

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CAMPUS DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA *IN NATURA* E
PRENSAGEM A FRIO DOS FRUTOS DE MURICI

Nayane Rosa Gomes

ANÁPOLIS - GO
FEVEREIRO, 2019

CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA *IN NATURA* E
PRENSAGEM A FRIO DOS FRUTOS DE MURICI

NAYANE ROSA GOMES

ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ JOSÉ DE CAMPOS

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas de Anápolis, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de MESTRE.

ANÁPOLIS - GO
FEVEREIRO, 2019

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Rc Rosa Gomes, Nayane
 CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA IN NATURA E
 PRENSAGEM A FRIO DOS FRUTOS DE MURICI / Nayane Rosa
 Gomes; orientador André José de Campos. -- Anápolis, 2019.
 121 p.

 Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado
 Acadêmico em Engenharia Agrícola) -- Câmpus-Anápolis CET,
 Universidade Estadual de Goiás, 2019.

 1. Pós-colheita. 2. Murici. 3. Embalagem. 4. Atmosfera modificada. 5.
 Prensagem a frio. I. José de Campos, André, orient. II. Título.

**CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA *IN NATURA* E
PRENSAGEM A FRIO DOS FRUTOS DE MURICI**

Por

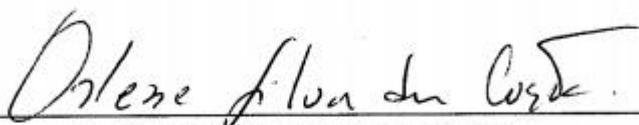
Nayane Rosa Gomes

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRA EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

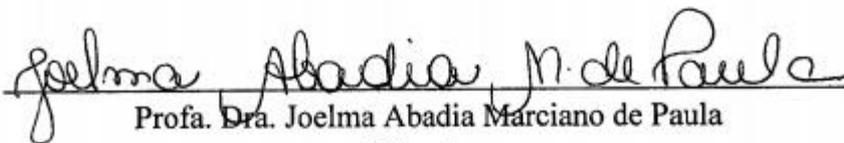
Aprovado em 28/02/2019



Prof. Dr. André José de Campos
Orientador
UEG/CCET



Prof. Dra. Orlene Silva da Costa
Membro
UEG/CCET



Prof. Dra. Joelma Abadia Marciano de Paula
Membro
UEG/CAPS

Dedico este, a Deus, ao meu pai, a minha mãe e aos meus irmãos por todo apoio e carinho durante minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, por iluminar os meus passos, por permitir que tudo isso acontecesse ao longo da minha vida e por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, Jesus Mauro Gomes e Silvania Rosa de Jesus, que são à base de tudo e por terem me apoiado nessa jornada.

Aos meus irmãos, Nayara Rosa Gomes e Geovando Gomes, por todos os conselhos, por sempre terem acreditado em mim e me incentivado nos momentos bons e ruins.

Ao meu namorado, Guilherme Tiago de Andrade, pelo companheirismo, paciência, carinho e compreensão.

Ao meu orientador professor Dr. André Campos, por sua atenção, paciência, pela confiança e por todo ensinamento durante esse tempo.

Aos Professores do programa de Mestrado em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás.

A todos os colegas do programa de Mestrado em Engenharia Agrícola, por terem me acolhido tão bem e, em especial, a Bianca Pierre, Fernanda Gomes e Amanda Mazali.

Aos funcionários do Departamento de Agrícola e Química, pela colaboração. Em especial ao Sr. Valdeir e Eliete, que sempre estavam dispostos a ajudar.

Ao senhor Geraldo e dona Marcilene pela disponibilização dos frutos, em sua Fazenda Córrego do Meio, para realização da pesquisa.

À Universidade Estadual de Goiás e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização deste curso e a Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xiv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT	xviii
INTRODUÇÃO GERAL	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO 1.....	26
MURICI: ASPECTOS GERAIS, IMPORTÂNCIA, ATMOSFERA MODIFICADA, APLICAÇÃO NA PÓS-COLHEITA E Prensagem A Frio.	26
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
1.1. ASPECTOS GERAIS DO MURICIZEIRO	27
1.1.1. <i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	28
1.1.2. Importância Social e Nutricional.....	29
1.2. ATMOSFERA MODIFICADA	30
1.3. SUCOS Prensados A Frio.....	32
1.3.1. Prensa Hidráulica Manual e Elétrica	33
1.3.2. Ácido Ascórbico	34
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
CAPÍTULO 2.....	43
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MURICI <i>IN NATURA</i> SUBMETIDOS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO E EMBALAGENS.....	43
1. INTRODUÇÃO.....	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1. ORIGEM, COLHEITA E PREPARO DOS FRUTOS	46
2.2. AVALIAÇÕES	47
2.3. VARIÁVEIS ANALISADAS.....	48
2.3.1. Perda de massa	48
2.3.2. Clorofila total.....	48
2.3.3. Relação polpa/semente	49
2.3.4. Firmeza	49
2.3.5. Sólidos Solúveis (SS)	49
2.3.6. Acidez Titulável (AT)	49

2.3.7. Coloração.....	50
2.3.8. Potencial hidrogeniônico (pH)	50
2.3.9. Taxa Respiratória.....	50
2.3.10. Ácido Ascórbico (Vitamina C).....	51
2.3.11. Compostos fenólicos totais.....	51
2.3.12. Atividade antioxidante.....	53
2.3.13. Índice de maturação (SS/AT)	54
2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	54
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
3.1. RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS ANALISADAS	55
3.2. PERDA DE MASSA.....	57
3.3. SÓLIDOS SOLÚVEIS.....	59
3.4. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)	61
3.5. ACIDEZ TITULÁVEL	63
3.6. LUMINOSIDADE	66
3.7. RELAÇÃO POLPA/SEMENTE.....	69
3.8. COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS.....	70
3.9. CLOROFILA TOTAL	73
3.10. FIRMEZA DA POLPA.....	75
3.12. ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C).....	78
3.12. TAXA RESPIRATÓRIA	81
3.13. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	83
3.14. ÍNDICE DE MATURAÇÃO	85
3.15. CONTROLE.....	87
4. CONCLUSÕES.....	90
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
CAPÍTULO 3.....	98
QUALIDADE DO SUCO DE MURICI PENSADO A FRIO SUBMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ASCÓRBICO.....	98
1. INTRODUÇÃO.....	99
2. MATERIAL E MÉTODOS	101
2.1. ORIGEM, COLHEITA E PREPARO DOS FRUTOS	101
2.2. AVALIAÇÕES	103

2.3. VARIÁVEIS ANALISADAS.....	103
2.3.1. Sólidos Solúveis (SS)	103
2.3.2. Potencial hidrogeniônico (pH)	103
2.3.3. Acidez Titulável (AT)	104
2.3.4. Coloração.....	104
2.3.5. Ácido Ascórbico (Vitamina C).....	104
2.3.6. Compostos fenólicos totais.....	105
2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	106
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	107
3.1. SÓLIDOS SOLÚVEIS.....	108
3.2. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO.....	109
3.3. ACIDEZ TITULÁVEL	110
3.4. LUMINOSIDADE E CROMA	112
3.5. COMPOSTOS FENÓLICOS	114
3.6. ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C).....	115
4. CONCLUSÕES.....	117
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Muricizeiro.....	20
Figura 2– Seladora BD420 – R.BAIAO (A); Frutos embalados a vácuo e sem vácuo (B) e B.O.D, a $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa (UR) de $60\pm 4\%$, armazenando os muricis (C).	47
Figura 3- Curva padrão de calibração dos compostos fenólicos (CF), Ácido Gálico (GAE). .	52
Figura 4 - Curva de calibração do DPPH.	53
Figura 5 - Perda de massa fresca (%) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR , por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE–Nylon/Polietileno).	58
Figura 6 - Sólidos Solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR , por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE–Nylon/Polietileno).	60
Figura 7 - Potencial hidrogeniônico (pH) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE–Nylon/Polietileno).	62
Figura 8 - Acidez titulável (AT, % ácido cítrico) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).....	65
Figura 9 - Acidez titulável (AT, % ácido cítrico) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes atmosferas modificadas, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo).....	66
Figura 10 - Luminosidade (L^*) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE–Nylon/Polietileno).	67
Figura 11 - Luminosidade (L^*) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes atmosferas, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo).	68

- Figura 12 - Relação Polpa/Semente dos muricis *in natura* armazenados, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade..... 70
- Figura 13 - Teor de Compostos Fenólicos ($\text{mg GAE } 100\text{g}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno)..... 71
- Figura 14 - Teor de Compostos Fenólicos ($\text{mg GAE } 100\text{g}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo)..... 72
- Figura 15 - Clorofila Total ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno). 74
- Figura 16 - Clorofila Total ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo). 75
- Figura 17 - Firmeza da polpa (cN) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno). 76
- Figura 18 - Comportamento da Firmeza da polpa (cN) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas modificadas, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo)..... 77
- Figura 19 - Teor de Ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno)..... 79
- Figura 20 - Teor de Ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas modificadas, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo)..... 80
- Figura 21 - Taxa respiratória ($\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018.

*Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).	82
Figura 22 - Taxa respiratória (mL de CO ₂ kg ⁻¹ hora ⁻¹) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes atmosferas modificadas, à 12±2°C e 60±4% UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018.	
*Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo).....	83
Figura 23 - Atividade Antioxidante (EC50 g g ⁻¹ DPPH) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens, à 12±2°C e 60±4% UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018.	
*Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).	84
Figura 24 - Índice de Maturação (IM) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens, à 12±2°C e 60±4% UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).	86
Figura 25 - Muricis com coloração verde-amarelada colhidos na Fazenda Córrego do Meio, em Diorama.	101
Figura 26 - Fluxograma do processamento dos frutos e elaboração dos sucos prensados a frio de murici.	102
Figura 27 - (A) Suco de murici prensado a frio com as concentrações de 0% AA, 1% AA e 2% AA e (B) incubadora BOD, a 2±1°C e 50±3% UR, armazenando os sucos prensados a frio engarrafados.	103
Figura 28 - Curva padrão de calibração dos compostos fenólicos (CF), Ácido Gálico (GAE).105	
Figura 29 - Comportamento do teor de Sólidos Solúveis (°Brix) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.	108
Figura 30- Comportamento do Potencial Hidrogeniônico (pH) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.	110
Figura 31 - Comportamento da Acidez titulável (% ácido cítrico) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade e ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.	111

Figura 32 - Comportamento do Croma (pureza da cor) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.	113
Figura 33 - Comportamento da Luminosidade (L) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.....	113
Figura 34 - Teor de Compostos fenólicos (mg GAE 100g ⁻¹) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.	114
Figura 35 - Teor de Ácido ascórbico (mg 100g ⁻¹) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.....	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Resumo da análise de variância para as variáveis perda de massa (PM), sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), luminosidade (L*), °Hue, coroma, clorofila total, Compostos fenólicos, ácido ascórbico (Vitamina C), firme firmeza de polpa, relação polpa/semente, índice de maturação (IM), respiração e atividade antioxidante dos muricis <i>in natura</i> em diferentes embalagens, atmosferas (com e sem vácuo) e armazenados por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018.....	55
Tabela 2- Valores médios de Perda de massa fresca (PM, %) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018.....	57
Tabela 3- Valores médios de Sólidos Solúveis (SS, °Brix) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.	60
Tabela 4- Valores médios do Potencial Hidrogeniônico (pH) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018. ...	61
Tabela 5- Valores médios de Acidez titulável (AT, % ácido cítrico) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018. ...	64
Tabela 6- Valores médios da Relação Polpa/Semente dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.....	69
Tabela 7- Valores médios dos Compostos Fenólicos (mg GAE 100g ⁻¹) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018. ...	70
Tabela 8- Valores médios da Clorofila Total (mg 100g ⁻¹) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.	73
Tabela 9- Valores médios do Ácido ascórbico (mg 100g ⁻¹) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.	78
Tabela 10- Valores médios da Respiração (mL de CO ₂ kg ⁻¹ hora ⁻¹) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018. ...	81
Tabela 11- Valores médios do Índice de maturação (IM, SS/AT) dos muricis <i>in natura</i> armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018. ...	85
Tabela 12- Tabela de valores para as variáveis Perda de Massa (PM), Sólidos Solúveis (SS), Potencial Hidrogeniônico (pH), Acidez Titulável (AT), Luminosidade, Relação Polpa/Semente, Compostos fenólicos (PET), Clorofila Total, Firmeza, Vitamina C, Taxa respiratória, atividade antioxidante (DPPH) e Índice de Maturação (IM) dos muricis <i>in natura</i>	

armazenados por 8 dias sem embalagem e em temperatura ambiente ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2\% \text{UR}$). UEG, Anápolis, 2018.	87
Tabela 13- Resumo da análise de variância para as variáveis sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), Luminosidade (L^*), $^{\circ}\text{Hue}$ (ângulo de cor), croma (saturação da cor), teor de compostos fenólicos (PET) e teor de ácido ascórbico (vitamina C), do suco prensado a frio de murici e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018.....	107

RESUMO

GOMES, N.R. **Condições de armazenamento pós-colheita *in natura* e prensagem a frio dos frutos de murici.** 2019. 122p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás - UEG/CCET.

RESUMO: O murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich) é considerado um dos frutos típicos do Cerrado, apresenta elevado valor nutricional, propriedades funcionais e sabor único, sendo fonte de fibras, cálcio, fósforo, ferro e vitamina C. Seu consumo é realizado pelas populações locais tanto na forma *in natura* quanto processados, tais como sucos, licores, sorvetes, geléias, iogurte, pães e bolos. Apesar da importância do muricizeiro para essas comunidades, pouco se conhece sobre as informações de pós-colheita e soluções tecnológicas de aproveitamento e conservação do fruto. Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar as características de pós-colheita do murici *in natura* submetido a diferentes embalagens e condições de armazenamento e também avaliar o suco de murici prensado a frio, verificando as variáveis físicas, físico-químicas, químicas e bioativas. Os frutos de murici foram colhidos no mês de janeiro de 2018 na Fazenda Córrego do Meio, localizada no município de Diorama/GO. O projeto foi dividido em dois experimentos, ambos com delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. No primeiro experimento, murici *in natura* em diferentes embalagens, foi utilizado o esquema fatorial triplo 3x2x9, para avaliar três embalagens (polipropileno – PP, polietileno de baixa densidade – PEBD e nylon/polietileno – NY/PE), submetidos a duas modificações de atmosfera: a vácuo e sem vácuo, e nove dias de análise (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 e 16 dias). No segundo experimento foi utilizado o esquema fatorial duplo 3x7, para avaliar três concentrações de ácido ascórbico na conservação do suco prensado a frio (0%, 1% e 2%) e sete dias de análise (0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 dias). Foram avaliados para os experimentos: perda de massa (primeiro experimento), firmeza (primeiro experimento), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (primeiro experimento), coloração (L*, °Hue e Cromo), potencial hidrogeniônico (pH), clorofila total (primeiro experimento), polpa/semente (primeiro experimento), ácido ascórbico (vitamina C), compostos fenólicos totais, atividade antioxidante (primeiro experimento) e respiração (primeiro experimento). Os dados obtidos com as respectivas análises foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$) e, quando significativos, foram feitos o teste de Tukey a 5% de probabilidade (dados qualitativos), análise de regressão (dados quantitativos) para ambos os experimentos. No primeiro experimento conclui-se que as interações NY/PE com vácuo e PP

com vácuo obtiveram os melhores resultados nos parâmetros perda de massa, sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, clorofila total, ácido ascórbico (Vitamina C) e compostos fenólicos contribuindo para a conservação e qualidade pós-colheita dos muricis, respectivamente, prolongando sua vida útil. E, para o segundo experimento, conclui-se que a concentração de 2% de ácido ascórbico foi a mais adequada para o suco prensado a frio, principalmente por manter por maior período as características importantes para a aceitabilidade desse produto.

Palavras-chave: *Byrsonima crassifolia*, atmosfera modificada, vácuo, qualidade, suco, ácido ascórbico.

ABSTRACT

GOMES, N.R. **Conditions of Freshly harvested and cold pressing post-harvest storage of murici fruit.** 2019. 122p. Dissertation (Master's Degree in Agricultural Engineering) – Universidade Estadual de Goiás - UEG / CCET.

ABSTRACT: The murici fruit (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich) is considered a typical fruit of Cerrado fruit which presents high nutritional value, functional properties and unique flavor, being source of fiber, calcium, phosphorus, iron and vitamin C. Its consumed by the local populations both freshly harvested as processed forms such as juices, liqueurs, ice creams, jams, yogurts, breads and cakes. Despite the importance of the muricizeiro to these communities, too little is known about the post-harvest information and technological solutions for the use and conservation of the fruit. Therefore, this works objective is to evaluate the post-harvest characteristics of the murici freshly harvested submitted to different packaging and storage conditions and also evaluate cold-pressed murici juice, verifying the physical, physicochemical, chemical and bioactive variables. The murici's fruits were harvested in January 2018 at the farm "Córrego do Meio", located in the municipality of Diorama / GO. The project was divided on two experiments, both with a completely randomized design (DIC), in four replications. In the first experiment, murici *in natura* in different packages, the 3x2x9 triple factorial scheme was used, to evaluate such as three packages types (polypropylene - PP, low density polyethylene - PEBD and nylon/polyethylene - NY/PE) submitted to two atmospheric modifications: with vacuum and without vacuum, and nine days (days 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 and 16). In the second experiment, the 3x7 double factorial scheme was used, to evaluate as three ascorbic acid concentrations in conservation of cold pressed juice (0%, 1% and 2%) and seven days of analysis (days 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6). In the experiments, the following factors were evaluated: mass loss and post-harvest conservation (first experiment), firmness (first experiment), soluble solids (SS), titratable acidity (AT), maturation index (first experiment), coloration (L^* , $^{\circ}Hue$ and Chroma), hydrogen ionic potential (pH), total chlorophyll (first experiment), pulp/seed (first experiment), ascorbic acid (vitamin C), total phenolic compounds, antioxidant activity and respiration (first experiment). The data obtained on the respective analyzes were submitted to variance analysis ($P < 0.05$) and, when significant, the Tukey test was done at 5% probability (qualitative data), regression analysis (quantitative data) for both the experiments.

On the first experiment, it was concluded that the vacuum NY/PE and vacuum PP interactions presented the best results in the parameters loss of mass, soluble solids, hydrogenation potential, total chlorophyll, ascorbic acid (Vitamin C) and phenolic compounds contributing to the preservation and post-harvest quality of the muricis, respectively, extending their useful life. Finally, on the second experiment, it was concluded that the concentration of 2% of ascorbic acid was the most suitable for the cold-pressed juice, mainly for maintaining for longer period the important characteristics for the acceptability of this product.

Key words: *Byrsonima crassifolia*, modified atmosphere, vacuum, quality, juice, ascorbic acid.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui a maior biodiversidade do mundo, o que permite um grande número de espécies frutíferas. Muitas espécies ainda são pouco conhecidas, no entanto, apresentam alto valor nutricional e características sensoriais específicas (CARDOSO, 2011). Neste contexto, a fruticultura do cerrado constitui uma atividade econômica promissora, pois, esses frutos são de grande interesse agroindustrial e fonte de renda para a população local (ALMEIDA et al., 2011).

A vegetação do Cerrado compreende um espaço natural de campos abertos, savanas e florestas, variando em condições do solo, disponibilidade de água, o pH, saturação por alumínio, fertilidade, clima sazonal, dispersão de espécies de fauna e flora, além de ações antrópicas incluindo queimadas provocadas pela ação humana (SILVA et al., 2015).

A junção de diferentes formas estruturais determina a diversidade de vegetações do Cerrado que podem ser divididas em cinco tipos principais: campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *stricto sensu* e cerradão. A vegetação mais abundante é o cerrado *stricto sensu*, com aproximadamente 22% (SANO et al., 2010), sendo uma fisionomia aberta constituída por arbustos dispersos e árvores, geralmente de 3 a 8 metros de altura, com mais de 30% de cobertura da copa e com uma rica camada herbácea (OLIVEIRA-FILHO e RATTER, 2002).

O Cerrado brasileiro abrange uma área de quase dois milhões de metros quadrados, incluindo todo o estado de Goiás e Tocantins, quase todo o Mato Grosso do Sul, oeste de Minas Gerais e da Bahia, leste e sul do Mato Grosso e sul dos estados do Maranhão e Piauí. Apresenta uma variedade riquíssima em frutos, alguns de caráter medicinal, altos potenciais nutricionais, e, acima de tudo, com sabores intrínsecos e inconfundíveis (KLINK e MACHADO, 2005).

Uma das plantas típicas do cerrado é o muricizeiro (*Byrsonima spp.*), presente em toda a América Latina e onde foram identificadas cerca de 130 espécies. O nome popular do murici pode ser dado a diferentes espécies da família Malpighiaceae, bem como por suas cores e locais de ocorrência, tais como murici-pequeno (*B. verbascifolia*), murici-de-flor-vermelha (*B. punctulata*), murici-da-chapada (*B. salzmanniana*), murici-do-campo (*B. crassifolia*, *B. intermedia*) (Figura 1), murici-da-mata (*B. crispa*), murici vermelho (*B. amazônica*), dentre outros (RUFINO, 2008).

A frutificação do murici, ou murici-do-campo, (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich) ocorre nos meses de dezembro a maio, tanto nas regiões serranas do Sudeste, como nos cerrados do Mato Grosso e Goiás e também no litoral do Norte e Nordeste do país (SILVA et al., 2008b).



Figura 1- Muricizeiro.
Fonte: Próprio (2018).

De acordo com Ferreira (2005), o murici é uma drupa pequena, trilocular, arredondada ou alongada, com cerca de 1-2 cm de diâmetro e, quando maduro, apresenta o epicarpo e o mesocarpo de coloração amarela. O mesocarpo (parte comestível) é macio, pastoso, de sabor adocicado, apresentando aroma muito característico e peculiar, semelhante a queijo rançoso. O endocarpo (caroço) é arredondado ou ovalado e rígido.

O murici apresenta elevado valor nutricional, propriedades funcionais e sabor *sui generis* (CUNHA, 2016) e é rico em cálcio e fósforo (SILVA e TASSARA, 2001). Em seus estudos com diferentes frutas exóticas do Brasil, Almeida et al. (2011) concluíram que o murici é um fruto com altos níveis de atividade antioxidante e ressaltam que os alimentos ricos em antioxidantes desempenham um papel essencial na prevenção de doenças.

Dessa forma, as fruteiras nativas são espécies fundamentais neste ecossistema e há muitos anos são regularmente consumidas pelas populações locais tanto na forma *in natura* quanto processados, tais como sucos, licores, sorvetes, geleias, iogurte, pães, tortas e bolos (DAMIANI et al., 2011). Portanto, o murici é um fruto de importância econômica para pequenas comunidades que o colhem de forma extrativista, para consumo próprio e comercialização. Entretanto, pouco se conhece sobre as informações de cultivo, de produção,

de pós-colheita e soluções tecnológicas de aproveitamento e conservação do muricizeiro (SIGUEMOTO, 2013).

Nesse contexto, diversas técnicas com a finalidade de manter a qualidade e aumentar a vida útil dos frutos vêm sendo pesquisadas. Tais técnicas podem ser empregadas com intuito de complementar ou melhorar o sistema de conservação já existente, por exemplo, tratamentos químicos, atmosfera modificada, embalagens ativas e processamento do fruto (SILVA et al., 2008a; LIMA et al., 2015).

A atmosfera modificada é uma importante técnica que, quando utilizada corretamente, interfere nos processos bioquímicos e fisiológicos do fruto, e também permitem retardar a senescência e diminuir a proliferação de agentes microbianos (ARRUDA et al., 2011). Consiste na redução do O₂ e aumento do CO₂ reduzindo assim a síntese de etileno e, com isso, prolongando a vida pós-colheita dos frutos (MENDONÇA et al., 2015). Outros efeitos do uso dessa técnica em produtos frescos, durante a comercialização, podem incluir redução das taxas de respiração, minimização da perda de massa, manutenção da cor e firmeza e, conseqüentemente, retardo do amadurecimento (SANTANA, 2009).

A atmosfera modificada ativa também é uma importante técnica que consiste em um procedimento muito simples em que se retira o ar contido na embalagem. Se o processo for corretamente realizado, o valor final de oxigênio presente no interior da embalagem será inferior a 1%. A embalagem a vácuo apresenta vantagens, pois não há consumo de gases e baixa concentração de oxigênio restante na embalagem inibe o crescimento de microrganismos aeróbios e as reações de oxidação, favorece a retenção de compostos voláteis responsáveis pelo aroma (GUERRA, 2013).

Além disso, um importante aspecto associado às embalagens é a manutenção da sua integridade durante as operações de armazenagem e transporte, devendo o plástico, utilizado na atmosfera modificada, ser flexível e fácil de usar, como também resistente o suficiente para suportar o manuseio (KADER e WATKINS, 2000).

Outro ponto importante e que tem preocupado os consumidores de alimentos é a qualidade nutricional e sensorial dos mesmos, uma vez que esse público tem buscado por produtos nutritivos, saborosos e que não contenham conservadores químicos. Nesse aspecto, os sucos de frutas tropicais atendem a estes requisitos por serem ricos em vitaminas, sais minerais, açúcares e substâncias antioxidantes, além de proporcionarem sabor e aroma agradáveis. Assim, é necessário que as técnicas de processamento e conservação de sucos

sejam eficazes em manter, nos produtos processados, as características originais das frutas (CIANCI et al., 2005).

Uma técnica empregada na indústria de suco, denominada prensagem a frio, ao contrário dos sucos padrões pasteurizados, consiste na extração do suco por esmagamento dos frutos, sem adicionar calor, de forma a conservar as enzimas e os nutrientes o mais próximo de sua forma *in natura* (SUSSMAN, 2014). A operação pode ser manual ou mecânica com sistemas automatizados, sendo que para pequena quantidade de suco, a prensa manual é eficaz, já para a comercialização de sucos em grande quantidade utiliza-se a prensa hidráulica que proporciona maior volume e melhor qualidade ao produto (FAO, 2001).

Na indústria alimentícia durante o processo de fabricação de refrigerantes, sucos, entre outros produtos industrializados tem sido utilizado como aditivo (acidulante e antioxidante) o ácido ascórbico (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016), que também, denominada de vitamina C, cujas moléculas são submetidas à oxidação antes das outras moléculas se oxidem, impedindo e protegendo essas outras moléculas do processo de oxidação, do mesmo modo que aumenta a resistência do organismo (LIMA et al., 2007). A vitamina C é um agente nutricional e antioxidante: como ácido ascórbico é facilmente oxidado pelo ar, este sofre a oxidação em preferência ao alimento, preservando a sua qualidade (EMIDIO et al., 2012).

Mesmo com o uso da atmosfera modificada não se elimina a necessidade da refrigeração do produto. Um fator decisivo para o sucesso da aplicação da embalagem é o controle rígido da temperatura durante todo o ciclo de preparo, distribuição e comercialização do produto (TESSER, 2009). Segundo Souza et al. (2004), o uso da refrigeração é necessária como medida de controle da respiração e da transpiração do fruto durante o armazenamento pós-colheita, reduzindo as taxas respiratórias e retardando o amadurecimento.

Pelo exposto, objetivou-se avaliar as características pós-colheita do murici submetido a diferentes condições de armazenamento *in natura* e prensagem a frio do suco de murici, verificando as variáveis físicas, físico-químicas, químicas e bioativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.M.B.; SOUSA, P.H.M.; ARRIAGA, A.M.C.; PRADO, G.M.; MAGALHAES, C.E.C.; MAIA, A.G.; LEMOS, T.L.G. Bioactive compounds and antioxidant of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, Barking, v.44, n.7, p.2155-2159, 2011.
- ARRUDA, M.C.; JACOMINO, A.P.; TREVISAN, M.J.; JERONIMO, E.M.; MORETTI, C.L. Atmosfera modificada em laranja Pera minimamente processada. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.664-671, 2011.
- CARDOSO, L.M. Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. **Food Research International**, Barking, v.44, n.7, p.2151-2154, 2011.
- CIANCI, F.; SILVA, L.F.M.; CABRAL, L.M.C.; MATTA, V.M. Clarificação e concentração de suco de caju por processos com membranas. **Ciência de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.03, p.579-583, 2005.
- CUNHA, M.C. **Impacto do processamento, embalagem e tempo de armazenamento sobre a qualidade da geléia de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich)**. 2016. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
- DAMIANI, C.; BOAS, E.V.V.; ASQUIERI, E.R.; LAGE, M.E.; OLIVEIRA, R.A.; SILVA, F.A.; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J.; SILVA, E.P.; PAULA, N.R.F. Characterization of fruits from the savanna: araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) and marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.3, p.723-729, 2011.
- EMIDIO, A.T.P.; PERUCH, M.G.B.; FRITZEN, M. Estudo da estabilidade do ácido ascórbico em sucos laranja de origem natural e industrial. *Revista eletrônica estágio saúde*, v.1, n.1, p. 1-9, 2012.
- FAO. **Principles and practices of small - and medium - scale fruit juice processing**. Roma: Agricultura Services Bulletin, 2001.
- FERREIRA, M. G. R. **Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich)**. Porto Velho: Embrapa, 2005. 2p.
- FOOD INGREDIENTS BRASIL. Acidulantes: funções e usos em alimentos. **Revista F-i**, n.37, 2016.
- GUERRA, L.V.H.S. **Efeitos da embalagem em ar, sob vácuo e em atmosfera modificada sobre a qualidade de filetes de peixe-porco *Balistes capriscus***. 2016. 88p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade do Algarve, Faro, 2013.
- KADER, A.A.; WATKINS, C.B. Modified Atmosphere Packaging – Toward 2000 and beyond. **Horticultural Technology**, v.10, n.3, p.483-486, 2000.
- KLINK, C.A. MACHADO, R.B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Brasília, v.19, n.3, p.707-713, 2005.

LIMA, E.S.; SILVA, E.G.; NETO, J.M.M.; MOITA, G.C. Redução de vitamina C em suco de caju (*Anacardium occidentale* L.) industrializado e cajuína. **Química Nova**, v.30, n.5, p.1143-1146, 2007.

LIMA, J. P.; FANTE, C. A.; PIRES, C. R. F. ; NUNES, E. E. ; ALVES, R. R. ; ELIAS, H. H. S. ; NUNES, C. A. ; VILAS BOAS, E. V. B. . The antioxidative potential and volatile constituents of mangaba fruit over the storage period. **Scientia Horticulturae**, v. 194, p. 1-6, 2015.

MENDONÇA, V. Z.; DAIUTO, E.R.; FURLANETO, K.A.; RAMOS, J.A.; FUJITA, E.; VIEITES, R.L.; TECCHIO, M.A.; CARVALHO, L.R.. Aspectos físico-químicos e bioquímicos durante o armazenamento refrigerado do caqui em atmosfera modificada passiva. **Nativa**, Sinop, v.03, n.01, p.16-21, jan./mar. 2015.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. **Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome**. Eds. The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna, Colombia University Press. New York, 2002. 91-120 p.

RUFINO, M.S.M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 2008. 263p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2008.

SANTANA, L.R.R. **Qualidade pós-colheita de pêssego 'douradão' Sob atmosfera controlada e modificada**. 2009. 202p. Tese (Doutorado em Tecnologia Pós-Colheita), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

SIGUEMOTO, E.S. **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsonima crassifolia*) e da moringa (*Moringa oleifera*)**. 2013. 125p. Dissertação (Mestrado em Nutrição em Saúde Pública), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SILVA, J.M.; SILVA, J.P.; SPOTO, M.H.F. Características físico-químicas de abacaxi submetido à tecnologia de radiação ionizante como método de conservação pós-colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.1, p.139-145, 2008a.

SILVA, M.R.; LACERDA, D.B.C.L.; SANTOS, G.G.; MARTINS, M.O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1790-1793, 2008b.

SILVA, R. B. M.; FRANCELINO, M. R.; MOURA, P. A.; MOURA, T. A.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, C. P. Relação solo/vegetação em ambiente de Cerrado sobre influência do grupo Urucuaia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 1-11, 2015.

SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas no Brasil**. 4 ed. São Paulo: Nobel, 2001. 209 p.

SOUZA, S.L.; MOREIRA, A.P.B.; SANTANA, H.M.P.; ALENCAR, E.R. Conteúdo de carotenos e provitamina A em frutas comercializadas em Viçosa, Estados de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 453-459, 2004.

SUSSMAN, L. **Cold press juice bible: 300 delicious, nutritious, all-natural recipes for your masticating juicer**, Berkeley: Ulysses Press, 2014. 274p.

