

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
MESTRADO EM NUTRIÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE BIOFILME COMESTÍVEL
ENRIQUECIDO COM PRÓPOLIS VERMELHA APLICADO NO
REVESTIMENTO DE ACEROLA (Malpighia emarginata)

CARLA TAISA DE ARAÚJO ABREU

MACEIÓ-2019

CARLA TAISA DE ARAÚJO ABREU

***DESENVOLVIMENTO DE BIOFILME COMESTÍVEL
ENRIQUECIDO COM PRÓPOLIS VERMELHA
APLICADO NO REVESTIMENTO DE ACEROLA
(*Malpighia emarginata*)***

Dissertação apresentada à
Faculdade de Nutrição da
Universidade Federal de Alagoas
como requisito à obtenção do título
de Mestre em Nutrição.

Orientador(a): Prof. Dr. Irinaldo Diniz Basílio Júnior

Faculdade de Nutrição
Universidade Federal de Alagoas

MACEIÓ-2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho

A162d

Abreu, Carla Taisa de Araújo.

Desenvolvimento de biofilme comestível enriquecido com própolis vermelha aplicado no revestimento de acerola (*Malpighia emarginata*) / Carla Taisa de Araújo Abreu. – Maceió, 2019.

101 f.

Orientador : Irinaldo Diniz Basílio Júnior.

Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Alagoas Faculdade de Nutrição. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Maceió, 2019.

Bibliografia: f. 81-92.

Apêndices: f. 93-98.

Anexos: f. 99-101.

1. Biofilmes. 2. Própole. 3. Abastecimento de alimentos. 4. Perdas pós-colheita - Prevenção. 5. Acerola. 6. Ácido ascórbico. I. Título.

CDU: 612.39:638.135

MESTRADO EM NUTRIÇÃO
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS



Campus A. C. Simões
BR 104, km 14, Tabuleiro dos Martins
Maceió-AL 57072-970
Fone/fax: 81 3214-1160

**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO**

**“DESENVOLVIMENTO DE BIOFILME COMESTÍVEL
ENRIQUECIDO COM PRÓPOLIS VERMELHA APLICADO NO
REVESTIMENTO DE ACEROLA (Malpighia emarginata)”**

por

CARLA TAISA DE ARAÚJO ABREU

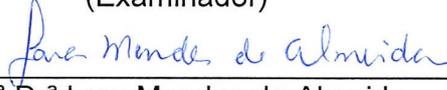
A Banca Examinadora, reunida aos 26/03/2019, considera a
candidata **APROVADA.**



Prof. Dr. Arnaldo Diniz Basílio Júnior
Faculdade de Nutrição
Universidade Federal de Alagoas
(Orientador)



Prof. Dr. Ticiano Gomes do Nascimento
Faculdade de Nutrição
Universidade Federal de Alagoas
(Examinador)



Profª Drª Lara Mendes de Almeida
Instituto de Ciências Farmacêuticas
Universidade Federal de Alagoas
(Examinadora)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe (*in memoriam*), meu maior exemplo de amor, educação, luta e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sempre me deu forças para seguir em frente, mesmo quando não acreditei que conseguiria.

À minha avó Eva (*in memoriam*) e ao meu irmão Carlos, por todo amor, exemplo, dedicação, companheirismo e incentivo dados; à minha tia Geilza e ao meu tio Sérgio, por todo apoio e carinho. Sem vocês eu jamais teria chegado a lugar algum.

Ao Bruno, por todo apoio e companheirismo dados durante a graduação e o mestrado, inúmeras vezes me ajudando em momentos difíceis.

Aos meus primos Ivelyne e Ivanilson pelo companheirismo e amizade.

Aos meus tios Edvaldo e Vandete, por me receberem em sua casa e por todo carinho e incentivo.

À minha família que sempre acreditou e torceu por mim.

Ao meu orientador Irinaldo e ao professor Ticiano, por todo suporte e contribuição dados durante esta jornada.

À Jucenir e ao Valdemir, que tantas vezes me ajudaram na realização das análises.

Às colegas Paula, Libiana e Naianny por dividirem os momentos de “sufoco” e por todo apoio.

Aos amigos Elenilda, Sueli, Nayara, Jacqueline, Darliton, Anderson e Luis que sempre torceram por mim.

À professora Maria Aparecida, por todo apoio dado durante a realização da análise sensorial.

À FAPEAL pela bolsa concedida.

Ao Instituto Federal de Alagoas, pela parceria e por permitir a realização de parte deste trabalho em suas instalações.

Aos professores que, ao longo do caminho, contribuíram com meu aprendizado e com este trabalho.

Meu eterno obrigada a todos que torceram ou contribuíram para esta conquista!

RESUMO

O uso de biofilmes comestíveis vem sendo bastante estudado, visando a preservação da qualidade, aumento da vida útil e redução de resíduos de embalagens. A adição de própolis vermelha (PV) ao biofilme pode fornecer propriedades como antimicrobiana e antioxidante, aumentando a conservação de alimentos como a acerola. O objetivo deste estudo foi o desenvolvimento de biofilme comestível enriquecido com extrato de PV e avaliação físico-química e sensorial de frutos de acerola revestidos com este. Foram preparadas 3 formulações de biofilme (F1, F2 e F3), contendo concentrações diferentes de PV, os quais foram aplicados no revestimento de frutos de acerola. Como comparativo, utilizaram-se frutos sem revestimento (controle) e frutos revestidos com cera de carnaúba (FRCC). Os frutos foram avaliados quanto à perda de massa, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis (SS), grau de maturação, pH e vitamina C, ao longo de 15 dias, a 5°C e 25°C. Também foi realizada avaliação sensorial. Os melhores resultados para perda de massa (10,26%), ATT (1,77%) e pH (3,70) foram observados para F2. Para SS (8,37°Brix) e grau de maturação (4,78), os melhores resultados foram observados para F3. Já F1 proporcionou o melhor resultado para vitamina C (865,25 mg de ácido ascórbico/100g de polpa). A 5°C, os frutos apresentaram resultados melhores quando comparados aos armazenados a 25°C. Para avaliação sensorial, os parâmetros utilizados foram cor, aroma, sabor, textura, avaliação global e intenção de compra. Os frutos revestidos com F1, F2 e F3 apresentaram médias acima de 7 e maiores que as médias dos FRCC, para todos os parâmetros. Os FRCC apresentaram as menores médias para todos os parâmetros. Não foi observada diferença estatística entre os frutos revestidos com F1, F2 e F3 e o controle. Dentre os biofilmes, F1 proporcionou as maiores médias para todos os parâmetros. F1 e F3 proporcionaram os maiores percentuais de intenção de compra (27,5% cada). Conclui-se que o uso do biofilme, aliado à refrigeração, proporcionou retardo nas reações de degradação da acerola, possibilitando maior vida útil pós colheita, e que seu uso não interferiu na aceitabilidade por parte dos provadores.

Palavras-chave: Revestimento comestível, cobertura comestível, segurança de alimentos, vida útil pós colheita, análise sensorial, ácido ascórbico.

ABSTRACT

The use of edible biofilms has been studied extensively, aiming at preserving quality, increasing shelf life and reducing packaging waste. The addition of red propolis (PV) to the biofilm can provide antimicrobial and antioxidant properties, thus increasing the energy level of an acerola. The objective of this study was the development of edible and enriched biofilm with PV extract and chemical and sensory vesicle of acerola fruits coated with it. Three biofilm formulations (F1, F2 and F3) containing different types of PV were prepared, with the addition of acerola fruits. As a comparison, it is used to fruits without coating (control) and fruits coated with carnauba wax (FRCC). The results were found for loss of mass, total titratable acidity (TTA), soluble solids (SS), degree of maturation, pH and vitamin C over 15 days at 5°C and 25°C. Sensory evaluation was also performed. The best results obtained for loss of mass (10.26%), TTA (1.77%) and pH (3.70) were observed for F2. For SS (8.37°Brix) and degree of maturation (4.78), the best results obtained were observed for F3. F1 provided the best result for vitamin C (865.25 mg of ascorbic acid / 100 g of pulp). At 5°C, the positive results were compared to those stored at 25°C. For sensory evaluation, the effects observed were color, aroma, taste, texture, overall evaluation and purchase intention. Mushrooms coated with codes FR, F2 and F3 are printed above 7 and those used as indicators of FRCC for all parameters. FRCC comes as smaller media for all parameters. No statistical difference was observed between fruits coated with F1, F2 and F3 and the control. Between biofilms, F1 provided higher averages for all parameters. F1 and F3 provided the highest percentages of purchase intent (27.5% each). It is concluded that the use of biofilm, combined with refrigeration, provides a delay in acerola degradation reactions, allowing a longer post-harvest shelf life, and that its use does not interfere with acceptability by the tasters.

Key words: Edible coating, edible cover, food safety, post-harvest life, sensory analysis, ascorbic acid.

LISTA DE FIGURAS

Revisão de Literatura

Figura 1	Graus de maturação da acerola de acordo com os dias após antese (DAA).....	21
Figura 2	Reação de oxidação do ácido L-ascórbico a ácido L-dehidroascórbico e hidrólise do ácido L-dehidroascórbico em ácido 2,3-diceto-L-gulônico.....	25
Figura 3	A: Exsudato do caule da <i>Dalbergia ecastophyllum</i> ; B: Coleta da resina pelas abelhas <i>Apis mellifera</i> ; C: Resina depositada nas patas traseiras das abelhas para transporte à colmeia e posterior produção de própolis vermelha.....	37

2º artigo:

Figura 1	Ficha de avaliação sensorial.....	73
Figura 2	Intenção de compra.....	76

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Revisão de Literatura

Quadro 1	Teores médios de vitamina C para diferentes frutas.....	22
Quadro 2	Composição química da acerola.....	23
Quadro 3	Componentes poliméricos aplicados a biofilmes e sua principal ação.....	31
Quadro 4	Classificação da própolis brasileira.....	35

1º artigo:

Tabela 1	Formulações de biofilme.....	45
Tabela 2	Atividade antioxidante do EHPV.....	50
Tabela 3	Fenóis e flavonoides totais do EHPV.....	51
Tabela 4	Umidade e solubilidade em água dos biofilmes.....	52
Tabela 5	Perda de massa (%)......	53
Tabela 6	Acidez total titulável (% de ácido cítrico)......	55
Tabela 7	Sólidos solúveis (graus Brix)......	56
Tabela 8	Grau de maturação (relação °Brix/ATT)......	57
Tabela 9	pH.....	58
Tabela 10	Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g de polpa)......	60
Tabela 11	Viabilidade econômica dos biofilmes.....	61

2º artigo:

Tabela 1	Valores médios e desvio padrão do teste de aceitabilidade dos frutos de acerola com diferentes revestimentos.....	74
----------	---	----

Lista de abreviaturas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ATT – Acidez total titulável

CMC – Carboximetilcelulose

DAA – Dias após antese

DPPH• – 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

EHPV – Extrato hidroalcoólico de própolis vermelha

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FDA – Food and Drug Administration

FRAP – Ferric Reducing Antioxidant Power

FR1 – Frutos revestidos com formulação 1

FR2 – Frutos revestidos com formulação 2

FR3 – Frutos revestidos com formulação 3

FRCC – Frutos revestidos com cera de carnaúba

FSR – Frutos sem revestimento

GRAS – Generally recognized as safe

IAL – Instituto Adolfo Lutz

pH – Potencial hidrogeniônico

PV – Própolis vermelha

PVC – Policloreto de polivinila

SS – Sólidos solúveis

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	16
1.1. Objetivo Geral	18
1.2. Objetivos Específicos.....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1. Acerola.....	21
2.1.1. Teor de Ácido Ascórbico na Acerola.....	24
2.1.2. Vida de Prateleira da Acerola	26
2.2. Biofilmes para Uso em Alimentos – Generalidades e Características	26
2.2.1. Métodos de Obtenção de Biofilmes	29
2.2.2. Constituintes do Biofilme.....	30
2.2.2.1. Agente Formador.....	30
2.2.2.2. Agente Plastificante	33
2.3. Própolis	33
2.4. Própolis Vermelha.....	36
3. COLETÂNEA DE ARTIGOS	39
1º artigo: Avaliação físico-química de frutos de acerola revestidos com biofilme enriquecido com própolis vermelha	39
RESUMO	40
1. INTRODUÇÃO	41
2. MATERIAIS E MÉTODOS	42
2.1. Obtenção da Própolis Vermelha	42
2.2. Preparo do Extrato de Própolis Vermelha (EHPV).....	43
2.3. Caracterização do EHPV	43
2.3.1. Atividade Antioxidante.....	43
2.3.1.1. Metodologia DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil)	43
2.3.1.2. Metodologia FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)	44
2.3.2. Fenóis Totais	44
2.3.3. Flavonoides Totais.....	45
2.4. Elaboração do Biofilme	45
2.4.1. Obtenção da Cera de Carnaúba	46

2.5. Análises do Biofilme	46
2.5.1. Determinação de Umidade	46
2.5.2. Solubilidade em Água	46
2.6. Revestimento dos Frutos de Acerola	47
2.7. Análises dos Frutos de Acerola Após Revestimento.....	47
2.7.1. Perda de Massa.....	48
2.7.2. Acidez Total Titulável (ATT).....	48
2.7.3. Sólidos Solúveis (SS)	49
2.7.4. Grau de Maturação	49
2.7.5. pH	49
2.7.6. Vitamina C	49
2.8. Análise Estatística.....	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
3.1. Caracterização do Extrato de Própolis Vermelha.....	50
3.2. Análises do Biofilme	51
3.3. Análises dos Frutos de Acerola Após Revestimento.....	53
3.3.1. Perda de Massa.....	53
3.3.2. Acidez Total Titulável.....	54
3.3.3. Sólidos Solúveis.....	55
3.3.4. Grau de Maturação	56
3.3.5. pH	57
3.3.6. Vitamina C	58
3.4. Viabilidade Econômica.....	61
4. CONCLUSÕES	61
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
2º artigo: Avaliação Sensorial de frutos de acerola (<i>Malpighia emarginata</i>) revestidos com biofilme enriquecido com própolis vermelha	69
RESUMO.....	69
1. INTRODUÇÃO	70
2. MATERIAIS E MÉTODOS	71
2.1. Aspectos Éticos.....	71
2.2. Entrevista e Seleção dos Participantes da Pesquisa	72
2.3. Teste de Aceitabilidade e Intenção de Compra.....	72

2.4. Análise Estatística	73
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4. CONCLUSÕES	77
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
6. APÊNDICES	94
7. ANEXOS	99

1 INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, tem sido crescente a preocupação dos consumidores com a qualidade dos alimentos consumidos, principalmente em relação ao uso de conservantes e aditivos sintéticos. Esta mudança tem forçado indústrias e produtores a encontrarem alternativas de origem natural que sejam viáveis e eficientes e que mantenham as características desejáveis dos produtos, atendendo desta forma às novas exigências do mercado.

Produtos como frutas e hortaliças possuem alto nível de perecibilidade. Fatores como o padrão climatérico e fragilidade da casca aceleram seu processo de senescência e deterioração. Alimentos que apresentam estes fatores, como a acerola (*Malpighia emarginata*), são mais suscetíveis a danos causados por impactos mecânicos e injúrias, o que aumenta o risco de deterioração por microrganismos, além de apresentarem uma vida útil pós colheita reduzida (OLIVEIRA et al, 2015; ATAÍDE et al., 2017).

O consumo de acerola vem crescendo nos últimos anos, principalmente devido ao seu elevado teor de vitamina C (MACIEL, 2010). Também é rica em carotenoides e antocianinas, que, juntamente com o ácido ascórbico, proporcionam à acerola atividade antioxidante.

Devido à fragilidade dos frutos, que diminui sua vida útil, as acerolas tendem a ser comercializadas nas proximidades dos locais onde são cultivadas ou são destinadas ao beneficiamento, visando diminuir as perdas causadas pela elevada perecibilidade. A indústria de sucos é uma das maiores consumidoras da produção nacional de acerola (FREITAS et al., 2006; FREIRE et al., 2013).

De acordo com Marques (2013), o processamento do suco de acerola gera quantidade elevada de bagaço, provocando também impacto ambiental, já que industrialmente não são relatadas formas de aproveitamento deste resíduo.

Partes de frutas e hortaliças geralmente descartadas pela indústria, como cascas e bagaço podem conter grande quantidade de substâncias de interesse nutricional, como fibras, compostos antioxidantes, vitaminas e proteínas (FILHO; FRANCO, 2015). Desta forma, alternativas de preservação das características sensoriais destes alimentos podem permitir o aumento de seu consumo in natura, e, conseqüentemente, maior aproveitamento de suas propriedades nutricionais.

Uma destas alternativas é a utilização de biofilmes comestíveis, que podem reduzir as perdas por deterioração microbiológica e trocas gasosas, preservar por mais tempo as características sensoriais e nutricionais, além de não

possuírem o agravo ambiental, já que sua aplicação dispensa o uso e, conseqüentemente, o descarte de embalagens que revistam o alimento.

Os biofilmes comestíveis devem ser elaborados com matérias primas GRAS (generally recognized as safe) ou geralmente conhecido como seguro, de acordo com as determinações do FDA (Food and Drug Administration) (AZEREDO; FARIA; BRITO, 2012). Desta forma, não apresentam risco à saúde ao serem consumidos.

A utilização de biofilmes comestíveis tem sido bastante estudada nos últimos anos, principalmente com adição de agentes antimicrobianos e antioxidantes de origem natural (ALVES et al., 2011; SILVEIRA et al., 2015; SOUZA et al., 2015).

Uma opção de aditivo natural para revestimentos comestíveis é a própolis vermelha, descoberta há cerca de 10 anos e cuja origem botânica é a *Dalbergia ecastophyllum*, também conhecida como rabo de bugio, uma planta característica da região de mangue do nordeste do Brasil (SILVA, 2008).

Dentre as características deste tipo de própolis, destacam-se sua composição fitoquímica, rica em isoflavonoides e benzofenonas. Desta forma, a própolis vermelha apresenta atividade antimicrobiana e antioxidante (TRUSHEVA et al., 2006), possuindo potencial para utilização na indústria alimentícia.

Tendo em vista o enorme potencial de mercado para os biofilmes e as propriedades já comprovadas da própolis vermelha, este estudo tem como objetivo o desenvolvimento e caracterização de formulação de biofilme comestível enriquecido com extrato de própolis vermelha e sua aplicação no revestimento de frutos de acerola, com a finalidade de avaliar seu efeito nas propriedades sensoriais e nutricionais, e sua interferência na vida de prateleira dos mesmos.

1.1. Objetivo Geral

Desenvolver biofilmes comestíveis enriquecidos com extrato de própolis vermelha e avaliar o efeito de sua aplicação no revestimento de frutos de acerola (*Malpighia emarginata*).

