



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO - PPGAN
Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Bloco 06 – Bairro Ininga
CEP: 64049-550 – Teresina-PI – Brasil – Fone/Fax (86) 3237-2062 – Fax (86) 3215-5560
E-mail: ppgan@ufpi.edu.br

SABRINA ALMONDES TEIXEIRA

**FILME COMESTÍVEL DE GALACTOMANANA (*Caesalpinia pulcherrima*) E ÓLEO
DE BURITI (*Mauritia flexuosa L.*) PARA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS**

Teresina (PI)

2017

SABRINA ALMONDES TEIXEIRA

FILME COMESTÍVEL DE GALACTOMANANA (*Caesalpinia pulcherrima*) E ÓLEO DE BURITI (*Mauritia flexuosa L.*) PARA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, da Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Orientadora: Dr^a Maria Christina Sanches Muratori

Co-orientadora: Dr^a Maria Marlucia Gomes Pereira Nóbrega

Teresina (PI)

2017

Universidade Federal do Piauí
Serviço de Processamento Técnico
Biblioteca Setorial do CCS

T266f Teixeira, Sabrina Almondes.
Filme comestível de galactomanana (*Caesalpinia pulcherrima*) e óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) para conservação de alimentos / Sabrina Almondes Teixeira. -- Teresina, 2017.
92 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, 2017.

“Orientadora: Profa. Dra. Maria Christina Sanches Muratori.”

Bibliografia

1. Polímeros. 2. *Caesalpinia pulcherrima*. 3. *Mauritia flexuosa*. I. Título.
II. Teresina – Universidade Federal do Piauí.

CDD 664.07

SABRINA ALMONDES TEIXEIRA


FILME COMESTÍVEL DE GALACTOMANANA (*Caesalpinia pulcherrima*) E ÓLEO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.) PARA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

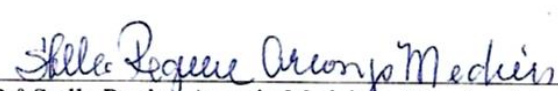
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, da Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

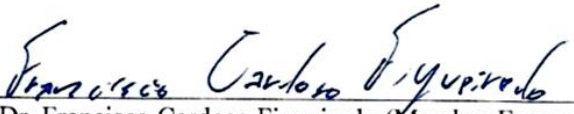
Aprovada em: 09 / 03 / 2017

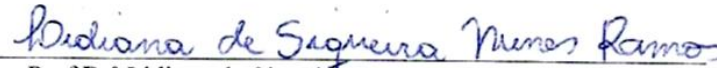
BANCA EXAMINADORA


Prof Dr^a Maria Christina Sanches Muratori (Orientadora)
Universidade Federal do Piauí – UFPI


Prof Dr^a Maria Marluca Gomes Pereira Nóbrega (Coorientadora)
Universidade Federal do Piauí – UFPI


Prof Dr^a Stella Regina Arcanjo Medeiros (Membro Interno)
Universidade Federal do Piauí – UFPI


Prof. Dr. Francisco Cardoso Figueiredo (Membro Externo)
Colégio Técnico de Teresina – CTT/UFPI


Prof Dr^a Lidiana de Siqueira Nunes Ramos (Suplente)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

À Deus, por mais uma graça concedida.
À minha família, pelo amor incondicional
e por acreditarem em mim sempre!

*“...Eu posso voar bem mais alto do que
uma águia, porque vocês são como vento
sob minhas asas...”*

(Lou Rawls – Wind beneath my wings)

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação e Alimentos e Nutrição (PPGAN) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), por possibilitar a obtenção do título.

Ao Laboratório de Desenvolvimento de Fármacos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), por todo o suporte, apoio técnico e infraestrutura disponibilizado.

Ao Laboratório Multiusuário de Microscopia Avançada (LMMA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), por possibilitar a análise de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do material desenvolvido.

Ao Laboratório de Bioeletroquímica da Universidade Federal do Piauí (UFPI), por todo o suporte, apoio técnico e infraestrutura disponibilizado.

Ao Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos (NUEPPA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), por todo o suporte, apoio técnico e infraestrutura disponibilizado.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me concedido força, paciência, saúde e motivação para continuar seguindo em frente, mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais (Elias e Aldenir), irmãos (Gustavo, Otávio e Augusto) e irmã (Marina), pelo apoio e incentivo em todas as minhas decisões, e por estarem sempre presentes em meu crescimento pessoal e profissional. Obrigada, pai e mãe, por me darem educação e valores os quais são indispensáveis à minha vida.

Ao meu namorado (Ramon), pela paciência e compreensão em momentos de ausência; e principalmente por ter contribuído para o surgimento da minha maior fonte de inspiração, nosso filho, Sávio Ravi, o qual renovou grandiosamente minhas forças e minha fé, mostrando-me o real sentido da vida.

Aos meus familiares, primos, tios, tias e avós, pela consideração, apoio e reconhecimento de minhas escolhas, vocês fazem parte de cada conquista minha.

À Prof. Dr^a. Stella Regina Arcanjo Medeiros pela amizade, suporte e confiança. Por sua presença e apoio nos momentos mais difíceis, sendo minha luz do início ao fim dessa jornada.

Ao Prof. Dr. Renato de Azevedo Moreira, pela recepção e acessibilidade no seu laboratório, fato este indispensável para este trabalho.

Ao Doutorando Felipe de Sousa, por compartilhar seu riquíssimo conhecimento técnico e científico, com humildade e zelo.

Ao Prof. Dr. Francisco Cardozo Figueiredo, pela sua recepção, abertura, acessibilidade e amizade, se mostrando sempre disponível pra ajudar no que fosse necessário.

Ao Prof. Dr. Hélon Ricardo pelo apoio analítico, além da compreensão e motivação dada no decorrer do trabalho.

Ao residente José Humberto pelo auxílio na realização das análises microbiológicas, assim como as doses de animação em dias de encontro.

À Ricardo e Felipe, graduandos do curso de Química da UFPI, pelo apoio na realização de análises.

Aos Doutorandos Rogênio Mendes, George Meredite e Luana Guabiraba, pelo apoio analítico e estatístico, o qual foi de fundamental importância para conclusão deste trabalho.

À minha orientadora, Prof. Dr^a. Maria Christina Sanches Muratori, e co-orientadora, Prof. Dr^a. Maria Marlúcia Gomes Pereira Nóbrega, por estarem dispostas a me orientar nessa etapa acadêmica, mesmo com propostas desafiantes.

À professora Dr^a Lidiana de Siqueira Nunes Ramos, pelo zelo nas correções desta pesquisa, desde a etapa de projeto até a conclusão da dissertação.

À todos os professores que compõem o PPGAN, pela rica atualização na área de Nutrição, de grande importância para meu crescimento profissional.

À coordenação do PPGAN (Prof. Dr^a. Adriana e Prof. Dr^a. Cecília), juntamente com a secretária Luana, pela organização do programa, apoio individual e disponibilidade a ajudar sempre que necessário.

À toda a Família Arcanjo (Daví, Dina, Stella, João Pedro, João Paulo, Maria Paula, Giselle, Marcos, Mariana, Felipe e Karina), pela confiança, respeito e amor a mim concedido, não tenho palavra que possa descrever o quão grata estou pelo excelente acolhimento. Vocês formam uma “família de diamante”.

À minha comadre-amiga-irmã, Ellaine Santana, por ser minha companhia de muitas idas e vindas, compartilhando alegrias, tristezas, vitórias e decepções; por estar sempre ao meu lado, me incentivando e disposta a ajudar no que fosse necessário. Eternamente grata por sua amizade.

À minha ex-professora, amiga e futura doutora, Joilane Alves, pelas ideias compartilhadas, incentivo à pesquisa e principalmente, pelas oportunidades de crescimento.

Ao minha turma de mestrado, em especial à minha amiga Lúcia Santos, por compartilhar momentos de alegria, aprendizado e crescimento pessoal e profissional.

Aos professores, técnicos e alunos que formam os laboratórios de Desenvolvimento de Fármacos (UNIFOR), LMMA (UFPI), Bioeletroquímica (UFPI) e o NUEPPA (UFPI), pelo apoio técnico e intelectual.

Aos meus amigos e ex-alunos, pelo valor e confiança que sempre foi me dado.

E à todos, que direta ou indiretamente, colaboraram para realização deste trabalho.

À todos vocês, meus sinceros agradecimentos.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Martin Luther King)

RESUMO

Este estudo objetivou desenvolver um filme comestível, direcionado à conservação de alimentos, tendo como base a associação de polímeros de duas espécies da flora brasileira, a galactomanana extraída do flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo do buriti (*M. flexuosa* L.). Para isto, buscou-se avaliar a qualidade das matérias-primas utilizadas, verificar a máxima dissolução do óleo de buriti a ser utilizada no delineamento experimental, avaliar a atividade antimicrobiana do produto, enquanto solução filmogênica, e caracterizar os filmes comestíveis quanto ao rendimento, gramatura, espessura, umidade, solubilidade e permeabilidade ao vapor de água. A galactomanana foi isolada por extração aquosa seguida de precipitação em etanol, obtendo um baixo nível de impureza (0,27%) e umidade (2,43%). Na caracterização do óleo de buriti refinado, foi verificada adequação com a legislação vigentes, assim como em relação aos dados encontrados na literatura. O teste preliminares para definir a máxima dissolução do óleo de buriti na solução filmogênica, foi baseado em diferentes formulações resultantes de um delineamento de composto central rotacional (DCCR) com esquema fatorial 3x3, o qual teve como variáveis independentes as concentrações de óleo de buriti e de glicerol como plastificante, mantendo-se constante a concentração de galactomanana. A partir deste, definiu-se a concentração máxima do óleo de buriti utilizada no experimento, sendo esta de 0,5%. Apesar do óleo de buriti possuir atividade antimicrobiana, relatada por inúmeros estudos, não verificou-se esta ação para nenhuma das cepas testadas, em nenhuma das formulações. Na caracterização dos filmes comestíveis, verificou-se que o aumento da concentração de óleo de buriti estava diretamente relacionada a melhores características quanto a gramatura, espessura e solubilidade. Para todos os tratamentos observou-se permeabilidade ao vapor de água com valores de moderados a baixos, caracterizando-os como filmes de grande espectro de aplicação em alimentos. De modo geral a baixa concentração de óleo de buriti incorporado aos filmes pode ter prejudicado a evidência de possíveis funcionalidades do mesmo, havendo necessidade de otimização do produto, a fim de potencializar especialmente a atividade antimicrobiana.

Palavras-chave: Polímeros; *Caesalpinia pulcherrima*; *Mauritia flexuosa*; Filme comestível; conservação de alimentos.