TESSER, E.S. **O uso de diferentes tipos de embalagem na conservação de carnes bovinas.** 2009. 33p. Monografia (Graduação Medicina Veterinária), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

CAPÍTULO 1

MURICI: ASPECTOS GERAIS, IMPORTÂNCIA, ATMOSFERA MODIFICADA,
APLICAÇÃO NA PÓS-COLHEITA E PRENSAGEM A FRIO.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. ASPECTOS GERAIS DO MURICIZEIRO

O cerrado por ter alta heterogeneidade ambiental faz com que a vegetação deste bioma seja uma das mais diversificadas do Brasil (PEREIRA et al., 2011). Constitui-se como a segunda maior formação vegetal brasileira, sendo distribuído em uma área aproximada de dois milhões de metros quadrados, o que abrange 23,9% do território nacional, localizando-se principalmente na região Centro-Oeste do país, além de manter contato com outros biomas (AQUINO e OLIVEIRA, 2006).

Dentre as espécies vegetais desse bioma, a família Malpighiaceae abrange 65 a 70 gêneros e cerca de 1.250 espécies, sendo predominantemente tropical (85% neotropical). No Brasil ocorrem 38 gêneros e aproximadamente 300 espécies. Muitas dessas espécies possuem relatos de ocorrência na Amazônia, supondo o seu centro de origem e dispersão nesta região (GANSALVES, 2002). É facilmente reconhecida pela presença de nectários extraflorais dispostos aos pares na base das sépalas, apesar de apresentar representantes em forma de ervas, arbustos, árvores ou lianas (GARRITANO et al., 2006).

De acordo com Rezende e Fraga (2003), uma característica que marca a maioria dos gêneros de Malpighiaceae, presentes no Brasil, é o fato de eles possuírem flores que, ao invés do néctar, têm uma composição abundante de lipídeo. A fase de floração e frutificação pode acontecer durante todo o ano, dependendo da ocorrência das chuvas (GOMES, 2005).

O murici, também conhecido como muricizinho, murici-amarelo, murici-branco, murici-vermelho, murici-de-flor-branca, murici-de-flor-vermelha, murici-da-chapada, murici-da-mata, murici-da-serra, murici-das-capoeiras, murici-do-campo, murici-do-brejo, murici-da-praia, entre outros, pode ser encontrado em várias regiões do Brasil, sendo a maioria pertencente à família Malpighiaceae (GANSALVES, 2002; ARAUJO, 2009a).

É uma planta que reage bem à melhoria do ambiente, com maior número de ramos no solo argiloso e melhor resposta à adubação no solo arenoso (BARBOSA et al., 2016). Seu desenvolvimento, tanto em altura como em diâmetro do caule é influenciado pela seca, e quando ocorre o aumento da temperatura e precipitação apresentam comparativamente um melhor desempenho (BIZÃO et al., 2016).

A frutificação ocorre entre outubro e fevereiro nas regiões do Cerrado (SILVA JUNIOR, 2005) e a partir de dezembro ocorre a maturação dos frutos na região Centro Sul. Os frutos apresentam rápido crescimento, são adocicados e suculentos. A produção de frutos é

alta, irregular e, quando maduros, apresentam-se amarelados e com forte odor, cuja polpa é carnosa e macia, além de ter alto rendimento (ALVES e FRANCO, 2003; GUIMARAES, 2017).

No país, há a presença desses frutos no Distrito Federal e nos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Bahia, Tocantins e Paraíba (GARRITANO et al., 2006). Entre as espécies conhecidas como murici têm-se: *Byrsonima cydoniifolia* Juss, *Byrsonima basiloba*, sendo que se destaca as nativas brasileiras: *Byrsonima crassifolia* e *Byrsonima verbascifolia*. Essas espécies são diferenciadas pela cor de suas flores e frutos, ou pelo local de ocorrência (GUILHON-SIMPLICIO e PEREIRA, 2011).

1.1.1. *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth

Um dos maiores gêneros da família Malpighiaceae é o *Byrsonima* (SALDANHA e SOARES, 2015). *Byrsonima sp.* é um gênero com árvores tropicais distribuídas extensamente em diversas regiões das Américas Central e do Sul, possuindo 150 espécies das quais 70 se encontram no Brasil (GUIMARAES, 2017), agrupando espécies de grande importância medicinal, ornamental e produtoras de frutos comestíveis (LAREDO, 2008).

A espécie *Byrsonima crassifolia* está presente nas regiões serranas do Sudeste, nos cerrados de Mato Grosso e Goiás e no litoral do Norte e Nordeste do Brasil, com seu fruto sendo encontrado nos períodos de dezembro a março (ALVES e FRANCO, 2003). Rêgo et al. (2014) relatam que a *B. crassifolia* possui flores vistosas e dispostas em ramos, formando inflorescências de coloração variada.

A planta tem de 2 a 6 m de altura, possui tronco tortuoso, formando moitas, muitas vezes com ramos tocando o solo ou crescendo quase horizontalmente, casca espessa, mole, lenticelosa. Suas folhas são opostas, simples, coriáceas, curtamente pecioladas, limbo elíptico, de 7 a 15 cm de comprimento por 3 a 7 cm de largura, ápice obtuso ou agudo, pêlos ferrugíneos na face inferior. As flores são hermafroditas, pentâmeras, o cálice com cinco sépalas ovaltriangulares, corola formada por cinco pétalas amarelas (EMBRAPA, 2005).

O fruto *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, conhecido como murici, é considerado um dos frutos típicos do cerrado, apresenta elevado valor nutricional, propriedades funcionais e sabor *sui generis* (SANNOMIYA et al., 2007).

O fruto é uma drupa pequena, trilocular, arredondada ou alongada, tendo em média 0,7 a 2,2 cm de diâmetro e peso entre 1,0 g e 6,0 g; possui coloração amarela sendo o exocarpo delgado de cor amarela no fruto quando maduro; mesocarpo (parte comestível)

pastoso, amarelo, medindo 5 mm de espessura, de cheiro forte e sabor muito característicos e ligeiramente oleoso; endocarpo (caroço) arredondado ou ovalado, rígido, com uma semente viável, sendo seu cultivo propagado através de sementes (CARVALHO et al., 2007; GUIMARÃES e SILVA, 2008; NEVES et al., 2015; ARAÚJO et al., 2009; ALBERTO et al., 2011 EMBRAPA, 2005).

1.1.2. Importância Social e Nutricional

As espécies de murici têm múltiplas funções por apresentarem potencial para geração de renda para as famílias da região Centro-Oeste (GARRITANO et al., 2006).

O murici é comercializado em feiras e mercados locais. A polpa é carnuda e macia, sendo consumida *in natura* ou como suco, geleia, sorvete, licor e conserva. Entretanto, a porção não comestível representa 46,50% do fruto. A madeira é adequada para construção e também pode ser utilizada no curtume (15-20% de tanino). Além disso, indústrias utilizam a tinta preta extraída da casca dessa espécie para o tingimento do algodão (GUIMARÃES e SILVA, 2008; ALBERTO et al., 2011; NASCIMENTO e PENTEADO-DIAS, 2011; ARAUJO et al., 2009b).

O fruto apresenta propriedades cicatrizantes, anti-inflamatórias e laxativas. É também considerado terapeuticamente eficiente no tratamento de bronquites e no combate à tosse em geral, por possuir grande quantidade de vitamina C, além de minerais como: cálcio, fosforo e ferro, e pequenos teores de vitaminas A e do complexo B (GANSALVES, 2002).

Em comparação a outros alimentos, o murici apresenta maior teor de vitamina C do que o brócolis, a laranja-bahia, a laranja-pêra e o limão, sendo seu teor comparável ao da couve manteiga (GARRITANO et al., 2006).

A composição química do murici é dividida em: 83% de água, 15% de hidratos de carbono (carboidratos), 1,3% de lipídeos e 0,7% de proteínas aproximadamente (GANSALVES, 2002; SILVA, 2016). O consumo da polpa (100 g) supre em crianças, adultos e gestantes as necessidades de vitamina C (156, 43 e 46%, respectivamente), além de contribuir com as necessidades diárias de vitamina A (55, 24 e 28%, respectivamente) (MORZELLE et al., 2015).

Segundo Morzelle et al. (2015), os muricis apresentam teores expressivos de lipídeos. Em seu perfil lipídico, cerca de 65% de ácidos graxos monoinsaturados, sendo o ácido oleico o mais comum, seguido pelo ácido palmítico. Por terem esse elevado teor, apresentam maior valor calórico, já que os lipídeos geram 2,3 vezes mais calorias que os

carboidratos e as proteínas. Silva (2016) expõe que seu valor energético, a cada 100 gramas, está compreendido entre 69,13 a 71,58 kcal.

1.2. ATMOSFERA MODIFICADA

A qualidade de frutos e hortaliças está diretamente ligada ao ponto de colheita e manuseio adequado, pois todo trauma sofrido pelas frutas e hortaliças após a colheita terá reflexo na vida de prateleira destes produtos. O termo qualidade se refere ao grau de excelência de um produto alimentício, que engloba propriedades sensoriais (aparência, textura, sabor e aroma), químicas, mecânicas e funcionais, e valor nutritivo (LIMA, 2014).

Todos os produtos alimentares são suscetíveis a alteração de qualidade durante o armazenamento. O tempo durante o qual a qualidade é mantida (aceitável ao consumo humano) denomina-se tempo de conservação útil. O tempo de conservação útil é o tempo que decorre entre a produção e o momento em que o produto embalado se torna inaceitável para consumo (GUERRA, 2013).

Com o intuito de minimizar e prevenir as perdas pós-colheita, o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias faz-se necessário (FERNANDES et al., 2010). Nesse aspecto, diversas técnicas podem ser aplicadas isoladamente ou associadas, para se obter melhores resultados na qualidade final do produto (SILVA et al., 2008). Essas técnicas de conservação pós-colheita são utilizadas para diminuir a atividade metabólica dos frutos, principalmente, a taxa respiratória e a perda de água (CARVALHO et al., 2015).

Uma das funções das técnicas pós-colheita é proporcionar proteção aos alimentos com o uso de embalagens. A embalagem é tudo aquilo que possa acondicionar o alimento, e que exerça funções de proteção contra contaminação e perdas, facilite o transporte e a distribuição, identifique o fabricante e o padrão de qualidade, atraindo com isso a atenção do consumidor. Portanto, a embalagem tem um papel muito importante em manter a qualidade e o tempo de prateleira dos alimentos (LIMA, 2014).

As alterações de qualidade durante o armazenamento poderão afetar a textura, sabor, cor, aspeto geral, valor nutritivo e segurança alimentar do produto (FRIJA, 2012). Contudo, a taxa de muitas destas alterações pode ser minimizada com embalagens apropriadas, a fim de controlar a influência dos fatores extrínsecos de deterioração, como: umidade, oxigênio, luz, temperatura e transferência de aromas (OORAİKUL e STILES, 1991; GUERRA, 2013).

Bradley e Castle (2010) expõem que a embalagem pode ser de derivados de plástico (polietileno, polipropileno, nylon, poliéster e demais polímeros sintéticos), de metal (latas

alumínio ou de aço estanhado), derivados de papel (caixas de papel e celulose), além de outros, dependendo do produto, do local ou do propósito da embalagem.

Dentre esses materiais, a embalagem com atmosfera modificada é uma tecnologia que vem ao encontro da necessidade de atender às exigências cada vez mais crescentes de consumidores e pela elevada perecibilidade dos produtos (FERNÁNDEZ et al., 2010).

Modificar a atmosfera se fundamenta no uso de um ambiente diferente do ar atmosférico e consiste numa técnica de armazenamento, de frutos e hortaliças, realizada sob condições de composição da atmosfera diferentes daquela presente no ar normal, alterando, principalmente, as concentrações de gás carbônico (CO_2), oxigênio (O_2), nitrogênio (N_2) e etileno (C_2H_4). A modificação da atmosfera proove decréscimo na intensidade da respiração, no amadurecimento, na biossíntese de etileno, no amolecimento, na perda de água, e na alteração de cores, e diminuição na deterioração de frutos e hortaliças. Pode ser obtida com o uso de materiais plásticos, como polietileno, cloreto de polivinila, e similares, ou por meio da aplicação de produtos, como ceras, ésteres de sacarose, ácidos e outros aditivos, procedendo no prolongamento da vida de prateleira do produto (MACHADO et al., 2007; LANA e FINGER, 2000).

Para que a técnica de atmosfera modificada seja eficiente, o processo de senescência dos frutos deve ser atrasado, sem reduzir a qualidade. Com o atraso da senescência, o fruto pode manter sua habilidade para produzir compostos antifúngicos, normalmente presentes em frutos jovens, o que evita o desenvolvimento de podridões (CIA et al., 2010).

Dessa forma, a modificação da atmosfera pode ser estabelecida de forma passiva ou ativa. A atmosfera passiva se estabelece quando o produto acondicionado dentro de uma embalagem permeável a gases modifica a atmosfera através da própria respiração, resultando na redução de O_2 pelo consumo deste gás e aumento de CO_2 , liberado pela respiração, enquanto em atmosfera modificada ativa após colocar o produto na embalagem, é criado um vácuo parcial seguido pela injeção da mistura gasosa desejada dentro da embalagem (PALHARINI, 2017). Sendo assim, a principal vantagem da atmosfera modificada ativa está na rapidez com que a atmosfera desejada é estabelecida (ARRUDA et al., 2004).

O primeiro método de embalagem em atmosfera protetora que se utilizou comercialmente foi a embalagem à vácuo (*vacuum package*), procedimento em que se retira o ar contido na embalagem. Se o processo for corretamente realizado, o valor final de oxigênio presente no interior da embalagem será inferior a 1% (GUERRA, 2013).

Na embalagem a vácuo, o material da embalagem adere ao alimento como resultado do decréscimo da pressão interna em relação à pressão atmosférica. O material de embalagem deve assegurar uma permeabilidade muito baixa aos gases, incluindo o vapor de água (GUERRA, 2013), sendo que o uso do vácuo em embalagens é um método rápido, prático e de menor custo (GUERRA et al., 2016).

1.3. SUCOS PRENSADOS A FRIO

Algumas espécies nativas têm experimentado um grande extrativismo, em função da demanda por polpa, sucos, bebidas lácteas e sorvetes. Essa demanda tem sido viabilizada, em parte, pela possibilidade da extração e congelamento da polpa obtida de frutos de plantas cultivadas em chácaras de inúmeros recantos da região ou em áreas de ocorrência natural (LOURENÇO, 2008).

Os sucos são consumidos e apreciados em todo mundo, não só pelo seu sabor, mas também por serem fontes naturais de nutrientes. Como exemplo tem-se os sucos industrializados disponíveis em grande variedade, capazes de atender às exigências da maioria dos consumidores (CARDOSO et al., 2015).

Segundo Ferreira e Alcântara (2013), o mercado brasileiro de sucos prontos para beber está em franca expansão, acompanhando a tendência mundial de consumo de bebidas saudáveis, convenientes e saborosas. Sucos de fruta prontos para beber são considerados bebidas refrescantes, capazes de saciar a sede, ao mesmo tempo que respondem ao apelo por produtos naturais e agregam vantagens nutricionais, o que contribui para sua grande aceitação. É neste contexto que se verifica o aumento do consumo de bebidas não alcoólicas e não carbonatadas, tais como sucos (prontos, concentrados, entre outros), chás e águas (CARMO et al., 2015).

Rodrigues (2002) ressalta que a composição dos sucos naturais será influenciada pelo tipo de fruta, variedade, maturidade, condições climáticas e práticas da cultura, além da forma de processamento.

Para se obter sucos naturais, de acordo com Varnan e Sutherland (1994), existem várias formas e etapas de processamento. Em uma primeira etapa é necessário fazer a extração da polpa. Em seguida, o processamento pode ser realizado por meios de etapas de inativação enzimática, prensagem, refino ou clarificação, desaeração, pasteurização, formulação, envase e armazenamento.

A forte tendência dentro do mercado de produtos naturais são os sucos prensados a frio. Essa técnica garante que o suco mantenha o máximo de nutrientes e seus benefícios na hora de engarrafá-lo. Entretanto, por não usar nenhum componente químico, os sucos prensados a frio tendem a ter validade de apenas dois a cinco dias e são produzidos a partir de frutas e hortaliças, em que os insumos são processados de uma forma que exista pouco ou nenhum contato com o oxigênio (VALLE, 2017).

Entre as diferentes operações de suco de extração do suco, destaca-se a prensagem, cuja escolha do equipamento dependerá dos seguintes fatores: forma de operação, capacidade, custos, rendimento de extração e auxiliares de prensagem. A prensagem pode ser realizada de forma manual ou automática (PIGHINELLI, 2008).

1.3.1. Prensa Hidráulica Manual e Elétrica

Os equipamentos de prensagem para extração do suco *in natura* são prensas: hidráulica, pneumáticas, de cesto horizontal, contínuas de placas, correias e tipo parafuso. Sendo a mais utilizada, a prensa hidráulica (VICENZI et al., 2001).

Nessa operação são utilizados equipamentos desde os rudimentares até instalações industriais como as prensas hidráulicas e contínuas tipo *expeller*. A extração por prensagem é um processo muito utilizado atualmente para extração em pequena escala, a fim de atender demandas locais de cooperativas e pequenas produções (AGEITEC, 2019).

Segundo Carvalho (2011), as prensas automáticas são muito mais eficientes e de maior capacidade. A eficiência das prensas manuais é influenciada diretamente pelo pré-tratamento a que a matéria-prima é submetida, é realizada a pressão atmosférica e a desintegração mecânica, sem aquecimento. A prensagem hidráulica é um método que, por não utilizar solvente ou algum tipo de gás, obtém-se um produto com suas propriedades naturais preservadas.

Segtowitz et al. (2013) compararam dois métodos de extração de suco de acerola, a prensagem hidráulica foi realizada com cesto perfurado (3 mm) e tecido sintético, para acondicionamento dos frutos, com malha aproximada de 0,1 mm, sendo a prensa carregada com 1,5 kg de acerola por carga e a pressão de trabalho foi de 25 kgf cm^{-2} , mantida por 2 minutos. Assim, concluiu que a prensa extraiu suco praticamente isento de sólidos em suspensão em comparação a despulpadora, sendo este o outro método em questão.

O processo de prensagem consiste nas polpas das frutas serem submetidas ao esmagamento e prensagem, para darem origem a sucos. É necessária a separação dos

constituintes sólidos do líquido, através dos processos de esgotamento. Nestas etapas, deve-se evitar a excessiva dilaceração do bagaço, formado por cascas e sementes, de modo a reduzir o aparecimento de gostos herbáceos desagradáveis, e facilitar a operação de prensagem para otimizar a relação rendimento/qualidade (RIZZON e MENEGUZZO, 2007).

A operação de esgotamento é realizada em equipamento cilíndrico denominado esgotador dinâmico, cuja finalidade aumentar a eficiência de separação do suco e os materiais sólidos da fruta. Consistindo na separação do líquido pelo fundo do equipamento e os sólidos pela parte superior que são enviadas diretamente para a prensa (TOALDO, 2016).

1.3.2. Ácido Ascórbico

Uma alimentação saudável traz inúmeros benefícios ao ser humano. Os sucos apresentam-se como uma alternativa em dietas adequadas para todos os segmentos da população. Além dos nutrientes naturais das frutas eles podem ser enriquecidos com vitaminas e minerais (CARDOSO et al., 2015).

A vida útil das bebidas de frutas é influenciada por fatores, tais como desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, ação de enzimas e ocorrência de reações químicas que comprometem a qualidade sensorial e nutricional. Com o intenso consumo desses produtos, a indústria tem investido em tecnologia para conservar esse suco por um tempo maior. Há investimentos nas formulações de novos ingredientes e aditivos, responsáveis por características funcionais, evitando adicionar conservantes químicos que possam depreciar a imagem funcional do produto (CAMARGO et al., 2007).

Como os sucos de frutas são obtidos a partir de frutas frescas, maduras e lavadas por um processo industrial adequado, estes não podem ser diluídos nem conter odor ou sabor estranho, ou ainda algum indicio de fermentação. A sua estabilização irá depender assim de algum tratamento físico ou químico autorizado ou ainda, conter algum tipo de aditivo, para garantir sua conservação e melhor durabilidade (CARDOSO et al., 2015).

No decorrer do processamento dos frutos, pode ocorrer o escurecimento enzimático, fenômeno amplamente difundido, que induz severas mudanças de cor, sabor indesejável e perdas nutricionais (COSTA, 2010). O escurecimento enzimático ocorre devido à presença da enzima polifenoloxidase (PPO), uma enzima que catalisa a oxidação de compostos fenólicos, produzindo pigmentos escuros (OLIVEIRA et al., 2008). O controle do escurecimento enzimático pode ser feito através da aplicação de vários compostos antioxidantes que inibem a ação da enzima PPO.

Os ácidos alimentícios, chamados agentes acidulantes, desempenham várias funções. Dentre as principais: aromatizantes, reguladores de pH, agentes tamponantes, agentes de fermentação, entre outros (INSUMOS, 2018).

Dentre eles, o ácido ascórbico é reconhecido por sua ação redutora e contribuição nutricional (vitamina C), sendo um dos principais antioxidantes para o uso em frutas e hortaliças visando prevenir o escurecimento. Ele atua sequestrando o cobre, grupo prostético da PPO, e reduzindo as quinonas a fenóis, antes de formarem pigmentos escuros (COSTA, 2010).

Geralmente, o ácido ascórbico é produzido a partir de um açúcar natural, uma dextrose (glicose, açúcar de mel, açúcar de milho) (PEREIRA, 2008). Este açúcar, de fórmula química $C_6H_{12}O_6$, se converte em L-ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) por reação de oxidação, onde quatro átomos de hidrogênio são removidos para formar duas moléculas de água (COULTATE, 2004). Esse composto, além de se mostrar efetivo na redução do escurecimento e capaz de promover um incremento no teor de vitamina C, é também reconhecido como seguro para o consumo humano e aceito pelos consumidores (SILVA e BRUNINI, 2009).

O ácido ascórbico (AA) ou vitamina (C) é amplamente distribuído nos produtos de origem vegetal, sendo encontrado, principalmente, em frutas cítricas e hortaliças folhosas (ZHANG e HAMAUZU, 2004), sendo responsável por reforçar o sistema imunológico, ajuda a cicatrização das feridas, formação de colágeno, combate o envelhecimento (MANELA-AZULAY et al., 2003; AKTER et al., 2011). Tarrago-Trani et al. (2012) retratam o ácido ascórbico como um antioxidante, além de facilitar a absorção intestinal de ferro e a manutenção do íon ferroso no plasma sanguíneo.

De acordo com Spinola et al. (2013), o ácido ascórbico é um agente nutricional e antioxidante. Pois o ácido ascórbico é facilmente oxidado pelo ar, este sofre a oxidação em preferência ao alimento, preservando a sua qualidade. As moléculas do ácido ascórbico sofrem oxidação antes que outras moléculas se oxidem, impedindo e protegendo essas outras moléculas da oxidação, facilitando a conservação dos sucos (PINHEIRO et al., 2012).

Assim, o uso de agentes coadjuvantes e a introdução do ácido ascórbico nesses sucos, tem sido de grande interesse tanto para os produtores de alimentos quanto para os consumidores já que a recomendação de ingestão diária dessa vitamina é de 25 mg para crianças, 75 mg para mulheres e de 90 mg para homens (CUNHA et al., 2014). E, também,

por manter a qualidade, controlar a perda de características sensoriais, como textura, aroma, sabor e evitar a ocorrência das reações de escurecimento (CANTILLANO et al., 2014).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Prensagem em pequena escala**. 2019.
- AKTER, S.; OH, S.; BANG, J.; AHMED, M. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. **Food Research International**, v.44, n.7, p. 1728–1732, 2011.
- ALBERTO, P.S. et al. Methods to overcome of the dormancy in murici (*Byrsonima verbascifolia*) seeds. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.1015-1020, 2011.
- ALVES, G.L.; FRANCO, M.R.B. Headspace gas chromatography – mass spectrometry of volatile compounds in murici (*Byrsonima crassifolia* (L.)Rich.). **Journal of Chromatography A**, v.985, n.4, p.297-301, 2003.
- AQUINO, F. G.; OLIVEIRA, M. C. **Reserva legal no Bioma do Cerrado: uso e preservação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 25 p.
- ARAÚJO, R.R. **Fenologia e morfologia de plantas e biometria de frutos e sementes de muricizeiro (*Byrsonima Verbascifolia* (L.) Rich.) do tabuleiro costeiro de Alagoas**. 2009. 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2009a.
- ARAÚJO, R.R. SANTOS, E. D. dos; LEMOS, E. E. P. de; ALVES, R. E.. Caracterização biométrica de frutos e sementes de genótipos de murici (*Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich) do tabuleiro costeiro de Alagoas. **Revista Caatinga**, v.22, n.3, p.224-228, 2009b.
- ARRUDA, M.C.; JACOMINO, A.P.; SPOTO, M.H.F.; GALLO, C.R.; MORETTI, C.L. Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob atmosfera modificada ativa. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.1, p.53-58, 2004.
- BARBOSA, C. H. ; MURAKAMI, D.M. ; BIZÃO, N. ; OLIVEIRA, G.R. de ; MOTA, R. V. . Avaliação da performance do Murici (*Byrsonima cydoniifolia* A. Juss) em diferentes solos e adubação. In: I Simpósio sobre nutrição de plantas cultivadas na região do Cerrado, 2016, Goiânia - GO. **Anais... I Simpósio sobre nutrição de plantas cultivadas na região do Cerrado**. Goiânia - GO, 2016
- BIZÃO, N.; MURAKAMI, D. M.; BARBOSA, C. de H.; CHAVES, L. J.; TELLES, M. P. de C. Avaliação do desenvolvimento do muricizeiro (*Byrsonima cydoniifolia* A. Juss) do 41 banco de germoplasma da universidade federal de Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 34.,2016, São Luis. **Anais...** São Luis: SBF, 2016.
- BRADLEY, E.L.; CASTLE, L. **Residues of Food Contact Materials**. Handbook of Seafood and Seafood Products Analysis. CRC Press, USA, p.851–870, 2010.
- CAMARGO, G.A.; CONSOLI, L.; LELLIS, I.C.S.; MIELI, J.; SASSAKI, E.K. Bebidas naturais de frutas: Perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Campinas, v.1, n.2, p.179-205, 2007.
- CANTILLANO, R. F. F.; MORENO, M. B.; ROMBALDI, C. V. Efeito do Período de Armazenamento Refrigerado e Uso de Aditivos na Qualidade de Maçã ‘Fuji’ Minimamente Processada. **Boletim de pesquisa e Desenvolvimento**. Pelotas. 27p. 2014.

- CARDOSO, J.A.C.; ROSSALES ROSSALES, R.; LIMONS, B.; REIS, S.F.; SCHUMACHER, B.O.; HELBIG, E. Teor e estabilidade de vitamina C em sucos *in natura* e industrializados. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v.39, n.4, p.460-469, 2015.
- CARMO, M.C.L.; DANTAS, M.I.S.; RIBEIRO, S.M.R. Caracterização do mercado consumidor de sucos prontos para o consumo. **Food Tecnology**, Campinas, v.17, n.4, p.305-309, 2015.
- CARVALHO, C. A. C.; SOUZA ÁLVARES, V.; CUNHA, C. R., LIMA, A. A.; MORENO, A. L; MACIEL, V. T. Efeito do pré-resfriamento de frutos de cupuaçu na aceitação sensorial do néctar. **Revista Agroambiente Online**, v. 9, n. 1, p. 91-95, 2015.
- CARVALHO, C.O. **Comparação entre métodos de extração do óleo de *Mauritia Flexuosa* L.F. (ARECACEAE - buriti) para o uso sustentável na reserva de desenvolvimento tupé: rendimento e atividade antimicrobiana.** 2011. 110p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais), Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2011.
- CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, W. M. O. do; MÜLLER, C. H. Propagação do murucizeiro (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.). **Produção de mudas de espécies frutíferas nativas da Amazônia.** Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. p.87-99.
- CIA, P.; BENATO, E.A.; VALENTINI, S.R.T; SANCHES, J.; PONZO, F.S.; FLÔRES, D.; TERRA, M.M. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de uva 'Niagara Rosada'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 10, p. 1058-1065, 2010.
- COSTA, A.C.; **Estudo da conservação do pêssego (*Prunus persica* L.) minimamente processado.** Tese (Doutorado), Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, p.77, Pelotas, 2010.
- COULTATE, T.P. **Alimentos: A química de seus componentes.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 368p.
- CUNHA, K.D.; SILVA, P.R.; COSTA, A.L.F.S.F.; TEODORO, A.J.; KOBLITZ, M.G.B. Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento. **Journal of Food Tecnology**, Campinas, v.17, n.2, p.139-145, 2014.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.)Rich.).** 2005. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24791/1/folder-murici.pdf>> Acesso em: 02 de out. de 2018.
- FERNANDES, L.M.S.; VIEITES, R.L.; CERQUEIRA, R.C.; BRAGA, C.L.; SIRTOLI, L.F.; AMARAL, J.L. Características pós-colheita em frutos de pitaya orgânica submetida a diferentes doses de irradiação. **Revista Biodiversidade**, Rondonópolis, v.9, n.1, p.15-22, 2010.
- FERNÁNDEZ, K.; ASPÉ, E.; ROECKEL, M. Scaling up parameters for shelf-life extension of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) fillets using superchilling and modified atmosphere packaging. **Food Control**, Guildford, v.21, n.6, p.857-862, 2010.
- FERREIRA, K.A.; ALCÂNTARA, R.L.C. Approaches for implementation of the postponement strategy: a multicase study in the food industry. **Gestão & Produção**, v.20, n.2, p.357-372, 2013.

- FRIJA, S.N. **Alterações nutricionais, organolépticas e de textura dos produtos hortícolas conservados – Uma revisão**. 2012. 97p. Dissertação (Tecnologia e Segurança Alimentar). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.
- GANSALVES, P.E. **Livro dos Alimentos**. MG Editores: Carapicuíba-SP. 2002. 266p.
- GARRITANO, G.; LOPES JORGE, C.; CULFAS, A.P.M.S. **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Capítulo 14: Murici. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, 2006. 320p.
- GOMES, P. **Fruticultura Brasileira**. 11. ed. Livraria Nobel, São Paulo. 2005. 448p.
- GUERRA, L.M.V.H.S. **Efeitos da embalagem em ar, sob vácuo e em atmosfera modificada sobre a qualidade de filetes de peixe-porco *Balistes capriscus***. 2013. 88p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade do Algarve, Faro, 2013.
- GUERRA, N. MACIEL, J.F.; ARAÚJO, J.; CAVALHEIRO, J.M.O. Efeito da embalagem com atmosfera modificada associada ao ácido ascórbico na vida útil de filés de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*). **Journal Food Technology**, Campinas, v.20, n.1, p.1-9, 2016.
- GUILHON-SIMPLICIO, F.; PEREIRA, M.M. Aspectos químicos e farmacológicos de *Byrsonima* (Malpighiaceae). **Química Nova**, v.34, n.6, p.1032-1041, 2011.
- GUIMARÃES, M. M.; SILVA, M. S. Nutritional value and chemical and physical characteristics of dried murici fruits (*Byrsonima verbascifolia*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 817-821, 2008.
- GUIMARAES, R.R. **Desenvolvimento inicial de baru e murici consorciados com adubos verdes em área de cerrado**. 2017. 79p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.
- INSUMOS. **Acidulantes: Funções e principais tipos**. 7p. Disponível em: <http://insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/786.pdf> Acesso em: 02 de out. de 2018.
- LANA, M.M.; FINGER, F.L. **Atmosfera modificada e controlada. Aplicação na conservação de produtos hortícolas**. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília: 2000. 34p.
- LAREDO, G. **Brasileiro da gema**: O murici tem grande variedade de espécies e inúmeras utilidades, e seu fruto amarelo embeleza o cerrado. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC533045-2584-1,00.html>>. Acesso em: 05 de out. de 2018.
- LIMA, M.A. **Importância da embalagem na manutenção da qualidade pós-colheita de frutas**. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2014_1/frutas/index.htm>. Acesso em 12/2018.
- LOURENÇO, I.P. **Potencial de utilização de frutos de genótipos de muricizeiros cultivados no litoral do Ceará**, 2008. 100p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

MACHADO, N.P.; COUTINHO, E.F.; CAETANO, E.R. Embalagens plásticas e refrigeração na conservação pós-colheita de jaboticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.166-168, 2007.

MANELLA-AZULAY, M. Vitamina C. **Revista de Dermatologia**, v.78, n.3, p. 265-272, 2003.

MORZELLE, M.C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E.C.; VILAS BOAS, E.V.B.; LAMOUNIER, M.L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabirola e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.1, p.096-103, 2015.

NASCIMENTO, A.R.; PENTEADO-DIAS, A.M. New species of *Chelonus* (*Microchelonus*) Szépligeti, 1908 (Hymenoptera: Braconidae: Cheloninae) from Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.71, n.2, 2011.

