púrpura;  $90^\circ$ , amarelo;  $180^\circ$ , verde e  $270^\circ$ , azul; o Croma ( $C = [a^2 + b^2]^{1/2}$ ), o qual indica a intensidade da cor (MENEZES, 2012). Os parâmetros “L” que indica luminosidade (claro/escuro); “a”, a cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+); e “b”, que indica a cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+) (GAYA; STERMAN FERRAZ, 2006; HUNTERLAB, 2008; MENEZES, 2012).

### **4.5.4. pH**

O pH da amostra, foi medido pelo método potenciométrico, após a calibração do pHmetro, foi pesado 5g da amostra, homogeneizada e macerada com 50 mL de água destilada, o eletrodo foi imerso e a medição foi realizada em béquer com a amostra e realizada a leitura da mesma (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

#### **4.5.5. Acidez total titulável (ATT)**

Foi determinada utilizando-se 10 mL da solução utilizada para a determinação do pH, adicionando-se o indicador fenolftaleína a 1% e titulou-se com NaOH (0,1N) padronizado e foi expresso em % de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

#### **4.5.6. Sólidos solúveis totais (°Brix)**

Foi determinado utilizando refratômetro digital modelo HI 96801 (Hanna Instruments, Romênia) de acordo com método oficial (AOAC, 1997). Os resultados foram expressos em °BRIX.

#### **4.5.7. RATIO**

O RATIO foi calculado por meio da relação Brix por acidez expressa em % de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

#### **4.5.8. Determinação de vitamina C**

O teor de vitamina C foi determinado de acordo com a metodologia recomendada pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 39.051), com adaptações (CARNELOSSI *et al.*, 2002). Amostras de 5 g de mangaba foi homogeneizada em liquidificador e maceradas em almofariz contendo 50 mL da solução de extração (36g ácido metafosfórico (HPO<sub>3</sub>) foram dissolvidos em 40 mL de ácido acético glacial e 200 mL de água destilada, tendo o volume completado para 500 mL com água destilada). Em seguida, a mistura foi filtrada em papel filtro. Foram coletados 7 ml da solução e foi titulada com o 2,6-diclorofenolindofenol (DCPIP) (50 mg do reagente 2,6- diclorofenolindofenol foram dissolvidos em 50 mL de água destilada contendo 42 mg de NaHCO<sub>3</sub> e diluído para 200 mL).

A solução padrão de ácido ascórbico foi preparada imediatamente antes do uso, utilizando-se 50mg de ácido ascórbico que foi dissolvido em 50 mL de solução de extração. O balão volumétrico contendo essa solução foi recoberto com papel alumínio, para evitar o contato com a luz.

A titulação foi realizada com DCPIP até que uma coloração rosa persistisse por tempo igual ou superior a cinco segundos. Os resultados foram expressos em mg de AA 100 g<sup>-1</sup> de massa fresca (MF).

#### 4.5.9. Aparência visual

As frutas foram avaliadas individualmente quanto a aparência visível e classificadas de acordo com a tabela abaixo descrita por Jacomino *et al.*, 2011.

Tabela 1 - Ficha de avaliação da aparência de frutos de mangabas pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (HC 6), hidrorresfriamento a 8°C (HC 8), hidrorresfriamento a 10°C (HC 10), e em expositor (EXP) armazenados a 8 ± 1°C.

Nota	Condição do fruto
9	Excelente: aparência fresca, alto brilho.
7	Bom: ainda parece fresco, ainda brilhante.
5	Regular: aparência não fresca, baixo brilho,
3	Ruim: sem brilho, limite de comercialização.
1	Extremamente ruim: aparência irregular (murcha).

#### 4.6 Análise fisiológica - concentração de CO<sub>2</sub> e de etileno em sistema fechado.

A análise fisiológica foi realizada segundo metodologia descrita por Furtado *et al.*, (2018) com adaptações.

##### 4.6.1. Curva de Co<sub>2</sub> e Etileno

As análises de CO<sub>2</sub> e etileno em sistema fechado foram realizados utilizando-se um fruto de cada tratamento de mangaba hidrorresfriadas dispostas em frascos de vidro de aproximadamente 120 mL (Figura 6) que foram previamente preparados com tampas de borracha para a retirada do gás com a agulha. Em seguida os frascos foram fechados

hermeticamente e foram mantidos por 8 h constituindo o sistema fechado. Alíquotas de  $0,1 \text{ cm}^3$  foram retiradas imediatamente após o fechamento dos frascos e sequencialmente nos tempos de 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7 e 8 horas, com o auxílio de seringa de 1000 microlitros da Agilant para CG e foi feita a quantificação da composição gasosa.

Figura 6 - Recipientes para realização do experimento de respiração



Fonte (Autor)

#### 4.6.2. Quantificação de CO<sub>2</sub> e Etileno

A análise de dióxido de carbono e produção de etileno acumulado foi realizada em cromatógrafo a gás modelo (Varian CP-3380), equipado com um detector de condutividade térmica (TCD) e um detector de ionização de chama (FID) em série, e uma coluna capilar Rt®-Q-BOND (RESTEK) (30m x 0,32mm ID x 10 $\mu$ m). O gás de arraste foi o Hélio, com fluxo de 5mL/min. As temperaturas da coluna, do injetor, do detector TCD e do detector FID foram de 30, 200, 120 e 200°C, respectivamente. O tempo da análise cromatográfica foi de 120s e o tempo de retenção do CO<sub>2</sub> e etileno foi 60 e 102s, respectivamente.

A quantificação de CO<sub>2</sub> e etileno foi feita pela comparação das áreas dos picos das amostras obtidas no Software (Galaxie Workstation) acoplado ao cromatógrafo, com áreas de picos do padrão de CO<sub>2</sub> e etileno de concentração conhecida. Os resultados foram expressos em % de CO<sub>2</sub> e em ppm de etileno.

## **4.7 Taxa respiratória e concentração de CO<sub>2</sub> em sistema aberto.**

### **4.7.1. Armazenamento e amostragem**

A taxa respiratória e concentração de CO<sub>2</sub> e etileno em sistema aberto foram realizadas em frascos de vidro de aproximadamente 120mL tamponados com filme de cloreto de polivinila (PVC) perfurado, utilizando-se um fruto de cada tratamento de mangaba. Os frascos foram mantidos em expositor vertical com ventilação forçada a  $8 \pm 1^\circ\text{C}$ , por 12 dias. A cada 3 dias de armazenamento, antes da coleta de gases, o filme PVC foi retirado e os frascos foram fechados hermeticamente por 0,5 horas. Após as coletas, os frascos foram abertos e cobertos novamente com filme PVC. Alíquotas de 0,1 cm<sup>3</sup> foram retiradas após 0,5 horas do fechamento dos frascos com o auxílio de seringa agiliante 1000 microlitros para a quantificação da composição gasosa. A quantificação de dióxido de carbono foi realizada seguindo as mesmas condições para o sistema fechado. O resultado foi expresso em ml/Kg.h e % de CO<sub>2</sub>, e nl/Kg.h e % de etileno.

## **4.8 Análise estatística**

O delineamento utilizado para o primeiro experimento foi o Inteiramente casualizado montado em esquema fatorial (4x6x3) com quatro tratamentos, sete períodos de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15) e três repetições de cada tratamento e para o segundo experimento seguiu o esquema fatorial (3x5x3) com três repetições de cada tratamento, seis períodos de armazenamento (0,3,6,9,12). Foi utilizado o teste Tukey ( $p < 0,05\%$ ) para detecção de diferenças. Para a análise estatística foi utilizado o software Assistat®, versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

Os resultados das análises foram submetidos à análise da diferença mínima significativa em teste de comparações múltiplas, em que as diferenças entre dois tratamentos maiores que a soma de dois desvios-padrões foram consideradas significativas a 5% de probabilidade (MAWELE SHAMAILA; POWRIE; SKURA, 1992) .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Curva de resfriamento e influência do hidrorresfriamento na qualidade de mangabas durante armazenamento.

#### 5.1.1. Hidrorresfriamento

Observou-se redução no tempo de resfriamento quando comparados o hidrorresfriamento ao resfriamento em expositor vertical (EXP) (Tabela 2). Amostras hidrorresfriadas obtiveram redução média de 65,25% do tempo de resfriamento em relação ao resfriamento em expositor (Tabela 2).

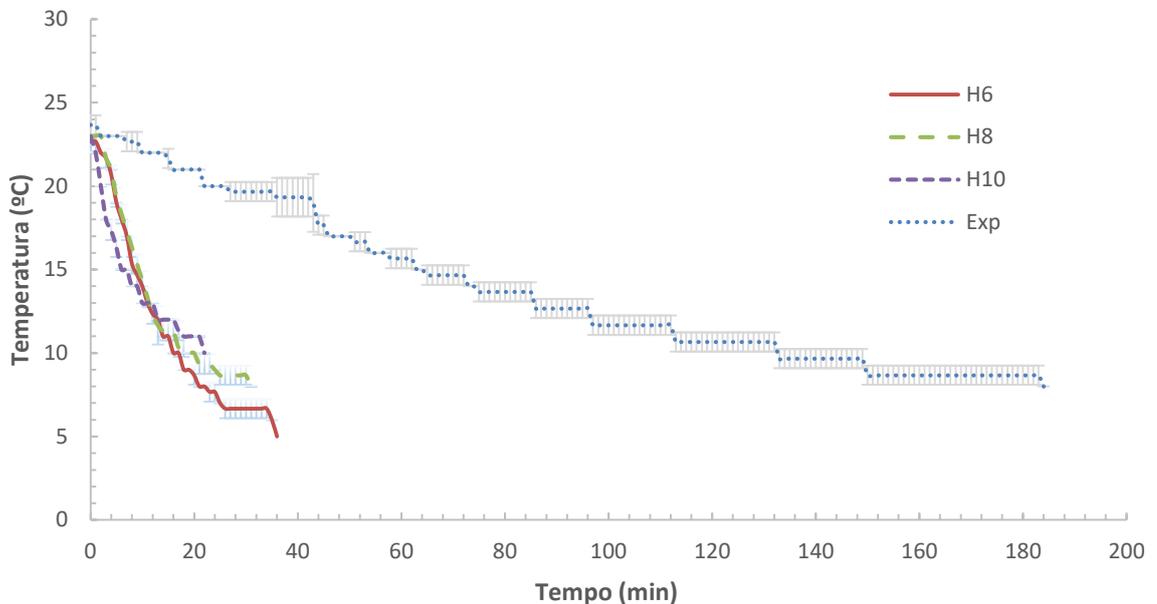
Tabela 2 - Tempo de resfriamento de frutos de mangabas pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ . TAT – Taxa adimensional de temperatura.

Tratamento	Temp Inicial °C	TAT (1/2) min	TAT (7/8) min	T °C (1/2)	T °C (7/8)	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
EXP	22,67	64,42±6,28 a	144,04±9,81a	15,55	9,65	$y = 22,87e^{-0,006x}$	R <sup>2</sup> = 0,9799
H6	22,33	15,58±0,58 b	20,58±0,58b	11,35	9,24	$y = 21,494e^{-0,041x}$	R <sup>2</sup> = 0,9497
H8	23,00	14,46±0,58 bc	21,15±1,71b	12,88	10,14	$y = 21,672e^{-0,036x}$	R <sup>2</sup> = 0,9305
H10	22,67	6,46±1,71c	16,77±0,53b	16,05	11,41	$y = 19,835e^{-0,033x}$	R <sup>2</sup> = 0,9113

Valores seguidos de letras diferentes nas colunas a indicam diferença significativa de acordo com o teste de Tukey a  $P \leq 0,05$ .

Entre os tratamentos de hidrorresfriamento observou-se menor tempo de resfriamento por 10 min (H10), com aproximadamente 75% de redução do tempo em relação ao expositor, seguido dos tratamentos H8 e H6 que reduziram tempo de resfriamento em 65,5 e 54% respectivamente. O tempo necessário para o resfriamento foi de 22, 31 e 36 minutos para os tratamentos H10, H8 e H6 respectivamente (Figura 7).

Figura 7- Temperaturas de resfriamento de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), a hidrorresfriamento, a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ . Os dados representam as médias de 3 termopares para cada temperatura.

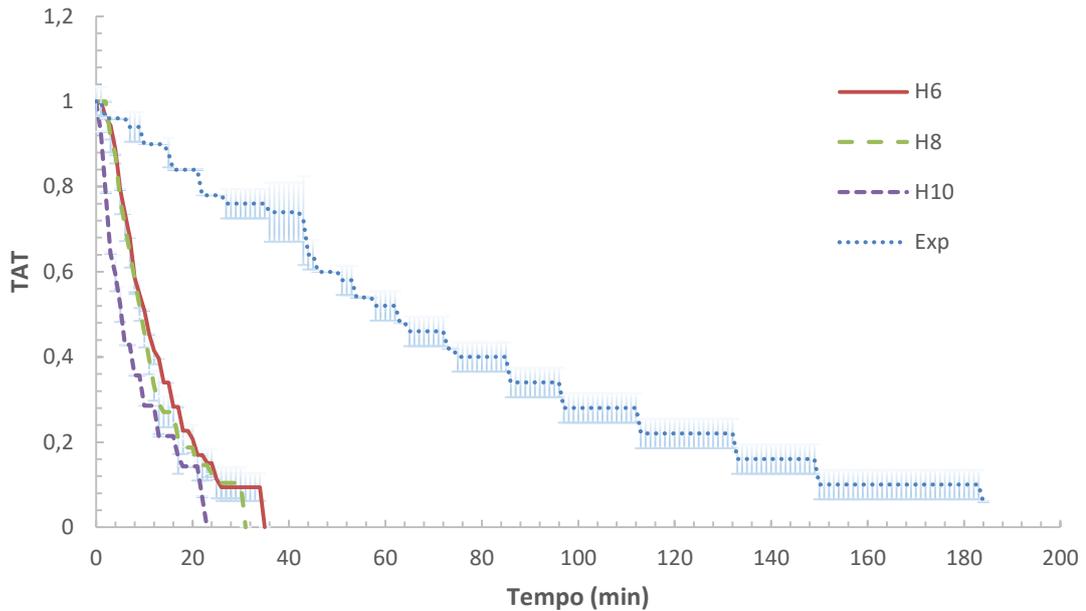


Além disso, verificou-se maiores taxas adimensionais de temperatura (TAT) para  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{7}{8}$  para amostras resfriadas em expositor vertical. Para TAT  $\frac{1}{2}$  foram verificadas reduções de 23, 23,5 e 27,4% para amostras HC6, H8 e H10, respectivamente e em relação a TAT $\frac{1}{2}$  para as amostras EXP com valor médio de 24,6% (Figura 8). Para a taxa adimensional de temperatura a  $\frac{7}{8}$  da temperatura de resfriamento verificou-se diferenças de 58,2, 58 e 60% dos tratamentos HC6, HC8, HC10 em relação aos tratamentos EXP (Figura 8). Não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos hidrorresfriados (Tabela 2) Tabela 1.

Verificou-se também ao comparar os tratamentos entre os hidrorresfriamento, que o tempo de resfriamento é inversamente proporcional a temperatura final do tratamento. Quanto maior a temperatura final de resfriamento, menor foi o tempo de resfriamento (Figura 7). Esse comportamento se deve a quantidade de calor que foi retirado, que é influenciado pela temperatura inicial do produto e a vazão de água ao qual o produto foi submetido, assim, quanto maior a diferença inicial e final de temperatura, maior o tempo de resfriamento (SENA *et al.*, 2019c; TERUEL, 2008). Além disso, o contato da água com os frutos se mostraram eficientes quando comparados ao expositor devido a sua uniformidade na remoção do calor dos frutos e

a boa condutividade térmica da água, sendo o coeficiente de transferência de calor da superfície do produto para a água muito maior que o do ar (ASHRAE, 2002; TERUEL, 2008).

Figura 8 - Taxas de resfriamento de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ . Os dados representam as médias de 3 termopares para cada temperatura.



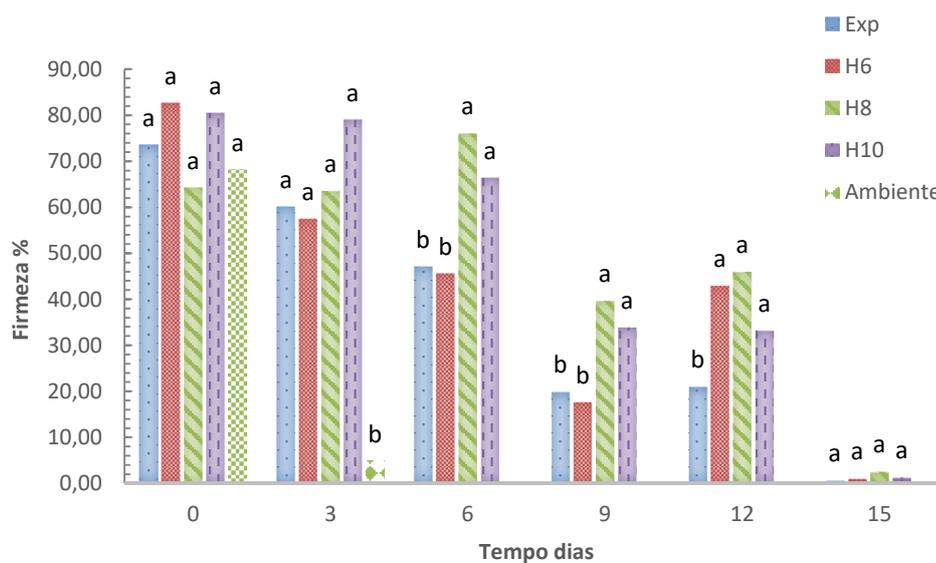
Estudo realizado por Sena, E. O. *et al.*, 2019 com pedúnculo de caju, por exemplo, demonstrou que o hidrorresfriamento de 1 a 7°C promoveu uma redução de 34% da taxa adimensional de temperatura ( $Z_{7/8}$ ) quando comparadas com amostras resfriadas em expositor, alcançando assim a temperatura de armazenamento mais rapidamente. Elansari (2008) ao analisar tâmaras hidrorresfriadas verificou taxa adimensional de temperatura 99% menor em relação ao resfriamento em câmara fria, resultados estes que corroboram com os resultados obtidos no presente trabalho. Desta forma, o hidrorresfriamento mostrou ser uma técnica eficaz para a redução do tempo e das taxas de resfriamento de mangabas.

## 5.1.2. Armazenamento

### 5.1.2.1. Firmeza

Ao analisar a firmeza das mangabas verificou-se que mangabas mantidas em temperatura ambiente apresentaram o rápido diminuição de firmeza, com perda da integridade física da casca no terceiro dia de armazenamento (Figura 9). Por outro lado, observou-se maior estabilidade na firmeza das mangabas nos tratamentos H8 e H10, nesses tratamentos os frutos mantiveram a firmeza até o 6º dia de armazenamento, no entanto, esses tratamentos diferiram significativamente das amostras EXP e H6 ( $p < 0,05$ ), permanecendo estáveis até o 9º dia de armazenamento (Figura 9). No último dia do armazenamento todas as amostras hidrorresfriadas apresentavam-se com firmeza superior ao EXP, entretanto apenas os tratamentos H6 e H8 diferiram significativamente em relação ao tratamento EXP. Ao analisar os dias de armazenamento o tratamento H8 mostrou-se estável estatisticamente ( $p < 0,05$ ) até o 12º dia de armazenamento (Figura 9).