1.2. Objetivos Específicos

- Obter e caracterizar extrato de própolis vermelha;
- Elaborar biofilmes comestíveis enriquecidos com extrato de própolis vermelha;
- Avaliar as características físico-químicas dos biofilmes;
- Aplicar os biofilmes como revestimento dos frutos de acerola;
- Realizar avaliação físico-química dos frutos de acerola após revestimento com os biofilmes enriquecidos com extrato de própolis vermelha e compará-los com os frutos revestidos com cera de carnaúba e com o grupo controle (frutos sem revestimento);
- Avaliar o efeito da temperatura (temperatura ambiente e refrigeração) nas características dos frutos de acerola após revestimento com os biofilmes enriquecidos com extrato de própolis vermelha e compará-los com os frutos revestidos com cera de carnaúba e com o grupo controle (frutos sem revestimento);
- Realizar análise sensorial dos frutos revestidos com os biofilmes e compará-los com os frutos in natura e frutos revestidos com cera de carnaúba.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Acerola

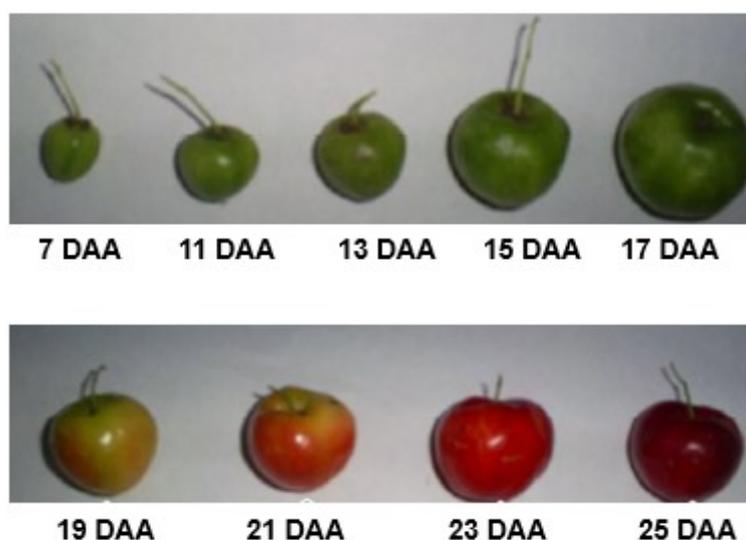
A acerola (*Malpighia emarginata*), também conhecida como cereja das Antilhas, é um fruto originário das Américas do Sul e Central. Foi introduzida no nordeste do Brasil há cerca de 60 anos, pela Universidade Federal de Pernambuco, através de sementes trazidas de Porto Rico (SILVA, 1999). Seu cultivo tem aumentado consideravelmente na região Nordeste, principalmente devido às boas condições do solo e clima.

As condições de plantio no nordeste permitem o cultivo de frutas durante quase todo o ano, sendo por este motivo a região com maior produção de acerola no Brasil (cerca de 64% da produção nacional), e sendo o Brasil, o maior produtor e exportador mundial (EMPRAPA, 2012).

De acordo com Rosso (2006), a acerola apresenta várias denominações, como *Malpighia glabra* e *Malpighia puniceifolia*. No entanto, a correta denominação é *Malpighia emarginata* DC, adotada pelo Conselho Internacional de Recursos Genéticos Vegetais.

As aceroleiras apresentam de 3 a 4 safras por ano. Os frutos pesam cerca de 4 g e sua cor varia de verde suave a vermelho escuro brilhante, a depender do grau de maturação (Figura 1). Aproximadamente 80% do peso total do fruto é comestível (FURLANETO; NASSER, 2015).

Figura 1 – Graus de maturação da acerola de acordo com os dias após antese (DAA).



Fonte: MARANHÃO, 2010.

A acerola é rica em vitamina C, apresentando cerca de 50 mg/g de polpa (EMPRAPA, 2012), superando outras frutas consideradas excelentes fontes de ácido ascórbico, como a laranja, o caju e a goiaba (Quadro 1). Desta forma, o consumo de 2 a 3 frutos de acerola in natura suprem a dose mínima diária recomendada de vitamina C, que é de cerca de 100 mg (quantidade variável a depender do país e de outros fatores, como idade, sexo, estado nutricional, lactação etc.) (AZULAY et al., 2003).

Quadro 1: Teores médios de vitamina C para diferentes frutas.

Fruto	Teor de vitamina C (mg para cada 100 g do alimento)
Acerola	940
Caju	219,3
Goiaba branca	99,2
Kiwi	97,37
Goiaba vermelha	80,6
Mamão papaia	61,43
Morango fresco	56,58
Laranja	53,12
Manga	27,54
Tomate	18,89
Abacaxi	15,38
Uva	10,62
Melancia	9,21
Abacate	8,7
Maçã	6,17
Banana nanica	5,85

Fonte: Adaptado de VANNUCCHI e ROCHA, 2012.

Apresenta também carotenoides, como o betacaroteno, que corresponde a cerca de 90% dos carotenoides totais, além de betacriptoxantina, fitoflueno (PENHA, 2000), violaxantina e luteína (ROSSO, 2006), que, juntamente com o ácido ascórbico, conferem à acerola atividade antioxidante. A composição química da acerola é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2: Composição química da acerola.

Componente	Quantidade para cada 100 g de polpa
Umidade	91,10%
Proteínas	0,68 g
Fibra bruta	0,60 g
Cinzas	0,45 g
Carboidrato	6,98 g
Cálcio	8,7 mg
Fósforo	16,2 mg
Ferro	0,17 mg
Caroteno	0,408 mg
Tiamina	0,028 mg
Riboflavina	0,079 mg
Niacina	0,340 mg
Ácido ascórbico	940 mg

Fonte: Adaptado de CASTRO, 2005.

A coloração vermelha característica da *Malpighia emarginata* se deve à presença da antocianina, malvidina-3,5-diglucosídeo (ROSSO, 2006). Quanto mais vermelha a coloração do fruto, maior a concentração de antocianinas no mesmo. Este aumento ocorre devido à degradação das clorofilas e consequente aumento dos carotenoides (CASTRO, 2005).

A acerola é um fruto climatérico, com elevado pico da taxa respiratória, mas com baixa taxa no pico de produção de etileno (MACIEL et al., 2010). Apresenta aumento acentuado da taxa de respiração na fase de amadurecimento, acompanhado por perda da firmeza, mudança na coloração e desenvolvimento do sabor e do aroma.

Normalmente este pico respiratório ocorre na fase de mudança da pigmentação da casca, de amarelo para vermelho. O padrão climatérico da respiração na acerola é acompanhado pelo aumento da síntese e ação do etileno, acelerando sua maturação e deterioração (RITZINGER; RITZINGER, 2011). Esta rápida maturação e senescência dos frutos dificulta o manuseio, armazenamento e conservação após a colheita.

Outro fator que interfere na vida de prateleira dos frutos da acerola é o fato de estes apresentarem uma película delicada, que é sensível a danos

mecânicos leves (com o rompimento da película, a polpa exposta deteriora-se rapidamente). Estima-se em cerca de 40% a perda pós colheita da produção nacional de acerola (FREITAS, 2006). Por este motivo, é bastante utilizada para produção de sucos, polpa congelada, néctar, dentre outros produtos. Também é utilizada no enriquecimento do teor de vitamina C em outros sucos ou néctares de frutas (MACIEL, 2010; FREIRE et al., 2013).

Além da maturação, o beneficiamento, danos mecânicos e variações de temperatura podem degradar os teores de vitamina C, carotenoides e antocianinas das acerolas (PENHA, 2000; SILVA, 2008). O processamento do suco de acerola gera ainda uma quantidade elevada de resíduos (bagaço), provocando também impacto ambiental, já que industrialmente não são relatadas formas de aproveitamento deste bagaço (MARQUES, 2013).

Desta forma, alternativas que possibilitem o consumo in natura dos frutos (através do aumento da vida útil) podem proporcionar maior aproveitamento de suas propriedades nutricionais, favorecer o comércio direto pelos produtores, tendo em vista que grande parte da produção atual (cerca de 60%) é destinada às indústrias, e reduzir o impacto ambiental gerado por seu beneficiamento.

2.1.1. Teor de Ácido Ascórbico na Acerola

A vitamina C ou ácido ascórbico, é um dos mais significativos componentes nutricionais nas frutas, embora seu teor em geral não ultrapasse 0,4%, havendo algumas exceções, como a acerola (1,0 a 1,8%), e o camu-camu (2,5 a 6,0%), que apresenta o maior teor dentre as frutas (OLIVEIRA, 2010).

À medida em que as acerolas amadurecem, o teor de vitamina C decresce, devido à oxidação do ácido ascórbico causada pela exposição dos frutos ao oxigênio, luz e calor (MACIEL, 2010; PONTES et al., 2015). Esta oxidação inicia-se imediatamente após a colheita dos frutos, através da ação de enzimas como ascorbinase ou ainda peroxidase, dentro da própria fruta (BRESOLIN; HUBINGE, 2014).

A vitamina C existe sob duas formas ativas (ácido L-ascórbico e ácido L-dehidroascórbico) e uma inativa (ácido 2,3-diceto-L-gulônico). O ácido

L-ascórbico é o principal composto, apresentando 100% de atividade biológica. Seu produto de oxidação é o ácido L-dehidroascórbico, que apresenta atividade biológica igual, mas é pouco estável (MARANHÃO, 2010).

Após sua formação, o ácido L-dehidroascórbico sofre uma reação de abertura do anel, formando o ácido 2,3-diceto-L-gulônico (Figura 2). Esta reação irreversível leva à perda da atividade biológica e está diretamente relacionada ao pH do meio, sendo mais lenta à medida em que o pH torna-se mais ácido (OLIVEIRA, 2010).

Figura 2 – Reação de oxidação do ácido L-ascórbico a ácido L-dehidroascórbico e hidrólise do ácido L-dehidroascórbico em ácido 2,3-diceto-L-gulônico.



Fonte: ROSA et al., 2007.

Alguns autores relatam a interação entre o ácido ascórbico e as antocianidinas e a consequente degradação dos dois compostos através de um mecanismo de condensação (CASTRO, 2005). De acordo com Azeredo, Brito e Garutti (2012), a presença de ácido ascórbico impacta negativamente na estabilidade de antocianinas e é a principal causa da baixa estabilidade destes compostos na acerola. No entanto, há afirmações contraditórias entre os autores, o que leva a resultados não conclusivos a respeito do real mecanismo de interação entre estes dois compostos, interação esta que também dependerá das condições de armazenamento.

Por ser a vitamina mais termolábil, o teor de vitamina C pode indicar que possivelmente os demais nutrientes presentes no alimento estão sendo preservados (ALVES et al., 2010). Desta forma, o teor de ácido ascórbico nos frutos pode servir como indicador de maturação, qualidade nutricional e da conservação dos mesmos (condições de armazenamento, transporte etc.) (AZEREDO; BRITO; GARUTTI, 2012).

2.1.2. Vida de Prateleira da Acerola

As acerolas deterioram-se rapidamente quando armazenadas em temperatura ambiente, sendo a sua vida pós colheita de cerca de 3 dias quando armazenadas entre 20 e 30°C (EMBRAPA, 2012). Desta forma, é necessária a utilização de métodos de conservação que aumentem sua vida útil e mantenham por mais tempo suas características organolépticas e nutricionais (MACIEL et al., 2010).

De acordo com Maciel et al. (2008), quando armazenados a 8°C e embalados em filme flexível de PVC, as acerolas podem ser conservadas por até 7 dias, com até 2% de perda de peso.

Em temperaturas mais baixas (entre 5 e 8°C), a vida útil dos frutos aumenta para até 10 dias. No caso de frutos para exportação ou para transportes a longas distâncias, o armazenamento a temperaturas abaixo de -20°C (congelamento) se torna a única forma de conservação viável dos frutos (MACIEL et al., 2008). Entretanto, o uso de temperaturas muito baixas pode causar danos aos frutos, como descoloração da casca, perda de textura (amolecimento) e perda de brilho (RITZINGER; RITZINGER, 2011).

A umidade relativa também interfere nas características das acerolas durante o armazenamento. Quando mantidos em umidades relativas abaixo de 85%, os frutos podem apresentar enrugamento e perda de brilho, rápida perda de peso e suscetibilidade a patógenos (MAZARO et al., 2015).

Desta forma, o desenvolvimento de novos métodos de conservação que mantenham as características desejáveis dos frutos de acerola torna-se imprescindível para possibilitar o aumento de seu consumo in natura.

2.2. Biofilmes para Uso em Alimentos – Generalidades e Características

Biofilmes ou películas comestíveis são revestimentos flexíveis com composição variada, formados a partir de macromoléculas biológicas, capazes de produzir matrizes contínuas e de elevada coesão, e utilizados para revestimento de alimentos, principalmente os com elevada perecibilidade, como frutas e hortaliças (OLIVEIRA et al., 2011).

Ao ser aplicado à superfície do alimento, o biofilme forma uma camada protetora que reduz as trocas gasosas, perda de água e, conseqüentemente, a perda de valor nutricional, aumentando assim a vida de prateleira do produto.

As propriedades e características finais do biofilme formado dependerá da macromolécula utilizada. Filmes elaborados a partir de macromoléculas hidrofóbicas, como os lipídios, apresentam boa barreira ao vapor de água, porém possuem propriedades mecânicas indesejáveis (MULLER, 2016). Já os filmes elaborados a partir de macromoléculas hidrofílicas, como polissacarídeos e proteínas, apresentam propriedades de barreira ao vapor de água, ao dióxido de carbono e ao oxigênio razoáveis, em condições de baixa umidade relativa, além de elevada resistência mecânica e flexibilidade (FAKHOURI et al., 2007; THOMAS, 2016).

De acordo com Rodrigues (2015), a redução de trocas gasosas proporcionada pelo uso dos biofilmes ajuda na redução das taxas de escurecimento enzimático, tendo em vista que o oxigênio, em contato com as enzimas polifenoloxidasas presentes no alimento, reage com estas, formando melaninas (pigmentos escuros), o que acarreta a rejeição por parte dos consumidores.

Esta barreira ao oxigênio também reduz a volatilização dos aromas e *flavors* do alimento, preservando suas características organolépticas por mais tempo, e reduzindo a oxidação de lipídios, vitaminas e pigmentos.

Outra vantagem é a melhora na aparência do produto, tendo em vista que a película formada confere aparência brilhante e viçosa ao mesmo, tornando-o mais atraente.

Os biofilmes comestíveis devem ser elaborados com matérias primas seguras para consumo humano, também conhecidas como GRAS (generally recognized as safe), de acordo com as determinações do FDA (Food and Drug Administration) (AZEREDO; FARIA; BRITO, 2012). Desta forma, não apresentam risco à saúde ao serem consumidos.

De acordo com Thomas (2016), um revestimento ideal deve proporcionar ao alimento revestido brilho, aparência atrativa e redução na perda de peso, por meio da redução da respiração normal, sem provocar condições de anaerobiose.

Outro fator fundamental é sua inércia em relação às características sensoriais dos alimentos a serem revestidos, e que os mesmos apresentem cor,

odor e sabor neutros, além de aderência adequada à superfície do produto, proporcionando assim a proteção desejada (FAKHOURI et al., 2007).

O uso de biofilmes pode ainda proteger o produto contra danos mecânicos, contaminação microbiológica e reduzir a volatilização de aromas e flavors (OLIVEIRA et al., 2011).

O uso de biofilmes para aumento da vida útil de alimentos data do século XII, na China, quando era aplicada cera à superfície de frutas cítricas para conservá-las durante viagens marítimas (LUVIELMO; LAMAS, 2013). Esta técnica de revestimento é até hoje utilizada em frutas como maçãs, por exemplo.

No início da década de 30, ceras de origem vegetal (de carnaúba), mineral (parafinas) e animal (de abelhas) passaram a ser utilizadas para preservação de frutas (VILLADIEGO et al., 2005). A partir da década de 60 o uso de polissacarídeos solúveis em água tornou-se a opção comercial mais utilizada e estudada para aumento da vida útil de alimentos frescos.

Nos últimos anos, vários estudos vêm testando a utilização de biofilmes e películas comestíveis em alimentos, visando principalmente o aumento da vida de prateleira e melhoria nas características sensoriais (FERNÁNDEZ et al., 2017). No entanto, os aspectos ambiental e econômico também têm sido bastante observados, já que neste caso é dispensado o uso de embalagens diretamente em contato com o alimento (embalagens primárias), reduzindo assim a geração de resíduos de embalagens sintéticas (não biodegradáveis) e, conseqüentemente, o custo com as mesmas (FAKHOURI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2015; MULLER, 2016).

Alguns estudos têm testado ainda a adição de agentes antimicrobianos, antioxidantes e conservantes às formulações de biofilmes (BITTANTE et al., 2012; COSTA, 2013; TORLAK; SERT, 2013; SIRIPATRAWAN; VITCHAYAKITTI; 2016; THOMAS, 2016). Compostos naturais, como a própolis e a quitosana, são mais pesquisados, principalmente pelo fato de o biofilme ser ingerido juntamente com o alimento.

O aumento da preocupação com a segurança alimentar tem levado tanto a indústria alimentícia quanto pesquisadores a buscar aditivos com propriedades que auxiliem na conservação e evitem contaminações provenientes, principalmente, do crescimento microbiano na superfície do alimento, local onde

ocorre a maioria das reações de degradação (DURANGO; SOARES; ARTEAGA, 2011).

A utilização de revestimentos comestíveis não deve substituir as boas práticas de fabricação, mas sim complementá-las, servindo de barreira final após todas as etapas de higienização ou esterilização do produto, retardando desta forma a deterioração do alimento (COOKSEY, 2005).

Nos últimos anos tem havido certa pressão por parte dos consumidores em relação à diminuição da utilização de aditivos sintéticos nos alimentos, além de outras cobranças em relação às embalagens utilizadas, como redução do tamanho e utilização de materiais que gerem menor impacto ambiental.

A utilização de biofilmes adicionados de compostos antioxidantes e antimicrobianos como a própolis atende a esta demanda, agrega valor ao produto por torná-lo algo diferenciado e com características mais atrativas, além de não gerar resíduos para o ambiente. Além disso, sua obtenção apresenta baixo custo de produção.

2.2.1. Métodos de Obtenção de Biofilmes

Um dos métodos mais utilizados para obtenção de biofilmes baseia-se no preparo de uma solução coloidal contendo a macromolécula e os demais componentes (aditivos), em um solvente, que normalmente é a água, processo denominado *casting* (BATISTA, 2004).

Após solubilização, a solução é seca até obtenção do filme, que posteriormente será utilizado no revestimento (neste caso denominado de filme, uma estrutura independente utilizada posteriormente como embalagem); ou ainda é realizado revestimento do alimento diretamente com a solução filmogênica, e a secagem ocorre na superfície do produto (neste caso denominada de cobertura, revestimento ou recobrimento) (FALGUERA et al., 2011).

De acordo com Rodrigues (2015), a obtenção de biofilmes por *casting* é iniciada pela formação do gel através de ligações intra e intermoleculares cruzadas entre as cadeias de polímeros, o que forma uma matriz tridimensional semirrígida, que envolve e imobiliza o solvente utilizado.

Há também os processos de precipitação simples (precipitação ou mudança de fase da solução por evaporação do solvente ou por adição de outro

solvente incompatível com a matriz); precipitação composta (mistura de duas soluções filmogênicas contendo matrizes de cargas opostas, gerando precipitação do complexo de polímeros); e geleificação térmica (transição sol-gel devido ao aquecimento e consequente desnaturação e precipitação de determinadas proteínas) (BATISTA, 2004).

Independentemente do processo de obtenção, a transformação da solução filmogênica em filmes ou coberturas é consequência de interações intermoleculares, que se traduzem em forças estruturais (THOMAS, 2016).

Os biofilmes comestíveis podem apresentar diversas formulações, sendo a maior parte constituída por biomoléculas, como proteínas e polissacarídeos.