NEVES, L.C; TOSIN, J.M.; BENEDETTE, R.M.; CISNEROS-ZEVALOOS, L. Post-harvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the Northern Brazilian Amazon region. **Food Chemistry**, v. 174, p. 188-196, 2015.

OLIVEIRA, T. M.; SOARES, N. F. F.; PAULA, C. D.; VIANA, G. A. Uso da embalagem ativa na inibição do escurecimento enzimático de maçãs. **Revista de Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.1, p.117-128, 2008.

OORAIKUL, B.; STILES, M.E. **Modified Atmosphere Packaging of Food**. Elis Horwood Ltd, Inglaterra, 1991.

PALHARINI, M.C.A. Sistemas de embalagem com atmosfera modificada para produtos minimamente processados. **Revista Pesquisa e tecnologia**, v.14, n.1, p. 1-5, 2017.

PEREIRA, V.R. **Ácido ascórbico – características, mecanismos de atuação e aplicações na indústria de alimentos**. 2008. 40p. Monografia (Química de Alimentos). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

PEREIRA, B.A.S.; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F.A. Florestas estacionais no cerrado: uma visão geral. **Revista Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.3, p.446-455,2011.

PIGHINELLI, A.L.M.T.; PARK, K.J.; RAUEN, A.M. BEVILAQUA, G.; FILHO, J.A.G. Otimização da prensagem a frio de grãos de amendoim em prensa contínua tipo expeller. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, p.66-71, 2008.

PINHEIRO, E.A.T.; PERUCH, M.G.B.; FRITZEN, M.F. Estudo da estabilidade do ácido ascórbico em sucos laranja de origem natural e industrial. **Revista Adm.mad**, Florianópolis, v.1, n.1, p.1-9, 2012.

RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; RAMOS, M. C.; SILVA, O.; MENDES, F. N.; RIBEIRO, E. K. M. D. Polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae) em uma área nativa: diversidade de espécies, nidificação e seu uso sustentável na agricultura. In: YAMAMOTO, M.; OLIVEIRA, P. O.; GAGLIANONE, M. C. **Uso sustentável e restauração da diversidade dos polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados: planos de manejo**. Rio de Janeiro: Funbio, 2014. 408p.

REZENDE, C.M.; FRAGA, S.R.G.. Chemical and Aroma Determination of the Pulp and Seeds of Murici (*Byrsonima crassifolia* L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.14, n.3, p. 425-428, 2003.

RIZZON, L.A.; MENEGUZZO, J. **Suco de uva**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

RODRIGUES, R.B. **Aplicação dos processos de separação por membranas para produção de suco clarificado e concentrado de camu camu (*Myrciaria dubia*)**. 2002. 146p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

SALDANHA, A.A.; SOARES, A.C. Compostos químicos e aspectos botânicos, etnobotânicos e farmacológicos da *Byrsonima verbascifolia* Riche x. A. Juss, **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.4, p.1000-1006, 2015.

SANNOMIYA, M. et al. Mutagenic evaluation and chemical investigation of *Byrsonima intermedia* A. Juss. leaf extract. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 112, n. 2, p. 319-326, 2007.

SEGTOWICK, E.C.S.; BRUNELLI, L.T.; VENTURINI FILHO, W.G. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. **Journal of Food Tecnology**, Campinas, v.16, n.2, p.147-154, 2013.

SILVA, J.D.R.BRUNINI, M.A. Qualidade e vida útil de mamão ‘formosa’ minimamente processado submetido a diferentes tratamentos. **Revista Nucleus**, v.6, n.1, p.187-202, 2009.

SILVA JÚNIOR, M.C. **100 árvores do cerrado: guia de campo**. Brasília: Editora Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 278p.

SILVA, J.M.D.; SILVA, J.P.; SPOTO, M.H.F. Características físico-químicas de abacaxi submetido à tecnologia de radiação ionizante como método de conservação pós-colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 139-145, 2008.

SILVA, R.V. **Avaliação da estabilidade termo-oxidativa do óleo de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.)Rich.) obtido a partir da hidrólise enzimática assistida por ultrassom**. 2016. 86p. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2016.

SPINOLA, V.; BERTA, B.; CÂMARA, J.S.; CASTILHO, P.C. Effect of Time and Temperature on Vitamin C Stability in Horticultural Extracts. UHPLC-PDA vs. Iodometric Titration as Analytical Methods. **Food Science and Technology**, London, v.50, n.2, p.489-495, 2013.

TARRAGO-TRANI, M.T.; PHILLIPS, K.M.; COTTY, M. Matrix Specific Method Validation for Quantitative Analysis of Vitamin C in Diverse Foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v.26, n.1-2, p.12-25, 2012.

TOALDO, I.M. **Potencial bioativo de sucos de uva *vitis labrusca* L.: caracterização química e atividade antioxidante, influência de sementes de uva e de pectinases na composição fenólica, e bioatividade do trans-resveratrol em células humanas**. 2016. 197p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

VALLE, F.T.C. **Percepção dos Consumidores Sobre a Marca GreenPeople**. 2017. 36p. Monografia (Graduação em Administração de Empresas), Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

VARNAN, A.H.; SUTHERLAND, J.P. **Bebidas: Tecnologia, Química y Microbiología**. Ed.: Acribia S.A., Espana, 1994. 487p.

VICENZI, R.; BILHALVA, A.B.; TREPTOW, R.O. Avaliação sensorial do suco de maçã processado com casca de arroz como coadjuvante de prensagem. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.3, p. 257-261, 2001.

ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chemistry**, v.88, p.503-509, 2004.

CAPÍTULO 2

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MURICI *IN NATURA* SUBMETIDOS A
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO E EMBALAGENS

1. INTRODUÇÃO

As plantas do Cerrado brasileiro são conhecidas como fonte de compostos de alto interesse biotecnológico, que têm aplicação tanto na indústria médica quanto na de alimentos (CARAMORI et al., 2004) embora haja uma crescente valorização e o emprego de produtos regionais, as informações acerca do potencial nutricional dos frutos do Cerrado são limitadas ou, muitas vezes, inexistem, sugerindo a necessidade de investimentos científicos nessa área (SOUZA et al., 2012). Esses frutos constituem uma fonte de compostos com propriedades funcionais benéficas à saúde, o que pode estimular seu uso pela indústria farmacêutica e de alimentos para o desenvolvimento de novos produtos, promovendo o desenvolvimento sustentável das regiões com as características do Cerrado (SIQUEIRA et al., 2013).

O momento da colheita de frutos e vegetais é crucial para se determinar a qualidade. Para a colheita ser realizada no momento exato do estágio de maturação, os frutos devem ser avaliados com precisão, utilizando-se alguns métodos como a verificação de alterações físicas e químicas a olho nu, ou através de análises laboratoriais, para obter-se a garantia da produção de frutos com boa qualidade e estabilidade, prevendo o seu comportamento quando armazenado (SILVA et al., 2016).

Mesmo sendo a refrigeração a ferramenta principal para manter a qualidade dos frutos, muitas vezes é insuficiente, ou determina a ocorrência de distúrbios fisiológicos. Portanto, outras técnicas podem ser empregadas complementando ou melhorando o sistema de conservação já existente, tais como tratamentos químicos e atmosfera modificada (LIMA, 2011).

Nesse aspecto, a atmosfera modificada é a técnica de armazenamento, de frutos e hortaliças, realizada sob condições de composição da atmosfera diferentes daquela presente no ar normal, alterando, principalmente, as concentrações dos gases (MACHADO et al., 2007). A modificação da atmosfera fornece uma barreira adequada ao vapor de água, oxigênio e radiação ultravioleta, conseqüentemente retardando o processo de maturação, reduzindo a perda de água e diminuindo a deterioração dos alimentos (MUELLER et al., 2012). Pode ser obtida com o uso de materiais como polietileno, polipropileno, tereftalato de polietileno e além disso, a presença de uma camada de nylon em filmes de polipropileno proporciona maior resistência ao material, o que é desejável em embalagens a vácuo (FABRIS et al., 2006; KIM et al., 2014).

Existem dois tipos de atmosfera modificada, empregadas por meio do acondicionamento em embalagens, a ativa e a passiva. A atmosfera modificada ativa é

realizada pela retirada (vácuo) (PRENTICE e SAINZ, 2005) e/ou injeção de composição gasosa conhecida, no momento do acondicionamento do produto, enquanto a atmosfera passiva se estabelece pela própria respiração do fruto. Neste último sistema, as concentrações dos gases não são controladas, variando com o tempo, temperatura, permeabilidade do polímero e atividade respiratória do produto (ARRUDA et al., 2011).

O acondicionamento em embalagem com atmosfera modificada ativa e passiva é um processo tecnológico de preservação de alimentos (PRENTICE e SAINZ, 2005). Pode contribuir para a redução da atividade metabólica dos produtos pela limitação das trocas gasosas com o meio externo além de controlar a ação enzimática e a oxidação, que são principais mecanismos de deterioração de alimentos, de forma a manter a conservação dos produtos (ALEGRETTI et al., 2015).

Portanto, a busca de técnicas eficientes na manutenção e no prolongamento da qualidade pós-colheita de murici, durante o armazenamento, torna-se relevante, em razão da perecibilidade e da capacidade nutricional do fruto. Dessa forma, objetivou-se avaliar a qualidade pós-colheita de murici submetido a diferentes embalagens e condições de armazenamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ORIGEM, COLHEITA E PREPARO DOS FRUTOS

Os frutos de murici foram colhidos no mês de janeiro de 2018 na propriedade rural Córrego do Meio, localizada no município de Diorama/GO, a 16°14'02"S, 51°15'21"O e 506 metros de altitude. A colheita ocorreu manualmente, quando os frutos atingiram o estágio de maturação fisiológica utilizado para o consumo comercial, ou seja, quando a casca apresentou coloração verde-amarelada.

Após a colheita, os frutos foram transportados em bandejas de polietileno de alta densidade (PEAD) até o laboratório de Secagem e Armazenamento Pós-colheita de Produtos Vegetais, do curso de Engenharia Agrícola, do Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo (CCET), da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis - Goiás. No laboratório, os frutos foram selecionados manualmente e visualmente, quanto à ausência de podridões e injúrias, e, posteriormente, submetidos aos tratamentos.

Para verificar o efeito combinado das diferentes embalagens e atmosferas na conservação pós-colheita de murici *in natura*, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial triplo 3x2x9 (embalagens x vácuo x dias de análise), com 4 repetições e 7 frutos por embalagem (repetição).

Os muricis, antes da aplicação dos tratamentos, foram sanitizados e higienizados em solução de hipoclorito de sódio a 2%, por 10 minutos, e em seguida foram enxaguados em água destilada, visando a retirada e a paralisação do efeito do sanitizante.

Os frutos foram acondicionados em três embalagens: polipropileno – PP, polietileno de baixa densidade – PEBD e nylon/polietileno – NY/PE; submetidos a duas modificações de atmosfera: a vácuo (ativa) e sem vácuo (passiva); e nove dias de análise (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 e 16 dias). Em seguida, os tratamentos foram mantidos em incubadora *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) à 12±2°C e umidade relativa (UR) de 60±4%, por um período de 16 dias (Figura 2).



Figura 2– Seladora BD420 – R.BAIAO (A); Frutos embalados a vácuo e sem vácuo (B) e B.O.D, a $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa (UR) de $60\pm 4\%$, armazenando os muricis (C).

2.2. AVALIAÇÕES

As avaliações foram divididas em dois grupos e as análises foram realizadas no laboratório de Secagem e Armazenamento Pós-colheita de Produtos Vegetais, da Universidade Estadual de Goiás, CCET-Henrique Santillo.

Grupo Controle: foi realizada a análise de perda de massa do murici, em função da sua qualidade comercial. Foram necessários 168 frutos para esse grupo, com 4 repetições por tratamento, contendo 7 frutos por repetição. As análises foram realizadas por 16 dias.

Grupo Destrutivo: foram realizadas análises de firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (IM), coloração (L^* , $^{\circ}\text{Hue}$ e Croma), potencial hidrogeniônico (pH), clorofila total, relação polpa/semente, teor de ácido ascórbico (vitamina C), teor de compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e taxa respiratória. Foram necessários 1512 frutos para esse grupo, com 4 repetições, contendo 7 frutos por repetição, em cada dia de análise. As análises foram realizadas a cada 2 dias, num período de 16 dias.

Para critério de comparação foram avaliados muricis *in natura*, sem embalagem, em temperatura ambiente por 8 dias de armazenamento, sendo realizadas as análises: perda de massa, sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável, luminosidade, relação polpa/semente, compostos fenólicos, clorofila total, firmeza, vitamina C, taxa respiratória, atividade antioxidante e índice de maturação.

2.3. VARIÁVEIS ANALISADAS

2.3.1. Perda de massa

Para a análise de perda de massa foi utilizada balança digital de precisão Tepron Mark500, precisão de 0,001g, com carga máxima de 500g, considerando o peso inicial de cada fruto. Foi calculada a porcentagem de perda a partir da Equação (1):

$$PM(\%) = \frac{(M_i - M_d)}{M_i} * 100 \quad (1)$$

Em que:

PM (%): Perda de Massa; M_i : Massa inicial do fruto (g); M_d : Massa do fruto no dia de análise (g).

2.3.2. Clorofila total

As análises bioativas foram realizadas por meio da metodologia de Mackinney (1941) e Lichtenthaler (1987) com adaptações, com uma fração de aproximadamente 50 mg de amostra do fruto *in natura*, por repetição. As amostras foram pesadas em balança de precisão, carga máxima de 500 g e divisão de 1 mg, e imediatamente colocadas em eppendorfs (volume: 3000 μ L) juntamente com 1500 μ L de acetona 80%, maceradas e armazenadas em refrigerador, biplex CRD36 Consul, a temperatura de 2°C por 1 hora para extração dos pigmentos. Após esse período, os frascos de eppendorfs foram centrifugados em microcentrífuga, MiniSpin® plus eppendorf AG Hamburg - Germany, por 15 minutos a 13.400 rpm, sendo o sobrenadante colocado em tubos de ensaio envoltos em papel alumínio e refrigerados novamente, até que o procedimento fosse repetido com a mesma amostra que foi retirado o sobrenadante, desde a etapa de adição de 1500 μ L de acetona 80% na amostra e posterior centrifugação. O total de 3000 μ L colocados em microplacas e procedeu-se às leituras das absorbâncias em espectrofotômetro com as amostras e os padrões, em comprimentos de onda de 648 e 664 nm. Os resultados obtidos foram expressos em mg de clorofila por g de matéria fresca, segundo as Equações (2, 3 e 4):

$$C_a = \frac{(13,36 \cdot A_{664} - 5,19 \cdot A_{648}) \cdot 8,1}{D_w} \quad (2)$$

$$C_b = \frac{(27,43 \cdot A_{648} - 8,12 \cdot A_{664}) \cdot 8,1}{D_w} \quad (3)$$

$$C_T = C_a + C_b \quad (4)$$

Em que:

C_a = Clorofila a;

C_b = Clorofila b;

C_T = Clorofila Total;

A_{648} = absorvância em 648 nm;

A_{664} = absorvância em 664 nm;

D_w = Peso do tecido vegetal extraído.

2.3.3. Relação polpa/semente

Foi realizada considerando o peso das partes referidas, dividindo-se o peso da polpa pela semente, com o auxílio de uma balança digital (Tepron Mark500), precisão de 0,001g e carga máxima de 500g.

2.3.4. Firmeza

A avaliação da firmeza foi feita pelo aparelho texturômetro Brookfield - *Texture Analyser* CT3 50K, com velocidade de penetração 6,9 mm s⁻¹, na seção longitudinal, em duplicata por fruto. Os resultados foram expressos em centiNewtons (cN).

2.3.5. Sólidos Solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis foi avaliado por leitura refratométrica direta, em graus °Brix, com refratômetro portátil Reichert Brix/RI-Chek, medindo de 0 a 62°Brix, conforme metodologia da AOAC (2012).

2.3.6. Acidez Titulável (AT)

A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação potenciométrica, utilizando 5 g de suco diluído até o volume total de 100 mL de água destilada, com solução padronizada de NaOH a 0,1 mol L⁻¹, tendo como indicador fenolftaleína a 1%. Os resultados

foram expressos em % de ácido cítrico (Equação 5), conforme recomendação do AOAC (2012).

$$AT (\% \text{ ácido cítrico}) = \frac{V * Fc * C * Eq}{Pa} \quad (5)$$

Em que:

V: Volume da solução de hidróxido de sódio gastos na titulação (mL);

Fc: Fator de Correção da solução de NaOH;

C: Concentração da solução de hidróxido de sódio (mol L^{-1});

Eq: Equivalente-grama do ácido predominante na amostra (g);

Pa: Peso da amostra adicionado no erlenmeyer (g).

2.3.7. Coloração

Foi realizada por refletância, utilizando-se colorímetro portátil CR-400 da Konica Minolta. Em que a coordenada L^* indica a luminosidade do produto (valor zero: cor preta e valor 100: cor branca), a coordenada a^* está relacionada à intensidade de verde (-a) a vermelho (+a) e a coordenada b^* está relacionada à intensidade de azul (-b) e amarelo (+b). A partir da obtenção das coordenadas a^* e b^* , foram calculados os índices colorimétricos: o $^{\circ}Hue$, Equação (6), define a tonalidade da cor: 0° e 360° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul), e o Cromo, Equação (7), define a intensidade e a pureza da cor (MINOLTA, 1994).

$$^{\circ}Hue = \arctang\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (6)$$

$$Croma = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (7)$$

Em que:

a^* = Valor de a^* , obtido pelo Colorímetro; b^* = Valor de b^* , obtido pelo Colorímetro.

2.3.8. Potencial hidrogeniônico (pH)

Foi medido o pH das amostras com pHmetro portátil, K39-0014PKasvi, com precisão de $\pm 0,06$ e compensação automática de temperatura (AOAC, 2012).

2.3.9. Taxa Respiratória

A determinação da taxa respiratória foi efetuada de forma indireta, pela medida do CO_2 liberado pelos muricis. Para isso, acondicionou-se 6 frutos em um frasco de vidro com

tampa de plástico rosqueável e hermético, por 1 hora, os frutos receberam um fluxo contínuo de 40 kgf cm⁻² de oxigênio, sendo o CO₂ gerado pela respiração dos frutos absorvido por uma amostra de 100 mL de hidróxido de potássio (KOH) 0,1 mol L⁻¹.

Após esse processo, retirou-se uma alíquota de 10 mL da amostra de hidróxido de potássio (KOH) 0,1 mol L⁻¹ (CO₂ + O₂). Com a solução padronizada de ácido clorídrico (HCl) 0,1 mol L⁻¹, realizou-se a titulação da amostra, tendo como indicador fenolftaleína a 1%, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth et al. (1976). A taxa respiratória foi calculada pela equação (8):

$$T_{CO_2} = \frac{2,2 * (V1 - V2) * V3}{P * T * V4} \quad (8)$$

Em que:

TCO₂= taxa respiratória em mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹; 2,2 = inerente ao equivalente do CO₂ (44/2), multiplicado pela concentração do HCl a 0,1 mol L⁻¹; V1 = volume gasto em mL de HCl padronizado para a titulação de KOH – padrão antes da absorção de CO₂ (mL); V2 = volume gasto em mL de HCl padronizado para a titulação de KOH após a absorção do CO₂ da respiração; V3= volume de KOH usado na absorção de CO₂ (mL); P = peso dos frutos (kg); T = tempo das reações metabólicas (hora); V4= volume de KOH utilizado na titulação (mL).

2.3.10. Ácido Ascórbico (Vitamina C)

Foi quantificado o teor de ácido ascórbico pelo método padrão da AOAC (2012), modificado por Benassi e Antunes (1988). Amostras de 5 g foram homogeneizadas em 50 g de solução de ácido oxálico 2% (solução extratora). Foram retiradas 20 g deste extrato e completado o volume num balão volumétrico de 50 mL com a solução extratora. Após filtragem da amostra diluída, uma alíquota de 10 mL foi usada para a determinação quantitativa da vitamina C, por meio de titulação oxidativa, com 2,6- diclorofenolindofenol a 0,01%, sendo o ponto de viragem detectado visualmente. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico em 100 g⁻¹ de polpa.

2.3.11. Compostos fenólicos totais

A determinação dos polifenóis extraíveis dos extratos foi efetuada por espectrofotômetro, utilizando o reagente Folin Ciocalteau (reativo pra fenol), de acordo com a metodologia de Obanda e Owuor (1997), adaptada por Rufino et al. (2007). Para elaborar a

curva de calibração utilizou-se um padrão de ácido gálico, variando de 10 a 50 μM . (Figura 3).

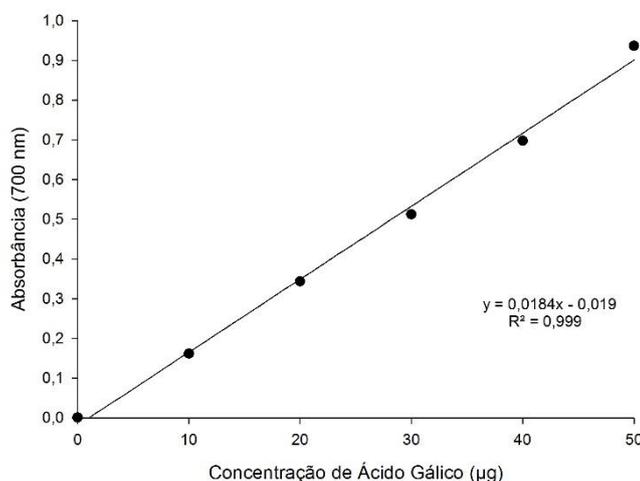


Figura 3- Curva padrão de calibração dos compostos fenólicos (CF), Ácido Gálico (GAE).

O método consistiu em adicionar 0,2 mL do extrato do suco para tubos de ensaios com 1 mL de Folin Ciocalteu, 2 mL de carbonato de sódio (20%) e 2 mL de água destilada. As leituras das absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro UV-2000A Visível Instrutherm a 700 nm , realizadas aos 30 minutos após a adição dos reagentes. O branco da leitura utilizou-se 0,2 mL de água destilada, acrescentando todos os reagentes anteriormente citados. Os resultados obtidos foram expressos em $\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$, e calculados por meio das equações (9, 10 e 11).

$$C = \frac{(A_{\text{abs}} * a)}{b} \quad (9)$$

$$\text{CF}_1 = \frac{(P_a * V_a)}{V_b} * 1000 \quad (10)$$

$$\text{CF}_2 = \frac{(100 * C)}{X} \quad (11)$$

Em que:

C = concentração (μg); A_{abs} = Absorbância (700 nm); a = valor do intercepto da curva padrão; b = valor do coeficiente angular da curva padrão; CF_1 = teores dos compostos fenólicos (mg); P_a = peso da amostra obtida antes da extração (g); V_a = volume da amostra (extrato) obtido após a extração (mL^{-1}); V_b = volume do balão volumétrico usado na extração (mL^{-1}); CF_2 = teores dos compostos fenólicos ($\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$).

2.3.12. Atividade antioxidante

Para avaliação da atividade antioxidante pela captura do radical livre DPPH (2,2-Difenil-1-picrilhidrazil), seguiu-se a metodologia de Brand-Williams et al. (1995), adaptada por Rufino et al. (2007). O método consistiu em adicionar 0,1 mL de cada diluição ((8000, 4000 e 2000 ppm) do extrato para tubos de ensaios com 3,9 mL do radical DPPH. As leituras das absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro UV-2000A Visível Instrutherm a 515 nm, realizadas após 1h20 minutos da reação. A partir da solução inicial de DPPH (60 µM) realizou a plotagem da curva de calibração, variando de 10 a 60 µM (Figura 4). Das absorbâncias obtidas com as diferentes diluições dos extratos, realizou a plotagem das absorbâncias no eixo Y e as diluições (mg L⁻¹) no eixo X.

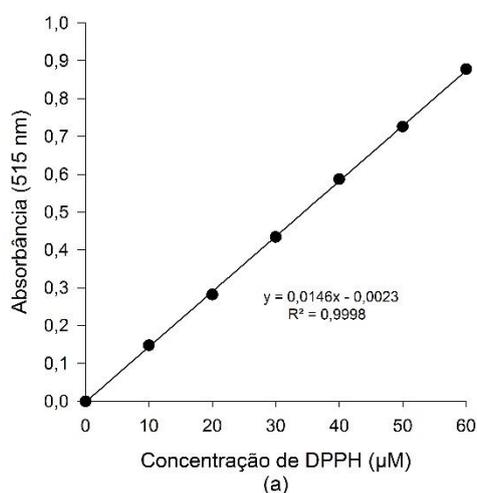


Figura 4 - Curva de calibração do DPPH.

Os resultados obtidos foram calculados pelas equações (12, 13, 14 e 15), e expressos em EC₅₀ g g⁻¹ DPPH.

$$X = \frac{\left(\frac{A_c}{2} + a_1\right)}{b_1} \quad (12)$$

$$Y = \frac{X}{1.000.000} * 394,3 \quad (13)$$

$$X' = \frac{\left(\frac{A_c}{2} - a_2\right)}{-b_2} * 1000 \quad (14)$$

$$A = \frac{X'}{Y} \quad (15)$$

Em que:

X = atividade antioxidante (μM DPPH); A_c = absorvância inicial do controle (515 ηm); a_1 = valor do intercepto da curva padrão; b_1 = valor do coeficiente angular da curva padrão; Y = atividade antioxidante (g DPPH); 394,3 = peso molecular do DPPH; X' = atividade antioxidante (EC_{50} mg L^{-1}); a_2 = valor do intercepto da curva obtida a partir das absorvâncias das diferentes diluições dos extratos; b_2 = valor do coeficiente angular da curva obtida a partir das absorvâncias das diferentes diluições dos extratos; A = atividade antioxidante (EC_{50} g g^{-1} DPPH);

2.3.13. Índice de maturação (SS/AT)

Foi determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (TRESSLER e JOSLYN, 1961).

2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos das variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$) e, quando significativos, foram feitos o teste de Tukey a 5% de probabilidade (dados qualitativos) e análise de regressão (dados quantitativos). Para as análises estatísticas foi utilizado o Software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS ANALISADAS

O quadro da análise de variância (Tabela 1) evidencia que as variáveis analisadas Perda de Massa (PM), Sólidos Solúveis (SS) e Índice de Maturação (IM) foram significativas para a interação entre os fatores embalagem e atmosfera, e embalagem e dias de armazenamento. Para o Potencial Hidrogeniônico (pH) houve interação tripla entre os fatores embalagem, atmosfera e dias de armazenamento, sendo relevante somente as interações embalagem e atmosfera, e embalagem e dias de armazenamento. Para a Acidez Titulável (AT), Clorofila Total, Compostos Fenólicos (PET), Vitamina C, Firmeza de Polpa, Relação Polpa/Semente e Taxa respiratória também houve interação tripla (embalagem, atmosfera e dias de armazenamento), porém foram relevantes as interações embalagem e atmosfera, atmosfera e dias, e embalagem e dias de armazenamento. Para a atividade antioxidante somente foi significativo para embalagens e dias de armazenamento. Para o parâmetro Luminosidade (L^*), observou-se efeito significativo somente para as interações embalagem e dias e atmosfera e dias, mesmo apresentando significância para a interação tripla. As variáveis Cromo e $^{\circ}$ Hue não foram significativas a 5% de probabilidade.

Tabela 1-Resumo da análise de variância para as variáveis perda de massa (PM), sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), luminosidade (L^*), $^{\circ}$ Hue, croma, clorofila total, Compostos fenólicos, ácido ascórbico (Vitamina C), firme firmeza de polpa, relação polpa/semente, índice de maturação (IM), taxa respiratória e atividade antioxidante dos muricis *in natura* em diferentes embalagens, atmosferas (com e sem vácuo) e armazenados por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018.

Fonte de variação	G.L	PM	SS	pH	AT	L*	°Hue	Croma	Clorofila total
		QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM
Embalagens	2	0,0043*	236,9057*	0,8120*	0,0408*	21,8961 ^{ns}	148,1261 ^{ns}	3308,8838 ^{ns}	88627,4691*
Atmosfera	1	0,0005*	88,5504*	0,0198 ^{ns}	0,2413*	0,0301 ^{ns}	80,8623 ^{ns}	10925,0845 ^{ns}	166852,9065*
Dias	8	0,0086*	13,7881*	0,6538*	1,3754*	180,3940*	106,0190 ^{ns}	5452,7694 ^{ns}	64056,7921*
Embalagem*Atmosfera	2	0,0002*	100,4866*	0,5495*	0,0215*	5,0047 ^{ns}	47,4790 ^{ns}	3029,4688 ^{ns}	106895,2024*
Embalagem*Dias	16	0,0001*	11,6656*	0,0807*	0,0184*	46,2677*	59,6301 ^{ns}	6080,1175 ^{ns}	16059,3644*
Atmosfera*Dias	8	0,0000 ^{ns}	3,8866 ^{ns}	0,0393 ^{ns}	0,0507*	17,1665*	20,1152 ^{ns}	4918,8911 ^{ns}	11883,4009*
Embalagem*Atmosfera*Dias	16	0,0000 ^{ns}	4,7296 ^{ns}	0,5402*	0,0185*	7,5359 ^{ns}	74,3526 ^{ns}	5891,9937 ^{ns}	11293,5321*
Resíduo	162								
C.V(%)		18,25	10,14	4,94	5,41	7,54	6,59	298,01	10,89
Media Geral		0,0322	20,5615	4,2993	0,5087	37,1468	115,2920	24,9129	274,4340

Fonte de variação	G.L	Compostos Fenólicos	Vitamina C	Firmeza de polpa	Relação Polpa/Semente	Índice de Maturação	Taxa Respiratória	Atividade antioxidante
		QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM
Embalagens	2	104551,6339*	1850,6933*	91147,0324*	0,1759 ^{ns}	4564,1664*	0,2240 ^{ns}	8110,3579 ^{ns}
Atmosfera	1	8150,0193*	4089,7833*	206090,6666*	0,9814*	358,2340*	0,0852*	46096,0640 ^{ns}
Dias	8	55421,8946*	29239,3456*	98021,9421*	1,8961*	5964,5508*	4,4350*	636347,8863 ^{ns}
Embalagem*Atmosfera	2	3409,8165*	58,5602*	3398,5972 ^{ns}	0,2659 ^{ns}	1579,7560*	0,0784*	11277,7032 ^{ns}
Embalagem*Dias	16	7046,9427*	292,0553*	6287,7199*	0,3338*	506,1671*	0,0796*	63248,8599*
Atmosfera*Dias	8	2478,9056*	252,2600*	13674,4791*	0,2897*	343,3234 ^{ns}	0,1068*	31340,0667 ^{ns}
Embalagem*Atmosfera*Dias	16	865,2413*	562,9705*	12643,0342*	0,2577*	385,6444 ^{ns}	0,0542*	33923,9038 ^{ns}
Resíduo	162							
C.V(%)		0,6	10,01	4,72	13,47	28,04	28,04	14,59
Media Geral		514,9995	43,3610	752,8796	3,4006	0,5259	0,5260	238,0490

3.2. PERDA DE MASSA

O comportamento da perda de massa fresca para os muricis, armazenados durante 16 dias, é apresentado na Figura 5 e Tabela 2. Para este parâmetro, na Tabela 2, observou-se que houve diferença significativa entre os tipos de embalagens e atmosfera com e sem vácuo. No caso, a atmosfera sem vácuo favoreceu a menor perda de massa para a embalagem de polipropileno (PP) e maiores valores de perda de massa para a embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD). Ainda por meio dos dados apresentados na Tabela 2, verificou-se que a atmosfera a vácuo teve diferença somente para a embalagem PEBD, apresentando a maior perda, por mais que o vácuo reduza os níveis de oxigênio dos frutos durante o armazenamento (VARJÃO et al., 2016). O polietileno de baixa densidade (PEBD) apresenta propriedades tais como a tenacidade à temperatura ambiente e a baixas temperaturas (com resistência mecânica suficiente para muitas aplicações), resistência à corrosão, as ótimas propriedades de isolamento, a ausência de cheiro e sabor, e a baixa permeação de vapor d'água, de grande importância do ponto de vista industrial e tecnológico (CRIPPA, 2006). Porém, quando comparado a embalagem de NY/PE a permeação de gases e vapor d'água é mais baixa do que para a embalagem PEBD (CRIPPA, 2006).

A atmosfera modificada ativa (com vácuo) tem a função de proteger o alimento, principalmente se estes são sensíveis ao O₂, para que seja satisfatoriamente atendida, há a necessidade do uso de embalagens que funcionem como completa barreira à passagem dos gases, mantendo o vácuo no seu interior pelo maior tempo possível (MERGEN, 2004). Nesse caso, a embalagem de NY/PE é um dos tipos de embalagens mais utilizados juntamente com o uso do vácuo, por isso apresentou menor valor de perda de massa para os muricis *in natura*.

