



**Universidade Federal do Tocantins  
Campus Universitário de Gurupi  
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia**

**ANDRÉ FELIPE DA SILVA**

**REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS NA APLICAÇÃO EM MELANCIA E MELÃO:  
ADIÇÃO DO ADJUNTO ÓLEO DE BURITI E VIDA DE PRATELEIRA**

**GURUPI - TO**

**2017**



**Universidade Federal do Tocantins  
Campus Universitário de Gurupi  
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia**

**ANDRÉ FELIPE DA SILVA**

**REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS NA APLICAÇÃO EM MELANCIA E MELÃO:  
ADIÇÃO DO ADJUNTO ÓLEO DE BURITI E VIDA DE PRATELEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr<sup>a</sup>. Claudia Cristina Auler do Amaral Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Alex Fernando de Almeida

**GURUPI - TO  
2017**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

S586r SILVA, ANDRE FELIPE.

Revestimentos comestíveis na aplicação em melancia e melão: avaliação do adjunto óleo de buriti e vida de prateleira. / ANDRE FELIPE SILVA. – Gurupi, TO, 2017.

98 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Biotecnologia, 2017.

Orientadora : Claudia Cristina Auler do Amaral Santos

Coorientador: Alex Fernando Almeida

1. Embalagens comestíveis. 2. Vida-de-prateleira. 3. Processamento pós-colheita. 4. Óleo de buriti. I. Título

**CDD 660.6**

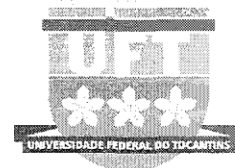
---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Rua Badejós, Chácara 69 e 72 - CEP: 77402-970 - Caixa Postal 66 | Gurupi/TO  
(63) 3311-3549 | [www.uft.edu.br/biotecnologia](http://www.uft.edu.br/biotecnologia) | [ppgbiotec@uft.edu.br](mailto:ppgbiotec@uft.edu.br)




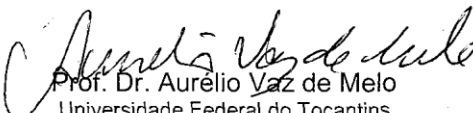
**Ata de Defesa nº 30/2017**

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE ANDRÉ FELIPE DA SILVA DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS.**

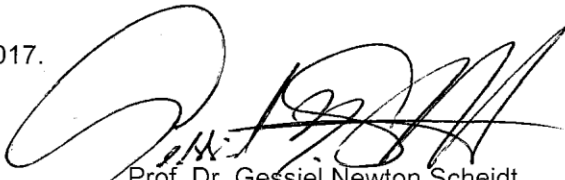
Aos 28 dias do mês de abril do ano de 2017, às 08 horas, na sala 15, edifício BALA II, campus de Gurupi, da Universidade Federal do Tocantins, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Coordenador Dr. ALEX FERNANDO DE ALMEIDA da Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. CLOVIS MAURILIO DE SOUZA da Universidade Federal do Tocantins e Prof Dr AURÉLIO VAZ DE MELO da Universidade Federal do Tocantins, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de ANDRÉ FELIPE DA SILVA, intitulada "**Revestimentos comestíveis na aplicação em melancia e melão: avaliação do adjunto óleo de buriti e vida de prateleira**". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, com as devidas correções apontadas pela banca, habilitando-o ao título de Mestre em Biotecnologia. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

  
Prof. Dr. Alex Fernando de Almeida  
Universidade Federal do Tocantins  
Coordenador e Presidente da Banca Examinadora

  
Prof. Dr. Clovis Maurilio de Souza  
Universidade Federal do Tocantins  
1º Examinador

  
Prof. Dr. Aurélio Vaz de Melo  
Universidade Federal do Tocantins  
2º Examinador

Gurupi, 28 de abril de 2017.

  
Prof. Dr. Gessiel Newton Scheidt  
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela saúde e principalmente pelo seu Divino Amor.

À minha mãe Irene, por me incentivar sempre a estudar, por suas orações e pelo amor materno.

À minha orientadora/coordenadora e amiga Dra. Claudia Auler, pelos ensinamentos, paciência e seu exemplo de profissional que quero seguir.

Aos professores Dr. Aurélio Vaz, Dr. Clóvis Maurílio e Dr. Alex Fernando, pelo aceite na avaliação deste trabalho e suas contribuições.

Ao meu amigo/irmão Marcelo Augusto, por todos os dias maravilhosos que compartilhamos durante meu mestrado e por sempre me motivar a buscar o melhor.

À minha amiga Me. Kleydiane Braga que se fez presente do início ao fim desta etapa em minha vida, sendo uma verdadeira amiga, o seu pulso firme me orientou em busca do melhor.

À minha amiga Me. Rosetânia Neves, meu colega de experimento Miquéias Gomes, meu sobrinho Breno de Oliveira e meu amigo Arthur Akio pela paciência e por toda ajuda que foi fundamental na execução deste trabalho.

Ao meu amigo Alisson Soares, por sempre compreender todas as minhas dificuldades e me ajudar com o Aladim e o Abu.

Às minhas amigas Me. Mayara Vieira e Me. Gleiciane Pinheiro, por todas orações, motivação e carinho.

Aos meus compadres Kaienna e Pablo, pela amizade e a maravilhosa acolhida que sempre recebo de vocês e pelos tesouros Guilherme e Rafael que eu amo muito.

Aos meus amigos Alan, Dayan e Isla, pela atenção e a escuta nos momentos difíceis.

Aos meus colegas de trabalho Dr. Ezequiel e Dra. Eláiny, pela partilha de experiências e disponibilidade em sempre me ajudar.

A todos colegas do LABAP, que sempre me auxiliaram em todas as análises e colaboraram com muita alegria e sorriso no rosto.

Aos meus alunos que souberam compreender as limitações em executar um projeto de mestrado e ministrar aulas.

À Fundação Universidade Federal do Tocantins pelo meu emprego.

À Incubadora de Empresas de Biotecnologia – HABITE, pelo espaço físico e disponibilização dos equipamentos.

Ao Laboratório de Biotecnologia, Análise de Alimentos e Purificação de Produtos – LABAP.

Ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins – PPGBIOTEC.

À minha mãe Irene Izidória, pelo amor e por sempre acreditar em mim.

À meu afilhado Pablo Rafael que me ensinou o que é o amor.

À Deus e Maria por me capacitar e colocar pessoas maravilhosas que contribuíram para execução deste trabalho.

“Ninguém determina do princípio ao fim o caminho que se pretende seguir na vida; só nos decidimos por trechos na medida em que vamos avançando”

*Michel de Montaign*



## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	i
LISTA DE FIGURAS .....	ii
1. RESUMO .....	iv
2. ABSTRACT .....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS.....	18
2.1 Objetivo Geral .....	18
2.2 Objetivos Específicos .....	18
1. Frutos na alimentação humana .....	20
Referências Bibliográficas.....	34
RESUMO .....	46
ABSTRACT .....	48
1. INTRODUÇÃO.....	50
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.1 Condução do Experimento .....	51
2.2 Extração e caracterização do óleo de buriti .....	51
2.2.1 Índice de acidez .....	52
2.2.2 Índice de Peróxido .....	52
2.2.3 Densidade e viscosidade cinemática.....	53
2.2.4 Métodos espectroscópicos .....	53
2.3 Preparo dos frutos melão e melancia.....	53
2.4 Preparo e aplicação dos revestimentos comestíveis .....	54
2.5 Análises físico-químicas e contagem microbiana .....	55
2.5.1 % em perda de massa.....	55
2.5.2 Sólidos solúveis, pH e acidez titulável .....	55
2.5.3 Análise microbiológica.....	56

2.6	Planejamento Experimental e Análise Estatística .....	56
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	57
3.1	Extração do óleo de buriti.....	57
3.2	Parâmetros físico-químicos .....	58
3.2.1	Densidade e viscosidade.....	59
3.2.2	Índice de acidez e peróxido .....	59
3.2.3	Caracterização de óleo de buriti por FTIR e H-RMN. ....	60
3.3	Porcentagem em perda de massa para os frutos .....	63
3.4	Caracterização físico-química dos frutos melancia e melão minimamente processados.....	67
3.4.1	pH e Acidez titulável .....	67
3.5	Análise microbiológica.....	75
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	82
	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	95

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

Tabela 1: Fontes de biopolímeros para revestimento comestível.....29

### Capítulo 2

Tabela 1: Caracterização físico-química do óleo de buriti quanto a densidade, índice de acidez, índice de peróxido e viscosidade cinemática..... 58

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

Figura 1: Melão.....	21
Figura 2: Melancia.....	22
Figura 3: Frutas e vegetais minimamente processados.....	25
Figura 4: Formação de revestimento em frutos.....	28
Figura 5: Buriti.....	32
Figura 6: Óleo de Buriti.....	33

### Capítulo 2

Figura 1: Processo de extração do óleo de buriti.....	61
Figura 2: Espectro de infravermelho (FTIR) de amostra de óleo de buriti..	61
Figura 3: Espectro de <sup>1</sup> H-RMN de amostra de óleo de buriti (CDCl <sub>3</sub> )...	61
Figura 4: Perda de massa em porcentagem (%) de melancia minimamente processada, por tipo de revestimento ao longo de 10 dias de armazenamento à 10 °C.....	63
Figura 5: Perda de massa em porcentagem (%) de melão minimamente processado, por tipo de revestimento ao longo de 10 dias de armazenamento à 10 °C... ..	63
Figura 6: pH do fruto melancia em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento.....	68
Figura 7: : pH do fruto melão em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento.....	68
Figura 8: Acidez titulável do fruto melancia em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento.....	70
Figura 9: Acidez titulável do fruto melancia em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento. ....	71
Figura 10: Sólidos solúveis totais do fruto melancia em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento.....	73
Figura 11: Sólidos solúveis totais do fruto melão em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento.....	73
Figura 12: População microbiana de melancia minimamente processada com diferentes revestimentos comestíveis, armazenados a 10° C durante 10 dia.....	75

Figura 13: Contagem da população microbiana presentes em melão minimamente processado com diferentes revestimentos comestíveis, armazenados a 10° C durante 10 dias.....	76
Figura 14: Crescimento microbiano em meio BDA para melancia revestida com pectina.....	82
Figura 15: Aspecto visual dos frutos melancia e melão ao final do tempo de armazenamento.....	81
Figura 16: Aspecto visual dos frutos melancia e melão revestidos com pectina e pectina/óleo. ....	82

## 1. RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar a potencialidade dos revestimentos comestíveis à base de Fécula de mandioca e pectina com e sem adição de óleo de buriti para aplicação em melancia e melão minimamente processados, visando a extensão da vida de prateleira destes produtos. A qualidade do óleo de buriti adicionado aos revestimentos comestíveis foi comprovada através dos parâmetros físico-químicos; densidade:  $1021 \text{ kgm}^{-3}$ ; índice de acidez: 1,59 % em ácido oleico; índice de peróxido:  $6,20 \text{ meqKg}^{-1}$  e viscosidade cinemática:  $41,3 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$ . A caracterização dos principais ácidos graxos presentes no óleo de buriti foi realizada por métodos espectroscópicos de Ressonância Magnética Nuclear de Prótons ( $^1\text{H-RMN}$ ) e Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR). O ácido oleico (78%) foi o componente majoritário na composição do óleo de buriti. Os revestimentos comestíveis foram elaborados com 3% de fécula de mandioca ou 3% de pectina, 1% de glicerol ou 1% óleo de buriti, 2,5% de gelatina, 0,5% de ácido cítrico e 0,5% ácido ascórbico, os frutos minimamente processados foram revestidos utilizando a técnica de imersão. Os frutos revestidos foram analisados em relação ao pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e contagem microbiana ao longo de 10 dias de armazenamento. Os pH dos frutos revestidos variaram entre 5,35-5,76 para o melão e (4,52-5,49) para a melancia ao longo do tempo de armazenamento. Os teores de sólidos solúveis totais da melancia (7,6-9,6 °Brix) e do melão (7,2-8,6 °Brix) minimamente processados se mantiveram constantes para todos os revestimentos testados. A acidez titulável da melancia e do melão variou de 0,11 à 0,20 % e de 0,06 a 0,14 % em ácido cítrico, respectivamente. Os revestimentos comestíveis apresentaram eficiente barreira para permeabilidade de vapor, sendo que película à base de fécula proporcionou menor média de perda de massa da melancia (2,32%) e o revestimento fécula/óleo para o melão (3,39%). A população microbiana aeróbica e mesófila foi crescente ao longo do período de armazenamento em todos os revestimentos e no controle em ambos os frutos. Ao final dos 10 dias de armazenamento, a melancia apresentou crescimento de bactérias cerca de  $9,0 \text{ log UFCmL}^{-1}$ , sendo o mesmo valor na população de bolores e leveduras. Os revestimentos fécula e pectina/óleo proporcionaram menor população de bactérias, aproximadamente  $7,8 \text{ log UFCmL}^{-1}$ . O melão apresentou maiores valores de população de bactérias em comparação com a melancia no revestimento fécula e controle;  $10,1$  e  $9,7 \text{ log UFCmL}^{-1}$ ,

respectivamente. A contagem de bolores e leveduras também foi maior nos revestimentos fécula e fécula/óleo, aproximadamente  $9,0 \log \text{UFCmL}^{-1}$ . Conclui-se que o óleo de buriti neste trabalho não apresentou atividade antimicrobiana nos revestimentos comestíveis presentes nos frutos. Os revestimentos comestíveis fécula e pectina proporcionaram à melancia condições adequadas para o consumo até o oitavo dia após o processamento. Entretanto no melão, apenas o revestimento pectina e pectina/óleo garantiram estabilidade microbiológica ao consumo até o quarto dia de armazenamento.

**Palavras-chave:** Processamento pós-colheita; Vida de prateleira; Embalagens comestíveis; Óleo de buriti.

## 2. ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the potential of cassava starch and pectin-based edible coatings with and without addition of buriti oil for application in minimally processed watermelon and melon, aiming to extend the shelf life of these products. The quality of the buriti oil added to the edible coatings was confirmed by physicochemical parameters; Density:  $1021 \text{ kgm}^{-3}$ ; Acidity index in oleic acid: 1.59%; Peroxide index:  $6.20 \text{ meqKg}^{-1}$  and kinematic viscosity:  $41.3 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$ . The characterization of the main fatty acids present in the buriti oil was performed by spectroscopic methods of Proton Nuclear Magnetic Resonance ( $^1\text{H-NMR}$ ) and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). Oleic acid (78%) had the major percent composition in the buriti oil. The edible coatings were prepared with the concentration of 3% cassava starch or 3% pectin, 1% glycerol or 1% buriti oil, 2.5% gelatin, 0.5% citric acid and 0.5% ascorbic acid, the minimally processed fruits were coated using the immersion technique. The coated fruits were analyzed for pH, total soluble solids, titratable acidity and microbial counts over 10 days of storage. The pH of the coated fruits varied between 5.35 and 5.76 for melon and 4.52 and 5.49 for watermelon over the storage time, respectively. The total soluble solids contents of minimally processed watermelon (7.6-9.6 ° Brix) and melon (7.2-8.63 ° Brix) remained constant for all evaluated coatings. The titratable acidity of watermelon and melon ranged from 0.11 to 0.20% and from 0.06 to 0.14% in citric acid. The edible coatings presented an efficient barrier for vapor permeability, being the starch-based film provided a lower average loss of watermelon mass (2.32%) and starch/oil coating for melon (3.39%). The aerobic and mesophilic microbial population was increasing over the storage period in all coatings and control in both fruits. At the end of the 10 days of storage, the watermelon had a bacterial growth of about  $9 \log \text{ UFCmL}^{-1}$ , the same value for mold and yeast population. The starch and pectin/oil coatings provided a lower bacterial population of approximately  $7.8 \log \text{ UFCmL}^{-1}$ . The melon presented higher values of bacterial population in comparison with the watermelon in the starch and control coating;  $10.15$  and  $9.7 \log \text{ UFCmL}^{-1}$ , respectively. The mold and yeast counts were also higher in the starch and oil coatings, approximately  $9 \log \text{ UFCmL}^{-1}$ . It is concluded that the buriti oil in this work didn't present antimicrobial activity in the edible coatings present in the fruits. The edible coatings starch and pectin provided the watermelon suitable conditions for consumption



until the eighth day after processing. However, for the melon, only pectin and pectin/oil coating ensured microbiological stability for consumption up to the fourth day of storage.

**Keywords:** Post-harvest processing; Shelf Life; Edible Food packaging; Oil buriti

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por alimentação balanceada e rica em nutrientes tem despertado interesse em toda população brasileira, que hoje tem um estilo de vida agitado, onde a conveniência e a praticidade se tornou de extrema valia. Os alimentos disponíveis ao consumo sem a necessidade de processamento, geralmente, possuem alto teor de gordura, açúcar, sódio e calorias (SMITH *et al.*, 2015). Por outro lado, o consumo de frutas frescas minimamente processadas pode trazer benefícios à saúde, além de conveniência e praticidade para consumidor (SIROLI *et al.*, 2015).

As frutas minimamente processadas devem possuir as mesmas características e qualidades sensoriais do fruto fresco, sem perder qualidade nutricional. Alguns fatores são de extrema importância ao sucesso da comercialização de frutas minimamente processadas, tais como: a vida de prateleira, qualidade sensorial e aceitabilidade do consumidor (TAVASSOLI-KAFRANI; SHEKARCHIZADEH; MASOUDPOUR-BEHABADI, 2016). O maior problema enfrentado por esse mercado é o tempo de vida de prateleira que é reduzido e após o processamento geralmente se limita a cerca de 2-4 dias (RAYBAUDI-MASSILIA; MOSQUEDA-MELGAR; MARTÍN-BELLOSO, 2008; SIROLI *et al.*, 2015).

Os revestimentos comestíveis em frutos são alternativas promissoras à manutenção da qualidade e dos atributos sensoriais destes produtos. São materiais que se destacam devido a sua comestibilidade e biodegradabilidade (TAVASSOLI-KAFRANI; SHEKARCHIZADEH; MASOUDPOUR-BEHABADI, 2016). A composição destes revestimentos é baseada na combinação entre polissacarídeos, proteínas e lipídeos, em que cada um desempenha uma função particular na eficiência do revestimento (GUERREIRO *et al.*, 2015).

Alguns aditivos podem ser adicionados aos revestimentos comestíveis com a função de melhorar a sua qualidade ou incrementar o seu valor nutricional. Muitas pesquisas já foram realizadas com a adição de antimicrobianos, anti-branqueadores, antioxidantes, modificadores de textura e corantes (CAMPOS; GERSCHENSON; FLORES, 2011; MARTIÑON *et al.*, 2014; OSORIO *et al.*, 2011; ZACTITI; KIECKBUSCH, 2006). A adição do óleo de buriti nos revestimentos comestíveis pode ser uma estratégia favorável no aumento do tempo de vida de prateleira dos frutos, devido sua conhecida atividade antimicrobiana, além de aumentar o valor nutricional do produto, em consequência, de sua alta concentração de carotenoides (CUNHA *et al.*, 2012; KOOLEN *et al.*, 2013; RIBEIRO *et al.*, 2010)..

A região sul do Estado do Tocantins se destaca nacionalmente na produção de melancia e melão, devido ao clima favorável ao cultivo. As culturas estão em expansão gradualmente, a partir dos campos cultivados por pequenos agricultores (ALVES, A. F. *et al.*, 2014; SANTOS, G. R. *et al.*, 2009; SANTOS, G. R. DOS; CAFÉ FILHO, 2005). Além disso, o buriti é um fruto abundante na região e o óleo extraído apresenta grande aplicabilidade na indústria alimentícia (CÂNDIDO; SILVA; AGOSTINI-COSTA, 2015; MILANEZ *et al.*, 2016). O mercado de frutos minimamente processados ainda não é consolidado no estado do Tocantins. Porém existem grandes possibilidades para implantação desta cultura de consumo de frutos minimamente processados, visto que a população de Palmas-TO entre as demais capitais brasileiras se destaca com maior índice de consumo de frutas (FOLHA DO TOCANTINS, 2015).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Objetivou-se com este trabalho produzir quatro formulações de revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca e pectina com e sem adição de óleo de buriti para aplicação em melancia e melão minimamente processados com intuito de estender a vida de prateleira desses produtos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Processar minimamente (lavar, cortar) os frutos de melão e melancia.
- Formular revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca e pectina com e sem adição de óleo de buriti.
- Avaliar os parâmetros: pH, sólidos solúveis totais e acidez titulável dos frutos com e sem aplicação dos revestimentos comestíveis durante 10 dias de armazenamento em condições refrigeradas (10 °C).
- Avaliar as características físicas e químicas do óleo de buriti.
- Avaliar o potencial antimicrobiano do óleo de buriti presente nos revestimentos comestíveis.

**Capítulo 1**  
**Revisão de Literatura**

## 1. Frutos na alimentação humana

Uma alimentação rica em frutas e vegetais tem sido extensivamente recomendada em virtude das propriedades promotoras de saúde que estes alimentos proporcionam, tais como vitaminas, minerais e antioxidantes (SLAVIN; LLOYD, 2012). Os principais benefícios do consumo de frutas para a saúde são prevenção do câncer, de acidente vascular cerebral, de doenças cardiovasculares e hipertensão através de mecanismos potenciais, como atividade antioxidante, modulação de enzimas de desintoxicação, estimulação do sistema imunológico, entre outros (WANG *et al.*, 2016).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que para uma dieta saudável deve-se ingerir pelo menos 400 g, ou 5 porções, de frutas e vegetais por dia, o que reduz o risco de doenças não transmissíveis e ajuda a garantir uma ingestão diária adequada de fibra dietética. Para melhor aproveitamento dos benefícios de frutas e vegetais, é importante consumir frutas frescas e vegetais crus como lanches, sendo importante variar as opções no consumo (WHO, 2015).

### 1.1 Melão e melancia

O melão (*Cucumis melo* L.) pertence ao gênero *Cucumis*, subfamília Cucurbitaceae, família Cucurbitaceae (JOBST, 1998; PAIVA; QUEIROZ, 2003). Teve origem na África e Ásia, e no Brasil, a cultura foi introduzida pelos imigrantes europeus, por volta da década de 60, possivelmente no Rio Grande do Sul (SOUSA *et al.*, 1999).

Classifica-se o fruto como uma baga de forma, tamanho e coloração diversas. Podem ser amarelos, amarelados ou verdes, com 200 a 600 sementes ovaladas e compridas (Figura 1). É considerado um fruto de grande aceitação, sendo apreciado em grande escala na Europa, Japão, Estados Unidos e Brasil. É um fruto rico em vitaminas A, B, B2, B5 e C, sais minerais como potássio, sódio e fósforo, apresenta valor energético relativamente baixo; é consumido *in natura* ou na forma de suco. O fruto maduro possui características que o definem como calmante, refrescante, diurético e laxante, sendo recomendado na prevenção de doenças como gota, reumatismo, obesidade e prisão de ventre (COSTA, 2001; SENAR, 2007).



Figura 1: Melão (EMBRAPA, 2011).

Estima-se que a produção nacional de melão tenha sido de cerca de 590 mil toneladas numa área de 22.001 hectares em 2015 (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2016). Em peso, é a fruta mais exportada, e sua produção é de grande importância socioeconômica, com a geração de emprego e renda (KIILL *et al.*, 2015). O auge da safra desse fruto no Brasil é de setembro a janeiro, coincidindo com a entressafra mundial, o que possibilita grande vantagem de comercialização para os produtores brasileiros (SENAR, 2007).