Figura 9 - Firmeza de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 dias. Valores seguidos de letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos para o mesmo período avaliado de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).



A perda da resistência da parede celular pode estar associada a degradação por enzimas, visto que, a atividade enzimática pode promover a solubilização das substâncias pécicas da

parede celular e, conseqüentemente, o amaciamento dos frutos (KAYS, 1991; ZHOU *et al.*, 2011). Contudo, ao utilizar baixas temperaturas pode-se reduzir o processo fisiológico e bioquímico com redução do processo enzimático e conseqüentemente aumentar o tempo de vida útil dos vegetais (ANTONIALI *et al.*, 2012; TALBOT; FLETCHER, 2002). Neste estudo o abaixamento da temperatura pode ter suprimido a despolimerização das pectinas por maior período, seguindo essa hipótese, o hidrorresfriamento influenciou positivamente na manutenção da firmeza de mangabas durante o período de armazenamento.

Estudo realizado por Sena, E. O. *et al.*, (2019) constatou resultados que corroboram com o presente estudo, em que, ao avaliar pedúnculos de caju hidrorresfriados, foi verificada a sua eficiência associado ao armazenamento resfriado, promovendo menor perda de firmeza das mesmas (4,5%) em relação as amostras resfriadas em câmara resfriada (26,2%). Aroucha *et al.*, 2016 verificaram que o uso do hidrorresfriamento foi eficaz em manter a firmeza em melões.

Desta forma, o hidrorresfriamento se mostrou eficiente ao manter a firmeza da mangaba, quando comparado ao resfriamento em expositor, e associado ao armazenamento refrigerado.

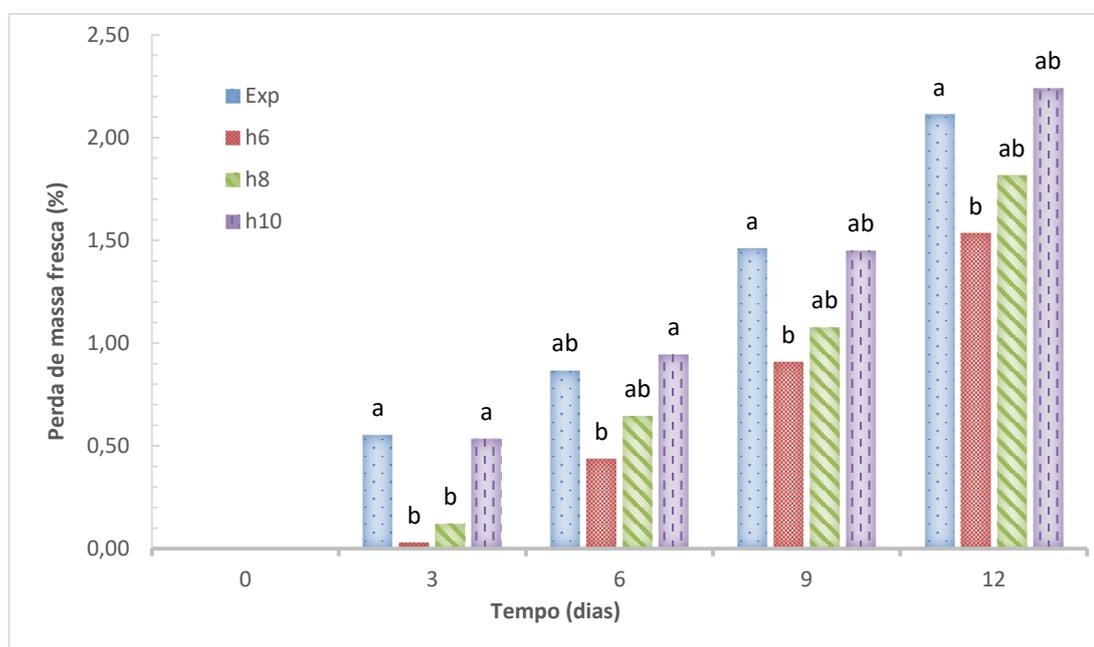
#### **5.1.2.2. Perda de massa fresca**

Verificou-se a perda gradual de massa fresca em todos os frutos, entretanto, a perda de massa foi mais acentuada nos frutos dos tratamentos EXP e H10 com perda de 2,1% e 2,24% respectivamente (Figura 10). Verificou-se também estabilidade na perda de massa até o terceiro dia de armazenamento para frutos que foram hidrorresfriados a 6°C (H6) que foi inferior a 0,42%, também foi verificada a estabilidade na perda de massa no tratamento H8 que se manteve até o 9º dia de armazenamento, ambos sendo analisados dentro de um mesmo tratamento durante os dias de armazenamento sem apresentarem diferença significativa ( $p < 0,05$ ) (Figura 10). O tratamento H6 demonstrou diferença significativa na perda de massa ao longo dos dias 6, 9 e 12 ( $p < 0,05$ ).

Um dos fatores que influenciam na perda de massa fresca dos frutos é a diferença de pressão de vapor do ar circundante no resfriamento em expositor associada a baixa umidade do ambiente, o que pode ter ocasionado a maior perda de água dos frutos durante o resfriamento (ÁLVARES, 2006). Para se evitar essa diferença de vapor, uma alternativa é a remoção do calor de campo, por meio do pré-resfriamento, que por sua vez, reduz a taxa respiratória e conseqüentemente a produção de calor das frutas, assim, com o produto frio, com a conseqüente

redução da perda de massa fresca nos estágios iniciais de armazenamento (ÁLVARES, 2006; ANTONIALI *et al.*, 2012; TALBOT; FLETCHER, 2002). Desta forma, os frutos tratados H10 e Exp, com temperatura inicial mais elevada e maior tempo para ser resfriado respectivamente (Tabela 2) sofreram maior perda de água. Em estudos com pedúnculos de caju hidrorresfriados foi verificado perda de 5,6% da massa fresca, sendo menor significativamente que caju resfriados em câmaras resfriadas (9,4%). Além do exposto, verificou-se que amostras de frutos de mangaba com maior perda de massa fresca apresentaram maior perda da firmeza, comportamento semelhante foi observado por Ferreira *et al.*, (2006) que verificaram que morangos hidrorresfriados apresentaram menor perda de massa e firmeza em relação a morangos resfriados com ar forçado, demonstrando que a perda de água influencia diretamente na firmeza dos frutos, dados que corroboram com a literatura estudada confirmando esta hipótese. Desta forma, o tratamento de mangabas com hidrorresfriamento é uma técnica eficiente no controle da perda de massa do produto durante o armazenamento.

Figura 10 - Perda de massa de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 dias. Valores seguidos de letras diferentes representam difer

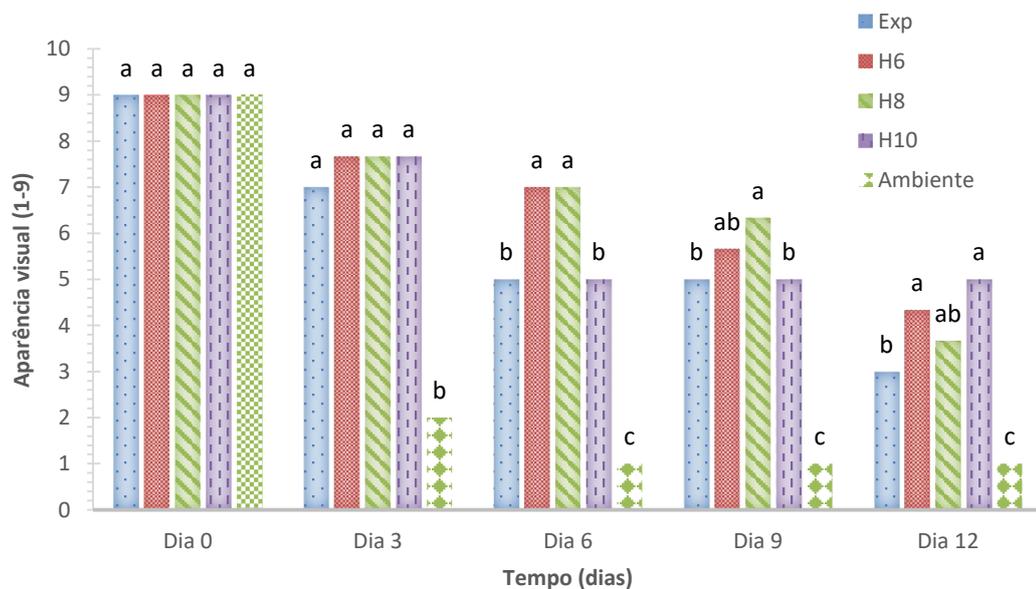


### 5.1.2.3. Qualidade visual

Verificou-se estabilidade nos parâmetros de qualidade das mangabas até o terceiro dia de armazenamento para os tratamentos H6, H8, H10 (Figura 11). Nessas temperaturas os frutos

apresentaram aparência fresca e ainda brilhante (7,6), não sendo verificado para os frutos do tratamento EXP (7) diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) (Figura 11). Não foi observado estabilidade nas mangabas mantidas a temperatura ambiente, as quais não apresentaram boa aparência no terceiro dia, atingindo estágio de aparência “ruim- sem brilho, irregular murcha”. Frutos hidrorresfriados apresentaram aparência superior aos frutos do tratamento EXP no 9º dia de armazenamento, diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos H8 e Exp, apresentando boa aparência, fresca e brilhante para os frutos hidrorresfriados e aparência regular, não fresca e baixo brilho para frutos resfriados em expositor. No 12º dia foi verificado melhor aparência para frutos hidrorresfriados com aparência regular e baixo brilho enquanto frutos resfriados em expositor encontravam-se no limite da comercialização.

Figura 11 - Avaliação da qualidade visual de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ . Onde 9 - excelente: aparência fresca, alto brilho e 1 - Extremamente ruim: aparência irregular (murcha). Valores seguidos de letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos para o mesmo período avaliado de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).



Verificou-se que mangabas hidrorresfriadas a 6 e 8° sofreram menos perda de massa e firmeza durante o armazenamento refrigerado (Figura 11), visto que esses parâmetros estão associados diretamente a qualidade visual das frutas, pois, quando atingido valores consideráveis, a perda de água pode promover o murchamento, enrugamento e a perda de consistência das frutas e hortaliças (WILLS *et al.*, 1998). Em trabalho realizado por Siqueira *et al.*, (2014) foi possível observar que a qualidade de goiabas sob resfriamento rápido e armazenadas a 8° foi estendida. Assim, com base no exposto, verificou-se a manutenção da qualidade visual de amostras hidrorresfriadas a 6 e 8°C, sendo estas as temperaturas eficientes para o resfriamento das mangabas.

Observa-se na Figura 12 que a aparência externa das amostras mantidas em temperatura ambiente sofreu alterações durante o período de armazenamento apresentando grau de maturação elevado no terceiro dia de armazenamento. Verificou-se também variação para frutos tratados em expositor diferido no 6° dia de armazenamento. Assim, o hidrorresfriamento H6, H8 e H10 foram eficientes ao estender a vida útil das mangabas armazenadas a 8°C.

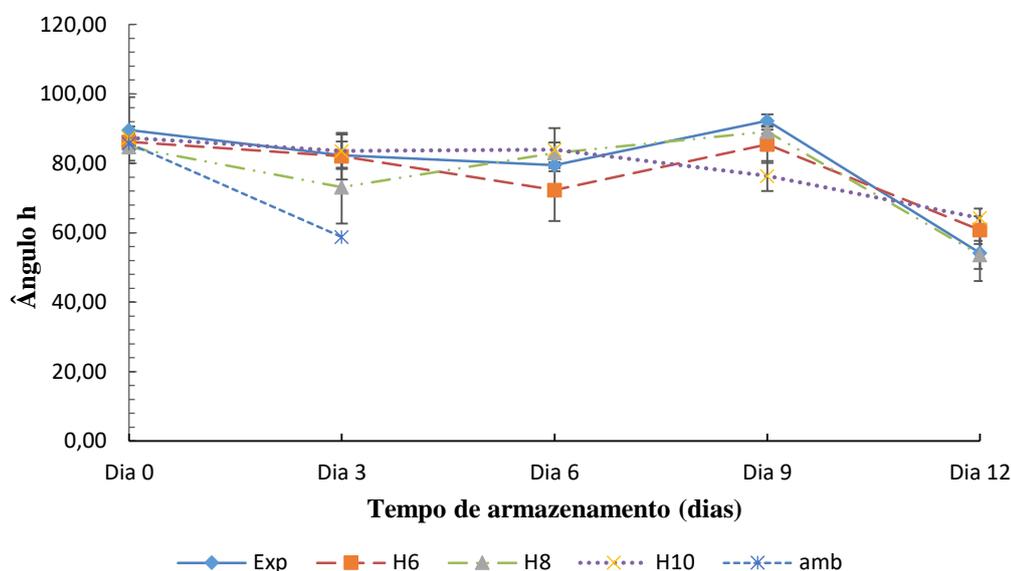
Comportamento semelhante na cor dos frutos foi verificado em todas os tratamentos até o 6° dia de armazenamento com a redução de seus valores, com grande redução do Hue para a amostra mantida em temperatura ambiente no terceiro dia de armazenamento (31%), indicando transição da cor das amostras que se encontravam no estágio de maturação de vez, com consequente mudança para amarelado (Figura 13). Contudo, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos até o 9° dia de armazenamento em que H10 diferiu das demais ( $p < 0,05$ ). Verificou-se menor variação para frutos hidrorresfriados a 6 e 10°C durante o armazenamento com 29,4% e 26,4% respectivamente ( $p < 0,05$ ). Frutos hidrorresfriados a 8°C e em expositor demonstraram maior variação no valor do Hue com 36,6% e 39,5% respectivamente. O ângulo h podendo indicar estágio de maturação mais elevado, visto que, a redução dos valores pode indicar alterações que ocorrem na casca, com transição de coloração do verde para o amarelo e coloração intermediária ao vermelho que são cores características do fruto (CAVALINI *et al.*, 2006).

Figura 12 - Aparência externa de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), em expositor (EXP) e Ambiente armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Tratamento	Dias de Análise				
	Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 9	Dia 12
<b>Exp</b>					
<b>H6</b>					
<b>H8</b>					
<b>H10</b>					
<b>Ambiente</b>					

Fonte: Autor

Figura 13 - Parâmetros “H” de manga pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.

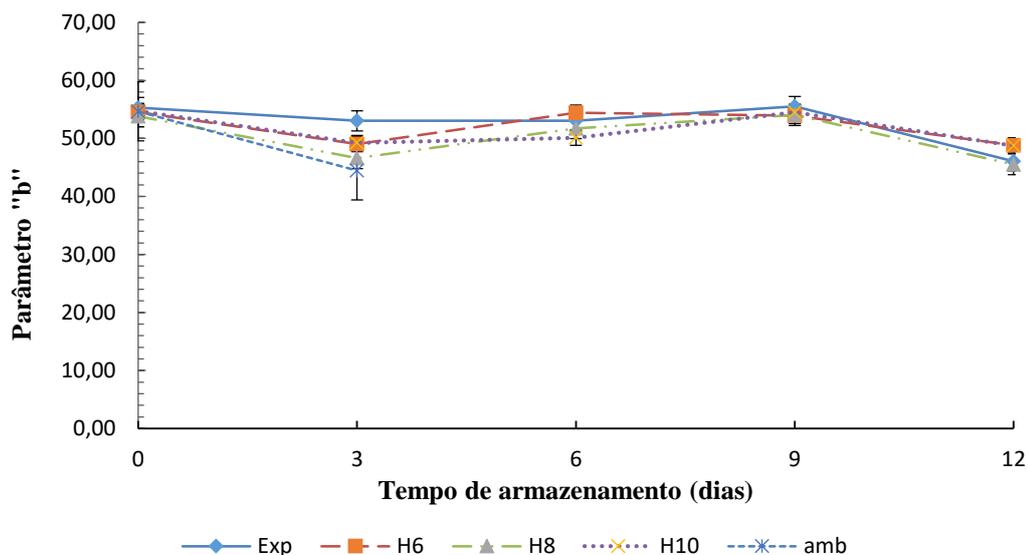


Comportamento semelhante do parâmetro de cor “b” foi observado em todas os tratamentos com declínio no 3º dia de armazenamento, observando-se maior redução para amostra em temperatura ambiente de 18%. Foi observado a estabilidade em todos os tratamentos resfriados com variação média de 14%, porém não foi verificada diferença significativa durante os dias de armazenamento ( $P < 0,05$ ) (Figura 14). Essa redução do parâmetro b indica a transição da coloração de amarelo para um avermelhado, entretanto essa variação não foi significativa, desta forma o resfriamento de mangabas auxilia na estabilidade da cor da casca dos frutos.

Verificou-se o aumento nos parâmetros de cor “a”, que inicialmente encontravam-se aproximadamente em 2,5 observando-se valores superiores a 20 ao final do período de armazenamento, apenas amostras que não foram tratadas apresentaram valores superiores a 20 no terceiro dia de armazenamento (Figura 15). Observou-se variação superior nos tratamentos Exp e H10 em 98% e 89% do valor inicial obtido e menor variação em amostras H8. Foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) no 9 dia de armazenamento entre os tratamentos hidrorresfriados e o EXP, estes que demonstraram maior instabilidade em relação aos outros tratamentos. A variação da coloração indica a transição de cor com possível aparição da cor

vermelha dos frutos demonstrando que hidrorresfriamento a 6 e 8°C foram mais eficientes na manutenção do parâmetro “a” de cor.

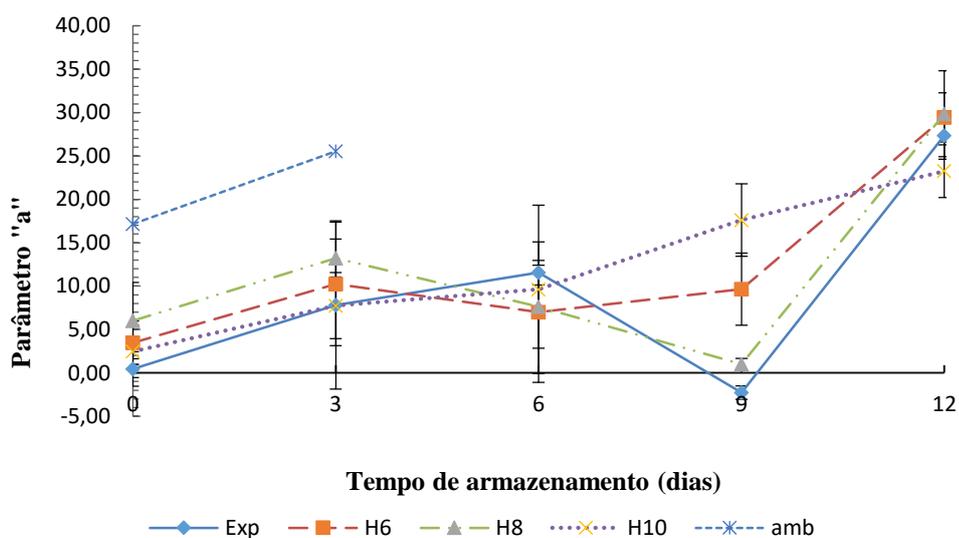
Figura 14 - Parâmetros “b” de cor de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.