ABSTRACT

The objective of this study was to develop an edible film, directed to the conservation of food, based on the association of polymers of two species of the Brazilian flora, galactomannan extracted from flamboianzinho (*C. pulcherrima*) and buriti oil (*M. flexuosa* L.). For this, we sought to evaluate the quality of the raw materials used, to verify the maximum dissolution of the buriti oil to be used in the experimental design, to evaluate the antimicrobial activity of the product as a filmogenic solution and to characterize the edible films in terms of yield, Weight, thickness, moisture, solubility and water vapor permeability. The galactomannan was isolated by aqueous extraction followed by precipitation in ethanol, obtaining a low level of impurity (0.27%) and humidity (2.43%). In the characterization of refined buriti oil, it was verified adequacy with the current legislation, as well as in relation to data found in the literature. The preliminary test to define the maximum dissolution of buriti oil in the filmogenic solution was based on different formulations resulting from a rotational central composite (DCCR) design with factorial scheme 3x3, which had as independent variables the concentrations of buriti oil and Of glycerol as plasticizer, maintaining the concentration of galactomannan constant. From this, the maximum concentration of buriti oil used in the experiment was defined, being 0.5%. Although buriti oil has antimicrobial activity reported by numerous studies, this action was not observed for any of the strains tested in any of the formulations. In the characterization of the edible films, it was verified that the increase of the buriti oil concentration was directly related to better characteristics as for the weight, thickness and solubility. For all treatments, water vapor permeability was observed with moderate to low values, characterizing them as large-spectrum films of food application. In general, the low concentration of buriti oil incorporated in the films may have impaired the evidence of possible functionalities of the same, and there is a need for optimization of the product in order to especially potentiate the antimicrobial activity.

Key-Words: Polymers; *Caesalpinia pulcherrima*; *Mauritia flexuosa*; Edible film; Conservation of food.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1 | Classificação dos polímeros segundo o arranjo molecular..... | 22 |
| Figura 2 | Estrutura da parede de células vegetais..... | 24 |
| Figura 3 | Corte transversal de sementes, evidenciando estruturas ricas em polissacarídeos de reserva..... | 26 |
| Figura 4 | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> e aspecto físico do seu fruto e da sua semente..... | 27 |
| Figura 5 | Características morfológicas do buritizeiro e suas partes..... | 30 |
| Figura 6 | Espécies gêmeas do gênero <i>Mauritia</i> , encontradas em território brasileiro. | 30 |
| Figura 7 | Teste para avaliação da quantidade máxima de óleo de buriti (<i>M. flexuosa</i>) a ser utilizada no delineamento da pesquisa..... | 50 |
| Figura 8 | Análise antimicrobiana para <i>Staphylococcus aureus</i> (A), <i>Escherichia coli</i> (B), <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (C) e <i>Klebsiella pneumonia</i> (D), de soluções filmogênicas a base de galactomanana de flamboianzinho (<i>C. pulcherrima</i>) e óleo de buriti (<i>M. flexuosa</i>)..... | 51 |
| Figura 9 | Filmes comestíveis de galactomanana de flamboianzinho (<i>C. pulcherrima</i>) e óleo de buriti (<i>M. flexuosa</i>)..... | 52 |
| Figura 10 | Micrografias superficiais de filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (<i>C. pulcherrima</i>) e óleo buriti (<i>M. flexuosa</i>)..... | 53 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabela 1 | Varição da razão manose/galactose em galactomananas de diferentes espécies vegetais..... | 28 |
| Tabela 2 | Variáveis e níveis de variação do experimento..... | 39 |
| Tabela 3 | Caracterização físico-química do óleo de buriti (<i>M. flexuosa</i>) refinado..... | 45 |
| Tabela 4 | Caracterização centesimal do produto resultante da extração da galactomanana de flamboianzinho (<i>C. pulcherrima</i>)..... | 48 |
| Tabela 5 | Delineamento experimental central composto rotacional dos filmes comestíveis (FC), para duas variáveis e três níveis utilizados no experimento..... | 50 |
| Tabela 6 | Delineamento experimental e resultados das variáveis dependentes relacionadas aos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (<i>C. pulcherrima</i>) e óleo buriti (<i>M. flexuosa</i>)..... | 55 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|------------------|---|----|
| Gráfico 1 | Superfície resposta e diagrama de Pareto para análise de rendimento dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (<i>C. pulcherrima</i>) e óleo buriti (<i>M. flexuosa</i>)..... | 56 |
| Gráfico 2 | Superfície resposta e diagrama de Pareto para análise de gramatura dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (<i>C. pulcherrima</i>) e óleo buriti (<i>M. flexuosa</i>)..... | 56 |
| Gráfico 3 | Superfície resposta e diagrama de Pareto para análise de espessura dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (<i>C. pulcherrima</i>) e óleo buriti (<i>M. flexuosa</i>)..... | 57 |
| Gráfico 4 | Superfície resposta e diagrama de Pareto para análise de umidade dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (<i>C. pulcherrima</i>) e óleo buriti (<i>M. flexuosa</i>)..... | 59 |
| Gráfico 5 | Superfície resposta e diagrama de Pareto para análise de solubilidade dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (<i>C. pulcherrima</i>) e óleo buriti (<i>M. flexuosa</i>)..... | 60 |
| Gráfico 6 | Superfície resposta e diagrama de Pareto para análise de permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (<i>C. pulcherrima</i>) e óleo buriti (<i>M. flexuosa</i>)..... | 61 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

% - Porcentagem
°C – Graus centígrados
A.O.A.C - Official Methods of Analysis
cm – Centímetro
DCCR - Delineamento de Composto Central Rotacional
E – Espessura
FC – Filme Comestível
G - Gramatura
IAL - Instituto Adolfo Lutz
IN – Instrução Normativa
KPa – Quilopascal
kV - Quilovolt
LMMA-UFPI – Laboratório Multiusuário de Microscopia Avançada da Universidade Federal do Piauí
m – Metro
M – Molaridade
M/G – manose por galactose
m/v – massa por volume
Meq – Miliequivalente
MEV - Microscopia Eletrônica de Varredura
ml - Mililitro
mm – milímetro
mol – Molar
N – Normalidade
nm - Nanometro
n° - Numero
PE - Polietileno
PET - Politereftalato de etileno
PP - Polipropileno
PS - Poliestireno
PVA - Permeabilidade ao Vapor de Água
PVC - Policloreto de vinila
R – Rendimento
RC – Revestimento Comestível
RDC – Resolução da Diretoria Colegiada
rpm – Rotação por minuto
RSM - Metodologia de superfície-resposta
S – Solubilidade
t - Tempo
U - Umidade
UFPI – Universidade Federal do Piauí
UR – Umidade Relativa
UV – Ultravioleta
v/v – Volume por volume
µL – Microlitro
µm - Micrômetro

SUMÁRIO

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 2 | OBJETIVOS..... | 17 |
| 2.1 | Objetivo Geral | 17 |
| 2.2 | Objetivos Específicos | 17 |
| 3 | REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO | 18 |
| 3.1 | Aplicações Tecnológicas na Conservação de Alimentos | 18 |
| 3.1.1 | Embalagens na conservação de alimentos..... | 19 |
| 3.1.1.1 | Filmes comestíveis | 19 |
| 3.2 | Polímeros: Definição e Classificação..... | 21 |
| 3.2.1 | Polissacarídeos da parede celular vegetal | 24 |
| 3.3 | Sementes e Hemiceluloses | 25 |
| 3.3.1 | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> | 27 |
| 3.3.1.1 | Galactomanana e aplicações na indústria de alimentos..... | 28 |
| 3.4 | Buriti (<i>Mauritia flexuosa L.</i>) | 29 |
| 3.4.1 | Aplicações | 31 |
| 3.4.2 | Óleo de buriti..... | 31 |
| 4 | MATERIAIS E METODOS..... | 33 |
| 4.1 | Coleta de Materiais..... | 33 |
| 4.2 | Refinamento do óleo de buriti | 33 |
| 4.3 | Caracterização Físico-química do Óleo de Buriti Refinado..... | 34 |
| 4.3.1 | Índice de acidez..... | 34 |
| 4.3.2 | Índice de peróxido | 35 |
| 4.3.3 | Índice de saponificação | 35 |
| 4.3.4 | Índice de refração | 36 |
| 4.3.5 | Ponto de fusão | 36 |
| 4.3.6 | Índice de Iodo..... | 36 |
| 4.3.7 | Umidade | 37 |
| 4.3.8 | Impurezas | 37 |
| 4.4 | Extração de Galactomanana | 38 |
| 4.4.1 | Caracterização centesimal do produto da extração | 39 |
| 4.5 | Elaboração do Filme Comestível | 39 |
| 4.5.1 | Formulações: variáveis e concentrações | 39 |
| 4.5.2 | Preparo do Filme Comestível | 40 |
| 4.6 | Caracterização da Solução Filmogênica..... | 40 |
| 4.6.1 | Avaliação da Atividade Antimicrobiana | 40 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.7 | Caracterização dos Filmes Comestíveis | 41 |
| 4.7.1 | Avaliação subjetiva | 41 |
| 4.7.2 | Microscopia eletrônica de varredura (MEV)..... | 42 |
| 4.7.3 | Rendimento | 42 |
| 4.7.4 | Gramatura..... | 42 |
| 4.7.5 | Espessura | 42 |
| 4.7.6 | Umidade | 42 |
| 4.7.7 | Solubilidade..... | 43 |
| 4.7.8 | Permeabilidade ao vapor de água (PVA) | 43 |
| 4.8 | Análise Estatística | 44 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 45 |
| 5.1 | Caracterização de matéria-prima..... | 45 |
| 5.2 | Avaliação da concentração máxima do óleo de buriti..... | 49 |
| 5.3 | Caracterização da solução filmogênica | 51 |
| 5.3.1 | Atividade antimicrobiana | 51 |
| 5.4 | Caracterização do filme comestível | 52 |
| 6. | CONCLUSÕES..... | 63 |
| | REFERÊNCIAS | 64 |
| | APÊNDICE (Produção Científica)..... | 79 |
| | ANEXO (Comprovação de Submissão de Artigo Científico)..... | 90 |

1. INTRODUÇÃO

Os alimentos perecíveis ocupam um importante lugar no mercado global, principalmente em relação aos custos e perdas no processo produtivo. Um alimento é denominado perecível quando sua qualidade está sujeita a mudanças contínuas após a fase de produção, limitando seu tempo de vida útil. Estão inclusos neste grupo alimentos como frutas, legumes e vegetais, carnes, leite e derivados. Por tratar-se de alimentos sujeitos à deterioração contínua, necessitam de condições adequadas de produção, processamento, armazenamento, transporte e comercialização, afim de garantir a qualidade e reduzir as perdas (BOWMAN et al., 2009; FARAHANI et al., 2012; AUNG; CHANG, 2014).

A manutenção e o controle efetivo da temperatura constituem os métodos mais utilizados para garantir adequadas condições ao alimento em todas as etapas da cadeia de produção, e principalmente, durante o armazenamento, daí a importância do emprego de outros métodos complementares para melhor preservação dos alimentos (RODRIGUE; NOTTEBOOM, 2009; ASSIS; BRITTO, 2014). Dessa forma, novas tecnologias têm sido desenvolvidas e aprimoradas para melhor atender as exigências do mercado no que se refere a alimentos seguros, saudáveis, mais próximos ao natural e com menos conservantes (SOARES et al., 2009; NOVAES et al., 2012).

Dentre as aplicações tecnológicas destinadas a alimentos, os revestimentos comestíveis (RC) (coberturas e filmes comestíveis) concentram atualmente inúmeros estudos (PINHEIRO et al., 2010; ZENG et al., 2011; TAVARES et al., 2014). Produzidos a partir de biopolímeros (polissacarídeos, proteínas, lipídios e derivados), estes se caracterizam pela sua fina espessura que funciona como barreira a elementos externos e conseqüentemente, protege o produto e aumentando sua vida de prateleira (ASSIS; BRITTO, 2014; PINHEIRO et al., 2010; LUVIELMO; LAMAS, 2012). Estes constituem um dos métodos de representativo impacto na conservação, distribuição e comercialização de alimentos (SILVA-WEISS et al., 2013; JUNIOR, 2014; SILVA, 2015).