A melancia (*Citrullus lanatus*) pertence ao gênero *Citrullus*, subfamília Cucurbitaceae e família Cucurbitaceae (FERRARI *et al.*, 2013). Relatos apontam que o fruto é originário da África Equatorial, em condições climáticas muito semelhantes aos estados brasileiros da região nordeste do Brasil (JUNIOR *et al.*, 2006). A forma do fruto é arredondada ou alongada. É uma baga de casca espessa, com coloração variando de verde, rajada ou com manchas amarelas. Seu peso varia de 3 a 20 kg, sendo a polpa carnosa, abundante e geralmente vermelha. As sementes são pequenas, marrons, encontradas em grande quantidade juntas a parte comestível (Figura 2) (FERRARI *et al.*, 2013). Para o comércio desta fruta é interessante que seu peso seja superior à 8 kg. As frutas com menor massa são descartadas ou destinadas à para doação. O aproveitamento destas para a comercialização em sua forma minimamente processada é uma estratégia favorável para o total aproveitamento da colheita.



Figura 2: Melancia (EMBRAPA, 2010).

A melancia é uma das principais frutas cultivadas no mundo. No Brasil, o cultivo desse fruto é praticado por pequenos, médios e grandes produtores, sendo os frutos produzidos destinados aos mercados nacional e internacional. Estima-se que a produção no país em 2015 foi de 2.171.288 toneladas em uma área plantada de 94.929 hectares (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2016). A melancia é cultivada, praticamente, em todo o País, tanto em condições de sequeiro como em regime irrigado, sendo que o cultivo realizado sob irrigação vem crescendo, pois permite a obtenção de frutos de melhor qualidade. O consumo da melancia é *in natura*, sendo um alimento que apresenta propriedades refrescantes, depurativas e ligeiramente laxantes (EMBRAPA, 2007).

O Estado do Tocantins é tido como referência na produção de frutas como melancia e melão em virtude de condições propícias de solo, clima e disponibilidade hídrica. O maior destaque da produção de frutas no estado é a melancia, correspondendo à metade do total de frutos produzidos, com produção de cerca de 96 mil toneladas. A maior parte dessa produção (cerca de 90%) encontra-se nos municípios de Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão, através do plantio de subirrigação (TOCANTINS, 2013).

## **2. Conservação e qualidade pós-colheita**

A qualidade das frutas é definida a partir de características, tais como sabor, aroma, tamanho, sanidade, coloração, defeitos leves ou graves, valor nutricional e segurança do alimento. Mesmo com grande diversidade e disponibilidade de frutas no mercado, a



comercialização enfrenta dificuldades em virtude de serem perecíveis e manuseadas de forma que acelera a perda de qualidade, sendo que as perdas pós-colheita começam já na colheita e se estendem até o consumo, isto é, durante a embalagem, transporte, armazenamento, comercialização no atacado e/ou varejo (CENCI, 2006).

Melões apresentam o problema de uma vida de prateleira pós-colheita relativamente curta e baixo conteúdo de açúcares, que são características indesejáveis para a comercialização. A senescência dos frutos e a rápida taxa de respiração são apontadas como os principais fatores que afetam a sua vida de prateleira (JÚNIOR *et al.*, 2001), devido ser um fruto climatérico (FONTES, 2005). Em relação à melancia, como também geralmente é consumida *in natura*, apresenta o problema de vida de prateleira curta, especialmente quando não é submetida a acondicionamento adequado. A qualidade desses frutos é definida pelo conteúdo de açúcares, sólidos solúveis, acidez total titulável e aparência externa e interna (NETO *et al.*, 2000).

Desse modo, a qualidade do produto alimentício está associada a diversos fatores, tais como: genéticos, culturais, nutricionais, organolépticos e produtivos, sendo muitos deles envolvidos no armazenamento e comercialização. E a avaliação da qualidade deve ter acompanhamento em cada fase do processo, desde sua colheita e armazenamento até sua comercialização, tornando-se necessário adotar padrões preestabelecidos, a fim de proporcionar uma classificação adequada ao produto (CHITARRA;CHITARRA, 2005).

Um dos parâmetros a serem avaliados é a perda de massa, a qual se dá principalmente pela transpiração e respiração durante o armazenamento, sendo que a transpiração é a perda de água em virtude da diferença de pressão de vapor de água entre a atmosfera e a superfície do fruto, e a respiração é o processo de perda de átomos de carbono pela produção de dióxido de carbono. Dessa forma, a perda de água causa perda de massa e consequente perda de qualidade (ASSIS; BRITTO, 2014; TRIGO, 2010). Outro ponto observado é que frutos mantidos à temperatura ambiente podem apresentar perda de massa de acordo com o aumento da concentração de compostos fenólicos totais, que gera processo acelerado de amadurecimento desses frutos (VIEITES *et al.*, 2012). Segundo Chitarra; Chitarra (2005), a qualidade de muitos frutos é afetada com perdas de massa entre 3 e 4%, enquanto que outros suportam perda de até 10%, podendo ser ainda comercializados.

A acidez titulável é dada em relação ao principal ácido presente no fruto, geralmente o ácido cítrico ou málico. É necessário ressaltar que os frutos possuem ácidos orgânicos que atuam como substratos para a respiração, sendo que o processo de amadurecimento favorece a degradação da parede celular, o que causa aumento desses compostos (CASTAÑEDA, 2013; HAERTEL, 2013; QUEIROZ *et al.*, 2010; TRIGO, 2010). Além de serem utilizados para a respiração, estando presentes em vacúolos celulares, estes compostos contribuem para o aroma do fruto, uma vez que alguns componentes são voláteis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A acidez do fruto também está relacionada ao pH, uma vez que o pH apresenta a quantidade de ácido dissociado na solução, sendo que numa faixa de concentração de ácidos entre 0,5 e 2,5%, o aumento do pH relaciona-se com a diminuição da acidez (CASTAÑEDA, 2013; HAERTEL, 2013; QUEIROZ *et al.*, 2010; TRIGO, 2010).

Entre os componentes da fruta, o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) também é de suma importância no aspecto da qualidade, por apresentar relação com as propriedades termofísicas, químicas e biológicas da fruta (COSTA; SUASSUNA FILHO, 2004). Assim, determina-se os sólidos solúveis contidos pelo total de todos os sólidos dissolvidos na água, que são açúcares, sais, proteínas, ácidos, etc. (CAVALCANTI *et al.*, 2006). A escala Brix é dada pelo número de gramas de açúcar contido em 100g de solução, e apresenta as concentrações percentuais dos sólidos solúveis contidos na amostra (solução com água) (CASTAÑEDA, 2013; CAVALCANTI *et al.*, 2006; HAERTEL, 2013; QUEIROZ *et al.*, 2010).

### **3. Minimamente processados**

Os consumidores têm sido cada vez mais exigentes no que diz respeito à qualidade sensorial e segurança, e de preferência que os alimentos não possuam aditivos. Também é desejado pelos consumidores alimentos de preparação rápida ou até mesmo prontos para comer, e que sejam de transporte facilitado (SANTOS, J. S.; OLIVEIRA, 2012). Assim, tem sido demonstrado que a necessidade de conveniência do consumidor está correlacionada com a escolha de alimentos, o que ocasiona busca, na indústria de frutas, por produtos minimamente processados que possam atender essa demanda por produtos rápidos, mas que preservem o valor nutricional, cor, sabor e textura de produtos naturais e frescos (ALLENDE; TOMÁS-BARBERÁN; GIL, 2006).

Cenci (2011) aponta que de acordo com a *International Fresh Cut Producers Association* (IFPA), produtos minimamente processados (MP) são aqueles que passaram por modificação física, mas que mantêm seu estado fresco. Desse modo, produtos minimamente processados tornam-se mais perecíveis, uma vez que são submetidos a operações de descascamento e corte (Figura 3).

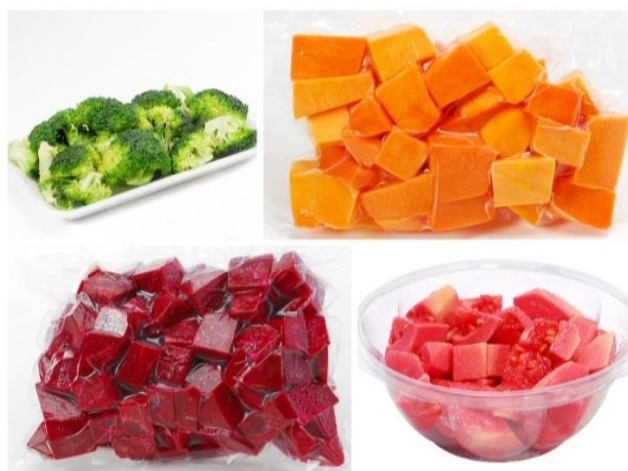


Figura 3: Frutas e vegetais minimamente processados (HORTIFRUTI, 2014).

A indústria dos minimamente processados (MP) é datada dos anos 50, e desde então percorreu longo caminho, pois no início, o processamento de alimentos MP não possuía embasamento técnico-científico. As embalagens utilizadas eram bastante rudimentares, sendo que a maioria dos alimentos era somente envolvida em papel celofane (MORETTI, 2007).

Um ditado antigo afirma que "Se você embalar direito, você pode vender praticamente qualquer coisa". Assim, tal ditado se aplica também ao caso de frutas, uma vez que embalados favorecem a compra pelos consumidores. Nesse contexto, para a obtenção do alimento minimamente processado é necessária uma abordagem integrada considerando matérias-primas, manuseio, processamento, embalagem e distribuição, de modo a permitir maior vida de prateleira (BHAT, 2013).

Os alimentos minimamente processados são, geralmente, comercializados embalados para maior comodidade; no entanto, não são produtos estéreis. Ocorre apenas uma diminuição da microbiota e exige-se uma refrigeração rigorosa para evitar proliferação de

microrganismos patogênicos. E, além disso, são necessárias condições de embalagem especiais, para garantir a segurança (SANTOS, J. S.; OLIVEIRA, 2012).

Os tipos de embalagens a serem adotados variam e são escolhidos de acordo com a fisiologia do produto, do mercado consumidor, da tecnologia de processamento adotada, como o tipo de corte e resfriamento, bem como da expectativa de vida de prateleira esperada do produto. A embalagem é importante para auxiliar na conservação do produto; no entanto, não resolve problemas de outras etapas do processamento como a qualidade da matéria-prima e a temperatura do produto (CENCI, 2011).

### **3.1 Melão e melancia minimamente processados**

A melancia é uma fruta bem aceita pelos consumidores brasileiros. E o processamento mínimo é uma alternativa excelente ao crescimento da industrialização desse alimento. No entanto, alguns problemas em produtos de melancia minimamente processada são observados, como estresse causado pelo corte, modificações na textura e na aparência, odores desagradáveis, escoamento de suco dentro da embalagem e contaminações após a retirada da casca (MORETTI, 2007).

O melão apresenta-se como fruto potencial ao processamento mínimo em virtude de ser bastante apreciado pelos consumidores. Além disso, o tamanho do fruto e a inconveniência ao descascá-lo tornam mais difícil o seu consumo em certos locais e momentos. Na obtenção do melão minimamente processado a dificuldade em uniformizar a matéria-prima é o principal desafio. Isso em virtude de problemas de ponto de colheita e transporte. A qualidade durante o armazenamento pode ser afetada por mudanças na coloração e amolecimento da polpa. No entanto, pode-se minimizar esses problemas com a adoção de técnicas adequadas (MORETTI, 2007).

Além disso, frutas minimamente processadas geralmente perdem qualidade em virtude da desestruturação dos tecidos, e com isso há redução da resistência dos tecidos ao ataque microbiano, pois o processamento torna as células injuriadas e favorecem a liberação de fluidos ricos em minerais, açúcares, vitaminas e outros nutrientes, o que acaba por propiciar ambiente ótimo ao crescimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos. A realização das análises microbiológicas é determinada com base na contagem padrão de

microrganismos, desse modo, avaliar e favorecer a qualidade microbiológica das frutas minimamente processadas é de suma importância, a fim de aumentar a qualidade dos produtos e garantir a segurança alimentar (ALVES, A. I. *et al.*, 2011; COUTO, 2016; MOREIRA, 2014).

#### **4. Revestimentos comestíveis para frutos**

A obtenção de alimentos MP promove alguns problemas ao fruto, pois o corte acaba por expor os tecidos, o que aumenta o metabolismo e a taxa respiratória, reduzindo sua vida de prateleira. Métodos que promovam a extensão da vida de prateleira desses produtos têm sido cada vez mais requeridos, dentre os métodos físicos estão o emprego de calor, a desidratação, a conservação a baixas temperaturas, o congelamento, o uso de atmosferas modificadas, o ultrassom e a irradiação. Novas metodologias estão sendo desenvolvidas com o uso de alta pressão hidrostática, campos elétricos pulsados e campos magnéticos oscilantes (TRIGO *et al.*, 2012).

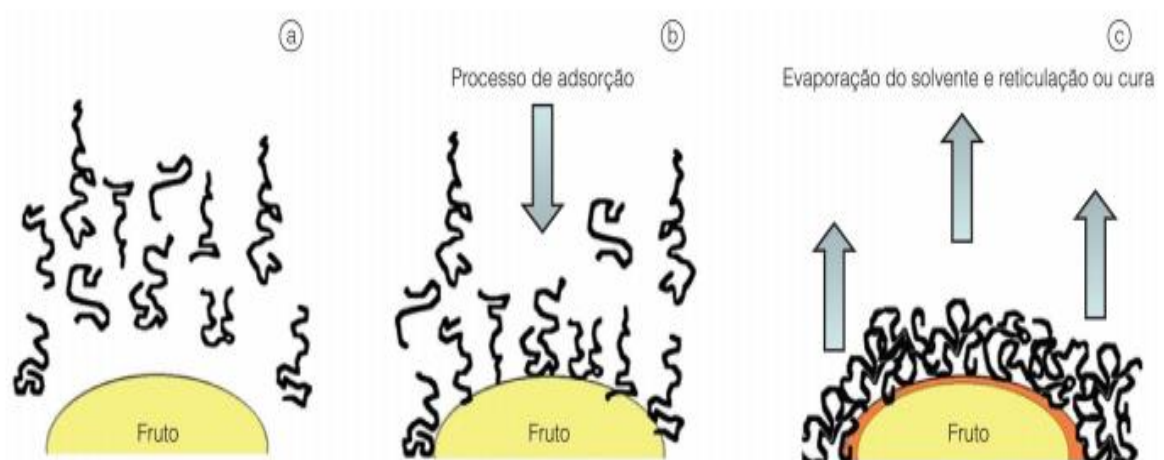
As empresas de alimentos geralmente utilizam materiais como polietileno, polipropileno e poliestireno para a embalagem de frutas devido à sua grande disponibilidade, custo relativamente baixo, bom desempenho mecânico, boa barreira ao oxigênio e dióxido de carbono. No entanto, em razão dos graves problemas causados pela não biodegradabilidade das embalagens petroquímicas, há uma tendência crescente em embalagens biodegradáveis que as substituam. Embalagens de origem biológica representam uma alternativa viável porque são provenientes de fontes renováveis, são recicláveis e degradáveis, e uma oportunidade para reduzir custos (GALGANO *et al.*, 2015).

Nesse cenário, as coberturas comestíveis vêm ganhando destaque em razão vantagens de sua utilização. Algumas dessas vantagens são redução da taxa respiratória e da produção de etileno, limitação da perda ou do ganho excessivo de água e preservação da textura e do valor nutricional do produto embalado. Outra vantagem importante é o fato de poderem ser fabricadas a partir de polímeros naturais e assim apresentarem alto potencial para preservar o estado fresco de produtos minimamente processados (TRIGO *et al.*, 2012).

É necessário ressaltar que as coberturas comestíveis não têm como função substituir os materiais convencionais, mas atuar como coadjuvante na redução de trocas gasosas na

superfície, perda e ganho de água, e consequente preservação de textura e valor nutricional. Sua aplicação é realizada diretamente na superfície das frutas, sendo membranas delgadas e imperceptíveis a olho nu. Os materiais que formam essas coberturas devem ser considerados GRAS (*Generally Recognized as Safe*), isto é, não apresentarem toxicidade e serem seguros para o alimento, uma vez que passam a fazer parte do alimento que será consumido (ASSIS; BRITTO, 2014).

Segundo Assis e Britto (2014) o revestimento sobre o fruto se forma a partir da deposição do polímero dissolvido no meio de imersão, sendo estabelecidas ligações, tanto fracas como fortes, com a superfície da fruta. As principais interações que acontecem entre a fruta e revestimento são interação hidrofóbica, ponte de hidrogênio, interação por forças dispersivas, interação eletrostática e polarização de elétrons. Uma generalização da formação do revestimento é ilustrada na Figura 4.



**Figura 4:** Formação de revestimento em frutos (ASSIS; BRITTO, 2014).

Nota: (a), imersão do fruto em solução filmogênica (polímeros em solução); (b), a atração entre o adsorvato (composto diluído na solução filmogênica) e o adsorvente (casca) por um dos possíveis mecanismos e (c), o fruto é removido da solução e, por meio da evaporação do solvente, ocorre a reticulação do polímero, configurando a formação da cobertura.

## 5. Classificação dos principais biopolímeros utilizados no preparo de revestimentos comestíveis para frutos

A elaboração de revestimentos comestíveis é feita principalmente com a utilização de polissacarídeos (amido e seus derivados, pectina, celulose e seus derivados, alginato e carragena), proteínas (gelatina, caseína, ovoalbumina, glúten de trigo e proteínas miofibrilares), lipídios (monoglicerídeos acetilados, ácido esteárico, ceras e ésteres de ácido graxo) ou a combinação deles (Tabela 1) (LUVIELMO; LAMAS, 2013; SUPUT *et al.*, 2015).

**Tabela 1:** Fontes de biopolímeros para revestimento comestível (Adaptado de SUPUT *et al.*, 2015).

Biopolímeros Comestíveis		
Polissacarídeos	Proteínas	Lipídios
Amido e Amido Modificado	Proteína de Soja	Óleos
Quitina e Quitosana	Proteína de Ervilha	Ácidos Graxos Livres
Pectina	Girassol	Cera de Abelha
Galactomanana	Proteína de Soro	Cera de Carnaúba
Celulose e Celulose Modificada	Glúten	Parafina
Alginato	Milho	Resinas
Carragena	Colágeno	Acetoglicerídeos
Goma Gelana	Gelatina	
Goma Xantana	Caseína	
Pululana	Proteína do Ovo	
	Proteína Miofibrilar de Peixe	
	Proteína de amendoim	

A escolha do biopolímero a ser utilizado depende de fatores como estabilidade microbiológica, solubilidade, transparência, propriedades mecânicas e sensoriais, e permeabilidade ao vapor de água, entre outros. A preparação de revestimentos biodegradáveis envolve comumente a utilização de um agente formador de filme (macromolécula), um solvente e um plastificante, sendo que a otimização da composição de filmes comestíveis é um dos passos mais importantes das pesquisas neste campo, uma vez que devem ser formuladas de acordo com o alimento em que serão aplicados (SUPUT *et al.*, 2015).

Revestimentos à base de polissacarídeos favorecem a menor permeabilidade a gases, o que reduz a taxa de escurecimento enzimático. Um dos principais polissacarídeos utilizados na formação de revestimentos comestíveis é a fécula de mandioca em virtude de apresentar transparência e boa resistência às trocas gasosas. Assim, é considerada uma matéria prima potencial e de baixo custo (FAKHOURI *et al.*, 2007; LUVIELMO e LAMAS, 2012). Já as pectinas são um grupo complexo de polissacarídeos que possuem como constituinte principal o ácido D-galacturônico e fazem parte da estrutura das paredes celulares. Sob certas circunstâncias a pectina forma géis e esta característica a faz um biopolímero importante na adição de geleias, compotas, marmeladas e confeitos, bem como revestimentos comestíveis e filmes (SUPUT *et al.*, 2015).

Gelatinas também fazem parte dos materiais pesquisados que se destacam. Isso porque constitui-se de uma proteína de origem animal obtida do colágeno por hidrólise ácida ou básica, além de ser de baixo custo. Estudos com gelatina apontam melhoria da permeabilidade ao vapor de água, cor dos filmes e força na ruptura de acordo com o aumento da espessura (FAKHOURI *et al.*, 2007).

Na literatura são observados estudos com os mais variados tipos de revestimentos. Estudos com fécula de mandioca foram realizados por Pereira *et al.* (2006) e Castricini *et al.* (2010) no revestimento de mamões sem processamento mínimo, obtendo resultados de retardamento do amadurecimento e prolongamento da vida de prateleira pós-colheita, além de redução da perda de massa fresca e manutenção da firmeza da polpa,

Trigo *et al.* (2012) avaliaram o efeito de amido de arroz 3%; alginato de sódio 0,5%; carboximetilcelulose 0,25%, em mamões e observaram menor contagem de coliformes totais que o controle, além de que frutos revestidos apresentaram menores teores de sólidos solúveis e seus valores de pH se tornaram menores após o 9º dia de armazenamento.



Guerra *et al.* (2015) estudaram a eficácia de revestimentos constituídos de quitosana e óleos essenciais de *Mentha piperita*, observando-se que os revestimentos inibiram fortemente o crescimento micelial e a germinação de esporos de fungos contaminantes em tomates. Já o estudo de Fakhouri *et al.* (2015) revelou melhoria na resistência mecânica, solubilidade em água, permeabilidade e diminuição da opacidade em uvas com revestimento composto de amido de milho e gelatina, plastificado com glicerol ou sorbitol.

A utilização de revestimentos em frutas minimamente processadas foi avaliada no trabalho de Benítez *et al.* (2013), em que se observou melhoria da qualidade em kiwis fatiados embalados com revestimento comestível à base de gel de aloe vera, sendo que o revestimento favoreceu a redução da taxa de respiração e deterioração microbiana. Outro estudo avaliou a eficiência de um revestimento de alginato incorporado com bacteriocina em mamão minimamente processado, observando aumento da vida de prateleira do mamão MP, sendo o revestimento uma barreira à troca de gases e vapor de água que conduz a redução na taxa de respiração e perda de massa (NARSAIAH *et al.*, 2014).

## **6. Propriedades Gerais dos revestimentos**

### **6.1 Óleos adicionados nos revestimentos comestíveis**

Uma grande variedade de produtos pode ser utilizada na produção de revestimentos comestíveis, como proteínas, polissacarídeos e lipídios, com a adição de plastificantes e surfactantes (PINHEIRO *et al.*, 2010). Muitos estudos são realizados em relação ao efeito de antioxidantes nas propriedades de diferentes filmes e revestimentos de biopolímeros. São estudados antioxidantes naturais extraídos de plantas, óleos essenciais, vitaminas e ácidos orgânicos, de modo a substituir antioxidantes sintéticos (EÇA; SARTORI; MENEGALLI, 2014).