A coloração da casca está relacionada com a combinação de pigmentos naturais que estão presentes na fruta sendo o pigmento responsável pela coloração verde a clorofila, com o amadurecimento da fruta há a degradação da clorofila, podendo outros pigmentos serem sintetizados ou relevados nesse processo à medida que a fruta mantém seu processo metabólico durante o armazenamento e consequentemente alteração na coloração da casca podem ser observados podendo indicar a maturação do fruto (CAVALINI *et al.*, 2006; CHITARRA; CHITARRA, 2005). O controle da temperatura pode ser um fator para a manutenção dessa alteração, por exemplo, em estudos por Amarante *et al.*, (2008) foi possível observar redução gradual do parâmetro “h” de buiá submetidos a resfriamento. Siqueira *et al.*, (2014) também observaram a manutenção da cor em goiabas submetidas a resfriamento rápido, em comparação ao resfriamento convencional. Aguila *et al.*, (2009) verificou que o pré-resfriamento com água reduz o escurecimento e os valores de a em lichia mostrando maior estabilidade. Dados estes que corroboram com presente trabalho, desta forma, mangabas resfriadas apresentaram maior estabilidade no processo de degradação da cor da casca dos frutos e a aplicação do

hidrorresfriamento auxiliou na manutenção da cor das mesmas demonstrando maior estabilidade durante o período de armazenamento demonstrando ser uma técnica eficiente na manutenção da cor de mangabas.

Figura 15 - Parâmetros "a" de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.



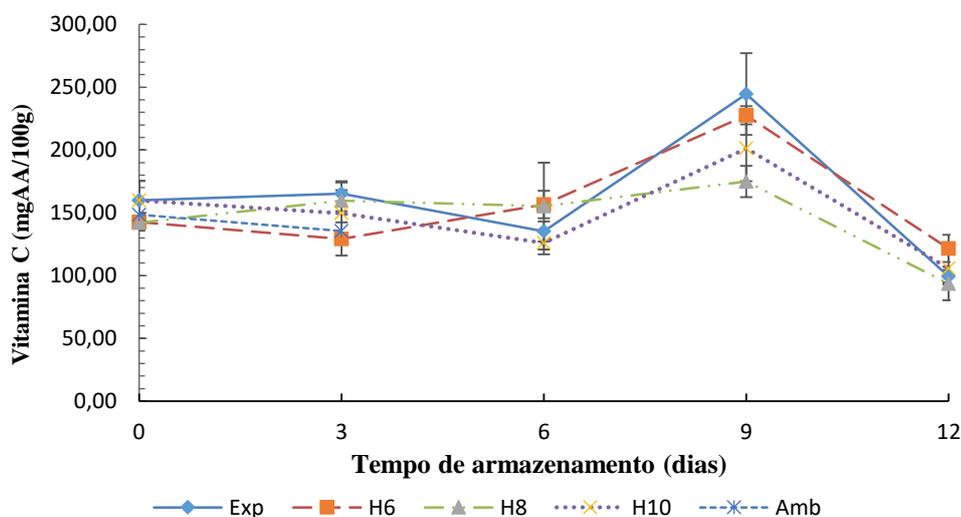
#### 5.1.2.4. Vitamina C

Mangabas apresentaram teores vitamina C próximos quanto resfriadas em expositor e hidrorresfriadas, com estabilidade até o 6 dia de armazenamento ( $P < 0,05$ ) (Figura 16). Foi verificado aumento nos teores de vitamina C em todos os tratamentos no 9º dia de armazenamento, verificando-se diferença significativa em frutos hidrorresfriados a 8º com menor % de variação (46%) em relação aos outros tratamentos com 59%, 46,6 e 47% para Exp, H6 e H10 respectivamente. Frutos hidrorresfriados a 8°C apresentaram maior estabilidade no até o 6º dia de armazenamento sem diferir significativamente entre os dias de análise com variação de 8,8% no teor de vitamina C ( $P < 0,05$ ).

A produção de composto em frutas, como a vitamina C, pode estar associado a síntese de metabólicos que são intermediários precursores do ácido ascórbico, como por exemplo a glucose-6-fosfato, assim, foi observado menor elevação nos teores para frutos hidrorresfriados

indicando a melhor capacidade de redução da síntese de vitamina C visto que o hidrorresfriamento demonstrou melhor capacidade da manutenção desta no fruto (MANICA *et al.*, 2001; MERCADO-SILVA; BENITO-BAUTISTA; DE LOS ANGELES GARCÍA-VELASCO, 1998; RIBEIRO *et al.*, 2005).

Figura 16 - Vitamina C de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.



Verificou-se a redução de vitamina C em todos os tratamentos, o que pode ser justificado pelas reações de oxidação dos ácidos orgânicos que podem ocorrer durante o amadurecimento (MANICA *et al.*, 2001; MERCADO-SILVA; BENITO-BAUTISTA; DE LOS ANGELES GARCÍA-VELASCO, 1998; RIBEIRO *et al.*, 2005). Uma das causas de diminuição por meio da oxidação é o fato de a vitamina C possuir propriedades antioxidantes, assim, sugere-se que o aumento de seus teores observados em mangabas pode ser causa da atuação da vitamina C como agente antioxidante em resposta ao avanço das reações oxidativas que ocorrem durante o amadurecimento (CARNELOSSI *et al.*, 2004; SMIRNOFF, 1995).

Em estudos com goiabas armazenadas resfriadas, Ribeiro *et al.*, (2005) verificaram menor redução do teor de vitamina C quando comparados ao controle em temperatura ambiente. Sena, E. O. *et al.*, (2019) verificaram menores perdas de vitamina C em cajus hidrorresfriados. A vitamina C pode ser utilizado como um dos parâmetros de qualidade de frutas devido a sua relação com o avanço do processo fisiológico da fruta, pois, à medida que o processo de

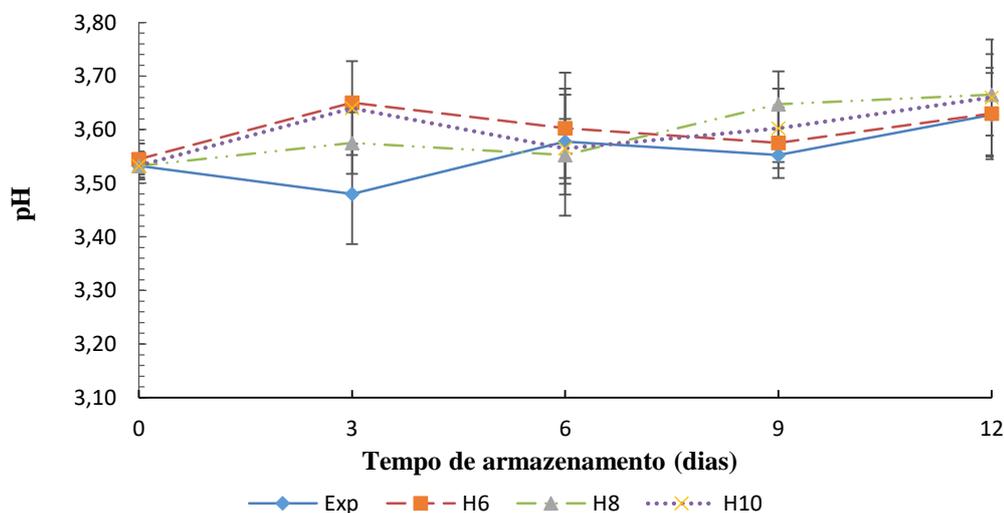
amadurecimento avança a vitamina C tende a se degradar (CARNELOSSI *et al.*, 2004; KLEIN, 1987). Desta forma, verificou-se melhor estabilidade em mangabas resfriadas durante o armazenamento e que o método de hidrorresfriamento com temperatura de 8°C mostrou ser mais estável que os demais sendo a melhor técnica para a manutenção dos teores de vitamina C em mangabas armazenadas sob refrigeração.

### 5.1.2.5. pH

O pH dos frutos mostrou-se estável durante todo o período de armazenamento (Figura 17). Verificou-se variação de aproximadamente 3% nos valores de pH acima do inicial, não sendo observado diferença significativa entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). Foram também verificados valores médios inicial e final de pH de 3,5 e 3,7 respectivamente para amostras hidrorresfriadas e de 3,5 a 3,6 para amostras EXP. A estabilidade das mangabas está associada a aplicação de técnica de resfriamento aplicado aos frutos como consequência da redução dos processos metabólicos dos mesmos (LAMIKANRA *et al.*, 2000).

Em estudos realizados por Jacomino *et al.*, 2011, foi possível observar pequeno aumento nos valores de pH em morangos hidrorresfriados, entretanto, da mesma forma que o presente estudo os valores observados da diferença não foram significativos estatisticamente para a pesquisa.

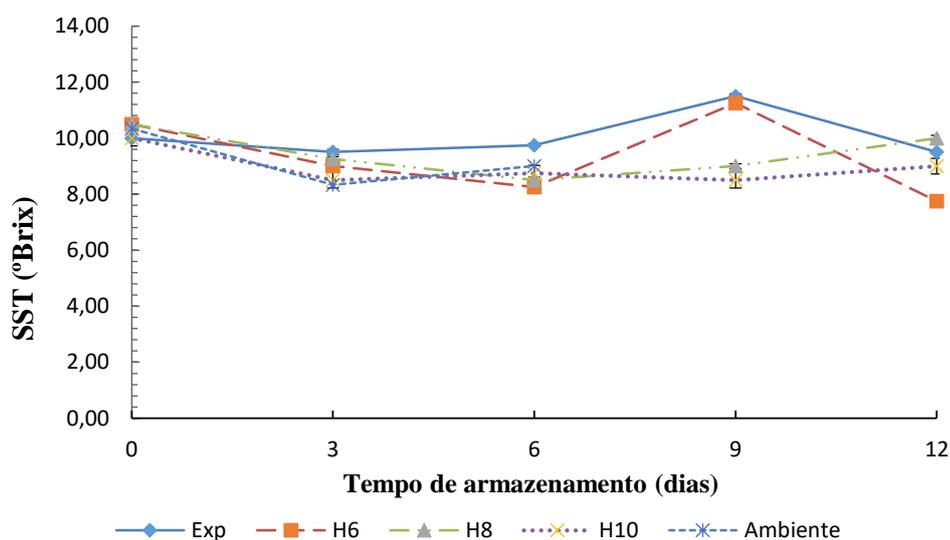
Figura 17 - pH de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.



### 5.1.2.6. BRIX

Verificou-se valores superiores para o tratamento Exp entretanto sem diferir significativamente dos demais tratamentos variando em 17% em todo o período de armazenamento. Observou-se maior variação a partir do sexto dia de armazenamento em todas as amostras, contudo não foi observado diferença significativa entre os tratamentos (Figura 18). Análises do 9º dia de armazenamento foram observados valores superiores ao inicial nos tratamentos EXP e H6 com 11,5 e 11,25 respectivamente, diferindo significativamente das amostras H8 (9) e H10 (8,5), estas apresentando maior estabilidade estatisticamente nos valores de °Brix durante o armazenamento ( $p < 0,05$ ). Ao analisar os dias de armazenamento em um mesmo tratamento foi observada diferença significativa apenas na amostra H6 durante o período de armazenamento indicando que esta sofreu maior variação do °brix de aproximadamente 26%, e menores valores para H8 e Exp do valor inicial com 4,7% e 5% respectivamente.

Figura 18 - BRIX de frutos mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.



Uma das hipóteses que podem ter causado a variação do teor de sólidos solúveis (Figura 18) pode ser a perda de água que o produto sofreu durante o período de armazenamento (Figura 10) visto que o valor de °Brix se concentra, desta forma, verificou-se a estabilidade na perda de massa até o 9º dia de armazenamento para frutos hidrorresfriados, com diferença significativa

para frutos hidrorresfriados a 8°C ( $p < 0,05$ ). Verificou-se maior perda de massa para frutos resfriados em expositor no 3º dia, porém não foram verificadas diferenças para o ° Brix durante o armazenamento (CARNELOSSI *et al.*, 2004).

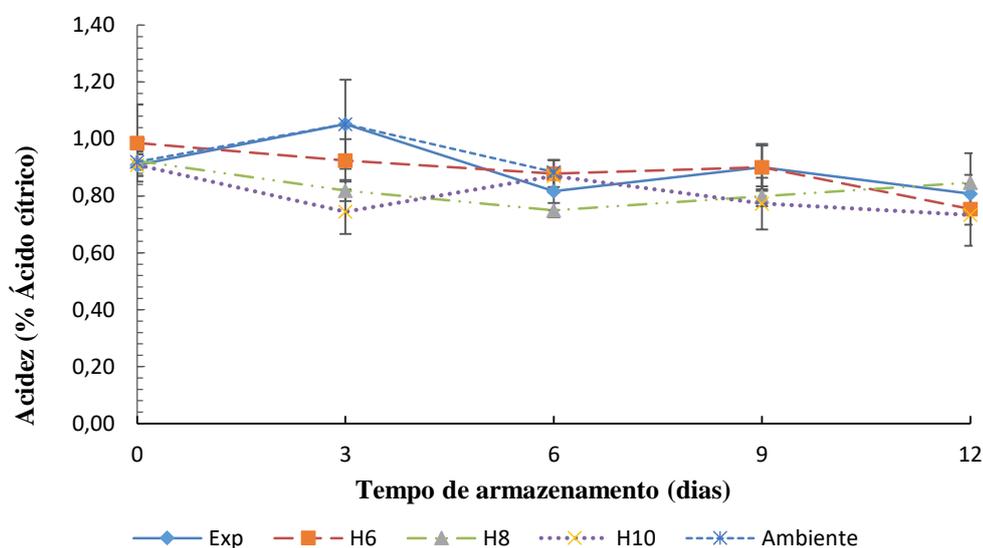
Ao estudarem morangos hidrorresfriados Ferreira et al., 2006 verificaram aumento dos teores de sólidos solúveis totais em todos os tratamentos, entretanto, o tratamento utilizando hidrorresfriamento apresentou menor variação em relação ao resfriamento com ar forçado, dados que corroboram com o encontrado no presente estudo. Da mesma forma Aroucha et al., 2016 em seus estudos com melão verificaram a eficiência do hidrorresfriamento na manutenção dos sólidos solúveis da fruta. Desta forma, verificou-se a eficiência do hidrorresfriamento em frutos de mangaba na manutenção do SST de mangabas armazenadas sob refrigeração.

#### **5.1.2.7. Acidez titulável**

Verificou-se redução na acidez titulável para frutos hidrorresfriados e aumento para os frutos resfriados em expositor e mantidos em temperatura ambiente. Frutos em temperatura ambiente demonstrando maior variação (12,5%) de seus respectivos valores no terceiro dia de armazenamento, diferindo significativamente de frutos hidrorresfriados a 8 e 10°C ( $p < 0,05$ ) (Figura 19). Uma das possíveis causas para o aumento da acidez em frutas é a hidrólise dos constituintes da parede celular, como as pectinas, que podem gerar a formação de radicais como os ácidos galacturônicos como resposta às reações metabólicas (MOURA *et al.*, 2013; RAJU; CHAUHAN; BAWA, 2011). Desta forma, frutos hidrorresfriados apresentaram melhor estabilidade na acidez durante o armazenamento não diferindo a partir do 6º dia de armazenamento ( $p < 0,05$ ).

Verificou-se, analisando um mesmo tratamento, maior variação da acidez em 23% dos frutos hidrorresfriados a 6°C e resfriados em expositor, e maior estabilidade em frutos hidrorresfriados a 8 e 10°C com 18 e 19% respectivamente demonstrando maior estabilidade durante o armazenamento ( $p < 0,05$ ). Os ácidos em frutas são substratos para o processo respiratório e de conversão de açúcar, e sua redução pode indicar o consumo para o processo metabólico do fruto (CAVALINI *et al.*, 2006; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Desta forma, frutos hidrorresfriados demonstraram maior estabilidade na variação da acidez dos frutos podendo ser um indicador da redução da atividade metabólica.

Figura 19 - Acidez de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.



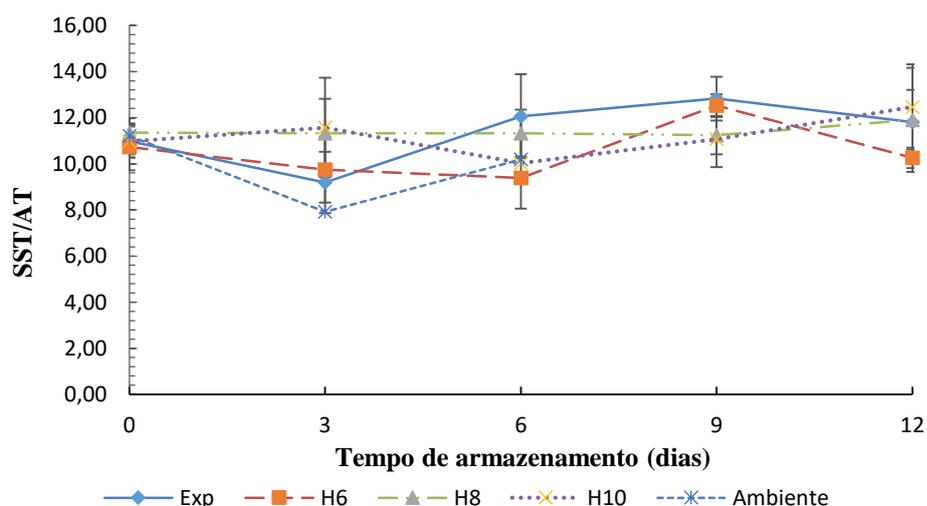
Verificou-se em trabalhos como o de Azzolini, Jacomino e Spoto (2004) e Moura *et al.*, (2013), por exemplo, foram observados o aumento nos teores de ácidos nos primeiros dias de armazenamento ao estudarem goiaba e umbu respectivamente. Aroucha *et al.*, (2016) verificaram a redução de acidez em melão hidrorresfriado e controle, entretanto a diferença foi inferior a 0,013%. No presente estudo, o hidrorresfriamento em mangabas demonstrou-se uma técnica eficaz na manutenção da estabilidade da acidez titulável em mangabas durante o armazenamento.

#### 5.1.2.8. RATIO

O RATIO é um parâmetro utilizado para indicar a possível sensação agradável no paladar do consumidor (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010). No presente trabalho pode-se observar elevação no teor de RATIO para o tratamento EXP quando comparado aos demais tratamentos (Figura 20), mantendo-se superior aos hidrorresfriamento, essa rápida elevação pode indicar maior instabilidade do tratamento ao ser aplicado em mangabas devido a processo metabólico das frutas. Porém, quando comparados os valores dos tratamentos hidrorresfriados não foi verificada diferença significativa entre eles durante o período de armazenamento sendo observado valores médios de 11,61 para os tratamentos com valor superior para o H10 (12,46) ( $p < 0,05$ ).