Em meio dos polímeros utilizados na indústria alimentícia, os polissacarídeos hidrossolúveis (hidrocolóides), se destacam por inúmeras finalidades, dentre estas como agentes de filmogênicos (KOOCHKEKI et al., 2009; MIRHOSSEINI; TAN, 2010). A exemplo de polissacarídeo com esta característica temos a galactomanana, a qual pode ser obtida a partir de inúmeras leguminosas, dentre elas a *Caesalpinia pulcherrima*. Esta é uma planta típica de regiões de clima quente e úmido da Índia, África e América, tolerando bem o calor e a estiagem (GILMAN; WATSON, 2003), assim é uma planta de fácil cultivo e crescimento no nordeste

Brasileiro, fato que favorece sua utilização como matéria-prima na produção de filmes comestíveis.

A indústria de embalagens comestíveis busca potencializar o efeito dos polímeros base utilizados no processamento, a partir da combinação com outros polímeros. Isto se torna relevante em consequência do seu efeito cooperativo decorrente da mistura a qual revela melhoria das propriedades, em relação aos polímeros isoladamente.

Um exemplo dessa interação polimérica é a adição de óleo a uma solução filmogênica, contribuindo positivamente para a melhoria das propriedades de barreira, principalmente quanto ao vapor de água (CERQUEIRA et al., 2009b). Além dos benefícios tecnológicos, dependendo da fonte do óleo utilizado, pode-se obter mais funcionalidades agregadas ao produto, estas relacionadas ao perfil lipídico e à presença de compostos bioativos.

Um excelente óleo, com características funcionais já conhecidas, é o óleo de buriti (*Mauritia flexuosa L.*). Obtido comumente por meio da polpa do fruto, apresenta altas concentrações de ácido graxo oleico seguido do palmítico, se assemelhando ao azeite de oliva e o óleo de abacate. Sua cor avermelhada é outra característica marcante e está diretamente relacionada com a concentração de carotenoides, sendo o β -caroteno a fração que se encontra em maior quantidade, assim considerando-se um óleo de excelente qualidade nutricional e funcional. Vale ressaltar que o buriti é considerada o fruto brasileiro com mais concentração de carotenoides, refletindo essa característica a seus derivados (MARIATH; LIMA; SANTOS, 1989; SILVA, 2002; CHRISTIE, 2003; TAVARES et al., 2003; ALBUQUERQUE et al., 2005; SANTOS, 2005; DURÃES et al., 2006; MANHÃES, 2007; RIBEIRO, 2008).

Com base nessas evidências, associando-as ao fato do Brasil ser um país de vasta flora nativa e adaptativa, com exploração limitada; a utilização deste recurso como estratégia tecnológica para conservação de alimentos torna-se relevante tanto do ponto de vista econômico, quanto social. Dessa forma, este estudo visou desenvolver um filme comestível, direcionado à conservação de alimentos, tendo como base a associação de duas espécies da flora brasileira: o flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e o buriti (*M. flexuosa L.*).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver e caracterizar um filme comestível, obtido a partir de uma solução filmogênica contendo galactomanana (*Caesalpinia pulcherrima*) e óleo de buriti (*Mauritia flexuosa L.*).

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a pureza da galactomanana extraída de sementes de famboianzinho (*C. pulcherrima*);
- Caracterizar físico-quimicamente o óleo de buriti (*M. flexuosa L.*) utilizado;
- Verificar a máxima dissolução do óleo de buriti a ser utilizada no delineamento experimental, com base no potencial de incorporação à solução filmogênica;
- Desenvolver e caracterizar as formulações de soluções filmogênicas quanto a sua atividade antimicrobiana;
- Desenvolver e caracterizar o filme comestível quanto aos aspectos físicos e tecnológicos.

3 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

3.1 Aplicações Tecnológicas na Conservação de Alimentos

Com a crescente produção de alimentos, tem surgido cada vez mais necessidade de novas técnicas para conservação dos mesmos, principalmente para aqueles *in natura* (VICENTINO; FLORIANO; DRAGUNSKI, 2011). A conservação de alimentos é realizada por meio de processos que retardam ou previnem a ocorrência de reações físico-químicas, bioquímicas e microbiológicas, responsáveis pela degradação e alterações dos mesmos (SOUSA et al., 2012).

Dos métodos propostos para conservação de alimentos, muitos têm como foco a diminuição da velocidade de multiplicação de micro-organismos e de reações químicas, como na redução da atividade de água (concentração, secagem e desidratação) e no uso do frio (resfriamento e congelamento). Outros, que utilizam a aplicação de calor (pasteurização, esterilização), atuam na eliminação de micro-organismos e inativação de enzimas (FELLOWS, 2006; NOVAES et al., 2012; SOUSA et al., 2012). Novas tecnologias como a utilização da irradiação ionizante e a luz pulsada também tem sido estudada com intuito de conservar alimentos devido a ação bactericida (SILVA et al., 2014; SOUZA, 2014)

A escolha da metodologia aplicada na conservação de alimentos depende das características dos mesmos, devendo ser selecionado aquele que mais se adeque a sua finalidade, que cause menos alterações nas características do alimento e prolongue sua vida útil. O principal objetivo do método de conservação aplicado é responder satisfatoriamente à manutenção da qualidade do alimento no intervalo de tempo entre a produção e a distribuição dos produtos, assim viabilizando o atendimento dos mercados consumidores mais distantes e reduzir possíveis perdas econômicas (CARDOSO, 2011).

Os alimentos perecíveis são os principais alvos na busca por novas alternativas de conservação, pois aproximadamente 15% da produção mundial destes são perdidos por danos e deterioração durante a cadeia produtiva e comercialização (XUE; ZHANG; TANG, 2014). Frutas e produtos hortícolas, carnes, pescados, leite e derivados, são os principais exemplos deste grupo de alimentos. Por serem sujeitos a deterioração contínua, muitas vezes um único método de conservação não é suficiente para manter a qualidade, o que requer a combinação com outros métodos, criando condições adequadas para manter o alimento íntegro até o acesso do consumidor final (BRAGA; PERES, 2010).

3.1.1 Embalagens na conservação de alimentos

As embalagens possuem como principal finalidade proteger os alimentos contra agentes deteriorantes, seja estes de natureza química, física ou microbiológica, assegurando assim, a manutenção das características intrínsecas ao produto, desde o acondicionamento até o consumo final. Além de atuar na conservação e influenciar na vida útil dos produtos, as embalagens devem satisfazer as necessidades de *marketing*, custo, disponibilidade, entre outros (SOUSA et al., 2012).

São inúmeros os materiais utilizados na fabricação de embalagens, sendo as de vidro, metálicas, celulósicas, plásticas e de madeira, as embalagens de maior abrangência no mercado. Dentre estes materiais, o plástico é o que vem sendo mais utilizado, por ser de fácil acesso, leve, apresentar boa resistência mecânica, inércia, custo, além de outros atributos. Embora sua utilização seja eficaz na preservação de alimentos, as embalagens plásticas tem duas principais limitações, a primeira diz respeito a sua matéria-prima, derivado do petróleo, o plástico é obtido por meio de um recurso natural não renovável. Outra limitação relaciona-se ao processo de degradação, o qual leva aproximadamente, 100 a 400 anos para se degradarem, culminando conseqüentemente no acúmulo de resíduos (AIDER, 2010; TELLES; SARAN; UNEDA, 2011; ELSABEE e ABDOU, 2013; MONTES, NETA e CRUZ, 2013).

Este fato, atrelado à crescente procura dos consumidores por alimentos mais frescos e saborosos, obtidos por meios mais sustentáveis, tornam necessárias a busca por tecnologias alternativas para utilizar na indústria alimentícia (DAINELLI et al., 2009). Entre as tecnologias testadas, o emprego de embalagens comestíveis tem se destacado como um procedimento viável para elevar o tempo de vida de prateleira dos alimentos (ASSIS; BRITTO, 2014).

3.1.1.1 Filmes comestíveis

A fina película formada a partir de uma solução filmogênica é denominada de revestimentos comestíveis (RC) e esta pode ser formada de duas maneiras: na forma de coberturas comestíveis, aplicada diretamente ao alimento por meio de processos como aspersão ou imersão; ou como filmes comestíveis (FC), obtidos pela secagem em meios específicos, para posterior aplicação no alimento (PINHEIRO et al., 2010; LUVIELMO e LAMAS, 2012).

Estes tipos de embalagens podem ser preparadas a partir de proteínas (gelatina, caseína, glúten de trigo, etc.), polissacarídeos (amido, galactomanana, carragena, alginatos, gomas, quitosana, etc.), lipídeos ou a combinação entre esses componentes. Dentre estes elementos os

polissacáridos e proteínas possuem uma característica peculiar em formar películas com boas propriedades mecânicas, ao passo que os lipídios auxiliam na otimização do produto obtido, principalmente no que se refere à permeabilidade à elementos (CAO; FU; HE, 2007; CORTEZ-VEGA et al., 2013; MARELLI et al., 2016).

Vários estudos relatam o efeito exercido pelo lipídio incorporado à matriz filmogênica a base de polissacarídeos, evidenciando uma relação direta com a hidrofobicidade e consequentemente reduzindo a solubilidade e a permeabilidade ao vapor de água (PVA) (CERQUEIRA, M. A. et al., 2009b; CERQUEIRA, M. A. et al., 2012; CERQUEIRA, M. A. et al., 2013).

De modo geral, a escolha do tipo de substância empregada no desenvolvimento do FC depende fundamentalmente das características do produto a ser recoberto e do objetivo almejado com a aplicação. Por exemplo, os FC hidrofílicos são mais indicados para superfícies fatiadas e frutas com aspecto brilhante, pois preservam o aspecto hidratado. As formulações hidrofóbicas, por sua vez, são indicadas para frutas com alta taxa de transpiração (ASSIS; BRITTO, 2014).

Assim como a maioria das embalagens tradicionais, os FC agem como barreira a elementos externos e, consequentemente, podem proteger o produto embalado contra danos físicos, químicos e biológicos, além disso, agem nos aspectos sensoriais, atribuindo um aspecto visualmente melhor aos produtos. Vale ressaltar que os FC podem ser ingeridos juntamente com os alimentos por ele embalado, visto sua formulação ser baseada em elementos atóxicos (HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008; SANTOS et al., 2011).

Outras funções atribuídas a estes produtos incluem a inibição ou redução da migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, lipídios, aromas, dentre outros; promovendo barreiras semi-permeáveis, proporcionando ao alimento, além de um aumento da sua vida útil, manutenção de características atrativa (VICENTINO; FLORIANO; DRAGUNSKI, 2011; PEREIRA; FERREIRA, 2016). Dentre as funcionalidades dos FC, a resistência a umidade, talvez seja a mais importante, pois a perda de água de produtos armazenados não só resulta em perda de massa, como também em perda de qualidade (OLIVEIRA et al., 2011). A adição de ácidos graxos ou derivados, incluindo óleos e gorduras naturais, tensoativos e resinas, podem melhorar a barreira à água, enquanto substâncias plastificantes como o glicerol podem reduzir esta barreira (SILVA-WEISS et al., 2013).