Os constituintes básicos para preparo de solução filmogênica são: um polímero de alto peso molecular (agente formador), como proteínas, polissacarídeos ou lipídios; um solvente, que normalmente é a água; e um agente plastificante (BATISTA, 2004). O uso dos vários componentes na obtenção do biofilme tem como objetivo a melhoria de suas propriedades mecânicas e físicas.

Podem ainda ser adicionados outros componentes (de origem natural ou sintéticos), como agentes antioxidantes, antimicrobianos, aromatizantes, corantes, flavorizantes, dentre outros, que possam interagir com o alimento e aumentar sua estabilidade ou funcionalidade.

2.2.2. Constituintes do Biofilme

2.2.2.1. Agente Formador

Os agentes formadores são compostos de alta massa molecular que formarão a estrutura básica do biofilme.

Os biofilmes comestíveis são normalmente classificados de acordo com seu material estrutural. Desta forma, pode-se classificá-los em filmes de hidrocoloides (formados por polissacarídeos ou proteínas); de lipídios; ou compostos (obtidos por emulsão de lipídios, proteínas e/ou polissacarídeos, objetivando sinergia entre os componentes e melhores propriedades para o biofilme) (DURANGO; SOARES; ARTEAGA, 2011; FALGUERA et al., 2011).

No Quadro 3 são apresentados alguns agentes formadores e suas respectivas funções na formulação de biofilmes.

Quadro 3: Componentes poliméricos aplicados a biofilmes e sua principal ação.

Recobrimento	Principal ação
Alginato	Redução da perda de água.
Caseína / monoglicerídeo acetilado / monoglicerídeo de ácido graxo	Barreira a gases; manutenção da cor.
Amilose / amilopectina	Barreira a gases; melhora da cor e da firmeza; ação antifúngica.
Zeínas	Barreira a gases; redução de perda de água; ação antimicrobiana; manutenção da firmeza.
Pectina	Barreira a gases; ação antifúngica; manutenção da firmeza.
Lipídios	Barreira a gases; redução da perda de água.
Carboximetilcelulose (CMC)	Barreira a gases; manutenção da cor.
Albumina do ovo	Manutenção da cor; redução do escurecimento.
Proteína do soro do leite	Barreira a gases; redução de perda de água; manutenção da cor.
Proteínas de soja	Barreira a gases; redução da perda de água; manutenção da firmeza.
Cera de carnaúba	Barreira a gases; redução da perda de água; diminuição da desidratação superficial.
Cera de abelha	Barreira a gases; redução da perda de água; diminuição da desidratação superficial.
Quitosana	Ação antimicrobiana; manutenção da cor; redução do escurecimento.
Goma xantana	Redução da perda de água; diminuição da desidratação superficial.
Carragenato	Redução da perda de água.

Fonte: ASSIS; FORATO; BRITTO, 2011.

Filmes a base de proteínas e polissacarídeos apresentam melhor barreira ao oxigênio, dióxido de carbono e lipídios, além de melhores propriedades mecânicas, o que proporciona maior integridade a produtos frágeis, como as frutas (BATISTA, 2004).

O biofilme desenvolvido pelo presente estudo tem como base pectina e carboximetilcelulose (CMC).

A pectina é um polissacarídeo solúvel em água, normalmente obtida de resíduos das indústrias processadoras de frutas (como cascas e polpas de frutas, como maracujá, maçã e frutas cítricas) (BATISTA, 2004). Nos tecidos das plantas, as pectinas atuam na parede celular, contribuindo para a firmeza e estrutura dos tecidos.

A pectina é bastante utilizada na indústria alimentícia como estabilizante; espessante, devido ao seu aumento de viscosidade quando hidratada; e redutora da sinérese (CANTERI et al., 2012).

A pectina apresenta sabor, odor e coloração neutros em relação ao alimento a ser aplicado, não alterando as características sensoriais do produto final (PAIVA; LIMA; PAIXÃO; 2009).

A carboximetilcelulose (CMC) é um éter derivado da celulose (polímero natural mais abundante na natureza), que pode ser obtido pela adição de ácido monocloroacético, agente eterificante, na presença de excesso de hidróxido de sódio (LIMA, 2014).

A CMC possui propriedades emulsificante e ligante, sendo utilizada na indústria alimentícia como controlador de viscosidade, agente de geleificação, modificador de textura, estabilizante, desengordurante, inibidor na formação de cristais de gelo, estabilizador de formas, absorvente de água, emulsificador, dentre outras utilizações (GARCIA et al., 2008). Apresenta excelente capacidade de hidrorretenção e mantém a viscosidade da solução em elevações brandas de temperatura.

Tanto a pectina quanto a CMC são matérias primas solúveis em água, renováveis, biodegradáveis e de baixo custo, além de apresentarem propriedades inertes em relação ao alimento a serem aplicados. Também são reconhecidos como GRAS (generally recognized as safe) e são listados como ingredientes nas principais organizações mundiais que regulam e/ou controlam a produção e o consumo de alimentos, não havendo qualquer restrição relativa à toxicidade, bem como indicação de consumo diário, o que os torna boas escolhas para formulação de biofilmes.

2.2.2.2. Agente Plastificante

Os plastificantes são substâncias com elevado ponto de fusão e baixa volatilidade que, ao serem adicionadas a outra substância, provocam mudanças em suas propriedades mecânicas, químicas e físicas (BATISTA, 2004).

São geralmente utilizados para promover melhorias na resistência mecânica, flexibilidade e redução de áreas quebradiças nos filmes (DURANGO; SOARES; ARTEAGA, 2011).

De acordo com Muller (2016), os plastificantes agem aumentando a mobilidade das cadeias poliméricas, limitando a recristalização nos filmes já secos e permitindo a maior estabilidade ao longo do armazenamento.

Os plastificantes quebram as interações das cadeias poliméricas, ampliando as distâncias entre cadeias mais próximas, aumentando assim, a flexibilidade e, conseqüentemente, a resistência e força dos filmes (AZEREDO; FARIA; BRITO, 2012).

O uso excessivo de plastificantes pode aumentar os espaços entre as cadeias poliméricas e promover maior difusão de vapor de água através do filme (THOMAS, 2016).

Como exemplos de agentes plastificante, pode-se citar: frutose, glicerina, sorbitol, glicerol, propilenoglicol, ácidos graxos, dentre outros.

É imprescindível que o agente plastificante seja compatível com o polímero utilizado, apresentando-se totalmente disperso na solução, garantindo desta forma que os filmes sejam flexíveis e estáveis e que seus componentes não se separem durante a secagem.

2.3. Própolis

A própolis é uma mistura complexa de substâncias balsâmicas, resinosas e gomosas, com coloração e textura variadas. Estas substâncias são coletadas por abelhas melíferas de partes diversas de plantas, como flores, brotos e também exsudatos resinosos (PINTO; PRADO; CARVALHO, 2011). Esta mistura de coletados é alterada pelas abelhas, que adicionam à mesma, secreções salivares, pólen e cera.

Na colmeia, a própolis tem diversas finalidades, como a proteção do ninho; higienizador sobre os favos e paredes internas; para recobrir animais mortos que não puderam ser removidos da colônia, evitando sua decomposição; e para vedação de aberturas (EMPRAPA, 2010), protegendo os animais das variações de temperatura externa.

O uso da própolis como remédio popular é bastante antigo. Possui propriedades terapêuticas diversificadas, sendo a antibacteriana e a cicatrizante as mais atrativas (PEREIRA et al., 2015).

Foi amplamente utilizada na África do Sul, durante a guerra ocorrida no final do século XIX, principalmente devido às suas propriedades cicatrizantes (PEREIRA; SEIXAS; NETO, 2002). No Egito antigo, era utilizada para embalsamar cadáveres, devido às suas propriedades antiputrefativas; na Roma e Grécia antigas era reconhecida por suas propriedades medicinais (PEREIRA et al., 2015).

No Brasil, a própolis foi e continua a ser amplamente utilizada na medicina popular. No entanto, houve crescimento no interesse e utilização na década de 80, com a publicação do trabalho de Ernesto Ulrich Breyer, no qual descrevia as propriedades terapêuticas e antibióticas deste composto (SANTOS, 2010).

Diversos estudos têm demonstrado as várias propriedades da própolis, como antioxidante (ALVES; KUBOTA, 2013; DE-MELO et al., 2014; KUNRATH, 2017), antibacteriana (MARCUCCI; GUTIERREZ-GOLÇALVES, 2009; CAMPOS et al., 2011; ANDRADE et al., 2012; SIQUEIRA et al., 2014), anti-inflamatória (REIS, 2000; ALBUQUERQUE-JÚNIOR et al., 2009; VEGA et al., 2014), dentre outras.

A composição química da própolis é composta por aproximadamente 50% de resina vegetal, 30% de cera, 10% de óleos essenciais, 5% de pólen e 5% de substâncias variadas (BOGDANOV, 2017).

Pode apresentar ainda, minerais, vitaminas (B1, B2, B3 e B6), lactonas, quinonas, esteroides, açúcares e pigmentos naturais, como carotenoides e clorofila (THOMAS, 2016).

O Brasil, devido à enorme variabilidade de sua flora, apresenta diversos tipos de própolis, tendo em vista que sua composição varia de acordo com a fonte

botânica da qual as abelhas extraíram a resina e também com alguns fatores, como período de coleta, clima da região, dentre outros.

Ao todo, já foram identificados 13 tipos de própolis no Brasil (SILVA, 2008). A classificação atual da própolis brasileira é descrita no Quadro 4.

Quadro 4: Classificação da própolis brasileira.

Própolis	Cor	Origem geográfica	Origem botânica	Composição química	Referência
Grupo 1	Amarelo	Sul (RS)	-	-	PARK et al., 2002
Grupo 2	Castanho claro	Sul (RS)	-	-	PARK et al., 2002; SILVA, 2008
Grupo 3	Castanho escuro	Sul (PR)	<i>Populus alba</i>	Éster do ácido dimetil dialil caféico; flavonoides: crisina e galangina	PARK et al., 2000 e 2002; SILVA, 2008
Grupo 4	Castanho claro	Sul (PR)	-	-	PARK et al., 2000 e 2002; SILVA, 2008
Grupo 5	Marrom esverdeado	Sul (PR)	-	-	PARK et al., 2000 e 2002; SILVA, 2008
Grupo 6	Marrom avermelhado	Nordeste (BA)	<i>Hyptis divaricata</i>	Ésteres de ácidos graxos, compostos aromáticos, terpenos, flavonoides	PARK et al., 2000 e 2002; SILVA, 2008
Grupo 7	Marrom esverdeado	Nordeste (BA)	-	-	PARK et al., 2000 e 2002; SILVA, 2008
Grupo 8	Castanho escuro	Nordeste (PE)	-	-	PARK et al., 2000; SILVA, 2008
Grupo 9	Amarelo	Nordeste (PE)	-	-	PARK et al., 2000 e 2002;

					SILVA, 2008
Grupo 10	Amarelo escuro	Nordeste (PE)	-	-	PARK et al., 2002
Grupo 11	Amarelo	Nordeste (PI)	-	-	PARK et al., 2002
Grupo 12	Verde ou marrom esverdeado	Sudeste (SP, MG)	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Flavonoides, ácidos fenólicos, cetonas, aldeídos aromáticos, álcoois, terpenos, ácidos graxos, aminoácidos, oligoelementos, vitaminas C=B1, B2, B6, E, C e hidrocarbonetos	PARK 2002 e 2004; FUNARI e FERRO, 2006; MARCUCCI, 2007; BANKOVA, 2000; SOUZA, 2007
Grupo 13	Vermelha	Nordeste (AL, BA, PB)	<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	Flavonoides: pinocem-brina, formononetina, rutina, quercetina, dalbergina, dentre outros; ácido fenólico	SILVA, et al., 2008; DAUGSCH et al., 2007; SIQUEIRA, 2008

Fonte: MENDONÇA, 2011.

O potencial biológico de cada tipo de própolis se deve ao sinergismo entre seus muitos constituintes (LUSTOSA et al., 2008).

A variedade das própolis brasileiras faz com que estas sejam produtos com enorme potencial tecnológico, principalmente devido à sua origem geográfica e botânica bastante específicas de determinadas regiões do país.

2.4. Própolis Vermelha

A própolis vermelha é o 13º tipo de própolis descoberta no Brasil. Sua origem botânica é a *Dalbergia ecastophyllum*, também conhecida como “rabo de bugio”, uma planta característica das regiões de mangue do nordeste brasileiro,

principalmente dos estados de Alagoas, Bahia e Paraíba. As abelhas coletam o exsudato dos caules da planta e, a partir deste, produzem a própolis vermelha (Figura 3).

Figura 3 – A: Exsudato do caule da *Dalbergia ecastophyllum*; B: Coleta da resina pelas abelhas *Apis mellifera*; C: Resina depositada nas patas traseiras das abelhas para transporte à colmeia e posterior produção de própolis vermelha.



Fonte: DAUGSH, 2007.

Em 2012, a própolis vermelha de Alagoas recebeu a certificação de Indicação Geográfica na modalidade de Denominação de Origem, fornecida pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Este tipo de própolis possui composição fitoquímica semelhante a um tipo de própolis vermelha produzido em Cuba. No entanto, a própolis cubana não possui benzofenonas (PICCINELLI, 2005), que são encontradas na própolis vermelha alagoana.

Trusheva et al. (2006) identificou em amostras de própolis vermelha, compostos com atividade antibiótica, antifúngica, antioxidante e citotóxica.

Em estudo realizado por Alencar et al. (2007), foram identificados compostos bioativos (isoflavonoides, chalconas e benzofenonas) na própolis vermelha de Alagoas, compostos estes que não haviam sido relatados em nenhum dos demais 12 tipos de própolis brasileiras nem na própolis vermelha de Cuba, além de também ser observada atividade antimicrobiana.

Silva (2008) observou elevada atividade antimicrobiana do extrato de própolis vermelha contra *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Staphylococcus aureus* e *Actinomyces naeslundii*.

Estudo realizado por Cabral et al. (2009) demonstrou que a própolis vermelha apresenta teor de compostos fenólicos elevado, sendo o maior valor encontrado em amostras de própolis brasileiras. O estudo também observou

atividade antibacteriana para *Staphylococcus aureus*, em concentrações menores em relação a estudos de outros tipos de própolis brasileiras, além de atividade antioxidante.

Junior (2012) observou atividade antimicrobiana do extrato de própolis vermelha frente a cepas Gram-positivas, Gram-negativas e fúngicas.

Em análise cromatográfica de amostras de própolis vermelha, Souza (2014) identificou a presença majoritária de isoflavonoides e gutiferronas nas mesmas.

Desta forma, o extrato de própolis vermelha apresenta enorme potencial para utilização como aditivo natural na conservação de alimentos, principalmente devido às suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes já comprovadas.

1º Artigo: ABREU, C. T. A.; BASÍLIO JÚNIOR, I. D. **Avaliação físico-química de frutos de acerola revestidos com biofilme enriquecido com própolis vermelha.** Revista Científica para a qual será submetido: Pesquisa Agropecuária Brasileira (ISSN 1678-3921, Classificação B2, segundo os critérios do sistema *Qualis* da CAPES/Área de Nutrição).

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento de biofilme comestível enriquecido com extrato de própolis vermelha em diferentes concentrações (F1, F2 e F3) e avaliação de seu efeito como revestimento de frutos de acerola. Os frutos foram avaliados quanto à perda de massa, acidez total titulável, sólidos solúveis, grau de maturação, pH e vitamina C, ao longo de 15 dias, às temperaturas de 5°C e 25°C. Os frutos revestidos foram comparados com os frutos in natura e frutos revestidos com cera de carnaúba. F2 proporcionou melhores resultados para perda de massa (10,26%), acidez total titulável (1,77%) e pH (3,70); F3 proporcionou melhores resultados para sólidos solúveis (8,37°Brix) e grau de maturação (4,78); já F1 proporcionou o melhor resultado para vitamina C (865,25 mg de ácido ascórbico/100g de polpa). À temperatura de 5°C, os frutos apresentaram resultados melhores quando comparados aos armazenados a 25°C. Conclui-se que o uso do biofilme, aliado à refrigeração, proporcionou retardo nas reações de degradação da acerola, possibilitando maior vida útil pós colheita.

PALAVRAS-CHAVE: Revestimento comestível, *Malpighia emarginata*, ácido ascórbico.

ABSTRACT

The present study aimed at the development of edible biofilm enriched with red propolis extract in different concentrations (F1, F2 and F3) and the evaluation of its effect as a coating of acerola fruits. The fruits were evaluated for mass loss, total titratable acidity, soluble solids, degree of maturation, pH and vitamin C, during 15 days, at temperatures of 5°C and 25°C. The coated fruits were compared with in

natura fruits and fruits coated with carnauba wax. F2 provided satisfactory results for weight loss (10.26%), total titratable acidity (1.77%) and pH (3.70); F3 provided satisfactory results for soluble (8,37°Brix) and degree of maturation (4.78); already F1 provided the best result for vitamin C (865.25 mg of ascorbic acid / 100 g of pulp). At 5°C, its results are positive when compared to those stored at 25°C. It is concluded that the use of biofilm, combined with refrigeration, provided a delay in the acerola degradation reactions, allowing most of the useful life post-harvest.

KEYWORDS: Edible coating, *Malpighia emarginata*, ascorbic acid.

1. INTRODUÇÃO

Frutas normalmente possuem alta perecibilidade. Fatores como o padrão climático e fragilidade da casca aceleram o processo de senescência e deterioração de frutos como a acerola (*Malpighia emarginata*), que são mais suscetíveis a danos causados por impactos mecânicos e injúrias, o que aumenta o risco de deterioração e reduz sua vida útil pós colheita (OLIVEIRA et al, 2015; ATAÍDE et al., 2017).

Devido à baixa estabilidade, as acerolas tendem a ser comercializadas nas proximidades dos locais onde são cultivadas ou são destinadas ao beneficiamento, visando diminuir as perdas (FREITAS et al., 2006; FREIRE et al., 2013). Sua vida útil é de cerca de 3 dias quando armazenadas entre 20 e 30°C e de até 10 dias quando armazenadas entre 5 e 8°C (EMBRAPA, 2012).

De acordo com Marques et al. (2013), partes de frutas geralmente descartadas pela indústria, como cascas e bagaço podem conter grande quantidade de substâncias de interesse nutricional, como fibras, compostos antioxidantes, vitaminas e proteínas. Desta forma, alternativas para preservação destes alimentos podem permitir o aumento de seu consumo in natura, e maior aproveitamento de suas propriedades nutricionais.

Uma alternativa é a utilização de biofilmes comestíveis, que podem estender a vida útil pós colheita, preservando por mais tempo as características organolépticas e nutricionais, além de reduzirem o impacto ambiental, já que sua aplicação dispensa o uso e, conseqüentemente, o descarte de embalagens primárias, fator este que também pode reduzir o custo de produção.

Os biofilmes comestíveis devem ser elaborados com matérias primas GRAS (generally recognized as safe) ou geralmente conhecido como seguro, de acordo com as determinações do FDA (Food and Drug Administration) (AZEREDO; FARIA; BRITO, 2012). Desta forma, não apresentam risco à saúde ao serem consumidos.

A utilização de biofilmes comestíveis tem sido bastante estudada nos últimos anos, principalmente com adição de agentes antimicrobianos e antioxidantes de origem natural (ALVES et al., 2011; SILVEIRA et al., 2015; SOUZA et al., 2015).