É relatado que revestimentos com base em lipídios tornam as trocas respiratórias das frutas mais brandas, o que prolonga a vida de prateleira. Esses tipos de revestimentos são utilizados principalmente com a função de transporte de umidade, em função da baixa polaridade que apresentam. Além disso, podem reduzir a abrasividade durante o manuseio e a incidência de queimaduras na casca (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

Os óleos obtidos a partir de plantas apresentam grande potencial por serem considerados aromáticos, antioxidantes naturais e substâncias antimicrobianas. Sua constituição é de uma mistura complexa de compostos naturais, como terpenos, ácidos fenólicos e outros aromáticos, sendo que essa composição pode variar de acordo com a origem (EÇA *et al.*, 2014). Alguns dos óleos utilizados em revestimentos comestíveis são óleo de girassol (VIEIRA *et al.*, 2009), óleo de capim limão (OH *et al.*, 2016) e óleo de alho (PRANOTO; SALOKHE; RAKSHIT, 2005), entre outros.

### 6.1.1 Óleo de buriti

O buriti (*Mauritia flexuosa*) é um fruto característico de regiões alagadas e úmidas do Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil (Figura 5). O óleo de buriti extraído da polpa é de grande interesse das indústrias químicas e farmacológica devido a sua composição química, rico em ácidos graxos, carotenoides e tocoferóis (BATISTA *et al.*, 2012; BIGHETTI *et al.*, 2008). O fruto é de alto valor nutritivo, sendo uma das maiores fontes de vitamina A que a natureza oferece. Além disso, contém betacaroteno no óleo extraído em uma concentração quase dez vezes maior do que a do óleo de dendê (50.667 mcg por 100 mg) (BRASIL, 2015).



Figura 5: Buriti (SAMPAIO e CARRAZZA, 2012).

O óleo possui cor alaranjada de sabor e aroma característicos e agradáveis (Figura 6) (VIEIRA *et al.*, 2011). É comumente industrializado pelo setor farmacêutico e de cosméticos em virtude de possuir atividade bactericida, propriedades antioxidantes e por absorver os raios

ultravioletas do sol, atuando como protetor solar natural para a pele (BATISTA *et al.*, 2012; BIGHETTI *et al.*, 2008; SAMPAIO e CARRAZZA, 2012).



Figura 6: Óleo de Buriti (VIEIRA *et al.*, 2011).

Além disso, é relatado que o óleo da polpa de buriti apresenta um efeito plastificante melhor que o apresentado pelo glicerol, e com isso, favorece sua utilização na formação de *blends* de poliestireno e amido termoplástico para a fabricação de plástico parcialmente degradável (VIEIRA *et al.*, 2011).

Assis; Britto (2014) afirmam que a utilização de coberturas comestíveis na conservação de frutas apresenta-se como uma tecnologia emergente, e diversos biopolímeros têm sido avaliados na formulação dessas coberturas, como é o caso de bases lipídicas. No entanto, apesar das potenciais características apresentadas pelo óleo de buriti, não se observam pesquisas que avaliem sua utilização em películas comestíveis, menos ainda em alimentos minimamente processados. Sendo assim, tal fato justifica a importância deste trabalho e serve como ponto de partida para este estudo.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABADIAS, M. *et al.* Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, v. 123, n. 1–2, p. 121–129, 2008.

ALBUQUERQUE, M. L. S. *et al.* Characterization of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil by absorption and emission spectroscopies. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 16, n. 6 A, p. 1113–1117, 2005.

ALLENDE, A.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; GIL, M. I. Minimal processing for healthy traditional foods. *Trends in Food Science & Technology*, v. 17, p. 513–519, 2006.

ALVES, A. F. *et al.* Herança da resistência do acesso de melancia PI 595201 a isolado de PRSV-W do estado do tocanins. *Bragantia*, v. 73, n. 2, p. 138–142, 2014.

ALVES, A. I. *et al.* QUALIDADE DE MORANGOS ENVOLVIDOS COM REVESTIMENTO COMESTÍVEL ANTIMICROBIANO À BASE DE DIFERENTES FONTES DE AMIDO. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, v. 7, p. 1519–1526, 2011.

AQUINO, J. DE S. *et al.* Processamento de biscoitos adicionados de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.): Uma alternativa para o consumo de alimentos fontes de vitamina A na merenda escolar. *Revista de Nutricao*, v. 25, n. 6, p. 765–774, 2012.

AQUINO, J. DE S. *et al.* Refining of Buriti Oil (*Mauritia flexuosa*) Originated from the Brazilian Physicochemical, Thermal-Oxidative and Nutritional Implications. *JOURNAL OF THE BRAZILIAN CHEMICAL SOCIETY*, v. 23, n. 0, p. 1–8, 2011.

ARTÉS-HERNÁNDEZ, F. *et al.* Low UV-C illumination for keeping overall quality of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology*, v. 55, n. 2, p. 114–120, 2010.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. DE. Revisão : coberturas comestíveis protetoras em frutas : fundamentos e aplicações. *Brasilian Journal of Food Technology*, v. 17, p. 87–97, 2014.

BATISTA, C. D. C. R. AVALIAÇÃO DA EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE POLPA DE BURITI (*Mauritia flexuosa*) VIA PROCESSO MECÂNICO COMBINADO COM PRÉ-TRATAMENTO

ENZIMÁTICO. 2011. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2011.

BATISTA, J. S. *et al.* Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. *Ciência Rural*, v. 42, n. 1, p. 136–141, 2012.

BELLETTI, N. *et al.* Antimicrobial efficacy of citron essential oil on spoilage and pathogenic microorganisms in fruit-based salads. *Journal of Food Science*, v. 73, n. 7, 2008.

BHAT, S. Minimal Processing and Preservation of Fruits and Vegetables by Active Packaging. *International Journal of Herbal Medicine*, v. 1, n. 2, p. 131–138, 2013.

BIERHALS, V. S.; CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Effect of Cassava Starch Coating on Quality and Shelf Life of Fresh-Cut Pineapple (*Ananas Comosus* L. Merrill cv “Pérola”). *Journal of Food Science*, v. 76, n. 1, p. 62–72, 2011.

BIGHETTI, A. É. *et al.* Desenvolvimento de Sabonete em Barra com Óleo de Buriti (*Mauritia flexuosa* L.). *Infarma*, v. 20, p. 10–16, 2008.

CAMPOS, C. A.; GERSCHENSON, L. N.; FLORES, S. K. Development of Edible Films and Coatings with Antimicrobial Activity. *Food and Bioprocess Technology*, v. 4, n. 6, p. 849–875, 2011.

CÂNDIDO, T. L. N.; SILVA, M. R.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) from the Cerrado and Amazon biomes. *Food Chemistry*, v. 177, p. 313–319, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.041>>.

CARNEIRO-DA-CUNHA, M. G. *et al.* Physical properties of edible coatings and films made with a polysaccharide from *Anacardium occidentale* L. *Journal of Food Engineering*, v. 95, n. 3, p. 379–385, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.05.020>>.

CAROLINA, A. *et al.* Efeito do cloreto de cálcio na qualidade de melancias minimamente processadas.pdf. n. 1999, p. 442–446, 2007.

CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças. *Embrapa Informação Tecnológica*, p. 67–80, 2006.

CENCI, S. A. *Processamento mínimo de frutas e hortaliças: Tecnologia, qualidade e*

*sistemas de embalagem*. [S.l: s.n.], 2011.

CERIANI, R. *et al.* Densities and Viscosities of vegetable oils of nutritional value. *Journal of Chemical and Engineering Data*, v. 53, n. 8, p. 1846–1853, 2008.

COSTA, E. M. *et al.* Diversidade e métodos de amostragem de Hymenoptera na cultura da melancia no semiárido. *Horticultura Brasileira*, v. 34, p. 257–264, 2016.

COUTO, H. G. S. D. A. Ação do revestimento comestível contendo amido e nisina na conservação de salada de frutas minimamente processadas. *Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade*, 2016.

CUNHA, M. A. E. *et al.* Supercritical adsorption of buriti oil (*Mauritia flexuosa* Mart.) in  $\gamma$ -alumina: A methodology for the enriching of anti-oxidants. *Journal of Supercritical Fluids*, v. 66, p. 181–191, 2012.

DARNET, S. H. *et al.* Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the amazon region. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 31, n. 2, p. 488–491, 2011.

DHANAPAL, A. *et al.* Edible films from Polysaccharides. *Food Science and Quality Management*, v. 3, n. 0, p. 9–17, 2012.

DOS SANTOS, G. R. *et al.* Fontes e doses de silício na severidade do cretamento gomoso e produtividade da melancia. *Bioscience Journal*, v. 26, n. 2, p. 266–272, 2010.

DUAN, J. *et al.* Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, v. 59, n. 1, p. 71–79, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.08.006>>.

DURÃES, J. A. *et al.* Absorption and photoluminescence of Buriti oil/polystyrene and Buriti oil/poly(methyl methacrylate) blends. *European Polymer Journal*, v. 42, n. 12, p. 3324–3332, 2006.

EÇA, K. S.; SARTORI, T.; MENEGALLI, F. C. Films and edible coatings containing antioxidants – a review. *Brasilian Journal of Food Technology*, v. 17, p. 98–112, 2014.

FAKHOURI, F. M. *et al.* Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. *Postharvest Biology and Technology*, v. 109, p. 57–64, 2015.

FAKHOURI, F. M. *et al.* Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 2, p. 369–375, 2007.

FERRARI, G. N. *et al.* A Cultura da Melancia. *Série Produtor Rural - Universidade de São Paulo*, v. 54, 2013.

FONSECA, J. M.; RUSHING, J. W. SHOCK AND VIBRATION FORCES INFLUENCE THE QUALITY OF FRESH-CUT WATERMELON. n. 1988, p. 147–152, 1999.

GARCIA, L. C. *et al.* Selection of an Edible Starch Coating for Minimally Processed Strawberry. *Food and Bioprocess Technology*, v. 3, n. 6, p. 834–842, 2010.

GOPINATH, A.; PUHAN, S.; NAGARAJAN, G. Theoretical modeling of iodine value and saponification value of biodiesel fuels from their fatty acid composition. *Renewable Energy*, v. 34, n. 7, p. 1806–1811, 2009. Disponível em:  
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2008.11.023>>.

GRAÇA, A. *et al.* Microbiological quality and safety of minimally processed fruits in the marketplace of southern Portugal. *Food Control*, v. 73, 2016.

GUERRA, I. C. D. *et al.* Coatings comprising chitosan and *Mentha piperita* L. or *Mentha x villosa* Huds essential oils to prevent common postharvest mold infections and maintain the quality of cherry tomato fruit. *International Journal of Food Microbiology*, 2015.

GUERREIRO, A. C. *et al.* The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. fresh fruit storage. *Postharvest Biology and Technology*, v. 100, p. 226–233, 2015. Disponível em:  
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.002>>.

HAN, J. H.; ARISTIPPOS, G. Edible films and coatings. A review. *Innovations in Food Packaging*, p. 239–262, 2005.

JUNIOR, A. S. D. A. *et al.* Produção e qualidade de frutos de melancia à aplicação de

nitrogênio via fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, p. 836–841, 2006.

JÚNIOR, J. G. *et al.* Qualidade pós-colheita de melão tipo cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. *Horticultura Brasileira*, v. 19, p. 223–227, 2001.

KAMPER, S. L.; FENNEMA, O. Use of an Edible Film to Maintain Water Vapor Gradients in Foods. *Journal of Food Science*, v. 50, n. 2, p. 382–384, 1985.

KIILL, L. H. P. *et al.* Polinização do meloeiro: biologia reprodutiva e manejo de polinizadores. *Funbio*, 2015.

KOH, P. C. *et al.* Application of edible coatings and repetitive pulsed light for shelf life extension of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L. *reticulatus* cv. Glamour). *Postharvest Biology and Technology*, v. 129, p. 64–78, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521416304574>>.

KOOLEN, H. H. F. *et al.* Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. *Food Research International*, v. 51, n. 2, p. 467–473, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.039>>.

LEGNANI, P. P.; LEONI, E. Effect of processing and storage conditions on the microbiological quality of minimally processed vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 39, n. 10, p. 1061–1068, 2004.

LUVIELMO, M. DE M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, v. 8, n. 1, p. 8–15, 2013.

LUZ, G. E. *et al.* Thermal catalytic cracking of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) over LaSBA-15 mesoporous materials. *Fuel Processing Technology*, v. 92, n. 10, p. 2099–2104, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fuproc.2011.06.018>>.

MANTILLA, N. *et al.* Multilayered antimicrobial edible coating and its effect on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). *LWT - Food Science and Technology*, v. 51, n. 1, p. 37–43, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.10.010>>.

MARAMALDI, G. *et al.* Olio di semi di mirtillo: Un cosmeceutico nel trattamento di soggetti



con cute eczematosa o psoriasica. v. 16, n. 1, p. 1–6, 2013.

MARTIÑON, M. E. *et al.* Development of a multilayered antimicrobial edible coating for shelf-life extension of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L.) stored at 4°C. *LWT - Food Science and Technology*, v. 56, n. 2, p. 341–350, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2013.11.043>>.

MARTINON GASPAR, M. E. Edible coating development for fresh-cut cantaloupe. n. Master of Science, p. 138, 2011.

MEDEIROS, S. A. F. DE *et al.* Caracterização físico-química de progênes de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 2, p. 492–499, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452009000200025&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452009000200025&lng=en&nrm=iso&tlng=es)>.

MEIO-NORTE, E. *A cultura da melancia*. [S.l: s.n.], 2007.

MILANEZ, J. T. *et al.* Pre-harvest studies of buriti (*Mauritia flexuosa* L.F.), a Brazilian native fruit, for the characterization of ideal harvest point and ripening stages. *Scientia Horticulturae*, v. 202, p. 77–82, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2016.02.026>>.

MOREIRA, S. P. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E SEGURANÇA DE MELÃO MINIMAMENTE PROCESSADO REVESTIDO EM MATRIZ DE QUITOSANA ADICIONADA DE COMPOSTOS BIOATIVOS MICROENCAPSULADOS EXTRAÍDOS DE SUBPRODUTOS DE ACEROLA. *Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará*, 2014.

MOREIRA, S. P. *et al.* Freshness retention of minimally processed melon using different packages and multilayered edible coating containing microencapsulated essential oil. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 49, n. 10, p. 2192–2203, 2014.

MORETTI, C. L. *Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças*. [S.l: s.n.], 2007.

MUNIRA, Z. A. *et al.* Effect of postharvest storage of whole fruit on physico-chemical and

microbial changes of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L. *Reticulatus* cv. *Glamour*).

*International Food Research Journal*, v. 20, n. 2, p. 953–960, 2013.

NETO, S. E. DE A. *et al.* QUALIDADE E VIDA ÚTIL PÓS-COLHEITA DE MELANCIA CRIMSON SWEET, COMERCIALIZADA EM MOSSORÓ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 4, p. 235–239, 2000.

NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. *The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables*. [S.l.: s.n.], 1994. v. 34.

NUNES, M. C. DO N. Correlations between subjective quality and physicochemical attributes of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, v. 107, p. 43–54, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.05.001>>.

OH, Y. A. *et al.* Comparison of effectiveness of edible coatings using emulsions containing lemongrass oil of different size droplets on grape berry safety and preservation. *LWT - Food Science and Technology*, 2016.

OMS-OLIU, G. *et al.* Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. *Postharvest Biology and Technology*, v. 57, n. 3, p. 139–148, 2010.

OSORIO, F. A. *et al.* Characteristics of hydroxy propyl methyl cellulose (HPMC) based edible film developed for blueberry coatings. *Procedia Food Science*, v. 1, p. 287–293, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.045>>.

PENTEADO, A. L.; LEITÃO, M. F. F. Growth of *Listeria monocytogenes* in melon, watermelon and papaya pulps. *International Journal of Food Microbiology*, v. 92, n. 1, p. 89–94, 2004.

PEREIRA LIMA, R. *et al.* Murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.) butter and oils of buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.) and pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze) can be used for biodiesel production: Physico-chemical properties and thermal and kinetic studies. *Industrial Crops and Products*, v. 97, p. 536–544, 2017. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669016308822>>.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology*, v. 31, n. 2, p. 159–166, 2004.

- PINHEIRO, A. C. *et al.* Utilização de revestimentos/filmes edíveis para aplicações alimentares. *Boletim de Biotecnologia*, 2010.
- PRANOTO, Y.; SALOKHE, V. M.; RAKSHIT, S. K. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. *Food Research International*, v. 38, p. 267–272, 2005.
- RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Química Nova*, v. 29, n. 4, p. 755–760, 2006.
- RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; MOSQUEDA-MELGAR, J.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. *International Journal of Food Microbiology*, v. 121, n. 3, p. 313–327, 2008.
- RIBEIRO, B. D. *et al.* An ethanol-based process to simultaneously extract and fractionate carotenoids from *Mauritia flexuosa* L. Pulp. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, p. 657–663, 2010.
- RIBEIRO, B. D.; COELHO, M. A. Z.; BARRETO, D. W. Production of concentrated natural beta-carotene from buriti (*Mauritia vinifera*) oil by enzymatic hydrolysis. *Food and Bioproducts Processing*, v. 90, n. 2, p. 141–147, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2011.02.003>>.
- ROJAS-GRAÜ, M. A. *et al.* Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples. *Food Hydrocolloids*, v. 21, n. 1, p. 118–127, 2007.
- ROSSL, C. *et al.* Alginate Coating as Carrier of Oligofructose and Inulin and to Maintain the Quality of Fresh-Cut Apples. *Journal of Food Science*, v. 76, n. 1, 2011.
- SANCHÍS, E. *et al.* Browning inhibition and microbial control in fresh-cut persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante) by apple pectin-based edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, v. 112, p. 186–193, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521416304574>>.
- SANTOS, G. R. *et al.* Reaction of melon genotypes to the gummy stem blight and the downy mildew. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n. 2, p. 160–165, 2009. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05362009000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362009000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=en)>.

SANTOS, J. S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Revisão : Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. *Brasilian Journal of Food Technology*, v. 15, p. 1–14, 2012.

SANTOS, G. R. DOS; CAFÉ FILHO, A. C. Reação de genótipos de melancia ao crestamento gomoso do caule. *Horticultura Brasileira*, v. 23, p. 945–950, 2005.

SANTOS, T. B. A. DOS *et al.* Microrganismos indicadores em frutas e hortaliças minimamente processadas. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 13, n. 2, p. 141–146, 2010. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/html/busca/PDF/v13n2416a.pdf>>.

SCHLEMMER, D.; DE OLIVEIRA, E. R.; SALES, M. J. A. Polystyrene/thermoplastic starch blends with different plasticizers : Preparation and thermal characterization. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, v. 87, n. 3, p. 635–638, 2007.

SENAR, S. N. DE A. R.-S. – B. *Cultivo de MELÃO: MANEJO, COLHEITA, PÓS-COLHEITA E COMERCIALIZAÇÃO*. [S.l: s.n.], 2007.

SILVA, S. M. *et al.* Characterization of oil extracted from buriti fruit (*Mauritia flexuosa*) grown in the Brazilian Amazon Region. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 86, n. 7, p. 611–616, 2009.

SIPAHI, R. E. *et al.* Improved multilayered antimicrobial alginate-based edible coating extends the shelf life of fresh-cut watermelon (*Citrullus lanatus*). *LWT - Food Science and Technology*, v. 51, n. 1, p. 9–15, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.11.013>>.

SIROLI, L. *et al.* Innovative strategies based on the use of bio-control agents to improve the safety, shelf-life and quality of minimally processed fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, v. 46, n. 2, p. 302–310, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.014>>.

SLAVIN, J. L.; LLOYD, B. Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Advances in Nutrition*, v. 3, p. 506–516, 2012.

SMITH, B. *et al.* Preserving quality of fresh cut watermelon cubes for vending distribution by low-dose electron beam processing. *Food Control*, v. 72, p. 367–371, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.02.017>>.

TAVASSOLI-KAFRANI, E.; SHEKARCHIZADEH, H.; MASOUDPOUR-BEHABADI, M. Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. *Carbohydrate Polymers*, v. 137, p. 360–374, 2016.

TESFAY, S. Z.; MAGWAZA, L. S. Evaluating the efficacy of moringa leaf extract, chitosan and carboxymethyl cellulose as edible coatings for enhancing quality and extending postharvest life of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 11, p. 40–48, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.12.001>>.

TOIVONEN, P. M. A.; BRUMMELL, D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, v. 48, n. 1, p. 1–14, 2008.

TRIGO, J. M. *et al.* Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 15, p. 125–133, 2012.

VALENCIA-CHAMORRO, S. A *et al.* Antimicrobial edible films and coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 51, n. 9, p. 872–900, 2011.

VALERO, D. *et al.* Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, v. 77, p. 1–6, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.10.011>>.

VARELA, P.; FISZMAN, S. M. Hydrocolloids in fried foods. A review. *Food Hydrocolloids*, v. 25, n. 8, p. 1801–1812, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.01.016>>.

VIEITES, R. L. *et al.* Qualidade do melão “ Orange Flesh ” minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. *Seminário: Ciências Agrárias*, v. 28, n. 3, p. 409–416, 2007.

VILHENA, C. S. *Avaliação do processo de obtenção de óleo de buriti por diferentes métodos*

*de extração*. 2013. Universidade Federal do Pará, 2013.

WANG, D. *et al.* Psychosocial Determinants of Fruit and Vegetable Consumption in a Japanese Population. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 13, p. 1–11, 2016.

ZACTITI, E. M.; KIECKBUSCH, T. G. Potassium sorbate permeability in biodegradable alginate films: Effect of the antimicrobial agent concentration and crosslinking degree. *Journal of Food Engineering*, v. 77, n. 3, p. 462–467, 2006.

ZAMBRANO-ZARAGOZA, M. L. *et al.* The release kinetics of  $\beta$ -carotene nanocapsules/xanthan gum coating and quality changes in fresh-cut melon (cantaloupe). *Carbohydrate Polymers*, v. 157, p. 1874–1882, 2017. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861716313492>>.

ZANATTA, C. F. *et al.* Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. *Food and Chemical Toxicology*, v. 48, n. 1, p. 70–75, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2009.09.017>>.