A linha de pesquisa envolvendo os FC têm sido alvo de inúmeros estudos utilizando diferentes formulações filmogênicas e diferentes fontes alternativas de matéria-prima, os quais objetivam avaliar as interações destes com os alimentos e a efetividade na preservação da

qualidade. Atualmente, este tipo de embalagem é testada em frutas e vegetais, íntegros ou minimamente processados, carnes, queijos, peixes, embutidos, entre outros (FONTES et al., 2008; BOTREL et al., 2010; CARDOSO, 2011; TRIGO et al., 2012; SILVA-WEISS et al., 2013; ELSABEE; ABDU, 2013; RODRIGUES, 2015; SILVA, 2015).

Cortez-Vega et al. (2013) obtiveram resultado positivo na conservação de mamão “formosa” minimamente processado utilizando revestimento a base de goma xantana. Utilizando filme de gelatina, Oliveira et al. (2011) observaram retardo no amadurecimento normal em tomates tratados na concentração de 20%. Bischoff et al. (2013) também verificaram resultado positivo sobre a perda de massa, pH e acidez titulável em amoras pretas com revestimento de fécula de mandioca. No entanto, nem todo material obtém resultado satisfatório, como observado por Souza et al. (2014), ao utilizarem revestimento elaborado com resíduos de frutas e hortaliças sobre cenouras minimamente processadas.

Além das funções já citadas, outras formulações de FC incluem a incorporação de substâncias ativas que apresentam função antioxidante, antimicrobiana, corante, aromática, entre outras (SOARES et al., 2009). Quando a embalagem transporta este tipo de substância, são considerados aditivos alimentares e devem satisfazer a legislações específicas. Sua utilização pode aumentar a vida útil dos alimentos frescos em até 20%, minimizando as perdas resultantes da deterioração, conferindo maior durabilidade (BRASIL, 1997; FAO, 2005; SILVA-WEISS et al., 2013).

Apesar do forte interesse da indústria em manter as embalagens convencionais, a pesquisa com FC tem como um dos seus objetivos substituir o uso desses materiais convencionais, que de alguma forma agridem o meio ambiente; agregando simultaneamente efeito funcional e coadjuvante, contribuindo para a preservação de características sensoriais e do valor nutricional (ASSIS; BRITTO, 2014). Desta forma, quando desenvolvidos e aplicados corretamente ao alimento que se destina, podem trazer diversos benefícios tanto para a indústria de alimentos quanto para os consumidores, por adquirir um alimento mais saudável, seguro e menos agressivo a natureza.

3.2 Polímeros: Definição e Classificação

Após o período da Revolução Industrial, com maior ênfase a partir do século XX, houve um expressivo interesse pelos materiais poliméricos. Isso ocorreu devido à intensa expansão do mercado consumidor e ao dinamismo do processo de substituição dos produtos e materiais tradicionais (OLIVEIRA; COSSIELLO; ATVARS, 2006; VINHAS; ALMEIDA; LIMA,

2007). Hoje a indústria de polímeros desempenha papel primordial na sociedade e na economia moderna, estando intimamente ligado à manutenção da qualidade de vida da população, podendo apresentar-se nos mais diversos segmentos, a exemplo, na construção civil, nos setores automobilístico, farmacêutico e alimentício, utilidades domésticas, higiene e limpeza, dentre outros (OLIVEIRA; COSSIELLO; ATVARS, 2006; OLIVEIRA, 2007).

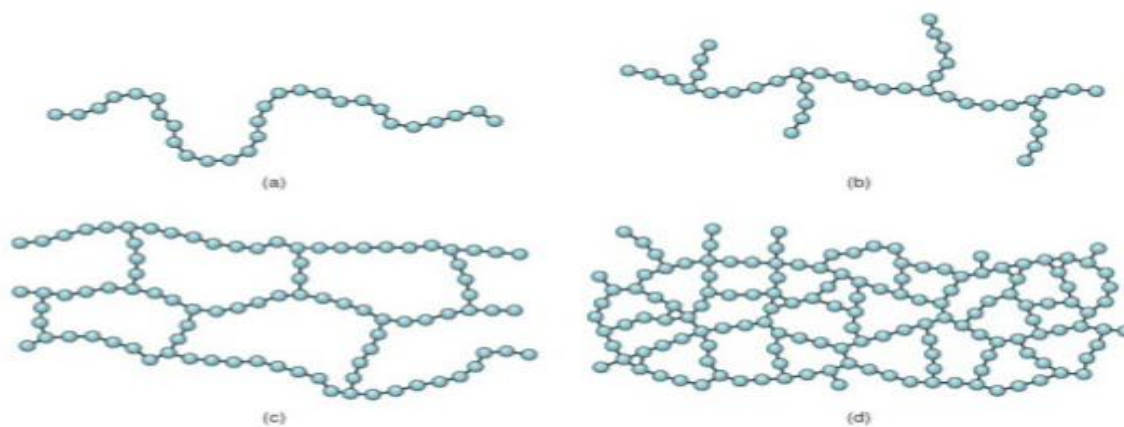
De forma geral, o termo polímero está relacionado a estruturas compostas pela repetição de uma unidade básica, chamada mero ou unidades monoméricas, unidas entre si por meio de ligações covalentes (NOGUEIRA et al., 2000; CANEVAROLO JR, 2004; PAOLI, 2008).

A International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), traz um conceito mais abrangente, ao passo que define polímero como sendo “uma substância composta de moléculas caracterizadas por uma repetição múltipla de uma ou mais espécies de átomos ou grupos de átomos (unidade constitucional), ligadas umas às outras em quantidades suficientes fornecendo um conjunto de propriedades, que não variam com a adição ou remoção de uma ou algumas das unidades constitucionais” (STEJSKAL, 2002).

Quanto ao tipo de monômero existente na cadeia, os polímeros podem classificar-se em homopolímeros, quando estes possuem somente um tipo de monômero, ou seja, são provenientes da repetição de uma única unidade monomérica; e como copolímeros, quando possuem dois ou mais tipos de unidades monoméricas. (NOGUEIRA et al., 2000; PAOLI, 2008).

Ainda relacionado à estrutura química, o polímeros podem ser divididos em função do arranjo molecular, podendo ser lineares, ramificados, com ligações cruzadas ou reticulado, característica esta dependente do tipo de ligações químicas existente entre os monômeros (Figura 1) (BONA, 2007; PITT; BOING; BARROS, 2011).

Figura 1 – Classificação dos polímeros segundo o arranjo molecular.



a) polímero linear; b) polímero ramificado; c) polímero com ligação cruzada; d) polímero reticulado (em rede).
Fonte: www.ecmdepro.blogspot.com

Outra forma de classificação baseia-se na forma de obtenção dos polímeros, classificação esta de grande relevância na atualidade. Estes podem ser classificados como polímeros naturais (biopolímeros), os quais ocorrem normalmente na natureza, ou polímeros sintéticos, sendo aqueles obtidos por síntese a partir do petróleo (SEBIO, 2003).

Desde 1940, os polímeros sintéticos têm se tornado tecnologicamente importantes, este fato esteve relacionado à sua disponibilidade, versatilidade, bom desempenho mecânico, boa barreira ao oxigênio e custo relativamente baixo, entre outras características. Formado a partir de compostos orgânicos, os polímeros sintéticos são produzidos pelo homem através da reação de polimerização de moléculas simples, resultando, a exemplo, no polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), politereftalato de etileno (PET), policloreto de vinila (PVC), dentre outros (AMASS; AMASS; TIGHE, 1998; ALMEIDA; MAGALHÃES, 2004; SIRACUSA et al., 2008).

Na atualidade os polímeros sintéticos desempenham papel importante do ponto de vista prático e econômico, no entanto, mesmo com os grandes avanços na síntese, manufatura e processamento destes materiais, dois grandes problemas ainda confrontam a indústria: o uso de produtos químicos não renováveis e o acúmulo de resíduos destes materiais. Isto se deve ao fato de o petróleo ser uma matéria-prima exaurível e poluidora da natureza, sendo a maioria dos materiais poliméricos usados em alta escala, duráveis e inertes à ação de micro-organismos, apresentando assim, longo tempo de biodegradação (PELLICANO; PACHEKOSKI; AGNELLI, 2009). Dessa forma, partindo dessa temática de sustentabilidade, muitos autores relatam a importância da substituição dos polímeros sintéticos pelos naturais.

Segundo Yu, Dean e Li (2006), o estudo e a utilização de polímeros naturais é uma ciência antiga, o qual perdeu importância, principalmente econômica, em decorrência do advento da tecnologia dos polímeros sintéticos. Porém, por serem provenientes de fontes renováveis, biodegradáveis e de baixo custo, os biopolímeros representam um grande potencial a ser explorado, sendo uma alternativa vantajosa na preparação de novos materiais. Além deste fato, estes são quantitativamente superiores aos polímeros sintéticos produzidos pelo homem na indústria moderna. Isto ocorre devido serem encontrados, dentre outras fontes, na parede celular de vegetais, na forma de polissacarídeo, assim evidenciando parte do imenso acervo de polímeros naturais disponíveis (CORRADINI et al., 2006).

3.2.1 Polissacarídeos da parede celular vegetal

As células vegetais são delimitadas por uma parede, a qual lhe confere resistência mecânica, desenvolvimento e adaptações às mudanças ambientais, esta denominada parede celular. É formada por complexos de carboidratos (polissacarídeos), glicoproteínas, compostos fenólicos e sais minerais, no entanto, são os polissacarídeos os constituintes majoritários, compondo aproximadamente 90% do peso seco da parede (BUCKERIDGE, 2010; OIKAWA et al., 2013).

Dentre os polissacarídeos de parede, três tipos são bastante evidentes, a celulose representando de 20 a 40% da estrutura, as hemiceluloses de 15 a 25% e as pectinas com aproximadamente 30% (Figura 2) (BUCKERIDGE, 2010).

Figura 2 – Estrutura da parede de células vegetais



Fonte: SANTOS et al., 2012 (adaptado).

De acordo com a função desempenhada no tecido vegetal, os polissacarídeos podem ser classificados em estruturais e de reserva. No que concerne aos polissacarídeos estruturais sabe-se que as paredes celulares primárias e secundárias (estabelecida após a interrupção do crescimento vegetal) são ricas em celulose e hemiceluloses. Além destes polímeros, as primárias ainda possuem pectina, enzimas e proteínas estruturais, já as secundárias, normalmente contêm lignina, o qual lhe confere maior rigidez. Vale ressaltar que as paredes secundárias de células cotiledonares e endospermicas, das sementes de muitas espécies, não apresentam lignina e contêm muito pouca celulose (BENTO et al., 2013).

Os polissacarídeos de reserva podem ser acumulados no interior do protoplasto (amido, frutanos) ou fazer parte da parede celular (hemiceluloses) (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; BENTO et al., 2013). Estes últimos são quimicamente inertes e possuem diferentes níveis de solubilidade na água, classificando-se de acordo com sua estrutura em galactomananas, xiloglucanas, galactoxiloglucana, mananas puras ou glucomananas e (arabino) galactanos,

observando relevância industrial para as duas primeiras (KAPOOR, 1972; CUNHA; DE PAULA; FEITOSA, 2009).