Uma opção de aditivo natural para revestimentos comestíveis é a própolis vermelha, cuja origem botânica é a *Dalbergia ecastophyllum*, uma planta característica da região de mangue do nordeste brasileiro (SILVA, 2008). Dentre as características deste tipo de própolis, destacam-se sua composição fitoquímica, rica em isoflavonoides e benzofenonas. A própolis vermelha apresenta atividade antimicrobiana e antioxidante (TRUSHEVA et al., 2006), possuindo potencial para utilização na indústria alimentícia.

Tendo em vista o potencial de mercado para os biofilmes comestíveis e as propriedades da própolis vermelha, este estudo teve como objetivo o desenvolvimento de biofilme comestível enriquecido com extrato de própolis vermelha em diferentes concentrações e avaliação de seu efeito como revestimento de frutos de acerola, sendo analisado seu efeito na conservação das propriedades físico-químicas e nutricionais dos frutos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Obtenção da Própolis Vermelha

A própolis vermelha foi obtida de apiários localizados na região de mangue no município de Marechal Deodoro – AL. A amostra bruta foi limpa, acondicionada em saco plástico opaco e armazenada sob refrigeração, para posterior utilização.

2.2. Preparo do Extrato de Própolis Vermelha (EHPV)

A própolis bruta foi pesada, cortada, macerada com solução de etanol a 80% em temperatura ambiente, e levada a sonicator com potência de 100 W por 30 minutos. Foram realizadas 3 trocas de solvente. Ao final da extração, o extrato obtido foi filtrado e acondicionado em frasco âmbar para posterior análise e utilização. A proporção de própolis bruta e etanol 80% foi de 30 g/70 mL. O teor de sólidos solúveis do extrato final foi de 6,33%.

2.3. Caracterização do EHPV

2.3.1. Atividade Antioxidante

2.3.1.1. Metodologia DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidrazil)

Foi utilizada a metodologia descrita por Sales (2012), com alterações. Foi preparada uma solução de 12 mg/mL de radical DPPH• em etanol absoluto e armazenou-se em vidro âmbar. Em seguida, adicionaram-se 2 mL da solução de DPPH• a balões de 5 mL e, em intervalos de 1 minuto para cada balão, adicionou-se alíquota da amostra de EHPV, contendo 25 µg/mL e completou-se o volume com etanol absoluto. Aguardaram-se 30 minutos para ocorrência da reação em ambiente escuro. Decorrido este tempo, realizou-se leitura em espectrofotômetro UV-Vis, modelo 1240 Shimadzu, em comprimento de onda de 517 nm. A prova do branco das amostras foi obtida com uma alíquota da solução de DPPH• e outra com etanol absoluto. A porcentagem de radical DPPH• remanescente, no tempo de 30 minutos, foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$\% \text{de DPPH}^{\bullet}_{\text{remanescente}} = \frac{(A_{\text{amostra}} - A_{\text{branco}})}{A_{\text{controle}} - A_{\text{branco}}} \times 100$$

Onde:

A_{amostra} : absorvância da reação entre a solução do radical DPPH• e a amostra antioxidante;

A_{branco} : absorvância da solução de solvente utilizado para preparar a amostra antioxidante;

A_{controle} : absorvância do radical DPPH• com uma pequena alíquota do solvente utilizado para preparar a amostra, em substituição à solução da própria amostra em estudo.

2.3.1.2. Metodologia FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

Foi utilizada metodologia descrita por Rufino et al. (2006). A balões de 5 mL, adicionaram-se alíquotas de 90 μL contendo 25 $\mu\text{g/mL}$ da amostra de EHPV, 270 μL de água destilada e 2,7 mL de reagente FRAP (preparado a partir de 25 mL de solução de tampão acetato a 0,3 M, 2,5 mL de solução de TPTZ (2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina) a 10mM, e 2,5 mL de solução aquosa de cloreto férrico a 20 mM). Homogeneizaram-se as soluções em agitador de tubos e manteve-se em banho maria a 37°C por 30 minutos. Decorrido o tempo de reação, realizou-se leitura em espectrofotômetro UV-Vis, modelo 1240 Shimadzu, em comprimento de onda de 595 nm. Utilizou-se o reagente FRAP como branco para calibrar o espectrofotômetro.

2.3.2. Fenóis Totais

O teor de fenóis totais foi determinado por espectrofotometria UV, utilizando-se ácido gálico como padrão, de acordo com o método de Folin-Ciocalteu descrito por WOISKY (1996). A balões de 5 mL, adicionaram-se 3,5 mL de água destilada, 400 μL de reagente de Folin-Ciocalteu e a alíquota da solução estoque de ácido gálico correspondente a cada concentração desejada (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 $\mu\text{g/mL}$), agitando-se por alguns segundos. Em seguida, no intervalo de 1 a 8 minutos, adicionaram-se 600 μL de solução de carbonato de sódio a 20% e completou-se o volume com água destilada. Após 2 horas, realizou-se leitura em triplicata, em espectrofotômetro UV-Vis, modelo 1240 Shimadzu, com comprimento de onda de 760 nm. Ao final, foi calculada a equação da reta pelo método dos mínimos quadrados. Para a determinação de fenóis totais do EHPV, foi utilizada alíquota com concentração

de 20 µg/mL, seguindo-se a metodologia já descrita. O coeficiente linear da curva obtido foi de 0,9971.

2.3.3. Flavonoides Totais

O teor de flavonoides totais foi determinado pelo método de cloreto de alumínio, utilizando-se o flavonoide quercetina como padrão. A balões volumétricos de 5 mL, adicionou-se uma alíquota de 4 mL de metanol, 0,1 mL de solução de cloreto de alumínio a 5%, e a alíquota correspondente da solução estoque de quercetina para cada uma das concentrações desejadas (4, 6, 8, 10, 12, 14 e 16 µg/mL). Completou-se o volume final do balão com metanol, agitando-se por alguns segundos. As amostras foram mantidas em ambiente escuro por 30 minutos, realizando-se em seguida a leitura em espectrofotômetro UV-Vis, modelo 1240 Shimadzu, no comprimento de onda de 425 nm. Calculou-se então a equação da reta pelo método dos mínimos quadrados. O coeficiente linear obtido foi de 0,9932. Para determinação do teor de flavonoides no EHPV, foi utilizada uma alíquota com concentração de 200 µg/mL, utilizando-se a metodologia descrita anteriormente.

2.4. Elaboração do Biofilme

O biofilme foi preparado de acordo com as formulações descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Formulações de biofilme

Ingrediente	F1	F2	F3
CMC	1,020 g	1,020 g	1,020 g
Pectina cítrica	0,852 g	0,852 g	0,852 g
Benzoato de sódio	0,034 g	0,034 g	0,034 g
Propilenoglicol	1,057 mL	1,057 mL	1,057 mL
Sorbitol 70%	1,005 mL	1,005 mL	1,005 mL
EHPV	1%	3%	5%
Água destilada q.s.p.	100 mL	100 mL	100 mL

Os ingredientes foram pesados em balança analítica Shimadzu, modelo AUY 220 e solubilizados em água destilada utilizando-se misturador a 1500 rpm por 30 minutos. As soluções de biofilme foram acondicionadas em vidros âmbar devidamente vedados até análise e utilização.

2.4.1. Obtenção da Cera de Carnaúba

A cera de carnaúba foi utilizada para comparativo entre o biofilme desenvolvido e o revestimento normalmente utilizado pela indústria de frutas. A cera foi adquirida do fornecedor GM – Comércio de Ceras e Derivados LTDA. Foi utilizada cera tipo 3, indicada para recobrimento de frutas. Foi preparada emulsão de cera em água a 1,5% para posterior revestimento dos frutos por imersão e secagem em temperatura ambiente e sob refrigeração, conforme metodologia utilizada por Pinheiro (2012).

2.5. Análises do Biofilme

Para realização das análises físico-químicas, o biofilme foi seco à temperatura de 25°C, sobre placas de vidro, durante 12 horas.

2.5.1. Determinação de Umidade

A umidade dos biofilmes secos foi determinada por método infravermelho. Amostras dos biofilmes secos foram cortadas e analisadas em determinador de umidade por infravermelho Shimadzu, modelo MOC63u, a 105°C, durante 10 minutos. As amostras foram analisadas em triplicata.

2.5.2. Solubilidade em Água

A determinação da solubilidade em água dos biofilmes secos foi determinada conforme metodologia descrita por Costa (2013). Amostras dos biofilmes secos foram cortadas no formato de discos, pesadas e imersas em água destilada e mantidas sob agitação mecânica por 24 horas, a 25°C. Após esse período, as amostras foram secas em estufa a 105°C, durante 24 horas e

pesadas novamente, determinando-se assim a massa final seca das amostras. A análise foi realizada em triplicata. A solubilidade foi expressa em termos de massa seca dissolvida, sendo calculada de acordo com a equação:

$$\text{Sol} = \frac{(m_i - m_f)}{m_i} \times 100$$

Onde:

Sol: solubilidade em água (g/100g de filme);

m_i : massa inicial da amostra (g);

m_f : massa seca final da amostra (g) após solubilização.

2.6. Revestimento dos Frutos de Acerola

Os frutos utilizados foram de cultivar doméstico, localizado no município de Maceió/AL. As acerolas foram colhidas pela manhã, acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo e transportadas imediatamente até o Laboratório de Controle de Qualidade de Medicamentos e Alimentos da ESENFAR-UFAL.

Os frutos foram selecionados quanto ao grau de maturação, de acordo com a coloração da casca (laranja-avermelhado), ponto de maturação recomendado pela EMBRAPA (2016) para a colheita dos frutos destinados ao consumo in natura (de 21 a 23 dias após antese). Foram descartados os frutos com danos mecânicos, muito ou pouco maduros (casca com coloração vinho intensa ou com nuances de verde) e com quaisquer defeitos que pudessem interferir na formação da camada de biofilme e/ou nos resultados das análises.

Após seleção, os frutos foram higienizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm, durante 15 minutos. Em seguida foram lavados com água corrente, drenados e secos à temperatura ambiente. O revestimento dos frutos foi realizado por imersão dos mesmos na solução de biofilme durante 1 minuto. Os frutos foram então drenados e secos naturalmente sobre grades de inox, em temperatura ambiente (25°C e umidade do ar 60%) e sob refrigeração (5°C e umidade do ar 60%).

2.7. Análises dos Frutos de Acerola Após Revestimento

Os frutos foram analisados no tempo 0 (análise inicial) e a cada 3 dias, durante 15 dias. Para os frutos acondicionados a temperatura ambiente (25°C), as análises foram realizadas apenas até o 6º dia, pois, após este período, as amostras apresentaram características que impediriam seu consumo in natura, como contaminação microbiológica aparente (bolor) ou perda de textura e cor (senescência).

2.7.1. Perda de Massa

A perda de massa dos frutos foi determinada por pesagem em balança analítica Shimadzu, modelo AUY 220. Em seguida, foi calculado o percentual de perda de massa dos frutos. A análise foi realizada em triplicata.

2.7.2. Acidez Total Titulável (ATT)

A ATT foi determinada utilizando-se metodologia de volumetria com indicador fenolftaleína e titulação com hidróxido de sódio, conforme normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A análise foi realizada em triplicata. O percentual de ATT foi calculado utilizando-se a fórmula a seguir:

$$ATT = \frac{V \times N \times f \times F \times 100}{P}$$

Onde:

ATT: acidez total titulável em % de ácido cítrico para cada 100g de polpa;

V: volume de NaOH gasto na titulação em ml;

N: normalidade da solução de NaOH;

f: fator de correção da solução de NaOH utilizada;

F: fator do ácido predominante do fruto (ácido cítrico);

P: peso ou volume da amostra utilizada.

2.7.3. Sólidos Solúveis (SS)

Os sólidos solúveis foram determinados por análise refratométrica (graus Brix), conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Foi utilizado refratômetro Kasvi, modelo K52-032. A análise foi realizada em triplicata.

2.7.4. Grau de Maturação

O grau de maturação foi determinado pela relação graus Brix / Acidez total, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

2.7.5. pH

O pH dos frutos foi determinado através de leitura direta utilizando-se potenciômetro de bancada Quimis, modelo Q400AS. As amostras foram analisadas em triplicata.

2.7.6. Vitamina C

A determinação de vitamina C foi realizada por espectrofotometria, conforme metodologia descrita por Oliveira (2010). Foi utilizado espectrofotômetro UV-Vis, modelo 1240 Shimadzu.

2.8. Análise Estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram avaliados mediante a análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias, quando houve diferença significativa, foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Foi utilizado o pacote estatístico Bioestat versão 5.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização do Extrato de Própolis Vermelha

O EHPV apresentou 92,89% de efeito antiradical, de acordo com a metodologia DPPH• (Tabela 2). O resultado obtido foi maior que os encontrados por Dausch (2007), (entre 29,50 e 100,00%), Alencar et al. (2007) (entre 55,00 e 78,00%) e Neves (2014) (entre 32,91 e 52,91%); e semelhante ao encontrado por Machado (2017) (91,22%). Desta forma, o resultado encontrado demonstra elevada capacidade antioxidante do EHPV utilizado.

Para a metodologia FRAP, o resultado foi 57,4 mMol de FeSO₄/g própolis (Tabela 2). Na literatura, os valores para atividade antioxidante da própolis são bastante divergentes. Mourão (2013) encontrou atividade antioxidante de 4,26 mmol/g de Fe para a própolis vermelha, utilizando a metodologia FRAP. Hatano et al. (2012) obteve o valor de 14,9 4,26 mmol/g de Fe para amostras de própolis provenientes de Shandong (China). Já Neves (2014), ao avaliar a atividade antioxidante de própolis vermelha de Pernambuco, encontrou o valor de 81,68 mmol/g de Fe.

Tabela 2: Atividade antioxidante do EHPV

Metodologia	Concentração das amostras	Atividade Antioxidante
DPPH•	25 µg/mL	92,89% < 0,00
FRAP	25 µg/mL	57,4 mMol de FeSO ₄ /g própolis ± 2,69

É interessante a utilização de mais de uma metodologia para determinar a atividade antioxidante da própolis, tendo em vista que são encontrados valores divergentes na literatura, fato que pode estar associado a diferenças nas metodologias, além da sazonalidade e diferentes origens geográficas e botânicas. Desta forma, os resultados obtidos no presente estudo evidenciam elevada capacidade antioxidante do EHPV.

Os teores de fenóis e flavonoides totais foram 243,20 mg EAG/g e 37,80 mg EQ/g respectivamente (Tabela 3). A literatura descreve o teor de compostos fenólicos na própolis vermelha como bastante variado, sendo normalmente maior que 90 mg/g, como observado por Cabral et al. (2009)

(257,98 mg EAG/g), Alencar et al. (2007) (416,31 mg EAG/g) e Mourão (2013) (123,2 mg EAG/g). O teor de fenóis totais encontrado no presente estudo vai ao encontro e corrobora com os estudos existentes.

Tabela 3: Fenóis e flavonoides totais do EHPV

Análise	Concentração das amostras	Resultados (mg/g)	Resultados (%)
Fenóis Totais	20 µg/mL	243,20 mg ± 3,48 ¹	24,32%
Flavonoides Totais	200 µg/mL	37,80 mg ± 0,96 ²	3,78%

1: mg EAG/g (expresso como equivalente de ácido gálico por g de própolis vermelha);

2: mg EQ/g (expresso como equivalente de quercetina por g de própolis vermelha).

Por outro lado, o teor de flavonoides da própolis vermelha tende a ser baixo, quando comparado com o teor fenólico total. Alencar et al. (2007) encontrou teor de flavonoides totais de 43 mg EQ/g, Dausch (2007) encontrou teor de 32,91 mg EQ/g, já Hatano et al. (2012) encontrou teor de 23,8 mg EQ/g. estes resultados evidenciam a variabilidade no teor de flavonoides encontrado na literatura. Os valores encontrados por este estudo se assimilam aos estudos existentes.

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento estabelece que extratos etanólicos de própolis apresentem teores mínimos de 0,25% (m/m) para flavonoides e de 0,50% (m/m) para compostos fenólicos (BRASIL, 2001). Os teores de flavonoides e fenóis totais foram 24,32% e 3,78% respectivamente. Desta forma, o extrato obtido no presente estudo encontra-se dentro dos padrões estabelecidos.

3.2. Análises do Biofilme

Os resultados das análises de umidade e solubilidade em água dos biofilmes é apresentado na Tabela 4.

Todas as formulações apresentaram-se 100% solúveis em água. Resultados semelhantes foram observados por Batista (2004) ao avaliar biofilmes a base de pectina, gelatina e ácidos graxos.

Tanto a pectina quanto a CMC são facilmente solúveis em água, característica comum aos polissacarídeos e indicativa de sua hidrofiliidade. De acordo com FAKHOURI et al. (2007), esta característica pode ser altamente

desejável em determinadas aplicações do biofilme, como, por exemplo, no revestimento de frutos e hortaliças comercializados in natura, mas que serão cozidos antes do consumo. Assis e Britto (2014) ressaltam ainda que uma boa solubilidade em meio aquoso favorece uma melhor dispersão do soluto e a formação do filme na superfície do alimento de forma mais homogênea.

Tabela 4: Umidade e solubilidade em água dos biofilmes

Análise	F1	F2	F3
Umidade	26,12% ± 2,45 ^a	25,70% ± 3,68 ^a	24,17% ± 2,99 ^a
Solubilidade em Água	100% ± 0,00 ^a	100% ± 0,00 ^a	100% ± 0,00 ^a

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente.

Em relação ao teor de umidade dos filmes já secos, os valores variaram entre 24,17 e 26,12%. Não foi verificada diferença significativa para os teores de umidade dos filmes, tendo em vista que as 3 formulações diferem apenas na quantidade de EHPV. No entanto, a umidade foi menor à medida em que aumentou-se o teor de EHPV.

Almeida (2010) obteve teores de umidade entre 2,96 e 5,02% para filmes a base de zeínas e óleos vegetais. Fernandes et al. (2015) observaram teores de umidade entre 26,49 e 33,54% para filmes a base de concentrado proteico de soro de leite.

De acordo com Rigo (2006), diferenças nos teores de umidade de filmes ocorrem, principalmente, devido às diferenças em suas composições. Desta forma, filmes elaborados a partir de matérias primas higroscópicas, como a pectina e a CMC, apresentarão valores mais elevados de umidade, quando comparados a formulações que tenham como base materiais hidrofóbicos. Rodrigues (2015) resalta ainda que um maior teor de umidade do filme favorece a manutenção da umidade dos frutos revestidos, tendo em vista que um revestimento com umidade menor pode favorecer o processo de dessorção dos frutos.

3.3. Análises dos Frutos de Acerola Após Revestimento

3.3.1. Perda de Massa

O uso dos biofilmes proporcionou redução da perda de massa dos frutos (Tabela 5). Para os frutos acondicionados a 5°C, os revestidos com F2 apresentaram a menor perda, seguidos dos revestidos com F1 e F3. As três formulações proporcionaram menor perda de massa quando comparadas ao controle e à cera de carnaúba. Situação semelhante foi observada para os frutos acondicionados a 25°C, no entanto, a esta temperatura, as perdas observadas foram maiores quando comparadas com o armazenamento sob refrigeração.