## **Capítulo 2**

**Produção de revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca e pectina com e sem adição de óleo de buriti para aplicação em melancia e melão minimamente processados**

## RESUMO

Este estudo objetivou avaliar a potencialidade dos revestimentos comestíveis à base de fécula e pectina com e sem adição de óleo de buriti para aplicação em melancia e melão minimamente processados, visando o aumento de vida de prateleira destes produtos. O óleo de buriti foi submetido à caracterização físico-química por métodos oficiais estabelecidos pela Sociedade Americana de Químicos de Petróleo (AOCS) e pelas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz e apresentou densidade de  $1021 \text{ kgm}^{-3}$ , índice de acidez: 1,59 % em Ác. Oleico, índice de peróxido  $6,20 \text{ meqKg}^{-1}$  e viscosidade cinemática  $41,3 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$ . Através de ressonância magnética nuclear de prótons e espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier foi comprovada a presença majoritária de 78% de ácido oléico na composição do óleo de buriti. Os revestimentos comestíveis foram elaborados com concentração de 3% de fécula de mandioca ou 3% de pectina, 1% de glicerol ou 1% óleo de buriti, 2,5% de gelatina, 0,5% de ácido cítrico e 0,5% ácido ascórbico, os frutos minimamente processados foram revestidos utilizando a técnica de imersão. O pH dos frutos revestidos variou entre 5,35-5,76 para o melão e 4,52-5,49 para a melancia ao longo do tempo de armazenamento. Os teores de sólidos solúveis totais da melancia (7,6-9,6 °Brix) e do melão (7,2-8,6 °Brix) minimamente processados se mantiveram constantes para todos os revestimentos testados. A acidez titulável da melancia e do melão variou de 0,11 à 0,20% e de 0,06 a 0,14% em ácido cítrico, respectivamente. Os revestimentos comestíveis apresentaram uma boa barreira para permeabilidade de vapor, sendo que a fécula de mandioca proporcionou menor média de perda de massa para a melancia (2,32%) e o revestimento fécula/óleo para o melão (3,39%). A população microbiana aeróbica e mesófila foi crescente ao longo do período de armazenamento para o tratamento controle e todos os revestimentos testados em ambos os frutos. Ao final dos 10 dias de armazenamento, a melancia apresentou população de bactérias de cerca de  $9,0 \text{ log UFCmL}^{-1}$ , sendo o mesmo valor encontrado para bolores e leveduras. Ainda para a melancia os revestimentos fécula de mandioca e pectina/óleo apresentaram menor população de bactérias, aproximadamente  $7,8 \text{ logs UFCmL}^{-1}$ . O melão apresentou maiores valores em comparação com a melancia para o revestimento fécula de mandioca ( $10,1 \text{ log UFCmL}^{-1}$ ) e controle ( $9,7 \text{ UFCmL}^{-1}$ ). A contagem de bolores e leveduras também foi maior nos revestimentos fécula de mandioca e fécula/óleo, aproximadamente  $9,0 \text{ log UFCmL}^{-1}$ . Conclui-se que o óleo de buriti neste trabalho não apresentou atividade



antimicrobiana nos revestimentos comestíveis para os microrganismos deteriorantes nos frutos. Os revestimentos comestíveis fécula de mandioca e pectina proporcionaram à melancia condições adequadas para o consumo até o oitavo dia após o processamento, entretanto para o melão, apenas o revestimento pectina e pectina/óleo garantiram estabilidade microbiológica para o consumo até o quarto dia de armazenamento.

**Palavras-chaves:** Embalagens comestíveis; Vida-de-prateleira; Processamento pós-colheita.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the potential of cassava starch and pectin-based edible coatings with and without addition of buriti oil for application in minimally processed watermelon and melon, aiming to extend the shelf life of these products. The physicochemical characterization of the buriti oil was performed through official methods established by the American Society of Petroleum Chemists (AOCS) and by the analytical standards of Adolfo Lutz Institute and presented a density of  $1021 \text{ kgm}^{-3}$ , acidity index in oleic acid 1.59%, peroxide index  $6.20 \text{ meqKg}^{-1}$  and kinematic viscosity  $41.3 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$ . Through proton nuclear magnetic resonance and Fourier transform infrared spectroscopy, the major percent composition of 78% of oleic acid in the buriti oil was confirmed. The edible coatings were prepared with 3% cassava starch or 3% pectin, 1% glycerol or 1% buriti oil, 2.5% gelatin, 0.5% citric acid and 0.5% ascorbic acid, the minimally processed fruits were coated using the immersion technique. The pH of the coated fruits varied between 5.35-5.76 for the melon and 4.52-5.49 for the watermelon over the storage time. The total soluble solids contents of the minimally processed watermelon (7.6-9.6 ° Brix) and melon (7.2-8.6 ° Brix) remained constant for all evaluated coatings. The titratable acidity of the watermelon and melon ranged from 0.11 to 0.20% and from 0.06 to 0.14% in citric acid, respectively. The edible coatings presented a good barrier to vapor permeability, as the cassava starch provided a lower average loss of mass for watermelon (2.32%) and starch/oil coating for melon (3.39%). The aerobic and mesophilic microbial population increased over the storage period for the control treatment and all coatings tested on both fruits. At the end of the 10 days of storage, the watermelon presented a bacteria population of about  $9.0 \text{ log CFUmL}^{-1}$ , the same value found for molds and yeasts. Still for watermelon the cassava starch and pectin/oil coatings had a lower bacterial population, of approximately  $7.8 \text{ log CFUmL}^{-1}$ . The melon presented higher values compared to watermelon for the cassava starch coating ( $10.1 \text{ log CFUmL}^{-1}$ ) and control ( $9.7 \text{ CFUmL}^{-1}$ ). The mold and yeast counts were also higher in the starch and oil coatings, approximately  $9.0 \text{ log CFUmL}^{-1}$ . It is concluded that the buriti oil in this work did not present antimicrobial activity in the edible coatings for the deteriorating microorganisms in the fruits. The edible coatings cassava starch and pectin provided the watermelon suitable conditions for consumption until the eighth day after processing,

however for the melon, only pectin and pectin/oil coating ensured microbiological stability for consumption up to the fourth day of storage.

**Keywords:** Edible packaging; Shelf Life; Post-harvest processing.

## 1. INTRODUÇÃO

A procura por alimentos minimamente processados tem aumentado nos últimos anos devido a sua praticidade para o consumo. A população brasileira está cada vez mais consciente da necessidade de uma alimentação saudável, rica em nutrientes. O objetivo do processamento mínimo de frutos é obter um produto com características e qualidades sensoriais semelhantes ao produto fresco, que seja prático e pronto para o consumo, porém com o mínimo de perdas em sua qualidade nutricional (GRAÇA *et al.*, 2016).

O fruto minimamente processado é mais susceptível a contaminação por microrganismos deteriorantes e patogênicos. O aumento da disponibilidade de nutrientes ao se cortar o fruto, o metabolismo dos tecidos e o confinamento dos frutos dentro das embalagens são fatores que contribuem ao crescimento de microrganismos presentes na matéria-prima ou oriundos de contaminações cruzadas (SIROLI *et al.*, 2015)

Os revestimentos comestíveis são produzidos a partir de matriz polissacarídica em consórcio com algumas proteínas e lipídeos que conferem melhores características ao revestimento, sendo considerados uma estratégia promissora na manutenção da integridade físico-química e microbiológica de frutos (TAVASSOLI-KAFRANI; SHEKARCHIZADEH; MASOUDPOUR-BEHABADI, 2016). Dentre os polissacarídeos, a fécula de mandioca e a pectina apresentam ótimas características, pois são altamente hidrofílicas (HAN; ARISTIPPOS, 2005), ou seja, apresentam uma boa barreira para o oxigênio, diminuindo a respiração do fruto e proporcionam proteção contra a oxidação lipídica (VARELA; FISZMAN, 2011). Por outro lado, exibem uma elevada permeabilidade ao vapor de água. Uma estratégia para solucionar esta limitação é a incorporação de lipídeos em sua composição (PEREIRA LIMA *et al.*, 2017).

O óleo de buriti apresenta cor avermelhada, com a maior concentração de carotenos em vegetais. Além de seu poder antioxidante e antimicrobiano já relatados na literatura (CAMPOS; GERSCHENSON; FLORES, 2011). Ele pode atuar nos revestimentos comestíveis como um agente plastificante que irá fornecer maior flexibilidade ao revestimento comestível, assim como diminuir a permeabilidade ao vapor de água (CUNHA *et al.*, 2012).

Não existem na literatura trabalhos em que foi utilizado óleo de buriti para elaboração de revestimentos comestíveis em combinação com polissacarídeos e proteínas. Este é o

primeiro trabalho com esse propósito, sendo assim, é uma área que pode ser amplamente explorada para se desenvolver produtos que tenham aplicabilidade industrial no mercado de melancia e melão minimamente processados.

Objetivou-se com este trabalho a produção de revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca ou pectina para aplicação em melancia e melão minimamente processados, além da incorporação do óleo de buriti para verificar se há melhoras na eficiência dos revestimentos e avaliar o potencial antimicrobiano do óleo de buriti, com intuito de prolongar a vida de prateleira destes frutos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Condução do Experimento**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biotecnologia/Análise de Alimentos e Purificação de Produtos (LABAP) e Laboratório de Bioprocessos (LBIOP) da Habite, incubadora de Empresas de Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Gurupi. E as análises de ressonância magnética nuclear de prótons e espectrofotometria de infravermelho com transformada de Fourier foram realizadas no Laboratório de Espectrometria - Departamento de Engenharia Química (DEQ) da Escola de Engenharia de Lorena (EEL) da Universidade de São Paulo-USP (DEQ-EEL/USP).

### **2.2 Extração e caracterização do óleo de buriti**

A polpa de buriti foi obtida no mercado municipal da cidade de Gurupi-TO, Brasil, no período de abril a novembro de 2016. O óleo de buriti foi extraído diretamente da polpa do fruto, por meio do uso de prensa mecânica. A polpa foi previamente desidratada em estufa de secagem por convecção durante 18 h à  $40\text{ °C} \pm 1$ . O óleo extraído foi caracterizado de acordo com os métodos físico-químicos para análises de alimentos do Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008).

O cálculo do rendimento do processo de extração é dado pela Equação 1.

$$\% \text{Rendimento} = \frac{M_o}{M_s \times X_o} \times 100 \quad (\text{Eq 1})$$

onde:  $M_o$  = massa óleo (gramas);  $M_s$  = massa seca (gramas);  $X_o$  = fração mássica de óleo presente na polpa (0,28).

Foram determinados índice de acidez (% de ácido oleico), índice de peróxido (miliequivalentes de peróxido/kg de amostra), densidade ( $\text{gL}^{-1}$ ), viscosidade ( $\text{mm}^2\text{s}^{-1}$ ) (Referências).

### 2.2.1 Índice de acidez

Preparou-se solução de éter de petróleo-álcool (2:1) neutra, solução de fenolftaleína e solução de hidróxido de sódio 0,1 M. Pesou-se 2 g da amostra em frasco Erlenmeyer de 125 mL, adicionou-se 25 mL de solução de éter de petróleo-álcool (2:1) neutra e duas gotas do indicador fenolftaleína. A amostra foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M até o aparecimento da coloração rósea, a qual persistiu por 30 segundos (IAL, 2008). As análises foram realizadas em triplicata e em três repetições.

O índice de acidez é obtido pela Equação (2):

$$\text{Índice de acidez} = \frac{V \times f \times 5,61}{P} \quad (\text{Eq 2})$$

onde:

V = volume gasto de solução de NaOH na titulação

f = fator de correção do NaOH

P = peso da amostra (gramas)

### 2.2.2 Índice de Peróxido

Para a análise de índice de peróxidos foram utilizadas solução de tiosulfato de sódio 0,1 M, solução de amido 1% m/v, solução de ácido acético-clorofórmio (3:2) v/v e solução saturada de iodeto de potássio (KI). Para o preparo da solução saturada de iodeto de potássio, 30 g de iodeto de potássio foram adicionadas em 21 mL de água (solução armazenada em frasco âmbar e utilizada no mesmo dia da sua preparação). Pesou-se  $5,00 \pm 0,05$  g da amostra em um frasco Erlenmeyer de 250 mL, no qual posteriormente foi adicionado 30 mL da solução ácido acético-clorofórmio 3:2, agitando constantemente até a dissolução da amostra. Em seguida, acrescentou-se 0,5 mL da solução saturada de KI e a solução foi deixada em

repouso ao abrigo da luz por exatamente um minuto. Transcorrido o tempo de repouso, 30 mL de água foram acrescentados a mistura que foi titulada com solução de tiosulfato de sódio 0,1 M com constante agitação até que a coloração, levemente amarelada, desaparecesse. Por fim, adicionou-se 0,5 mL de solução de amido indicadora e se continuou com a titulação até o completo desaparecimento da coloração azul (IAL, 2008). Uma prova em branco foi preparada nas mesmas condições e titulada. As análises foram realizadas em triplicata.

O índice de peróxido é calculado pela Equação (3):

$$\text{Índice de peróxido} = \frac{(A-B) \times N \times f \times 1000}{P} \text{ (Eq 3)}$$

onde:

A = volume de tiosulfato de sódio gasto na titulação

B = volume de tiosulfato gasto no ensaio em branco

N = normalidade da solução de tiosulfato de sódio

f = fator da solução de tiosulfato de sódio

P = peso da amostra (gramas)

### 2.2.3 Densidade e viscosidade cinemática

A densidade do óleo foi determinada por meio do uso de densímetro digital, modelo DMA 35 e a viscosidade cinemática foi obtida através do viscosímetro analógico, modelo LAB- LVT4000.

### 2.2.4 Métodos espectroscópicos

O óleo de buriti foi analisado qualitativamente pelos métodos espectrofotométricos, ressonância magnética nuclear de prótons (H-RMN) (RMN 300 MHz, modelo Mercury, marca Varian<sup>®</sup> e espectrofotometria de infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) (Modelo Frontier, marca Perkin Elmer<sup>®</sup>) com a dissolução de aproximadamente 5 mg de amostra em 600 µL de CDCl<sub>3</sub>, de acordo com (DURÃES *et al.*, 2006).

## 2.3 Preparo dos frutos melão e melancia

Os frutos sem nenhum tratamento pós-colheita foram adquiridos de mercado municipal da cidade de Gurupi-TO, Brasil, e selecionados quanto a coloração da casca, ausência de sinais de danos mecânicos e/ou deterioração por fungos. Os frutos selecionados foram sanitizados por meio de lavagem com água potável para retirada de sujidades, imersão

em solução aquosa de hipoclorito de sódio à 100 ppm de cloro residual livre (CRL) durante 20 min e enxague com água clorada a 3ppm de CRL. Após a lavagem, os frutos foram submetidos a secagem ao ar livre sobre bancadas. Todos os utensílios e superfícies utilizadas durante o corte também foram higienizados com solução de hipoclorito de sódio à 100 ppm. Posteriormente, a etapa de processamento mínimo consistiu em fatiar os frutos com uma faca de aço inox, em pedaços de aproximadamente mesmo tamanho (4 x 3cm) e massa  $\pm$  40 g.

## 2.4 Preparo e aplicação dos revestimentos comestíveis

Foram formuladas quatro soluções de revestimentos com matrizes mistas à base de polissacarídeos, proteína e lipídeos. O procedimento no preparo das soluções de revestimento foi adaptado de PEREIRA Jr. (2014). O revestimento fécula de mandioca (F) foi elaborado com 3% de fécula de mandioca comercial (AMAFIL<sup>®</sup>), 2,5% de gelatina em pó puríssima (Isofar<sup>®</sup>), 0,5% de glicerol (Cromato<sup>®</sup>), 0,5% de ácido cítrico (Alphatec<sup>®</sup>) e 0,5% de ácido ascórbico (Alphatec<sup>®</sup>). Hidratou-se 2,5% de gelatina em pó puríssima e 0,5% de glicerol em água destilada por 1 hora em temperatura ambiente para que ocorresse o intumescimento. Separadamente, foi preparada uma suspensão de fécula de mandioca em água destilada com adição de 0,5% de ácido cítrico e 0,5% de ácido ascórbico. A suspensão de fécula foi misturada com o hidratado de gelatina sob agitação, aquecendo-se a uma temperatura de 70 °C, por aproximadamente 10 a 15 minutos. Após a geleificação, a solução de revestimento permaneceu em repouso até atingir a temperatura ambiente ( $28 \pm 1$  °C).

O mesmo procedimento foi executado para preparar a formulação Fécula/Óleo (FO), substituindo o glicerol por 1% de óleo de buriti, a solução obtida foi homogeneizada em liquidificador doméstico por 1 min antes ser aquecida, para que se obtivesse uma emulsão.

A formulação Pectina (P) foi elaborada com 3% de Pectina (Alphatec<sup>®</sup>), 2,5% de gelatina em pó puríssima (Isofar<sup>®</sup>), 0,5% de glicerol (Cromato<sup>®</sup>), 0,5% de ácido cítrico (Alphatec<sup>®</sup>), 0,5% de ácido ascórbico (Alphatec<sup>®</sup>). Hidratou-se 2,5% de gelatina em pó puríssima e 0,5% de glicerol em água destilada por 1 hora em temperatura ambiente para que ocorresse o intumescimento. Posteriormente, todos reagentes foram homogeneizados em liquidificador doméstico até obtenção de uma emulsão. O mesmo procedimento foi executado



para preparar a formulação Pectina/Óleo (PO), substituindo o glicerol por 1% de óleo de buriti. Todos reagentes eram de grau analítico.

Os frutos de melancia e melão devidamente cortados em formato de prismas retangulares de aproximadamente mesmo tamanho (3x4 cm) foram imersos por 1 minuto nas soluções de revestimentos, escorridos com o auxílio de um escorredor de polimetilmetacrilato (PMMA) por aproximadamente 30 segundos e foram acondicionados em potes plásticos de polietileno tereftalato (PET). As tampas foram perfuradas com agulha estéril para que ocorresse a troca gasosa. Os frascos foram armazenados sob refrigeração a  $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 10 dias.

## 2.5 Análises físico-químicas e contagem microbiana

### 2.5.1 % em perda de massa

A perda de massa foi determinada pesando-se os frutos em balança analítica no início do experimento/dia de aplicação dos revestimentos (massa inicial) e a cada 2 dias até o fim do período de armazenamento. Foi utilizada a Equação 4 para o cálculo da perda de massa.

$$PM = [(Pi - Pf) \div Pi] \times 100 \text{ (Eq 4)}$$

onde:

$Pi$  = massa inicial (g)

$Pf$  = massa final (g)

$PM$ , valor da perda de massa em porcentagem.

### 2.5.2 Sólidos solúveis, pH e acidez titulável

As amostras foram homogeneizadas com o auxílio de mini-processador de alimentos (Wallita<sup>®</sup>) para obtenção do suco do fruto. As análises de teor de sólidos solúveis totais (SST, expresso em °Brix) foram realizadas com auxílio de um refratômetro portátil (Modelo RT-30ATC, Instrutherm<sup>®</sup>). O valor de pH foi obtido por meio de um pHmetro digital (Modelo mPA-210, Max Labor<sup>®</sup>) e a acidez titulável (AT, expresso como % de ácido cítrico), determinada pela titulação com NaOH 0,1M em uma mistura de 10 g de suco do fruto com

100 mL de água destilada até atingir pH 8,2, de acordo com metodologia proposta por AOAC (1990).

### 2.5.3 Análise microbiológica

Para determinação da carga microbiana foi utilizada a técnica de espalhamento em superfície (*spread-plate*) (TORTORA, FUNKE, CASE, 2008). Sob condições assépticas, 10 g dos frutos de cada tratamento foram homogeneizados em um homogeneizador de amostras (Modelo 440/CF, Marconi<sup>®</sup>) com 90 ml de água peptonada salina (1 gL<sup>-1</sup> de peptona e 8,5 gL<sup>-1</sup> de NaCl), durante 2 min dentro de um saco de polipropileno estéril. Subsequentemente, foram feitas diluições decimais seriadas. Aliquotas de 100 µL foram espalhadas em placas de Petri sobre meio Ágar Batata Dextrose (BDA) (200,0 gL<sup>-1</sup> infusão de batata; 20,0 gL<sup>-1</sup> glicose; e 17,0 gL<sup>-1</sup> ágar bacteriológico) acidificado até pH 4,5 com ácido clorídrico 1M para determinar o crescimento de bolores e leveduras; e em meio Ágar Nutriente (3,0 gL<sup>-1</sup> extrato de carne; 5 gL<sup>-1</sup> peptona de carne; e 15 gL<sup>-1</sup> de ágar bacteriológico adicionado de antifúngico Nistatina (Neo Química<sup>®</sup>) 0,4% v/v para quantificar o crescimento de bactérias aeróbicas mesofílicas. Todas as placas foram incubadas a 28 ° C durante 2 dias para bactérias e 5 dias para contagem de bolores e leveduras. Os dados microbianos foram expressos como log UFCmL<sup>-1</sup>.

### 2.6 Planejamento Experimental e Análise Estatística

O experimento foi executado para cada fruto (melão e melancia), separadamente, em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 2 fatores: tipo de revestimento e tempo de acondicionamento em dias. Tipo de acondicionamento (5 tratamentos): fruto sem película (Controle), Fécula, Fécula/Óleo, Pectina e Pectina/Óleo. Tempo de acondicionamento em dias (6 níveis): 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias. Foram realizadas três repetições. Em cada nível de tempo, as unidades experimentais (1 pote contendo 4 pedaços de fruto revestidos) foram submetidas às análises físico-químicas (perda de massa, sólidos solúveis, pH e acidez titulável) e contagem microbiana.

Todos os experimentos foram realizados em três repetições independentes e as amostras foram analisadas em triplicata. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Os valores de  $p < 0,05$  foram considerados como significativamente diferentes.

As análises estatísticas foram realizadas no software SISVAR<sup>®</sup> 5.3.

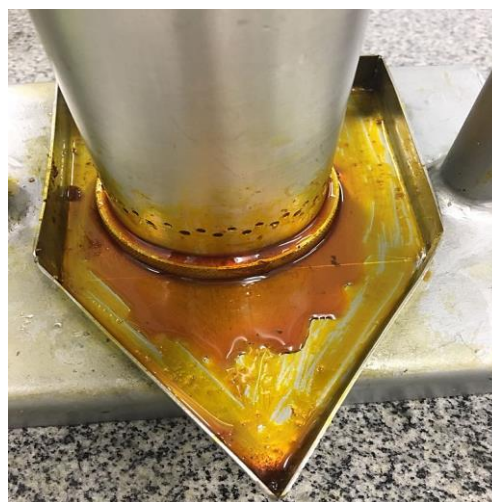
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Extração do óleo de buriti

O rendimento de óleo de buriti neste trabalho foi de aproximadamente 10,5%, este baixo rendimento pode ser explicado pelo maior tempo de secagem que foi de 18 h em comparação com a extração realizada por Batista (2011) por 7 h, ambos realizados na mesma temperatura 40 °C. VILHENA (2013) comparou três metodologias de extração (solvente, mecânica e artesanal) e foi obtida com a extração mecânica um rendimento de 21,5 %. A Figura 1 ilustra o processo de extração mecânica do óleo de buriti com a utilização de prensa mecânica manual.



b)



**Figura 1:** Processo de extração do óleo de buriti a) Prensa mecânica e manual para extração de óleos vegetais b) Extração de óleo de buriti.

Matérias primas ricas em óleos, como o buriti, que apresentam cerca de 20 a 30% de óleo em sua polpa podem ser submetidas a extração mecânica. As matérias-primas que

contém menor quantidade de lipídeos devem ser processadas através da extração de óleo por meio de solventes (BATISTA, 2011; CUNHA *et al.*, 2012). Ademais, a escolha pelo método de extração mecânica por prensagem se fez necessária à preservação de algumas características físico-químicas intrínsecas do óleo de buriti, bem como a manutenção do seu poder antioxidante e antimicrobiano.

Existe grande semelhança entre as propriedades físicas (por exemplo, solubilidade, polaridade e massa molar) entre os carotenoides e os triglicerídeos, ambos estão presentes no óleo de buriti. Isso explica o porquê dos métodos químicos/térmicos podem causar mudanças irreversíveis em suas estruturas, favorecendo a perda de atividade antioxidante do óleo (DARNET *et al.*, 2011; RIBEIRO; COELHO; BARRETO, 2012).

### 3.2 Parâmetros físico-químicos

A caracterização físico-química do óleo de buriti utilizado na formulação dos revestimentos comestíveis é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1:** Caracterização físico-química do óleo de buriti quanto a densidade, índice de acidez, índice de peróxido e viscosidade cinemática.