3.3 Sementes e Hemiceluloses

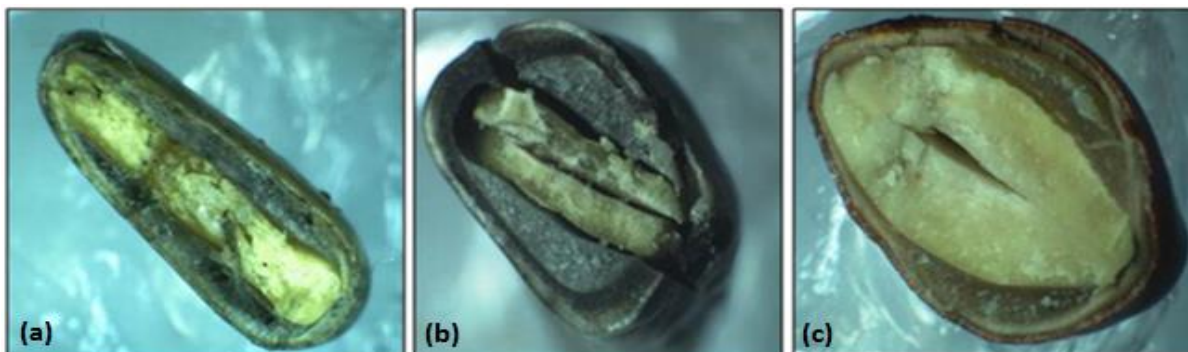
As sementes são conhecidas pela sua característica de órgão germinativo, desempenhando papel de proteção, reserva e desenvolvimento do embrião. Para isso, estas possuem reservas nutricionais, sendo fontes de carboidratos, proteínas, lipídios e sais minerais. Devido esta característica, adicionalmente associada à sua abundância na natureza e à facilidade de colheita, estas têm sido exploradas por muito tempo pela indústria de alimentos, desempenhando um papel importante na alimentação humana, além assumirem a posição de candidatos importantes para exportação e investimentos científicos (DURANTINI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2012).

Os compostos químicos de reserva das sementes podem estar presentes no eixo embrionário, no perisperma, ou até mesmo na combinação dessas partes, com destaque ao endosperma e cotilédones que são os principais órgãos com função de reserva na semente (GALLARDO; THOMPSON; BURSTIN, 2008).

Embora alguns endospermas e cotilédones estoquem, principalmente, lipídios e proteínas, como a mamona, por exemplo, a maioria das espécies leguminosas armazenam carboidratos como fonte principal de energia. As quantidades relativas destes constituintes nas sementes são dependentes de fatores genéticos, climáticos, bem como da disposição de diferentes espécies de nutrientes disponíveis no solo (GALLARDO; THOMPSON; BURSTIN, 2008).

Os polissacarídeos de reserva da parede celular são designados como os principais compostos de reserva em sementes de inúmeras espécies de plantas, as quais desenvolveram mecanismos bioquímicos extremamente eficientes para degradar a parede e utilizar os produtos de hidrólise para o crescimento. A exemplo desse mecanismo, muitas espécies de várias famílias são conhecidas por apresentarem sementes que estocam hemiceluloses (mananas, glucomananas, galactomanana, dentre outras) em suas paredes celulares endospermicas, como pode ser observado na Figura 3 (BUCKERIDGE, 2010).

Figura 3 – Corte transversal de sementes, evidenciando estruturas ricas em polissacarídeos de reserva.



a) *Caesalpinia pulcherrima*; b) *Delonix regia*; c) *Adenanthera pavonina*.
Fonte: Sousa, 2014.

A hemicelulose é caracterizada por ser um polissacarídeo complexo constituído de uma cadeia ramificada, formada por hexoses, pentoses e ácidos glicurônico. A complexidade estrutural é responsável pelas suas propriedades intrínsecas, como a baixa massa molar e alta absorção de água (CARVALHO, 2004). Essas características, fazem com que as hemiceluloses, possam ser denominados emulsificantes, estes utilizados pela indústria pelo fato de apresentarem habilidades de produzir soluções altamente viscosas em baixas concentrações de massa, dessa forma auxiliando no controle das características reológicas de sistemas aquosos por meio de estabilização de emulsões, suspensão de partículas, histerese e controle de cristalização (MIRHOSSEINI; TAN, 2010; PINHEIRO et al., 2011).

As principais hemiceluloses, de interesse comercial e científico, são extraídas a partir de sementes das seguintes espécies: *Cyamopsis tetragonolobus*, *Ceratonia siliqua*, *Prosopis juliflora*, *Caesalpinia spinosa*, *Trigonella foenum-graecum*, *Tamarindus indica*, *Eriobotrya japonica*, *Hymenaea courbaril*, *Adenanthera pavonina*, *Parkinsonia aculeata*, *Delonix regia* e *Caesalpinia pulcherrima* (TEIXEIRA, 2001).

Segundo os dados do Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior, o país importou no período de 01/1996 a 12/2011 aproximadamente 22.500 toneladas de gomas, com um gasto total de 51,35 milhões de dólares, isto se deve ao fato de a maior parte dos emulsificantes utilizados na indústria serem importados. Com isso a pesquisa nacional busca incentivar e viabilizar a utilização de polissacarídeos obtidos a partir da flora brasileira, a exemplo tem-se as galactomanana e xiloglucanas obtidas a partir da *Caesalpinia pulcherrima*, *Adenanthera pavonina* e *Delonix regia*; e *Tamarindus indica*, *Hymenaea courbaril* e *Mucuna sloanei*, respectivamente (KAPOOR, 1972; AZERO; ANDRADE, 1999; SCHERBUKHIN; ANULOV, 1999; SOARES, 2009).

3.3.1 *Caesalpinia pulcherrima*

Popularmente conhecida como maravilha, flamboyanzinho, flor-do-paraíso, flor-de-pavão, barba de barata ou brado de estudante, a *C. pulcherrima* (BRAGA, 2001) cresce em regiões de clima quente e úmido da Índia, África e América, tolerando bem o calor e a estiagem (GILMAN; WATSON, 2003), assim é uma planta de fácil cultivo e crescimento no nordeste Brasileiro.

O gênero *Caesalpinia* pode ser caracterizado como arbusto lenhoso, ereto, provido de espinhos, o qual pode atingir de três a quatro metros de altura na maturidade vegetal (LORENZI; SOUZA, 2008). De floração exuberante e folhas compostas pinhadas, esta é muito apreciada pelas qualidades ornamentais de suas flores, que apresentam diversas cores, como rosa, amarelo, vermelho, laranja e vermelha com extremidades amarelas (Figura 4) (ROACH et al., 2003).

O fruto de *C. pulcherrima* é um legume deiscente, glabro, de coloração marrom escuro quando maduro, polispérmico, cuja deiscência dá-se no sentido longitudinal, com aberturas nas suturas ventral e dorsal, causando a separação das valvas, que por sua vez se mantêm unidas na base do fruto tais valvas, quando abertas, podem apresentar-se torcidas em mais de uma volta, como se pode observar na figura 4. O interior do fruto é composto por várias sementes, estas são ovaladas, com base superior mais larga que a inferior, apresentando, quando maduras, coloração marrom, um pouco mais claro que o fruto (NETO et al., 2014).

Figura 4 - *Caesalpinia pulcherrima* e aspecto físico do seu fruto e da sua semente.



Fonte: ATAMARI, 2007.



Fonte: Autoria própria, 2017.

O endosperma dessas sementes foi bastante estudado, identificado e caracterizado (BRAGA, 2001), sendo considerado de suma importância tanto na área da indústria como na medicina, agronomia e farmacologia em geral, por apresentar evidências da presença de princípios farmacêuticos ativos (ISLAM et al., 2003), o que desperta muito interesse nos pesquisadores de todo país.

3.3.1.1 Galactomanana e aplicações na indústria de alimentos

As galactomananas são polissacarídeos constituídos por um esqueleto de unidades de manose unidas por ligações α -(1→4), ramificado por unidades de D-galactose unidas por ligações β -(1→6). Estas estão presentes no endosperma de várias espécies de vegetais, particularmente em leguminosas e possuem diferentes funções, incluindo reserva de carboidratos. As galactomananas de diferentes espécies se distinguem em função da razão de manose/galactose (M/G) (REID; EDWARDS, 1995; AQUILA; BRAGA; DIETRICH, 2012).

A tabela 1 traz a variação da razão M/G de algumas galactomananas já estudadas.

Tabela 1 – Variação da razão manose/galactose em galactomananas de diferentes espécies vegetais.

| Espécie | Razão M/G | Referência |
|--------------------------------------|------------------|--|
| <i>C. tetragonolobus</i> (Goma guar) | 1,70 | WU; ESKIN; GOFF (2009) |
| <i>Locust bean gum</i> (LBG) | 3,70 | WU; ESKIN; GOFF (2009) |
| <i>C. pulcherrima</i> | 3,10 | AZERO; ANDRADE (1999) |
| <i>A. pavonina</i> | 1,46 | SOARES (2009) |
| <i>S. parahybae</i> | 3,00 | PETKOWICZ et al. (1998) |
| <i>D. regia</i> | 1,8 | KAPOOR (1972) |
| <i>D. mollis</i> | 2,4 | PANEGASSI; SERRA; BUCKERIDGE (2000) |

Este polissacarídeo são ingredientes extremamente importantes na indústria alimentar, uma vez que resultam em soluções com elevada viscosidade, atuam como emulsificantes e interagem efetivamente com outros polissacarídeos para formar géis. Uma das maiores vantagens das galactomananas é a sua capacidade de formar soluções bastante viscosas a baixas concentrações (NEUKOM, 1989).

Em países tropicais, como o Brasil, observa-se um grande potencial de produtivo para inúmeras leguminosas, dentre elas a *C. Pulcherrima*, as quais estudos evidenciam como uma

das principais fontes de galactomanana, com rendimento em relação à massa seca da semente variando de 20 a 25% e uma boa qualidade com relação aos níveis de impureza (CERQUEIRA et al., 2009a).

De forma geral, os polissacarídeos solúveis em água, dentre estas a galactomanana, são também conhecidas como hidrocoloides e na indústria de alimentos são largamente utilizadas como ingredientes funcionais, atuando como modificadores de textura, agentes gelificantes, espessantes, estabilizadores, emulsionantes, agentes de revestimento e fibras dietéticas (KOOCHKEI et al., 2009; MIRHOSSEINI; TAN, 2010).

3.4 Buriti (*Mauritia flexuosa* L.)

O buritizeiro (*Mauritia flexuosa*) é uma palmeira de grande porte, de denominação derivada do tupi-guarani, o qual significa “o que contém água”. Esta encontra-se distribuída nas zonas temperada de todo o mundo, principalmente onde o índice pluviométrico é alto (TAVARES et al., 2003), predominando solos arenosos encharcados de florestas abertas (savanas), florestas inundadas periodicamente de igapós, nos diversos igarapés no interior da floresta de terra firme e alguns remanescentes da floresta natural nos centros urbanos (MIRANDA; RABELO, 2008).

Distribuída em diversos países como, Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname, Trinidad e Venezuela (MARTIN, 1990), em solo nacional predomina nos estados do Pará, Amazonas, Amapá, Rondônia, Goiás, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Ceará, Maranhão, Piauí e Tocantins, o qual dependendo da localização sua nomenclatura pode ter alteração, podendo ser designado de miriti, miritizeiro, palmeira-do-brejo, buriti-do-brejo, carandá-guassú, moriti, moriche, palmier bêche, aguaje, achual (EMBRAPA, 2005; MANHÃES, 2007; SOUZA, 2004).