Tabela 2- Valores médios de Perda de massa fresca (PM, %) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018.

Atmosfera	Embalagem		
	PP	PEBD	NY/PE
Sem vácuo	0,0269 cA	0,0419 aA	0,0325 bA
Com vácuo	0,0263 bA	0,0402 aA	0,0252 bB

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

A Figura 5 apresenta o comportamento da perda de massa fresca de muricis, armazenados por 16 dias, em que se observou interação significativa entre as diferentes

embalagens avaliadas e o tempo de armazenamento. Ao longo do período de avaliação, as embalagens PP e NY/PE não apresentaram alterações relevantes, mostrando-se eficientes na manutenção da massa dos frutos, provavelmente devido à redução da taxa de respiração, promovendo uma importante barreira contra a perda de água e aos gases (O_2 e CO_2).

Já a embalagem PEBD apresentou elevação e maior perda de massa durante o armazenamento. Santana et al. (2010) ao trabalhar com pêssegos ‘Douradão’ em embalagens de PP e PEBD, observaram que a embalagem PEBD foi ineficiente para reduzir a perda de massa nos frutos durante a estocagem.

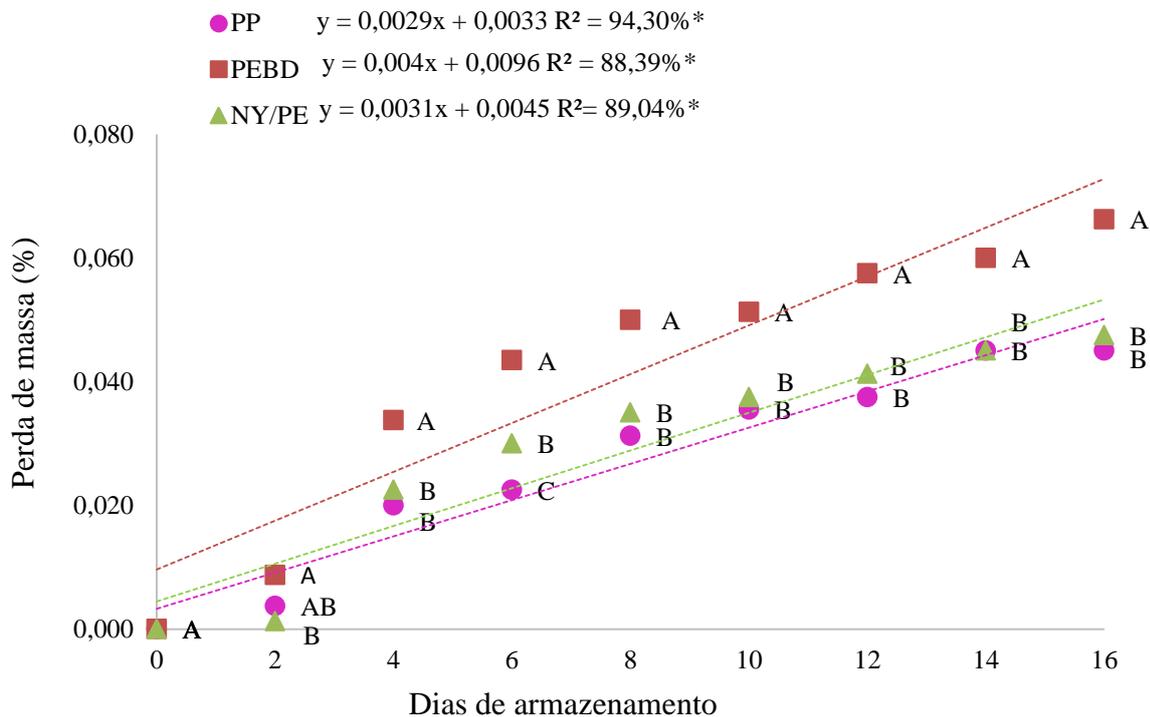


Figura 5 - Perda de massa fresca (%) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens à $12\pm 2^\circ C$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE– Nylon/Polietileno).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A perda de massa fresca, que ocorre no armazenamento dos frutos, é fator limitante tanto para a comercialização como para a conservação, por causar desvalorização comercial, e devido a esta perda, ao longo do armazenamento, os frutos apresentam enrugamento e murchamento da casca, apesar de muitas vezes a polpa estar em boas condições de consumo

(BRUNINI e CARDOSO, 2011). Fato este observado, principalmente para a embalagem PEBD, que apresentou maior perda de massa.

Observa-se que a embalagem PEBD, em relação as médias das embalagens para cada dia de avaliação, apresentou os maiores valores, principalmente a partir do 2º dia de armazenamento. Essas perdas observadas podem ter sido decorrentes, devido a embalagem PEBD propiciar maior permeação de vapor d'água do que as demais embalagens (CRIPPA, 2006) e também, provavelmente, da transpiração e respiração resultantes da alteração do metabolismo fisiológico, ocasionando perda de água do fruto (PEREIRA et al., 2006), mesmo que foram baixas as perdas de massa para os três tipos de embalagens.

3.3. SÓLIDOS SOLÚVEIS

Os sólidos solúveis são compostos solúveis em água (KLUGE et al., 2002) e se dissolvem na fruta, formados principalmente por açúcares, e geralmente aumentam à medida que os frutos amadurecem, representando indiretamente o teor dos açúcares dos frutos (CAVALCANTI et al., 2010). Neste estudo, foi observado esse aumento, principalmente para PEBD e PP, sendo constatados valores médios de 18,5 a 24,35 °Brix nas diferentes condições de armazenamento (Figura 6 e Tabela 3).

Autores como Guimarães e Silva (2008) e Araújo et al. (2009), avaliando a composição química dos frutos de murici nativo (*Byrsonima verbascifolia* L.) *in natura*, determinaram o teor de sólidos solúveis, em °Brix, de $10,67 \pm 0,58$ e $9,75^\circ$ Brix em média, respectivamente. Com esses valores, constata-se que a espécie *Byrsonima verbascifolia* L., possui um teor de açúcar menor do que o encontrado para a espécie em estudo, *Byrsonima crassifolia*.

Como pode ser verificado na Tabela 3, desdobrando a atmosfera (com vácuo e sem vácuo) em relação às embalagens, e as embalagens (PP, PEBD e NY/PE) em relação à atmosfera, observa-se que houve interação significativa entre esses dois fatores. Sendo que a embalagem de NY/PE obteve os menores teores quando comparado com as outras embalagens, não diferenciando estatisticamente o uso da atmosfera com ou sem vácuo, demonstrando a eficiência deste tipo de acondicionamento na manutenção dos sólidos solúveis de murici.

Tabela 3- Valores médios de Sólidos Solúveis (SS, °Brix) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.

Atmosfera	Embalagem		
	PP	PEBD	NY/PE
Sem vácuo	20,7444 bA	24,3527 aA	18,5083 cA
Com vácuo	20,4083 aA	20,3833 aB	18,9722 bA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

De acordo com a Figura 6, os valores médios dos sólidos solúveis apresentaram aumento durante o armazenamento, com exceção apenas para a embalagem NY/PE, que demonstrou decréscimo até o 16º dia de armazenamento (9º dia de análise), com valores finais próximos aos do dia 0, propiciando efeito benéfico na manutenção da qualidade dos muricis.

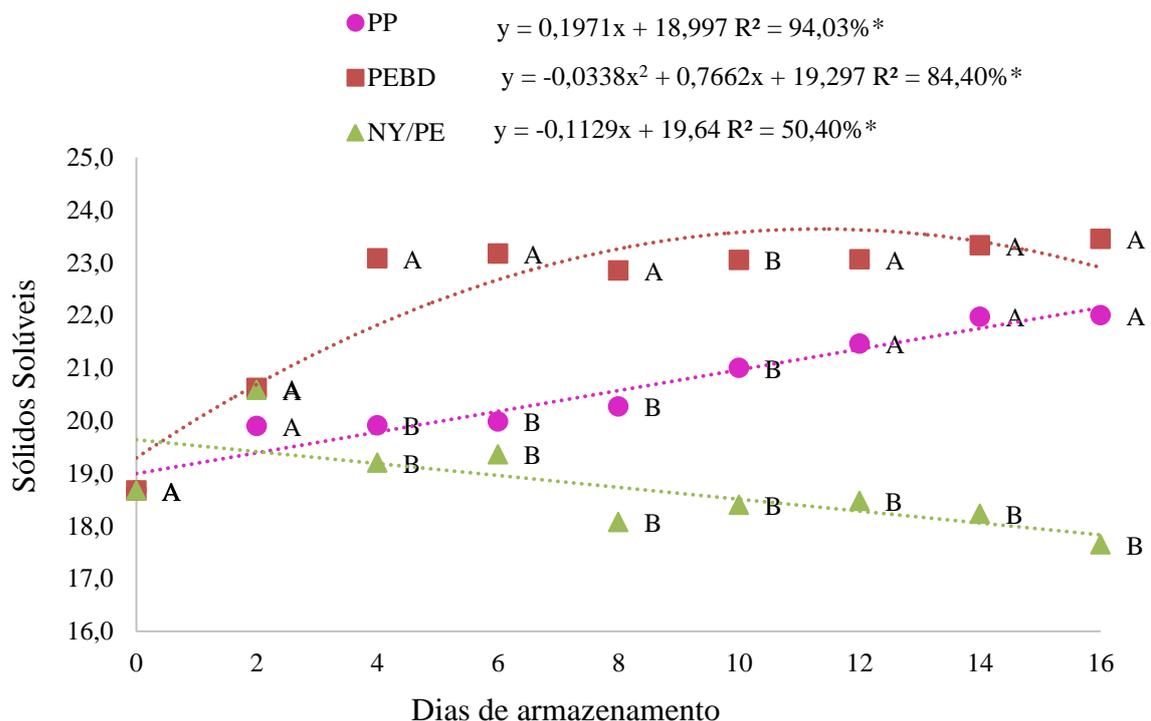


Figura 6 - Sólidos Solúveis (°Brix) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12 \pm 2^\circ\text{C}$ e $60 \pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE– Nylon/Polietileno).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Pelos dados obtidos na Figura 6, evidenciou-se que para a embalagem PP e PEBD houve comportamento crescente até o final do armazenamento, que, segundo Canuto et al. (2010) o teor de sólidos solúveis apresenta correlação com teores de açúcares e ácidos orgânicos e Chitarra e Chitarra (2005) diz que o aumento desse parâmetro pode estar associado à evolução da maturação, ocorrendo, portanto, aumento da concentração de açúcares simples até o completo amadurecimento, com declínio posterior em função de sua utilização como fonte de energia, principalmente para o PEBD.

3.4. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

Alguns atributos, como o potencial hidrogeniônico (pH), são muito importantes e afetar as preferências do consumidor (KAMRUZZAMAN et al., 2012). Na Tabela 4 tem-se a interação significativa, pelo teste de Tukey, entre as diferentes embalagens e as atmosferas modificadas (com e sem vácuo). No entanto, constatou-se que para a atmosfera sem vácuo os valores médios de pH foram bem próximos para todas as embalagens, não havendo, portanto, diferença estatística entre os acondicionamentos testados. Diferentemente da atmosfera com vácuo que proporcionou diferença estatística, sendo que os frutos de murici embalados com PEBD apresentaram o menor pH, seguido do NY/PE e do PP, este último com os maiores valores médios do potencial hidrogeniônico.

Tabela 4- Valores médios do Potencial Hidrogeniônico (pH) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.

Atmosfera	Embalagem		
	PP	PEBD	NY/PE
Sem vácuo	4,29 aB	4,26 aA	4,30 aA
Com vácuo	4,48 aA	4,10 cA	4,34 bA

Médias seguidas pela mesma letra, na linha e na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Na Figura 7, foram avaliados os comportamentos do potencial hidrogeniônico do murici em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Nesse aspecto, pode-se observar que houve constante elevação no decorrer do armazenamento para os diferentes tratamentos, com exceção do PEBD que apresentou os menores valores e redução a partir do 10º dia, sendo praticamente significativo somente o

efeito dos dias para este parâmetro. Apenas no 6° e 16° dia de armazenamento foi evidenciado diferença significativa entre as embalagens, sendo que o polipropileno propiciou os maiores valores médios, acima dos observados para NY/PE e PEBD.

Russo (2012) ao trabalhar com abacate armazenados em embalagem NY/PE encontrou comportamento semelhante ao encontrado na Figura 7.

Os resultados médios de pH variaram de 3,97 a 4,67, valores estes que classificam os muricis, deste estudo, como frutos pouco ácidos e concordantes aos explicitados por Porte et al. (2010), com média de 3,35, e aos de Canuto et al. (2010), com média 3,7. Essa elevação pode ser relacionada ao desdobramento do amido em açúcares redutores e sua conversão em ácido pirúvico provocada pela respiração (CHITARRA e CHITARRA, 2005). De acordo com Rocha et al. (2001) o consumo dos ácidos orgânicos no processo respiratório é o principal responsável pelo aumento do potencial hidrogeniônico.

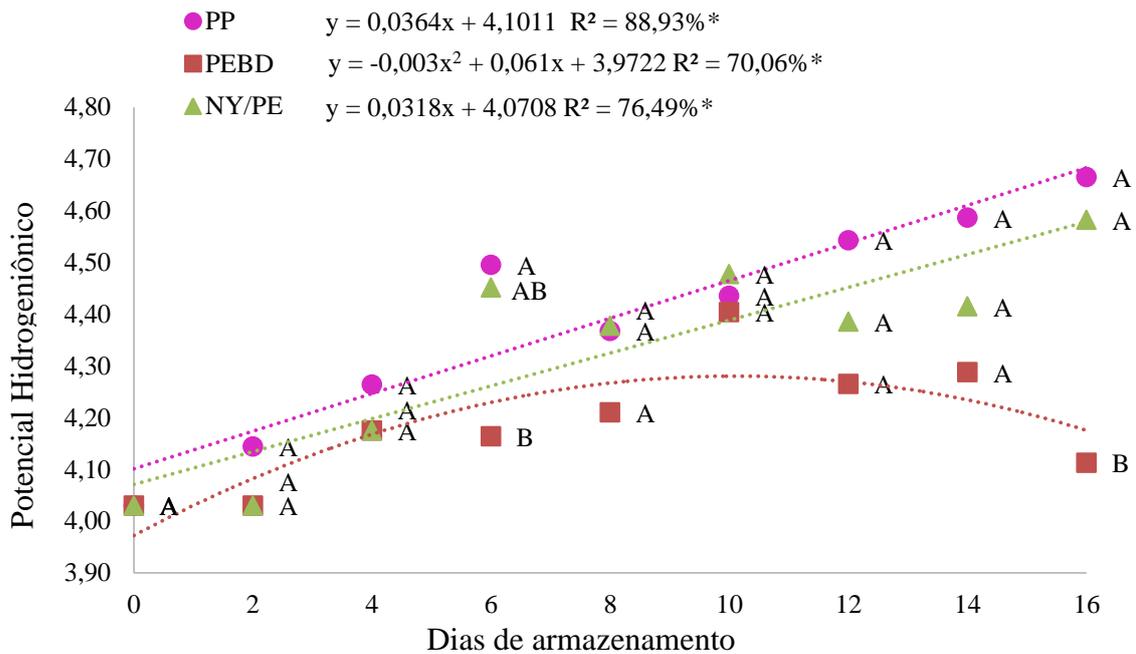


Figura 7 - Potencial hidrogeniônico (pH) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^\circ\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE– Nylon/Polietileno).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Pinto et al. (2013) mostra, que o potencial hidrogeniônico, em alimentos podem ser classificados como alimentos de baixa acidez (pH superior a 4,5), alimentos ácidos (pH entre 4,0 e 4,5) e alimentos muito ácidos (pH inferior a 4,0). Como pode ser observado na Figura 7, tem-se que até o 10º dia todas as embalagens mantiveram o pH dentro do estabelecido com exceção da embalagem PEBD que apresentou valores abaixo, até o ultimo dia de analise. E os valores encontrados variaram entre 3,97 a 4,670, podendo classificar os muricis como alimentos ácidos.

3.5. ACIDEZ TITULÁVEL

Os valores da acidez titulável (AT) para os frutos de murici, armazenados durante 16 dias, é apresentado na Tabela 5 e Figuras 8 e 9. Como pode-se observar, na Tabela 5, houve diferença significativa para os fatores embalagem e atmosfera, sendo que os maiores valores de AT encontram-se para os frutos embalados com PEBD, NY/PE e PP, consecutivamente. Porém, para a embalagem PP não houve significância em relação ao tipo de atmosfera, passiva (sem vácuo) e ativa (com vácuo), diferentemente para os tratamentos PEBD e NY/PE que foi significativo, evidenciando maiores valores para o sem vácuo. Santos et al. (2018) explica que a atmosfera modificada passiva pode aumentar a degradação de compostos orgânicos no decorrer do armazenamento e por isso pode ter contribuído para aumentar o conteúdo de ácido.

Pinto et al. (2006) ao trabalhar com mamão armazenados em embalagens PEBD com vácuo apresentou aumento pronunciado no decorrer dos dias de armazenamento diferente do controle (sem vácuo) que diminuiu seus valores durante o armazenamento.

Os valores de acidez titulável encontram-se dentro do relatado por Rufino (2008) que obteve 0,94 e 2,25% ácido cítrico, para os frutos de murici.

Souto et al. (2004) encontraram diferença significativa, no armazenamento de abacaxi, para as embalagens PEBD com e sem vácuo, em que obtiveram os menores valores para os frutos embalados com atmosfera com vácuo, assim como neste trabalho avaliando os frutos de murici. Daiuto et al. (2010), trabalhando com o produto de abacate acondicionado em NY/PE com vácuo, encontraram menores valores de AT quando comparado com o tratamento sem vácuo.

Tabela 5- Valores médios de Acidez titulável (AT, % ácido cítrico) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.

Atmosfera	Embalagem		
	PP	PEBD	NY/PE
Sem vácuo	0,95 cA	1,14 aA	1,09 bA
Com vácuo	0,95 cA	1,11 aB	1,05 bB

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

A Figura 8 expõe a variação média da acidez titulável (AT) para as diferentes embalagens, sendo significativa ao nível de 5% de probabilidade, além da interação dos fatores embalagens e dias de análise. Os frutos acondicionados com a embalagem PP apresentaram decréscimo significativo ($P \leq 0,05$) da AT com a evolução da maturação. Entretanto, para os tratamentos com PEBD e NY/PE até o oitavo e décimo segundo dia de armazenamento, respectivamente, apresentaram elevação deste parâmetro. Após, houve decréscimo nos valores para os muricis embalados com PEBD e manutenção para os frutos na embalagem NY/PE, diferindo significativamente dos demais a partir desse período.

No caso da embalagem NY/PE sobrevém o aumento da acidez titulável, principalmente devido aos ácidos orgânicos serem sintetizados de açúcares ou por meio de oxidações, descarboxilações ou carboxilações de outros ácidos. Principalmente do ácido poligalacturônico, sintetizado pela hidrólise da pectina (por meio das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase), como também pela produção de compostos ácidos intermediários durante o ciclo de Krebs (SILVA et al., 2005).

De acordo com Assis et al. (2011), a concentração dos ácidos diminui sempre que ocorre evolução da maturação, devido ao aumento da demanda por energia, fato este ocorrido para os muricis *in natura* embalados em PEBD e PP que apresentaram diminuição no final do armazenamento.

Morgado et al. (2010) observaram aumento da acidez titulável em frutos armazenados em PEBD, o que pode ser atribuído à intensidade do processo respiratório. E Jeong e Huber (2007) cita que o aumento da AT deve-se a atividade das enzimas poligalacturonase e α - e β -galactosidase, que hidrolisam carboidratos e componentes da parede celular em compostos mais simples, de baixo peso molecular, que são mais solúveis em água.

Os valores encontrados para a AT nesse experimento variaram entre 0,9 a 1,16 para os frutos de muricis, valores semelhantes encontrados por Canuto et al. (2010), sendo 1,0 e Silva et al. (2016), apresentaram valores entre 0,4 e 1,4 ao trabalharem com muricis.

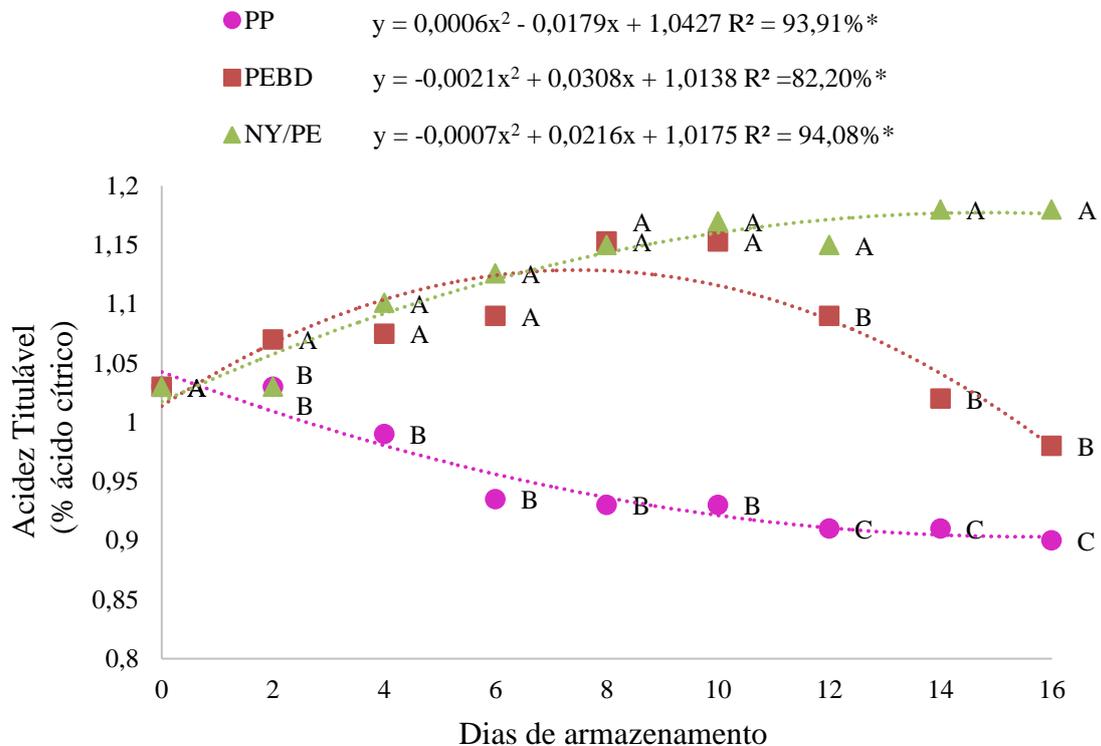


Figura 8 - Acidez titulável (AT, % ácido cítrico) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^\circ\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Com base na Figura 9 notou-se significância para todos os fatores analisados a 5% de probabilidade. Até o 4º dia de análise, os frutos apresentaram elevação nos valores de AT para ambos os tratamentos (SV e CV), sendo que após o 6º dia de armazenamento o comportamento para esses tratamentos inverteram, aumentando e mantendo os valores para a atmosfera sem vácuo e diminuindo os valores para a atmosfera com vácuo, diferindo estatisticamente a partir do 12º dia.

A atmosfera modificada ativa (com vácuo) tem a função de proteger o alimento, principalmente se estes são sensíveis ao O_2 , para que seja satisfatoriamente atendida, há a necessidade do uso de embalagens que funcionem como completa barreira à passagem dos

gases, mantendo o vácuo no seu interior pelo maior tempo possível (Mergen, 2004). De acordo com a Figura 9, a atmosfera com vácuo apresentou decaimento no comportamento quando comparado com a atmosfera sem vácuo, que por sua vez, Cipriano (2014) estudando caju observou o mesmo comportamento a este experimento com muricis para as diferentes atmosferas, sendo seus valores 0,4 (SV) e 0,3 (CV).

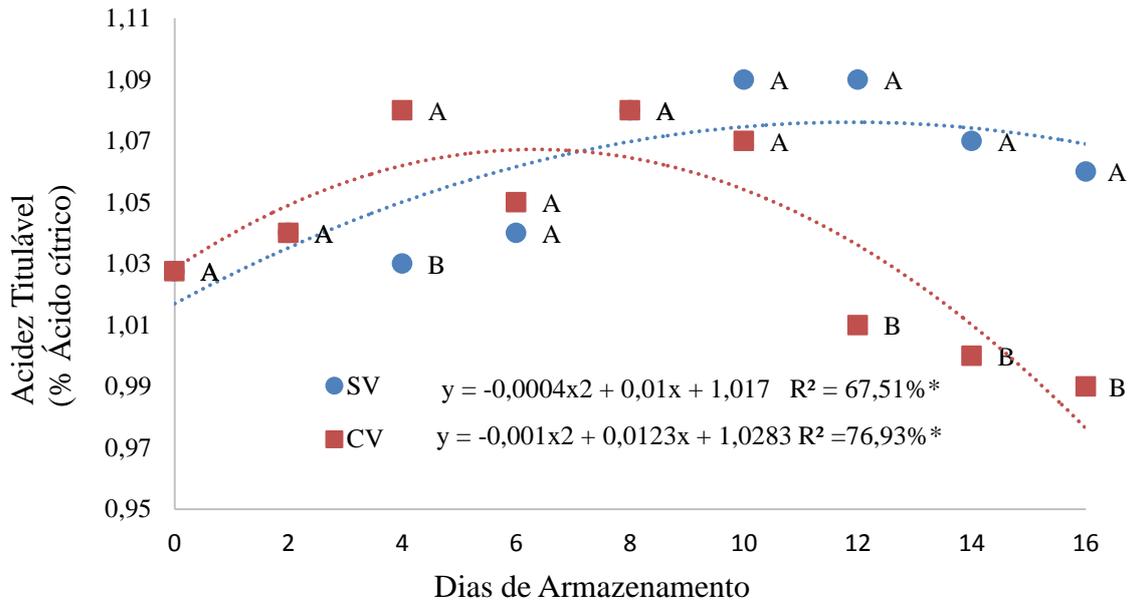


Figura 9 - Acidez titulável (AT, % ácido cítrico) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas modificadas, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018.

*Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.6. LUMINOSIDADE

A coloração do produto é considerada pelo consumidor como um dos principais indicadores de qualidade do produto, sendo, então, o critério mais utilizado na intenção de compra (ALVES e GOEDERT, 2013). Para a Luminosidade, verificaram-se efeitos significativos entre embalagem e tempo de armazenamento (Figura 10) e atmosferas modificadas e dias de armazenamento (Figura 11).

Neste aspecto, observa-se estabilidade do brilho dos muricis até o 8º dia de armazenamento, sem apresentar diferença estatística entre as embalagens (Figura 10). Porém, a partir do 10º e até o 14º dia, nota-se diferença das embalagens PP e PEBD em relação a NY/PE, que apresentou os menores valores médios nesse período. Entretanto, PP e NY/PE

tiveram aumento no último dia de armazenamento, com respectivos valores de luminosidade de 47,42 e 46,60.

Canuto et al. (2010) encontraram valores de $45,8 \pm 1,0$ para este parâmetro ao trabalhar com murici. Corroborando com os valores encontrados, neste trabalho, entre 32,5 a 47,5 para o teor de sólidos solúveis.

Daiuto et al. (2010), ao trabalhar com produto de abacate em embalagem de NY/PE, obtiveram a maior média dos valores de L, mostrando baixa tendência ao escurecimento e evidenciando que as embalagens nylon/polietileno, usadas para amostras sob refrigeração, contribuíram para evitar que os produtos escurecessem.

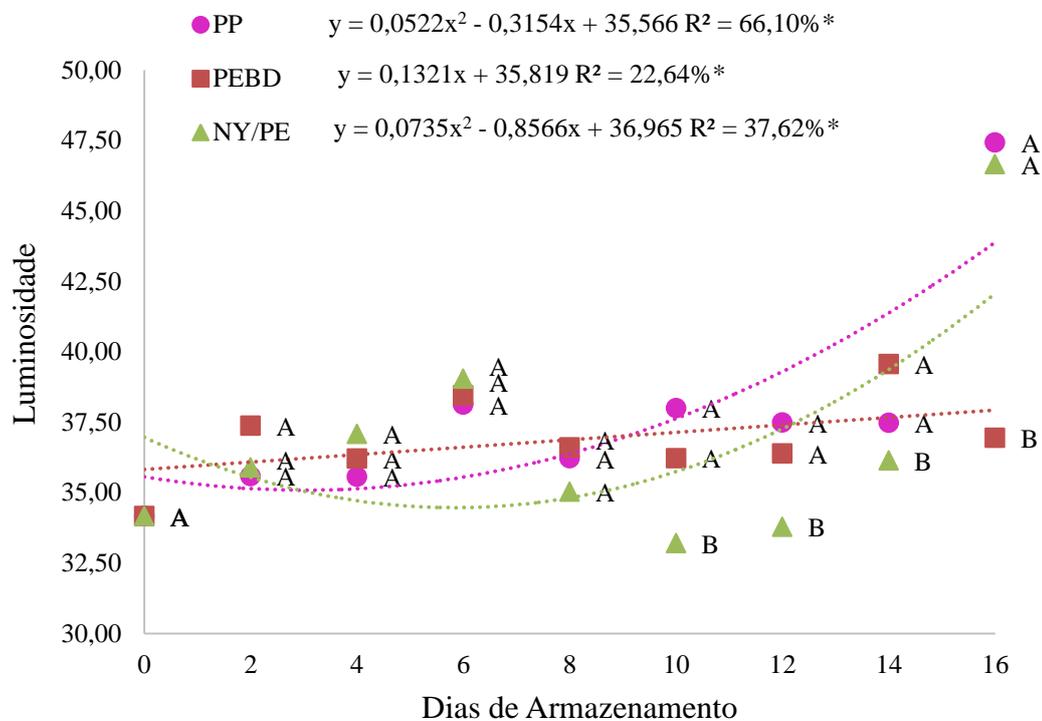


Figura 10 - Luminosidade (L^*) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12 \pm 2^\circ\text{C}$ e $60 \pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE– Nylon/Polietileno).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Em relação a Figura 11, verificou-se que as atmosferas apresentaram comportamentos semelhantes, com oscilações ao longo do período, em que no 10º dia foi observado maiores valores significativos para os frutos acondicionados com vácuo. Durante o armazenamento,

foi constatado comportamento polinomial de segundo grau com elevação dos valores de luminosidade dos muricis, a partir do 5º dia de avaliação (8º dia de armazenamento), para os tratamentos com vácuo e sem vácuo, caracterizando aumento no brilho da casca.

Comportamento esse atípico, em que, normalmente, a maioria dos frutos armazenados *in natura* tendem a diminuir esse parâmetro. Dessa forma, acredita-se que essa elevação da luminosidade possa estar relacionada a degradação de cor, com tendência ao amarelamento dos frutos, como pode-se observar os resultados de clorofila total (Figuras 15 e 16).

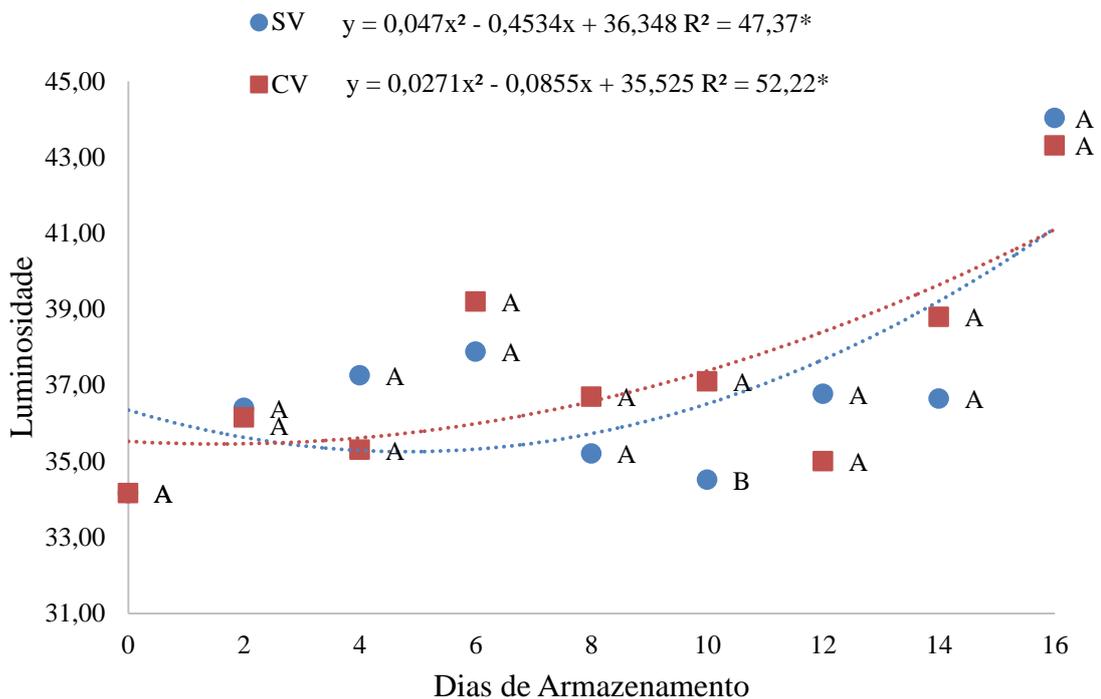


Figura 11 - Luminosidade (L^*) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas, à $12\pm 2^\circ\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

De acordo com Souto et al. (2004), as embalagens sem vácuo retardaram a evolução do escurecimento na polpa de abacaxi, sendo assim, mais eficiente do que as embalagens com vácuo. Misael et al. (2011) concluíam que durante o armazenamento da polpa de banana verde, em embalagem à vácuo e sem vácuo, o produto embalado com vácuo teve condições mais eficazes para o experimento em questão.