Propriedades Físico-Químicas	Resultados
Densidade ( $\text{kgm}^{-3}$ )	$1021 \pm 0,08$
Índice de acidez (% Ác. Oléico)	$1,59 \pm 0,10$
Índice de Peróxido ( $\text{meqKg}^{-1}$ de amostra)	$6,20 \pm 0,45$
Viscosidade cinemática ( $\text{mm}^2\text{s}^{-1}$ )	$41,3 \pm 0,97$

A qualidade do óleo de buriti pode ser verificada através de suas propriedades físico-químicas, porém diversos fatores interferem nestas propriedades e qualidade, tais como: o método de conservação e processamento do fruto pós-colheita; o local de cultivo e estação ano na colheita do fruto e a composição dos ácidos graxos (AQUINO *et al.*, 2011; PEREIRA LIMA *et al.*, 2017).

### 3.2.1 Densidade e viscosidade

A densidade obtida para o óleo de buriti neste trabalho, de  $1021 \text{ kgm}^{-3}$  ( $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ) está de acordo com a literatura, pois valores semelhantes comumente são encontrados em amostras de óleo de buriti  $921,2 \text{ kgm}^{-3}$  ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) (PEREIRA LIMA *et al.*, 2017). A alta concentração de ácidos graxos monoinsaturados presentes no óleo de buriti implica um maior valor na densidade do óleo, pois altos graus de insaturação levam o aumento de densidade (GOPINATH; PUHAN; NAGARAJAN, 2009; PEREIRA LIMA *et al.*, 2017).

O óleo de buriti apresentou valor de viscosidade cinemática de  $41,3 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$ , valores bem próximos são reportados na literatura para este óleo  $40,8 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$ . (PEREIRA LIMA *et al.*, 2017). De acordo com Pereira Lima *et al.*, (2017) o comprimento da cadeia carbônica dos ácidos graxos e os graus de insaturação dos ácidos graxos influenciam diretamente a viscosidade cinemática dos óleos vegetais. Uma única ligação dupla tende ao aumento da viscosidade, entretanto duas ou mais ligações duplas causam a diminuição. Isso explica o alto valor de viscosidade encontrado para o óleo de buriti com composição de aproximadamente 78% de ácido oleico (monoinsaturado) e possuir uma cadeia carbônica longa ( $\text{C}_{18}$ ).

A presença desses ácidos graxos de cadeia longa e monoinsaturados nos revestimentos comestíveis minimizam a permeabilidade ao vapor de água por conferir uma estrutura mais densa e com menor mobilidade ao vapor de água em relação aos revestimentos adicionados com ácidos graxos que apresentam viscosidade menor (insaturados de cadeia curta) (KAMPER; FENNEMA, 1985).

### 3.2.2 Índice de acidez e peróxido

O índice de acidez e peróxido do óleo de buriti foram de 1,59 % Ác. Oleico e  $6,20 \text{ meqkg}^{-1}$ , respectivamente, valores semelhantes são reportados na literatura (1,23 -1,89 % Ác. Oleico) e (7,56 – 8,98  $\text{meqkg}^{-1}$ ), respectivamente. Esses valores podem variar dependendo do índice de maturação do fruto, processo de extração e refinamento e a decomposição dos ácidos graxos é favorecida pelo aquecimento e luminosidade (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005; AQUINO *et al.*, 2011; CERIANI *et al.*, 2008; CUNHA *et al.*, 2012; DARNET *et al.*, 2011; LUZ *et al.*, 2011; PEREIRA LIMA *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2009).

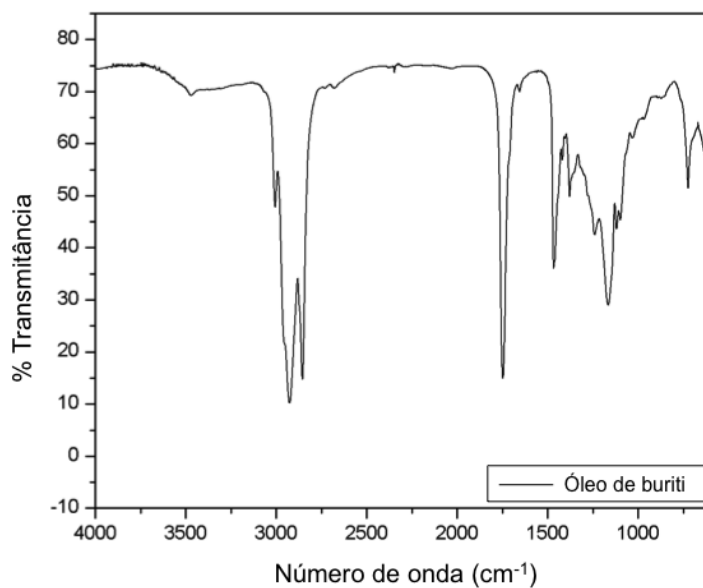
É indispensável a determinação do índice de acidez de óleos para fins alimentícios, pois este parâmetro é diretamente relacionado com a qualidade e conservação do revestimento comestível, quanto maior o índice de acidez maior probabilidade de sabor rançoso e indica maior perda de pigmentos no óleo (AQUINO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2009; VILHENA, 2013). Os resultados dos parâmetros físico-químicos analisados do óleo de buriti validam a boa qualidade para a adição na formulação dos revestimentos comestíveis.

Através do índice de peróxido é possível prever o estado de oxidação do óleo de buriti, devido os peróxidos serem os produtos de sua oxidação (SILVA *et al.*, 2009). O óleo de buriti adicionado aos revestimentos comestíveis apresentou baixa oxidação, o que sugere adequada qualidade dos revestimentos. A oxidação lipídica induz alterações de sabores e odores, além de alterações nutricionais pela degradação de vitaminas e óleos essenciais e formação de compostos tóxicos (RAMALHO; JORGE, 2006).

As características físico-químicas do óleo de buriti adicionados nos revestimentos comestíveis estavam de acordo com as Normas do *Codex Alimentarius* - FAO/OMS, que estabelece parâmetros de Índice de acidez de 4,0 mgNaOH/g e Índice de Peróxido de até 10 meq/ kg, para óleos extraídos via prensagem mecânica a frio e não refinados (Referência).

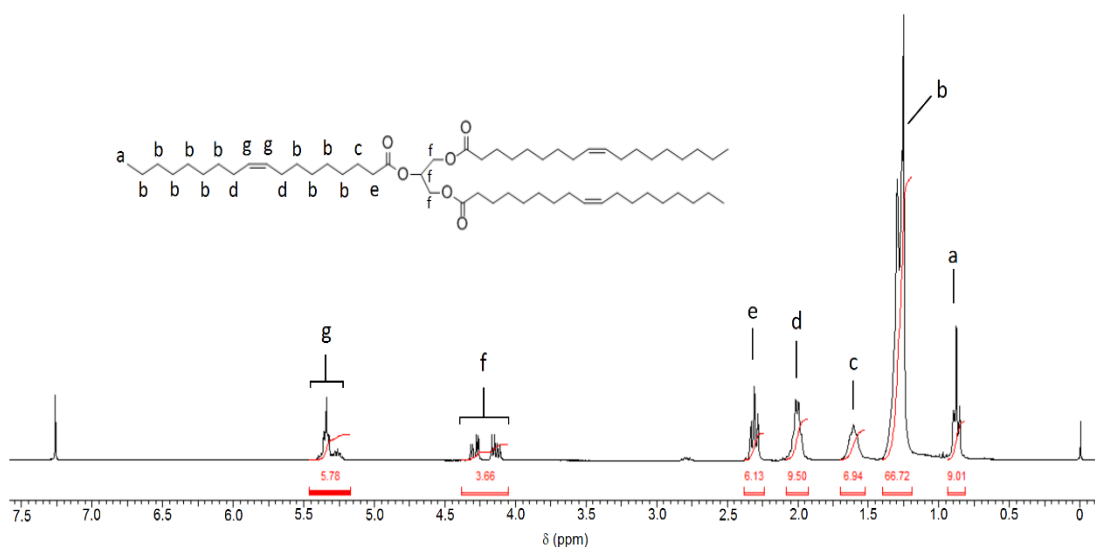
### 3.2.3 Caracterização de óleo de buriti por FTIR e H-RMN.

Os picos apresentados no espectro ilustrado na Figura 2 são típicos de amostra de óleo vegetal insaturado, sendo que em aproximadamente  $3005\text{ cm}^{-1}$  há um sinal referente ao estiramento da ligação C-H de insaturação, seguido de banda larga entre  $2989\text{-}2792\text{ cm}^{-1}$  (movimentos de vibração das ligações C-H alifáticas). A presença de insaturação também pode ser comprovada pelo sinal em aproximadamente  $1650\text{ cm}^{-1}$  (movimentos de vibração das ligações C=C). Em  $1745\text{ cm}^{-1}$  nota-se um pico típico do estiramento das ligações C=O e C-O de éster.



**Figura 2:** Espectro de infravermelho (FTIR) de amostra de óleo de buriti.

Os picos correspondentes a cada próton presente na estrutura do triglicerídeo estão ilustrados na Figura 3. A análise de  $^1\text{H}$ -RMN foi realizada pela dissolução de aproximadamente 5 mg de amostra em 600  $\mu\text{L}$  de  $\text{CDCl}_3$ . Pela integração dos picos foi possível calcular que, para cada molécula de triglicerídeo, há aproximadamente 3 insaturações, o que leva a uma média de uma insaturação por ácido graxo. De fato, o óleo de buriti foi previamente caracterizado, sendo majoritariamente composto ( $\sim 78\%$ ) por ácido oleico (DURÃES *et al.*, 2006).



**Figura 3:** Espectro de  $^1\text{H}$ -RMN de amostra de óleo de buriti ( $\text{CDCl}_3$ ).

Vários trabalhos apontam o ácido oleico como o mais abundante dentre os ácidos graxos presentes no óleo de buriti (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005; AQUINO *et al.*, 2011; CERIANI *et al.*, 2008; DARNET *et al.*, 2011; LUZ *et al.*, 2011; PEREIRA LIMA *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2009; ZANATTA *et al.*, 2010). A elevada percentagem de ácido oleico e a baixa concentração dos ácidos graxos poli-insaturados, conhecidos também como PUFA (*Polyunsaturated Fatty Acids*) atribuem ao óleo de buriti uma grande estabilidade oxidativa (SILVA *et al.*, 2009), além do mais o ácido oleico é um dos precursores na produção de muitos outros ácidos graxos poli-insaturados (LEHNINGER; NELSON; COX, 2000).

Segundo o *Codex Alimentarium Commission* (2009) as altas concentrações de ácidos monoinsaturados e poli-insaturados em óleos vegetais promovem maiores benefícios na saúde. O ácido oleico é o ácido graxo ômega-9, encontrado majoritariamente nos óleo vegetais (MARAMALDI *et al.*, 2013) e ao ser adicionado aos revestimentos comestíveis pode agregar além de boas propriedades tecnológicas, valor nutricional. Muitos trabalhos já utilizam os revestimentos comestíveis como carreadores de substâncias bioativas ou antioxidantes (ROSSL *et al.*, 2011) para melhorar a aparência, integridade e segurança microbiana dos frutos (VALENCIA-CHAMORRO *et al.*, 2011).

O óleo de buriti é considerado um insumo importante e com várias aplicações na indústria alimentícia (SILVA *et al.*, 2009), sendo amplamente utilizado como corante alimentar e suplemento nutricional. O atrativo comercial do óleo de buriti é resultado da alta concentração de  $\beta$ -carotenos e tocoferóis (RIBEIRO; COELHO; BARRETO, 2012). Estes compostos atribuem efeitos benéficos à saúde humana, na prevenção do câncer devido sua atividade antioxidante, no tratamento da xerofalmina devido ao potencial pro-vitamínico A, prevenção de doenças cardiovasculares e redução do colesterol (CUNHA *et al.*, 2012). Outro efeito benéfico é o seu potencial antimicrobiano já comprovado para alguns microrganismos (KOOLEN *et al.*, 2013).

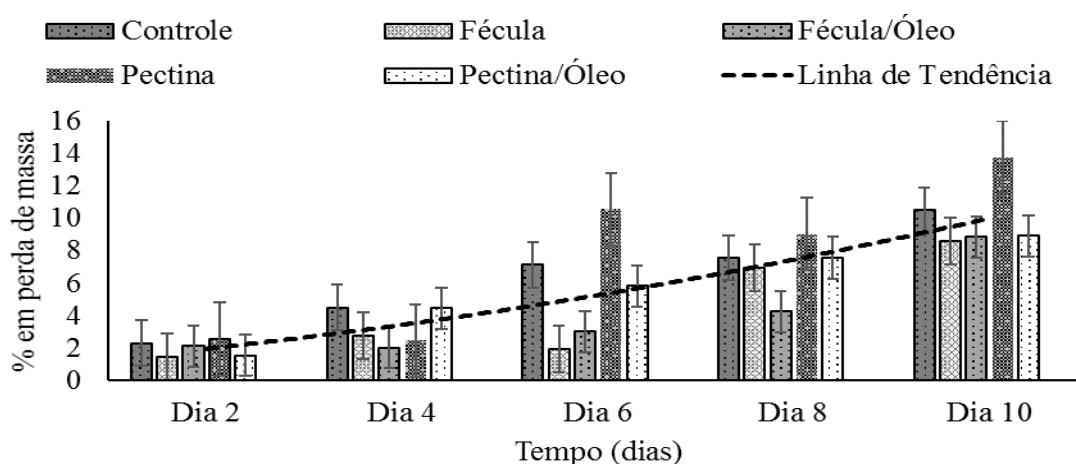
Pesquisas estão sendo realizadas no desenvolvimento de produtos alimentícios adicionados de óleo de buriti como uma alternativa para o consumo de fontes de vitamina A, além de levar ao consumidor novos sabores (AQUINO *et al.*, 2012). Schlemmer; De Oliveira; Sales, (2007) obtiveram resultados satisfatórios na utilização do óleo de buriti como agente plastificante para formulação de plásticos biodegradáveis à base de amido, porém não



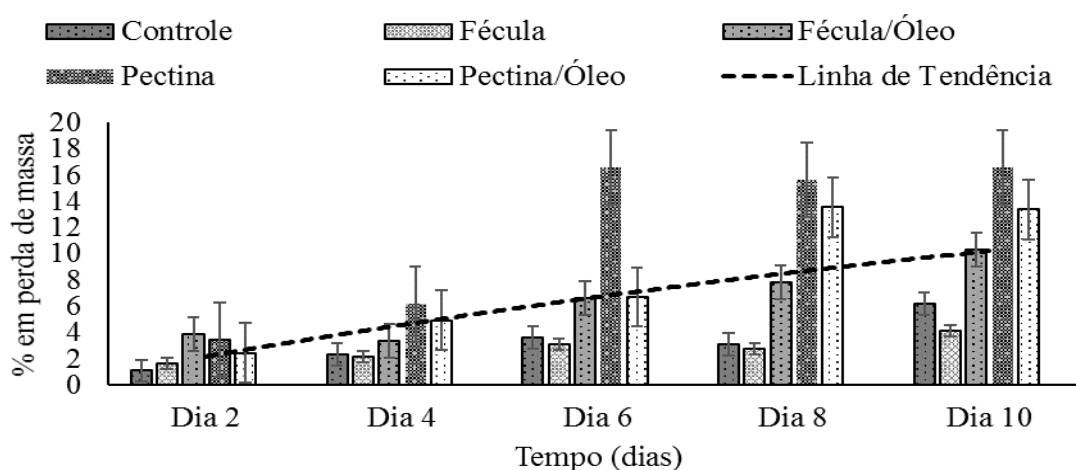
foi encontrado na literatura a utilização do óleo de buriti como agente plastificante na produção de revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca (amido) e pectina.

### 3.3 Porcentagem em perda de massa para os frutos

Os resultados da porcentagem de perda de massa dos frutos melancia e melão para os diferentes revestimentos comestíveis são mostrados nas Figuras 4 e 5, respectivamente.



**Figura 4:** Perda de massa em porcentagem (%) de melancia minimamente processada, por tipo de revestimento ao longo de 10 dias de armazenamento à 10 °C.



**Figura 5:** Perda de massa em porcentagem (%) de melão minimamente processado, por tipo de revestimento ao longo de 10 dias de armazenamento à 10 °C.

Os maiores valores de % de perda de massa da melancia foram encontrados no revestimento pectina (13,79%) e controle (10,53%). Os demais revestimentos proporcionaram a mesma porcentagem, de aproximadamente 9 %, ao longo do tempo de armazenamento (Fig. 3). Até o quarto dia o revestimento pectina (2,48%) apresentou menor perda de massa em relação ao controle (4,52%), sendo esta perda crescente até o final do tempo de armazenamento provavelmente este revestimento pouco diminuiu a permeabilidade à vapores e gases da atmosfera modificada.

O revestimento a base de fécula de mandioca (1,97%) proporcionou menor perda de massa até o sexto dia de armazenamento para a melancia em comparação ao controle (7,15%), entretanto, o revestimento fécula/óleo (4,27%) apresentou melhores resultados, com uma menor perda de massa até o oitavo dia de armazenamento também em comparação ao controle (7,51%). A adição do óleo de buriti provavelmente tenha favorecido a diminuição da permeabilidade à vapores do revestimento comestível e a taxa de respiração do fruto (TAVASSOLI-KAFRANI; SHEKARCHIZADEH; MASOUDPOUR-BEHABADI, 2016). Devido o ácido oleico possuir cadeia carbônica longa, a sua polaridade diminui e assim promove uma eficiente barreira à transferência de umidade através do revestimento (DUAN *et al.*, 2011).

Os valores em perda de massa dos revestimentos fécula de mandioca e fécula/óleo diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais revestimentos e do controle, sendo estes os tratamentos os mais indicados para revestimento de melancia minimamente processada.

Sipahi *et al.*, (2013) obtiveram com revestimentos comestíveis à base de alginato, valores de perda de massa menores para melancia minimamente processada (3-5%), porém a temperatura de acondicionamento dos frutos foi de 4°C, ou seja, menor que a aplicada no presente trabalho.

As perdas de massa do melão diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) para todos tratamentos, controle e durante o período de análise (tempo), apresentando um comportamento crescente ao longo do tempo de armazenamento. Os melões revestidos com pectina (16,59%) e pectina/óleo (6,72%) apresentaram os maiores valores de perda de massa a partir do sexto dia e apresentaram perdas crescentes ao longo do tempo de armazenamento. Assim como na melancia revestida, o óleo de buriti adicionado nos revestimentos comestíveis

apresentou um bom poder plastificante, pois proporcionou uma eficiente barreira ao vapor de água que pode ser comprovada pelas menores perda de massa nos revestimentos que continham óleo de buriti. Rojas-Graü *et al.*, (2007) comprovaram que a adição do óleo de girassol em revestimentos comestíveis à base de gelana e alginato aumentou a resistência ao vapor de água para maçãs minimamente processadas.

Os frutos revestidos com pectina e pectina/óleo combinados com gelatina apresentaram maior perda em massa em relação aos demais revestimentos, porém não se pode afirmar que estes polissacarídeos em consórcio com a gelatina não apresentam grande potencial na manutenção da qualidade dos frutos minimamente processados. Visto que a pectina e a gelatina podem atuar como agentes sacarificantes, retardando a perda de água dos frutos para o ambiente por permitirem que a umidade do revestimento evapore antes da desidratação do fruto (CAMPOS; GERSCHENSON; FLORES, 2011). Deste modo, a perda de massa ao longo de tempo de armazenamento provavelmente pode ser do revestimento e não dos frutos, devido à evaporação da água dos revestimentos, o que possivelmente ocorreu com os frutos revestidos com pectina e pectina/óleo neste trabalho. Perkins-Veazie; Collins (2004) sugere que a maior perda de massa nos frutos controle. Provavelmente é devido a elevada quantidade de água nos revestimentos e não exclusivamente devido a desidratação do fruto .

O revestimento à base de fécula de mandioca no melão também proporcionou menor perda de massa (4,12%) em relação ao controle (6,22%) no final do tempo armazenamento, provavelmente devido à sua boa aderência, atuando como uma camada que cobre os estômatos do fruto e proporciona uma eficiente atmosfera modificada com uma elevada retenção de CO<sub>2</sub>, favorecendo a redução na perda de massa (MANTILLA *et al.*, 2013; VALERO *et al.*, 2013). O glicerol apresentou melhor eficiência como agente plastificante para o melão podendo atuar na melhoria da flexibilidade do revestimento, sendo este o mais utilizado nas formulações de revestimentos comestíveis de polissacarídeos e proteínas (SIPAHI *et al.*, 2013).

O revestimento à base de fécula de mandioca pode ser considerado potencialmente viável para manutenção da vida de prateleira de melão minimamente processado, pois a fécula de mandioca é uma matéria-prima de baixo custo e proporciona a formação de películas resistentes e transparentes com baixa permeabilidade à vapor de água (LUVIELMO;

LAMAS, 2013), contribuindo na redução da perda de massa dos frutos. Garcia *et al.*, (2010) afirmam também que a utilização de fécula de mandioca a 3% para revestimento de morangos minimamente processados favoreceu a redução da perda de massa em relação ao controle.

Os demais revestimentos apresentaram maior perda de massa em relação ao controle. Esta perda de massa pode ter sido ocasionada devido a maior permeabilidade de vapor desses revestimentos comestíveis à base de polissacarídeos, que se dão por suas propriedades hidrofílicas. A perda de fluidos durante o processamento e armazenamento é comum em frutas com alto teor de água, como melões e melancia (TESFAY; MAGWAZA, 2017).

Além disso, todos revestimentos comestíveis continham ácido ascórbico em sua composição, sua função é evitar o escurecimento enzimático, principalmente do melão que ocorre pouco tempo depois de seu corte. Segundo Rojas-Graü *et al.*, (2007) o ácido ascórbico contido nas formulações é um composto hidrofílico e tende a aumentar a permeabilidade ao vapor de água dos revestimentos comestíveis, conseqüentemente, propiciam maior perda de massa nos frutos. Duan *et al.*, (2011) e Guerreiro *et al.*, (2015) encontraram maiores perdas de massa do que nos controles em mirtilos revestidos com quitosana e morangos revestidos com alginato, respectivamente.

De acordo com Perkins-Veazie; Collins, (2004) as perdas de massas em melancia e melão frescos cortados podem aumentar como resultado do tamanho do cubo, temperatura de armazenamento ou atmosfera modificada. Fonseca e Rushing, (1999) afirmam que frutos cortados em aproximadamente 3 cm apresentam maior perda de massa por compressão do que por lesões na superfície de corte. Este tamanho foi o utilizado no corte dos frutos no presente estudo, sendo esta mais uma hipótese a ser analisada na perda de massa apresentada pela melancia e melão minimamente processados. Segundo Dhanapal *et al.*, (2012) o método de produção do revestimento, a capacidade de adesão do revestimento à superfície cortada do fruto e a degradação do óleo interferem diretamente na funcionalidade e desempenho dos revestimentos comestíveis.