Miranda e Rabelo (2008) descrevem a planta, morfológica e fisiologicamente, como sendo uma palmeira monocaule, com pantas masculinas e femininas separadas (dióica) que podem atingir até 30 m de altura, estipe (caule) é liso medindo no máximo 50 cm de diâmetro, coroa foliar com presença de folhas verdes e senescentes, tipo costapalmadas, bainha aberta, tamanho da folha até 6,0 m de comprimento e 250 segmentos (folíolos). Inflorescência dióica interfoliar com ráquias pendentes, frutos elipsóide-oblongos, epicarpo (casca) coberto por escamas córneas, mesocarpo (polpa) carnoso, endocarpo (tegumento) fino, de coloração marrom-avermelhada na maturidade. Cada fruto possui uma semente com endosperma homogêneo e duro (Figura 5).

Figura 5 - Características morfológicas do buritizeiro e suas partes.



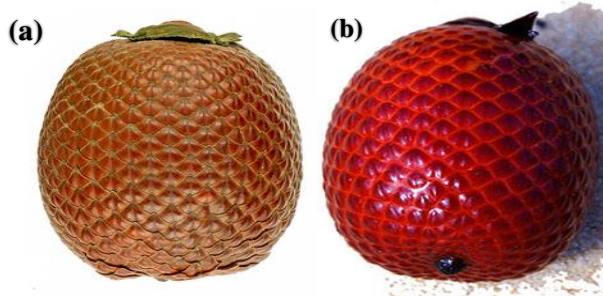
a) Aspecto geral de uma palmeira do buriti; b) inflorescência em plantas masculinas; c) flores masculinas; d) folha jovem tipo costapalmada; e) fruto maduro inteiro e seccionado com suas partes (Epicarpo, Mesocarpo, Endocarpo e Endosperma).
Fonte: CARVALHO, 2011.

Sendo um fruto sazonal, a floração do buriti ocorre entre os meses de dezembro a abril e sua frutificação de dezembro a junho, na maioria das regiões. Contudo, para as plantas femininas, este processo ocorre a cada dois anos, no final do período chuvoso (LEÃO; CARVALHO, 2005).

Uma planta produz em média seis cachos, cada um contendo de 400 a 500 unidades de frutos, podendo, cada planta, atingir uma produção de até três toneladas de fruto por safra (LEAL, 2005). Quanto ao peso do fruto, estudos sugerem uma variação entre 32,6 a 51,2 g, com diâmetros longitudinal e transversal variando de 3,5 a 7,0 cm e 3,3 a 4,2 cm, respectivamente (CARVALHO; MULLER, 2005; ALBUQUERQUE; REGIANI 2006; BARBOSA; LIMA; JR, 2009; JÚNIOR LOPES, 2010; CARNEIRO; CARNEIRO, 2011).

No Brasil já foram catalogadas onze espécies, dentre estas duas foram citadas por Bondar (1964) como espécies gêmeas, as quais se mostram com maior importância: a *Mauritia flexuosa* e *Mauritia vinífera* (Figura 6). Fato este fez com que atualmente os taxonomistas as agrupam como uma mesma espécie a *Mauritia flexuosa* L. (TAVARES et al., 2003).

Figura 6 – Espécies gêmeas do gênero *Mauritia*, encontradas em território brasileiro.



a) *Mauritia flexuosa*; b) *Mauritia vinífera*.

Fonte: Museu de História Natural de Toulouse - França; Boho Brasil.

3.4.1 Aplicações

A árvore tem sido usada há séculos pela população, tendo um valor ecológico, cultural e económico elevado (MANHÃES, 2007; TAVARES et al., 2003). Os frutos são largamente consumidos pela população local e são considerados um dos melhores fontes de pró-vitamina A encontrados na biodiversidade brasileira (MARINHO; RONCADA, 2003; BRASIL, 2002).

As folhas são usadas como cobertura para casas, fornecendo ainda fibras para artesanato, empregadas na confecção de esteiras, redes, cordas, chapéus, etc. O buriti também fornece palmito comestível. A amêndoa é espessa e duríssima, semelhante ao marfim vegetal, embora de qualidade inferior, presta-se a vários trabalhos, da confecção de botões a pequenas esculturas. A sua polpa é bastante apreciada, sendo empregada no preparo de doces, sorvetes, picolés, refrescos, dentre outros produtos como o vinho de buriti, obtido após fermentação (EMBRAPA, 2005).

3.4.2 Óleo de buriti

O buriti é caracterizado como um fruto rico em lipídios, principalmente na polpa do fruto. Diversos estudos buscam obter a composição centesimal da polpa do fruto, evidenciando proporções que variam de 3,8 a 19,8% de fração lipídica (MARIATH; LIMA; SANTOS, 1989; TAVARES et al., 2003; SANTOS, 2005; MANHÃES, 2007; RIBEIRO, 2008).

Por esta grande concentração de lipídios na polpa, esta se torna a parte de maior uso para a extração do óleo fixo comestível, com características organolépticas de sabor e aroma agradáveis, qualificados por um potencial de pró-vitamina A. Qualitativamente o óleo de buriti obtido por meio da polpa apresenta altas concentrações de ácido graxo oleico seguido do palmítico, se assemelhando ao azeite de oliva e o óleo de abacate (SILVA, 2002).

A cor avermelhada do óleo é outra característica marcante, está diretamente relacionada com a concentração de carotenoides. Durães et al. (2006), ao caracterizarem o óleo de buriti quanto às frações de carotenóides, verificaram que o β -caroteno é o que se encontra em maior quantidade, sendo este o responsável pela cor alaranjada do óleo.

Visto a sua composição, o óleo de buriti o setor farmacêutico, cosmético e alimentício sugerem boa perspectiva na sua utilização. Dentre outras funções este age na lubrificação e regeneração da barreira hidrolipídica da pele frequentemente submetida a lesões. Também quando usado em produtos pós-sol, o óleo de buriti evita danos provocados por radiação UV, justamente por apresentar propriedades fotoprotetoras, além de se verificar-se uma ação

antimicrobiana para diversos micro-organismos (ROSSO; MERCADANTE, 2007; ZANATTA et al., 2008; ZANATTA et al., 2010).

Dada as inúmeras funcionalidades do óleo de buriti, principalmente no que se refere às suas propriedades nutricionais, a sua utilização no desenvolvimento de novos produtos é uma iniciativa plausível, visto este ser um produto, ainda, com pouca aplicação comercial. Associando este fato com a intensa pesquisa relacionada aos filmes comestíveis, este se torna uma excelente forma de aplicação, podendo ser agregado a diversas matrizes filmogênicas sustentáveis, de origem proteica ou polissacarídica, como é o caso das galactomananas, derivadas no geral de sementes comumente não utilizadas.

4 MATERIAIS E METODOS

4.1 Coleta de Materiais

O óleo de buriti (*M. flexuosa L.*) foi adquirido no comércio local do município de Picos-PI, extraído pelo método artesanal (extração por cocção) a partir de frutos maduros resultante da safra de 2015. As sementes da *C. pulcherrima* foram coletadas no perímetro da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Ministro Petrônio Portela, Teresina, PI.

4.2 Refinamento do óleo de buriti

O processo de refinamento do óleo de buriti se deu em um único ciclo, processo este sendo realizado no Laboratório de Físico-química do Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos (NUEPPA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Um volume de cinco litros de óleo de buriti foram refinados de acordo com as seguintes etapas: degomagem, neutralização, lavagem e secagem. Assim, na primeira etapa o óleo bruto foi submetido ao processo de degomagem mediante a adição de 3,0% de água em relação ao volume do óleo, com posterior aquecimento a 60 °C e agitação durante 30 min., seguindo metodologia proposta por Moretto e Fett (1989). Sequencialmente, o óleo foi neutralizado segundo a metodologia descrita por Morais et al. (2001), o qual utiliza-se de temperatura (50 °C) e agitação por 30 minutos, adicionando-se 5,0% da solução de hidróxido de sódio a 12% em relação ao volume do óleo. Posteriormente, o óleo foi centrifugado a 5.000 rpm, para a retirada de impurezas sólidas presentes no produto.

Logo após o processo de neutralização o óleo foi transferido para um funil de separação onde realizou-se a etapa de sucessivas lavagens, estas realizadas com intervalos de 30 minutos cada, adicionando-se ao óleo neutralizado, água a temperatura ambiente e à temperatura de 90 a 95 °C de forma alternada, e sempre submetendo à agitação manual no próprio funil de separação e retirada de gás. Em cada etapa de lavagem, após a separação das fases, à água a ser descartada foi testada com os indicadores, fenolftaleína e, posteriormente, nas últimas lavagens, o verde de bromotimol, com objetivo de detectar algum resquício de hidróxido de sódio usado na neutralização. As lavagens continuaram até que os indicadores não mais detectassem alcalinidade na água.

O óleo foi seco em evaporador rotativo a temperatura de 60 °C, sob pressão de vácuo por 20 minutos e agitação branda, resfriando-o e armazenando-o, em frasco âmbar, logo em

seguida, os mantendo sob temperatura ambiente. Para controle do processo, utilizou-se o óleo de soja, por ser um óleo já padronizado. O mesmo lote foi usado em todos os experimentos posteriores.

4.3 Caracterização Físico-química do Óleo de Buriti Refinado

Com o objetivo de conhecer a matéria-prima utilizada no experimento, o óleo de buriti refinado foi submetido à caracterização físico-química, conforme os parâmetros estabelecidos pela ANVISA, por meio da RDC nº 270/2005, que aprova o regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal (BRASIL, 2005).

O processo analítico desta matéria-prima ocorreu no Laboratório de Bioeletroquímica da Universidade Federal do Piauí (UFPI), sendo analisado os seguintes aspectos: índice de acidez e índice de peróxido, estes preconizados pela legislação, e adicionalmente, índice de refração, índice de saponificação, índice de iodo, ponto de fusão, umidade e impureza. As análises foram aferidas em triplicata, seguindo as normas metodológicas oficiais do Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008) e do Official Methods of Analysis (A.O.A.C., 2005).

4.3.1 Índice de acidez

O índice de acidez foi determinado seguindo as normas analíticas do IAL (2008) por meio do método de titulação.

Pesou-se 2 g de óleo de buriti, aos quais foram adicionados 25 mL de uma solução de éter e álcool etílico (2:1), em constante agitação até total dissolução do óleo. Posteriormente foram adicionadas duas gotas do indicador fenolftaleína a 1%. Em seguida fez-se titulação da mistura com uma solução de hidróxido de sódio 0,1N.

Após a titulação determinou-se o índice de acidez em ácido oléico do óleo de buriti por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Índice de acidez} = \frac{V \times f \times 100 \times 0,0282}{P}$$

Onde:

V= nº de mL de solução de hidróxido de sódio 0,1N gasto na titulação

f= fator de correção da solução de hidróxido de sódio

P= nº de gramas da amostra

4.3.2 Índice de peróxido

Este parâmetro indica o grau de oxidação do óleo, determinando todas as substâncias que oxidam o iodeto de potássio, devido a sua forte ação oxidante (ZAMBLAZI, 2007). A análise foi realizada utilizando-se a metodologia da A.O.A.C. (2005).