Verificou-se, em cada tratamento, que os frutos hidrorresfriados H8 e H10 apresentaram maior estabilidade durante o armazenamento com variação total de 5% e 19% respectivamente não observando diferenças significativas até o 12º dia (Figura 20) ( $p < 0,05$ ). O Ratio, que é a relação entre SST/AT, pode ser um indicativo do grau de maturação dos frutos indicando a maior variação dos frutos resfriados em expositor e menor estabilidade durante o armazenamento (AZZOLINI; JACOMINO; SPOTO, 2004). Por exemplo, (SENA *et al.*, 2019a) verificou maior estabilidade do RATIO em pedúnculos de caju hidrorresfriados, corroborando com o verificado neste trabalho. Desta forma, o hidrorresfriamento é uma técnica que pode ser utilizada para a manutenção do RATIO em mangabas.

Figura 20 - RATIO de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10), e em expositor (EXP) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.



### 5.1.2.9. Análise dos componentes principais

A análise de componentes principais (ACP) mostrou que os componentes 1 (PC1) e 2 (PC2) (Tabela 3) explicam aproximadamente 87% e 9% da variância das análises relacionados a influência do hidrorresfriamento sobre os parâmetros de qualidade das mangabas, em que, o fator 1 foi influenciado pelas análises de vitamina C, firmeza, cor “a” e o fator 2 foi influenciado pelas análises de firmeza, perda de massa e cor “a”. Entre os componentes analisados, a

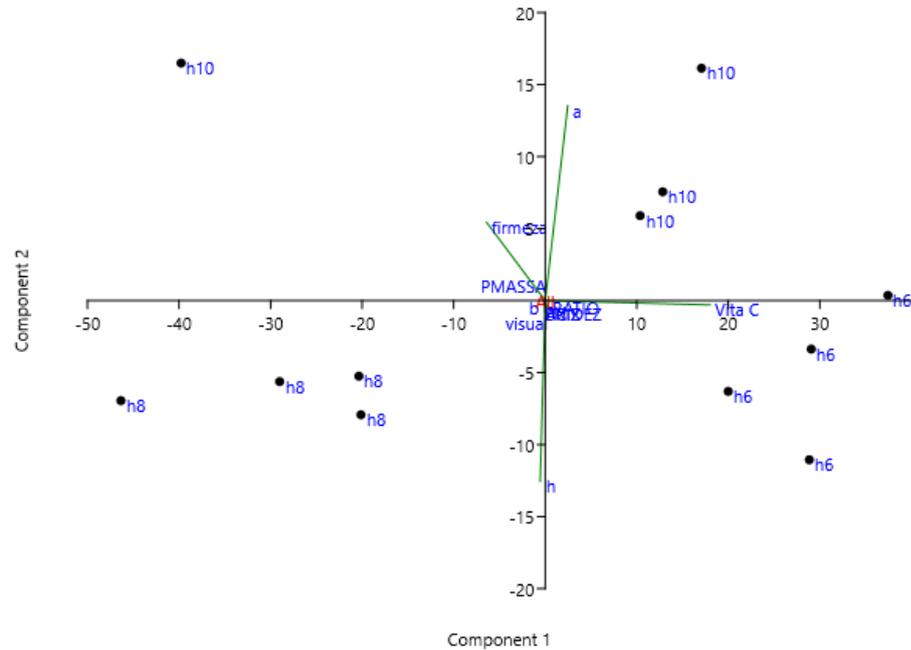
vitamina c foi o parâmetro influente nas análises e mais teve relevância para os tratamentos, seguido cor “a” e firmeza (Tabela 3).

Tabela 3 - Matriz de correlação da análise multivariada para todos os parâmetros de mangaba resfriados e armazenados a 8 ° C.

loading	Componentes	
	PC 1	PC 2
<b>pH</b>	-0.0014722	-0.0010288
<b>Brix</b>	0.0016303	-0.0038595
<b>Acidez</b>	0.0015041	-0.0039302
<b>ratio</b>	0.013399	-0.022961
<b>pmassa</b>	0.0062116	0.0071249
<b>H</b>	-0.029315	-0.65088
<b>a</b>	0.12776	0.70254
<b>b</b>	-0.0019125	-0.02771
<b>Vita c</b>	0.93356	-0.014983
<b>Firmeza</b>	-0.33303	0.28463
<b>Visual</b>	-0.012146	-0.013434

Verificou-se a partir da correlação da análise de ACP que amostras hidrorresfriadas a 6 e 10°C obtiveram maiores valores nos teores de vitamina C e cor “a “ para o componente 1 indicando menor estabilidade dos frutos hidrorresfriados nas respectivas temperaturas Figura 21 - Gráfico de componentes principais de mangabas (Figura 21). A firmeza apresentou maior correlação para os valores de frutos hidrorresfriados a 8°C indicando que durante ao armazenamento a técnica foi eficiente na manutenção da qualidade dos frutos. Dada a importância do fator 1 com 87% para a explicação da variância a firmeza está relacionada também às possíveis taxa metabólica da mangaba e a consequente perda de água da fruta, que utiliza parte da composição de sua parede celular para a síntese de componentes, como por exemplo a vitamina C, o que causa o seu murchamento e perda da textura. Com o aumento das taxas metabólicas e redução da firmeza, a parede celular das frutas, incluindo a mangaba, sofre reações que consomem os pigmentos da parede fazendo com que a cor dos frutos seja influenciada durante o período de armazenamento.

Figura 21 - Gráfico de componentes principais de mangabas hidrorresfriamento a 6°C (H6), hidrorresfriamento a 8°C (H8), hidrorresfriamento a 10°C (H10) armazenados a 8,0 ±.



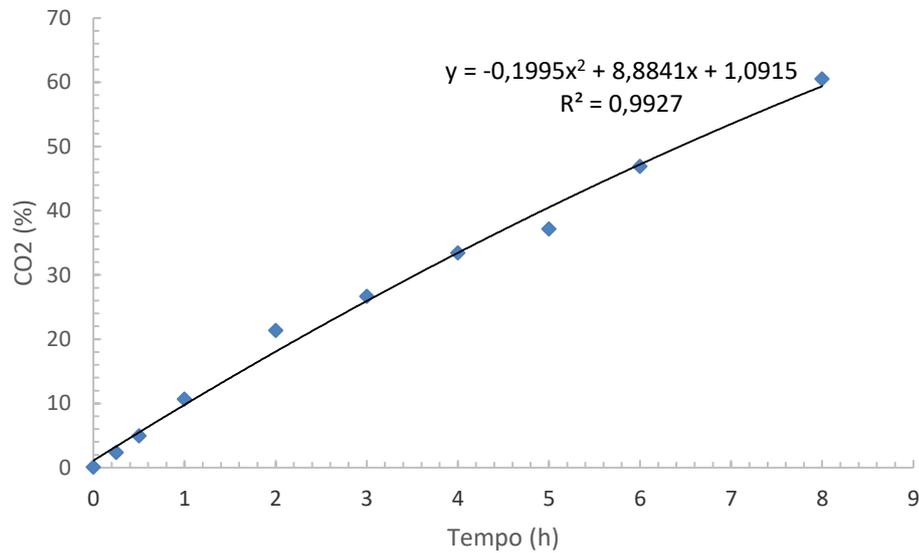
Fonte (autor)

Assim, com base no apresentado, a partir da ACP foi determinado as análises que apresentaram maior influência na qualidade de mangabas, sendo estas utilizadas como critério para a escolha do tratamento de hidrorresfriamento o experimento seguinte, assim, foi selecionado o tratamento H8 entre os hidrorresfriamento para a utilização dos experimentos de respiração, visto que, ao analisar os parâmetros que foram mais influenciados com o hidrorresfriamento este apresentou melhor estabilidade durante o período de armazenamento, além disso como controle foram utilizados mangabas resfriadas em expositor e em ambiente.

## 5.2 Respiração e produção de etileno

O acúmulo de CO<sub>2</sub> de mangaba, colocadas em sistema fechado aumentou linearmente até aproximadamente 2h de análise (Figura 22), nos primeiros 15 minutos de experimente foi possível observar um acúmulo de 1,75% de CO<sub>2</sub> para as mangabas. A partir de 2h houve redução no acúmulo de CO<sub>2</sub> com pequenas variações até 5h de análise verificando-se acúmulo de 60% de CO<sub>2</sub> nos recipientes observando-se um novo aumento em 6h de sistema fechado.

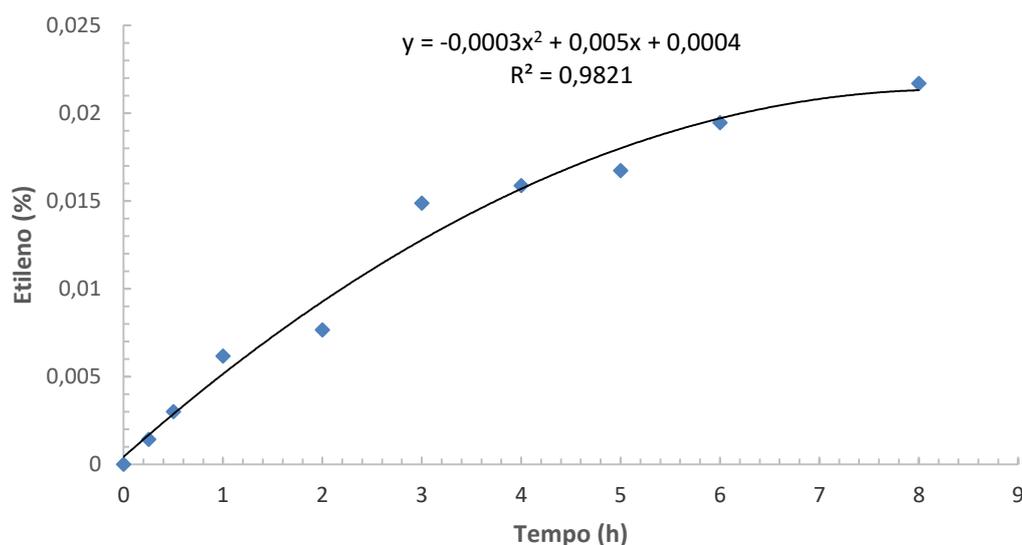
Figura 22 - Curva da produção de CO<sub>2</sub> (%) de mangaba em sistema fechado durante 8h de armazenamento.



Verificou-se linearidade na curva de etileno (Figura 23) até 1h de armazenamento com acúmulo inicial de 0,00132% de etileno em 15 minutos de análise, observando-se queda no acúmulo após 1h de fechamento dos frascos. Observou-se acúmulo de 0,02% de etileno e mangabas em 8h de análise com sistema fechado, verificando-se, da mesma forma que o CO<sub>2</sub> um novo aumento das taxas em 6h de fechamento dos frascos.

A redução na produção de etileno e na evolução de CO<sub>2</sub> observado de 2 a 5h está associado ao acúmulo de CO<sub>2</sub> no sistema com o passar do tempo, uma vez que altas concentrações de CO<sub>2</sub> podem inibir a fosforilação oxidativa inibindo, assim, a taxa respiratória e a síntese de etileno dos frutos (ABELES; MORGAN; SALTVEIT, 1992; KADER *et al.*, 1989).

Figura 23 - Curva da produção de Etileno (%) de mangaba em sistema fechado durante 8h de armazenamento.

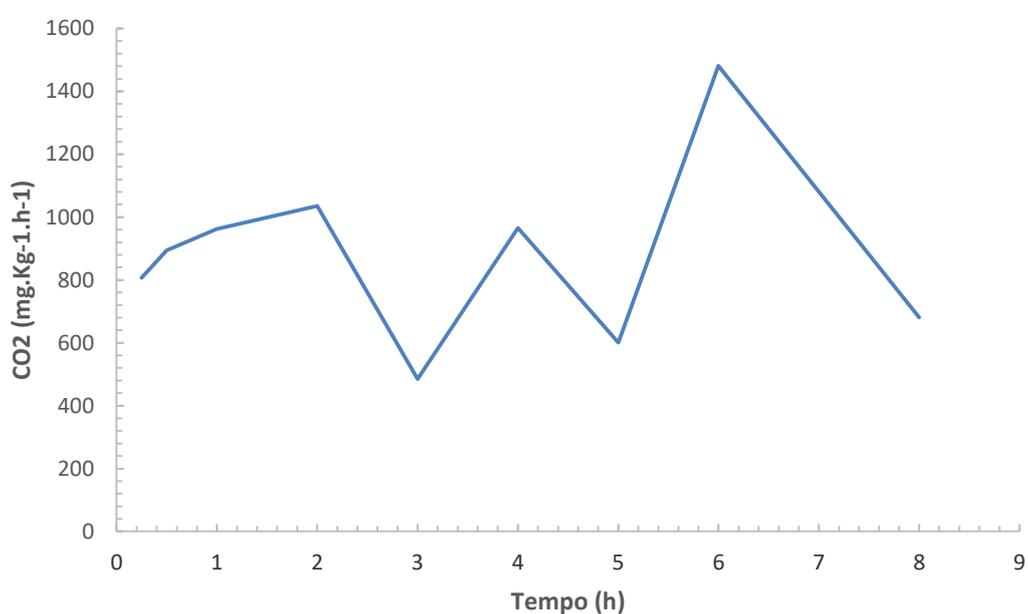


O aumento na evolução de  $\text{CO}_2$  e na síntese de etileno observado após as 5h do fechamento dos frascos, pode estar associado a respiração anaeróbica dos frutos (WILLS *et al.*, 2007). O acúmulo excessivo de  $\text{CO}_2$ , no sistema fechado, e consequentemente a diminuição da concentração do oxigênio, pode ativar o metabolismo anaeróbico do fruto, uma vez que níveis críticos de oxigênio são determinantes para o sistema respiratório celular (STEFFENS *et al.*, 2007; WILLS *et al.*, 2007). O fruto, pode ter iniciado a respiração anaeróbica uma vez que os frascos permaneceram fechados durante todo o tempo experimental, e assim, ocorreu a conversão da glicose em piruvato, pela via glicolítica, que por sua vez foi metabolizado em ácido lático ou acetaldeído e etanol, nesse processo a produção de etanol ocorre a descarboxilação do piruvato a  $\text{CO}_2$ , o que pode justificar o aumento considerável da produção de  $\text{CO}_2$  após 5h dos frutos (Figura 22) e o aumento da evolução de etileno (Figura 23) observada no presente trabalho (STEFFENS *et al.*, 2007; WILLS *et al.*, 2007). Esse aumento na produção de  $\text{CO}_2$  pode ter levado o fruto a um estresse o qual estimulou também a síntese de etileno (Figura 23) (STEFFENS *et al.*, 2007; WILLS *et al.*, 2007).

As curvas de  $\text{CO}_2$  e etileno são importantes para a determinação da taxa respiratória dos frutos, visto que a taxa é calculada a partir do intervalo linear do acúmulo de  $\text{CO}_2$  e etileno dos frutos com o sistema fechado, com os dados obtidos da curva de acúmulo determinou-se a faixa de linearidade da curva, verificando-se que melhores tempos para a análise são inferiores a 1h de fechamento, pois, nesse período o acúmulo de  $\text{CO}_2$  e etileno foram constantes, sendo importante para a construção do gráfico da taxa respiratória do fruto. Desta forma, a partir dos dados obtidos determinou-se o tempo de 30 minutos, que foi suficiente para a determinação de  $\text{CO}_2$  e etileno dos frutos de mangabas em sistema fechado.

A taxa respiratória de mangabas em sistema fechado por 8h aumentou após o fechamento do sistema, observou-se aumento de 15 minutos até 2h de análise (807 a 1035,11  $\text{mg.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ) (Figura 24). Verificou-se variações na taxa respiratória até 8h de análise com maior pico em 6h de análise (1481  $\text{mg.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ). Observou-se variação de 995  $\text{mg.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$  da taxa respiratória das mangabas durante o período de análise.

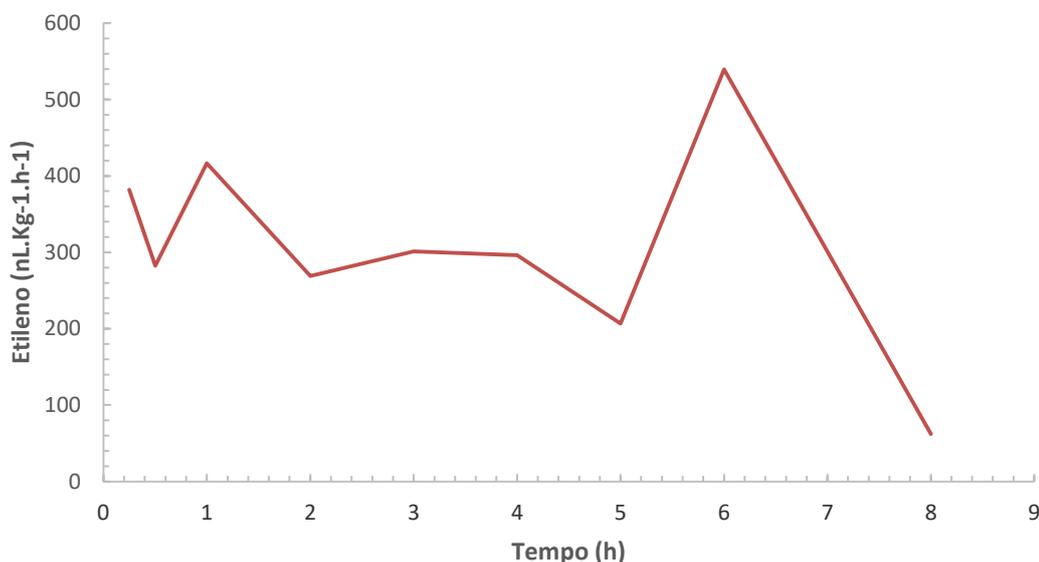
Figura 24 - Taxa respiratória de mangaba em sistema fechado durante 8h de armazenamento.



Verificou-se perfil próximo entre a taxa de etileno e a taxa respiratória de mangabas, observou-se o aumento da taxa de etileno com 1h e o maior pico em 6h de sistema fechado (539,4  $\text{nl.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ) (

Figura 25). No período compreendido de análise foi observado variação de 332,8  $\text{nl.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$  da taxa de etileno com menor valor observado em 8h de armazenamento (62,25  $\text{nl.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ).

Figura 25 - Taxa de produção de Etileno de mangaba em sistema fechado durante 8 h de armazenamento.