Mazaro et al. (2015) não observaram diferença significativa na redução de perda de massa de acerolas tratadas com ácido salicílico, quando comparadas ao controle. Oliveira et al. (2011) observaram aumento da perda de massa de tomates revestidos com filmes de gelatina, quando comparados ao controle.

De acordo com Assis e Britto (2014), a perda de massa em frutos é causada principalmente pela perda de água para o meio, na forma de vapor, o que também acarreta em desidratação superficial (enrugamento e murchamento). Assim, uma menor perda de massa é indicativa de redução da perda de água durante o armazenamento, característica que interfere diretamente na qualidade, textura, aparência e, conseqüentemente, na aceitação dos frutos por parte dos consumidores.

Tabela 5: Perda de massa (%)

TA	R	Dias de armazenamento					
		0	3	6	9	12	15
5°C	FSR	0,00 ± 0,00 ^a	4,65 ± 0,17 ^{ab}	6,29 ± 0,24 ^b	9,57 ± 0,36 ^b	11,57 ± 0,28 ^b	18,58 ± 0,04 ^a
	FRCC	0,00 ± 0,00 ^a	3,93 ± 0,04 ^d	6,59 ± 0,03 ^{ab}	10,65 ± 0,15 ^a	13,01 ± 0,17 ^a	16,76 ± 0,18 ^b
	FR1	0,00 ± 0,00 ^a	4,80 ± 0,15 ^a	6,72 ± 0,21 ^a	8,40 ± 0,26 ^c	9,36 ± 0,29 ^d	11,52 ± 0,36 ^d
	FR2	0,00 ± 0,00 ^a	4,90 ± 0,03 ^a	6,68 ± 0,02 ^{ab}	8,07 ± 0,04 ^c	8,67 ± 0,05 ^e	10,26 ± 0,08 ^e
	FR3	0,00 ± 0,00 ^a	4,46 ± 0,08 ^{bc}	6,99 ± 0,13 ^a	9,51 ± 0,18 ^b	10,68 ± 0,20 ^c	12,42 ± 0,23 ^c
25°C	FSR	0,00 ± 0,00 ^a	6,56 ± 0,10 ^b	11,47 ± 0,21 ^b	-	-	-
	FRCC	0,00 ± 0,00 ^a	7,90 ± 0,19 ^a	11,49 ± 0,30 ^a	-	-	-
	FR1	0,00 ± 0,00 ^a	6,18 ± 0,01 ^b	9,59 ± 0,11 ^c	-	-	-
	FR2	0,00 ± 0,00 ^a	4,51 ± 0,07 ^d	7,96 ± 0,13 ^d	-	-	-
	FR3	0,00 ± 0,00 ^a	4,74 ± 0,22 ^{cd}	8,17 ± 0,26 ^d	-	-	-

TA: Temperatura de armazenamento. R: Revestimento. FSR: Frutos sem revestimento (controle); FCC: Frutos revestido com cera de carnaúba; FR1: Frutos revestido com biofilme 1; FR2: Frutos revestido com biofilme 2; FR3: Frutos revestido com biofilme 3. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente.

3.3.2. Acidez Total Titulável

Os frutos revestidos com os biofilmes apresentaram maior ATT ao longo do armazenamento quando comparados ao controle (Tabela 6). À temperatura de 5°C, as três formulações proporcionaram maior ATT quando comparadas ao controle e à cera de carnaúba.

A 25°C, apenas os frutos revestidos com F3 apresentaram acidez maior que o controle e os revestidos com cera de carnaúba; os frutos revestidos com F1 apresentaram ATT maior que o controle, mas igual aos revestidos com cera de carnaúba; e os revestidos com F2 apresentaram ATT maior que o controle, mas menor que os revestidos com cera de carnaúba. No entanto, não foi observada diferença significativa entre o biofilme, o controle e a cera de carnaúba. Para os frutos acondicionados a temperatura ambiente, as perdas de acidez observadas foram maiores quando comparadas com o armazenamento sob refrigeração.

Comportamento semelhante foi observado por Maciel et al. (2004), em acerolas revestidas com filmes de fécula de mandioca e acondicionadas sob refrigeração e temperatura ambiente; e por Mazaro et al. (2015), em acerolas tratadas com ácido salicílico e acondicionadas sob refrigeração.

Em frutas, a acidez está relacionada, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células. Além da acidez, estes ácidos contribuem para o aroma característico do alimento e seu teor tende a diminuir com a maturação, já que são utilizados como substrato no processo respiratório ou são convertidos em açúcares (MACIEL et al., 2008; OLIVEIRA, 2010; GARCÍA-MERA; SALAS-MACÍAS; CANALES-TORRES, 2017). Além disso, quando as frutas passam do estágio de maturação para a senescência, várias reações de decomposição ocorrem (hidrólise, oxidação ou fermentação), o que altera a concentração de íons hidrogênio e a acidez (MACIEL et al., 2010). Desta forma, uma maior acidez indica redução da taxa respiratória dos frutos e, conseqüentemente, maior preservação dos ácidos orgânicos, menor grau de maturação e possibilidade de maior vida útil.

Tabela 6: Acidez total titulável (% de ácido cítrico)

TA	R	Dias de armazenamento					
		0	3	6	9	12	15
5°C	FSR	2,01 ± 0,10 ^a	1,90 ± 0,03 ^a	1,84 ± 0,04 ^a	1,77 ± 0,03 ^a	1,68 ± 0,04 ^a	1,64 ± 0,03 ^b
	FRCC	2,01 ± 0,10 ^a	1,86 ± 0,00 ^a	1,81 ± 0,04 ^a	1,75 ± 0,03 ^a	1,71 ± 0,04 ^b	1,64 ± 0,03 ^b
	FR1	2,01 ± 0,10 ^a	1,99 ± 0,07 ^{ab}	1,86 ± 0,00 ^a	1,79 ± 0,07 ^a	1,81 ± 0,04 ^a	1,70 ± 0,08 ^a
	FR2	2,01 ± 0,10 ^a	1,99 ± 0,07 ^{ab}	1,88 ± 0,03 ^a	1,84 ± 0,04 ^a	1,79 ± 0,00 ^a	1,77 ± 0,03 ^a
	FR3	2,01 ± 0,10 ^a	1,90 ± 0,03 ^b	1,88 ± 0,03 ^a	1,86 ± 0,07 ^a	1,79 ± 0,07 ^a	1,75 ± 0,03 ^a
25°C	FSR	2,01 ± 0,10 ^a	1,84 ± 0,04 ^a	1,68 ± 0,04 ^b	-	-	-
	FRCC	2,01 ± 0,10 ^a	1,79 ± 0,00 ^b	1,79 ± 0,00 ^a	-	-	-
	FR1	2,01 ± 0,10 ^a	1,77 ± 0,03 ^b	1,79 ± 0,00 ^a	-	-	-
	FR2	2,01 ± 0,10 ^a	1,90 ± 0,03 ^a	1,73 ± 0,07 ^b	-	-	-
	FR3	2,01 ± 0,10 ^a	1,90 ± 0,03 ^a	1,86 ± 0,07 ^a	-	-	-

TA: Temperatura de armazenamento. R: Revestimento. FSR: Frutos sem revestimento (controle); FCC: Frutos revestido com cera de carnaúba; FR1: Frutos revestido com biofilme 1; FR2: Frutos revestido com biofilme 2; FR3: Frutos revestido com biofilme 3. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente.

3.3.3. Sólidos Solúveis

O revestimento com os biofilmes proporcionou menor teor de SS ao longo do armazenamento (Tabela 7). A 5°C, as três formulações proporcionaram menor teor de SS quando comparadas ao controle e à cera de carnaúba. Situação semelhante foi observada para o acondicionamento a 25°C, no entanto, não foi observada diferença significativa a esta temperatura.

Silveira et al. (2015) também observaram menores teores de SS para maxixes revestidos com amido e extrato de própolis quando comparados ao controle, mas não encontraram diferença significativa entre os tratamentos. García-Mera, Salas-Macías e Canales-Torres (2017) observaram menores teores de SS para goiabas tratadas com diferentes revestimentos a base de aloe vera.

Nas frutas, os SS são constituídos em sua maioria por açúcares, e seu teor tende a aumentar com a maturação (IAL, 2008). Nas acerolas, esse aumento se deve, principalmente, à maior disponibilidade de açúcares simples, utilizado como substrato para o metabolismo respiratório, já que se trata de um fruto climatérico, com elevada velocidade de respiração (MAZARO et al., 2015). Além disso, o padrão climatérico da respiração da acerola é acompanhado pelo aumento da síntese e ação do etileno, acelerando sua maturação e deterioração (RITZINGER; RITZINGER, 2011). Desta forma, um menor teor de SS pode indicar que o revestimento proporcionou redução da taxa respiratória ou ainda redução

dos efeitos do etileno nos frutos, acarretando em menor grau de maturação e possibilidade de maior vida útil pós colheita.

Tabela 7: Sólidos solúveis (graus Brix)

TA	R	Dias de armazenamento					
		0	3	6	9	12	15
5°C	FSR	6,17 ± 0,29 ^a	7,10 ± 0,10 ^{ab}	7,23 ± 0,12 ^b	7,93 ± 0,06 ^b	8,27 ± 0,25 ^b	10,50 ± 0,50 ^a
	FRCC	6,17 ± 0,29 ^a	7,37 ± 0,12 ^a	7,80 ± 0,26 ^a	8,63 ± 0,23 ^a	9,07 ± 0,06 ^a	9,67 ± 0,29 ^b
	FR1	6,17 ± 0,29 ^a	7,07 ± 0,06 ^b	7,27 ± 0,21 ^b	7,50 ± 0,00 ^c	7,43 ± 0,12 ^c	8,67 ± 0,29 ^c
	FR2	6,17 ± 0,29 ^a	7,37 ± 0,12 ^a	7,63 ± 0,23 ^{ab}	7,77 ± 0,23 ^{bc}	7,87 ± 0,06 ^{bc}	8,60 ± 0,17 ^c
	FR3	6,17 ± 0,29 ^a	7,03 ± 0,12 ^b	7,37 ± 0,12 ^{ab}	7,43 ± 0,12 ^c	7,63 ± 0,23 ^c	8,37 ± 0,12 ^c
25°C	FSR	6,17 ± 0,29 ^a	7,37 ± 0,12 ^a	7,63 ± 0,23 ^a	-	-	-
	FRCC	6,17 ± 0,29 ^a	7,30 ± 0,00 ^a	7,63 ± 0,23 ^a	-	-	-
	FR1	6,17 ± 0,29 ^a	7,37 ± 0,12 ^a	7,57 ± 0,31 ^a	-	-	-
	FR2	6,17 ± 0,29 ^a	7,17 ± 0,15 ^{ab}	7,60 ± 0,17 ^a	-	-	-
	FR3	6,17 ± 0,29 ^a	6,97 ± 0,06 ^b	7,20 ± 0,17 ^a	-	-	-

TA: Temperatura de armazenamento. R: Revestimento. FSR: Frutos sem revestimento (controle); FCC: Frutos revestido com cera de carnaúba; FR1: Frutos revestido com biofilme 1; FR2: Frutos revestido com biofilme 2; FR3: Frutos revestido com biofilme 3. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente.

3.3.4. Grau de Maturação

Como consequência da redução de formação de SS e da perda de ATT observadas, foi verificada uma redução no grau de maturação dos frutos revestidos quando comparados ao controle (Tabela 8). Para as duas temperaturas de armazenamento, os frutos revestidos com F3 apresentaram menor grau de maturação. A 25°C, no entanto, os valores observados foram maiores quando comparados aos frutos armazenados a 5°C.

Maciel et al. (2010) relata que o grau de maturação das acerolas varia entre 4,0 e 6,5 durante o armazenamento. Desta forma, o uso do biofilme conseguiu retardar o processo de maturação dos frutos.

A acerola é um fruto climatérico, com elevada velocidade de respiração (MACIEL et al., 2008). Após a colheita, sua vida útil é de cerca de 10 dias quando acondicionada entre 5 e 8°C e a maturação é atingida rapidamente (RITZINGER; RITZINGER, 2011). Após a maturação inicia-se então o processo de senescência e consequente deterioração dos frutos. A redução da velocidade de maturação indica que a vida útil dos frutos pode ser estendida.

Tabela 8: Grau de Maturação (relação °Brix/ATT)

TA	R	Dias de armazenamento					
		0	3	6	9	12	15
5°C	FSR	3,07 ± 0,06 ^a	3,73 ± 0,12 ^b	3,93 ± 0,13 ^b	4,48 ± 0,08 ^b	4,91 ± 0,18 ^b	6,40 ± 0,20 ^a
	FRCC	3,07 ± 0,06 ^a	3,96 ± 0,06 ^a	4,30 ± 0,12 ^a	4,93 ± 0,03 ^a	5,31 ± 0,15 ^a	5,89 ± 0,16 ^b
	FR1	3,07 ± 0,06 ^a	3,48 ± 0,03 ^c	3,91 ± 0,11 ^b	4,18 ± 0,15 ^c	4,10 ± 0,16 ^c	5,09 ± 0,06 ^c
	FR2	3,07 ± 0,06 ^a	3,67 ± 0,01 ^{bc}	4,06 ± 0,05 ^{ab}	4,22 ± 0,03 ^{bc}	4,39 ± 0,03 ^c	4,85 ± 0,10 ^c
	FR3	3,07 ± 0,06 ^a	3,70 ± 0,12 ^b	3,92 ± 0,12 ^b	3,88 ± 0,13 ^d	4,26 ± 0,20 ^c	4,78 ± 0,14 ^c
25°C	FSR	3,07 ± 0,06 ^a	4,01 ± 0,16 ^{ab}	4,41 ± 0,09 ^a	-	-	-
	FRCC	3,07 ± 0,06 ^a	4,07 ± 0,00 ^a	4,26 ± 0,13 ^a	-	-	-
	FR1	3,07 ± 0,06 ^a	4,16 ± 0,14 ^a	4,17 ± 0,21 ^{ab}	-	-	-
	FR2	3,07 ± 0,06 ^a	3,77 ± 0,03 ^{bc}	4,41 ± 0,19 ^a	-	-	-
	FR3	3,07 ± 0,06 ^a	3,66 ± 0,09 ^c	3,79 ± 0,02 ^b	-	-	-

TA: Temperatura de armazenamento. R: Revestimento. FSR: Frutos sem revestimento (controle); FCC: Frutos revestido com cera de carnaúba; FR1: Frutos revestido com biofilme 1; FR2: Frutos revestido com biofilme 2; FR3: Frutos revestido com biofilme 3. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente.

3.3.5. pH

O uso dos biofilmes manteve, ao longo do armazenamento, um menor pH nos frutos revestidos, quando comparado com os frutos sem revestimento (Tabela 9). A 5°C os frutos revestidos com as 3 formulações não apresentaram diferença significativa quando comparados ao controle, mas diferiram significativamente dos frutos revestidos com cera de carnaúba.

A 25°C, apenas os frutos revestidos com F2 e F3 apresentaram diferença significativa do controle e dos frutos revestidos com cera de carnaúba, apresentando menor pH. Entretanto, em temperatura ambiente, os valores de pH foram maiores, para todos os tratamentos, quando comparados aos frutos armazenados sob refrigeração.

O pH tende a aumentar ao longo do armazenamento devido à degradação de ácidos orgânicos e à ação de enzimas (SILVEIRA et al., 2015). Além disso, é um parâmetro útil para determinação do grau de maturação e de deterioração de frutas, tendo em vista que na transição de maturação para senescência, ocorrem várias reações de decomposição que alteram a concentração de íons hidrogênio (MACIEL et al., 2010; OLIVEIRA, 2010). Desta forma, um menor aumento do pH indica que o revestimento pode preservar as características nutricionais dos frutos por mais tempo, além de estender a vida útil pós colheita.

Tabela 9: pH

TA	R	Dias de armazenamento					
		0	3	6	9	12	15
5°C	FSR	3,28 ± 0,02 ^a	3,68 ± 0,01 ^a	3,60 ± 0,02 ^c	3,66 ± 0,06 ^b	3,64 ± 0,05 ^b	3,73 ± 0,02 ^b
	FRCC	3,28 ± 0,02 ^a	3,67 ± 0,01 ^a	3,73 ± 0,02 ^a	3,81 ± 0,01 ^a	3,84 ± 0,01 ^a	3,93 ± 0,02 ^a
	FR1	3,28 ± 0,02 ^a	3,69 ± 0,02 ^a	3,68 ± 0,03 ^{ab}	3,68 ± 0,03 ^b	3,70 ± 0,03 ^b	3,71 ± 0,07 ^b
	FR2	3,28 ± 0,02 ^a	3,64 ± 0,05 ^a	3,62 ± 0,02 ^{bc}	3,64 ± 0,02 ^b	3,64 ± 0,04 ^b	3,70 ± 0,01 ^b
	FR3	3,28 ± 0,02 ^a	3,68 ± 0,02 ^a	3,68 ± 0,03 ^{ab}	3,69 ± 0,06 ^b	3,69 ± 0,03 ^b	3,71 ± 0,03 ^b
25°C	FSR	3,28 ± 0,02 ^a	3,80 ± 0,09 ^a	3,84 ± 0,04 ^a	-	-	-
	FRCC	3,28 ± 0,02 ^a	3,64 ± 0,02 ^b	3,80 ± 0,01 ^{ab}	-	-	-
	FR1	3,28 ± 0,02 ^a	3,67 ± 0,01 ^b	3,81 ± 0,04 ^a	-	-	-
	FR2	3,28 ± 0,02 ^a	3,62 ± 0,01 ^b	3,72 ± 0,04 ^{bc}	-	-	-
	FR3	3,28 ± 0,02 ^a	3,66 ± 0,01 ^b	3,71 ± 0,03 ^c	-	-	-

TA: Temperatura de armazenamento. R: Revestimento. FSR: Frutos sem revestimento (controle); FCC: Frutos revestido com cera de carnaúba; FR1: Frutos revestido com biofilme 1; FR2: Frutos revestido com biofilme 2; FR3: Frutos revestido com biofilme 3. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente.

3.3.6. Vitamina C

O revestimento dos frutos com os biofilmes proporcionou menor perda de vitamina C durante o armazenamento (Tabela 10). No entanto, nas duas temperaturas, os frutos revestidos com as 3 formulações de biofilme diferiram apenas do controle, não apresentando diferença estatística dos frutos revestidos com cera de carnaúba. Tanto a 5°C quanto a 25°C, os melhores resultados foram observados para F1 e F3. As 3 formulações também proporcionaram menores perdas em relação aos frutos revestidos com cera de carnaúba e ao controle, para as duas temperaturas de armazenamento. No entanto, os frutos acondicionados a 25°C apresentaram maiores perdas de vitamina C quando comparados aos armazenados a 5°C, para todos os tratamentos.

Mazaro et al. (2015) não observaram diferença significativa na perda de vitamina C de acerolas tratadas com ácido salicílico, quando comparadas ao controle. Yamashita et al. (2003) observaram degradação do ácido ascórbico em acerolas congeladas, o que demonstra a instabilidade desta vitamina mesmo a temperaturas negativas.

À medida em que as acerolas amadurecem, o teor de vitamina C decresce, devido à oxidação do ácido ascórbico causada pela exposição dos frutos ao oxigênio, luz e calor (MACIEL, 2010; PONTES et al., 2015). Esta oxidação inicia-se imediatamente após a colheita, através da ação de enzimas como ascorbinase ou ainda peroxidase, dentro da própria fruta (BRESOLIN;

HUBINGE, 2014). Ainda de acordo com Sebastiany et al. (2009), a estabilidade do ácido ascórbico em produtos de acerola dependerá do tipo de processamento e da temperatura de armazenamento.