3.7. RELAÇÃO POLPA/SEMENTE

Para o parâmetro Relação Polpa/Semente observou-se diferença significativa apenas para as atmosferas modificadas e dias de análises, isoladamente (Tabela 6 e Figura 12).

A Tabela 6 demonstra o teste de médias Tukey para a variável atmosferas modificadas (com e sem vácuo), sendo observado que o tratamento com vácuo obteve maior média, seguido pelo tratamento sem vácuo, 3,46 e 3,33, respectivamente.

A média do peso da polpa pelo peso das sementes por fruto foi de 2,40 g, de acordo com Nascimento et al. (2014) trabalhando com mangaba (*Hancornia speciosa*). Já Ganga et al. (2010) constataram o valor médio de 3,88 g também para a *Hancornia speciosa*. O número e a porcentagem de sementes estão relacionados com o tamanho do fruto, conseqüentemente com o rendimento e também com a qualidade do produto (Chitarra e Chitarra, 2005).

Tabela 6- Valores médios da Relação Polpa/Semente dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.

Atmosfera	Médias
Sem vácuo	3,33 b
Com vácuo	3,46 a

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Segundo Gusmão et al. (2006) o murici é um fruto pequeno com $10,08 \pm 1,92$ e $11,93 \pm 2,34$ mm de comprimento e diâmetro, respectivamente. A extração da polpa do murici apresenta bom rendimento. Segundo Gusmão et al. (2006) ela representa, em média, 73,63% da massa de matéria fresca total do fruto, o que acaba refletindo em ampla valorização do extrativismo do fruto no seu período de safra. Monteiro et al., (2015) também analisaram o murici, *Byrsonima crassifolia*, e encontraram valores para a polpa, sendo 79,46 %,.

A Figura 12 demonstra a variação da Relação Polpa/Semente dos muricis *in natura* armazenados por 16 dias, sendo este significativo ($P \leq 0,05$). O comportamento dos frutos no decorrer do armazenamento preservou-se constante, com pequena variação entre 2,99 e 3,46, sendo o coeficiente de determinação 27,37%.

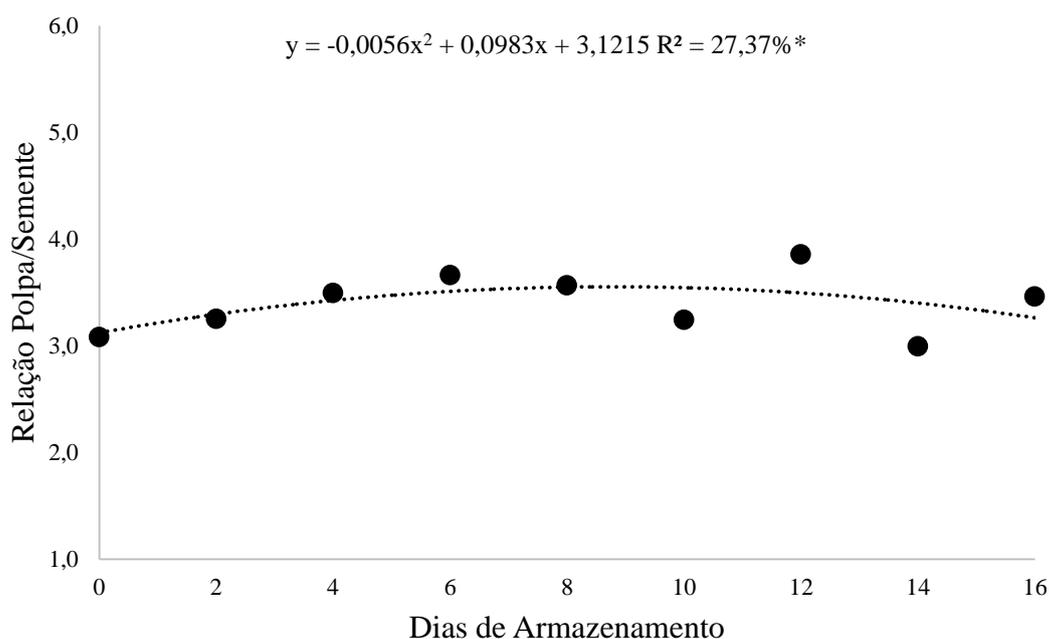


Figura 12 - Relação Polpa/Semente dos muricis *in natura* armazenados, à $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.

3.8. COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

Os valores de compostos fenólicos totais para os frutos de murici, armazenados durante 16 dias, é apresentado na Tabela 7 e Figuras 13 e 14. Observa-se, na Tabela 7, que houve diferença significativa para os fatores embalagem e atmosfera, sendo que o maior valor para os compostos fenólicos encontra-se para os frutos embalados em PEBD sem vácuo e o menor valor para a embalagem PP com vácuo. Roesler et al. (2007) encontrou valores $136,96 \text{ mg GAE}100\text{g}^{-1}$ de polpa de cagaita, $209,37 \text{ mg GAE }100\text{g}^{-1}$ de casca de pequi, $35,5 \text{ mg GAE }100\text{g}^{-1}$ de polpa de lobeira.

Tabela 7- Valores médios dos Compostos Fenólicos ($\text{mg GAE }100\text{g}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.

Atmosfera	Embalagem		
	PP	PEBD	NY/PE
Sem vácuo	490,62 bA	590,17 aA	488,91 bB
Com vácuo	470,51 bB	557,30 aB	492,43 bA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Na Figura 13 é exibido o teor de Compostos Fenólicos ($\text{mg GAE } 100\text{g}^{-1}$) dos muricis onde pode-se observar a influência significativa das embalagens sobre os frutos armazenados. Nota-se que as três embalagens utilizadas (PEBD, PP e NY/PE) apresentaram comportamento linear durante os dias de análises, sendo os coeficientes de determinação: 76,29%, 97,65% e 85,08%, respectivamente.

As embalagens diferem-se quanto à resistência a temperatura, resistência à corrosão, as propriedades de isolamento, a ausência de cheiro e sabor, a permeação de vapor d'água, que são de grande importância do ponto de vista industrial e tecnológico. Nesse caso, pode-se notar que a embalagem PEBD apresentou maior elevação no seu comportamento durante o armazenamento, devido a esta embalagem ter mais sensibilidade a permeação do que as demais, onde podemos notar (Figura 13) que mantiveram comportamentos semelhantes e mais constantes durante o tempo de armazenamento dos muricis.

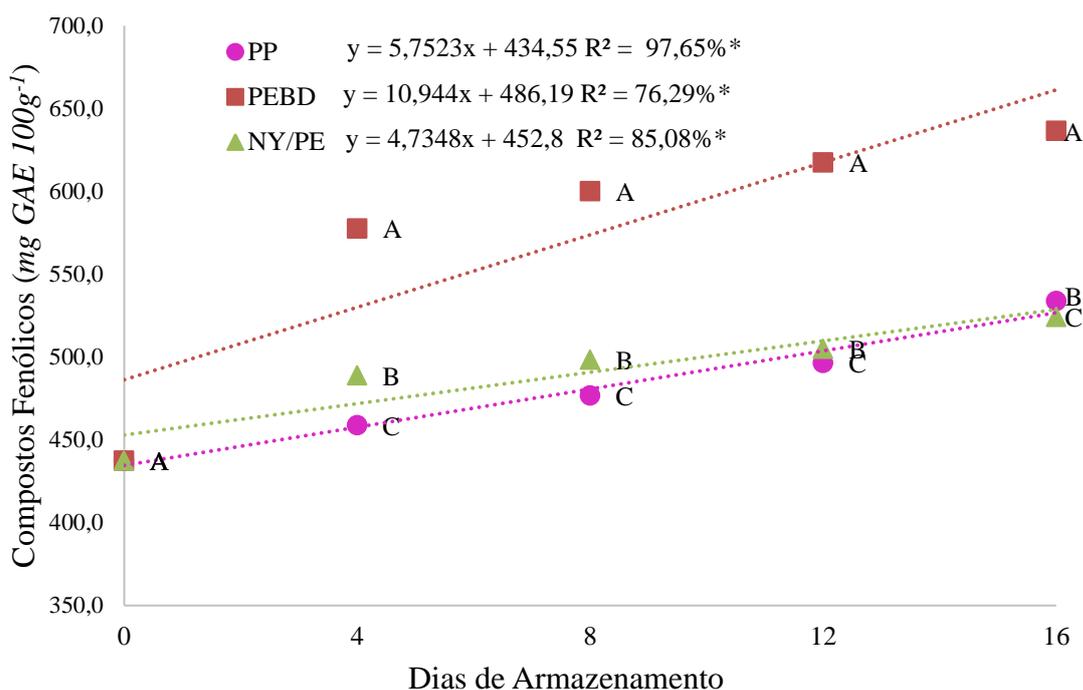


Figura 13 - Teor de Compostos Fenólicos ($\text{mg GAE } 100\text{g}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^\circ\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os compostos fenólicos correspondem a uma ampla faixa de substâncias, desde fenóis simples, ácidos fenólicos e flavonoides, até polímeros complexos como a lignina (LOURENÇO, 2008). Neste experimento, encontrou-se valores para esse parâmetro entre 437,39 e 636,36 mg de ácido gálico 100 g^{-1} de polpa de *Byrsonima crassifolia* superior ao valor médio encontrado por Canuto et al. (2010), que por sua vez, encontraram 384,471 mg de ácido gálico 100 g^{-1} de polpa de murici (*Byrsonima crassifolia*).

Rufino (2008) utilizando a mesma metodologia aplicada neste trabalho não detectou compostos fenólicos para o murici da espécie *Byrsonima dealbata*.

Os teores apresentados na Figura 14 mostram a significância para o fator atmosferas modificadas e dias de armazenamento. Todos os tratamentos aumentaram com o passar dos dias, independentemente do tipo de atmosfera empregada para o acondicionamento dos frutos. Analisando os dados, o tratamento com vácuo foi o que apresentou menor média geral ao final do experimento destacando-se então neste parâmetro, já que suas médias foram as menores, constantes e diferente estatisticamente do tratamento sem vácuo ao final do armazenamento, mostrando a capacidade desta embalagem em preservar, nos frutos de murici, a produção de compostos fenólicos.

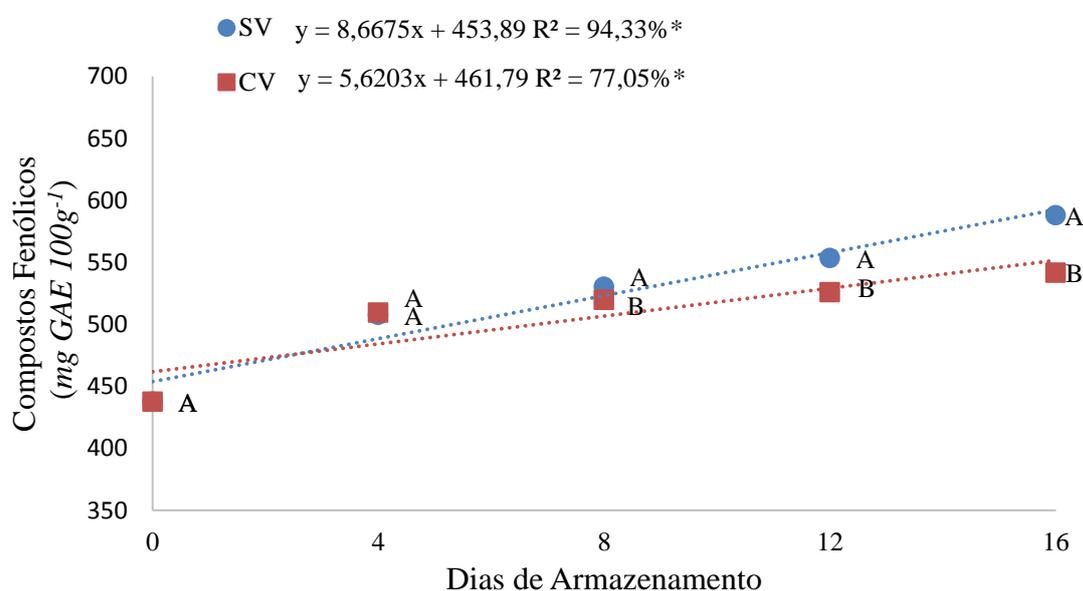


Figura 14 - Teor de Compostos Fenólicos ($\text{mg GAE } 100\text{g}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas, à $12\pm 2^\circ\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.9. CLOROFILA TOTAL

Para a clorofila total, que é o somatório da clorofila a e b, verificou-se significância para interação embalagens e atmosfera modificada, embalagens e dias de armazenamento, e atmosfera modificada e dias de armazenamento (Tabela 8, Figura 15 e 16).

Na Tabela 8, observa-se que não houve diferença significativa para a embalagem PEBD com ou sem vácuo, diferindo-se das demais embalagens. Analisando especificamente, tem-se que a embalagem NY/PE com vácuo apresentou maior valor de clorofila, seguida da embalagem PP com vácuo. Crippa (2006) explica que as embalagens de nylon apresentam melhor barreira a gases e a aromas, alta resistência mecânica (abrasão, perfuração, impacto, flexão), boa resistência térmica, boa resistência a óleos, gorduras e produtos químicos. Por essas características mencionadas, pode ser explicado o maior valor para a embalagem NY/PE juntamente com o vácuo, que pode preservar a clorofila nos frutos de murici.

Tabela 8- Valores médios da Clorofila Total ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.

Atmosfera	Embalagem		
	PP	PEBD	NY/PE
Sem vácuo	283,02 aB	237,01 bA	215,02 bB
Com vácuo	319,47 bA	232,43 bA	359,62 aA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Na Figura 15, Clorofila Total ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$), observa-se efeito significativo para a interação embalagens e dias de armazenamento. Nota-se que os frutos armazenados em embalagem PEBD apresentaram redução linear no seu comportamento do início ao fim do armazenamento, diferindo-se das demais embalagens. Nessa transição ocorre a degradação da clorofila e a síntese de carotenoides, dos quais são acumulados nos cromoplastos que são responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha de diversos frutos (EGEA et al., 2010).

Rufino (2008), utilizando a mesma metodologia aplicada neste trabalho, não detectou clorofila para o murici da espécie *Byrsonima dealbata*, explicando que os frutos utilizados apresentavam coloração bem amarelada, tendo a clorofila sofrido o processo de degradação e então o aparecimento de flavonoides e carotenoides nos seus resultados, sendo estas variáveis não detectadas neste trabalho com *Byrsonima crassifolia*.

As embalagens PP e NY/PE apresentaram comportamentos com variações do primeiro dia até o sexto dia de armazenamento e, em seguida, mantiveram seus comportamentos constantes, apresentando valores próximos aos valores iniciais.

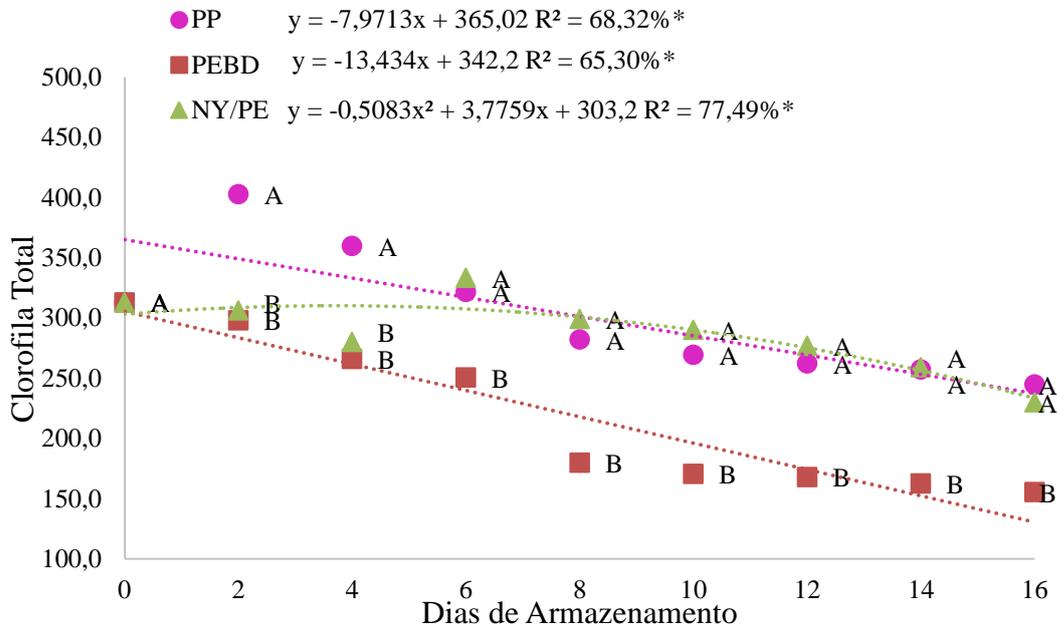


Figura 15 - Clorofila Total (mg 100g⁻¹) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à 12±2°C e 60±4% UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os valores de Clorofila Total nos muricis estão apresentadas na Figura 16, sendo observado significância para os fatores atmosferas modificadas e dias de análise. Pode-se observar que tanto para o tratamento com atmosfera passiva (sem vácuo) como para atmosfera ativa (com vácuo) apresentaram comportamentos semelhantes até o último dia de análise. Analisando isoladamente cada tratamento, tem-se que o tratamento sem vácuo houve um aumento até o 2º dia de armazenamento e após esse dia decresceu até o 10º e se manteve constante até o último dia de avaliação. Já o tratamento com vácuo houve aumento até o quarto dia de armazenamento, decaindo até o 8º dia e no final do armazenamento apresentou valores próximos aos valores do dia 0.

Nesse parâmetro obtivemos melhores resultados para a atmosfera ativa que teve um comportamento mais estável do que o tratamento com atmosfera passiva, por mais que a

atmosfera passiva auxilie os alimentos no retardamento da respiração, do amadurecimento, da senescência, da perda de clorofila, da perda de umidade, do escurecimento enzimático e, conseqüentemente, das alterações de qualidade advindas destes processos. (MANTILLA et al., 2010).

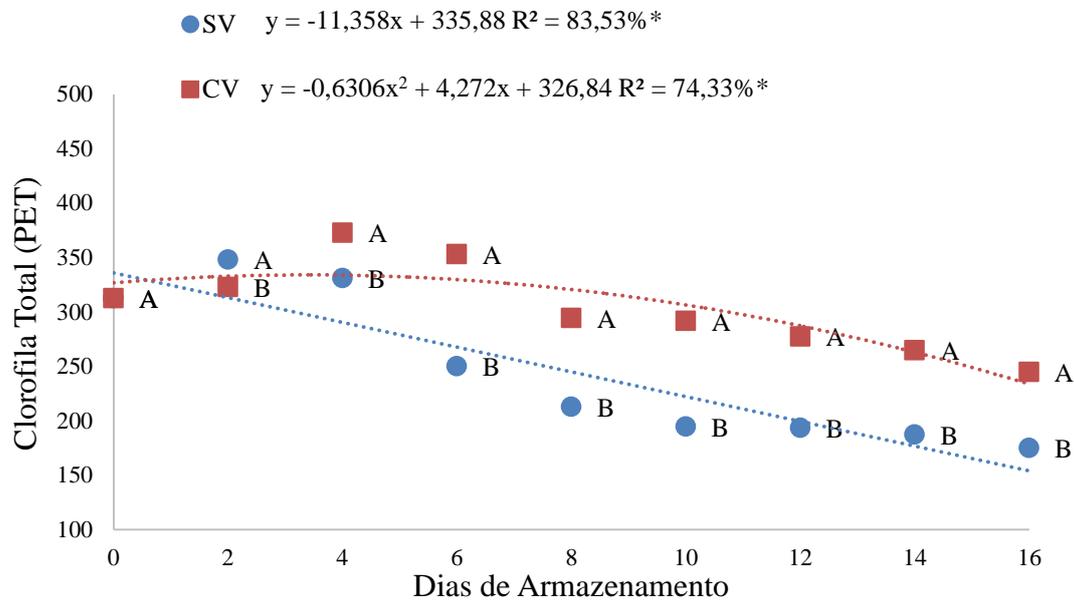


Figura 16 - Clorofila Total (mg 100g⁻¹) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas, à 12±2°C e 60±4% UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.10. FIRMEZA DA POLPA

A firmeza é um dos importantes atributos de qualidade e a sua manutenção é um dos objetivos da conservação pós-colheita (NASSUR et al., 2016) sendo que, frutos mais firmes estão menos sujeitos a injúrias mecânicas durante o transporte e comercialização (TOMAZ et al., 2009), resistência essa que foi sendo perdida com o decorrer do experimento, independente da embalagem e da atmosfera analisada (Figuras 17 e 18).

Para a firmeza da polpa dos muricis, verifica-se diferença significativa para a interação entre as diferentes embalagens e dias de armazenamento. Nota-se na Figura 17 que a redução da firmeza da polpa dos frutos foi quadrática e semelhante para os tratamentos. Por outro lado, a embalagem PP obteve valor maior de firmeza da polpa ao fim dos dias de armazenamento, demonstrando maior manutenção desse parâmetro em comparação aos demais e significativa a partir do 12º dia. Tal manutenção é benéfica, pois devido a menor

perda de massa (Figura 5), que aconteceu na embalagem PP, não ocasiona o enrijecimento das células do epicarpo, deixando o fruto mais propício a comercialização.

Lourenço (2008) ao trabalhar com *Byrsonima dealbata* encontrou valores entre 202 cN a 907 cN para a variável firmeza valor inferior com o encontrado nesse trabalho, acima de 550cN.

Sampaio (2015), trabalhando com a espécie de murici *Byrsonima ligustrifolia*, avaliou a firmeza durante vários estagios de maturação e obteve resultados menores com o tardar do amadurecimento, sendo justificado de que quanto mais maduro está o fruto, menor é sua firmeza, pois este amolecimento ocorre em decorrência de atividade de enzimas hidrolíticas, que promovem intensa solubilização das pectinas, constituintes da parede celular, ou da hidrólise do amido, ou, ainda, pode ser resultante da perda de água dos tecidos, com diminuição da pressão de turgescência .

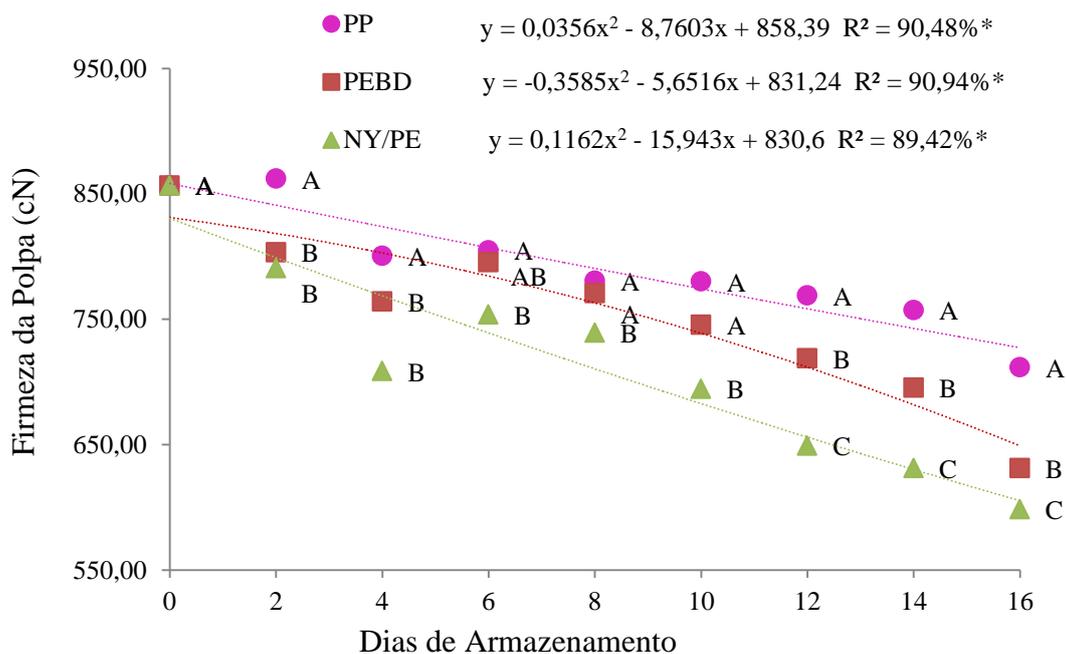


Figura 17 - Firmeza da polpa (cN) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^\circ\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE - Nylon/Polietileno).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Constatou-se interação significativa entre as atmosferas modificadas e dias de armazenamento do murici ainda para a variável firmeza da polpa (Figura 18), apresentando comportamento polinomial de segundo grau significativo. De acordo com a figura foi observado, para ambos os tratamentos, redução dos valores de firmeza de polpa até o final do armazenamento. No entanto, a atmosfera com vácuo apresentou maior manutenção da firmeza da polpa em relação à atmosfera sem vácuo, devido aos maiores valores médios significativos a partir do 6º dia.

Silva (2014), trabalhando com atmosfera passiva e ativa constatou que a atmosfera sem vácuo apresentou menor firmeza (243 cN) quando comparada com a atmosfera com vácuo (322 cN) para a *Myrciaria cauliflora*, assim como demonstrado nos resultados para os muricis desse experimento. Os resultados encontrados nesse trabalho corroboram também com Dias (2011) que diz que o armazenamento sob vácuo é mais efetivo no controle da firmeza.

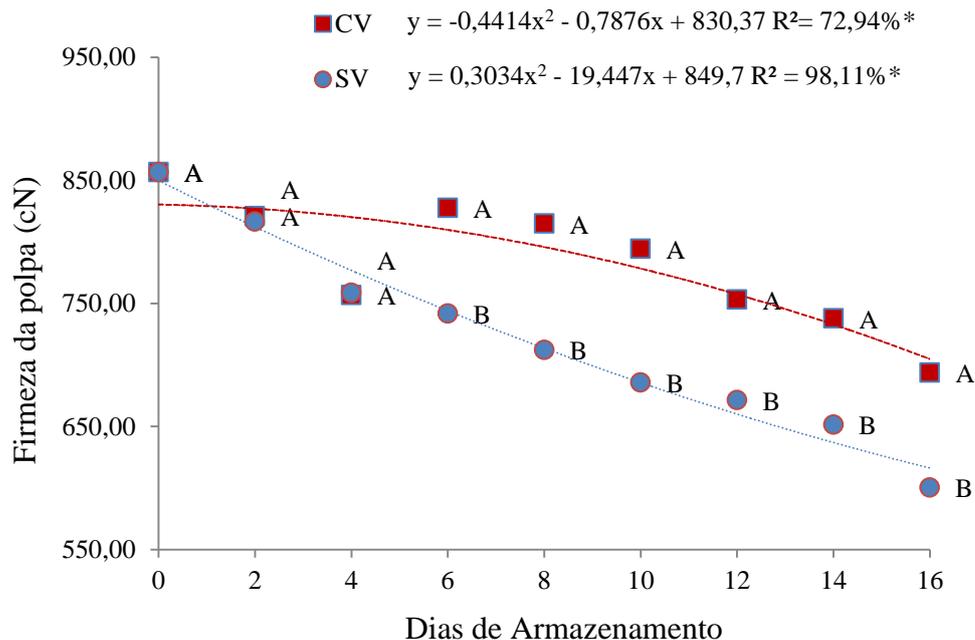


Figura 18 - Comportamento da Firmeza da polpa (cN) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas modificadas, à $12\pm 2^\circ\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018.

*Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.12. ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C)

O ácido ascórbico (AA), conhecido como vitamina C, é uma das mais importantes vitaminas solúveis em água, presentes naturalmente nos alimentos, especialmente em frutas e hortaliças (CUNHA et al., 2014). O AA exerce importantes funções metabólicas e antioxidante, tornando a sua incorporação na dieta humana essencial, uma vez que os seres humanos não são capazes de sintetizá-lo (CRUZ-RUS et al., 2011).

Na Tabela 9 e Figuras 19 e 20 houve significância para a interação tripla embalagens, dias de armazenamento e atmosferas modificadas. Na Tabela 9, constatou-se os maiores valores de ácido ascórbico para a embalagem NY/PE, propiciando resultado positivo para esta embalagem com a atmosfera à vácuo, principalmente. Já para a embalagem PEBD percebe-se menores valores de vitamina C para a atmosfera com e sem vácuo.

Tabela 9- Valores médios do Ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.

Atmosfera	Embalagem		
	PP	PEBD	NY/PE
Sem vácuo	111,4141 bB	103,0830 cA	115,5752 aB
Com vácuo	121,6058 bA	101,3277 cB	124,6327 aA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

A polpa de murici apresentou o teor de ácido ascórbico entre 101,33 e 124,63 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ (Tabela 10), valor, no entanto, inferior ao citado na literatura para o fruto, na faixa de 148 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ (RUFINO et al., 2009). Em contrapartida, Barreto et al. (2009) e Sousa (2013) relataram teores baixos de ácido ascórbico para polpa de murici, sendo 0,4 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ e 57,41 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente. Essa diferença e variação relatada pode ser devido as diferentes espécies, regiões do país, e em função de fatores como temperatura, intensidade de luz e conteúdo de umidade, além do processamento da polpa que pode afetar bastante a concentração de ácido ascórbico (RUFINO et al., 2009).

A Figura 19 apresenta, também, oscilações nos comportamentos dos teores de ácido ascórbico, para todas as embalagens. No entanto, as embalagens NY/PE e PP se destacaram pela manutenção e ligeira elevação dos teores de AA, principalmente para o NY/PE, até o final do experimento, sendo que a partir do 8º dia de armazenamento foi constatado diferença estatística para a embalagem PEBD, a qual propiciou os menores valores de ácido ascórbico.

Sampaio (2015) obteve resultados entre 22,54 a 267,36 mg 100g⁻¹ estudando o teor de AA em diferentes estádios de maturação de *Byrsonima ligustrifolia*, estando os valores encontrados, neste trabalho, dentro da faixa dos resultados citados pelo autor Cruz-Rus et al. (2011) que observaram comportamento semelhante para uvas e morangos.

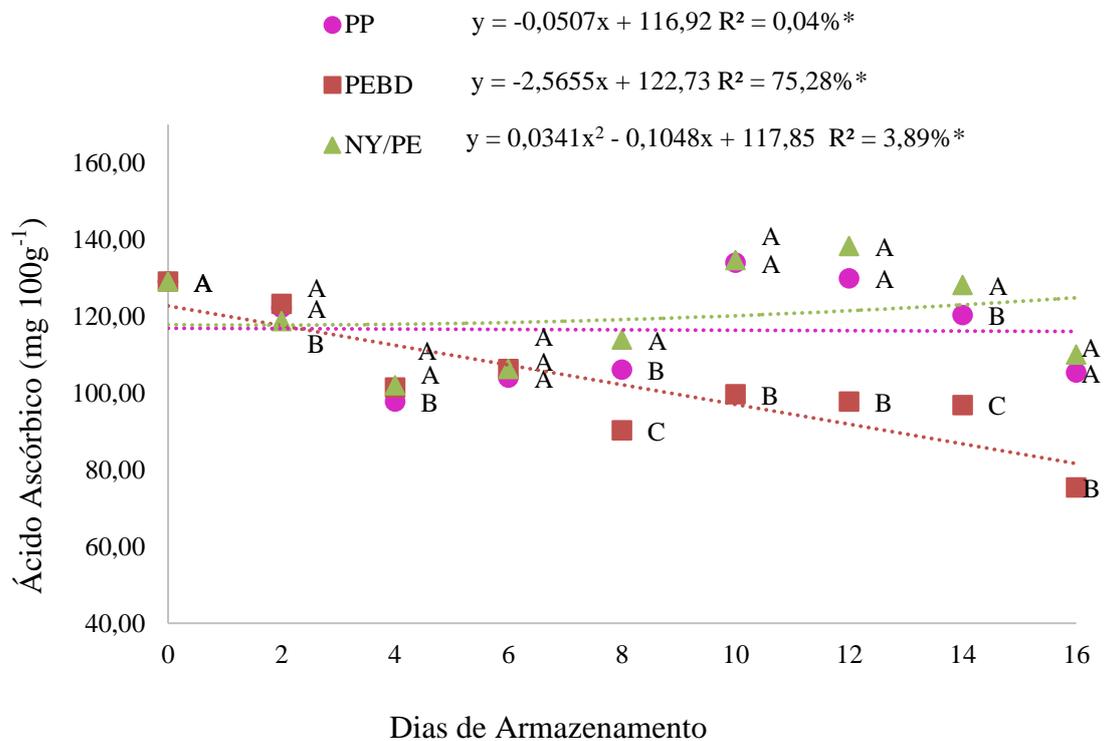


Figura 19 - Teor de Ácido ascórbico (mg 100g⁻¹) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à 12±2°C e 60±4% UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A modificação da atmosfera no interior da embalagem pode ser conseguida mediante mecanismos ativos ou passivos (SILVA et al., 2014), conforme os dois tratamentos testados nesse trabalho. Nesse aspecto, foi observado interação entre as atmosferas modificadas com e sem vácuo ao longo do armazenamento (Figura 20), sendo constatado oscilações significativas durante este período, em que o tratamento com vácuo se manteve mais próximo dos valores iniciais em relação ao sem vácuo.