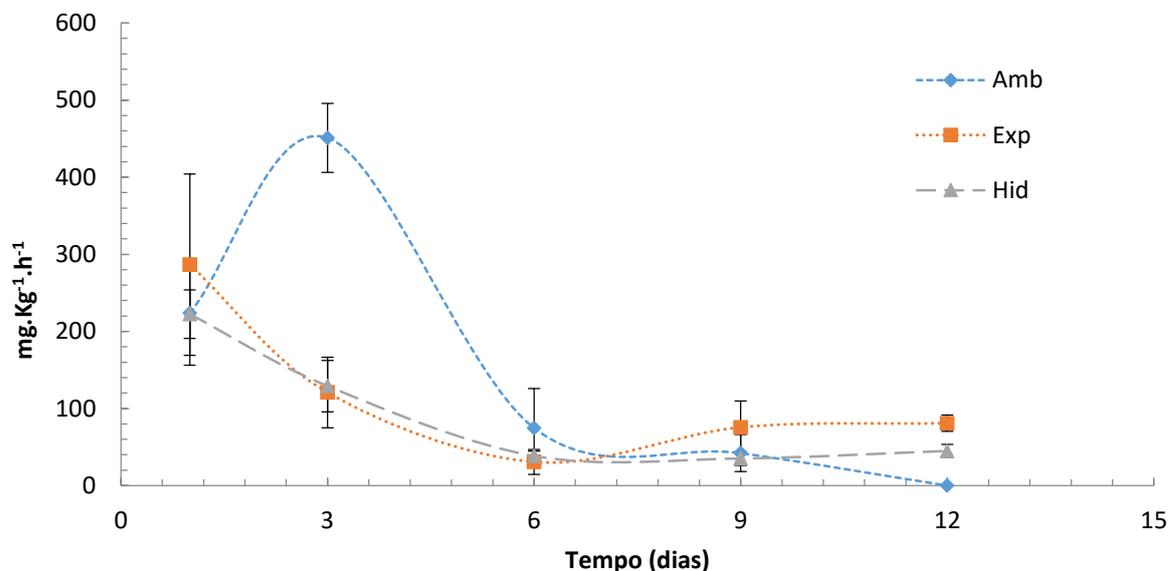


O aumento da taxa respiratória e produção de etileno está relacionado às reações bioquímicas e fisiológicas dos frutos em resposta ao estresse que podem ser causados durante a pós colheita, essas reações se tornam mais ativas com objetivo de restabelecer o estado de equilíbrio energético dos frutos quando estava ligado a planta mãe (CARNELOSSI *et al.*, 2005; WATADA; ABE; YAMUCHI, 1990). Verificou-se nos frutos a elevação da taxa respiratória e de etileno dos frutos em 1h, menos acentuado, e em 6h de sistema fechado indicando que nesse período ocorreu o aumento das reações bioquímicas e fisiológicas da mangaba indicando que o fruto entrou na fase de anaerobiose elevando-se a produção de CO<sub>2</sub> nessa fase. Conseqüentemente, foram observados quedas acentuadas na taxa de CO<sub>2</sub> e etileno em determinados tempos o que pode estar associado ao acúmulo de CO<sub>2</sub> no frasco, pois, em altas concentrações de CO<sub>2</sub> a fosforilação oxidativa pode ser inibida, inibindo também a síntese de etileno dos frutos (ABELES; MORGAN; SALTVEIT, 1992; KADER *et al.*, 1989).

A taxa respiratória (Figura 26) e a produção de etileno (27) da mangaba processado também foram determinadas em sistemas aberto, durante 12 dias de armazenamento. A temperatura de armazenamento associado ao pré-resfriamento afetou significativamente tanto a taxa respiratória (Figura 26) quanto a evolução de etileno (Figura 27) das mangabas em sistema aberto durante o armazenamento. Verificou-se aumento expressivo da taxa respiratória para mangabas em temperatura ambiente (450 mg.Kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>) no terceiro dia de armazenamento,

atingindo valores até 3x maiores que frutos tratados, enquanto frutos hidrorresfriados e resfriados em expositor sofreram redução da taxa respiratória no mesmo período com valores de  $129 \text{ mg.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$  e  $120 \text{ mg.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$  respectivamente ( $p < 0,05$ ). Verificou-se valores constantes da taxa respiratória para frutos hidrorresfriados a partir do 6º dia de experimento e o aumento na taxa respiratória para frutos resfriados em expositor indicando que as técnicas de resfriamento promoveram a redução das reações metabólicas e fisiológicas dos frutos, além disso, o hidrorresfriamento dos frutos promoveu maior estabilidade na taxa respiratória do fruto demonstrando a eficiência da técnica na manutenção dos frutos.

Figura 26 - Taxa respiratória de mangaba hidrorresfriada a  $8^\circ\text{C}$  (Hid 8), resfriada em expositor (Exp) armazenadas a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  e mangabas mantidas em temperatura ambiente (Amb), durante 12 dias armazenadas em sistema aberto.

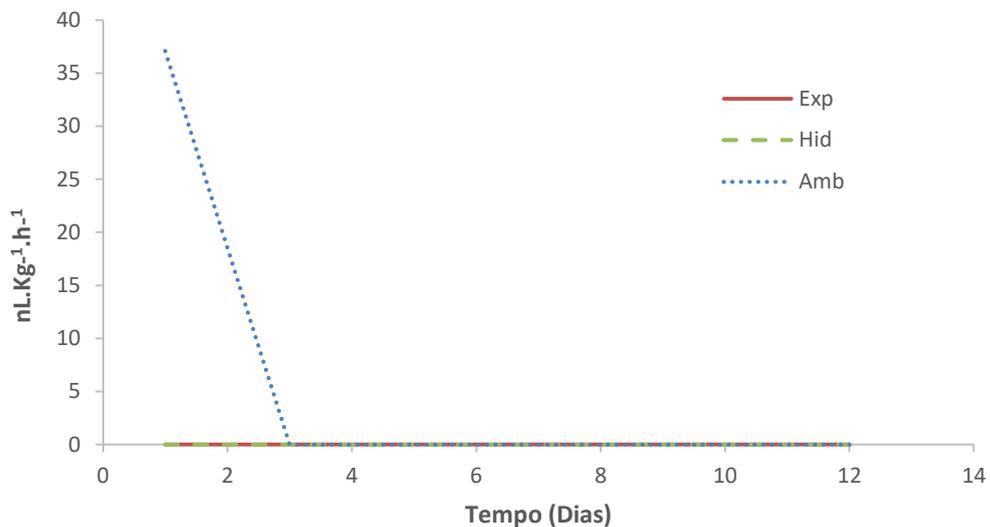


A produção de etileno foi observada apenas no primeiro dia de análise para frutos em temperatura ambiente, entretanto, para estes frutos foi observado valores inferiores na produção de etileno dos frutos com produção média de  $0,37 \text{ nL.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ . Diversos fatores podem influenciar na qualidade dos frutos, bem como em sua atividade metabólica, como por exemplo, o período de colheita e o desenvolvimento ideal do fruto.

O controle da temperatura é a técnica mais eficiente para o controle dos processos metabólicos das frutas, uma vez que podem ser reduzidos de 2 a 3 vezes a cada redução de  $10^\circ\text{C}$  na temperatura quando aplicado de forma correta a (BRECHT, 1995; CARNELOSSI *et al.*,

2005). Por exemplo Lima, Rodrigues, *et al.*, 2015 analisaram a taxa respiratória da mangaba mantida a 5 ° C, 10 ° C, 20 ° C e 25 ° C e observaram que mangabas em temperaturas mais baixas produziam menos CO<sub>2</sub> indicando o retardo da taxa respiratória do fruto, dados que corroboram os dados encontrados nesse estudo, uma vez que frutos resfriados produziram menos CO<sub>2</sub> ao analisar o mesmo período. Além disso, frutos hidrorresfriados demonstraram maior estabilidade durante o armazenamento resfriado com menor variação da taxa respiratória.

Figura 27 - Taxa de etileno de mangaba hidrorresfriada a 8°C (Hid 8), resfriada em expositor (Exp) armazenadas a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  e mangabas mantidas em temperatura ambiente (Amb), durante 12 dias armazenadas em sistema aberto.



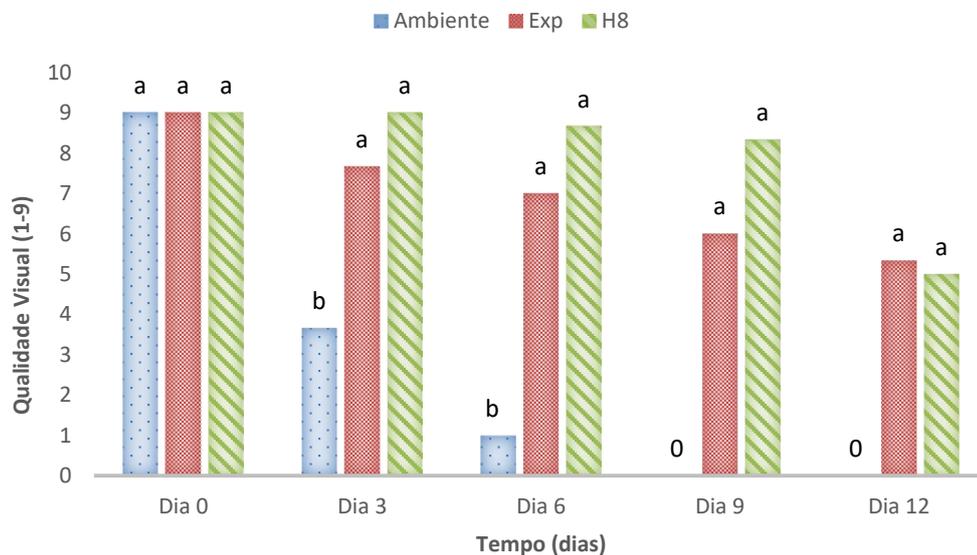
Os frutos de mangaba são frutos climatéricos, podem ser classificados quando a taxa respiratória em moderado (140-288 mg.Kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>), quando no estágio de vez, e alto (288-432 mg.Kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>) e muito altas (>432 mg.Kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>) durante o amadurecimento, isto implica no grau de maturação do fruto, desta forma, quanto maior a taxa respiratória, maior a perfectibilidade do fruto, pois os compostos orgânicos armazenados na fruta são utilizados em processos oxidativos necessários à respiração que pode ocasionar a perda da qualidade que está associada a esses compostos (BENKEBLIA *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2015c). Dessa forma, confirmou-se a alta taxa respiratória em mangabas, e que os tratamentos promoveram a redução das taxas metabólicas dos frutos observando-se maior estabilidade nos frutos hidrorresfriados, indicando ser uma técnica viável para a redução das reações metabólicas e redução do processo de senescência dos frutos.

## 5.2.1. Análises Físico Químicas de mangabas hidrorresfriadas a 8°C

### 5.2.1.1. Qualidade visual

Ao analisar a qualidade visual dos frutos (Figura 28), pode-se verificar a perda de qualidade visual expressiva nos frutos em temperatura ambiente em de 91%, apresentando no terceiro dia de armazenamento diferença significativa ( $p < 0,05$ ) dos frutos tratados com resfriamento, indicando frutos ruins, sem brilho e no limite de comercialização (JACOMINO *et al.*, 2011). Este fato se deve a elevada taxa respiratória do fruto visto que no terceiro dia de armazenamento apresentou o maior pico de respiração, estando associado a altas reações metabólicas do fruto e conseqüentemente o seu elevado grau de maturação que pode causar a perda excessiva da qualidade do fruto (BENKEBLIA *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2015c).

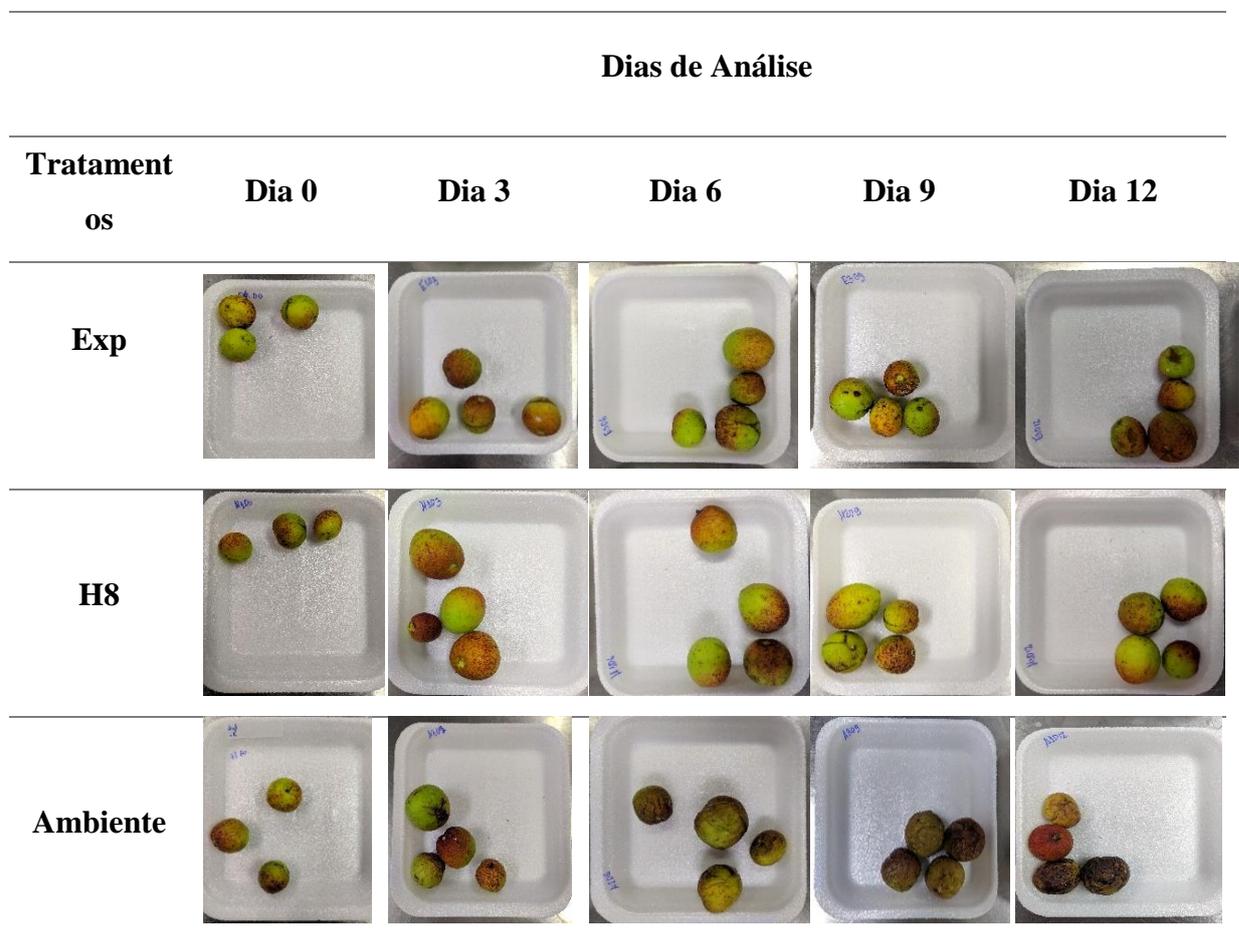
Figura 28 - Avaliação da qualidade visual de frutos de mangaba pelo método de hidrorresfriamento a 8°C (H6) e Expositor (Exp) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  e ambiente como controle. Onde 9 - excelente: aparência fresca, alto brilho e 1 - Extremamente ruim: aparência irregular (murcha). Valores seguidos de letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos para o mesmo período avaliado de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).



Observou-se comportamento semelhante para frutos hidrorresfriados e resfriados em expositor com redução da qualidade visual durante o armazenamento, contudo, frutos hidrorresfriados mantiveram qualidade visual superior aos demais tratamentos, entretanto não foram observadas diferenças para um mesmo dia de análise ( $p < 0,05$ ). Verificou-se melhor estabilidade na qualidade visual em frutos hidrorresfriados durante os 12 dias de

armazenamento (Figura 29), variando em 44%, enquanto frutos resfriados em expositor apresentaram reduções de qualidade significativa ( $p < 0,05$ ) a partir do 6º dia de armazenamento (40%) na qualidade visual, dessa forma, o hidrorresfriamento de mangabas associado ao armazenamento refrigerado mostrou-se melhor na manutenção da qualidade de mangabas, pois promoveu a menor taxa respiratória dos frutos com a menor variação e conseqüentemente as menores reações metabólicas dos frutos que estão associadas a perda de qualidade, assim, prolongando o tempo a vida útil do fruto por maior período de tempo.

Figura 29 - Qualidade visual de mangaba hidrorresfriada a 8°C (Hid 8), resfriada em expositor (Exp) armazenadas a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  e mangabas mantidas em temperatura ambiente (Amb), durante 12 dias de armazenamento.



Fonte (Autor)

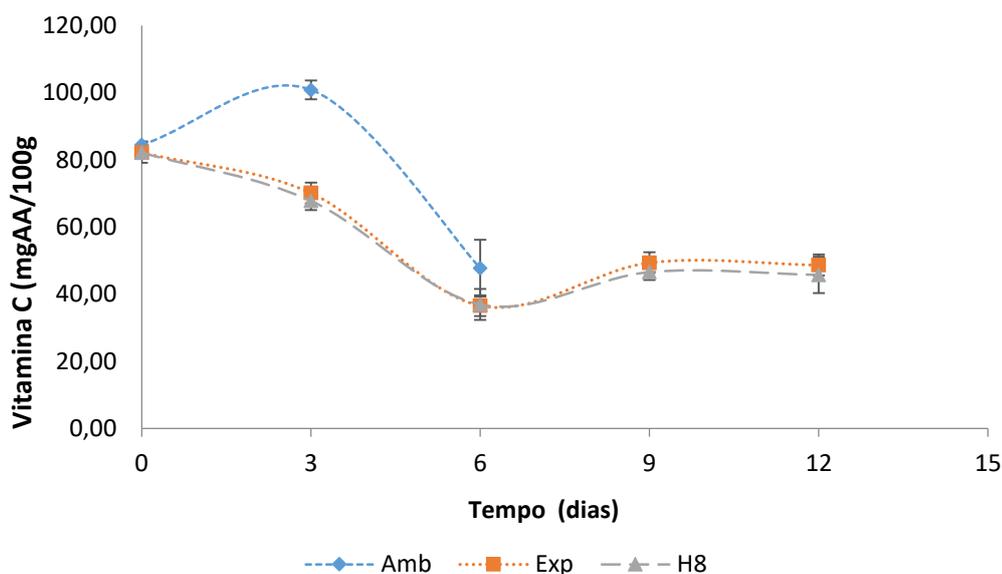
### 5.2.1.2. Vitamina C

Verificou-se aumento nos te em 19% no terceiro dia de análise (Figura 30) para frutos mantidos em temperatura ambiente, o oposto foi observado nos frutos tratados com

hidrorresfriamento e resfriados em expositor, diferindo significativamente no terceiro dia de armazenamento ( $p < 0,05$ ). A redução nos teores de vitamina C é resultado da ação das enzimas oxidativas e ocorre durante o amadurecimento e período de armazenamento dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; NASSER *et al.*, 2015).

Foi observada estabilidade nos teores de vitamina C a partir do 6º dia de armazenamento em amostras hidrorresfriadas (43,05 mg 100 g<sup>-1</sup> médio) enquanto nas amostras em Exp foi observado um leve aumento a partir do 6º dia de armazenamento em que foram observadas elevação da taxa respiratória indicando aumento das reações metabólicas dos frutos resfriados em expositor, entretanto não foi observado diferença significativa entre os tratamentos Exp e H8 ( $p < 0,05$ ).