Por ser a vitamina mais termolábil, o teor de vitamina C pode indicar ainda que, possivelmente, os demais nutrientes presentes no alimento estão sendo preservados (ALVES et al., 2010). Desta forma, o teor de ácido ascórbico nos frutos pode servir como indicador de maturação, qualidade nutricional e da conservação dos mesmos (AZEREDO; BRITO; GARUTTI, 2012). O uso do biofilme reduziu a degradação de vitamina C nos frutos, possivelmente devido à formação de uma barreira a gases como o oxigênio.

Tabela 10: Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100 g de polpa)

TA	R	Dias de armazenamento					
		0	3	6	9	12	15
5°C	FSR	1095,81 ± 26,66 ^a	1026,05 ± 25,13 ^a	985,20 ± 26,18 ^a	860,33 ± 27,25 ^b	804,02 ± 26,43 ^b	781,96 ± 26,19 ^b
	FRCC	1095,81 ± 26,66 ^a	1027,90 ± 26,30 ^a	983,36 ± 25,73 ^a	898,17 ± 26,50 ^{ab}	856,29 ± 25,70 ^{ab}	810,72 ± 27,16 ^{ab}
	FR1	1095,81 ± 26,66 ^a	1043,21 ± 25,92 ^a	1027,23 ± 0,00 ^a	957,07 ± 26,86 ^a	919,58 ± 27,13 ^a	865,25 ± 25,97 ^a
	FR2	1095,81 ± 26,66 ^a	1056,30 ± 46,13 ^a	1046,50 ± 46,72 ^a	969,72 ± 46,40 ^a	910,23 ± 25,97 ^a	855,59 ± 26,61 ^a
	FR3	1095,81 ± 26,66 ^a	1056,11 ± 44,19 ^a	1035,01 ± 27,08 ^a	954,74 ± 0,00 ^a	902,91 ± 25,35 ^a	864,62 ± 25,51 ^a
25°C	FSR	1095,81 ± 26,66 ^a	1015,77 ± 24,88 ^a	879,38 ± 25,73 ^b	-	-	-
	FRCC	1095,81 ± 26,66 ^a	1023,14 ± 46,72 ^a	966,72 ± 26,92 ^a	-	-	-
	FR1	1095,81 ± 26,66 ^a	1040,41 ± 25,48 ^a	1015,88 ± 26,58 ^a	-	-	-
	FR2	1095,81 ± 26,66 ^a	1041,08 ± 45,46 ^a	974,76 ± 45,55 ^a	-	-	-
	FR3	1095,81 ± 26,66 ^a	1044,20 ± 25,95 ^a	1003,20 ± 26,25 ^a	-	-	-

TA: Temperatura de armazenamento. R: Revestimento. FSR: Frutos sem revestimento (controle); FCC: Frutos revestido com cera de carnaúba; FR1: Frutos revestido com biofilme 1; FR2: Frutos revestido com biofilme 2; FR3: Frutos revestido com biofilme 3. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente.

3.4. Viabilidade Econômica

Cada 100 mL de solução filmogênica foram suficientes para recobrimento de cerca de 100 frutos de acerola ou aproximadamente 450 g.

Tabela 11: Viabilidade econômica dos biofilmes

	Ingrediente	F1	F2	F3	
Custos fixos	CMC	1,020 g	1,020 g	1,020 g	R\$ 0,204
	Pectina cítrica	0,852 g	0,852 g	0,852 g	R\$ 0,157
	Benzoato de sódio	0,034 g	0,034 g	0,034 g	R\$ 0,001
	Propilenoglicol	1,057 mL	1,057 mL	1,057 mL	R\$ 0,042
	Sorbitol 70%	1,005 mL	1,005 mL	1,005 mL	R\$ 0,018
	EHPV 1%*	0,173 mL**	-	-	R\$ 0,014
	EHPV 3%*	-	0,519 mL**	-	R\$ 0,041
	EHPV 5%*	-	-	0,866 mL**	R\$ 0,069
	Água potável q.s.p.	100 mL	100 mL	100 mL	R\$ 0,001
		Custo total (100 mL)	R\$ 0,437	R\$ 0,464	R\$ 0,492
	Custo por kg de fruto	R\$ 0,971	R\$ 1,031	R\$ 1,093	

*Porcentagem em relação ao total de sólidos da solução filmogênica.

** Cálculo baseado em EHPV com 11% de sólidos solúveis.

O custo do Kg de acerola é de cerca de R\$ 20,80. Desta forma, o uso do biofilme gerará acréscimo de menos de R\$ 1,10 para cada Kg. Tendo em vista que o recobrimento possibilitará o comércio para consumo in natura, e proporciona melhoria na aparência dos frutos, o custo do biofilme afeta moderadamente a viabilidade econômica, sendo um fator a ser avaliado pelo produtor, de acordo com a destinação que desejar para sua produção.

4. CONCLUSÕES

O uso dos biofilmes no revestimento de acerola proporcionou melhores resultados para os parâmetros avaliados, quando comparados ao controle e à cera de carnaúba, que é o revestimento mais comumente utilizado em frutas e vegetais. A formulação 2 foi a que proporcionou melhores resultados para a maioria dos testes, seguida da formulação 3.

Em relação à temperatura de armazenamento, os frutos acondicionados a 25°C tiveram vida útil de apenas 6 dias, apresentando, após este período, características que impediriam seu consumo in natura, como perda de textura e contaminação microbiológica aparente (bolor), mesmo para os frutos revestidos, indicando possível contaminação cruzada devido ao ambiente ou ainda que os revestimentos não foram suficientes para estender a vida de prateleira a esta temperatura.

Para os frutos acondicionados sob refrigeração (5°C), a maioria dos resultados foi melhor quando comparados aos frutos revestidos com cera de carnaúba e ao controle; e também quando comparados aos frutos acondicionados à temperatura ambiente.

Desta forma, o uso da formulação 2, aliado ao acondicionamento sob refrigeração, é o mais recomendado para preservação das características físico-químicas dos frutos de acerola, sendo sugerida também a realização de estudos futuros com outros frutos e hortaliças.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, S. M. et al. Chemical composition and biological activity of a new type of Brazilian propolis: Red propolis. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 113, n. 2, p. 278-283, 2007.

ALMEIDA, C. B. **Características estruturais e funcionais de Biofilmes produzidos com zeína e óleos vegetais comestíveis**. 2010. 133 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos), Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2010.

ALVES, J. A. Cinética de degradação de vitamina c em mangas 'palmer' minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 714-721, 2010.

ALVES, A. I. et al., Qualidade de morangos envolvidos com revestimento comestível antimicrobiano à base de diferentes fontes de amido. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 1519-1526, 2011.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014.

ATAÍDE, E. M. et al. Cera de carnaúba e própolis na conservação pós-colheita de frutos de juazeiro em condição refrigerada. **Agrarian Academy**, v. 4, n. 8, p. 278-287, 2017.

AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S.; GARUTTI, D. S. Alterações químicas em alimentos durante a estocagem. In: AZEREDO, H. M. **Fundamentos da Estabilidade de Alimentos**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 41-75.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; BRITO, E. S. Embalagens e suas interações com os alimentos. In: AZEREDO, H. M. **Fundamentos da Estabilidade de Alimentos**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 223-254.

BATISTA, J. A. **Desenvolvimento, caracterização e aplicações de biofilmes a base de pectina, gelatina e ácidos graxos em bananas e sementes de brócolos**. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BRASIL. Instrução Normativa nº 3 – ANEXO VII – Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de própolis e extrato de própolis. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Diário Oficial da República da União. Brasília, 19 jan. 2001.

BRESOLIN, J. D.; HUBINGER, S. Z. Metodologia para determinação de ácido ascórbico em sucos de citrus utilizando cromatografia líquida de alta eficiência. In: **III Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária**. 2014. São Carlos/SP, 2014.

CABRAL, I. S. R. et al. Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1523-1527, 2009.

COSTA, S. S. **Filmes de fécula de mandioca e glicerol, reforçados com nanocelulose e ativados com própolis vermelha**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

DAUGSCH, A. **A própolis vermelha do nordeste do brasil e suas características químicas e biológicas**. 2007. 144 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

EMBRAPA. **A Cultura da Acerola**. Brasília: Embrapa, 2012. 150 p.

EMBRAPA. **Colheita e armazenamento de acerola destinada ao consumo in natura**. Petrolina: Embrapa, 2016. 2 p.

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. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.

FERNANDES, A. P. S. et al. Aplicação de filmes biodegradáveis produzidos a partir de concentrado proteico de soro de leite irradiado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 192-199, 2015.

FREITAS, C. A. S. et al. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 12, n. 4, p. 395-400, 2006.

FREIRE, J. M. et al., Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. **Ciência Rural**, v. 43, n. 12, p. 2291-2296, 2013.

GARCÍA-MERA, G. A.; SALAS-MACÍAS, C. A.; CANALES-TORRES, H. G. Recubrimiento comestible natural con base en aloe vera como estrategia de conservación de *Psidium guajava*. **Revista Científica**, v. 3, n. 30, p. 224-236, 2017.

HATANO, A. et al. Antioxidant Activity and Phenolic Constituents of Red Propolis from Shandong, China. **Food Science and Technology Research**, v. 18, n. 4, p. 577-584, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4ª Ed. São Paulo, **IMESP**, capítulos 04, 06, 15, 19, 2008. 1020 p.

MACHADO, N. A. F. **Desenvolvimento e análise sensorial de bolo enriquecido com soro de leite e microencapsulado de própolis vermelha**. 2017. 66 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.

MACIEL, M. I. S. et al. Effects of biofilm and refrigeration on acerola postharvest conservation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 168-170, 2004.

MACIEL, M. I. S. et al. Modificações pós-colheita em frutos de 16 genótipos de aceroleira armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 157-163, 2008.

MACIEL, M. I. S., et al. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Revista ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 865-869, 2010.

MARQUES, T. R. et al. Chemical constituents and technological functional properties of acerola (*Malpighia emarginata* DC.) waste flour. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 3, p. 526-531, 2013.

MAZARO, S. M. et al. Qualidade pós-colheita de acerolas tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 4, p. 512-517, 2015.

MOURÃO, L. R. M. B. **Estudo in vivo da atividade antioxidante da própolis vermelha brasileira**. 2013. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2013.

NEVES, M. V. M. **Fracionamento biomonitorado da própolis vermelha de Igarassu, Pernambuco, Brasil**. 2014. 184 f. Tese (Doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2014.

OLIVEIRA, L. A. Vitamina C, In: **Manual de Laboratório: Análises Físico-químicas de Frutas e Mandioca**. 1 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. p. 219-235.

OLIVEIRA, T. A. et al. Efeito do revestimento de tomate com biofilme na aparência e perda de massa durante o armazenamento. **Revista Verde**, v. 6, n. 1, p. 230-234, 2011.

OLIVEIRA, T. A. et al. Conservação pós-colheita de carambola sob refrigeração com recobrimento de biofilme de gelatina e PVC. **Revista Verde**, v. 10, n. 4, p. 59-66, 2015.

PINHEIRO, N. M. S. **Revestimentos com cera de carnaúba incorporados de antimicrobianos em caju (*Anacardium occidentale L*) e goiaba (*Psidium guajava*)**. 2012. 125 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

PONTES, A. T. A. C. et al. Uso do ciclo fenológico da aceroleira para padronização do ponto de colheita mecanizada. In: **XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. 2015, São Pedro/SP, 2015.

RIGO, L. N. **Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis**. Dissertação. 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado em engenharia de Alimentos). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim, 2006.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 264, p. 17-25, 2011.

RODRIGUES, M. S. A. **Biofilme a base de extrato de própolis vermelha e seu efeito na conservação pós-colheita de tomate tipo italiano**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP)**. Comunicado Técnico Online Embrapa, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/664098/1/cot125.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

SALES, B. A. **Produção de Sucedâneos de Cereais de Pequeno-Almoço ricos em compostos bioativos a partir de subprodutos da indústria agroalimentar**. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar). Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2012.

SEBASTIANY, E. et al. Perda de vitamina c durante o armazenamento de polpa de acerola congelada. **Boletim CEPPA**, v. 27, n. 2, p. 281-288, 2009.

SILVA, B. B. **Caracterização da própolis vermelha: sua origem botânica e o efeito sazonal sobre sua composição química e atividade biológica**. 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2008.

SILVEIRA, P. T. S. et al. Qualidade pós-colheita do maxixe (*Cucumis anguria* L.) revestido com amido de milho adicionado do extrato de própolis. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 9, n. 2, p. 1888-1899, 2015.

SOUZA, S. J. et al. Propriedades antioxidantes e antimicrobianas de filmes de amido contendo extrato de própolis. 2015. In: **XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação científica**. 2015, Campinas.

TRUSHEVA, B. et al. Bioactive constituents of brazilian red propolis. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 3, n. 2, p. 249-254, 2006.

WOISKY R. G. **Métodos de controle químico de amostras de própolis**. 1996. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fármaco e Medicamentos). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

YAMASHITA, F. et al. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 92-94, 2003.

2º Artigo: ABREU, C. T. A.; BASÍLIO JÚNIOR, I. D. **Avaliação Sensorial de frutos de acerola (*Malpighia emarginata*) revestidos com biofilme enriquecido com própolis vermelha.** Revista Científica para a qual será submetido: Pesquisa Agropecuária Brasileira (ISSN 1678-3921, Classificação B2, segundo os critérios do sistema *Qualis* da CAPES/Área de Nutrição).

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi determinar a aceitabilidade e intenção de compra de frutos de acerola revestido com formulação de biofilme comestível enriquecido com própolis vermelha em 3 concentrações (formulações 1, 2 e 3). Como controle, foi utilizado o fruto sem revestimento. Também foram avaliados frutos revestidos com cera de carnaúba para comparativo. Os parâmetros avaliados foram cor, aroma, sabor, textura, avaliação global, além de intenção de compra. Os frutos revestidos com as 3 formulações de biofilme apresentaram médias acima de 7 e maiores que as médias dos frutos revestidos com cera de carnaúba, para todos os parâmetros avaliados. Os frutos revestidos com cera de carnaúba apresentaram as menores médias para todos os parâmetros. Não foi observada diferença estatística entre os frutos revestidos com as 3 formulações de biofilme e o controle. Dentre as formulações de biofilme, a formulação 1 proporcionou as maiores médias para todos os parâmetros. Para intenção de compra, as formulações 1 e 3 apresentaram os maiores percentuais (27,5% cada). Desta forma, o uso do biofilme não interferiu na aceitabilidade dos frutos de acerola por parte dos provadores.

PALAVRAS-CHAVE: Análise sensorial, própolis vermelha, revestimento comestível.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the acceptability and purchase intent of acerola fruits coated with edible biofilm formulation enriched with red propolis in 3 concentrations (formulations 1, 2 and 3). As control, the uncoated fruit was used. Also were evaluated fruits coated with carnauba wax for

comparison. The parameters evaluated were color, aroma, flavor, texture, overall evaluation, and purchase intention. The fruits coated with biofilms 1, 2 and 3 showed averages above 7 and higher than the average of the fruits coated with carnauba wax, for all evaluated parameters. The fruits coated with carnauba wax showed the lowest averages for all parameters. Was not observed statistical difference between fruits coated with biofilms 1, 2 and 3 and control. Among formulations of biofilm, formulation 1 presented the highest averages for all parameters. For purchase intention, formulations 1 and 3 presented the highest percentages (27.5% each). In this way, the use of biofilm did not interfere in the acceptability of the acerola fruits by the tasters.

KEYWORDS: Sensory analysis, red propolis, edible coating.

1. INTRODUÇÃO

A acerola é um fruto rico em vitamina C, com cerca de 50 mg/g de polpa (EMPRAPA, 2012). Apresenta também carotenoides, como o betacaroteno, betacriptoxantina, fitoflueno (PENHA, 2000), violaxantina e luteína (ROSSO, 2006). Aproximadamente 80% do peso total do fruto é comestível (FURLANETO; NASSER, 2015).

No entanto, devido à fragilidade da casca e polpa, e de seu perfil climatérico (aumento acentuado da taxa de respiração na fase de amadurecimento), os frutos tornam-se bastante suscetíveis a danos mecânicos e apresentam baixa vida útil pós colheita, sendo geralmente comercializados nas proximidades dos locais de plantio ou destinados à indústria de sucos, não sendo muito consumidos na sua forma in natura (FREITAS et al., 2006; RITZINGER; RITZINGER, 2011).

A acerola possui vida útil de no máximo 3 dias, quando armazenada entre 20 e 30°C e de até 11 dias, quando armazenada entre 5 e 8°C (MACIEL, 2010; EMBRAPA, 2012). Desta forma, alternativas que possibilitem o consumo in natura dos frutos (através do aumento da vida útil) podem proporcionar maior aproveitamento de suas propriedades nutricionais, favorecer o comércio direto pelos produtores, e reduzir o impacto ambiental gerado por seu beneficiamento,

tendo em vista que esta etapa gera uma quantidade elevada de resíduos (bagaço), que não são reaproveitados pela indústria (MARQUES, 2013).

Uma alternativa para aumento da vida de prateleira de frutos é a utilização de biofilmes ou coberturas comestíveis, que podem contribuir para a redução de trocas gasosas, perda de água e perda de massa, preservação de características sensoriais e nutricionais e redução da deterioração microbiológica (OLIVEIRA et al., 2011; AZEREDO; FARIA; BRITO, 2012; RODRIGUES, 2015; FERNÁNDEZ et al., 2017).

Uma das características mais importantes na utilização de revestimentos comestíveis é que estes não interfiram nas características sensoriais do alimento (FAKHOURI et al., 2007; LUVIELMO; LAMAS, 2013; MULLER, 2016). Desta forma, a realização de avaliação sensorial torna-se imprescindível para garantir que o revestimento possa ser aplicado industrialmente sem que haja rejeição por parte dos consumidores.

A análise sensorial é uma metodologia científica interdisciplinar utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as respostas aos produtos percebidas pelos sentidos da visão, audição, tato, gosto e olfato (TEIXEIRA, 2009) e é normalmente utilizada para avaliar a aceitação de um novo produto por parte do consumidor.

O objetivo do presente estudo foi determinar a aceitabilidade e intenção de compra de frutos de acerola revestido com formulação de biofilme comestível enriquecido com própolis vermelha (EHPV) em 3 concentrações (formulações 1, 2 e 3). Também foram avaliados frutos revestidos com cera de carnaúba (revestimento mais comumente utilizado na conservação de frutas) para comparativo. Como padrão, foi utilizado o fruto in natura (sem revestimento).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Aspectos Éticos

O presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas e aprovado com o número CAE 77831317.8.0000.5013. Foram utilizadas as instalações do Laboratório de Análise

Sensorial do Instituto Federal de Alagoas – Campus Satuba, no mês de outubro de 2018.

Antes da realização da avaliação, cada participante da pesquisa recebeu o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, sobre o qual teve todas as dúvidas sanadas e, apenas após assinatura do mesmo, foi dado início à avaliação sensorial.