A partir da pesagem de 5g do óleo de buriti, foram acrescentados 30 mL da solução de ácido acético:clorofórmio (3:2) e adicionado 0,5 mL de solução saturada de KI e 30 ml de água. As amostras foram tituladas com a solução de tiosulfato de sódio a 1 M até quase total desaparecimento da cor amarela.

Após esse processo foi acrescentado 0,5 mL de solução indicadora de amido, realizando-se a titulação até o desaparecimento da coloração azul.

O índice de peróxido foi obtido pela seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Peróxido} = \frac{(A - B) \times M \times 1000}{P}$$

Onde:

A: mL de tiosulfato de sódio 1M gasto na titulação da amostra

B: mL de tiosulfato de sódio 1M gasto na titulação do branco

P: número de gramas da amostra

M: molaridade da solução de tiosulfato de sódio

4.3.3 Índice de saponificação

Para avaliação desse parâmetro foi utilizada a metodologia descrita pelo IAL (2008). Foram utilizados 5g de cada amostra em balões volumétricos acrescentando-se 50 mL de solução de KOH 4%. Os balões volumétricos, contendo o material foram conectados a condensadores e aquecidos em banho-maria até a completa saponificação do óleo. Após a retirada das amostras do sistema de aquecimento fez-se a titulação com solução de HCl a 0,5M, usando fenolftaleína a 1% como indicador.

O índice de saponificação foi obtido pela seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Saponificação} = \frac{28,05 \times (B - A)}{P}$$

Onde:

B: mL de HCL a 0,5 M gasto na titulação do branco

A: mL de HCL a 0,5 M gasto na titulação da amostra

P: número de gramas da amostra

4.3.4 Índice de refração

O índice de refração é característico para cada tipo de óleo e está relacionado com o grau de insaturação das cadeias, compostos de oxidação e tratamento térmico (MORETTO; FETT, 1989). O índice de refração será determinado em refratômetro à temperatura de 20°C, utilizando-se 10 µL de cada amostra (A.O.A.C., 2005).

4.3.5 Ponto de fusão

Para determinação do ponto de fusão, utilizou-se o método do tubo capilar, este aplicável a todos óleos e gorduras de origem animal e vegetal, seguindo as normas do IAL (2008).

Para início da análise a amostra deve encontrar-se absolutamente seca, característica esta avaliada por centrifugação. Após fundida, a amostra foi filtrada em papel de filtro com o intuito de remover qualquer impureza. Três tubos capilares limpos foram mergulhados na amostra liquefeita, de modo que a gordura ficasse a uma altura de 10 mm. Fundido o final do tubo (onde a amostra estava localizada) numa chama pequena, estes foram colocados em um béquer e deixados em refrigerador entre 4 a 10°C durante 16 horas.

Após retirada dos tubos do refrigerador estes foram prendidos ao termômetro, de modo que as extremidades inferiores dos tubos de fusão estivessem no fundo, junto com o bulbo de mercúrio do termômetro. O termômetro foi mergulhado em um béquer de 600 mL, contendo água até a metade de seu volume. O fundo do termômetro ficou imerso 30 mm na água. Ajustou-se a temperatura inicial do banho de 8 a 10°C, abaixo do ponto de fusão da amostra no início do teste. O banho de água foi aquecido gradualmente de maneira homogênea, por meio de um fluxo de ar.

As gorduras passam normalmente por um estágio de opacidade antes da completa fusão. O aquecimento foi contínuo até que os tubos estivessem completamente claros. Então, verificou-se a temperatura de cada tubo e calculou-se a média. Considerou-se como ponto de fusão, esta média.

4.3.6 Índice de Iodo

A determinação do índice de iodo foi realizada pelo método de Wijs, descrito pela metodologia A.O.C.S. (1992), solubilizando-se 0,25 g de amostra em 10 mL de tetracloreto de carbono e 25 mL de solução de Wijs, deixando-a em repouso ao abrigo de luz e à temperatura

ambiente durante 30 minutos. Em seguida foram adicionados 10 mL de solução de iodeto de potássio 15% e 100 mL de água recentemente fervida e fria, sendo titulada com tiosulfato de sódio 0,1 mol/L até o aparecimento de uma fraca coloração amarela. Adicionou-se ainda 1 mL da solução indicadora de amido 1%, continuando-se a titulação até o completo desaparecimento da cor azul. Foi preparada uma determinação em branco da mesma forma que a amostra e foram anotados os volumes gastos de tiosulfato de sódio 0,1 mol/L nas titulações da amostra e branco.

O índice de iodo foi obtido pela seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Iodo} = \frac{(Vb - VA) \times M \times 12,66}{P}$$

Onde,

M = molaridade da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

VB = mL gasto na titulação do branco

VA = mL gasto na titulação da amostra

P = n° g da amostra

4.3.7 Umidade

A análise de umidade foi realizada por aquecimento direto a 105 °C. Em cápsulas de porcelana previamente taradas, pesou-se de 5 g da amostra. Estas foram dispostas em estufa à 105 °C durante três horas. Sequencialmente as amostras foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente a fim de verificar o peso das mesmas. As operações de aquecimento e resfriamento foi repetida até peso constante.

O percentual de umidade foi obtido por meio da seguinte fórmula:

$$\% \text{ umidade} = \frac{N \times 100}{P}$$

Onde,

N = n° de gramas de umidade (perda de massa em g)

P = n° de gramas da amostra

4.3.8 Impurezas

Ao material resultante da análise de umidade, adicionou-se 50 mL de éter de petróleo e aqueceu-se em banho-maria para total dissolução do óleo. Em seguida a mistura foi filtrada em cadinho de Gooch com papel filtro (previamente tarado), com vácuo acoplado. Após realizada a filtração, lavou-se o papel filtro com cinco porções de 10 mL de éter de petróleo a quente, permitindo que cada porção escorresse completamente para dar início a lavagem seguinte. Após

secou-se o cadinho juntamente com o papel filtro em estufa a 105 °C, até peso constante. Então, fez-se o resfriamento em dessecado e estes foram pesados.

O percentual de impurezas foi determinado pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ Impurezas} = \frac{p \times 100}{P}$$

Onde,

p = massa das impurezas insolúveis no éter de petróleo

P = massa da amostra seca

4.4 Extração de Galactomanana

A extração de galactomanana ocorreu no Laboratório de Desenvolvimento de Fármacos, da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), seguindo a metodologia descrita por Cerqueira et al. (2009a).

Após a coleta, as sementes de *C. pulcherrima* foram manualmente retiradas das vagens, separadas e selecionadas, sendo armazenadas em embalagens de polietileno, em local fresco até a sua utilização.

Em moinho de lâminas, as sementes foram trituradas e o material obtido peneirado, objetivando a separação dos endospermas das demais partes das sementes (resíduos de tegumentos e cotilédones). Os endospermas foram submetidos à fervura em solução etanólica na razão 2:3 (v/v) durante 10 min, para inativação enzimática. Após atingir temperatura ambiente o material foi lavado sucessivas vezes com água destilada, em média cinco vezes, ficando imerso em água (1:10, m/v) para intumescimento por um período de 12 horas a 4 °C.

Decorrido o período de intumescimento, o material foi homogeneizado com auxílio de homogeneizador e filtrado em membrana de nylon, processo este repetido até a total extração do polissacarídeo presente no endosperma. O filtrado obtido foi precipitado em álcool etílico P.A. na proporção 2:3 (álcool:solução). O precipitado (galactomanana) foi desidratado imerso em acetona P.A. e submetido à secagem em fluxo de ar frio. Após secagem o material permaneceu em dessecador durante 24 horas, a fim de mantê-lo sem alteração da umidade.

A galactomanana desidratada foi macerada e padronizada em peneiras granulométricas de *mesh* 100. Sendo posteriormente armazenada em recipiente hermeticamente fechado, em local seco, até o momento de uso.

4.4.1 Caracterização centesimal do produto da extração

A galactomanana (produto da extração) foi analisada quanto a presença de possíveis contaminantes (proteínas, lipídios e cinzas), além da determinação da umidade. Todas estas análises seguiu a metodologia reportada pelo IAL (2008).

As análises procedeu-se no Laboratório de Físico-química, do Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos (NUEPPA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). A quantificação de proteína foi verificada empregando o método de digestão de Kjeldahl, usando como fator de correção 6,25. A umidade foi determinada pelo método de secagem direta em estufa à 105°C e o resíduo resultante neste processo foi utilizado na determinação do resíduo mineral fixo (cinzas) por meio de incineração em forno mufla, assim como para determinação de lipídios seguiu o método de Soxhlet, utilizando o hexano como solvente.

Para todas as análises realizadas o procedimento foi realizado em triplicata.

4.5 Elaboração do Filme Comestível

4.5.1 Formulações: variáveis e concentrações

Por meio da metodologia descrita por Cerqueira et al. (2009b), no Laboratório de Desenvolvimento de Fármacos da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), foram preparadas diferentes formulações, com base em um delineamento de composto central rotacional (DCCR) com esquema fatorial 3x3, perfazendo um total de 11 formulações, o qual teve como variáveis independentes as concentrações de óleo de buriti (g/100g de solvente) e de plastificante (g/100 de solvente), mantendo-se constante a concentração de galactomanana (Tabela 2).

Como plastificante utilizou-se o glicerol 99,5% (Labsynth Ltda., Brasil), por ser um dos mais usados em filmes a base de carboidratos. Além disso, em consequência da extensa produção de biodiesel, a quantidade disponível deste plastificante foi aumentada consideravelmente, implicando em decréscimo do seu preço e na necessidade de novas aplicações (SANTANA; KIECKBUSCH, 2009; ZHENG; CHEN; SHEN, 2008).

Tabela 2 - Variáveis e níveis de variação do experimento.

| Variáveis Independentes | Níveis de Variação | | | | |
|----------------------------|--------------------|--------|--------|--------|------------|
| | - <i>a</i> | -1 | 0 | +1 | + <i>a</i> |
| Óleo de buriti | 0,1464 | 0,2500 | 0,5000 | 0,7500 | 0,8536 |
| Glicerol | 0,1379 | 0,2000 | 0,3500 | 0,5000 | 0,5621 |

As concentrações da galactomanana e do glicerol foi definida a partir de um consenso entre estudos recentes sobre a temática (OLIVEIRA-FILHO, 2015; BEZERRA, 2012). Já para o óleo de buriti testou-se três concentrações (1,0%, 0,75% e 0,5 %) a fim de definir a máxima dissolução do mesmo na solução filmogênica.

Por meio da formulação média dos demais componentes, preparou-se soluções para cada uma das concentrações do óleo, onde posteriormente foram avaliadas quanto a estabilidade da incorporação, tanto na forma hidratada (solução filmogênica) como em filme.

4.5.2 Preparo do Filme Comestível

Os FC foram preparados pela dissolução da galactomanana, do óleo de buriti e do plastificante, em água destilada (20°C). Para obtenção da solução filmogênica utilizou-se um homogeneizador Turratec®, no qual manteve-se a mistura em temperatura em torno de 20°C sob agitação constante (18.000 rpm) por 30 minutos. A obtenção da solução se deve principalmente as características intrínsecas da galactomanana. Sequencialmente, as amostras foram desareada com auxílio de bomba a vácuo, com o intuito de remover as bolhas existentes.