Porém, os valores médios do teor de vitamina C, encontrado nesse trabalho, são superiores aos mencionados por Alves et al. (2001), 28,35 mg 100g⁻¹, e Sampaio et al. (2007), 61,58 mg 100g⁻¹.

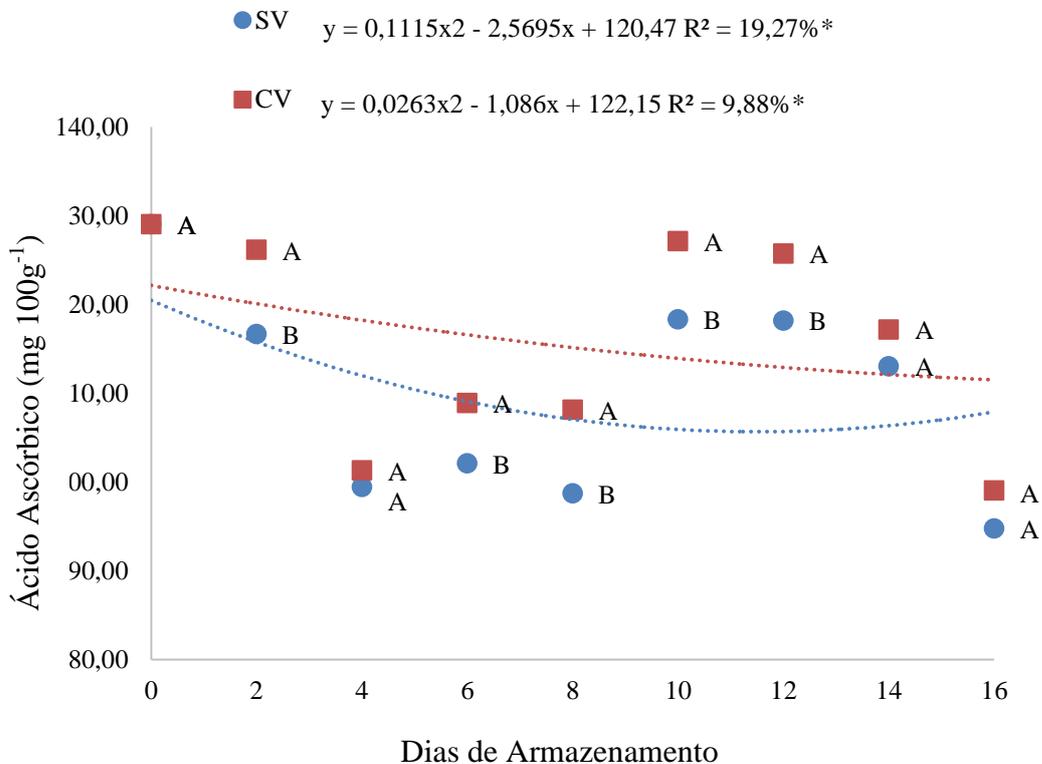


Figura 20 - Teor de Ácido ascórbico (mg 100g⁻¹) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas modificadas, à 12±2°C e 60±4% UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018.

*Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

De acordo com Vieites et al. (2006), na pós-colheita a diminuição dos teores de vitamina C pode ser devido à menor capacidade dos vegetais de sintetizar esse ácido durante esse período. Como observado na Figura 20, no final do armazenamento não houve diferença estatística entre as diferentes atmosferas modificadas apesar de que durante até o 12º dia houve diferença estatística entre os tratamentos em questão. Estes resultados também corrobora com Santos (2014) que observou redução nos teores de ácido ascórbico, ao final do armazenamento, para as jabuticabas acondicionadas a vácuo explicando que isso ocorreu provavelmente porque a condição de embalagem a vácuo inibiu as reações oxidativas e retardou os processos fisiológicos.

3.12. TAXA RESPIRATÓRIA

A qualidade pós-colheita de frutos está intimamente ligada ao tipo de acondicionamento, à integridade física dos produtos e diminuição das atividades de respiração e transpiração, que conservam as características intrínsecas dos frutos (PALIYATH et al., 2008). Assim, o objetivo desses tratamentos foi de analisar as funções da aplicação das embalagens e das atmosferas em diminuir a migração de umidade e de gases entre o fruto e o ambiente, manter a estrutura original dos produtos e reter seus compostos aromáticos característicos, sendo que as propriedades de barreira influenciam diretamente a estabilidade do fruto durante o armazenamento (KADER, 2010).

Portanto, em relação à variável respiração (Figuras 21 e 22, Tabela 10), verificou-se a ocorrência de significância para a interação dos fatores testados (embalagens, atmosferas modificadas e dias de armazenamento).

Tabela 10- Valores médios da Respiração ($\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.

Atmosfera	Embalagem		
	PP	PEBD	NY/PE
Sem vácuo	0,4680 aA	0,5447 aA	0,4680 aB
Com vácuo	0,5111 aA	0,5425 aA	0,5838 aA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Na Tabela 10, para o fator embalagem NY/PE foi constatado diferença estatística pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, em relação às duas atmosferas em questão, assim apresentando uma menor taxa de respiração os muricis embalados com atmosfera passiva do que os frutos embalados á vácuo.

De modo geral, os muricis apresentaram baixa variação na taxa respiratória dos tratamentos estudados, variando de 0,4680 a 0,5838 $\text{mL de CO}_2 \text{ de kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$.

A respiração apresenta um papel bastante importante no metabolismo dos vegetais, pois esta é usada como fonte de energia nos principais processos metabólicos (MENDES, 2017). Nesse experimento foi obtido baixa taxa de respiração dos muricis, demonstrando metabolismo baixo dos frutos *B. crassifolia* e comportamento climatéricos. Os muricis *in natura* em diferentes embalagens (Figura 20) apresentaram comportamento semelhantes, com diminuição da respiração até o 4º dia de armazenamento, sendo indicação que os tratamentos

A Figura 22 demonstra comportamento da respiração ($\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas modificadas (com e sem vácuo).

Na Figura 22, até o 4º dia de armazenamento houve queda nos valores de respiração, mantendo-se constante até o 10º dia. Após esse dia foi constatado um pico no 12º dia para ambas as atmosferas, sendo que o acondicionamento sem vácuo apresentou o menor pico significativo constatando a diferença estatística entre estes tratamentos.

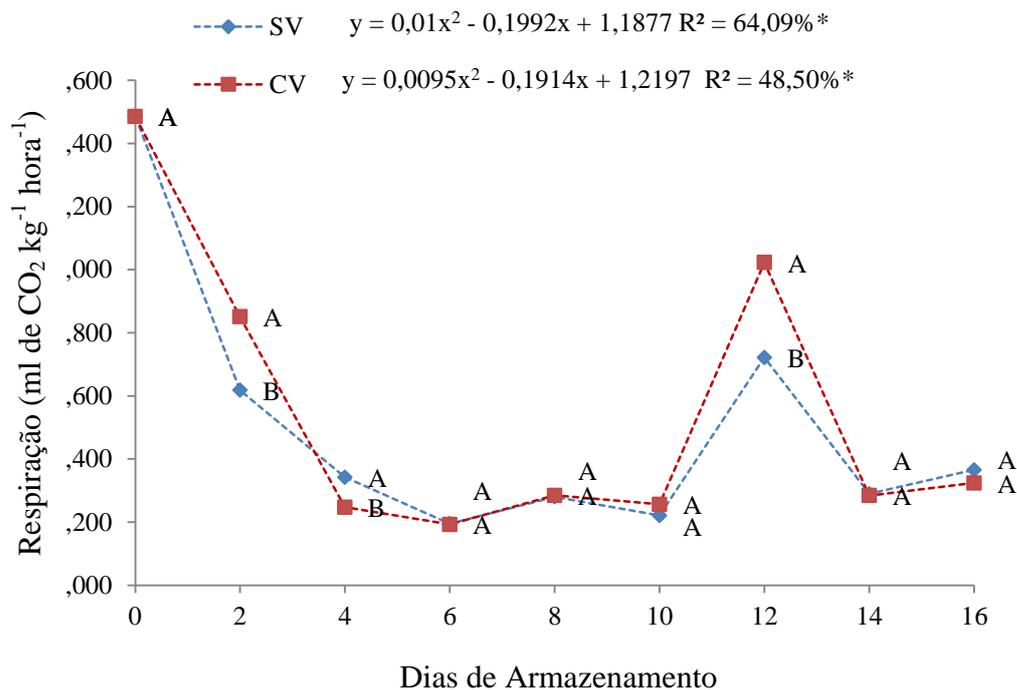


Figura 22 - Taxa respiratória ($\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes atmosferas modificadas, à $12 \pm 2^\circ\text{C}$ e $60 \pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018.

*Significativo a 5% de probabilidade (SV – sem vácuo; CV – com vácuo).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.13. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

O resultado obtido para a atividade antioxidante, realizada pelo método DPPH, dos frutos de murici, armazenados durante 16 dias, estão apresentados na Figura 23, em que somente a interação dos fatores embalagem e dias de armazenamento foi significativa, apresentando comportamento linear com o coeficiente de determinação acima de 60% para os três tipos de embalagens.

Ao analisar o comportamento da atividade antioxidante é possível perceber que a atividade antioxidante nesses tratamentos aumentou até o final do armazenamento, ou seja, a medida que os valores de EC50 g g⁻¹ DPPH diminuem maior é a atividade antioxidante. Na Figura 23 pode-se notar que as três embalagens: PP, PEBD e NY/PE comportaram-se, no decorrer do armazenamento, de forma semelhantes diminuindo os seus valores de EC50 g g⁻¹ DPPH conseqüentemente aumentando sua atividade antioxidante. Sendo que o tratamento que mais tendenciou a uma maior atividade antioxidante durante os 16 dias de armazenamento foi a embalagem NY/PE.

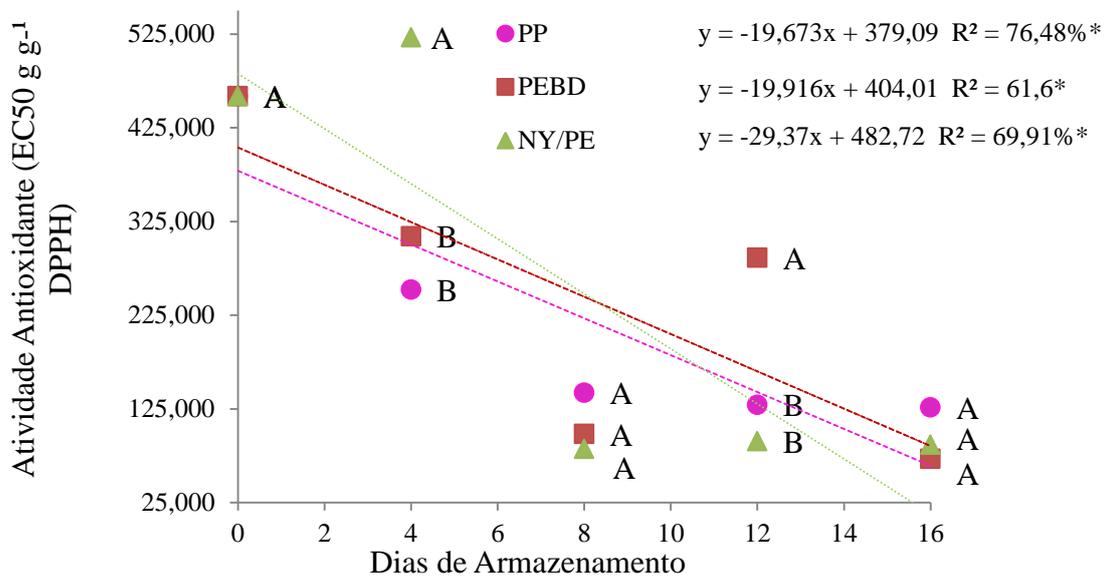


Figura 23 - Atividade Antioxidante (EC50 g g⁻¹ DPPH) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à 12±2°C e 60±4% UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Essa capacidade antioxidante provavelmente se deve aos compostos fenólicos que são importantes antioxidantes (COUTO e CANNIATTI-BRAZACA, 2010), em geral uma vez que os compostos fenólicos aumentam, com o decorrer do tempo, espera-se que haja aumento de atividade antioxidante também, de acordo com Neves et. al (2015), o que pode ser visto nesse trabalho, sendo que houve aumento também para os compostos fenólicos (Figura 13). Da mesma forma, Rosa (2013) explica que o murici tem alto nível de capacidade antioxidante devido, provavelmente, a grande quantidade de compostos fenólicos presentes nesses frutos.

Os valores médios encontrados na Figura 23 são concordantes com o descrito por Sousa (2013) que obteve valores entre 169,39 a 496,27 EC50 g g⁻¹ DPPH para *Byrsonima crassifolia*. Neves et al. (2015) encontraram valores semelhantes, a fase final desse experimento, de atividade antioxidante utilizando o método DPPH, variando de 145,4 e 56 EC50 g g⁻¹ DPPH para frutos de murici. E Couto e Canniatti-Brazaca (2010) quantificaram 261,91 EC50 g g⁻¹ DPPH de amostra seca de murici. De acordo com os resultados do presente estudo, pode-se dizer que o murici, em função da sua atividade antioxidante, possui nutrientes com alto potencial funcional.

3.14. ÍNDICE DE MATURAÇÃO

Para o Índice de maturação (IM), que é a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT), verificou-se interação significativa para embalagens e atmosfera modificada e embalagens e dias de armazenamento (Tabela 11 e Figura 24).

O índice de maturação é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois dá uma idéia do equilíbrio entre esses dois componentes e indica a doçura dos alimentos (VESPUCCI, I.L., 2017). Portanto, nesse trabalho, os maiores valores médios encontrados para o IM foi para o tratamento PEBD sem vácuo (60,46) seguido do tratamento PP com vácuo, acima significativamente dos outros tratamentos avaliados. Entretanto, todos os valores constatados foram altos, podendo ter sido influenciado pelo ponto de maturação utilizado para a colheita dos frutos, no caso, verde-amarelado (Tabela 11).

Tabela 11- Valores médios do Índice de maturação (IM, SS/AT) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens e atmosferas modificadas. UEG, Anápolis, 2018.

Atmosfera	Embalagem		
	PP	PEBD	NY/PE
Sem vácuo	42,35 bB	60,46 aA	38,10 cB
Com vácuo	52,74 aA	52,65 aB	43,25 bA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Diferentemente do evidenciado, Nascimento et al. (2011) apresentaram variação de 8,3 a 15,4 para a relação SS/AT para a espécie *Byrsonima verbascifolia* produzidos na região da Bahia, e Lourenço (2008) obteve valores para o IM entre 5,01 e 15,06 para o *Byrsonima*

dealbata, portanto sendo valores inferiores aos encontrados nesse trabalho, utilizando a espécie *Byrsonima crassifolia*.

O comportamento do índice de maturação dos muricis, para a interação entre embalagens e dias de armazenamento, estão apresentados na Figura 24. Os tratamentos PP, PEBD e NY/PE aumentaram suas médias durante o armazenamento, Entretanto o tratamento PEBD apresentou comportamento crescente e a maior média ao final do experimento, diferindo dos demais tratamentos ao final do armazenamento.

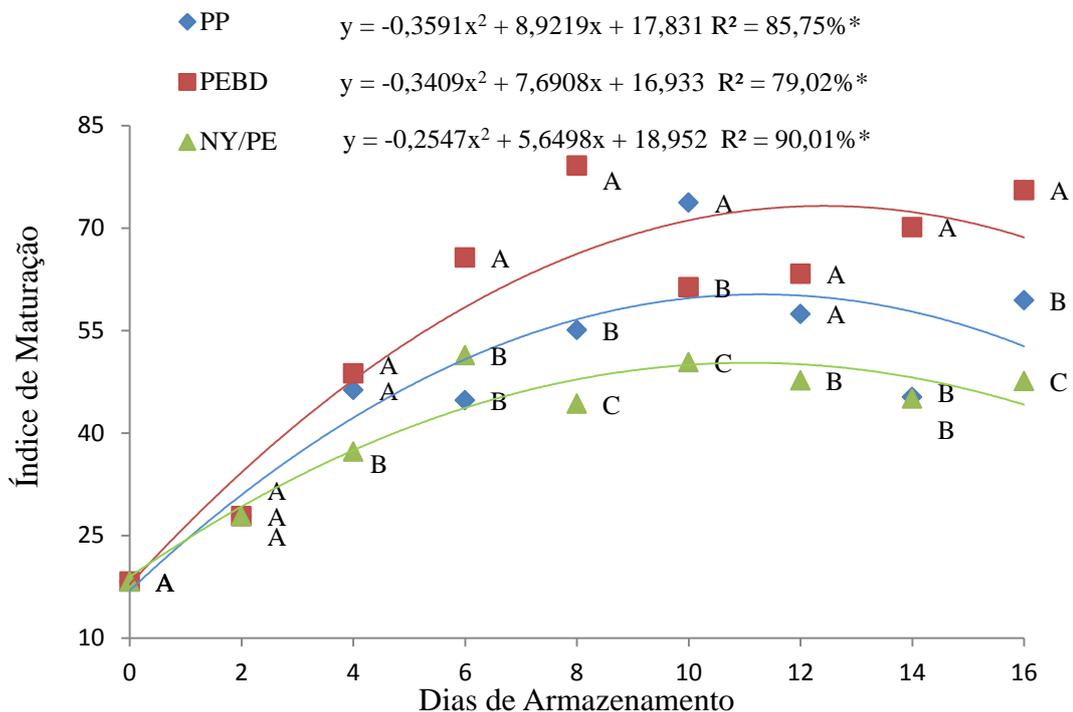


Figura 24 - Índice de Maturação (IM) dos muricis *in natura* armazenados em diferentes embalagens, à $12\pm 2^\circ\text{C}$ e $60\pm 4\%$ UR, por 16 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade (PP – polipropileno; PEBD – Polietileno de Baixa Densidade; NY/PE – Nylon/Polietileno).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Verificou-se que os tratamentos apresentaram esse comportamento devido aos resultados de sólidos solúveis durante o armazenamento (Figura 6). Bell et al. (2017) ressaltam que o aumento nas características do *flavor* durante o amadurecimento de frutas ocorre pelo aumento no teor de açúcares simples, decréscimo da acidez, da adstringência e emanação de compostos voláteis.

3.15. CONTROLE

A Tabela 12 apresenta as propriedades características dos muricis empregados no controle, submetidos ao armazenamento em temperatura ambiente ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2\%\text{UR}$) e sem embalagem.

Tabela 12- Tabela de valores para as variáveis Perda de Massa (PM), Sólidos Solúveis (SS), Potencial Hidrogeniônico (pH), Acidez Titulável (AT), Luminosidade, Relação Polpa/Semente, Compostos fenólicos (PET), Clorofila Total, Firmeza, Vitamina C, Taxa respiratória, atividade antioxidante (DPPH) e Índice de Maturação (IM) dos muricis *in natura* armazenados por 8 dias sem embalagem e em temperatura ambiente ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2\%\text{UR}$). UEG, Anápolis, 2018.

Parâmetros avaliados	Médias
Perda de Massa (%)	61,04%
SS (°Brix)	14,310
pH	4,273
AT (% ácido cítrico)	0,465
Luminosidade	36,297
Relação Polpa/Semente	2,439
Compostos fenólicos ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$)	549,597
Clorofila Total ($\text{mg } \text{g}^{-1}$)	207,041
Firmeza (cN)	756,083
Vitamina C ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$)	76,165
Taxa Respiratória ($\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$)	0,904
Atividade Antioxidante ($\text{EC}_{50} \text{ g } \text{g}^{-1} \text{ DPPH}$)	368,870
Índice de Maturação	30,2

Para o parâmetro perda de massa nota-se que a perda de massa apresentou maior percentual do que os tratamentos armazenados em atmosfera modificada, sendo que os valores médios indicam para o controle e tratamentos com embalagens, perdas de massa de 61,04% (Tabela 1) e 0,0252% a 0,419% (Figura 5), respectivamente.

Pode-se constatar então, que o uso das embalagens e atmosfera com e sem vácuo propiciaram manutenção da massa do fruto. Portanto, esses acondicionamentos conseguiram

assegurar a principal finalidade das embalagens que é proteger os alimentos contra qualquer tipo de ação de deterioração, sejam elas de natureza química, física ou microbiológica, desde o acondicionamento até o consumo final, garantindo a preservação de suas próprias características, por um período de tempo mais longo, após seu processamento (SOUSA et al., 2012).

De acordo com Assis et al. (2011), a concentração dos ácidos diminui sempre que ocorre evolução da maturação, devido ao aumento da demanda por energia, fato este ocorrido para os muricis *in natura* em temperatura ambiente, os quais apresentaram valor médio consideravelmente inferior (0,465% ácido cítrico) do que os tratamentos armazenados, sendo estes de 0,95 a 1,14% em ácido cítrico (Tabela 5).

Em relação à Luminosidade, o controle obteve menor valor médio (36,297) do que os tratamentos acondicionados (Figura 10 e 11), indicando coloração mais escura dos frutos durante o período de armazenamento. Também percebe-se diferença para a clorofila total, em que apresenta, para os muricis *in natura*, o valor médio de 207,41 mg g⁻¹ (Tabela 12), sendo inferior aos encontrados para os muricis embalados em PP, PEBD e NY/PE (Tabela 8, Figura 15 e 16).

A relação polpa/semente também obteve menores valores médios para o controle (Tabela 12), podendo ter sido influenciado pela crescente perda de massa constatada durante o período de avaliação, comprovando, portanto, a eficiência do uso de embalagens (Tabela 6).

A firmeza da polpa para o tratamento em temperatura ambiente (756,083 cN) foi superior aos valores encontrados ao final do armazenamento (570 cN) na Figura 18, fato este, que pode ser explicado pelo estágio de maturação dos frutos, já que no final do armazenamento, para os frutos controle, estavam totalmente secos e em estado avançado de senescência.

Para o parâmetro vitamina C, foi evidenciado menor valor médio para o controle (76,165 mg 100g⁻¹) em relação aos valores obtidos para os tratamentos com o uso de atmosfera modificada (Tabela 9), variando de 101,33 e 124,63 mg 100g⁻¹. Sabe-se que a ingestão de vitamina C é importante para o organismo, portanto recomenda-se cerca de 100 mg por dia desse nutriente (MANELA-AZULAY et. al, 2003). Júnior et al. (2016), ao trabalhar com morangos em temperatura ambiente e armazenados, notaram que houve degradação da vitamina C para os frutos não embalados e manutenção desta vitamina para os morangos armazenados, da mesma forma que para os muricis.

Na Tabela 12, o valor médio da taxa de respiração dos muricis *in natura* foi baixo (0,904 ml de CO₂ kg⁻¹ hora⁻¹), porém foi acima dos valores encontrados na Tabela 10, Figura 21 e 22, em que houve variação de 0,468 a 0,584 ml de CO₂ kg⁻¹ hora⁻¹. Mesmo o controle apresentando valor mais elevado do que os tratamentos com atmosfera modificada, pode-se dizer que os muricis comportaram-se de forma não-climatérica, fato este constatado também por Lourenço (2008).

Ainda na Tabela 12, observa-se que a atividade antioxidante dos muricis obteve valor médio igual a 368,870 EC₅₀ g g⁻¹ DPPH, durante os 16 dias de armazenamento. Este valor comprova que nos muricis em temperatura ambiente ocorre menor atividade antioxidante do que os demais tratamentos (Figura 23), principalmente a partir do 2º dia de análise, salientando que o acondicionamento interferiu de forma benéfica na atividade antioxidante dos muricis durante os 16 dias de armazenamento, independente das embalagens testadas.

E para os demais parâmetros analisados, sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, índice de maturação e compostos fenólicos, não foi evidenciado resultados interessantes para o uso das embalagens ou na aplicação das atmosferas, principalmente em comparação ao controle.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados, conclui-se que para os muricis, no que tange as características pós-colheita mínimas aceitáveis, destacou-se que a embalagem de PP e NY/PE foram as embalagens que obtiveram melhores resultados diante dos parâmetros perda de massa, acidez titulável, luminosidade, firmeza, índice de maturação e atividade antioxidante.

Observou-se que para a atmosfera modificada, o uso do vácuo propiciou maior conservação em comparação à atmosfera sem vácuo nas características de firmeza, relação polpa/semente, luminosidade e compostos fenólicos.

Perda de massa, sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, clorofila total, ácido ascórbico (Vitamina C) e compostos fenólicos obtiveram melhores observações na interação NY/PE x com vácuo e PP x com vácuo.

Para o experimento com diferentes embalagens, atmosfera modificada e dias de armazenamento os frutos mantiveram suas características de qualidade comercial aceitáveis até o 12º dia de armazenamento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRETTI, A.L.; JUNIOR, A.W.; BORTOLINI, A.; HOSSEL, C.; ZANELA, J.; CITADIN, I. Armazenamento de sementes de cerejas-do-mato (*Eugenia involucrata*) DC. submetidas ao recobrimento com biofilmes e embalagem a vácuo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.62, n.1, p.124-127, 2015.
- ALVES, D.; GOEDERT, A.. Satisfação dos Consumidores em Relação ao Ponto de Venda nos Supermercados de Nova Esperança, PR. **Revista Cesumar - Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, v. 14, n. 1, p. 11-33, 2013.
- ALVES, R. E; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. Caracterização de frutas nativas da América Latina. **Jaboticabal: Funep**, São Paulo, p.66, n.9, 2001.
- AOAC - Associat AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p.
- ARAUJO, R.R. SANTOS, E. D. dos; LEMOS, E. E. P. de; ALVES, R. E.. Caracterização biométrica de frutos e sementes de genótipos de murici (*Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich) do tabuleiro costeiro de Alagoas. **Revista Caatinga**, v.22, n.3, p.224-228, 2009b.
- ARRUDA, M.C.; JACOMINO, A.P.; TREVISAN, M.J.; JERONIMO, E.M.; MORETTI, C.L. Atmosfera modificada em laranja Pera minimamente processada. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.664-671, 2011.
- ASSIS, A. M. DE; YAMAMOTO, L. Y.; SOUZA, F. S. DE; BORGES, R. DE S.; ROBERTO, S. R. Evolução da maturação e características físico-químicas e produtivas das videiras ‘BRS Carmen’ e ‘Isabel’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, número especial, p.493-498, 2011.
- BARRETO, G.P.M., BENASSI, M.T.; MERCADANTE, A.Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 20, n. 10, p. 1856-1861, 2009.
- BELL, L.; METHVEN, L.; SIGNORE, A.; ORUNA-CONCHA, M.J.; WAGSTAFF, C. Analysis of seven salad rocket (*Eruca sativa*) accessions: The relationships between sensory attributes and volatile and non-volatile compounds. **Food Chemistry**, Ilha de Rodes, Estados Unidos. 218,181–191, 2017.
- BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.31, n.4, p.507-513, 1988.
- BLEINROTH, E.W.; ZUCHINI, A.G.; POMPEO, R.M. Determinação das características físicas e mecânicas de variedade de abacate e sua conservação pelo frio. **Coletânea ITAL**, Campinas, v.7, n.1, p.29-81, 1976.
- BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, p.25-30. 1995.
- BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas e diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 78-84, 2011.

- CANUTO, G.A.B.; XAVIER, A.A.O.; NEVES, L.C.; BENASSI, M.T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.4, p.1196-1205, 2010.
- CARAMORI, S.S.; LIMA, C.S.; FERNANDES, K.F. Biochemical characterization of selected plant species from Brazilian savannas. **Brazilian archives of biology and technology and International Journal**, Curitiba, v.47, n.2, p.253-259, 2004.
- CAVALCANTI, A.L.; OLIVEIRA, K.F.; PAIVA, P.S.; DIAS, M.V..R.; COSTA, S.K.P.C.; VIEIRA, F.F. Determinação de sólidos solúveis totais e p hem bebidas lácteas e sucos de frutas industrializados, **Rede de Revistas Científicas da América Latina**, v.6, n.1, Paraíba, 2010.
- CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 783p, 2005.
- CIPRIANO, A.K.A.L. **A interação do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) com o fungo *Lasiodipodia theobromae***. 2014. 137p. Dissertação (Bioquímica), Universidade Federal do Ceará, 2014.
- COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, M.A.L. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.15-19, 2010.
- CRIPPA, Agnaldo. **Estudo Do Desempenho De Filmes Multicamadas Em Embalagens Termoformadas**. 2006. 151f. Dissertação (pós-graduação em engenharia e ciência dos materiais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- CRUZ-RUS, E.; AMAYA, I.; SÁNCHEZ-SEVILLA, J. F.; BOTELLA, M. A.; VALPUESTA, V. Regulation of L-ascorbic acid content in strawberry fruits. **Journal of Experimental Botany**, v.62, n.12, p. 4191-4201, 2011.
- CUNHA, K.D.; SILVA, P.R.; COSTA, A.L.F.S.F.; TEODORO, A.J. Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento. **Brazilian Food Technology**, Campinas, v.17, n.2, p.139-145, 2014.
- DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; TREMOCOLDI, M. A.; VILEIGAS, D. F. Estabilidade físico-química de um produto de abacate (*Persea American Mill*.) conservado pelo frio. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, p. 97-105, 2010.
- DIAS, T.C.; MOTA, W.F.; OTONI, B.S.; MIZOBUTSI, G.P.; SANTOS, M.G.P. Conservação pós-colheita de mamão formosa com filme de PVC e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.666-670, 2011.
- EGEA, I.; BARSAN, C.; BIAN, W.; PURGATTO, E.; LATCHÉ, A.; CHERVIN, C.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Chromoplast Differentiation: current status and perspectives. **Plant Cell Physiology**, v. 51, p. 1601-1611, 2010.
- FABRIS, S.; FREIRE, M.T.A.; REYES, F.G.R. Embalagens plásticas: tipos de materiais, contaminação de alimentos e aspectos de legislação. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v.19, n.2, p. 59-70, 2006.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2014.

- GANGA, R. M. D.; FERREIRA, G. A.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.101-113, 2010.
- GUIMARÃES, M.M.; SILVA, M.S. Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.4, p.817-821, 2008.
- GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA JÚNIOR, E. M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. Ex A. Juss). **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2006.
- JEONG, J.Y.; HUBER, D.J. Suppression of avocado (*Persea Americana* Mill) fruit softening and changes in cell wall matrix polysaccharides and enzyme activities: different responses to I-MCP and delayed ethylene application. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.129, p.752-759, 2007.
- JÚNIOR, A.V.C.; GUIMARAES, A.G.; AZEVEDO, A.M.; PINTO, N.A.V.D.; FERREIRA, M.A.M. Conservação pós-colheita de frutos de morangueiro em diferentes condições de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.3, 2016.
- KADER, A.A. Future of Modified Atmosphere Research. **Acta Horticulturae**, v. 857, p. 212-217, 2010.
- KAMRUZZAMAN, M.; ELMASRY, G.; SUN, D.W.; ALLEN, P. Prediction of some quality attributes of lamb meat using near-infrared hyperspectral imaging and multivariate analysis. **Analytica Chimica Acta**, v.714, p.57-67, 2012.
- KIM, D.; HONG, S. Influence of oxygen concentration and temperature on respiratory characteristics of fresh-cut green onion. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 36, p. 283-289, 2014.
- KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. Fisiologia e manejo póscolheita de frutas de clima temperado. Campinas: **Livraria e Editora Rural**, 2002, 214p.
- LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and Carotenoids: Pigment of Photosynthetic Biomembranes. **Methods in Enzymology**, San Diego, v.148, n.1, p.350-382, 1987.
- LIMA, J.P. **Qualidade pós-colheita, atividade antioxidante “in vitro” e perfil volátil da mangaba (*Hancornia speciosa*) submetida a refrigeração e atmosfera modificada**. 2011. 194p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.
- LOURENÇO, I. P. **Potencial de utilização de frutos de genótipos de muricizeiros cultivados no litoral do Ceará**. 2008. 98 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- MACHADO, N.P.; COUTINHO, E.F.; CAETANO, E.R. Embalagens plásticas e refrigeração na conservação pós-colheita de jaboticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.166-168, 2007.