2.2. Entrevista e Seleção dos Participantes da Pesquisa

Foram selecionados 80 provadores não treinados. Foi utilizado como critério de inclusão: provadores voluntários por conveniência; e como critérios de exclusão: provadores fumantes, pessoas com doenças respiratórias como gripes e resfriados, pessoas com alergias ou sensibilidade a algum componente do biofilme e/ou à própolis vermelha e pessoas com aversão ao produto a ser provado.

Cada voluntário foi entrevistado antes do início da análise, onde foram questionados os critérios de inclusão e exclusão. Os voluntários que atenderam aos critérios de inclusão receberam então o TCLE, assim como todas as instruções referentes ao mesmo e à análise.

2.3. Teste de Aceitabilidade e Intenção de Compra

Os frutos de acerola foram revestidos com os biofilmes F1 (1% de EHPV), F2 (3% de EHPV) e F3 (5% de EHPV) e comparados com os frutos sem revestimento (controle) e com frutos revestidos com cera de carnaúba, que é o revestimento mais comumente utilizado para o revestimento de frutas.

Foi utilizado o método de escala hedônica de 9 pontos, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Cada participante da pesquisa recebeu uma amostra de cada um dos 05 grupos: fruto controle; fruto revestido com F1; fruto revestido com F2; fruto revestido com F3; fruto revestido com cera de carnaúba. As amostras receberam numerações aleatórias e não sequenciais, a fim de não interferir na avaliação dos provadores.

Foram avaliados os parâmetros cor, aroma, sabor, textura e aparência global; além da intenção de compra (Figura 1).

Figura 1 – Ficha de avaliação sensorial.

Aceitabilidade de frutos de acerola																														
Nome: _____		Data: 24/10/2018		Idade: _____																										
<p>Você está recebendo 05 (cinco) amostras de frutos de acerola. Prove uma amostra por vez e dê uma nota de acordo com a escala abaixo para os atributos solicitados.</p>																														
	AMOSTRA																													
9 <i>Gostei extremamente</i>	Cor																													
8 <i>Gostei moderadamente</i>	Aroma																													
7 <i>Gostei regularmente</i>	Sabor																													
6 <i>Gostei ligeiramente</i>	Textura																													
5 <i>Não gostei, nem desgostei</i>	Avaliação Global																													
4 <i>Desgostei ligeiramente</i>																														
3 <i>Desgostei regularmente</i>																														
2 <i>Desgostei moderadamente</i>																														
1 <i>Desgostei extremamente</i>																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Você identificou algum sabor diferente nos frutos? Qual?</th> </tr> <tr> <th style="width: 20%;">Amostra:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>() Não</td> </tr> <tr> <td>() Amargo</td> </tr> <tr> <td>() Adstringente</td> </tr> </tbody> </table>						Você identificou algum sabor diferente nos frutos? Qual?					Amostra:	Amostra:	Amostra:	Amostra:	Amostra:	() Não	() Amargo	() Adstringente												
Você identificou algum sabor diferente nos frutos? Qual?																														
Amostra:	Amostra:	Amostra:	Amostra:	Amostra:																										
() Não	() Não	() Não	() Não	() Não																										
() Amargo	() Amargo	() Amargo	() Amargo	() Amargo																										
() Adstringente	() Adstringente	() Adstringente	() Adstringente	() Adstringente																										
Qual das amostras você compraria? _____ () Não compraria nenhuma																														
Comentários: _____																														

Fonte: Autora.

2.4. Análise Estatística

Os resultados foram avaliados mediante a análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias, quando houve diferença significativa, foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Foi utilizado o pacote estatístico Bioestat versão 5.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos revestidos com os F1, F2 e F3 apresentaram boas características organolépticas, como cor, textura e aroma característicos e brilho acentuado. Alguns provadores deixaram comentários nas fichas de avaliação destacando o brilho e a boa aparência dos frutos revestidos com estas formulações, mas ressaltando o sabor amargo de alguns frutos. Os resultados da análise sensorial são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão do teste de aceitabilidade dos frutos de acerola com diferentes revestimentos.

Revestimento	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Avaliação Global
FSR	8,20 ± 0,88 ^a	7,64 ± 1,03 ^a	7,50 ± 1,06 ^a	7,69 ± 0,94 ^a	7,83 ± 0,90 ^a
FCC	7,33 ± 1,08 ^b	7,44 ± 0,95 ^a	6,95 ± 0,90 ^b	7,15 ± 0,92 ^b	7,01 ± 0,85 ^b
FR1	7,89 ± 0,93 ^a	7,71 ± 1,06 ^a	7,51 ± 1,10 ^a	7,59 ± 1,00 ^a	7,79 ± 0,87 ^a
FR2	7,95 ± 0,99 ^a	7,66 ± 1,04 ^a	7,10 ± 0,96 ^{ab}	7,58 ± 0,95 ^a	7,59 ± 0,88 ^a
FR3	8,16 ± 0,86 ^a	7,63 ± 1,05 ^a	7,24 ± 1,02 ^{ab}	7,55 ± 0,94 ^{ab}	7,58 ± 0,88 ^a

FSR: Fruto sem revestimento (controle); FCC: Fruto revestido com cera de carnaúba; FR1: Fruto revestido com F1; FR2: Fruto revestido com F2; FR3: Fruto revestido com F3. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente.

O atributo “cor” apresentou as maiores médias, variando entre 7,33 e 8,20. Os frutos revestidos com F3 apresentaram a maior média (8,16) dentre os biofilmes. Nenhuma das 3 formulações diferiu significativamente do controle. Situação semelhante foi observada por Neves e Lima (2010), ao avaliarem a aceitabilidade de sucos de acerolas adicionados de extrato de própolis em diferentes concentrações, quando não observaram diferença estatística entre os resultados, mas obtiveram a maior nota para a formulação com maior teor de própolis.

O uso dos biofilmes confere aparência brilhante e viçosa aos frutos, o que pode ter interferido no aumento das notas para este parâmetro. Além disso, o uso da própolis confere coloração levemente avermelhada à formulação, o que acaba acentuando a cor natural das acerolas. Os frutos revestidos com cera de carnaúba apresentaram a menor média (7,33), diferindo significativamente do controle e dos demais grupos.

Para o atributo “aroma”, não foi observada diferença significativa entre os 5 grupos. No entanto, os frutos revestidos com F1 apresentaram a maior média (7,71). Uma das características de maior importância em biofilmes comestíveis é sua inércia em relação às características do alimento a ser revestido (FAKHOURI et al., 2007). Desta forma, a ausência de diferença significativa entre os frutos revestidos e o controle é um bom sinal, indicando que não houve interferência nesta característica por parte dos revestimentos.

O atributo “sabor” apresentou as menores médias para todos os grupos. Situação semelhante foi observada por Neves e Lima (2010) e Machado (2017),

ao avaliarem a aceitabilidade de suco de acerola adicionado de extrato de própolis vermelha e de bolo enriquecido com microencapsulado de própolis vermelha, respectivamente, os quais observaram as menores notas para o atributo “sabor” e comentários de alguns provadores em relação ao sabor amargo residual, característico da própolis. Caetano, Daiuto e Vietes (2012) também observaram as menores notas para este atributo, ao avaliarem a aceitabilidade de geleia elaborada com polpa e suco de acerola. A acerola é um fruto de sabor ácido, fator que pode ter interferido nas notas para este atributo.

Ainda em relação ao sabor, não houve diferença significativa entre as formulações de biofilme e o controle. Os frutos revestidos com F1 apresentaram a maior média, 7,51, possivelmente por ser a formulação com menor concentração de EHPV. Os frutos revestidos com cera de carnaúba apresentaram a menor média, 6,95, que diferiu significativamente do controle e dos frutos revestidos com F1.

Em relação à textura, os frutos revestidos com cera de carnaúba apresentaram a menor média (7,15), diferindo significativamente dos demais grupos, apesar de revestimentos à base de lipídeos serem boas barreiras contra perda de água (PINHEIRO, 2012). Para os frutos revestidos com os biofilmes, nenhuma das 3 formulações diferiu estatisticamente do controle. F1 apresentou a maior média (7,59), diferindo estatisticamente, juntamente com F2, dos frutos revestidos com cera de carnaúba.

Para a avaliação global, os frutos revestidos com as formulações 1, 2 e 3 apresentaram médias que não diferiram significativamente do controle (7,83), indicando uma boa aceitação por parte dos provadores. Os frutos revestidos com cera de carnaúba apresentaram a menor média (7,01), diferindo estatisticamente dos demais grupos.

De acordo com Machado (2017), atributos como sabor e aroma são, possivelmente, os fatores mais importantes a influenciar nas características sensoriais de produtos alimentícios, adicionados de ingredientes não comumente utilizados; fator observado no presente estudo, tendo em vista que F1 proporcionou, dentre os biofilmes, a maior média para a avaliação global (7,79), assim como para os atributos aroma e sabor (7,71 e 7,51, respectivamente). Já a cera de carnaúba proporcionou a menor média para a avaliação global (7,01) e para aroma e sabor (7,44 e 6,95, respectivamente).

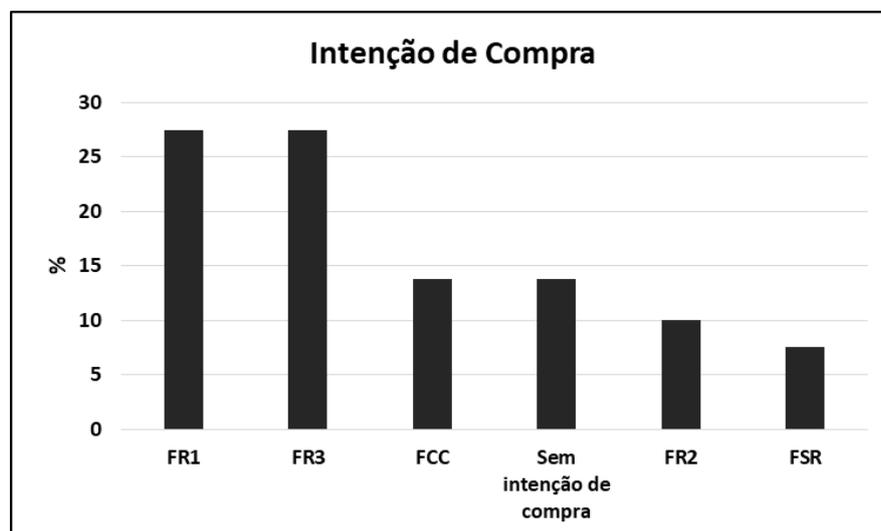
Os frutos revestidos com as formulações 1, 2 e 3 apresentaram médias acima de 7 para todos os atributos, nota correspondente a “gostei regularmente” na escala hedônica, demonstrando uma boa aceitabilidade (IAL, 2008). Além disso, apresentaram, para todos os atributos, médias acima dos frutos revestidos com cera de carnaúba, que apresentou as menores médias para todos os atributos avaliados, variando entre 6,95 e 7,51.

Os frutos revestidos com as formulações de biofilme também não diferiram significativamente ($p < 0,05$) do controle (frutos sem revestimento), indicando boa aceitabilidade por parte dos provadores e pouca ou nenhuma alteração nas características dos frutos.

Para a intenção de compra, 27,5% dos provadores comprariam F1 e F3 (27,5% de intenção de compra cada), demonstrando preferência pelas formulações com menor e maior concentração de EHPV, respectivamente.

De acordo com Teixeira (2009), o sabor constitui um dos fatores mais importantes no momento da compra, fato que pode ser constatado no presente estudo, tendo em vista que as formulações 1 e 3 obtiveram, dentre os biofilmes, as maiores médias para o atributo “sabor” (7,51 e 7,24, respectivamente).

Figura 2 – Intenção de compra.



Fonte: Autora.

Diante dos resultados observados, foi possível verificar que F1 apresentou maior aceitabilidade, obtendo as maiores médias para todos os atributos avaliados (dentre os biofilmes), exceto para cor, e maior intenção de

compra (juntamente com F3). Este fato se deve, possivelmente ao fato de F1 apresentar menor teor de própolis vermelha em relação às demais formulações.

4. CONCLUSÕES

Os frutos revestidos com os biofilmes apresentaram notas que não diferiram estatisticamente do controle, indicando que não houve alteração significativa nas características sensoriais das acerolas, fator importante para a aceitabilidade do produto. O uso dos biofilmes também proporcionou notas maiores quando comparadas às notas dos frutos revestidos com cera de carnaúba (revestimento normalmente utilizado em frutas).

Dentre as formulações de biofilme, F1 apresentou maior aceitabilidade, obtendo as maiores médias para todos os atributos avaliados (dentro os biofilmes, exceto para cor, na qual F3 apresentou maior média) e maior intenção de compra (juntamente com F3). As três formulações de biofilme obtiveram médias acima de 7 para todos os atributos avaliados, indicando boa aceitabilidade por parte dos provadores.

Desta forma, o uso dos biofilmes não interferiu na aceitabilidade dos frutos revestidos, podendo ser utilizado comercialmente sem que haja rejeição por parte dos consumidores.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; BRITO, E. S. Embalagens e suas interações com os alimentos. In: AZEREDO, H. M. **Fundamentos da Estabilidade de Alimentos**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 223-254.

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

EMBRAPA. **A Cultura da Acerola**. Brasília: Embrapa, 2012. 150 p.

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. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.

FERNÁNDEZ, N. M. et al. Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. **Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v. 15, n. 2, p. 134-141, 2017.

FREITAS, C. A. S. et al. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 12, n. 4, p. 395-400, 2006.

FURLANETO, F. P. B.; NASSER, M. D. Panorama da cultura da acerola no estado de São Paulo. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 1-6, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4ª Ed. São Paulo, **IMESP**. 1020 p.

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

MACIEL, M. I. S., et al. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Revista ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 865-869, 2010.

MACHADO, N. A. F. **Desenvolvimento e análise sensorial de bolo enriquecido com soro de leite e microencapsulado de própolis vermelha**. 2017. 66 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.

MARQUES, T. R. et al. Chemical constituents and technological functional properties of acerola (*Malpighia emarginata* DC.) waste flour. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 3, p. 526-531, 2013.

MULLER, P. S. **Desenvolvimento de embalagem ativa biodegradável de amido de pinhão e de mandioca com antioxidantes e antimicrobianos naturais para conservação de manteiga orgânica**. 2016. 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

NEVES, M. V. M.; LIMA, V. L. A. G. Avaliação sensorial e caracterização físico-química de néctar de acerola adicionado de extrato comercial de própolis. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 3, p. 399-405, 2010.

OLIVEIRA, T. A. et al. Efeito do revestimento de tomate com biofilme na aparência e perda de massa durante o armazenamento. **Revista Verde**, v. 6, n. 1, p. 230-234, 2011.

PENHA, E. M. **Produção de um licor de acerola**. 2000. 155 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

PINHEIRO, N. M. S. **Revestimentos com cera de carnaúba incorporados de antimicrobianos em caju (*Anacardium occidentale L*) e goiaba (*Psidium guajava*)**. 2012. 125 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 264, p. 17-25, 2011.

RODRIGUES, M. S. A. **Biofilme a base de extrato de própolis vermelha e seu efeito na conservação pós-colheita de tomate tipo italiano**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.

ROSSO, V. V. **Composição de carotenoides e antocianinas em acerola. Estabilidade e atividade antioxidante em sistemas-modelo de extratos antociânicos de acerola e de açaí**. 2006. 154 f. Tese (Doutorado em Ciência de

Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escassez de recursos inviabilizou a realização de análise microbiológica ao longo do tempo total de armazenamento, a fim de determinar a capacidade de inibição de crescimento microbiano dos revestimentos ao longo da vida de prateleira dos frutos.

Também não foi possível realizar a avaliação da perda de textura e cor dos frutos, devido à falta de equipamentos.

Para estudos futuros é sugerida a realização de análises mais detalhadas do biofilme, como microscopia eletrônica de varredura, o que possibilitaria maior avaliação da formação da membrana na superfície dos frutos; e avaliação de propriedades, como resistência à tração, espessura da membrana formada na superfície dos frutos, permeabilidade ao vapor de água e ao oxigênio e opacidade.

O biofilme desenvolvido no presente estudo será submetido a depósito de patente.

5 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE-JUNIOR, R. L. C. et al. Effect of bovine type-I collagen-based films containing red propolis on dermal wound healing in rodent model. **International Journal of Morphology**, v. 27, n. 4, p. 1105-1110, 2009.

ALENCAR, S. M. et al. Chemical composition and biological activity of a new type of Brazilian propolis: Red propolis. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 113, n. 2, p. 278-283, 2007.

ALVES, J. A. et al. Cinética de degradação de vitamina c em mangas 'palmer' minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 714-721, 2010.

ALVES, A. I. et al., Qualidade de morangos envolvidos com revestimento comestível antimicrobiano à base de diferentes fontes de amido. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 1519-1526, 2011.

ALVES, E.; KUBOTA, E. H. Conteúdo de fenólicos, flavonoides totais e atividade antioxidante de amostras de própolis comerciais. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 34, n. 1, p. 37-41, 2013.

ANDRADE, N. P. C. et al. Atividade antimicrobiana in vitro de extratos etanólicos de própolis de três estados brasileiros sobre *Aeromonas hydrophila* isoladas de peixes. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 1, p. 9-15, 2012.

ASSIS, O. B. G.; FORATO, L. A.; BRITTO, D. Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados. **Revista Higiene Alimentar**, v. 22, n. 160, p. 99-106, 2011.

ATAÍDE, E. M. et al. Cera de carnaúba e própolis na conservação pós-colheita de frutos de juazeiro em condição refrigerada. **Agrarian Academy**, v. 4, n. 8, p. 278-287, 2017.

AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S.; GARUTTI, D. S. Alterações químicas em alimentos durante a estocagem. In: AZEREDO, H. M. **Fundamentos da Estabilidade de Alimentos**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 41-75.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; BRITO, E. S. Embalagens e suas interações com os alimentos. In: AZEREDO, H. M. **Fundamentos da Estabilidade de Alimentos**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 223-254.

AZULAY, M. M. et al. Vitamina C. **Educação Médica Continuada**, v. 78, n. 3, p. 265-274, 2003.

BATISTA, J. A. **Desenvolvimento, caracterização e aplicações de biofilmes a base de pectina, gelatina e ácidos graxos em bananas e sementes de brócolos**. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BITTANTE, A. M. Q. B. et al. Aplicação de compostos antimicrobianos naturais em biofilmes para embalagens de alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 26, n. 214, p. 102-109, 2012.

BOGDANOV, S. Propolis: Composition, Health, Medicine: A Review. **Bee Product Science**, 2017. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net/files/file/fileE/Health/PropolisBookReview.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

BRESOLIN, J. D.; HUBINGER, S. Z. Metodologia para determinação de ácido ascórbico em sucos de citrus utilizando cromatografia líquida de alta eficiência. In: **III Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária**. 2014. São Carlos/SP, 2014.

CABRAL, I. S. R. et al. Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1523-1527, 2009.

CAMPOS, V. A. C. et al. Antibacterial activity of propolis produced by *Frieseomelitta varia*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1043-1049, 2011.

CANTERI, M. H. G. et al. Pectina: da Matéria-Prima ao Produto Final. **Polímeros**, v. 22, n. 2, p. 149-157, 2012.