Figura 30 - Vitamina C de frutos de mangaba hidrorresfriadas a 8°C (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.



Valores de vitamina C superiores podem ser observados em mangabas que apresentam maior grau de maturação indicando o avanço do estágio de maturação da mesma, por exemplo Silva, Martins e Deus, de, 2009 observaram este comportamento em que houve o aumento no conteúdo de vitamina C no processo de maturação para mangabas do Cerrado (26,1 mg 100 g<sup>-1</sup> para frutos maduros). Perfeito *et al.*, 2015 também verificaram que o teor de ácido ascórbico foi maior em mangabas maduras (59,16 mg 100 g<sup>-1</sup>).

O aumento do teor de vitamina C pode estar associado a atuação do ácido ascórbico em resposta às reações oxidativas que ocorrem durante o amadurecimento do fruto através do aumento da síntese de metabólitos intermediários que promovem a síntese da glicose-6- fosfato, a precursora imediata do ácido ascórbico (PERFEITO *et al.*, 2015). Como o maior pico das reações das atividades metabólicas do fruto ocorreu para o ambiente no terceiro dia de armazenamento, houve a maior síntese de vitamina C no fruto, esse comportamento foi observado apenas a partir do 9 dia de armazenamento para amostras Exp e H8, não sendo observado diferença significativa entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). Os parâmetros físico químicos de frutas podem variar conforme suas características fisiológicas, genéticas, estágio de maturação, estrutura biológica do fruto e a composição do solo (PERFEITO *et al.*, 2015)

Desta forma o pré-resfriamento foi eficiente ao prolongar o tempo de vida útil dos frutos por até 6 dias de armazenamento quando comparados aas amostras mantidas em ambiente visto que estas apresentavam-se totalmente maduras no terceiro dia de armazenamento.

### **5.2.1.3. Perda de massa**

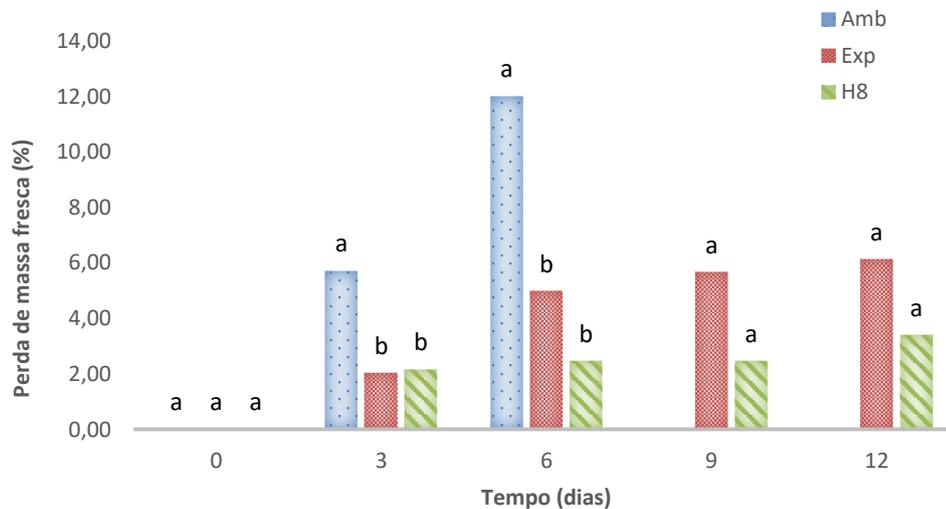
Verificou-se a perda de água excessiva para frutos mantidos em temperatura ambiente, (5,7% a 11,9%) durante o armazenamento (Figura 31) diferindo dos tratamentos aplicados ( $p < 0,05$ ). Observou-se menor perda de massa fresca em frutos hidrorresfriados, variando em 2,8% no conteúdo de água dos frutos, e para frutos resfriados em expositor verificou-se variação de até 6% durante o armazenamento (Figura 31), demonstrando melhor estabilidade que amostras ambientes ( $p < 0,05$ ), contudo não foram observados diferença significativa entre frutos hidrorresfriados e em expositor em um mesmo dia e em um mesmo tratamento ( $p < 0,05$ ).

A transpiração e a respiração são dois processos que estão associados e são bem conhecidos na perda de água de produtos frescos que está diretamente ligado à perda da qualidade visual e de textura das frutas (XANTHOPOULOS *et al.*, 2017). Por exemplo, (XANTHOPOULOS *et al.*, 2017) verificou que a respiração em peras é responsável por 39% da perda de água devido ao déficit de pressão de vapor d'água e verificou menores valores de perda de água em temperaturas mais baixas. Dessa forma, devido a elevada taxa respiratória observada no terceiro dia de armazenamento para frutos em temperatura ambiente, e elevadas reações metabólicas que ocorrem com o processo há a maior perda de água dos frutos e conseqüentemente seu murchamento e redução da firmeza causando maior perda de qualidade dos frutos (PERFEITO *et al.*, 2015). Além disso, frutos hidrorresfriados demonstraram menor

perda de água e conseqüentemente menor perda de qualidade visual dos frutos devido ao rápido resfriamento e a baixa temperatura de armazenamento.

Santos *et al.*, 2009, ao avaliarem a conservação pos colheita de mangaba observou que técnicas associadas a refrigeração resultaram em menores perdas de massa fresca mantendo a qualidade de frutos durante 15 dias corroborando com o encontrado nesse estudo. Entretanto não foram observadas diferenças entre os frutos hidrorresfriados e resfriados em expositor durante o armazenamento, ambos demonstrando estabilidade na perda de água até o 12 dia de armazenamento ( $p < 0,05$ ). Assim, o hidrorresfriamento apresentou-se como uma técnica eficiente na manutenção da qualidade dos frutos promovendo a menor perda de água e mantendo a qualidade dos frutos por maior período de armazenamento.

Figura 31 - Perda de massa de mangaba hidrorresfriadas a 8°C (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenadas a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Valores seguidos de letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos para o mesmo período avaliado de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).



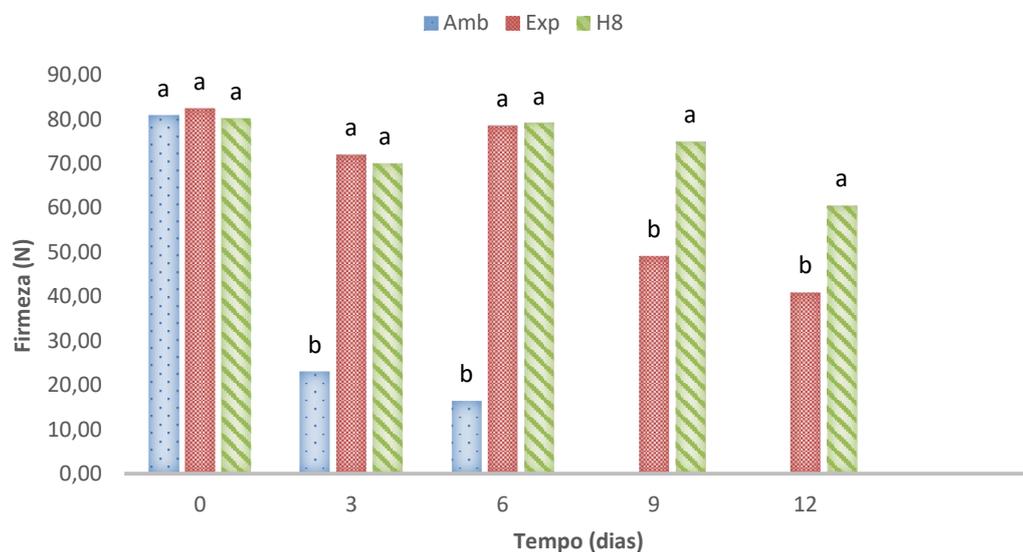
#### 5.2.1.4. Firmeza

Observou-se redução expressiva da firmeza para mangabas mantidas em temperatura ambiente no terceiro dia de armazenamento (71,6%). Verificou-se melhor estabilidade da firmeza para frutos hidrorresfriados até o 9º dia de armazenamento (24,48%) ( $p < 0,05$ ), e de

40.47% para frutos resfriados em expositor, verificando diferença significativa entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ) no respectivo dia de análise.

A firmeza é um parâmetro de qualidade de frutas que está associado aos processos metabólicos e a perda de água que o fruto sofre após a colheita, esta pode causar a degradação visual, perda de firmeza e perda de suculência devido ao encolhimento, por exemplo, a perda de 3 a 10% de massa fresca é o suficiente para iniciar o murchamento e inutilizar os produtos (DE LIMA *et al.*, 2015). Para os frutos em temperatura ambiente observou-se maior taxa respiratória no terceiro dia de armazenamento indicando altos processos metabólicos do fruto, causando maiores perda de água do fruto. Além disso, observou-se menores taxas em frutos hidrorresfriados e resfriados em expositor adiando a senescência dos frutos tratados. O hidrorresfriamento demonstrou-se eficiente na manutenção da firmeza dos frutos até durante o período de armazenamento verificando variação de 32% no 12º dia.

Figura 32 - Firmeza de frutos de mangaba hidrorresfriadas a 8°C (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Valores seguidos de letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos para o mesmo período avaliado de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

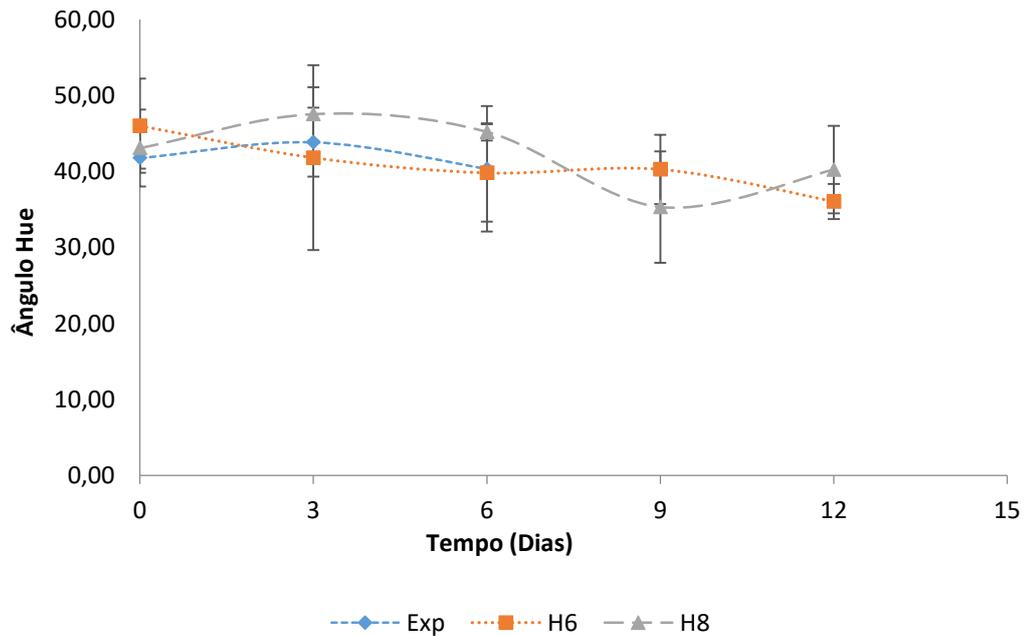


### 5.2.1.5. Cor

Foi verificada redução no ângulo de cor Hue em todos os tratamentos, com variação de 5,4% para amostras ambiente seguido de 14 e 25% de variação para os tratamentos Exp e H8 respectivamente (Figura 33). No entanto apesar da variação verificada não foram observados

diferença significativa entre os tratamentos em um mesmo dia de análise, da mesma forma que o mesmo tratamento entre dias diferentes.

Figura 33 - Ângulo de cor Hue de mangaba hidrorresfriadas a 8°C (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.



O parâmetro de cor  $a^*$  apresentou tendência de aumentar durante o período de armazenamento até o final com variação em torno de 60% observando valores que variavam de 2,9 a 37,12 (Figura 34). O aumento de cor  $a$  indica a transição da coloração dos frutos para um tom mais avermelhado podendo ser um ponto de indicação da maturação de mangabas, visto que em alguns estudos indicam que o vermelho é um dos indicativos de maturação da mangaba, contudo, em todos os dias de armazenamento a mangaba apresentava colorações distintas tanto verde quanto vermelho que são os parâmetros de indicação do  $a$  (- $a$  verde. + $a$  vermelho) (PERFEITO *et al.*, 2015). Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos durante o armazenamento.

Figura 34 Parâmetro de cor  $a^*$  de mangaba hidrorresfriadas a 8°C (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.

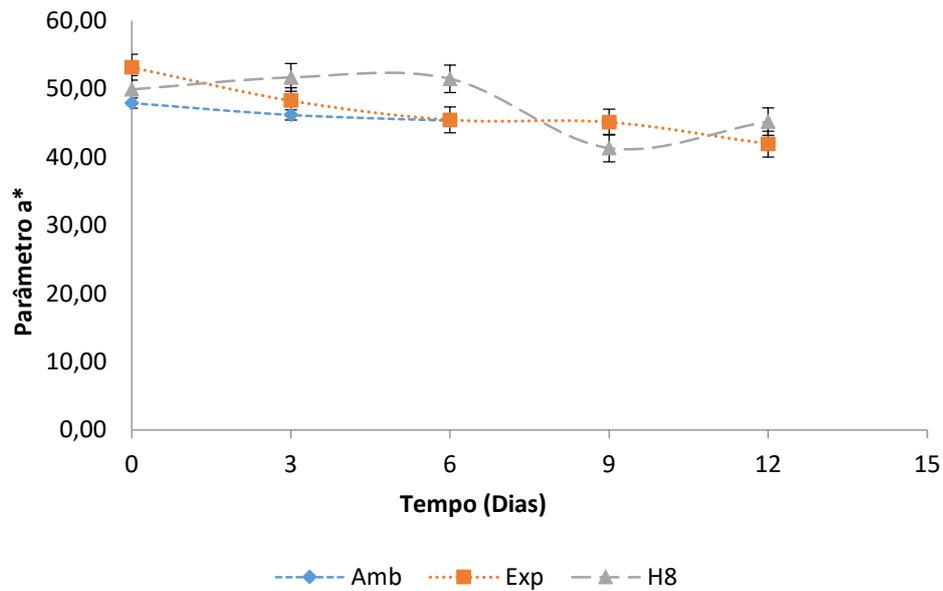
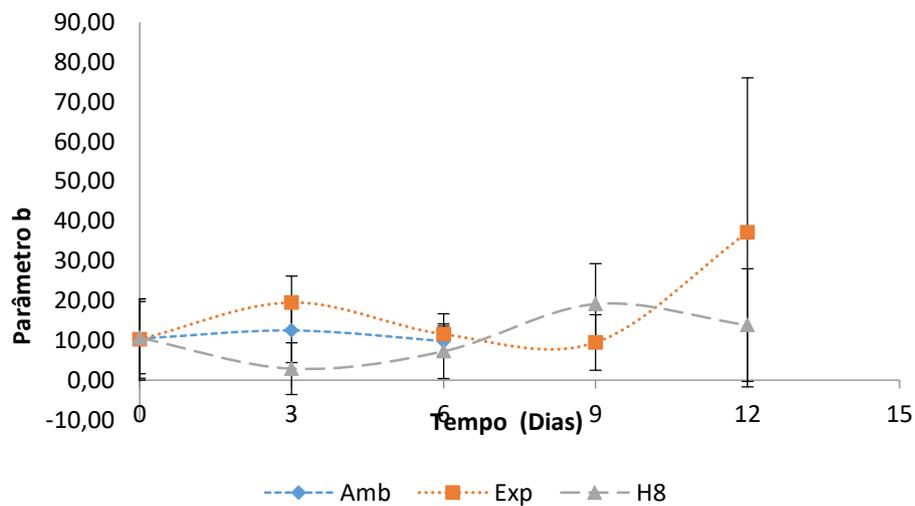


Figura 35 - Parâmetro de cor b de mangaba hidrorresfriadas a 8°C (H8) e resfriadas em expositor (Exp) armazenados a  $8,0 \pm 1^\circ\text{C}$  e ambiente como controle durante 12 dias. Barras verticais representam o desvio-padrão da média.



O parâmetro de cor  $b^*$  aumentou ligeiramente para amostra no ambiente no terceiro dia de armazenamento, seguido da queda dos valores, apresentando variação de 5,3% durante os dias de armazenamento (Figura 35). O aumento no terceiro dia de armazenamento pode indicar o amadurecimento do fruto visto que foi neste dia que a taxa respiratória do fruto foi elevada ao máximo nas mangabas mantidas no ambiente. Para amostras pré resfriadas foram observadas reduções de 21 e 20% nos valores de  $b^*$  entretanto não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos durante o período de armazenamento, logo, os resultados indicam a

dificuldade de determinação do ponto de colheita nas mangabas do Cerrado (PERFEITO *et al.*, 2015).

Ao analisar técnicas associadas com o resfriamento na conservação pós-colheita de mangaba, Santos *et al.*, 2009 observaram técnicas eficientes na manutenção da qualidade, entretanto frutos de mangaba em fase de maturação verde não desenvolveram a cor característica, o que pode ser uma justificativa para o observado no presente estudo, em que no segundo experimento não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos na análise de cor ( $p < 0,05$ ).

## 6 CONCLUSÃO

O hidrorresfriamento foi eficiente na redução do tempo de resfriamento e da taxa adimensional de temperatura  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{7}{8}$  sendo uma alternativa eficiente para a remoção do calor de campo nas temperaturas de 8 e 10°C. O hidrorresfriamento associado ao armazenamento foi eficaz na manutenção da qualidade dos frutos mantendo a firmeza, a estabilidade nos teores de vitamina C, a qualidade visual, a cor, o teor de sólidos solúveis, a acidez e o RATIO, além da menor perda de massa dos frutos.

O hidrorresfriamento reduziu as taxas metabólicas e produção de etileno dos frutos tratados, observando estabilidade para frutos hidrorresfriados a 8°C durante o armazenamento pós o 6º dia com a manutenção da qualidade visual dos frutos por maior período de tempo (12 dias), com maior firmeza dos frutos (9 dias), menor perda de massa (2,8%), menor variação no conteúdo de vitamina C. Não foram verificadas diferenças na cor.

Dessa forma, o hidrorresfriamento é uma técnica eficiente para a manutenção da qualidade pós colheita de mangabas associado ao resfriamento durante o armazenamento visto que o mesmo aumentou em até 6 dias a vida útil de mangabas, demonstrando o hidrorresfriamento a 8°C a melhor temperatura de hidrorresfriamento e armazenamento dos frutos.