MACKINNEY, G. Absorption of light by chlorophyll solutions. **Journal of Biological Chemistry**, Berkeley, v.140, n.1, p.315-322, 1941.

MANELA-AZULAY, M.; LACERDA, C.A.M.; PEREZ, M.A.; FILGUEIRA, A.L.; CUZZI, T. Vitamina C. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, Rio de Janeiro, v.78, n.3, p. 265-274, 2003.

MANTILLA, S.P.S.; MANO, S.B.; VITAL, H.C.; FRANCO, R.M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos **Revista Ciência Agrária Ambiental**, Curitiba, v.8, n.4, p.437-448, 2010.

MENDES, D. C. S. **Caracterização fisiológica Do Fruto Murici (*Byrsonima sp.*) In natura**. 2017. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) – Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, 2017.

MERGEN, I.Z. **Estudo da perda de vácuo em embalagens plásticas multicamadas para produtos cárneos curados cozidos**. 2004. 132P. Dissertação (Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

MINOLTA. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Brasil: MINOLTA Co. Ltda., 1994. 49p.

MISAEEL, C.R.; LINA, M.; PINTO, A.; GÉRMAN, A.; GIRALDO, G. Avaliação de cor durante o armazenamento da polpa de banana verde impreendida ao vácuo com soluções antieconomia. **Revista Bioagro**, v.9, n.2, p. 1-8, 2011.

MONTEIRO, D. C. B.; SOUSA, W. C.; PIRES, C. R. F.; AZEVEDO, L. A.; BORGES, J. S. Caracterização físico-química do fruto e da geleia de murici (*Brysonima crassifolia*). **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 33-56, 2015.

MORGADO, C. M.A.; DURIGAN, J.F.; LOPES, V.G.; SANTOS, L. O. Conservação pós-colheita de goiabas ‘Kumagai’: efeito do estágio de maturação e da temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1001-1008, 2010.

NASCIMENTO, A.R.; PENTEADO-DIAS, A.M. New species of *Chelonus* (*Microchelonus*) Szépligeti, 1908 (Hymenoptera: Braconidae: Cheloninae) from Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.71, n.2, 2011

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.

NASSUR, R.D.C.M.R.; LIMA; R.A.Z.; LIMA, L.C.O.; CHALFUN, N.N.J. Doses de radiação gama na conservação da qualidade de morangos. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 38, 2016.

NEVES, L.C; TOSIN, J.M.; BENEDETTE, R.M.; CISNEROS-ZEVALOOS, L. Post-harvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the Northern Brazilian Amazon region. **Food Chemistry**, v. 174, p. 188-196, 2015.

OBANDA, M.; OWUOR, P.O. Flavanol Composition and Caffeine Content of Green Leaf as Quality Potential Indicators of Kenyan Black Teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.74, p. 209-215. 1997.

PALIYATH, G.; MURR, D.P.; HANDA, A.K.; LURIE, S. **Postharvest biology and technology of fruit, vegetables, and flowers**. Ames: Wiley-Blackwell, 2008. 497 p.

PEREIRA, T.; ALMEIDA C.L.; GONÇALVES DE OLIVEIRA, J.; RODRIGUES MONTEIRO, A. Influência das condições de armazenamento nas características físicas e químicas de goiaba (*Psidium guajava*), cv. Cortibel de polpa branca. **Revista Ceres**, v. 53, n. 306, p. 276-284, 2006.

PINTO, L.K.A.; MARTINS, M.L.L.; RESENDE, E.D.; ALMEIDA, R.F.; VITORAZI, L.; PEREIRA, S.M.F. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4, p.744-748, 2006.

PINTO, U.M.; LANDGRAF, M.; FRANCO, B.D.G.M. **Deterioração microbiana dos alimentos**. p. 1-17, 2013.

PORTE, A.; REZENDE, C.M.; ANTUNES, O.A.C.; MAIA, L.H. Redução de aminoácidos em polpas de bacuri (*Platonia insignis* Mart), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Willd ex-Spreng Schum) e murici (*Byrsonima crassifolia* L.) processado (aquecido e alcalinizado). **Acta Amazonica**, v.40, n.3, p. 573-578, 2010.

PRENTICE, C.; SAINZ, R.L. Cinética de deterioração apresentada por filés de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) embalados a vácuo sob diferentes condições de refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.127-131, 2005.

ROCHA, R. H. C; MENEZES, J. B; MORAIS, E. A; SILVA, G. G; AMBROSIO, M. M. Q; ALVES, M. Z. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.302-305, 2001.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.27, n.1, p. 53-60, jan.-mar. 2007.

ROSA, F.R. **Atividade antioxidante de frutos do cerrado e identificação de compostos em *bactris setosa* mart., palmae (tucum-do-cerrado)**. 2013. 146p. Tese (Nutrição Humana), Universidade de Brasília, 2013.

RUFINO, M.S.M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 2008, 263p. Tese (Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2008.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALISTO, F.D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. **Embrapa**: comunicado técnico EMBAPA, Fortaleza, 2007.

RUFINO, M.S.M.; FERNANDES, F.A.N.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S. Free radical-scavenging behaviour of some north-east Brazilian fruits in a system. **Food Chemistry**, Columbus, v.114, n.2, p.693-695, 2009.

RUSSO, V.C. **Conservação refrigerada de abacate ‘hass’ e ‘fuerte’ submetidos à atmosferas modificadas ativas**. 2012. 58p. Dissertação (Mestre em Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, 2012.

- SAMPAIO, C. G.; RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, D. F. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza/Ceará, 2007.
- SAMPAIO, C.R.P. **Caracterização físico-química, capacidade antioxidante e compostos bioativos de frutos de murici vermelho (*Byrsonima ligustrifolia* A. Juss.) em cinco estágios de maturação.** 2015. 104p. Tese (Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- SANTANA, L.R.R. **Qualidade pós-colheita de pêssego 'douradão' Sob atmosfera controlada e modificada.** 2009. 202p. Tese (Doutorado em Tecnologia Pós-Colheita), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- SANTOS, J.C.M.; PERFEITO, D.G.A.; SILVA, A.R.; BORGES, L.C.R. Influência da embalagem e temperatura de armazenamento na vida útil de alface crespa (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta grossa, v.18, n.1, p.2542-2555, 2018.
- SANTOS, L.F. **Qualidade e conservação pós-colheita de frutos da jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora*) sob atmosfera modificada ativa.** 2014. 61p. Monografia (Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.
- SILVA, M.C.; SOUZA, V.B.; THOMAZINI, M.; SILVA, E.R.; SMANIOTTO, T.; CARVALHO, R.A.; GENOVESE, M.I.; FAVARO-TRINDADE, C.S. Use of the jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) depulping residue to produce a natural pigment powder with functional properties. **Food Science and Technology**, v.55, n1, 2014.
- SILVA, P. M. C.; NEVES, C.; BASTOSA, V. J.; LIMA, C. G. B.; ARAÚJO, K. G.; ROBERTO, S. R. Harvesting period of Murici (*Byrsonima crassifolia* Kunth) fruit in relation to physical and chemical parameters evaluated during fruit development. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 200, n. 3, p. 66-72, 2016.
- SILVA, T.V.; RESENDE, E.D.; VIANA, A.P.; ROSA, R.C.C.; PEREIRA, S.M.F.; CARLOS, L.A.; VITORAZI, L. Influência dos estádios de maturação na qualidade do suco do maracujá-amarelo. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 472-475, 2005.
- SIQUEIRA, E.M. de A.; ROSA, F.R.; FUSTINONI, A.M.; SANT'ANA, L.P.; ARRUDA, S.F. Brazilian savanna fruits contain higher bioactive compounds content and higher antioxidant activity relative to the conventional red delicious apple. **Plos One**, Cambridge, v.8, n.8, p.1-7, 2013.
- SOUSA, M.S.B. **Mecanismos de ação antioxidante de extratos de murici.** 134p. Dissertação (Nutrição e saúde), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- SOUTO, R.F. et al. Conservação pós-colheita de abacaxi 'Pérola' colhido no estágio de maturação "pintado" associando-se refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.24-28, abr. 2004.
- SOUZA, P.M.; ELIAS, S.T.; SIMEONI, L.A.; PAULA, J.E.; GOMES, S.M.; GUERRA, E.N.S.; FONSECA, Y.M.; SILVA, E.C.; SILVEIRA, D.; MAGALHÃES, P.O. Plants from Brazilian cerrado with potent tyrosinase inhibitory activity. **Plos One**, Cambridge, v.7, n.11, p.1-7, 2012.

TEIXEIRA, A.A. **Filme comestível de galactomanana (caesalpinia pulcherrima) e óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* l.) para conservação de alimentos**. 2017. 94p. Dissertação (Alimentos e Nutrição), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

TOMAZ, H.V.D.Q.; AROUCHA, E.M.M.; NUNES, G.H.D.S. BEZERRA NETO, F.; QUEIROZ, R.F. Qualidade pós-colheita de diferentes híbridos de melão-amarelo armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 987-994, 2009.

TRESSLER, D. J.; JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetable juice processing**. Westport: Connecticut AVI, 1961. p. 1.028.

VARJÃO, L. L.; FERREIRA, M. A. R.; ALBUQUERQUE, J. G.; MOUPA, N. R.; LOPES, P. R. C.; FREITAS, S. T. Estádio de matração para a colheita e método para a remoção da adstringência de caqui ‘Rama Forte’ produzido no Vale do São Francisco. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 12., 2017, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017.

VARJÃO, L.L.; FERREIRA, M.A.R.; MOURA, N.R.; SANTOS, T.B.; ALBUQUERQUE, J.G.; LOPES, P.R.; FREITAS, S.T. Uso de embalagem a vácuo para remoção da adstringência de caquis ‘Rama Forte’. **Embrapa Semiárido**. 2016.

VESPUCCI, I.L. **Atmosfera modificada e cloreto de cálcio na qualidade pós-colheita de maracujá ‘brs pérola do cerrado’**. 2017. Dissertação (Engenharia de Sistemas Agroindustriais), Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2017.

VIEITES, R.L.; EVANGELISTA, R.M.; SILVA, C.S.; MARTINS, M.L. Conservação de morango armazenado em atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.2, p.243-252, 2006.

CAPÍTULO 3

QUALIDADE DO SUCO DE MURICI PRENSADO A FRIO SUBMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ASCÓRBICO

1. INTRODUÇÃO

O murici (*Byrsonima crassifolia* sp.) pertence a família Malpigiaceae, também conhecido como murici-do-campo, é um fruto típico do cerrado e pode ser consumido tanto *in natura* como processado em forma de sorvetes, sucos, geleias, picolés, entre outros, e, além do consumo, este fruto também é utilizado como agente terapêutico, anti-inflamatório, cicatrizante (GUSMÃO et al., 2006) e antimicrobiano (GUILHON SIMPLICIO e PEREIRA, 2011).

Conveniência e saudabilidade representam as duas mais importantes tendências no setor de alimentos e o consumidor vêm exigindo cada vez mais produtos que aliem os benefícios à saúde e a praticidade (LIMA, 2013). Os sucos de frutas ajudam a impulsionar este segmento de mercado aliado aos produtos um apelo mais saudável, as preocupações com açúcar e o valor calórico são obstáculos para alguns consumidores (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2010). O suco possui alto potencial de mercado, por se tratar de alimentos naturais, que atendem às tendências atuais (GRANATO et al., 2010) e também permite o consumo de frutas que normalmente não seriam consumidas *in natura*, seja por impossibilidade geográfica ou climática e por motivos de entressafra (SCHIMDT e PEREIRA, 2011).

Portanto, o consumo de frutas é muito facilitado por meio de sucos, mas, devido à instabilidade da vitamina C (ácido ascórbico) presente, a recomendação é de que os sucos devem ser consumidos assim que prontos. Contudo, na atualidade, com as atribuições da vida nas cidades, não é sempre possível à disponibilidade de sucos feitos na hora, principalmente nos domicílios.

Nesse aspecto, o ácido ascórbico na indústria alimentícia é usado como aditivo (acidulante e antioxidante) na fabricação de refrigerantes, sucos, sobremesas, conservas de frutas, geleias, doces e vinhos. Previne a turbidez, auxilia na retenção da carbonatação, potencializa os conservantes, confere sabor “frutal” característico, prolonga a estabilidade da vitamina C, reduz alterações de cor, realça os aromas e tampona o meio (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016).

A prensagem a frio, uma nova tecnologia utilizada na fabricação de sucos mais saudáveis, sendo esta a prensagem a frio que consiste numa técnica muito importante para a fabricação de sucos prensado a frio (FAO, 2001), ricos em nutrientes (SUSSMAN, 2014).

A prensagem a frio é um método totalmente natural que mantém todos os benefícios nutricionais de cada ingrediente. As frutas orgânicas são prensadas a frio e engarrafadas em

sua embalagem final. Devido à ausência de calor, os nutrientes originais não são comprometidos e o frescor é mantido (PULP and PRESS, 2019).

Diante deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as diferentes concentrações de ácido ascórbico adicionado ao suco de murici, prensado a frio, na conservação das características físico-químicas de qualidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ORIGEM, COLHEITA E PREPARO DOS FRUTOS

Os frutos de murici foram colhidos no mês de janeiro de 2018 na propriedade rural Córrego do Meio, localizada no município de Diorama/GO, a 16°14'02"S, 51°15'21"O e 506 metros de altitude. A colheita ocorreu manualmente, quando os frutos atingiram o estágio de maturação fisiológica utilizado para o consumo comercial, ou seja, quando a casca apresentou coloração verde-amarelada (Figura 25).



Figura 25 – Muricis com coloração verde-amarelada colhidos na Fazenda Córrego do Meio, em Diorama.

Fonte: Autor Próprio, (2018).

Após a colheita, os frutos foram transportados em bandejas de polietileno de alta densidade (PEAD) até o laboratório de Secagem e Armazenamento Pós-colheita de Produtos Vegetais, do curso de Engenharia Agrícola, do Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo (CCET), da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis - Goiás. No laboratório, os frutos foram selecionados manualmente e visualmente, quanto à ausência de podridões e injúrias, e, posteriormente, submetidos aos tratamentos.

Para proceder ao experimento de prensagem a frio do murici foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial duplo 3x7 (ácido ascórbico x dias de análise), com 4 repetições e 52 mL do suco por embalagem (repetição).

A prensagem foi realizada com ajuda da prensa da marca MARCONI, com sistema hidráulico com acionamento manual, manômetro de 15 toneladas, com ponteiro de arraste e bomba hidráulica manual. A câmara de prensagem é em aço inox.

Após a colheita dos muricis foi realizado o processamento dos frutos, na forma de suco prensado, conforme fluxograma apresentado na Figura 26.

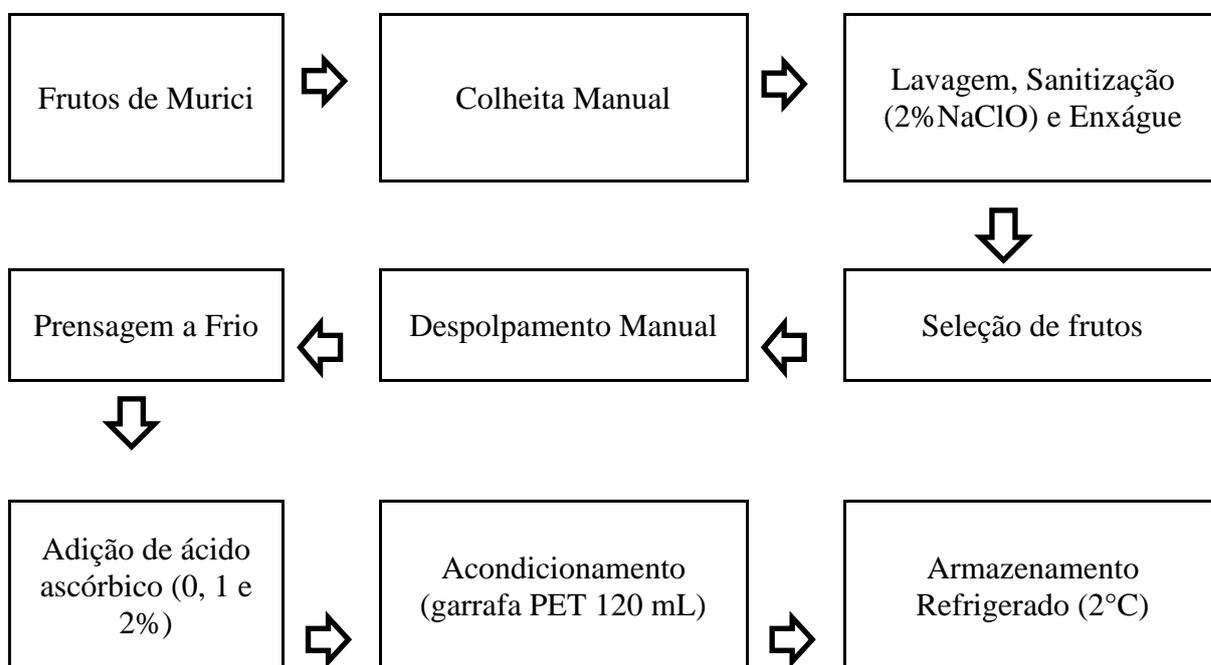


Figura 26 - Fluxograma do processamento dos frutos e elaboração dos sucos prensados a frio de murici.

Fonte: Autor Próprio, (2018).

Nas amostras de suco foram adicionadas três concentrações de ácido ascórbico (AA): 0 (controle), 1 e 2%; e analisadas diariamente, contabilizando 7 dias de análise (0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 dias).

O suco foi acondicionado na embalagem (52 mL), com tampa tipo rosca, de polietileno tereftalato – PET, com capacidade de 120 mL. Em seguida, foram mantidos em incubadora BOD a 2 ± 1 °C e $50\pm 3\%$ UR, por um período de 6 dias de armazenamento (Figura 27).



Figura 27 - (A) Suco de murici prensado a frio com as concentrações de 0% AA, 1% AA e 2% AA e (B) incubadora BOD, a $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $50\pm 3\%$ UR, armazenando os sucos prensados a frio engarrafados.

2.2. AVALIAÇÕES

As análises foram realizadas nos laboratórios de Secagem e Armazenamento Pós-colheita de Produtos Vegetais, da Universidade Estadual de Goiás, CCET-Henrique Santillo.

Grupo Destrutivo: foram realizadas análises, como: sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), coloração (L^* , $^{\circ}\text{Hue}$ e Croma), potencial hidrogeniônico (pH), teor de ácido ascórbico (vitamina C) e teor de compostos fenólicos totais. Foram realizadas análises diariamente, durante 6 dias de armazenamento.

2.3. VARIÁVEIS ANALISADAS

2.3.1. Sólidos Solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis foi avaliado por leitura refratométrica direta, em graus $^{\circ}\text{Brix}$, com refratômetro portátil Reichert Brix/RI-Chek, medindo de 0 a 62°Brix , conforme metodologia da AOAC (2012).

2.3.2. Potencial hidrogeniônico (pH)

Foi medido com pHmetro portátil, K39-0014PKasvi, com precisão de $\pm 0,06$ e compensação automática de temperatura (AOAC, 2012).

2.3.3. Acidez Titulável (AT)

A determinação foi por titulação potenciométrica, utilizando 5 g de suco e diluído até o volume total de 100 mL de água destilada, com solução padronizada de NaOH a 0,1 mol L⁻¹, tendo como indicador fenolftaleína a 1%. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico (Equação 1), conforme recomendação do AOAC (2012).

$$AT (\% \text{ ácido cítrico}) = \frac{V * Fc * C * Eq}{Pa} \quad (1)$$

Em que:

V: Volume da solução de hidróxido de sódio gastos na titulação (mL); Fc: Fator de Correção da solução de NaOH; C: Concentração da solução de hidróxido de sódio (mol L⁻¹); Eq: Equivalente-grama do ácido predominante na amostra (g); Pa: Peso da amostra adicionado no erlenmeyer (g).

2.3.4. Coloração

Foi realizada por refletância, utilizando-se colorímetro portátil CR-400 da Konica Minolta. Em que a coordenada L* indica a luminosidade do produto (valor zero: cor preta e valor 100: cor branca), a coordenada a* está relacionada à intensidade de verde (-a) a vermelho (+a) e a coordenada b* está relacionada à intensidade de azul (-b) e amarelo (+b). A partir da obtenção das coordenadas a* e b*, foram calculados os índices colorimétricos: o °Hue, Equação 2 define a tonalidade da cor: 0° e 360° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul), e o Cromo, Equação 3, define a intensidade e a pureza da cor (MINOLTA, 1994).

$$^{\circ}Hue = \arctang\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (2)$$

$$Croma = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (3)$$

Em que:

a* = Valor de a*, obtido pelo Colorímetro; b* = Valor de b*, obtido pelo Colorímetro.

2.3.5. Ácido Ascórbico (Vitamina C)

O teor de ácido ascórbico foi determinado pelo método padrão da AOAC (2012), modificado por Benassi e Antunes (1988). Amostras de 5 g foram homogeneizadas em 50 g de solução de ácido oxálico 2% (solução extratora). Foram retiradas 20 g deste extrato e

completou-se o volume num balão volumétrico de 50 mL com a solução extratora. Após filtragem da amostra diluída, uma alíquota de 10 mL foi usada para a determinação quantitativa da vitamina C, por meio de titulação oxidativa, com 2,6- diclorofenolindofenol a 0,01%, sendo o ponto de viragem detectado visualmente. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico em 100 g⁻¹ de polpa.

2.3.6. Compostos fenólicos totais

A determinação dos polifenóis extraíveis dos extratos foi efetuada por espectrofotômetro, utilizando o reagente Folin Ciocalteau (reativo pra fenol), de acordo com a metodologia de Obanda e Owuor (1997), adaptada por Rufino et al. (2007). Para elaborar a curva de calibração utilizou-se um padrão de ácido gálico, variando de 10 a 50 µM. (Figura 28).

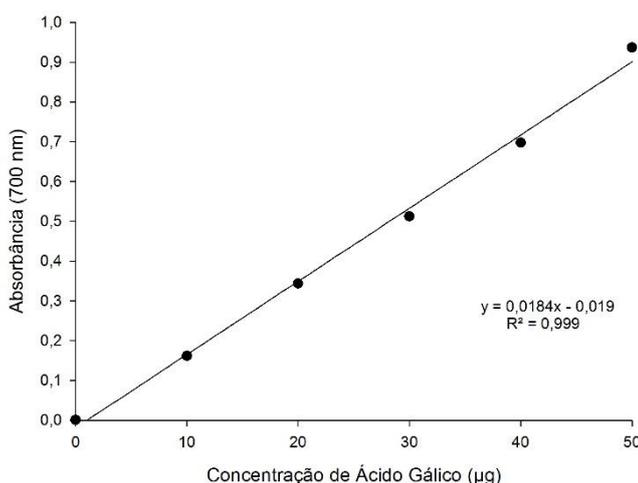


Figura 28 - Curva padrão de calibração dos compostos fenólicos (CF), Ácido Gálico (GAE).

O método consistiu em adicionar 0,2 mL do extrato do suco para tubos de ensaios com 1 mL de Folin Ciocalteau, 2 mL de carbonato de sódio (20%) e 2 mL de água destilada. As leituras das absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro UV-2000A Visível Instrutherm a 700 nm, realizadas aos 30 minutos após a adição dos reagentes. O branco da leitura utilizou-se 0,2 mL de água destilada, acrescentando todos os reagentes anteriormente citados. Os resultados obtidos foram expressos em mg GAE 100 g⁻¹, e calculados por meio das equações (4, 5 e 6).

$$C = \frac{(A_{\text{abs}} * a)}{b} \quad (4)$$

$$CF_1 = \frac{(P_a * V_a)}{V_b} * 1000 \quad (5)$$

$$CF_2 = \frac{(100 * C)}{X} \quad (6)$$

Em que:

C = concentração (μg); A_{abs} = Absorbância (700 ηm); a = valor do intercepto da curva padrão; b = valor do coeficiente angular da curva padrão; CF_1 = teores dos compostos fenólicos (mg); P_a = peso da amostra obtida antes da extração (g); V_a = volume da amostra (extrato) obtido após a extração (mL^{-1}); V_b = volume do balão volumétrico usado na extração (mL^{-1}); CF_2 = teores dos compostos fenólicos (mg GAE 100 g^{-1}).

2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos das variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$) e, quando significativos, foi feita a análise de regressão (dados quantitativos). Para as análises estatísticas foi utilizado o Software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro da análise de variância (Tabela 13) evidencia que as variáveis analisadas sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável, compostos fenólicos e vitamina C foram significativas para a interação entre os fatores concentração de ácido ascórbico e dias de armazenamento.

No entanto, as variáveis luminosidade, e croma foram influenciadas de forma isolada para os dias de armazenamento e as diferentes concentrações de ácido ascórbico, não sendo significativa a interação entre os fatores em questão. E, somente, para o °Hue não houve efeito significativo.

Tabela 13- Resumo da análise de variância para as variáveis sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), Luminosidade (L*), °Hue (ângulo de cor), croma (saturação da cor), teor de compostos fenólicos (PET) e teor de ácido ascórbico (vitamina C), do suco prensado a frio de murici e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018.

Fonte de variação	G.L	SS	pH	AT	L*
		QM	QM	QM	QM
Concentração de Ácido Ascórbico	2	26,680833*	0,218961*	0,379294*	152,942451*
Dias	6	1,530119*	0,045283*	0,423597*	369,761829*
Concentração de Ácido Ascórbico x Dias	12	1,41250*	0,008259*	0,076293*	14,052858 ^{ns}
Resíduo	63	0,207063	0,000671	0,010383	12,777785
C.V(%)		2,56	0,7	9,8	7,29
Media Geral		17,74047	3,69142	1,03952	49,03261

GL- Graus de Liberdade; QM- Quadrado Médio; *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F e ^{ns} Não significativo pelo Teste F.

Fonte de variação	°Hue	Croma	Compostos fenólicos (PET)	Ácido Ascórbico
	QM	QM	QM	QM
Concentração de Ácido Ascórbico	213,195237 ^{ns}	3,362237*	75113,541965*	5249,915980*
Dias	279,010105 ^{ns}	27,892251*	269710,766501*	8178,772444*
Concentração de Ácido Ascórbico x Dias	235,158444 ^{ns}	0,238745 ^{ns}	15313,196799*	1910,881458*
Resíduo	223,838167	0,321844	3786,457710	11,10894
C.V(%)	13,29	8,34	9,44	18,25
Media Geral	112,61369	6,79845	651,59595	83,14738

GL- Graus de Liberdade; QM- Quadrado Médio; *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F e ^{ns} Não significativo pelo Teste F.

3.1. SÓLIDOS SOLÚVEIS

Para a variável Sólidos Solúveis, verificou-se diferença significativa na interação concentração de ácido ascórbico e dias de armazenamento (Figura 29). Observou-se que este parâmetro sofreu alteração no comportamento durante o período de armazenamento dos sucos prensados a frio, sendo que aumentou o teor de sólidos solúveis para todos os tratamentos, no decorrer dos 6 dias de armazenamento, com exceção do tratamento 2% AA, sendo então o melhor tratamento pelo fato da manutenção da quantidade de sólidos solúveis durante o armazenamento.

Nos sucos, em que foram adicionados o ácido ascórbico, os teores de sólidos solúveis foram menores do que o tratamento sem adição. Isso pode ser explicado pelo fato de que uma das funções do ácido ascórbico é a redução do pH e como consequência a diminuição do teor de sólidos solúveis (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016), fato este encontrado nos resultados expressos na Figura 29.

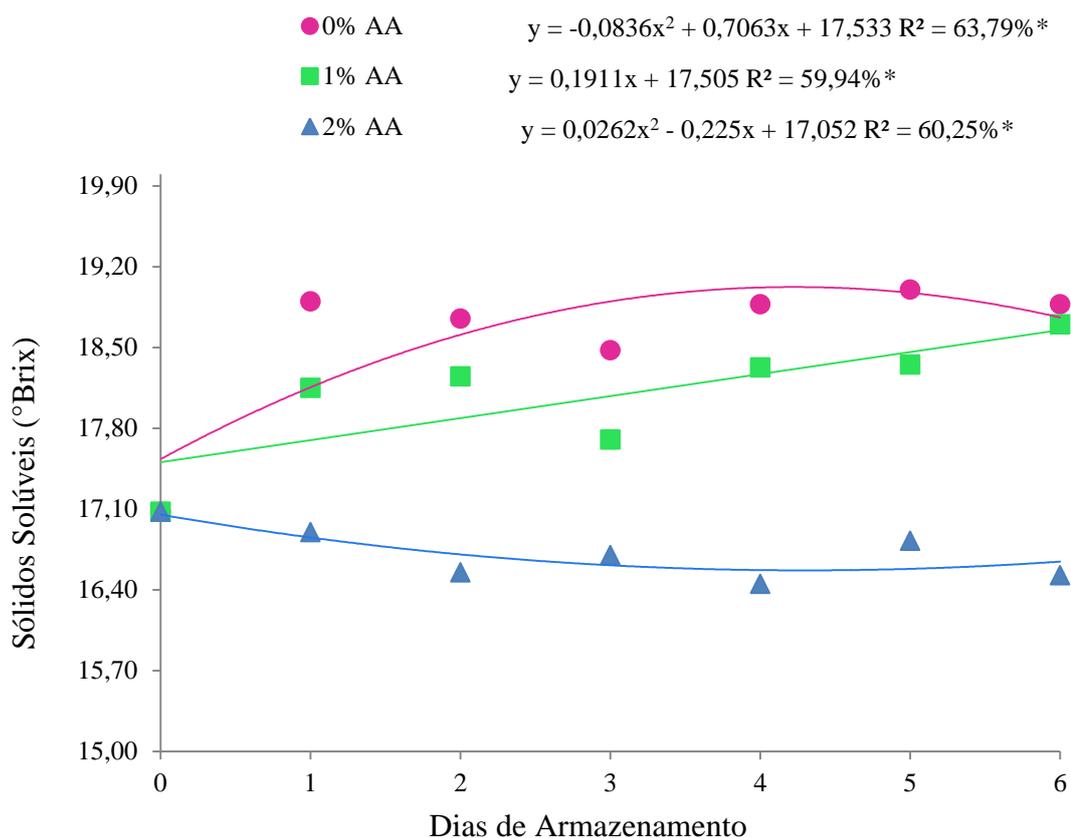


Figura 29 - Comportamento do teor de Sólidos Solúveis (°Brix) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.

O teor de sólidos solúveis, encontrados neste trabalho, variou de 16,9 a 18,8°Brix, ao longo do armazenamento. Na Figura 29, nota-se que o tratamento 0% AA apresenta aumento no seu comportamento até o final do armazenamento. O tratamento 1% AA apresentou aumento linear até o último dia de análise, sendo observado no 3º dia de armazenamento uma diminuição no valor da sua média. Já o tratamento 2% AA, como visto na Figura 29, o teor de sólidos solúveis manteve-se constante no decorrer do armazenamento, apresentando valores próximos aos valores iniciais do experimento.

Prati et al. (2005) encontrou valores para este parâmetro para o caldo de cana, 22,80, 21,90, 22,10 e 22,60 °Brix, sem adição e com adição de ácidos, respectivamente.

Pimentel et al. (2011), estudando néctar de pêsego adicionado de ácido ascórbico, verificaram que houve aumento no teor de sólidos solúveis durante o armazenamento a 4°C.

Cunha et al. (2014) encontraram valores médios de 8,5°Brix para o suco de laranja acondicionado em embalagem de polietileno de alta densidade – PEAD, armazenada sob refrigeração ($8 \pm 2^\circ\text{C}$).

Caetano et al. (2012), ao trabalhar com suco de acerola verificaram que o teor de sólidos solúveis para o suco foi aproximadamente 7,61 °Brix.

3.2. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

De acordo com a Figura 30, observou-se que houve interação significativa entre os fatores concentração de ácido ascórbico e dias de armazenamento para o potencial hidrogeniônico (pH), tendo seu ápice ocorrido no segundo dia e um constante decréscimo deste ao quinto dia, quando se observou que apenas a concentração de 1% de Ácido Ascórbico manteve sua tendência de queda enquanto que 0% e 2% de Ácido Ascórbico inclinaram a um leve aumento.