A espessura do revestimento está diretamente relacionada com a qualidade dos revestimentos comestíveis. Segundo Martiñon *et al.*, (2014) a espessura do revestimento é influenciada pela concentração de pectina utilizada. Neste trabalho utilizou-se uma alta concentração de pectina (3%) que originou uma solução de revestimento bastante viscosa

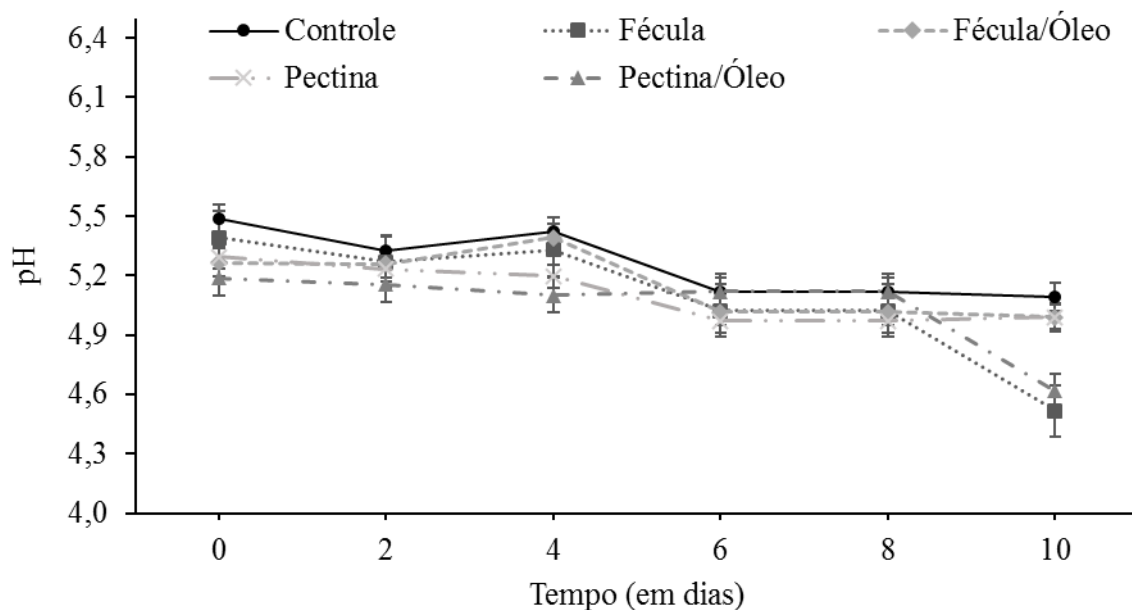
propiciando a formação de um revestimento espesso, o que de acordo com Carneiro-da-Cunha *et al.*, (2009). pode ter favorecido o aparecimento de efeitos negativos nos frutos revestidos com pectina e pectina/óleo, tais como: alteração da permeabilidade de gases que interferem na perda de massa do fruto e formação de condições anaeróbicas que favorecem a fermentação do fruto.

A perda de massa do fruto está diretamente relacionada com a preservação da textura, turgência e nitidez, devido à ausência de uma cutícula e camadas sub-epidérmicas e a exposição dos tecidos internos, sendo estes parâmetros os principais aspectos importantes das frutas frescas que atraem os consumidores (SIPAHÍ *et al.*, 2013; TOIVONEN; BRUMMELL, 2008). As melancias revestidas com fécula, fécula/óleo e pectina/óleo não aparentaram amolecimento até o sexto dia de armazenamento. O melão revestido com fécula de mandioca apresentou alterações em sua textura até o oitavo dia. As frutas minimamente processadas têm uma vida de armazenamento muito curta de 4-10 dias (SIROLI *et al.*, 2015). Nunes (2015) relata que a perda de massa de 4-5% não influencia significativamente a textura do fruto, dados que se assemelham neste trabalho.

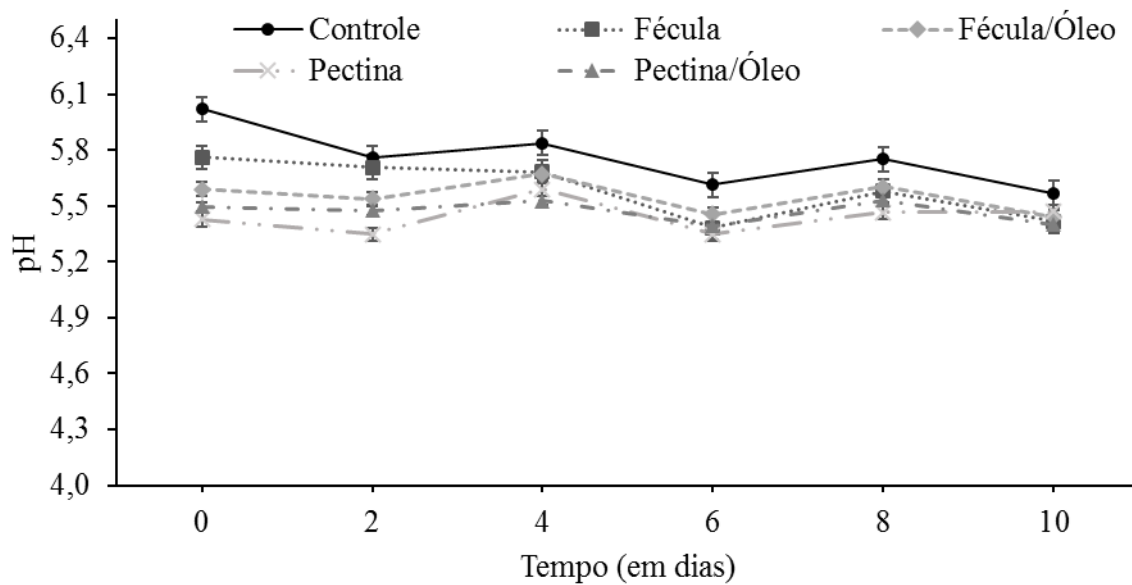
### **3.4 Caracterização físico-química dos frutos melancia e melão minimamente processados.**

#### **3.4.1 pH e Acidez titulável**

Ao longo do tempo de armazenamento, as melancias e melões independente do tratamento apresentaram uma tendência decrescente nos valores de pH (Figuras 6 e 7), assim como a partir do sexto dia a acidez titulável aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) em ambos os frutos, independente dos revestimentos, conforme mostra a linha de tendência nas Figuras 8 e 9.



**Figura 6:** pH do fruto melancia em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento.



**Figura 7:** pH do fruto melão em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento.

Os valores de pH iniciais da melancia e do melão variaram entre 5,19-5,49; 5,43-6,02, respectivamente. As aplicações dos revestimentos comestíveis alteraram significativamente ( $p < 0,05$ ) os pHs da melancia e do melão ao longo do tempo de armazenamento quando comparados ao controle (Figuras 6 e 7). O pH mais baixo nos frutos revestidos se deve provavelmente à presença dos ácidos cítrico e ascórbico na composição de todos os revestimentos. Martiñon *et al.*, (2014 apud USDA, 2007) afirmam que o pH dos frutos melancia e melão frescos variam de 5,5 à 6,5, ou seja, embora os valores de pH das amostras revestidas fossem ligeiramente mais baixos, eles se encontram dentro da faixa reportada na literatura.

As melancias revestidas apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) no pH em relação ao controle, porém não diferiram ( $p < 0,05$ ) entre si. Entretanto, os valores de pH dos revestimentos fécula e pectina/óleo apresentaram redução acentuada no seu valor ( $p > 0,05$ ) ao final do décimo dia de armazenamento (Fig. 6). Os resultados da análise de variância estão dispostos no Apêndice A. Tal achado sugere bons atributos aos revestimentos fécula e pectina/óleo, pois pHs mais ácidos favorecem a inibição de crescimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos sobre a superfície dos frutos.

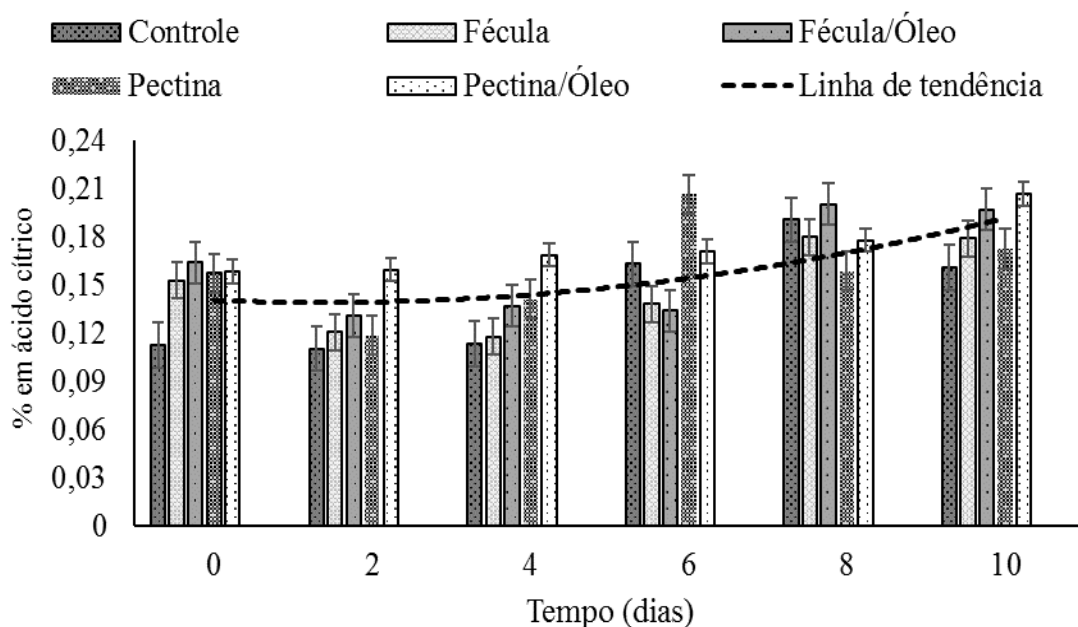
No melão houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os revestimentos comestíveis fécula, fécula/óleo, pectina e pectina/óleo, sendo os frutos revestidos com fécula e fécula/óleo os que apresentaram menor acidez em relação aos revestidos com pectina e pectina/óleo, provavelmente devido à excreção de ácidos orgânicos pelos microrganismos pectinolíticos presentes nos frutos que poderiam catabolizar a pectina para seu crescimento.

Entretanto, em relação ao tempo de armazenamento os melões revestidos com fécula, fécula/óleo, pectina/óleo não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) até o quarto dia de armazenamento. O que indica que estes revestimentos foram capazes de retardar a respiração dos frutos (SIPAHI *et al.*, 2013), ou seja, propiciando uma atmosfera modificada que assegura a manutenção do pH do fruto até quatro dias após o seu processamento mínimo.

Não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) na acidez titulável para nenhum revestimento até o quarto dia para as melancias, e até ao sexto dia para os melões. O revestimento pectina/óleo proporcionou aumento progressivo na acidez titulável ao longo do tempo de armazenagem. Os valores de acidez titulável não variaram significativamente

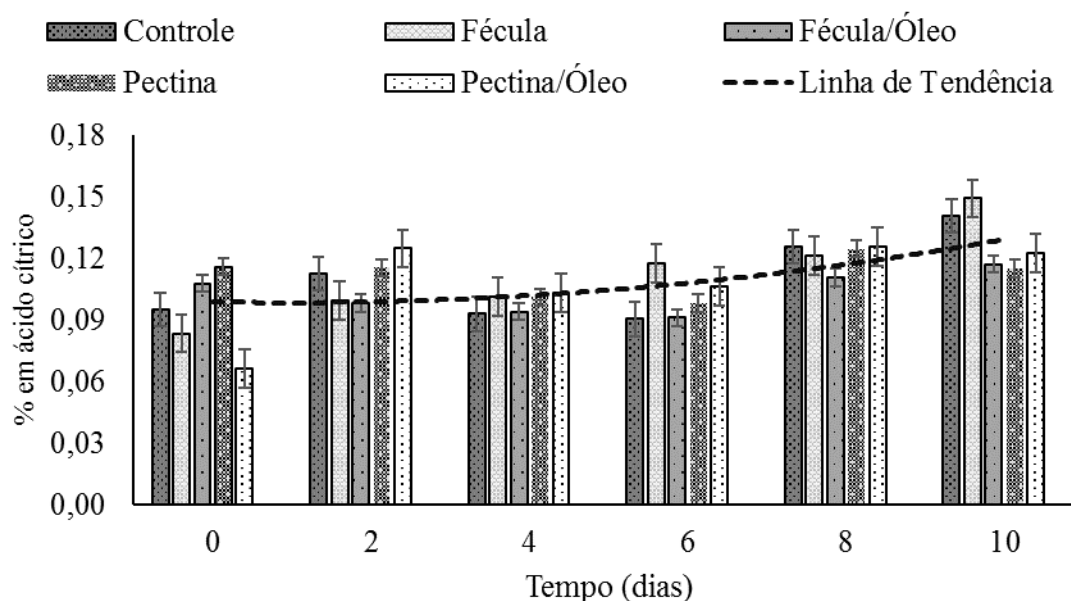
( $p < 0,05$ ) em relação aos revestimentos comestíveis para ambos os frutos, entretanto as melancias revestidas apresentaram valores de acidez titulável ligeiramente maiores que o controle (Fig. 8), provavelmente devido à adição de ácido cítrico e ascórbico na composição dos revestimentos.

As Figuras 8 e 9 mostram os valores de acidez titulável total dos frutos melancia e melão revestidos com os revestimentos fécula, fécula/óleo, pectina e pectina/óleo, ao longo de 10 dias de armazenamento à 10°C.



**Figura 8:** Acidez titulável do fruto melancia em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento.





**Figura 9:** Acidez titulável do fruto melancia em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento.

Segundo Koh *et al.* (2017) outra hipótese para redução do pH e aumento da acidez titulável seria a formação de ácido carbônico, devido a dissolução de elevada concentração de CO<sub>2</sub>, presente na atmosfera modificada, na alta quantidade de água presente na superfície dos frutos melancia e melão. Assim como, a excreção de ácidos orgânicos por microrganismos acidófilos e fermentativos presentes na superfície do fruto ao longo do armazenamento. Também podem estar relacionados com a produção de ácidos orgânicos, como ácido málico e cítrico, decorrente das reações fisiológicas e bioquímicas dos frutos (CAROLINA *et al.*, 2007; SANCHÍS *et al.*, 2016). O aumento na acidez titulável e a diminuição do pH do fruto pode minimizar o crescimento de microrganismos (MARTIÑON *et al.*, 2014), podendo assim ser considerado um bom atributo aos revestimentos comestíveis.

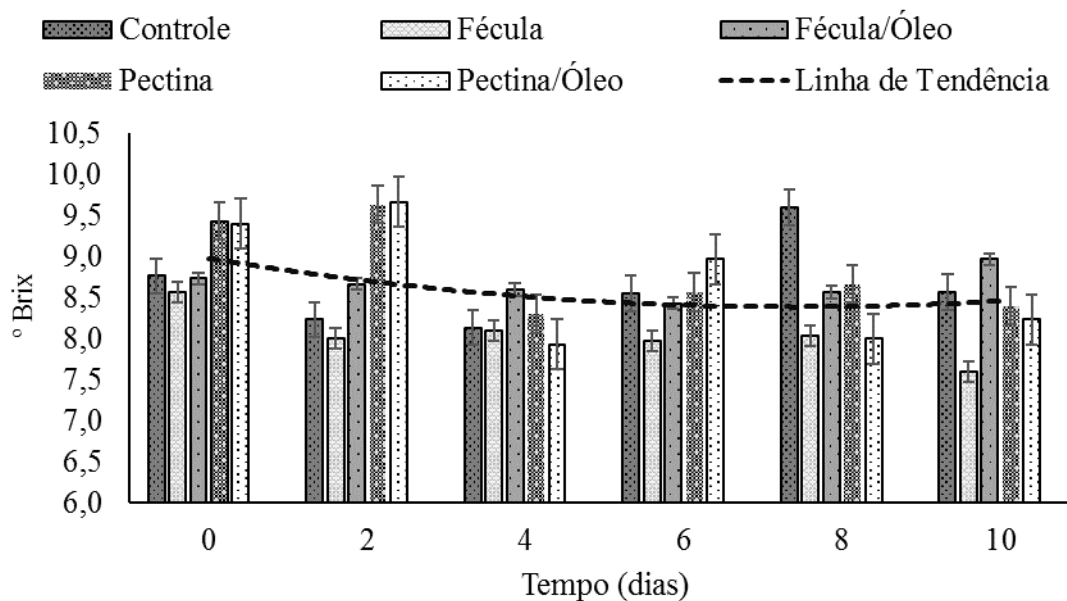
De acordo com Pentead; Leitão, (2004) que estudaram as condições de crescimento de *Listeria monocytogenes* em melão e melancia, porém não revestidos, na mesma condição de temperatura 10 °C e afirmam que os valores de pH encontrados neste trabalho indicam que a polpa destes frutos é um substrato adequado para crescimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos. Com isso, é sugerido a adição de compostos antimicrobianos como o óleo de buriti ou diminuir a temperatura de armazenamento para maximizar a vida útil destes produtos.

Zambrano-Zaragoza *et al.*, (2017) relatam valores de acidez titulável (0,09-0,16) semelhantes aos encontrados no presente estudo em melões minimamente processados revestidos com goma xantana com nanocápsulas de  $\beta$ -caroteno. Os frutos revestidos apresentaram a mesma tendência de aumento na acidez titulável ao longo do tempo de armazenamento semelhante a este trabalho.

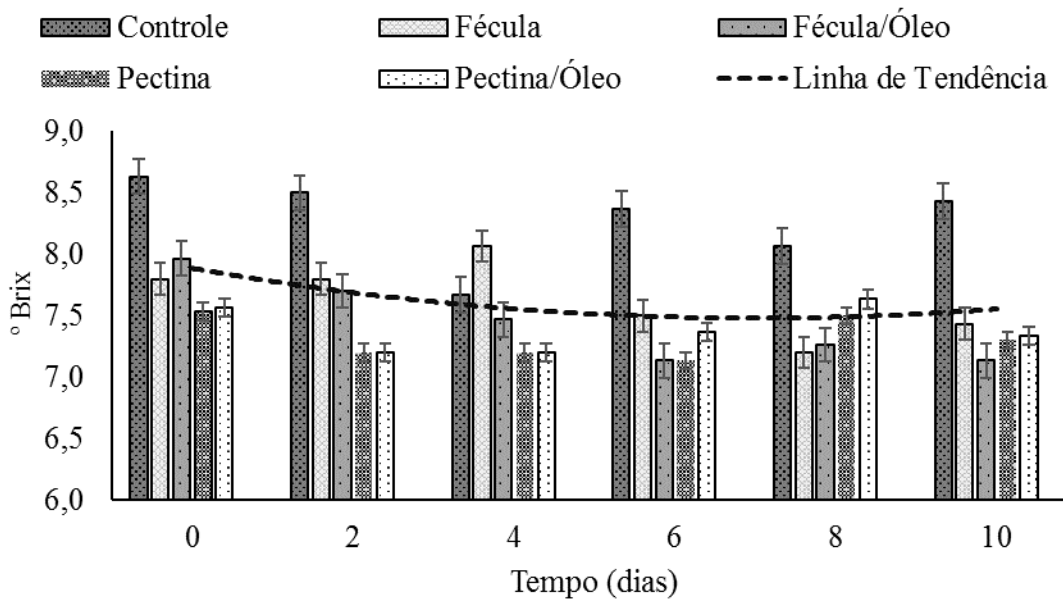
MARTIÑON *et al.*, (2014) relatam que melões minimamente processados revestidos com quitosana e pectina apresentaram resultados de acidez titulável entre 0,09-0,10, valores próximos aos do presente estudo. Entretanto, pequenas variações na acidez titulável podem ser encontradas devido os fatores ambientais, como os do próprio fruto (cultivar, estágio de maturação, etc.) (MEDEIROS *et al.*, 2009)

### 3.4.2 Sólidos solúveis totais

Os teores de sólidos solúveis variaram de 7,60 a 9,60 °Brix para a melancia (Fig. 10) e de 7,2 a 8,63 °Brix para o melão (Fig. 11). Sipahi *et al.*, (2013) relatam menores concentrações de sólidos solúveis totais em melancia minimamente processada revestidas com alginato. Essas variações nos SST são influenciadas por diversos fatores, tais como: estágio de maturação, época de colheita, condições de armazenamento, variabilidade genética, práticas culturais e adubação. As melancias e melões produzidos no estado do Tocantins apresentam grande teores de sólidos solúveis totais, pois existem condições favoráveis de clima, solo e água para o seu cultivo (SANTOS *et al.*, 2010).



**Figura 10:** Sólidos solúveis totais do fruto melancia em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento.



**Figura 11:** Sólidos solúveis totais do fruto melão em função do tempo (em dias) de armazenamento com aplicação de diferentes tipos de revestimento.

Outros trabalhos com melancias e melões minimamente processados revestidos com goma xantana e pectina apresentam resultados de SST semelhantes aos destes presente estudo, entre 8,5-10 (MARTIÑON *et al.*, 2014); 7,28-8,47 (ZAMBRANO-ZARAGOZA *et al.*, 2017).

Martiñon *et al.*, 2014 afirmam que frutos melancia e melão com teores de sólidos solúveis entre 8 a 10 °Brix são considerados maduros. Os frutos analisados neste estudo foram colhidos no estágio ideal de maturação, visto que se colhidos verdes, as suas qualidades são prejudicadas para o comércio; se colhidos em estágio de maturação avançado, exigirão tratamentos pós-colheita mais rigorosos, prejudicando também a qualidade.

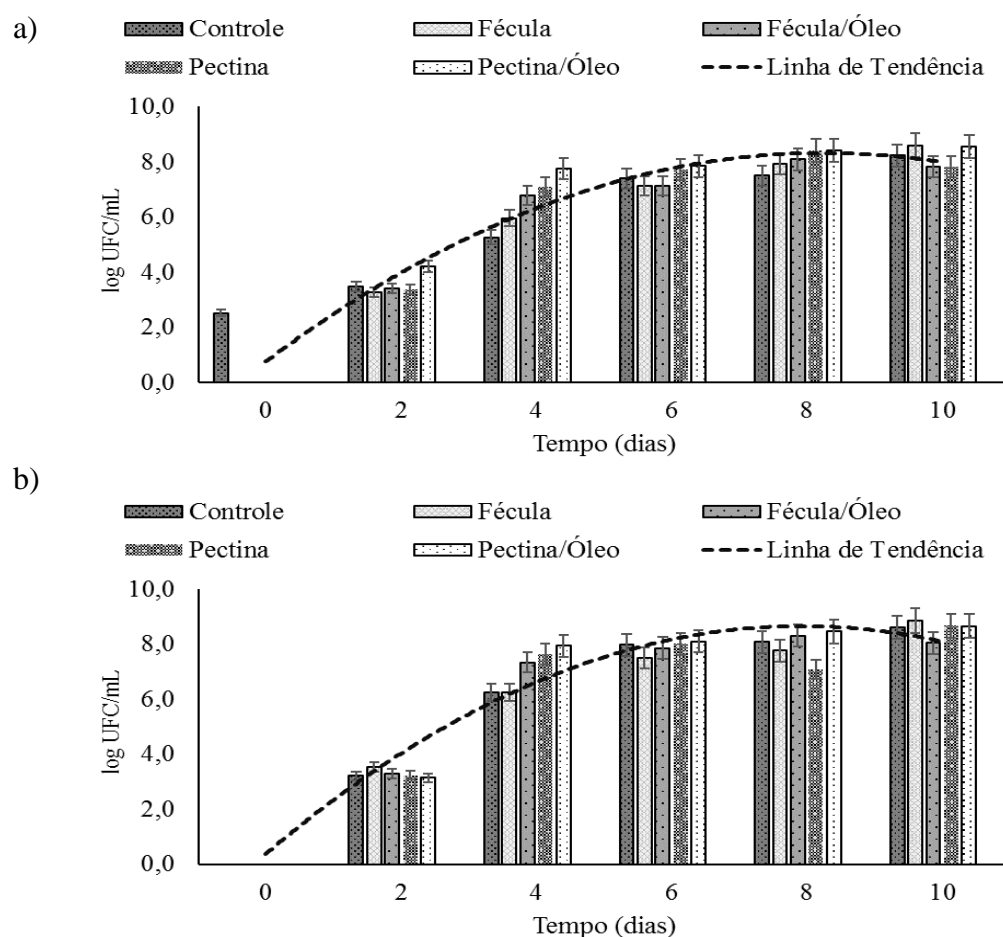
As melancias revestidas com pectina e pectina/óleo apresentaram maior teor de sólidos solúveis totais nos dois primeiros dias de armazenamento, porém não diferiram significativamente ( $p>0,05$ ) em relação aos demais revestimentos. Esta maior concentração de SST pode estar relacionada a elevada viscosidade e espessura dos revestimentos à base de pectina.