## REFERÊNCIAS

- ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT, M. E. Regulation of Ethylene Production by Internal, Environmental, and Stress Factors. **Ethylene in Plant Biology**, p. 56–119, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-091628-6.50010-2>
- AGUILA, J. S.; HOFMAN, P.; CAMPBELL, T.; MARQUES, J. R.; HEIFFIG-DEL AGUILA, L. S.; KLUGE, R. A. Pré-resfriamento em água de lichia “B3” mantida em armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2373–2379, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782009000800016>
- ALLAIS, I.; LÉTANG, G. Influence of mist-chilling on post-harvest quality of fresh strawberries Cv. Mara des Bois and Gariguette. **International Journal of Refrigeration**, v. 32, n. 6, p. 1495–1504, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2009.01.002>
- ALMEIDA, M. M. B.; DE SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, Â. M. C.; DO PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. de C.; MAIA, G. A.; DE LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155–2159, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.051>
- ÁLVARES, V. de sousa. **Pré-Resfriamento , Embalagem E Hidratação Pós- Pré-Resfriamento , Embalagem E Hidratação Pós-colheita de salsinha**. Minas Gerais: Dissertação de Doutorado Universidade Federal de Viçosa., 2006.
- ALVES, P. M.; LEITE, P. H. A. S.; PEREIRA, J. V.; PEREIRA, L. F.; PEREIRA, M. S. V.; HIGINO, J. S.; LIMA, E. O. Atividade antifúngica do extrato de *Psidium guajava* Linn. (goiabeira) sobre leveduras do gênero *Candida* da cavidade oral: uma avaliação in vitro. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 2, p. 192–196, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2006000200010>
- AMARANTE, C. V. T. do; STEFFENS, C. A.; DUCROQUET, J. P. H. J.; SASSO, A. Qualidade de goiaba-serrana em resposta à temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1683–1689, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001200007>
- ANDRADE, S, P, A. Análise da Conjuntura Agropecuária – Safra 2016/17. **Secretária da Agricultura e do Abastecimento.**, v. 1, 2017.
- ANTONIALI, S.; LEAL, P. A. M.; MAGALHÃES, A. M. de; SANCHES, J. Resfriamento rápido de pimentão amarelo com ar forçado. **Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 1110–1116, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782012005000030>
- AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (method 945.46). *In: Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. [S. l.: s. n.]*.
- AROUCHA, E. M. M.; DE ARAUJO, J. M. M.; NUNES, G. H. de S.; DE NEGREIROS, M. Z.; DE PAIVA, C. A.; DE SOUZA, M. S. Cantaloupe melon (*Cucumis melo* L.) conservation using hydrocooling. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 191–197, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663020010>
- ASHRAE. Métodos de pré-resfriamento de frutas, vegetais e flores de corte. *In: [S. l.: s. n.]*.

v. 14p. 3–4.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas “Pedro Sato”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 29–31, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-29452004000100009>

BECKER, B. R.; FRICKE, B. A. Hydrocooling time estimation methods. **International Communications in Heat and Mass Transfer**, v. 29, n. 2, p. 165–174, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0735-1933\(02\)00307-X](https://doi.org/10.1016/S0735-1933(02)00307-X)

BENKEBLIA, N.; TENNANT, D. P. F.; JAWANDHA, S. K.; GILL, P. S. **Preharvest and harvest factors influencing the postharvest quality of tropical and subtropical fruits**. [S. l.]: Woodhead Publishing Limited, 2011. v. 1E-book. Disponível em: <https://doi.org/10.1533/9780857093622.112>

BRECHT, J. K. Physiology of Lightly Processed Fruits and Vegetables. **HortScience**, v. 30, n. 1, p. 18–22, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.30.1.18>

BROSNAN, T.; SUN, D. Precooling techniques and applications for horticultural products & a review {Â} re {Â} frige {Â} ration et applications pour les Techniques de pre {Â} es en revue produits horticoles passe. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, p. 154–170, 2001.

CAMPOS, R. P.; KNOCH, B.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; FILHO, M. M. R. 1-MCP em Mangabas Armazenadas em Temperatura ambiente e a 11°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. SPEC. ISSUE 1, p. 206–212, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-29452011000500024>

CARNELOSSI, M. A. G.; DE SENA, H. C.; NARAIN, N.; YAGUIU, P.; DA SILVA, G. F. Physico-chemical quality changes in mangaba (*Hancornia speciosa gomes*) fruit stored at different temperatures. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 4, p. 985–990, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132009000400023>

CARNELOSSI, M. A. G.; SARGENT, S. .; BERRY, A. . Hydrocooling, Forced-air Cooling and Hydrocooling Plus Forced-air Cooling of Two Southern Highbush Blueberry Cultivars and Effects on Fruit Quality. *In*: 2014, Florida. **ASHS Annual Conference**. Florida: [s. n.], 2014.

CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, E. de O.; CAMPOS, R. da S.; PUSCHMANN, R. Respostas fisiológicas de folhas de couve minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 215–220, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-05362005000200011>

CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, E. O.; CAMPOS, R. S.; SOARES, N. F. F.; MINIM, V. P. R.; PUSCHMANN, R. CONSERVAÇÃO DE FOLHAS DE COUVE MINIMAMENTE PROCESSADAS. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 2, p. 149–155, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v4n2p149-155>

CARNELOSSI, M. A. G.; TOLEDO, W. F. F.; SOUZA, D. C. L.; LIRA, M. de L.; SILVA, G. F.; JALALI, V. R. . R.; VIÉGAS, P. R. A. Conservação pós-colheita de mangaba (*Hancornia speciosa Gomes*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1119–1125, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-70542004000500021>

CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E.

- M. M. Maturity indexes for “Kumagai” and “Paluma” guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 176–179, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000200005>
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças. *In*: FAEPE, E. S. de A. de L.- (org.). **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. Lavras, MG: [s. n.], 1990.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev ed. Lavras:UFLA: [s. n.], 2005.
- CLERICI, M. T. P. S.; CARVALHO-SILVA, L. B. Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown in Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1658–1670, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.020>
- CONAB. **Mangaba (fruto). Conjuntura mensal**. [s. l.], 2017.
- CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2002.
- COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. SUPPL. 1, p. 15–19, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612010000500003>
- DE LIMA, J. P.; RODRIGUES, L. F.; MONTEIRO, A. G. D. P.; VILAS BOAS, E. V. de B. Climacteric pattern of mangaba fruit (*Hancornia speciosa* Gomes) and its responses to temperature. **Scientia Horticulturae**, v. 197, p. 399–403, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.059>
- ELANSARI, A. M. Hydrocooling rates of Barhee dates at the Khalal stage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n. 3, p. 402–407, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.11.003>
- FERREIRA, M. D.; BRECHT, J. K.; SARGENT, S. A.; CHANDLER, C. K. Hydrocooling as an alternative to forced-air cooling for maintaining fresh-market strawberry quality. **HortTechnology**, v. 16, n. 4, p. 659–666, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.21273/horttech.16.4.0659>
- FURTADO, M. C.; DE SOUZA, J. F.; MATOS, P. N.; DE ARAÚJO, H. G. G. S.; DE JESUS, M. S.; NARAIN, N.; CARNELOSSI, M. A. G. Influence of the coating of edible starch and antioxidant on physiological characteristics of minimally processed yam (*Dioscorea* sp.). **Acta Horticulturae**, v. 1198, p. 213–216, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1198.34>
- GAYA, L. D. G.; STERMAN FERRAZ, J. B. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciencia Rural**, v. 36, n. 1, p. 349–356, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782006000100058>
- GROSS, c K.; YI WANG, C.; SALTVEIT, Mm. **The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks**. Washington, DC: Agricultural Research Service, 2016. v. 66
- GUILHERME, D. de O.; SANTOS, A. M.; PAULA, T. O. M. de; ARAUJO, C. B.; SANTOS, W. G. dos; ROCHA, S. L.; JUNIOR, C. F. C.; MARTINS8, E. R.;

INTRODUÇÃO. Ecogeografia e etnobotânica do Caryocar brasiliensis no Norte de Minas Gerais. p. 477–479, 2007.

HUNTERLAB. CIE L\*a\*b\* Color Scale. **Insight on Color**, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1172/JCI45563.Changes>

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. [s. l.], 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. [S. l.: s. n.]. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

ISA, I. S. Plante as árvores do Xingu e Araguaia: guia de identificac, ão. São Paulo, v. 2, p. 304, 2009.

JACOMINO, A. P.; SARGENT, S. A.; BERRY, A. D.; BRECHT, J. K. Potential for Grading, Sanitizing, and Hydrocooling Fresh Strawberries. **Proc. Fla. State Hort. Soc. Proc. Fla. State Hort. Soc**, 2011.

JAYSANKAR, D.; SREEDHARAN, A.; LI, Y.; GUTIERREZ, A.; BRECHT, J. K.; SARGENT, S. A.; SCHNEIDER, K. R. Comparing the efficacy of postharvest cooling methods to enhance fruit quality and reduce Salmonella in artificially inoculated Southern Highbush Blueberry. **HortTechnology**, v. 29, n. 3, p. 314–319, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04238-19>

KADER, A. A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E. L.; WANG, C. Y. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables**. [S. l.: s. n.]. v. 28

KAYS, S. J. **Postharvest Physiology of Perishable Plant Products**. [S. l.: s. n.]. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-8255-3>

KITINOJA, L.; GORNY, J. . **Postharvest technology for small-scale produce marketers: economic opportunities, quality and food safety**. [S. l.]: Postharvest Hort, 1999. *E-book*. Disponível em: <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-1937.pdf>

KLEIN, B. P. NUTRITIONAL CONSEQUENCES OF MINIMAL PROCESSING OF FRUITS AND VEGETABLES. **Journal of Food Quality**, v. 18, n. 11, p. 843–862, 1987. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(85\)90481-6](https://doi.org/10.1016/0021-9290(85)90481-6)

LAMIKANRA, O.; CHEN, J. C.; BANKS, D.; HUNTER, P. A. Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processed cantaloupe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 12, p. 5955–5961, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf0000732>

LIANG, Y. S.; WONGMETHA, O.; WU, P. S.; KE, L. S. Influence of hydrocooling on browning and quality of litchi cultivar Feizixiao during storage. **International Journal of Refrigeration**, v. 36, n. 3, p. 1173–1179, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2012.11.007>

LIMA, J. P.; AZEVEDO, L.; DE SOUZA, N. J.; NUNES, E. E.; VILAS BOAS, E. V. de B. First evaluation of the antimutagenic effect of mangaba fruit in vivo and its phenolic profile identification. **Food Research International**, v. 75, p. 216–224, 2015 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.05.045>

LIMA, J. P.; FANTE, C. A.; FREITAS PIRES, C. R.; NUNES, E. E.; ALVES, R. R.; DE SIQUEIRA ELIAS, H. H.; NUNES, C. A.; DE BARROS VILAS BOAS, E. V. The antioxidative potential and volatile constituents of mangaba fruit over the storage period. **Scientia Horticulturae**, v. 194, p. 1–6, 2015 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.05.035>

LIMA, J. P.; RODRIGUES, L. F.; MONTEIRO, A. G. D. P.; VILAS BOAS, E. V. de B. Climacteric pattern of mangaba fruit (*Hancornia speciosa* Gomes) and its responses to temperature. **Scientia Horticulturae**, v. 197, p. 399–403, 2015 c. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.059>

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). In: **Embrapa Florestas**. São Paulo: São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. p. 640.

MAIA, J. D.; ÁVILA, C. R. de; MEZZOMO, N.; LANZA, M. Evaluation of bioactive extracts of mangaba (*Hancornia speciosa*) using low and high pressure processes. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 135, n. December 2017, p. 198–210, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2018.01.016>

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 185–189, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-29452006000200007>

MANICA, I. .; ICUMA, I. M. .; JUNQUEIRA, N. T. V. .; SALVADOR, J. O. .; MOREIRA, A. .; MALAVOLTA, E. **GOIABA:DO PLANTIO AO CONSUMO. tecnologia de produção, pós-colheita, comercialização**. Porto Alegre: [s. n.], 2001.

MAWELE SHAMAILA, M.; POWRIE, W. D.; SKURA, B. J. Analysis of Volatile Compounds from Strawberry Fruit Stored under Modified Atmosphere Packaging (MAP). **Journal of Food Science**, v. 57, n. 5, p. 1173–1176, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb11291.x>

MENEZES, Y. B. S. **Resfriamento hídrico, ar forçado e utilização de revestimento comestível na conservação de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 2012. - Universidade Federal de Sergipe, [s. l.], 2012.

MERCADO-SILVA, E.; BENITO-BAUTISTA, P.; DE LOS ANGELES GARCÍA-VELASCO, M. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. **Postharvest Biology and Technology**, v. 13, n. 2, p. 143–150, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00003-9](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00003-9)

MOREIRA, E. G. S.; BASÍLIO, S. A.; MILAN, M. D.; ARRUDA, N.; BENETT, K. S. S. Hydrocooling Efficiency on Postharvest Conservation and Quality of Arugula. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 6, n. 4, p. 36–41, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.32404/rean.v6i4.3457>

MOURA, F. T. de; SILVA, S. de M.; SCHUNEMANN, A. P. P.; MARTINS, L. P. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação TT - Umbu tree fruit stored under modified and ambient atmospheric conditions at different maturity stages. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 764–772, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000400013>

NARAIN, N. Mangaba. In-Fruits of tropical and subtropical origin. Composition, properties and uses. *In: Fruits of tropical and subtropical origin. Composition, properties and uses.* Lake Alfred: FSS: [s. n.], 1990. p. 159–165.

NARAIN, N.; FRANÇA, F. R. M.; NETA, M. T. S. L. Mangaba— *Hancornia speciosa*. **Exotic Fruits**, p. 305–318, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803138-4.00040-x>

NASCIMENTO, R. S. M.; CARDOSO, J. A.; COCOZZA, F. D. M. Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p. 856–860, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n08p856-860>

NASSER, F.; MARIANO, D. C.; BOLIANI, A. C.; AGRONÔMICAS, F. D. C.; PAULISTA, U. E.; PAULO, S. Use of Potassium Permanganate Sachets in the Postharvest of Mangaba Fruit. p. 246–251, 2015.

PAUL, V.; PANDEY, R.; SRIVASTAVA, G. C. The fading distinctions between classical patterns of ripening in climacteric and non-climacteric fruit and the ubiquity of ethylene-An overview. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 1, p. 1–21, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0293-4>

PERFEITO, D. G. A.; CARVALHO, N.; LOPES, M. C. M.; SCHMIDT, F. L. Revista de Agricultura Neotropical Caracterização de frutos de mangabas ( *Hancornia speciosa* Gomes ) e estudo de processos de extração da polpa. p. 1–7, 2015.

RAJU, P. S.; CHAUHAN, O. P.; BAWA, A. S. Postharvest Handling Systems and Storage of Vegetables. *In: Handbook of Vegetables and Vegetable Processing.* [S. l.: s. n.]. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9780470958346.ch8>

RIBEIRO, V. G.; ASSIS, J. S. de; SILVA, F. F.; SIQUEIRA, P. P. X.; VILARONGA, C. P. P. Armazenamento de goiabas “Paluma” sob refrigeração e em condição ambiente, com e sem tratamento com cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 203–206, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452005000200005>

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>

SANTOS, A. F. dos; SILVA, S. de M.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E. Conservação pós-colheita de mangaba em função da maturação, atmosfera e temperatura de armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 85–91, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612009000100014>

SANTOS, J. T. S.; COSTA, F. S. C.; SOARES, D. S. C.; CAMPOS, A. F. P.; CARNELOSSI, M. A. G.; NUNES, T. P. Avaliação de mangaba liofilizada através de parâmetros. **Scientia Plena**, v. 8, n. 2004, p. 1–5, 2012.

SANTOS, P. S.; DOS SANTOS FREITAS, L.; SILVA SANTANA, J. G.; MUNIZ, E. N.; RABBANI, A. R. C.; DA SILVA, A. V. C. Genetic diversity and the quality of Mangabeira tree fruits (*Hancornia speciosa* Gomes – Apocynaceae), a native species from Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 226, n. September, p. 372–378, 2017 a. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.008>

SANTOS, P. S.; DOS SANTOS FREITAS, L.; SILVA SANTANA, J. G.; MUNIZ, E. N.; RABBANI, A. R. C.; DA SILVA, A. V. C. Genetic diversity and the quality of Mangabeira tree fruits (*Hancornia speciosa* Gomes – Apocynaceae), a native species from Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 226, n. August, p. 372–378, 2017 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.008>

SARGENT, S. A.; BERRY, A. D.; BRECHT, J. K.; SANTANA, M.; ZHANG, S.; RISTOW, N. Studies on quality of southern highbush blueberry cultivars: Effects of pulp temperature, impact and hydrocooling. **Acta Horticulturae**, v. 1180, p. 497–502, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1180.70>

SCHMITZ, H.; MOTA, D. M. da; SILVA JÚNIOR, J. F. da. Gestão coletiva de bens comuns no extrativismo da mangaba no nordeste do Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 12, n. 2, p. 273–292, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1414-753x2009000200005>

SENA, E. de O.; OLIVEIRA DA SILVA, P. S.; DE ARAGÃO BATISTA, M. C.; ALONZO SARGENT, S.; GANASSALI DE OLIVEIRA JUNIOR, L. F.; ALMEIDA CASTRO PAGANI, A.; GUTIERREZ CARNELOSSI, M. A. Calcium application via hydrocooling and edible coating for the conservation and quality of cashew apples. **Scientia Horticulturae**, v. 256, n. November 2018, p. 108531, 2019 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.058>

SENA, E. O. A.; DA SILVA, P. S. O.; DE ARAUJO, H. G. S.; DE ARAGÃO BATISTA, M. C.; MATOS, P. N.; SARGENT, S. A.; DE OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; CARNELOSSI, M. A. G. Postharvest quality of cashew apple after hydrocooling and cold room. **Postharvest Biology and Technology**, v. 155, n. May, p. 65–71, 2019 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.05.002>

SENA, E. O.; DA SILVA, P. S. O.; DE ARAUJO, H. G. S.; DE ARAGÃO BATISTA, M. C.; MATOS, P. N.; SARGENT, S. A.; DE OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; CARNELOSSI, M. A. G. Postharvest quality of cashew apple after hydrocooling and cold room. **Postharvest Biology and Technology**, v. 155, n. July 2018, p. 65–71, 2019 c. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.05.002>

SENA, O. A. E. .; DA SILVA, P. S. O.; DE ARAUJO, H. G. S.; DE ARAGÃO BATISTA, M. C.; MATOS, P. N.; SARGENT, S. A.; DE OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; CARNELOSSI, M. A. G. Postharvest quality of cashew apple after hydrocooling and cold room. **Postharvest Biology and Technology**, v. 155, n. May, p. 65–71, 2019 d. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.05.002>

SILVA, A. M. L. da; MARTINS, B. de A.; DE DEUS, T. N. Avaliação do teor de ácido ascórbico em frutos do Cerrado durante o amadurecimento e congelamento. **Estudos**, v. 36, p. 1159–1169, 2009. Disponível em: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18224/est.v36i6.484>

SILVA, A. P. da; LIMA, C. L. C. de; VIEITES, R. L. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DO JENIPAPO (*Genipa americana* L.) ARMAZENADO. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 1, p. 29–34, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-90161998000100006>

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. **The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data.** [S. l.]: Afr. J. Agric. Res., 2016.

SILVA, J. C. T. R.; MEDEROS, B. J. T. Control system for forced-air cooling of horticultural products. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 31, p. 621–630, 2011.