Quanto ao potencial hidrogeniônico, os alimentos podem ser classificados como alimentos de baixa acidez (pH superior a 4,5), alimentos ácidos (pH entre 4,0 e 4,5) e alimentos muito ácidos (pH inferior a 4,0). Os alimentos de baixa acidez são os mais propícios à multiplicação microbiana e, portanto, à deterioração (PINTO et al., 2013). Nesse caso (Figura 28), os valores encontrados variaram entre 3,50 a 3,99, sendo então classificados como muito ácidos, portanto interessantes do ponto de vista microbiológico.

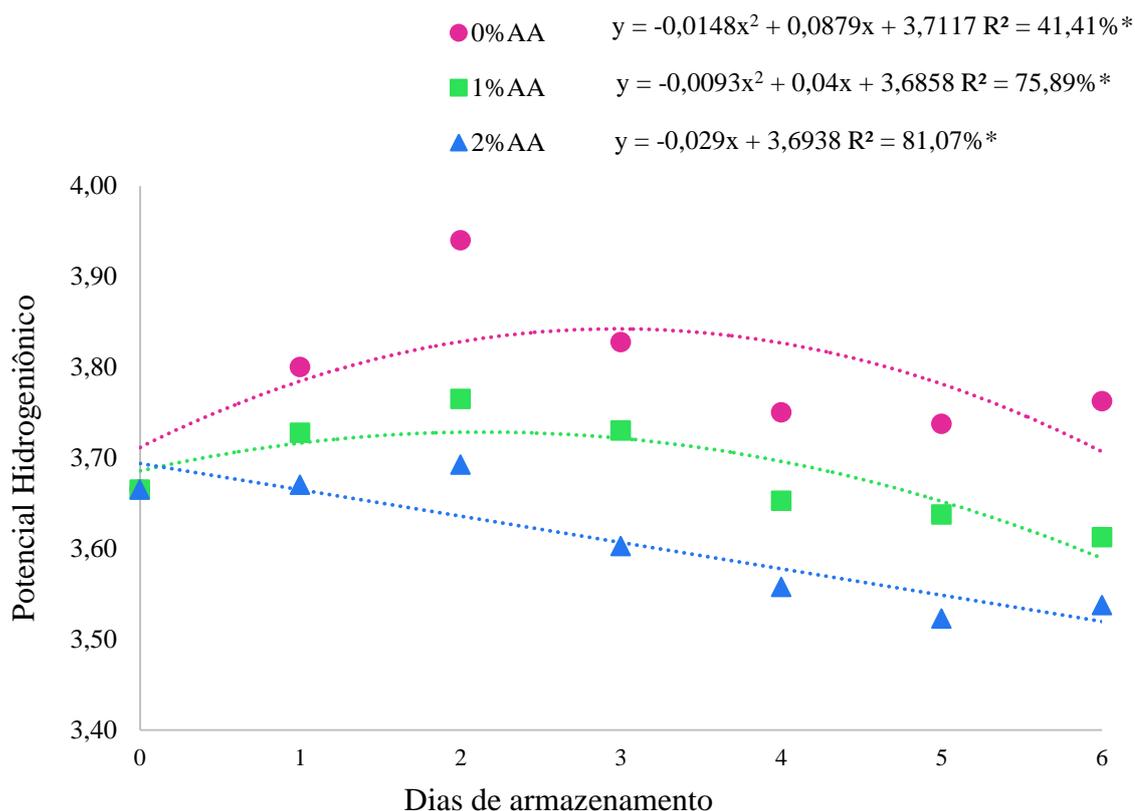


Figura 30- Comportamento do Potencial Hidrogeniônico (pH) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.

O suco com concentração de 2% de ácido ascórbico apresentou os menores valores de pH. Isso se deve ao fato do ácido ascórbico apresentar alta solubilidade em água, redução do pH, agente neutralizante do paladar doce, efeito acidificante sobre o sabor e complexação de metais (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016).

Pagliariini et al. (2015) afirmam que a diminuição do valor de pH observada no período pode estar relacionada com a perda de água dos produtos processados, o que faz com que os ácidos fiquem mais concentrados. Mota (2006), armazenando suco de amora-preta a 8°C por trinta dias, evidenciou também diminuição dos valores de pH no período analisado.

3.3. ACIDEZ TITULÁVEL

Na análise de acidez titulável (Figura 31), os ensaios com as concentrações de 0% e 1% de ácido ascórbico apresentaram valores significativos ao longo dos dias de armazenamento, enquanto que na concentração de 2% não foi pelo nível de probabilidade usual (5%). O modelo polinomial de segundo grau foi o que melhor se ajustou aos valores

médios de acidez titulável, os quais apresentaram oscilações significativas com aumento e decréscimo a cada dia de análise, nos sucos de murici com concentrações de 0% e 1%, com valores variando, em média, de 0,66 a 0,89% e de 0,99 a 1,35% ácido ascórbico, respectivamente.

Durante os seis dias de armazenamento, fica evidente, pela Figura 31, que a acidez titulável do suco prensado a frio de murici diminuiu, em ambas concentrações, com menor perda na concentração de 0% o que mostra ser um produto mais estável, porém com menor acidez.

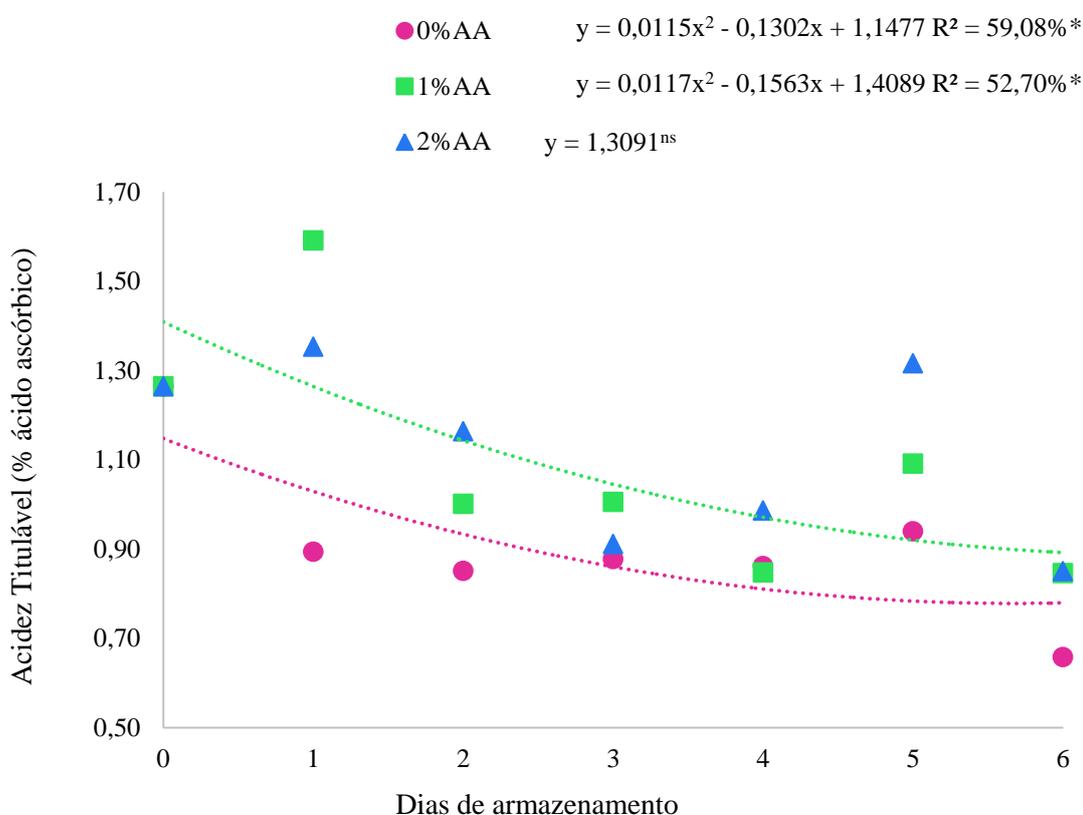


Figura 31 - Comportamento da Acidez titulável (% ácido cítrico) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade e ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

Paiva et al. (2015) constataram que durante o armazenamento de geleias de murici, a acidez titulável, também com ácido ascórbico, diminuiu com o aumento do tempo de armazenamento, e relatam que a diminuição da acidez titulável ocorre à medida que nos sucos de murici há as reações de oxirredução do ácido ascórbico, convertendo-o em mais açúcares.

Diversos autores também pesquisaram o comportamento da acidez titulável em outros sucos, e ácidos predominantes, durante o armazenamento. Danesi et al. (2007), avaliando a influência da casca no processamento de sucos clarificados de maçãs Fuji e Gala, constataram valores de 1,08% e 0,78%, respectivamente, para o ácido málico. Caetano et al. (2012) encontraram acidez titulável, com ácido cítrico, de 0,84% para suco de acerola. Sugai (2002) obtiveram 0,65%, para o suco de laranja não processado, e 0,63%, para o suco pasteurizado, de ácido cítrico.

3.4. LUMINOSIDADE E CROMA

Analisando as Figuras 32 e 33, para o suco prensado a frio de murici armazenado, constatou-se que as variáveis croma e luminosidade, respectivamente, possuem o mesmo comportamento quadrático, com coeficientes de determinação acima de 86%. Ocorre, até o 4º dia de análise, elevação dessas variáveis, mostrando que o suco prensado a frio armazenado sob condição refrigerada não tende a ser um processo estabilizado, provavelmente devido ao teor de fenóis presentes no fruto do murici, como observa-se na Figura 32. Martins et al. (2014) justificam a alteração da coloração dos produtos prensados, após a extração, devido ao escurecimento enzimático causado pela polifenoloxidase (PPO) e a peroxidase (POD) presentes em frutas e vegetais. Conforme destacado por Mendes (2017), os compostos fenólicos possuem propriedades antioxidantes, sendo que o ácido gálico, a catequina e a vanilina, presentes no murici, como já estudado pelo autor supracitado, propiciam um acréscimo inicial da cor.

Após o dia 4 e 5, há redução na cor do suco de murici, como esperado, devido ao escurecimento enzimático. Essas reduções (Figuras 32 e 33), percebidas tanto visualmente como pelo colorímetro, começam a indicar diminuição da qualidade do suco, sendo o escurecimento, provavelmente, devido às reações dos constituintes do produto, evidenciando perda do brilho e cores menos vívidas, portanto impactando negativamente na aceitação do consumidor. Freitas et al. (2008), dizem que a deterioração dos alimentos é um processo complexo que pode ser resultado de uma sucessão de reações enzimáticas originárias dos microorganismos deterioradores ou da própria matriz alimentar como as enzimas presentes nos tecidos. E ainda estes autores ao trabalhar com o processamento do suco de uva, acrescentando o processo de pasteurização (não utilizado no processamento do suco de murici) não foram suficientes para a total inativação enzimática do suco, devido às enzimas PPO e POD.

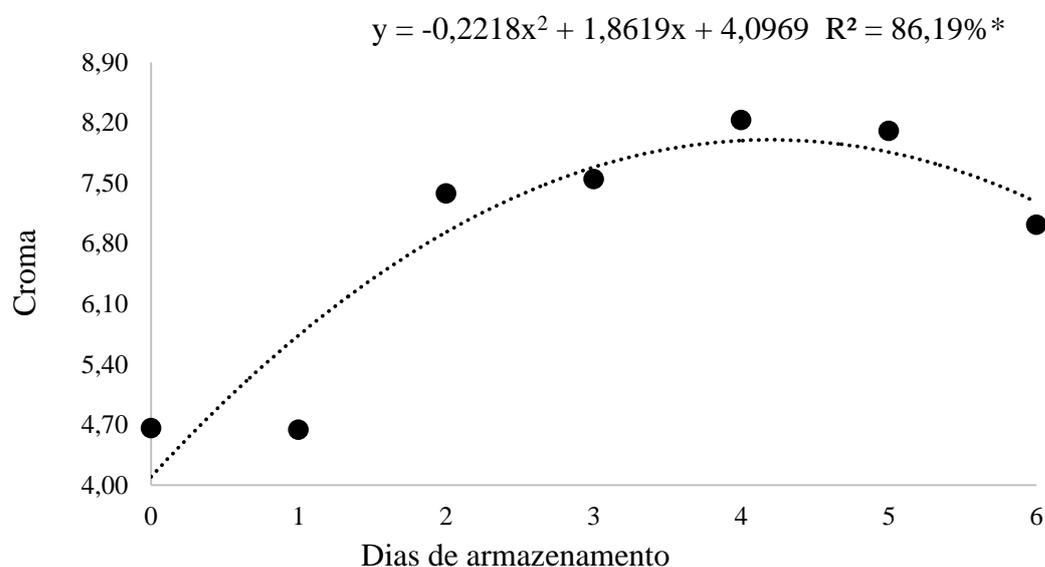


Figura 32 - Comportamento do Croma (pureza da cor) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.

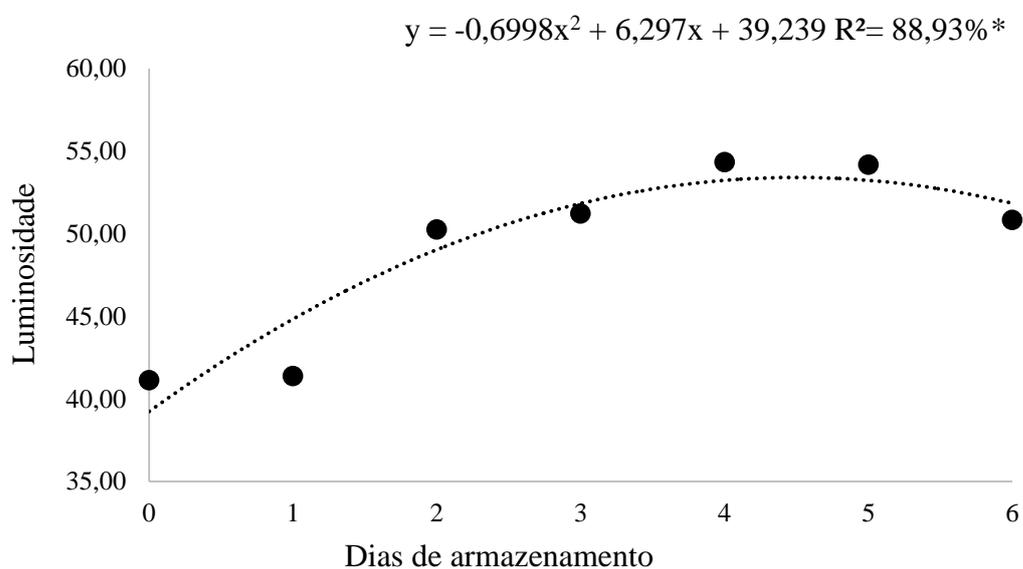


Figura 33 - Comportamento da Luminosidade (L) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.

Rabelo (2012) verificou que na termoestabilidade de enzimas dos sucos de graviola e caju, os compostos oriundos da matriz de pectina da parede celular das células vegetais se

degradam, comprometendo a qualidade e o tempo de vida útil desses sucos. Portanto, deve-se estar atento as modificações na cor, uma vez que essas oscilações demonstram ter influência qualitativa significativa, afetando seu aspecto comercial.

3.5. COMPOSTOS FENÓLICOS

O efeito principal da interação entre os fatores concentração de ácido ascórbico e dias de armazenamento, para a variável compostos fenólicos, está detalhado na Figura 34. Nessa análise, observou-se que para todos os tratamentos o teor de compostos fenólicos aumentou durante aos dias de armazenamento, propiciando comportamento quadrático.

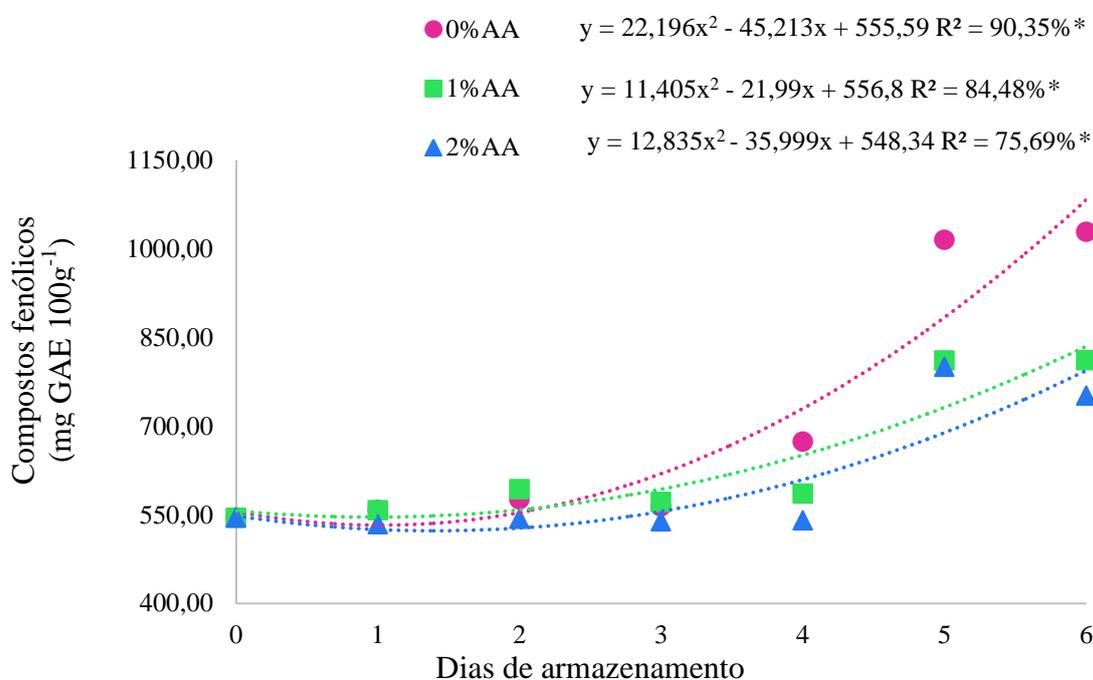


Figura 34 - Teor de Compostos fenólicos (mg GAE 100g⁻¹) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.

Esse grande e complexo grupo dos compostos fenólicos faz parte dos constituintes de uma variedade de vegetais, frutas e produtos industrializados. Podem ser pigmentos, que dão a aparência colorida aos alimentos e agem como antioxidantes, que impedem a oxidação de vários ingredientes dos alimentos (SILVA et al., 2010). O ácido ascórbico é um dos ácidos mais utilizados por possuir uma versatilidade na aplicação, por sua reação antioxidante, uma maior facilidade de obtenção e custo relativamente baixo (ANVISA, 2018). Os resultados

desse parâmetro demonstram que para o tratamento controle (0% de ácido ascórbico), houve maior elevação em seus valores, comparado com os demais.

No suco de maçã prensado a frio com adição de ácido ascórbico resultou na diminuição dos compostos fenólicos comparado aos tratamentos com adição de outros antioxidantes, sendo o valor encontrado por Nogueira et al. (2003), 425 ppm (de catequima), onde os autores explicam que a oxidação dos fenóis foi a principal causa da alteração de seus teores.

Os compostos fenólicos determinados para o suco de murici variaram de 548,34 mg 100g⁻¹ a 1028 mg 100g⁻¹. Wojdył et al. (2013), analisando suco de marmelo, prensado a frio, obtiveram elevação dos valores dos compostos fenólicos, variando de 721 mg a 4045 mg 100 g⁻¹ de suco, durante 6 meses de armazenamento, à 4°C.

Este resultado evidenciado pode ser útil para a indústria de suco como ponto de partida para o desenvolvimento de sucos mais saborosos, tendo em vista que vários efeitos benéficos à saúde têm sido atribuídos aos compostos fenólicos presentes nas frutas, vegetais, chás, sucos e vinhos (ABE et al., 2007).

3.6. ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C)

A respeito da variável ácido ascórbico (Figura 35 e Tabela 13), houve significância na interação entre as concentrações de ácido ascórbico e dias de armazenamento, sendo, portanto, evidenciado, para todos os tratamentos, aumento dos teores até o 3º dia de armazenamento, seguido de posterior redução, exceção apenas para o 0% AA em que demonstrou redução já a partir do 1º dia de análise. Essa redução da vitamina C pode ser explicada devido a uma possível oxidação química durante as etapas de processamento e armazenamento do suco, de acordo com Karadeniz (2006).

Freire et al. (2013) trabalhando sucos de acerola, caju, morango e goiaba notaram a redução no teor de ácido ascórbico e explicaram que essa redução se deve principalmente ao efeito do armazenamento e aplicação, pois a vitamina C é suscetível à degradação.

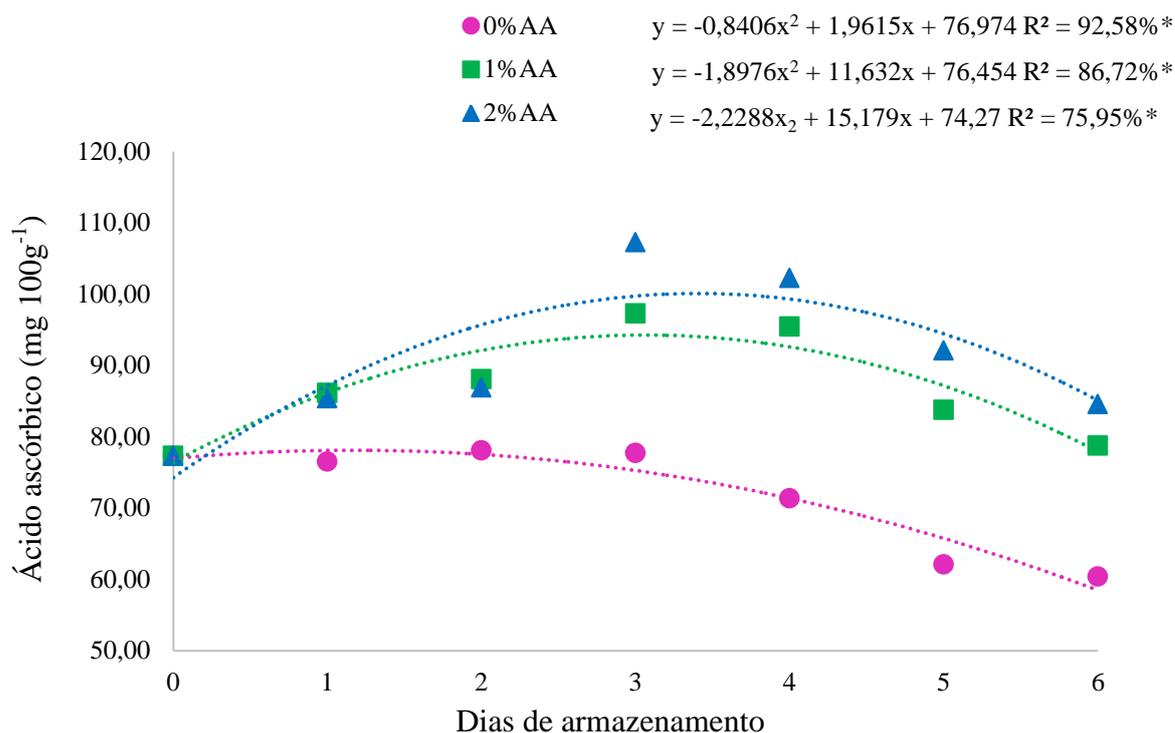


Figura 35 - Teor de Ácido ascórbico (mg 100g⁻¹) do suco de murici, prensado a frio, com diferentes concentrações de ácido ascórbico (AA) e armazenados por 6 dias. UEG, Anápolis, 2018. *Significativo a 5% de probabilidade.

Além dos resultados informados, o tratamento 2% de ácido ascórbico obteve o maior valor médio para o teor de vitamina C, seguido dos tratamentos 1% e 0% AA (controle), mostrando assim que a elevação da concentração desse antioxidante foi eficaz na manutenção dos teores de ácido ascórbico presentes no suco. Couto e Canniatti-Brazaca (2010) explicam que uma maior quantidade de vitamina C proporciona proteção contra a oxidação descontrolada no meio aquoso da célula, devido ao seu alto poder redutor.

Fernandes et al. (2011) observou o mesmo comportamento no suco de maracujá. E Lim et al. (2007), em estudo comparativo de suco de citros, encontraram valor inferior ao obtido neste trabalho no teor de ácido ascórbico (67 mg 100 g⁻¹).

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados analisados, sobre a qualidade do suco de murici prensado a frio com adição de ácido ascórbico, verificou-se que os tratamentos 2% AA e controle (0% AA) apresentaram efeito benéfico em comparação ao tratamento 1% AA. Entretanto, o tratamento 2% AA foi o mais adequado nesse experimento, principalmente por manter, por maior período, as características importantes para a aceitabilidade desse produto, como sólidos solúveis, pH, compostos fenólicos e vitamina C.

Em relação aos dias de armazenamento, os sucos de muricis prensados a frio com adição de ácido ascórbico podem ser consumidos até o 3º dia de armazenamento por ainda manter suas características de qualidade comercial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, L.T.; MOTA, R.V.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. *Ciência de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.27, n.2, p.394-400, 2007.

ADITIVOS E INGREDIENTES NA INDÚSTRIA DE BEBIDAS. **Especial bebidas**, 2010.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Os antioxidantes**. Dossiê ANVISA. 2018.

AOAC - Associat AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p.

BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.31, n.4, p.507-513, 1988.

BURDULU, H. S.; KOCA, N.; KARADENIZ, F. Degradation of vitamin C in citrus juices concentrates during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 74, n. 2, p. 211-216, 2006.

CAETANO, P.K.; DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.G. Característica físico-química e sensorial de geleia elaborada com poula e suco de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.15, n.3, p.191-197, 2012.

COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30,p. 15-19, 2010.

CUNHA, K.D.; COSTA, A.L.S.F.; SILVA, P.R.; TEODORO, A.J. Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento. **Brazilian Journal os Food Thecnology**. Campinas, v. 17, n. 2, p. 139-145. 2014.

DANESI, E.D.G.; FUKUJI, T.S.; ALVES, G.L.; OLIVEIRA, R.C.G.; LINO, M.C.; PRAÇA, V.A. Avaliação da influência da casca no processamento de sucos clarificados de maçãs Fuji e Gala. **Maringá**, v. 29, n. 1, p. 91-97, 2007.

FAO. **Principles and practices of small - and medium - scale fruit juice processing**. Roma: Agricultura Services Bulletin, 2001.

FERNANDES, A.G.; SANTOS, G.M.; SILVA, D.S.; SOUSA, P.H.M.; MAIA, G.A.; FIGUEIREDO, R.W. Alterações das características químicas e físico-químicas durante as etapas de processamento do suco de maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.3, p. 747-751, jul.-set. 2011.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2014.

FOOD INGREDIENTES BRASIL. Acidulantes: funções e usos em alimentos. **Revista Fi**, n.37, 2016.

- FREIRE, J. M.; ABREU, C.M.P.; ROCHA, D.A.; CORRÊA, A.D.; MARQUES, N.R. Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.12, p.2291-2296, dez, 2013.
- FREITAS, J.B.; CANDIDO, T.L.N.; SILVA, M.R. Geleia de gabioba: avaliação da aceitabilidade e características físicas e químicas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.38, n.2, p.87-94, 2008.
- GRANATO, D.; BRANCO, G. F.; NAZZARO, F.; CRUZ, A.G.; FARIA, J. A. F. Functional foods and nondairy probiotic food development: trends, concepts, and products. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v.9, p.292-302, 2010.
- GUILHON-SIMPLICIO; PEREIRA. Aspectos químicos e farmacológicos de *Byrsonima* (Malpighiaceae), **Química Nova**. Manaus, v. 34, n. 1, p. 1032-1041, 2011.
- GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA JÚNIOR, E. M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. Ex A. Juss). **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2006.
- KARADENIZ, F.; BURDULU, H. S.; KOCA, N. Degradation of vitamin C in citrus juices concentrates during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 74, n. 2, p. 211-216, 2006.
- LIM, Y. Y.; LIM, T. T.; TEE, J. J. Antioxidant properties of several tropical fruits: a comparative study. **Food Chemistry**, v. 103, n. 3, p. 1003-1008, 2007.
- LIMA, D.C.N. **Suco de banana em pó probiótico**. 2013. 82p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos.) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
- MACKINNEY, G. Absorption of light by chlorophyll solutions. **Journal of Biological Chemistry**, Berkeley, v.140, n.1, p.315-322, 1941.
- MARTINS, C. P. C, PEREIRA, R. M. LIMA, E. C. S. SABAA-SRUR, A. U. O. Estudo do efeito do branqueamento sobre a peroxidase presente no caldo de cana-de-açúcar. In: **III Congresso Brasileiro de Processamento de Frutas e Hortaliças**, 2014. Ilhéus, Anais. p.1740-1743.
- MENDES, D. C. S. **Caracterização fisiológica Do Fruto Murici (*Byrsonima sp.*) In natura**. 2017. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) – Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, 2017.
- MINOLTA. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Brasil: MINOLTA Co. Ltda., 1994. 49p.
- MOTA, R.V. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.539-543, 2006.
- NOGUEIRA, F.S. **Teores de ácido l-ascórbico em frutas e sua estabilidade em sucos**. 2011.46p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

NOGUEIRA, R. C. **Propagação in vitro, análises anatômicas e bioquímicas de murici pequeno** (byrsonima intermédia A. Juss.). 2003. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2003.

OBANDA, M.; OWUOR, P.O. Flavanol Composition and Caffeine Content of Green Leaf as Quality Potential Indicators of Kenyan Black Teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.74, p. 209-215. 1997.

PAGLIARINI, M.K.; MARIANO-NASSER, F.A.C.; MENDONÇA, V.Z.; CASTILHO, R.M.M. Influência de embalagens no processamento mínimo de abacaxi Smooth Cayenne. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.9, n.4, p.63-70, 2015.

PAIVA, C.A.; AROUCHA, E.M.M.; FERREIRA, R.M.A.; ARAÚJO, N.O.; Silva, P. S. L. Alterações físico-químicas de geleias de melão e acerola durante o armazenamento. **Revista Verde**, v. 10, n.3, p 18 – 23, 2015.

PIMENTEL, T.C.; PRUDENCIO, S.H.; RODRIGUES, R.S. néctar de pêssego potencialmente simbiótico. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.22, n.3, p.455-464, 2011.

PINTO, U.A.; LANDGRAF, M.; FRANCO, B.D.G.M. Quorum sensing bacteriano e suas implicações na microbiologia dos alimentos. In: **XXI Congresso Latinoamericano de Microbiologia - ALAM**, 2013. São Paulo, Anais. p.1-1, 2013.

PRATI, P.; MORETTI, R.H.; CARDELLO, H.M.A.; GÂNDARA, A. L.N. Estudo da vida de prateleira de bebida elaborada pela mistura de garapa parcialmente clarificada estabilizada e suco natural de maracujá. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.22, n.2, p. 295-310, 2005.

PULP AND PRESS. **Cold Pressed Juices**. 2019. <<https://www.pulpandpress.com/>>. Acesso em: 14/01/2019.

RABELO, M.C. **Termoestabilidade de enzimas dos sucos de graviola e caju**. 2012. 66p. Dissertação (Departamento Bioquímica e Biologia Molecular), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALISTO, F.D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. **Embrapa**: comunicado técnico EMBAPA, Fortaleza, 2007.

SCHMIDT, F.L.; PEREIRA, K.S. Potencial dos probióticos e prebióticos em bebidas de origem vegetal. IN: SAAD, S.M.I.; CRUZ, A.G.; FARIA, J.A. **Probióticos e Prebióticos em Alimentos: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas**. São Paulo: Editora Varela, 2011. p.565-582.

SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A.S.; KOBLITZ, M.G.B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682. 2010.

SUGAI, A.Y. Análise físico-química e microbiológica do suco de laranja minimamente processado armazenado em lata de alumínio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 233-238, 2002.

SUSSMAN, L. **Cold press juice bible**: 300 delicious, nutritious, all-natural recipes for your masticating juicer, Berkeley: Ulysses Press, 2014. 274p.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, n. 5, p. 816-823, 2008.

VIEIRA, M.C. **Extração, reatividade e toxidez de extratos tânicos da casca de *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *bahamensis***. 2014. 120p. Tese (Doutorado em Ciência), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

WATERHOUSE, A.L. **Polyphenolics: Determination of total phenolics**. In: WROLSTAD, R.E. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. New York: John Wiley and Sons, cap.11, 2002. p.111-118.

WOJDYŁ, A.; FIGIEL, A.; OSZMIANSKA, J. Effect of drying methods with 'the application of vacuum microwaves on the bioactive compound, color, and antioxidant activity of strawberry fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 1337–1343, 2013.