Os revestimentos comestíveis à base de pectina e os adicionados de óleo de buriti não interferiram significativamente ( $p>0,05$ ) nos teores de sólidos solúveis totais para nenhum fruto, apenas uma ligeira diferença foi observada nas melancias revestidas com fécula no décimo dia de armazenamento. Com isso, podemos concluir que os revestimentos comestíveis foram eficientes na redução da taxa de respiração dos frutos, visto que os açúcares são os primeiros substratos utilizados na respiração (KOH *et al.*, 2017).

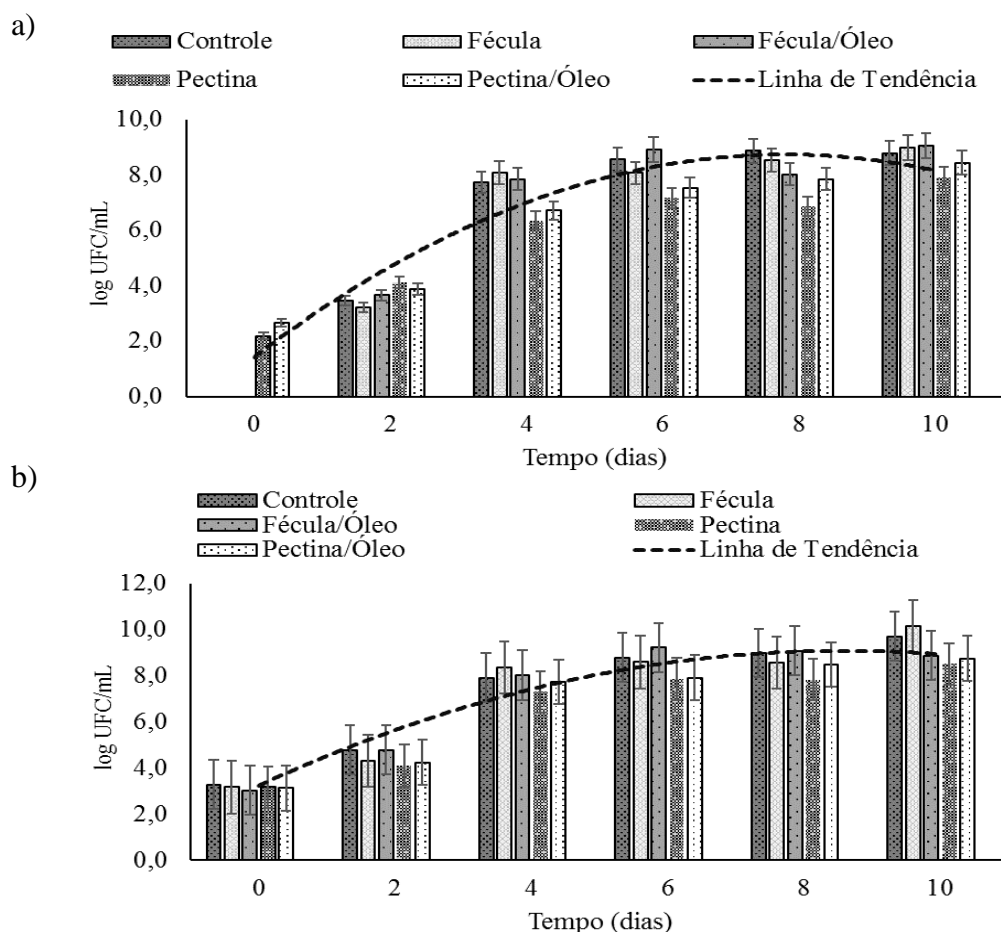
Os teores de sólidos solúveis não foram significativos em relação ao tempo ( $p>0,05$ ) para melancia, ou seja, não alteraram durante o armazenamento. Estes dados são esperados, pois frutos não climatérios não alteram o teor de sólidos solúveis no pós-colheita (MANTILLA *et al.*, 2013; TOIVONEN; BRUMMELL, 2008). Contudo, observa-se uma pequena diminuição nos valores do SST para ambos frutos ao longo do tempo de armazenagem como mostram as linhas de tendência dos dados na Figuras 10 e 11. É comum essa perda de SST em frutos minimamente processados (PERKINS-VEAZIE; COLLINS, 2004), após um período prolongado de armazenamento, caso o consumo de açúcares como substrato no processo respiratório seja superior aos processos de degradação de polissacarídeos. E principalmente, devido ao consumo de carboidratos pelos microrganismos deteriorantes.

### 3.5 Análise microbiológica

Os resultados das contagens em placas para bactérias; bolores e leveduras para melancia e melão minimamente processados ao longo de 10 dias de armazenamento estão dispostos na Figura. 12 e 13. A população de bactérias, bolores e leveduras aumentaram ao longo do tempo de armazenamento para todos os revestimentos e controle, em ambos, conforme mostra as linhas de tendências das Figuras 12 e 13.



**Figura 12:** População microbiana de melancia minimamente processada com diferentes revestimentos comestíveis, armazenados a 10° C durante 10 dias. Legenda: a) Contagem de bolores e leveduras em meio BDA. b) Contagem de bactérias aeróbias mesofílicas em Ágar nutriente.



**Figura 13:** Contagem da população microbiana presentes em melão minimamente processado com diferentes revestimentos comestíveis, armazenados a 10° C durante 10 dias. Legenda: a) Contagem de bolores e leveduras em meio BDA. b) Contagem de bactérias aeróbias mesofílicas em Ágar nutriente

Os frutos melancia e melão são considerados frutos de baixa acidez ( $\text{pH} > 4,5$ ) e sua polpa contém elevado teor de açúcares, sendo substratos ideais para o crescimento microbiano (MUNIRA *et al.*, 2013). O crescimento microbiano foi monitorado a cada dois dias para todos os revestimentos comestíveis e frutos testados. A contaminação dos frutos acontece desde o processamento mínimo até o consumo, porém é extremamente importante assegurar a qualidade microbiológica da matéria-prima, pois se já estiver contaminada é muito provável que o produto final não estará apto para o consumo.

A melancia não apresentou crescimento de bactérias em nenhum tratamento no dia 0 do processamento (Fig 12), portanto, podemos concluir que o processo de sanitização dos frutos e utensílios com hipoclorito de sódio foi satisfatório. Alguns autores relatam que a utilização deste desinfectante ocasiona reduções de no máximo 1 à 2 ciclos logarítmicos na população bacteriana das matérias-primas (ABADIAS *et al.*, 2008). Em relação ao crescimento de bolores e leveduras apenas as melancias não revestidas apresentaram uma carga microbiana de 2,52 log UFCmL<sup>-1</sup> no dia 0.

Não houve crescimento de bolores e leveduras no dia 0 para os melões revestidos com fécula, fécula/óleo e controle. Entretanto os melões revestidos com pectina e pectina/óleo apresentaram uma população de bolores e leveduras de 2,18 e 2,66 log UFCmL<sup>-1</sup>, respectivamente. Acredita-se que estes microrganismos sejam pectinolíticos, pois a polpa do melão é rica em substâncias pécicas (VIEITES *et al.*, 2007) e ao revestir os frutos com pectina, esta pode ter sido rapidamente metabolizada pelas leveduras nativas no fruto. Em relação a contagem bacteriana no dia 0 todos tratamentos apresentaram uma população de bactérias de 3,0-3,3 log UFCmL<sup>-1</sup>(Fig.12).

De acordo com Siroli *et al.*, (2015) e Belletti *et al.*, (2008) uma variação de 3,0 a 6,0 log UFCmL<sup>-1</sup> é comum para frutos minimamente processados analisados logo após o processamento. Visto que durante o processamento mínimo, os frutos frescos são susceptíveis à contaminação microbiana, oriundos da própria matéria-prima. Do mesmo modo, alguns microrganismos podem ser resultantes de contaminações cruzadas e crescem rapidamente logo após a exposição aos nutrientes (GRAÇA *et al.*, 2016; MARTINON GASPAR, 2011; OMS-OLIU *et al.*, 2010). A presença de microrganismos nos frutos minimamente processados ocorre logo após o corte, devido a exposição de sua superfície, pois a parte interna do fruto é considerada estéril, salvo a integridade física do fruto (ARTÉS-HERNÁNDEZ *et al.*, 2010; PENTEADO; LEITÃO, 2004).

A estabilidade microbiológica é um fator importante para comercialização de produtos frescos cortados, visto que o crescimento de patógenos e microrganismos deteriorantes são também demonstrados em frutas com baixa acidez, como melão e melancia (KOH *et al.*, 2017; MUNIRA *et al.*, 2013). Os padrões microbiológicos para comercialização de alimentos minimamente processados quanto a ausência de *Salmonella* e contagem máxima de coliformes tolerantes são os estabelecidos na Resolução RDC N°12/01 da Agência

Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), para frutas e/ou hortaliças “frescas, in natura, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto”, entretanto esta resolução não estabelece limites para contagem total ou bolores em frutas.

O Brasil ainda não possui uma legislação específica para alimentos minimamente processados, alguns padrões e/ou recomendações internacionais são utilizadas para comparação. De forma geral, os frutos minimamente processados possuem o tempo de vida de prateleira bastante reduzido, cerca de 2-4 dias armazenados em expositores refrigerados (SIROLI *et al.*, 2015).

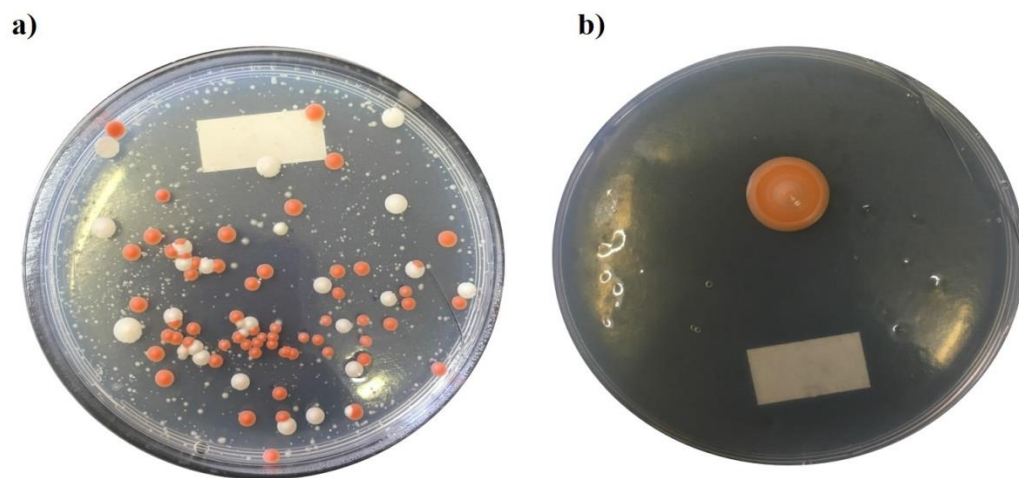
As legislações da França e da Alemanha permitem a comercialização de frutos minimamente processados com uma contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos de  $7,7 \log \text{ UFCmL}^{-1}$  (LEGNANI; LEONI, 2004). Adotando-se este padrão de contagem microbiana, as melancias revestidas com fécula e pectina estão aptas para o consumo humano até o oitavo dia de armazenamento. O revestimento fécula/óleo apresentou contagem total de aeróbios mesofilos aproximadamente de  $7,8 \log \text{ UFCmL}^{-1}$  no sexto dia de armazenamento para a melancia, este valor é próximo ao permitido pela legislação para o consumo. O revestimento pectina/óleo proporcionou menor tempo de prateleira, apenas dois dias para a melancia.

Os melões revestidos com pectina e pectina/óleo proporcionaram estabilidade microbiológica dentre os padrões da legislação para consumo até o quarto dia de armazenamento. Os demais revestimentos, assim como o controle garantiram vida de prateleira de 2 dias para os melões.

As contagens de bolores e leveduras não consideraram na análise da qualidade microbiológica dos frutos minimamente processados, visto que uma das grandes parcelas da população destes microrganismos são nativos dos frutos. Segundo Santos *et al.*, (2010) leveduras, tais como: *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Trichosporon*, *Pichia* fazem parte da microbiota normal do fruto e têm pouca relação com a qualidade ou a segurança da matéria-prima para consumo humano. Entretanto, estes microrganismos participam ativamente da deterioração das frutas.

Acredita-se que levedura *Rhodotorula* estava presente em ambos frutos (Fig. 14), devido suas características morfológicas serem semelhantes das leveduras deste gênero; forma: circular; cor: laranja/vermelho; elevação: achatada; estrutura: lisa; borda: lisa; brilho: opaca; aspecto: consistente.





**Figura 14:** Crescimento microbiano em meio BDA para melancia revestida com pectina. Legenda: a) Microrganismos presentes em meio BDA de melancia revestida com pectina no 6° dia de armazenamento b) Microrganismos presentes em meio BDA de melancia revestida com pectina no 2° dia de armazenamento.

Os resultados quanto a manutenção das características físico-químicas dos frutos revestidos (Perda de massa, pH, STT e AT) evidenciam a boa qualidade dos revestimentos comestíveis. Supõem-se que o curto tempo de vida de prateleira dos frutos revestidos se deve as condições de refrigeração deste estudo 10 °C, pois temperaturas menores minimizariam o crescimento microbiano e aumentariam o tempo de prateleira do alimento. Vários trabalhos realizados com melancia e melão minimamente processados utilizam temperatura de armazenamento inferior à 5°C para o armazenamento (KOH *et al.*, 2017; MARTIÑON *et al.*, 2014; SIPAHI *et al.*, 2013; ZAMBRANO-ZARAGOZA *et al.*, 2017). A temperatura dos expositores abertos e refrigerados de supermercados variam de 5-10 °C, o que se pretendeu neste estudo propiciar as condições reais de comercialização do produto.

Alguns trabalhos adicionaram compostos antimicrobianos, tais como: óleos de canela, palmarosa e limoeiro na formulação de revestimentos comestíveis para melão e melancia minimamente processados e propiciaram maior tempo de prateleira destes frutos entre 15 à 20 dias. (MARTIÑON *et al.*, 2014; RAYBAUDI-MASSILIA; MOSQUEDA-MELGAR; MARTÍN-BELLOSO, 2008; SIPAHI *et al.*, 2013).

Estudos comprovam a atividade antimicrobiana de extratos fenólicos presentes no óleo buriti. Porém há uma maior necessidade de estudo em relação a seu espectro de ação

(KOOLEN *et al.*, 2013). A utilização do óleo de buriti é uma estratégia promissora em comparação aos antimicrobianos químicos incorporados aos revestimentos comestíveis, devido a sua maior disponibilidade, biodegradabilidade, menor toxicidade, ser reconhecido como seguro para o consumo humano (GRAS - *Generally Recognized as Safe*) e possuir propriedades antioxidantes (CAMPOS; GERSCHENSON; FLORES, 2011).

Esperava-se que a presença de óleo de buriti nos revestimentos fécula/óleo e pectina/óleo diminuiria a contagem microbiana para bactérias, bolores e leveduras em relação aos revestimentos fécula e pectina. Tais resultados não foram observados o que aponta que o óleo de buriti não apresentou atividade antimicrobiana para os microrganismos presentes nos frutos, ou seja, o espectro de ação antimicrobiana do óleo de buriti não é abrangente para esta classe de microrganismos.

Ao final dos 10 dias, todos os tratamentos da melancia apresentaram crescimento de bactérias de cerca de 8 log UFCmL<sup>-1</sup>. Já em relação a população de bolores e leveduras, as melancias revestidas com fécula e pectina/óleo apresentaram menor população (7,8 log UFCmL<sup>-1</sup>), em contrapartida, as demais apresentaram contagem de 9 log UFCmL<sup>-1</sup>. Ao final do décimo dia de armazenamento houve uma redução acentuada no pH das melancias revestidas com fécula e pectina/óleo (Fig. 5), o que ocasionou provavelmente a inibição de crescimento de bolores e leveduras nestas frutas, devido a acidificação dos frutos revestidos.

A população bacteriana presente no melão no dia 10 apresentou maiores valores em comparação com a melancia para o revestimento fécula e controle; 10,15 e 9,7 UFCmL<sup>-1</sup>, respectivamente. A contagem de bolores e leveduras também apresentou maiores valores nos revestimentos fécula e fécula/óleo de aproximadamente 9 log UFCmL<sup>-1</sup> para ambos os tratamentos. Segundo Santos, *et al.*, (2010) a contagem total de bolores e leveduras pode atingir valores tão altos quanto 9 log UFC.mL<sup>-1</sup> apenas com a presença dos microrganismos nativos do fruto.

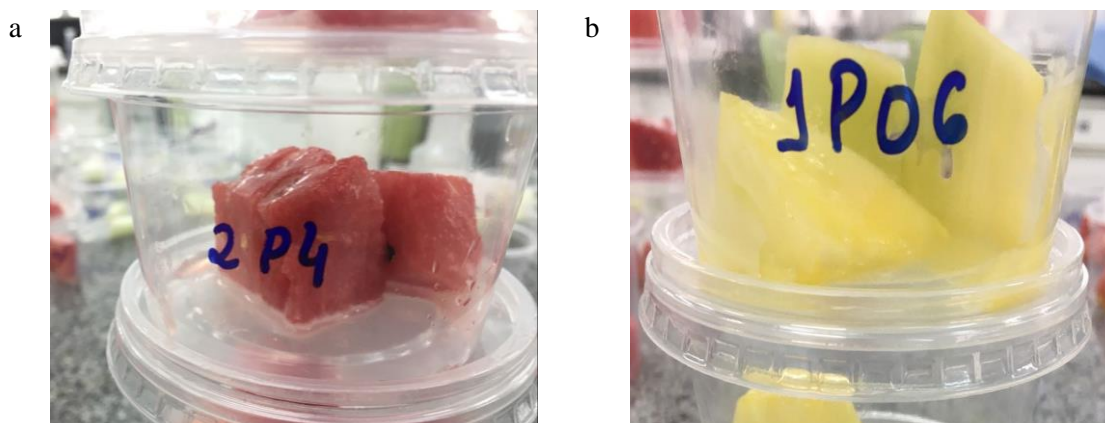
A elevada população microbiana em ambos os frutos revestidos com fécula, provavelmente seja resultado do consumo deste substrato, facilmente metabolizável, pelos microrganismos presentes após o seu processamento mínimo (BIERHALS; CHIUMARELLI; HUBINGER, 2011; SIROLI *et al.*, 2015). Porém, os revestimentos fécula e fécula/óleo foram os que apresentaram menores porcentagem em perda de massa, indicando melhor potencial para revestir melão.

A deterioração dos frutos minimamente processados é um dos problemas mais preocupantes na indústria alimentícia, pois reduz a vida útil do produto, assim como influencia a segurança alimentar (GRAÇA *et al.*, 2016). As mesmas características dos frutos deteriorados ao longo do tempo de armazenamento descritas por Nguyen-The; Carlin (1994) correspondem com as características encontradas em ambos os frutos no presente estudo, tais como: superfície viscosa, podridão macia, mudança de cor e colônias microbianas visuais, conforme mostra a Figura 14.



**Figura 15:** Aspecto visual dos frutos melancia e melão ao final do tempo de armazenamento.  
Legenda: a) Melancia revestida com pectina/óleo b) Melão revestido com pectina/óleo; ambos no 10º dia de armazenamento.

As melancias revestidas com pectina apresentaram coloração atípica; entretanto os melões revestidos com pectina/óleo apresentaram uma cor mais avermelhada, conforme mostra a Figura 16 b, essa coloração pode não ser considerada atrativa para os consumidores.



**Figura 16:** Aspecto visual dos frutos melancia e melão revestidos com pectina e pectina/óleo. Legenda: a) Melancia revestida com pectina no 4º dia de armazenamento b) Melão revestido com pectina/óleo no dia no 6º dia de armazenamento.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A utilização dos quatro revestimentos comestíveis com e sem a adição de óleo de buriti para revestimento de melancia e melão minimamente processados mostraram bons resultados para a manutenção da integridade físico-química dos frutos ao longo do tempo de armazenamento.
- O óleo de buriti não apresentou atividade antimicrobiana para nenhum fruto.
- Os revestimentos fécula de mandioca e fécula/óleo apresentaram os menores valores em porcentagem de perda de massa para ambos os frutos.
- Os revestimentos fécula de mandioca e fécula/óleo são os mais indicados na conservação de melancia e melão minimamente processados por garantirem maior estabilidade microbiológica e manutenção dos parâmetros físico-químicos: teores de sólidos solúveis, pH e acidez titulável.
- Os revestimentos comestíveis fécula de mandioca e pectina proporcionaram à melancia condições adequadas ao consumo até o oitavo dia após o processamento.

- Os revestimentos pectina e pectina/óleo garantiram estabilidade microbiológica aos melões até o quarto dia de armazenamento.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABADIAS, M. *et al.* Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, v. 123, n. 1–2, p. 121–129, 2008.
- ALBUQUERQUE, M. L. S. *et al.* Characterization of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil by absorption and emission spectroscopies. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 16, n. 6 A, p. 1113–1117, 2005.
- ALLENDE, A.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; GIL, M. I. Minimal processing for healthy traditional foods. *Trends in Food Science & Technology*, v. 17, p. 513–519, 2006.
- ALVES, A. F. *et al.* Herança da resistência do acesso de melancia PI 595201 a isolado de PRSV-W do estado do tocantins. *Bragantia*, v. 73, n. 2, p. 138–142, 2014.
- ALVES, A. I. *et al.* QUALIDADE DE MORANGOS ENVOLVIDOS COM REVESTIMENTO COMESTÍVEL ANTIMICROBIANO À BASE DE DIFERENTES FONTES DE AMIDO. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, v. 7, p. 1519–1526, 2011.
- AQUINO, J. DE S. *et al.* Processamento de biscoitos adicionados de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.): Uma alternativa para o consumo de alimentos fontes de vitamina A na merenda escolar. *Revista de Nutricao*, v. 25, n. 6, p. 765–774, 2012.
- AQUINO, J. DE S. *et al.* Refining of Buriti Oil (*Mauritia flexuosa*) Originated from the Brazilian Physicochemical, Thermal-Oxidative and Nutritional Implications. *JOURNAL OF THE BRAZILIAN CHEMICAL SOCIETY*, v. 23, n. 0, p. 1–8, 2011.
- ARTÉS-HERNÁNDEZ, F. *et al.* Low UV-C illumination for keeping overall quality of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology*, v. 55, n. 2, p. 114–120, 2010.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. DE. Revisão : coberturas comestíveis protetoras em frutas : fundamentos e aplicações. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 17, p. 87–97, 2014.
- BATISTA, C. D. C. R. *AVALIAÇÃO DA EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE POLPA DE BURITI (Mauritia flexuosa) VIA PROCESSO MECÂNICO COMBINADO COM PRÉ-TRATAMENTO ENZIMÁTICO*. 2011. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2011.