CASTRO, M. R. S. **Cinética de degradação do ácido ascórbico em polpas de frutas congeladas in natura**. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

COOKSEY, K. Effectiveness of antimicrobial food packaging materials. **Food Additives and Contaminants**, v. 22, n. 10, p. 980-987, 2005. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16227182>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

COSTA, S. S. **Filmes de fécula de mandioca e glicerol, reforçados com nanocelulose e ativados com própolis vermelha**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

DAUGSCH, A. **A própolis vermelha do nordeste do brasil e suas características químicas e biológicas**. 2007. 144 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

DE-MELO, A. A. M. et al. Capacidade antioxidante da própolis. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 3, p. 341-348, 2014.

DURANGO, A. M.; SOARES, N. F.; ARTEAGA, M. R. Filmes y revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables en la conservación de alimentos. **Revista Biotecnología em el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v. 9, n. 1, p. 112-118, 2011.

EMPRAPA. **Produção de Própolis**. Teresina: Embrapa, 2010. 02 p.

EMBRAPA. **A Cultura da Acerola**. Brasília: Embrapa, 2012. 150 p.

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. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.

FALGUERA, V. et al. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. **Food Science & Technology**, v. 22, p. 292-303, 2011.

FERNÁNDEZ, N. M. et al. Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. **Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v. 15, n. 2, p. 134-141, 2017.

FILHO, W. B. N.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015.

FREITAS, C. A. S. et al. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 12, n. 4, p. 395-400, 2006.

FREIRE, J. M. et al., Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. **Ciência Rural**, v. 43, n. 12, p. 2291-2296, 2013.

FURLANETO, F. P. B.; NASSER, M. D. Panorama da cultura da acerola no estado de São Paulo. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 1-6, 2015.

GARCIA, F. E. V. et al. Efecto de la sustitución con polydextrosa y CMC en la calidad sensorial de tortas con bajo contenido de sacarosa. **Revista Lasallista de Investigación**, v. 5, n. 2, p. 63-67, 2008.

JUNIOR, W. B. et al. Atividade antimicrobiana de frações da própolis vermelha de Alagoas, Brasil. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 33, p. 03-10, 2012.

KUNRATH, C. A. Application and evaluation of propolis, the natural antioxidant in Italian-type salami. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, p. 1-10, 2017.

LIMA, B. V. **Avaliação das propriedades físico-químicas de sistemas à base de carboximetilcelulose e poli (N-isopropilacrilamida) em soluções aquosas para aplicação na indústria do petróleo**. 2014. 186 f. Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

LUSTOSA, S. R. et al. Própolis: atualizações sobre a química e a farmacologia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 3, p. 447-454, 2008.

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

MACIEL, M. I. S. et al. Modificações pós-colheita em frutos de 16 genótipos de aceroleira armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 157-163, 2008.

MACIEL, M. I. S., et al. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Revista ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 865-869, 2010.

MARANHÃO, C. M. C. **Caracterização física, físico-química e química do fruto da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC), variedade Okinawa, durante o seu desenvolvimento**. 2010. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

MARCUCCI, M. C.; GUTIERREZ-GONÇALVES, M. E. J. Atividades antimicrobiana e antioxidante da própolis do estado do Ceará. **Revista Fitos**, v. 4, n. 1, p. 81-86, 2009.

MARQUES, T. R. et al. Chemical constituents and technological functional properties of acerola (*Malpighia emarginata* DC.) waste flour. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 3, p. 526-531, 2013.

MAZARO, S. M. et al. Qualidade pós-colheita de acerolas tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 4, p. 512-517, 2015.

MENDONÇA, L. S. **Aspectos ambientais, químicos e biológicos relacionados à própolis vermelha**. 2011. 64 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente), Universidade Tiradentes, Aracaju, 2011.

MULLER, P. S. **Desenvolvimento de embalagem ativa biodegradável de amido de pinhão e de mandioca com antioxidantes e antimicrobianos naturais para conservação de manteiga orgânica**. 2016. 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

OLIVEIRA, L. A. Vitamina C, In: **Manual de Laboratório: Análises Físico-químicas de Frutas e Mandioca**. 1 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. p. 219-235.

OLIVEIRA, T. A. et al. Efeito do revestimento de tomate com biofilme na aparência e perda de massa durante o armazenamento. **Revista Verde**, v. 6, n. 1, p. 230-234, 2011.

OLIVEIRA, T. A. et al. Conservação pós-colheita de carambola sob refrigeração com recobrimento de biofilme de gelatina e PVC. **Revista Verde**, v. 10, n. 4, p. 59-66, 2015.

PAIVA, E. P.; LIMA, M. S.; PAIXÃO, J. A. Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Revista Iberoamericana de Polímero**, v. 10, n. 4, p. 196-211, 2009.

PENHA, E. M. **Produção de um licor de acerola**. 2000. 155 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

PEREIRA, A. S.; SEIXAS, F. R. M. S.; NETO, F. R. A. Própolis: 100 anos de pesquisa e suas perspectivas futuras. **Revista Química Nova**, v. 25, n. 2, p. 321-326, 2002.

PEREIRA, D. S. et al. Histórico e principais usos da própolis apícola. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 01-21, 2015.

PICCINELLI, A. L. et al. Isoflavonoids Isolated from Cuban Propolis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 9010-9016, 2005.

PINTO, L. M. A.; PRADO, N. R. T.; CARVALHO, L. B. Propriedades, usos e aplicações da própolis. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 8, n. 3, p. 76-100, 2011.

PONTES, A. T. A. C. et al. Uso do ciclo fenológico da aceroleira para padronização do ponto de colheita mecanizada. In: **XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. 2015, São Pedro/SP, 2015.

ROSA, J. S. et al. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.

REIS, C. M. F. et al. Atividade antiinflamatória, antiúlcera gástrica e toxicidade subcrônica do extrato etanólico de própolis. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 9, n. 10, p. 43-52, 2000.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 264, p. 17-25, 2011.

RODRIGUES, M. S. A. **Biofilme a base de extrato de própolis vermelha e seu efeito na conservação pós-colheita de tomate tipo italiano**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.

ROSA, J. S. et al. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.

ROSSO, V. V. **Composição de carotenoides e antocianinas em acerola. Estabilidade e atividade antioxidante em sistemas-modelo de extratos antociânicos de acerola e de açaí**. 2006. 154 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

SANTOS, J. R. **Bioprospecção de geoprópolis de *Melipona fasciculata* Smith**. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde), Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2010.

SILVA, M. F. V. **Efeito dos diferentes tratamentos e embalagens nas características da polpa de acerola e na determinação dos teores de ácido ascórbico e das antocianinas durante o armazenamento**. 1999. 245 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

SILVA, B. B. **Caracterização da própolis vermelha: sua origem botânica e o efeito sazonal sobre sua composição química e atividade biológica**. 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2008.

SILVA, W. S. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de aceroleira**. 2008. 137 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SILVEIRA, P. T. S. et al. Qualidade pós-colheita do maxixe (*Cucumis anguria* L.) revestido com amido de milho adicionado do extrato de própolis. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 9, n. 2, p. 1888-1899, 2015.

SIRIPATRAWAN, U.; VITCHAYAKITTI, W. Improving functional properties of chitosan films as active food packaging by incorporating with propolis. **Food Hydrocolloids**, v. 61, p. 695-702, 2016.

SIQUEIRA, A. L. et al. Study of antibacterial action of hydroalcoholic extract of propolis red on *Enterococcus faecalis*. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 43, n. 6, p. 359-366, 2014.

SOUZA, N. S. **Determinação do perfil de compostos fenólicos na própolis vermelha de Alagoas usando técnicas de fingerprinting (impressão digital) com LC-Orbitrap-FTMS e o software MZmine**. 2014. 114 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia) – Escola de Enfermagem e Farmácia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014.

SOUZA, S. J. et al. Propriedades antioxidantes e antimicrobianas de filmes de amido contendo extrato de própolis. 2015. In: **XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação científica**. 2015, Campinas.

THOMAS, A. B. **Qualidade físico-química, microbiológica e compostos bioativos de morangos revestidos com fécula de mandioca e própolis**. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

TORLAK, E.; SERT, D. Antibacterial effectiveness of chitosan–propolis coated polypropylene films against foodborne pathogens. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 60, p. 52-55, 2013.

TRUSHEVA, B. et al. Bioactive constituents of brazilian red propolis. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 3, n. 2, p. 249-254, 2006.

VANNUCCHI, H.; ROCHA, M. M. **Funções plenamente reconhecidas de nutrientes - ácido ascórbico (vitamina C)**. São Paulo: International Life Sciences Institute do Brasil, 2012. 12 p.

VEGA, D. F. et al. Efecto del tratamiento con extracto de propóleos rojo oral en la esteatohepatitis no alcohólica. **Revista Cubana de Medicina**, v. 53, n. 3, p. 282-290, 2014.

VILLADIEGO, A. M. D. et al. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, v. 52, n. 300, p. 221-224, 2005.

Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa **Desenvolvimento e avaliação de biofilme comestível enriquecido com própolis vermelha aplicado no revestimento de frutos de *Malpighia emarginata***, da pesquisadora Carla Taisa de Araújo Abreu. A seguir, as informações do projeto de pesquisa com relação a sua participação neste projeto:

1. O estudo se destina a: Desenvolver e avaliar um novo tipo de revestimento comestível elaborado com própolis vermelha, a ser aplicado em alimentos.
2. A importância deste estudo é: O uso de revestimentos comestíveis pode possibilitar a redução de descarte de embalagens; Aumento da vida útil de produtos naturais, o que permitiria aumento do consumo de alimentos in natura, possibilitando maior aproveitamento de suas propriedades nutricionais.
3. Os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: Aumento da vida útil do alimento revestido, sem que haja alteração em suas características organolépticas (sabor, odor, textura etc.).
4. A coleta de dados começará em 07/2018 e terminará em 10/2018.
5. O estudo será feito da seguinte maneira: Será realizada a elaboração do biofilme comestível, seguida de suas análises físico-químicas e microbiológicas. A segunda etapa será a aplicação do biofilme em frutos de acerola (*Malpighia emarginata*), seguida de realização de análises físico-químicas e microbiológicas. Após conclusão das análises e, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, será realizada análise sensorial por voluntários não treinados, a fim de avaliar a interferência do revestimento nas características sensoriais e aceitação dos frutos.
6. A sua participação será nas seguintes etapas: Avaliação sensorial dos frutos. Haverá a degustação dos frutos com revestimento e sem revestimento.
7. Os incômodos e possíveis riscos à sua saúde física e/ou mental são:
Os possíveis riscos envolvidos nesta pesquisa são:
 - *Inibição/constrangimento diante de um observador*: para evitar este risco, as avaliações serão realizadas em cabines individuais a fim de evitar constrangimentos. Caso este risco ocorra, os participantes poderão, a qualquer momento, solicitar exclusão de sua participação na pesquisa.

Carla Taisa de Araújo Abreu
Pesquisadora Responsável

Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a)
voluntári(o,a) ou responsável legal

- *Perda de tempo*: para evitar este risco, serão dispostos todos os materiais, assim como as amostras de modo que a avaliação ocorra em tempo hábil, a fim de evitar esperas desnecessárias por parte dos participantes da pesquisa. Caso este risco ocorra, ou seja, havendo demora ou morosidade para realização da análise, os participantes poderão, a qualquer momento, solicitar exclusão de sua participação na pesquisa.
- *Quebra de sigilo da pesquisa*: para evitar este risco, os formulários contendo as avaliações dos participantes, assim como os TCLEs serão arquivados com a pesquisadora, de modo que pessoas não envolvidas com a pesquisa não tenham acesso. Os documentos serão arquivados até publicação dos artigos e, posteriormente à publicação, serão picotados e descartados. Caso este risco ocorra, ou seja, mesmo com estes cuidados, havendo quebra de sigilo, as informações vazadas serão desconsideradas, podendo acarretar no cancelamento da pesquisa.
- *Intolerância ao alimento a ser provado*: para evitar este risco, os provadores serão informados, no momento da seleção de que se trata o produto (acerolas in natura, com e sem revestimento do biofilme). O risco de intolerância aos frutos e/ou ao biofilme é muito baixo, tendo em vista que a acerola não apresenta compostos relacionados a reações alérgicas; e o biofilme é composto por produtos não metabolizados pelo organismo, não sendo desta forma tóxicos. Os frutos serão devidamente higienizados e o biofilme, assim como o revestimento dos frutos, será elaborado seguindo-se o rigor exigido para a manipulação de alimentos. Caso este risco ocorra, ou seja, havendo voluntários que declararem qualquer intolerância ou aversão ao produto, estes não participarão da avaliação, sendo excluídos como avaliadores. Caso este risco ocorra, ou seja, havendo voluntários que declararem qualquer intolerância ou aversão ao produto, estes não participarão da avaliação, sendo excluídos como avaliadores. Caso algum participante apresente qualquer tipo de reação adversa ao produto testado, o mesmo será encaminhado ao serviço de saúde mais próximo ao local de realização da análise, sendo este encaminhamento responsabilidade da pesquisadora.

8. Os benefícios esperados com a sua participação no projeto de pesquisa, mesmo que não diretamente são: O biofilme a ser desenvolvido poderia fornecer propriedades antioxidantes e antimicrobianas aos alimentos revestidos, além de proporcionar maior vida de prateleira aos produtos. Desta forma haveria maior aproveitamento dos frutos e de suas propriedades nutricionais por parte dos consumidores. Haveria também redução no impacto ambiental, tendo em vista que não haveria geração de resíduos causados por embalagens primárias.

9. Você poderá contar com a seguinte assistência: Esclarecimento de dúvidas e instruções antes e durante a realização da avaliação, sendo responsável por ela: Carla Taisa de Araújo Abreu.

10. Você será informado(a) do resultado final do projeto e sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.

11. A qualquer momento, você poderá recusar a continuar participando do estudo e também poderá retirar seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo.

12. As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto para a equipe de pesquisa, e a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto, após a sua autorização.

13. O estudo não acarretará nenhuma despesa para você.

14. Você será indenizado(a) por qualquer dano que venha a sofrer com a sua participação na pesquisa (nexo causal).

15. Você receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado por todos.

Eu

.....
tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Endereço do responsável pela pesquisa:

Instituição: Universidade Federal de Alagoas – Programa de Pós-Graduação em Nutrição - PPGNUT

Endereço: Campus A. C. Simões - Avenida Lourival de Melo Mota, s/n, km14

Complemento: -

Cidade/CEP: Maceió - Alagoas. CEP. 57072-970

Telefone: (82) 3214-1158

Ponto de referência: Por trás da Biblioteca Central, em frente ao bloco de Biblioteconomia

Contato de urgência: Sr(a). Carla Taisa de Araújo Abreu
Endereço: Campus A.C. Simões - Avenida Lourival de Melo Mota, s/n, km14
Complemento: Laboratório do Professor Irinaldo Basílio Diniz Júnior (Bloco dos laboratórios do curso de Farmácia)
Cidade/CEP: Maceió - Alagoas. CEP. 57072-970
Telefone: (82) 3214-1158
Ponto de referência: Ao lado do bloco de Nutrição, final do corredor à esquerda.

ATENÇÃO: *O Comitê de Ética da UFAL analisou e aprovou este projeto de pesquisa. Para obter mais informações a respeito deste projeto de pesquisa, informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:*

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas
 Prédio da Reitoria, 1º Andar, Campus A. C. Simões, Cidade Universitária
 Telefone: 3214-1041 – Horário de Atendimento: das 08:00 as 12:00hs.
 E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

Maceió, de de .

Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a) voluntári(o,a) ou responsável legal e rubricar as demais folhas	Carla Taisa de Araújo Abreu Pesquisadora Responsável

 Carla Taisa de Araújo Abreu
 Pesquisadora Responsável

 Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a)
 voluntári(o,a) ou responsável legal

Anexo A – Carta de Aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

Campus A. C. Simões – Av. Lourival Melo Mota, S/N

Cep: 57072-970, Cidade Universitária – Maceió-AL

comitedeeticaufal@gmail.com - Tel: 3214-1041



CARTA DE APROVAÇÃO

Maceió-AL, 27/02/2018

Senhor(a) Pesquisador(a),

Carla Taisa de Araújo Abreu

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), em Reunião Plenária de **22/02/2018** e com base no parecer emitido pelo(a) relator(a) do processo CAAE nº **77831317.8.0000.5013**, sob o título **DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BIOFILME COMESTÍVEL ENRIQUECIDO COM PRÓPOLIS VERMELHA APLICADO NO REVESTIMENTO DE FRUTOS DE MALPIGHIA EMARGINATA**, comunica a **APROVAÇÃO** do processo acima citado, com base no artigo X, parágrafo X.2, alínea 5.a, da Resolução CNS nº 466/12.

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS 466/12, item V.3).

É papel do(a) pesquisador(a) assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e sua justificativa. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o(a) pesquisador (a) ou patrocinador(a) deve enviá-los à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem incluídas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item IV. 2.e).

Relatórios parciais e finais devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos no Cronograma do Protocolo e na Resolução CNS 466/12.

Na eventualidade de esclarecimentos adicionais, este Comitê coloca-se a disposição dos interessados para o acompanhamento da pesquisa em seus dilemas éticos e exigências contidas nas Resoluções supra-referidas.

Esta aprovação não é válida para subprojetos oriundos do protocolo de pesquisa acima referido.

(*) Áreas temáticas especiais

Válido até: **MARÇO de 2020.**

Coordenadora do Comitê de
 Ética em Pesquisa - UFAL

Anexo B – Autorização do IFAL – Campus Satuba para Utilização das Instalações do Laboratório de Análise Sensorial



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

Maceió/AL, 26 de Setembro 2017.

Ao Excelentíssimo Senhor: Anselmo Lúcio dos Santos Arouxa - Diretor do Instituto Federal de Alagoas – Campus Satuba.

Assunto: Solicitação de utilização do Laboratório de Análise Sensorial para o desenvolvimento de projeto de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Nutrição da UFAL.

Senhor Diretor,

Venho através deste solicitar a V.Sª autorização para utilizar o laboratório de Análise Sensorial do Instituto federal de Alagoas – Campus Satuba, com a finalidade de realizar análise sensorial de frutos de acerola (*Malpighia emarginata*) com revestimento a ser desenvolvido no projeto de mestrado da discente Carla Taisa de Araújo Abreu, intitulado como **“Desenvolvimento e avaliação de biofilme comestível enriquecido com própolis vermelha aplicado no revestimento de frutos de *Malpighia emarginata*”**.

Esta pesquisa corresponde à parte da dissertação da mesma mestranda, no programa de Pós-Graduação em Nutrição da FANUT/UFAL, sob orientação do Prof. Dr. Irinaldo Diniz Basílio Júnior.

Os horários de utilização serão de acordo com as normas internas de utilização da instituição, bem como a disponibilidade do laboratório no período de Julho a Outubro de 2018.

Os trabalhos e artigos gerados a partir do presente projeto citarão obrigatoriamente a utilização das instalações e laboratório do Instituto Federal de Alagoas – Campus Satuba, assim como o nome dos funcionários envolvidos com a pesquisa.

A professora Maria Aparecida de Melo Alves orientará o presente trabalho durante a utilização das instalações e laboratório do Instituto Federal de Alagoas – Campus Satuba.

Sem mais, nos colocamos a disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,



Prof. Dr. Irinaldo Diniz Basílio Júnior (orientador)

Autorizações:



Anselmo Lúcio dos Santos Arouxa
Diretor Geral
Sr. Anselmo Lúcio dos Santos Arouxa
IFAL - Campus Satuba



Sr. Wagner Wildey Silva de Melo



Sra. Maria Aparecida de Melo Alves