SILVA JUNIOR, J. F. A cultura da mangaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 1–192, 2003.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. de O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790–1793, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782008000600051>

SIQUEIRA, A. M. de A.; SANTOS, S. M. L. dos; LIMA, B. de S. e; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. da. Vida útil pós-colheita de goiaba cv. “Paluma” submetida ao resfriamento rápido por ar forçado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 45–51, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1806-66902014000100006>

SMIRNOFF, N. **Environment and Plant Metabolism: Flexibility and Acclimation (Environmental Plant Biology)**. 1 edition ed. [S. l.]: Oxford: BIOS Scientific, 1995.

STEFFENS, C.; BRACKMANN, A.; ALFREDO, J.; PINTO, V.; EISERMANN, A. C.; FABIANO, R.; GIEHL, H.; WEBBER, A. Steffens 2007 Avaliação Sensorial. 2007.

TALBOT, M. T.; FLETCHER, J. H. A Portable Demonstration Forced- Air Cooler 1. **Most**, 2002.

TERUEL, B.; CORTEZ, L.; NEVES FILHO, L. Estudo comparativo do resfriamento de laranja valência com ar forçado e com água. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 174–178, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612003000200012>

TERUEL, B. J. M. Tecnologias De Resfriamento De Frutas E Hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 14, n. 2, p. 199–220, 2008. Disponível em: <https://doi.org/DOI.ORG/10.18539/CAST.V14I2.1904>

TERUEL, B.; KIECKBUSCH, T.; CORTEZ, L. Cooling parameters for fruits and vegetables of different sizes in a hydrocooling system. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 6, p. 655–658, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162004000600014>

THOMPSON, J. F. Room, vacuum, transport, and ice cooling, commercial cooling of fruits, vegetables, and flowers. **Division of Agriculture and Natural Resources**, v. 11, p. 61, 1998. Disponível em: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/contents.html>

TOKARSKYY, O.; SCHNEIDER, K. R.; BERRY, A.; SARGENT, S. A.; SREEDHARAN, A. Sanitizer applicability in a laboratory model strawberry hydrocooling system. **Postharvest Biology and Technology**, v. 101, p. 103–106, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.12.004>

TRAVASSOS PIMENTEL, A.; NUNES SILVA, E.; PEDROZA CRUZ, R. R.; DELFINO MOUZINHO SOARES, C. R.; DE SOUZA MACEDO, J. F.; SOUTO RIBEIRO, W. HIDRORESFRIAMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CEBOLINHA. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 46–51, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21206/rbas.v7i2.396>

VIEIRA NETO, R. D.; CINTRA, F. L. D.; LEDO, A. da S.; SILVA JÚNIOR, J. F.; COSTA, J. L. da S.; SILVA, A. A. G.; CUENCA, M. A. G. Sistema de produção de mangaba para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas. **Ministério da Agricultura, Pecuária e**

**Abastecimento, EMBRAPA**, p. 22, 2002. Disponível em: <https://doi.org/1678-197X>

VIEIRA NETO, R. D.; SILVA JUNIO, J. F.; MÉDO, A. S. Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas. *In: Embrapa Informação Tecnológica*. Brasília, DF: [s. n.], 2009. p. 323–338.

VIGNEAULT, C.; GOYETTE, B.; GARIÉPY, Y.; CORTBAOUI, P.; CHARLES, M. T.; RAGHAVAN, V. G. S. Effect of ear orientations on hydrocooling performance and quality of sweet corn. **Postharvest Biology and Technology**, v. 43, n. 3, p. 351–357, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.09.013>

WATADA, A.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological Activities of Partially Processed Fruits and Vegetables. **Food Technology**, v. 44, n. 5, p. 116–122, 1990. Disponível em: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=19391347>

WILLS, R. .; MCGLASSON, B. .; GRAHAM, D. .; JOYCE, D. C. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. **Choice Reviews Online**, p. 262, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.5860/choice.28-2733>

WILLS, R.; GLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 5th. ed. [S. l.: s. n.].

XANTHOPOULOS, G. T.; TEMPLALEXIS, C. G.; ALEIFERIS, N. P.; LENTZOU, D. I. The contribution of transpiration and respiration in water loss of perishable agricultural products: The case of pears. **Biosystems Engineering**, v. 158, p. 76–85, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.03.011>

ZAINAL, B.; DING, P.; ISMAIL, I. S.; SAARI, N. Physico-chemical and microstructural characteristics during postharvest storage of hydrocooled rockmelon (*Cucumis melo L. reticulatus* cv. Glamour). **Postharvest Biology and Technology**, v. 152, n. March, p. 89–99, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.03.001>

ZHOU, R.; LI, Y.; YAN, L.; XIE, J. Effect of edible coatings on enzymes, cell-membrane integrity, and cell-wall constituents in relation to brittleness and firmness of Huanghua pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai, cv. Huanghua) during storage. **Food Chemistry**, v. 124, n. 2, p. 569–575, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.075>

ANEXO I

Tabela 4 Imagens dos dias de armazenamento das mangabas Hidrorresfriadas, Resfriadas em Expositor e Sem tratamento durante dias de armazenamento experimete R1 – Experimento 1

Tratamentos	Dias de Análise 1R				
	Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 9	Dia 12
Exp					
H6					
H8					
H10					
Ambiente					

Tabela 5 Imagens dos dias de armazenamento das mangabas Hidrorresfriadas, Resfriadas em Expositor e Sem tratamento durante dias de armazenamento experimente R2 – Experimento 1

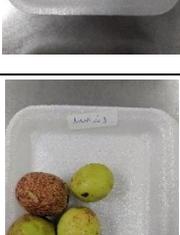
	Dias de Análise 2R				
Tratamentos	Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 9	Dia 12
Exp					
H6					
H8					
H10					
Ambiente					

Tabela 6 Imagens dos dias de armazenamento das mangabas Hidrorresfriadas, Resfriadas em Expositor e Sem tratamento durante dias de armazenamento experimete R3 – Experimento 1

	Dias de Análise 3R					
Tratamentos	Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 9	Dia 12	
Exp						
H6						
H8						
H10						
Ambiente						

## ANEXO II

Tabela 7 Dados fisico-quimicos mangaba - Experimento 1

		<b>Dia 0</b>	<b>Dia3</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 9</b>	<b>Dia 12</b>
<b>pH</b>	<b>Exp</b>	3,53±0,02a A	3,48±0,09aA	3,58±0,1abA	3,55±0,01aA	3,63±0,08aA
	<b>H6</b>	3,55±0,03a A	3,65±0,01aA	3,6±0,1abA	3,58±0,07aA	3,63±0,09aA
	<b>H8</b>	3,53±0,02a A	3,58±0,06aA	3,55±0,11bA	3,65±0,06aA	3,67±0,08aA
	<b>H10</b>	3,53±0,02a A	3,64±0,09aA	3,57±0,06bA	3,6±0,07aA	3,66±0,11aA
	<b>Amb</b>	3,54±0,03a A	3,58±0,16aA	0±0	0±0	0±0
<b>Brix</b>	<b>Exp</b>	10±0,1aA	9,5±0,05aA	9,75±0,08aA	11,5±0,05aA	9,5±0,11aA
	<b>H6</b>	10,5±0,09a AB	9±0,14aBC	8,25±0,04aC	11,25±0,04aA	7,75±0,08aC
	<b>H8</b>	10,5±0,09a A	9,25±0,11aA	8,5±0,09aA	9±0,1bA	10±0,19aA
	<b>H10</b>	10±0,1aA	8,5±0,11aA	8,75±0,19aA	8,5±0,09bA	9±0,07aA
	<b>Amb</b>	10,33±0,09 a	8,33±0,05a	0±0	0±0	0±0
<b>Acidez</b>	<b>Exp</b>	0,91±0,04a AB	1,05±0,16aAB	0,82±0,07abB	0,9±0,08aA	0,81±0,07aB
	<b>H6</b>	0,99±0,14a A	0,92±0,07abA B	0,88±0,05aAB	0,9±0,08aAB	0,75±0,05aB
	<b>H8</b>	0,92±0,03a A	0,82±0,04bAB	0,75±0,03bB	0,8±0,03aB	0,85±0,1aAB
	<b>H10</b>	0,91±0,04a A	0,74±0,08bAB	0,87±0,06aAB	0,77±0,09aAB	0,73±0,11aB
	<b>Amb</b>	0,92±0,04a	1,05±0a			
<b>Perda de massa</b>	<b>Exp</b>	0±0aD	0,56±0,56aC	0,87±0,86abC	1,46±1,46aB	2,11±2,11aA
	<b>H6</b>	0±0aD	0,03±0,03bD	0,44±0,42bC	0,91±0,92bB	1,54±1,54bA
	<b>H8</b>	0±0aC	0,12±0,13bC	0,65±0,64abB C	1,08±1,08abB	1,82±1,81abA
	<b>H10</b>	0±0aD	0,54±0,53aC	0,95±0,95aC	1,45±1,45abB	2,24±2,24abA
	<b>Amb</b>	-	-			
<b>Vitamina C</b>	<b>Exp</b>	159,84±15, 47aB	165,32±9,9aB	135,12±7,99a BC	244,47±32,49a A	99,49±4,99bC
	<b>H6</b>	142,72±6,0 3aBC	129,05±13,23b C	156,54±10,86 aB	227,63±7,26aA	121,54±10,79 aC
	<b>H8</b>	142,04±6,3 8aA	159,6±8,42abA	155,32±34,67 aA	174,89±12,57b A	93,6±13,34bB
	<b>H10</b>	159,84±15, 47aB	149,69±24,47a bB	126,05±9,16a BC	201,32±26,19a bA	105,7±12,66a bC
	<b>Amb</b>	148,53±17, 3a	135,57±9,86ab	0±0	0±0	0±0
<b>Firmeza</b>	<b>Exp</b>	73,58±14,9 2aA	60,09±4,01aA B	47,09±2,27bB	19,87±3,72bC	20,97±6,62bC

	<b>H6</b>	82,65±5,63 aA	57,51±19,29aB	45,62±5,8bB	17,66±0,57bC	42,92±2,02aB
	<b>H8</b>	64,26±12,8 aAB	52,97±18,75aA B	76,03±5,21aA	39,68±3,46aB	45,98±1,06aB
	<b>H10</b>	80,44±12,6 4aA	78,97±4,29aA	66,34±6,88aA	33,92±8,69aB	33,23±11,27a bB
	<b>Amb</b>	68,18±15,3 8a	4,91±0b	0±0	0±0	0±0
<b>Cor a</b>	<b>Exp</b>	0,45±1,98b C	7,83±9,69aBC	11,55±1,42aB C	-2,28±0,76bB	27,33±2,71aA
	<b>H6</b>	3,48±2,5bB	10,25±7,11aB	7±8,09aB	9,65±4,14cB	29,45±2,83aA
	<b>H8</b>	6,03±4,41b BC	13,23±2,19aB	7,63±4,79aBC	1±0,67aC	29,85±4,94aA
	<b>H10</b>	2,48±3bC	7,75±3,8aBC	9,63±9,69aBC	17,6±4,18cAB	23,25±3,04aA
	<b>Amb</b>	17,15±7,56 a	25,55±1,67a	0±0a	0±0	0±0b
<b>Cor b</b>	<b>Exp</b>	55,33±2,82 aA	53,03±4,87aA B	53,03±4,13aA B	55,53±3aA	46,08±3,97aB
	<b>H6</b>	54,55±2,65 aA	49,03±5,9aA	54,43±4,77aA	53,9±2,59aA	48,8±2,31aA
	<b>H8</b>	53,83±7,49 aA	46,6±5,41aA	51,75±6,21aA	54,03±2,68aA	45,53±4,29aA
	<b>H10</b>	54,7±2,61a A	49,23±4,89aA	50,13±1,37aA	54,53±1,47aA	48,75±2,84aA
	<b>Amb</b>	54,65±2,33 a	44,48±5,66a	0±0	0±0	0±0
<b>Cor c</b>	<b>Exp</b>	55,58±2,35 a	52,98±3,51a	54,05±4,25a	55,48±2,65a	50,4±5,56b
	<b>H6</b>	54,65±2,52 a	52±2,97a	57,08±2,37a	54,75±1,7a	57,73±3,27a
	<b>H8</b>	57,18±2,47 a	49,05±3,51a	53,75±4,24a	54,78±2,19a	51,95±1,4ab
	<b>H10</b>	54,9±2,65a	50,98±3,26a	51,75±1,73a	56,98±2,27a	52,98±2,25ab
	<b>Amb</b>	55,3±2,66a	45,08±8,19a	0±0b	0±0b	0±0c
<b>Cor H</b>	<b>Exp</b>	89,55±1,98 aAB	82,3±9,49aAB	79,48±3,94aB	92,3±0,81aA	54,15±1,75bC
	<b>H6</b>	86,15±2,78 aA	82,05±6,72aA B	72,33±8,9aBC	85,5±5,4aA	60,78±4,01aC
	<b>H8</b>	84,73±3,98 aAB	73,18±10,51ab B	82,95±3,07aA B	89,1±0,6aA	53,65±4,01bC
	<b>H10</b>	87,35±3,26 aA	83,55±4,79aA B	83,93±6,19aA B	76,38±4,34bB	64,28±2,66aC
	<b>Amb</b>	85,78±5,09 a	58,75±2,48b	0±0	0±0	0±0
<b>Cor L</b>	<b>Exp</b>	56,7±3,48a	55,13±1,95a	54,1±4,51a	56,3±1,15a	42,08±2,71ab
	<b>H6</b>	53,63±2,05 a	51,7±1,25a	49,85±7,2a	49,5±3,68b	41,65±4,23ab
	<b>H8</b>	55,03±3,45 a	48,08±5,75a	48,7±5,97a	53,93±0,78ab	38,2±2,35b

	<b>H10</b>	55,78±1,44 a	49,13±5,02a	48,53±4,57a	52,08±5,49ab	46,4±2,31a
	<b>Amb</b>	53,85±2,6a	48,7±2,83a	0±0b	0±0c	0±0c
	<b>Exp</b>	10,98±0,71 aAB	9,19±1,33aB	12,06±1,82aA B	12,83±0,95aA	11,80354382
	<b>H6</b>	10,73±1,02 aAB	9,75±1,42aB	9,39±0,07aB	12,52±0,49aA	10,25861844
<b>Ratio</b>	<b>H8</b>	11,35±0,63 aA	11,33±1,49aA	11,33±1,02aA	11,24±0,83aA	11,90520802
	<b>H10</b>	10,98±0,71 aA	11,57±2,16aA	10,02±1,97aA	11,07±1,21aA	12,4607201
	<b>Amb</b>	11,21±0,67 a	7,92±0,45a	0±0	0±0	

Tabela 8 componentes principais e seus valores percentuais

PC	Eigenvalue	% variance
1	114175	86,863
2	11692,8	8,8957

Tabela 9 Dados físico-químicos da mangaba – experimento 2 com respiração

		Dia 0	Dia3	Dia6	Dia9	Dia12
<b>Respiração</b>	<b>Amb</b>	2,23±0,67aB	4,51±0,45aA	0,75±0,51aC	0,42±0aC	0±0C
	<b>Exp</b>	2,87±1,18aA	1,21±0,46bB	0,31±0,16aB	0,76±0,34aB	0,81±0,11aB
	<b>Hid</b>	2,22±0,31aA	1,29±0,33bB	0,38±0,07aC	0,35±0,09aC	0,45±0,08bC
<b>Vitamina C</b>	<b>Amb</b>	84,42±1,05aB	100,85±2,77aA	47,72±8,46aC	0±0	0±0
	<b>Exp</b>	82,2±0,93aA	70,14±4,83bAB	36,56±16,81aB	49,35±10,9aAB	48,67±6,82aAB
	<b>Hid</b>	82,13±1,75aA	67,76±2,74bB	36,9±4,62aC	46,55±2,33aC	45,73±5,42aC
<b>Perda massa</b>	<b>Amb</b>	0±0aC	5,78±0,97aB	11,99±2,53aA	0±0	0±0
	<b>Exp</b>	0±0aA	2,08±1,24bA	4,92±2,16bA	5,57±3,2aA	6,03±3,28aA
	<b>Hid</b>	0±0aA	2,36±1,8abA	2,61±1,48bA	2,61±1,48aA	3,64±1,96aA
<b>Firmeza</b>	<b>Amb</b>	80,77±2,47aA	22,89±19,82bB	16,35±14,16bB	0±0	0±0
	<b>Exp</b>	82,4±0,98aA	71,94±2,83aA	78,48±1,7aA	49,05±9,81bB	40,88±2,83bB
	<b>Hid</b>	80,12±2,31aA	69,98±0,92aB	79,13±1,67aA	74,88±1,85aAB	60,5±2,31aC
<b>Qualidade Visual</b>	<b>Amb</b>	9±0aA	3,67±0,44bB	1±0,67bC	0±0	0±0
	<b>Exp</b>	9±0aA	7,67±0,89aAB	7±0aBC	6±0,67aBC	5,33±0,44aC
	<b>Hid</b>	9±0aA	9±0aA	8,67±0,44aA	8,33±0,89aA	5±1,33aB
<b>Cor a</b>	<b>Amb</b>	10,43±9,96aA	12,5±8,11aA	9,77±3,77aA	0±0	0±0
	<b>Exp</b>	10,27±10,24aA	19,5±6,71aA	11,53±5,2aA	9,47±6,99aA	37,17±38,88aA
	<b>Hid</b>	10,67±9,09aA	2,9±6,5aA	7,27±6,86aA	19,17±10,17aA	13,87±14,18aA

<b>Cor b</b>	<b>Amb</b>	47,93±1,42aA	46,2±4,53aA	45,37±8,26aA	0±0	0±0
	<b>Exp</b>	53,2±6,2aA	48,3±12,16aA	45,47±6,4aA	45,13±4,56aA	41,93±2,3aA
	<b>Hid</b>	49,93±5,05aA	51,7±3,53aA	51,5±1,14aA	41,33±7,32aA	45,23±5,77aA
<b>Cor c</b>	<b>Amb</b>	51,17±1,79aA	49,07±2,95aA	46,67±7,05aA	0±0	0±0
	<b>Exp</b>	54,93±4,26aA	52,73±9,18aA	47,13±4,89aA	46,53±3,84aA	45,5±2,12aA
	<b>Hid</b>	51,67±3,37aA	52,07±3,4aA	52,33±0,12aA	46,53±3,13aA	48,9±1,41aA
<b>Cor h</b>	<b>Amb</b>	80,83±2,14aA	76,47±13,12aA	77,13±7,42aA	0±0	0±0
	<b>Exp</b>	78,53±11,77aA	66,97±11,76aA	75,27±8,5aA	77,87±9,18aA	68±7,2aA
	<b>Hid</b>	77,63±11,03aA	86,5±7,11aA	81,97±7,6aA	64,83±15,57aA	72,6±18,08aA
<b>Cor L</b>	<b>Amb</b>	41,8±2,12aA	43,87±6,21aA	40,37±6,94aA	0±0	0±0
	<b>Exp</b>	46,03±5,1aA	41,83±7,7aA	39,83±5,28aA	40,3±6,01aA	36,07±4,11aA
	<b>Hid</b>	43,1±2,62aA	47,57±1,99aA	45,23±2,84aA	35,33±6,82aA	40,27±6,5aA