- BATISTA, J. S. *et al.* Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. *Ciência Rural*, v. 42, n. 1, p. 136–141, 2012.
- BELLETTI, N. *et al.* Antimicrobial efficacy of citron essential oil on spoilage and pathogenic microorganisms in fruit-based salads. *Journal of Food Science*, v. 73, n. 7, 2008.
- BHAT, S. Minimal Processing and Preservation of Fruits and Vegetables by Active Packaging. *International Journal of Herbal Medicine*, v. 1, n. 2, p. 131–138, 2013.
- BIERHALS, V. S.; CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Effect of Cassava Starch Coating on Quality and Shelf Life of Fresh-Cut Pineapple (*Ananas Comosus* L. Merrill cv “Pérola”). *Journal of Food Science*, v. 76, n. 1, p. 62–72, 2011.
- BIGHETTI, A. É. *et al.* Desenvolvimento de Sabonete em Barra com Óleo de Buriti (*Mauritia flexuosa* L.). *Infarma*, v. 20, p. 10–16, 2008.
- CAMPOS, C. A.; GERSCHENSON, L. N.; FLORES, S. K. Development of Edible Films and Coatings with Antimicrobial Activity. *Food and Bioprocess Technology*, v. 4, n. 6, p. 849–875, 2011.
- CÂNDIDO, T. L. N.; SILVA, M. R.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) from the Cerrado and Amazon biomes. *Food Chemistry*, v. 177, p. 313–319, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.041>>.
- CARNEIRO-DA-CUNHA, M. G. *et al.* Physical properties of edible coatings and films made with a polysaccharide from *Anacardium occidentale* L. *Journal of Food Engineering*, v. 95, n. 3, p. 379–385, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.05.020>>.
- CAROLINA, A. *et al.* Efeito do cloreto de cálcio na qualidade de melancias minimamente processadas.pdf. n. 1999, p. 442–446, 2007.
- CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças. *Embrapa Informação Tecnológica*, p. 67–80, 2006.
- CENCI, S. A. *Processamento mínimo de frutas e hortaliças: Tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem*. [S.l.: s.n.], 2011.

- CERIANI, R. *et al.* Densities and Viscosities of vegetable oils of nutritional value. *Journal of Chemical and Engineering Data*, v. 53, n. 8, p. 1846–1853, 2008.
- COSTA, E. M. *et al.* Diversidade e métodos de amostragem de Hymenoptera na cultura da melancia no semiárido. *Horticultura Brasileira*, v. 34, p. 257–264, 2016.
- COUTO, H. G. S. D. A. Ação do revestimento comestível contendo amido e nisina na conservação de salada de frutas minimamente processadas. *Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade*, 2016.
- CUNHA, M. A. E. *et al.* Supercritical adsorption of buriti oil (*Mauritia flexuosa* Mart.) in  $\gamma$ -alumina: A methodology for the enriching of anti-oxidants. *Journal of Supercritical Fluids*, v. 66, p. 181–191, 2012.
- DARNET, S. H. *et al.* Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the amazon region. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 31, n. 2, p. 488–491, 2011.
- DHANAPAL, A. *et al.* Edible films from Polysaccharides. *Food Science and Quality Management*, v. 3, n. 0, p. 9–17, 2012.
- DOS SANTOS, G. R. *et al.* Fontes e doses de silício na severidade do crestamento gomoso e produtividade da melancia. *Bioscience Journal*, v. 26, n. 2, p. 266–272, 2010.
- DUAN, J. *et al.* Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, v. 59, n. 1, p. 71–79, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.08.006>>.
- DURÃES, J. A. *et al.* Absorption and photoluminescence of Buriti oil/polystyrene and Buriti oil/poly(methyl methacrylate) blends. *European Polymer Journal*, v. 42, n. 12, p. 3324–3332, 2006.
- EÇA, K. S.; SARTORI, T.; MENEGALLI, F. C. Films and edible coatings containing antioxidants – a review. *Brasilian Journal of Food Technology*, v. 17, p. 98–112, 2014.
- FAKHOURI, F. M. *et al.* Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. *Postharvest Biology and*



*Technology*, v. 109, p. 57–64, 2015.

FAKHOURI, F. M. *et al.* Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 2, p. 369–375, 2007.

FERRARI, G. N. *et al.* A Cultura da Melancia. *Série Produtor Rural - Universidade de São Paulo*, v. 54, 2013.

FONSECA, J. M.; RUSHING, J. W. SHOCK AND VIBRATION FORCES INFLUENCE THE QUALITY OF FRESH-CUT WATERMELON. n. 1988, p. 147–152, 1999.

GARCIA, L. C. *et al.* Selection of an Edible Starch Coating for Minimally Processed Strawberry. *Food and Bioprocess Technology*, v. 3, n. 6, p. 834–842, 2010.

GOPINATH, A.; PUHAN, S.; NAGARAJAN, G. Theoretical modeling of iodine value and saponification value of biodiesel fuels from their fatty acid composition. *Renewable Energy*, v. 34, n. 7, p. 1806–1811, 2009. Disponível em:  
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2008.11.023>>.

GRAÇA, A. *et al.* Microbiological quality and safety of minimally processed fruits in the marketplace of southern Portugal. *Food Control*, v. 73, 2016.

GUERRA, I. C. D. *et al.* Coatings comprising chitosan and *Mentha piperita* L. or *Mentha x villosa* Huds essential oils to prevent common postharvest mold infections and maintain the quality of cherry tomato fruit. *International Journal of Food Microbiology*, 2015.

GUERREIRO, A. C. *et al.* The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. fresh fruit storage. *Postharvest Biology and Technology*, v. 100, p. 226–233, 2015. Disponível em:  
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.002>>.

HAN, J. H.; ARISTIPPOS, G. Edible films and coatings. A review. *Innovations in Food Packaging*, p. 239–262, 2005.

JUNIOR, A. S. D. A. *et al.* Produção e qualidade de frutos de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, p. 836–841, 2006.

JÚNIOR, J. G. *et al.* Qualidade pós-colheita de melão tipo cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. *Horticultura Brasileira*, v. 19, p. 223–227, 2001.

KAMPER, S. L.; FENNEMA, O. Use of an Edible Film to Maintain Water Vapor Gradients in Foods. *Journal of Food Science*, v. 50, n. 2, p. 382–384, 1985.

KIILL, L. H. P. *et al.* Polinização do meloeiro: biologia reprodutiva e manejo de polinizadores. *Funbio*, 2015.

KOH, P. C. *et al.* Application of edible coatings and repetitive pulsed light for shelf life extension of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L. *reticulatus* cv. Glamour). *Postharvest Biology and Technology*, v. 129, p. 64–78, 2017. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521416304574>>.

KOOLEN, H. H. F. *et al.* Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. *Food Research International*, v. 51, n. 2, p. 467–473, 2013. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.039>>.

LEGNANI, P. P.; LEONI, E. Effect of processing and storage conditions on the microbiological quality of minimally processed vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 39, n. 10, p. 1061–1068, 2004.

LUVIELMO, M. DE M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, v. 8, n. 1, p. 8–15, 2013.

LUZ, G. E. *et al.* Thermal catalytic cracking of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) over LaSBA-15 mesoporous materials. *Fuel Processing Technology*, v. 92, n. 10, p. 2099–2104, 2011.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fuproc.2011.06.018>>.

MANTILLA, N. *et al.* Multilayered antimicrobial edible coating and its effect on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). *LWT - Food Science and Technology*, v. 51, n. 1, p. 37–43, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.10.010>>.

MARAMALDI, G. *et al.* Olio di semi di mirtillo: Un cosmeceutico nel trattamento di soggetti con cute eczematosa o psoriasica. v. 16, n. 1, p. 1–6, 2013.

MARTIÑON, M. E. *et al.* Development of a multilayered antimicrobial edible coating for

shelf-life extension of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L.) stored at 4°C. *LWT - Food Science and Technology*, v. 56, n. 2, p. 341–350, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2013.11.043>>.

MARTINON GASPAR, M. E. Edible coating development for fresh-cut cantaloupe. n. Master of Science, p. 138, 2011.

MEDEIROS, S. A. F. DE *et al.* Caracterização físico-química de progênes de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 2, p. 492–499, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452009000200025&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452009000200025&lng=en&nrm=iso&tlng=es)>.

MEIO-NORTE, E. *A cultura da melancia*. [S.l: s.n.], 2007.

MILANEZ, J. T. *et al.* Pre-harvest studies of buriti (*Mauritia flexuosa* L.F.), a Brazilian native fruit, for the characterization of ideal harvest point and ripening stages. *Scientia Horticulturae*, v. 202, p. 77–82, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2016.02.026>>.

MOREIRA, S. P. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E SEGURANÇA DE MELÃO MINIMAMENTE PROCESSADO REVESTIDO EM MATRIZ DE QUITOSANA ADICIONADA DE COMPOSTOS BIOATIVOS MICROENCAPSULADOS EXTRAÍDOS DE SUBPRODUTOS DE ACEROLA. *Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará*, 2014.

MOREIRA, S. P. *et al.* Freshness retention of minimally processed melon using different packages and multilayered edible coating containing microencapsulated essential oil. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 49, n. 10, p. 2192–2203, 2014.

MORETTI, C. L. *Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças*. [S.l: s.n.], 2007.

MUNIRA, Z. A. *et al.* Effect of postharvest storage of whole fruit on physico-chemical and microbial changes of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L. *Reticulatus* cv. *Glamour*). *International Food Research Journal*, v. 20, n. 2, p. 953–960, 2013.

NETO, S. E. DE A. *et al.* QUALIDADE E VIDA ÚTIL PÓS-COLHEITA DE MELANCIA CRIMSON SWEET, COMERCIALIZADA EM MOSSORÓ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 4, p. 235–239, 2000.

NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. *The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables*. [S.l.: s.n.], 1994. v. 34.

NUNES, M. C. DO N. Correlations between subjective quality and physicochemical attributes of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, v. 107, p. 43–54, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.05.001>>.

OH, Y. A. *et al.* Comparison of effectiveness of edible coatings using emulsions containing lemongrass oil of different size droplets on grape berry safety and preservation. *LWT - Food Science and Technology*, 2016.

OMS-OLIU, G. *et al.* Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. *Postharvest Biology and Technology*, v. 57, n. 3, p. 139–148, 2010.

OSORIO, F. A. *et al.* Characteristics of hydroxy propyl methyl cellulose (HPMC) based edible film developed for blueberry coatings. *Procedia Food Science*, v. 1, p. 287–293, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.045>>.

PENTEADO, A. L.; LEITÃO, M. F. F. Growth of *Listeria monocytogenes* in melon, watermelon and papaya pulps. *International Journal of Food Microbiology*, v. 92, n. 1, p. 89–94, 2004.

PEREIRA LIMA, R. *et al.* Murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.) butter and oils of buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.) and pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze) can be used for biodiesel production: Physico-chemical properties and thermal and kinetic studies. *Industrial Crops and Products*, v. 97, p. 536–544, 2017. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669016308822>>.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology*, v. 31, n. 2, p. 159–166, 2004.

PINHEIRO, A. C. *et al.* Utilização de revestimentos/filmes edíveis para aplicações alimentares. *Boletim de Biotecnologia*, 2010.

PRANOTO, Y.; SALOKHE, V. M.; RAKSHIT, S. K. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. *Food Research International*, v. 38, p. 267–272, 2005.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Quimica Nova*, v. 29, n. 4, p. 755–760, 2006.

RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; MOSQUEDA-MELGAR, J.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. *International Journal of Food Microbiology*, v. 121, n. 3, p. 313–327, 2008.

RIBEIRO, B. D. *et al.* An ethanol-based process to simultaneously extract and fractionate carotenoids from *Mauritia flexuosa* L. Pulp. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, p. 657–663, 2010.

RIBEIRO, B. D.; COELHO, M. A. Z.; BARRETO, D. W. Production of concentrated natural beta-carotene from buriti (*Mauritia vinifera*) oil by enzymatic hydrolysis. *Food and Bioproducts Processing*, v. 90, n. 2, p. 141–147, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2011.02.003>>.

ROJAS-GRAÜ, M. A. *et al.* Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples. *Food Hydrocolloids*, v. 21, n. 1, p. 118–127, 2007.

ROSSL, C. *et al.* Alginate Coating as Carrier of Oligofructose and Inulin and to Maintain the Quality of Fresh-Cut Apples. *Journal of Food Science*, v. 76, n. 1, 2011.

SANCHÍS, E. *et al.* Browning inhibition and microbial control in fresh-cut persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante) by apple pectin-based edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, v. 112, p. 186–193, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521416304574>>.

SANTOS, G. R. *et al.* Reaction of melon genotypes to the gummy stem blight and the downy mildew. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n. 2, p. 160–165, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05362009000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362009000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=en)>.

- SANTOS, J. S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Revisão : Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. *Brasilian Journal of Food Technology*, v. 15, p. 1–14, 2012.
- SANTOS, G. R. DOS; CAFÉ FILHO, A. C. Reação de genótipos de melancia ao crestamento gomoso do caule. *Horticultura Brasileira*, v. 23, p. 945–950, 2005.
- SANTOS, T. B. A. DOS *et al.* Microrganismos indicadores em frutas e hortaliças minimamente processadas. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 13, n. 2, p. 141–146, 2010. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/html/busca/PDF/v13n2416a.pdf>>.
- SCHLEMMER, D.; DE OLIVEIRA, E. R.; SALES, M. J. A. Polystyrene/thermoplastic starch blends with different plasticizers : Preparation and thermal characterization. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, v. 87, n. 3, p. 635–638, 2007.
- SENAR, S. N. DE A. R.-S. – B. *Cultivo de MELÃO: MANEJO, COLHEITA, PÓS-COLHEITA E COMERCIALIZAÇÃO*. [S.l: s.n.], 2007.
- SILVA, S. M. *et al.* Characterization of oil extracted from buriti fruit (*Mauritia flexuosa*) grown in the Brazilian Amazon Region. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 86, n. 7, p. 611–616, 2009.
- SIPAHI, R. E. *et al.* Improved multilayered antimicrobial alginate-based edible coating extends the shelf life of fresh-cut watermelon (*Citrullus lanatus*). *LWT - Food Science and Technology*, v. 51, n. 1, p. 9–15, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.11.013>>.
- SIROLI, L. *et al.* Innovative strategies based on the use of bio-control agents to improve the safety, shelf-life and quality of minimally processed fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, v. 46, n. 2, p. 302–310, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.014>>.
- SLAVIN, J. L.; LLOYD, B. Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Advances in Nutrition*, v. 3, p. 506–516, 2012.
- SMITH, B. *et al.* Preserving quality of fresh cut watermelon cubes for vending distribution by low-dose electron beam processing. *Food Control*, v. 72, p. 367–371, 2015. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.02.017>>.

TAVASSOLI-KAFRANI, E.; SHEKARCHIZADEH, H.; MASOUDPOUR-BEHABADI, M. Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. *Carbohydrate Polymers*, v. 137, p. 360–374, 2016.

TESFAY, S. Z.; MAGWAZA, L. S. Evaluating the efficacy of moringa leaf extract, chitosan and carboxymethyl cellulose as edible coatings for enhancing quality and extending postharvest life of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 11, p. 40–48, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.12.001>>.

TOIVONEN, P. M. A.; BRUMMELL, D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, v. 48, n. 1, p. 1–14, 2008.

TRIGO, J. M. *et al.* Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 15, p. 125–133, 2012.

VALENCIA-CHAMORRO, S. A *et al.* Antimicrobial edible films and coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 51, n. 9, p. 872–900, 2011.

VALERO, D. *et al.* Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, v. 77, p. 1–6, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.10.011>>.

VARELA, P.; FISZMAN, S. M. Hydrocolloids in fried foods. A review. *Food Hydrocolloids*, v. 25, n. 8, p. 1801–1812, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.01.016>>.

VIEITES, R. L. *et al.* Qualidade do melão “ Orange Flesh ” minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. *Seminário: Ciências Agrárias*, v. 28, n. 3, p. 409–416, 2007.

VILHENA, C. S. *Avaliação do processo de obtenção de óleo de buriti por diferentes métodos de extração*. 2013. Universidade Federal do Pará, 2013.

WANG, D. *et al.* Psychosocial Determinants of Fruit and Vegetable Consumption in a

Japanese Population. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 13, p. 1–11, 2016.

ZACTITI, E. M.; KIECKBUSCH, T. G. Potassium sorbate permeability in biodegradable alginate films: Effect of the antimicrobial agent concentration and crosslinking degree. *Journal of Food Engineering*, v. 77, n. 3, p. 462–467, 2006.

ZAMBRANO-ZARAGOZA, M. L. *et al.* The release kinetics of  $\beta$ -carotene nanocapsules/xanthan gum coating and quality changes in fresh-cut melon (cantaloupe). *Carbohydrate Polymers*, v. 157, p. 1874–1882, 2017. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861716313492>>.

ZANATTA, C. F. *et al.* Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. *Food and Chemical Toxicology*, v. 48, n. 1, p. 70–75, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2009.09.017>>.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biotecnologia, Análise de Alimentos e purificação de produtos (LABAP), Habite – Incubadora de Empresas de Base Biotecnológica na Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi-TO.

A extração do óleo de buriti através de prensagem mecânica foi eficiente para preservação de suas características físico-químicas e evitar sua oxidação. O que pode ser comprovado pelos resultados de sua caracterização que estão todos dentro dos padrões exigidos pelo *Codex Alimentarius* – FAO.

Os resultados aqui relatados são difíceis de se comparar em diferentes estudos, principalmente devido a diferenças nas condições experimentais, tais como: composição do revestimento, agente plastificante, concentrações de reagentes, estratégia de acondicionamento, etc.

Todos revestimentos comestíveis apresentaram uma boa barreira para minimizar a respiração do fruto, entretanto os frutos revestidos com pectina não apresentaram boa adesão aos frutos, com isso os revestimentos à base de fécula e fécula óleo são os mais eficientes em relação a perda de massa. De modo geral, todos os revestimentos comestíveis não alteraram as características físico-químicas dos frutos, porém não apresentou uma eficiente barreira contra o ataque de micro-organismos deteriorantes.

A população microbiana aeróbica e mesófila aumentou ao longo do tempo de armazenamento para todos os revestimentos e controle, em ambos frutos e ao longo do tempo de armazenamento foi possível visualizar sobre a superfície dos frutos a presença de micro-organismos e alterações sensoriais. O óleo de buriti neste estudo não apresentou atividade antimicrobiana para os microrganismos presentes nos frutos.

Com isso, os revestimentos comestíveis fécula e pectina proporcionaram a melancia condições adequadas para o consumo até o oitavo dia após o processamento, entretanto para o melão, apenas o revestimento pectina e pectina/óleo garantiram estabilidade microbiológica para o consumo até o quarto dia de armazenamento.

Não existem na literatura trabalhos em que foram utilizadas óleo de buriti para elaboração de revestimento comestível para frutos minimamente processados. Este é o primeiro trabalho com esse propósito, sendo assim, é uma área que pode ser amplamente explorada e que os produtos obtidos terão sucesso no mercado de minimamente processados.

## APÊNDICE A

Resumo das médias, análise de variância e do teste Scott-Knott de variáveis relacionadas a pH, AT, SST e PM de frutos minimamente processados de Melancia e Melão com cinco tipos de revestimentos durante 10 dias, 2017.

Fonte de Variação	pH		AT		SST		PM	
	Melancia	Melão	Melancia	Melão	Melancia	Melão	Melancia	Melão
Revestimento (R)	**	**	ns	ns	*	ns	**	**
CONTROLE	5,31 ± 0,20 a	5,76 ± 0,21 a	0,14 ± 0,02 a	0,11 ± 0,03 a	8,64 ± 0,76 a	8,28 ± 1,62 a	5,35 ± 2,49 a	2,75 ± 0,64 c
FECULA/OLEO	5,15 ± 0,09 b	5,55 ± 0,08 b	0,16 ± 0,02 a	0,10 ± 0,01 a	8,66 ± 0,73 a	7,44 ± 0,97 a	3,39 ± 1,68 b	5,34 ± 2,16 b
FECULA	5,09 ± 0,15 b	5,59 ± 0,16 b	0,15 ± 0,02 a	0,11 ± 0,02 a	8,04 ± 0,46 b	7,63 ± 1,09 a	3,62 ± 1,52 b	2,32 ± 0,62 c
PECTINA/OLEO	5,05 ± 0,18 b	5,47 ± 0,07 c	0,17 ± 0,03 a	0,11 ± 0,01 a	8,70 ± 0,90 a	7,38 ± 0,85 a	4,73 ± 1,54 a	6,85 ± 3,72 b
PECTINA	5,10 ± 0,10 b	5,44 ± 0,14 c	0,16 ± 0,03 a	0,11 ± 0,01 a	8,83 ± 0,64 a	7,31 ± 1,03 a	7,28 ± 4,84 a	9,74 ± 3,58 a
Tempo (T)	**	**	**	**	ns	ns	**	**
0	5,32 ± 0,09 a	5,66 ± 0,12 a	0,15 ± 0,01 b	0,09 ± 0,01 b	8,98 ± 0,25 a	7,90 ± 0,94 a	0,00 ± 0,00 e	0,00 ± 0,00 e
2	5,24 ± 0,11 a	5,56 ± 0,10 a	0,13 ± 0,01 b	0,11 ± 0,01 b	8,84 ± 0,51 a	7,68 ± 0,96 a	2,00 ± 0,97 d	2,51 ± 1,47 d
4	5,28 ± 0,09 a	5,66 ± 0,11 a	0,14 ± 0,01 b	0,10 ± 0,01 b	8,21 ± 0,96 a	7,52 ± 1,20 a	4,30 ± 2,92 c	3,81 ± 1,40 c
6	5,05 ± 0,12 b	5,44 ± 0,09 b	0,16 ± 0,04 a	0,10 ± 0,02 b	8,50 ± 0,90 a	7,50 ± 1,23 a	5,72 ± 1,72 c	7,35 ± 2,81 b
8	5,05 ± 0,18 b	5,59 ± 0,18 a	0,18 ± 0,04 a	0,12 ± 0,01 a	8,57 ± 0,66 a	7,53 ± 1,19 a	7,09 ± 2,72 b	8,60 ± 3,04 b
10	4,90 ± 0,27 c	5,46 ± 0,19 b	0,18 ± 0,03 a	0,13 ± 0,02 a	8,35 ± 0,92 a	7,53 ± 1,16 a	10,15 ± 6,15 a	10,14 ± 4,16 a
R x T	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
CV (%)	3,54	2,95	10,65	21,36	9,35	7,79	31,14	26,58
Média	5,15	5,56	0,16	0,11	8,58	7,61	4,88	5,4

\*\* e \* = significativo pelo teste F, análise de variância, a 5%; ns = não significativo pelo teste F a 5%. Letras minúsculas diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste Scott-Knott a 5%. AT = % em ácido cítrico, em unidade; SST = °Brix, em unidade; PM = % em perda de massa, em unidade.