A obtenção dos filmes comestíveis (FC) se deu pela metodologia de evaporação de solvente (método “casting”) (SILVEIRA et al., 2007). Em placas de acrílico (60 x 10 mm) foram vertidas porções de 30g de solução filmogênica, as quais ficaram em estufa a 60 °C por 18 horas ou até total evaporação do solvente. Os filmes produzidos foram irradiados sob luz ultravioleta (UV) por um período de 15 min e posteriormente retirados das placas assepticamente, embalados, identificados e armazenados em dessecador até posterior análise.

4.6 Caracterização da Solução Filmogênica

4.6.1 Avaliação da Atividade Antimicrobiana

Esta etapa do estudo procedeu-se no Laboratório de Microbiologia do Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos (NUEPPA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Analisou-se a ação antimicrobiana da solução filmogênica, testando em culturas bacterianas puras, utilizando como modelo experimental cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumonia*, visto estes serem parâmetros utilizados no controle de qualidade microbiológica da maioria dos alimentos, além

de serem bactérias relacionadas com a contaminação de alimentos por meio de fatores ambientais, como ar, solo, água (BRASIL, 2001).

Para esta análise foi utilizado o método de difusão em ágar, segundo a técnica de poço descrita por Silveira et al. (2009), a qual se procedeu em placas contendo ágar Mueller Hinton. Fez-se poços de 12mm de diâmetro com auxílio de um *swab* estéril. O inóculo bacteriano com turvação 0,5 da escala de MacFarland foi distribuído uniformemente sobre a superfície do ágar, deixadas em repouso em temperatura ambiente, por aproximadamente três minutos. Dispensou-se em cada poço devidamente identificado, 50 µL dos controles positivo (cloranfenicol a 0,6mg/mL) e negativo (álcool etílico hidratado 96%), assim como de cada formulação da blenda, sendo uma placa para cada tratamento testado. As placas foram incubadas em estufa a $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Mediu-se em milímetros o halo de inibição do crescimento, utilizando régua milimetrada. Descartou-se o diâmetro de leitura do poço.

Para esta análise os procedimentos foram realizados em duplicata e em dias diferentes.

4.7 Caracterização dos Filmes Comestíveis

Para caracterização dos FC foram realizadas análises físicas (avaliação subjetiva e Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV) e tecnológicas (rendimento, gramatura, espessura, umidade, solubilidade e permeabilidade ao vapor de água – PVA), estas sendo executadas no Laboratório de Físico-química, do Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos (NUEPPA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Ressalta-se que todas as análises tecnológicas foram realizadas em triplicata, exceto a espessura, esta sendo dada pela média de 12 pontos distintos.

4.7.1 Avaliação subjetiva

Na avaliação subjetiva, foram empregados parâmetros estabelecidos por Gontard (1991) citado por Mali (2002), verificando-se as seguintes características dos filmes: continuidade (ausência de ruptura após a secagem), homogeneidade (ausência de partículas insolúveis, bolhas de ar ou zonas de opacidade) e manuseabilidade (possibilidade de ser manuseado sem riscos de ruptura).

4.7.2 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A estrutura superficial dos filmes comestíveis foi observada em microscópio eletrônico de varredura (FEI Quanta FEG 250), do Laboratório Multiusuário de Microscopia Avançada (LMMA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Para esta análise os filmes foram cortados e fixados em suporte (“stubs”) de alumínio com fita adesiva dupla-face de carbono e recobertos com ouro. Fotomicrografias utilizando feixes de elétrons de 20 kV foram obtidas nas ampliações de 500x, 1.000x, 2.000x, 5.000x e 10.000x.

4.7.3 Rendimento

O rendimento foi calculado com base no peso final do filme em relação ao peso inicial das matérias-primas. Para isso utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{P_f}{P_i} \times 100$$

Onde,

Pf: Peso final do filme

Pi: peso inicial da matéria-prima

4.7.4 Gramatura

A gramatura foi obtida medindo-se o peso das amostras dos filmes e seu diâmetro em mm. A área obtida das amostras dos filmes foi transformada em m², obtendo-se assim, a gramatura em g.m⁻²

4.7.5 Espessura

A espessura foi determinada em micrômetro digital Mitutoyo® (+ 0,001 mm) em 12 pontos diferentes, considerando-se a espessura do filme como média das leituras.

4.7.6 Umidade

A umidade dos filmes comestíveis foi verificada seguindo o método de secagem direta em estufa à 105 °C, preconizada pelo IAL (2008). Estes foram recortadas em discos de 2 cm de

diâmetro, verificando o peso inicial (m1). Durante a secagem em estufa a 105 °C pesou-se sucessivas vezes até obter peso constante (m2). O percentual de umidade dos filmes foi determinado pela equação:

$$Umidade(\%) = \frac{m1 - m2}{m1} \times 100$$

Onde:

m1= peso inicial dos filmes;

m2= peso final dos filmes após secagem.

As medições foram realizadas em triplicatas e a média foi tomada como resultado.

4.7.7 Solubilidade

Foi determinada segundo o método proposto por Gontard et al. (1992). Após determinação da umidade, as amostras foram submersas em 50 ml de água destilada e deixadas sob agitação lenta em homogeneizador por 24 horas. As amostras, então, foram filtradas em papel de filtro, previamente pesado, e o material não solubilizado, retido no filtro, foi determinado após secagem em estufa a 105°C por 24 horas. A solubilidade foi expressa pela porcentagem de material seco solubilizado por meio da equação:

$$Solubilidade(\%) = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100$$

Onde:

Pi= Peso inicial do material seco;

Pf= Peso final do material seco solubilizado.

4.7.8 Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

Foi determinada gravimetricamente, segundo ASTM E96-80 (ASTM, 2002). Os filmes foram cortados e aplicados em células de permeação (4,5 a 5,0 cm de diâmetro e 6,0 a 7,0 cm de altura), utilizando vedante de látex. O interior da célula foi parcialmente preenchido com sílica gel desidratada em estufa. As células foram deixadas em dessecadores contendo água destilada (UR=100%) a 25 °C.

O peso da célula foi determinado durante 24 horas, utilizando-se uma balança analítica, perfazendo um total de 12 pesagens. A taxa de permeação ao vapor de água foi determinada de acordo com a equação:

$$\text{Taxa de permeação} = \frac{g}{t.A}$$

Onde, A é a área de permeação e o termo (g/t) foi calculado por regressão linear entre os pontos de ganho de peso e o tempo, no regime constante. Em seguida, a permeabilidade ao vapor de água (PVA) foi obtida segundo equação:

$$PVA = \frac{g}{t.A} \times \frac{X}{\Delta p}$$

Onde,

X: espessura média dos filmes;

Δp : diferença de pressão de vapor do ambiente contendo sílica gel (zero) e do contendo água pura (3,16746 KPa, 25 °C).

4.8 Análise Estatística

A análise estatística se deu por meio da metodologia de superfície-resposta (RSM) a qual foi utilizada para verificar a relação entre a composição da solução filmogênica e as propriedades dos respectivos filmes.

Com base no delineamento inicial empregado, o qual teve como variáveis independentes o óleo de buriti e o teor de glicerol, analisou-se as variáveis dependentes resultantes do processo de caracterização do filme comestível.

Todos os dados experimentais foram analisados com ajuda do programa ASSISTAT 7.7 para Windows (INPI 0004051-2).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização de matéria-prima

A qualidade da matéria-prima tem um reflexo direto no resultado do processamento do produto derivado, dessa forma, neste estudo foram avaliadas as qualidades do óleo de buriti (*M. flexuosa*) já refinado e da galactomanana (*C. pulcherrima*).

Na Tabela 3 encontram-se dispostos os valores para alguns parâmetros utilizados na caracterização da qualidade de óleos vegetais.

Tabela 3 - Caracterização físico-química do óleo de buriti (*M. flexuosa*) refinado.

| PARÂMETRO | RESULTADO | LIMITE |
|---|-------------|----------|
| Índice de Acidez (g/100 g ácido oléico) | 0,27 ± 0,02 | ≤ 0,3* |
| Índice de Peróxido | 9,58 ± 0,2 | ≤ 10* |
| Índice de Saponificação | 0 ± 0,0 | ≤ 2,5** |
| Índice de Refração | 1,46 ± 0,01 | - |
| Índice de Iodo | 72,17 ± 0,3 | - |
| Ponto de Fusão (°C) | 5 ± 0,0 | - |
| Impureza (%) | 0,01 ± 0,0 | ≤ 0,05** |
| Umidade (%) | 0,01 ± 0,0 | ≤ 0,1** |

*RDC n° 279/2005 **IN n° 49/2006

A legislação brasileira, por meio da ANVISA, tem a RDC n° 270/2005, a qual estabelece parâmetros para classificar a qualidade de óleos vegetais, com base no índice de acidez e no índice de peróxido, estabelecendo valores máximos para óleos refinados de 0,3 g/100 g em ácido oléico e 10 meq/kg, respectivamente (BRASIL, 2005). A partir da análise do óleo utilizado neste estudo pôde considerá-lo satisfatório com base nestes parâmetros, visto apresentar índice de acidez médio de 0,27 g/100 g em ácido oléico e de peróxido, 9,58 meq/kg.

O índice de acidez revela o estado de conservação de óleos e gorduras, assim é importante que o valor para este índice seja o menor possível, uma vez que é indicativo de alterações pronunciadas, comprometendo a capacidade de utilização dos mesmos como fonte alimentícia (GALVÃO, 2007). Vale ressaltar que tal característica não pode ser considerada uma constante dos óleos vegetais, podendo variar conforme o grau de maturação e condições de armazenamento das sementes ou frutos usados como matéria-prima da extração, a temperatura, o tempo do processo de extração e das condições de armazenagem do óleo (MELO, 2010).

A medida do índice de peróxidos em óleos é utilizada como um indicador dos estágios iniciais de oxidação lipídica (JORGE; LUZIA, 2012). Segundo Borgo e Araújo (2005) os

peróxidos são compostos tóxicos resultantes da oxidação lipídica, sendo estes precursores dos compostos finais de degradação (aldeídos, cetonas, alcoóis), possibilitando a indicação do grau de degradação lipídica que o processo apresenta.

Adicionalmente realizou-se análises para verificar os índices de saponificação, refração, iodo, ponto de fusão, impurezas e umidade; a fim de complementar a caracterização do óleo utilizado no experimento.

O índice de saponificação indica o peso molecular médio dos ácidos graxos esterificados ao glicerol na molécula de triacilglicerol, ou seja, um índice de saponificação elevado indica ácidos graxos de pesos moleculares baixos e vice-versa (JORGE; LUZIA, 2012). O óleo utilizado passou por processo de refinamento por degomagem com a finalidade de eliminar ácidos graxos de baixo peso molecular. Após o refinamento obteve-se para o índice de saponificação valor igual a zero, demonstrando com isso a qualidade satisfatória do processo de refinamento.

O índice de refração e o ponto de fusão estão diretamente ligados ao nível de saturação do óleo analisado. Estes valores são característicos para cada tipo de óleo, no entanto é afetado por outros fatores como os teores de ácidos graxos livres, oxidação e tratamento térmico (JORGE; LUZIA, 2012). Os resultados encontrados para o óleo de buriti refinado utilizado, neste estudo foi de 1,46 para o índice de refração e 5°C para o ponto de fusão.

O índice de iodo é um teste empírico que indica o grau de insaturação de um óleo. De maneira análoga, os óleos por apresentarem um número maior de insaturações, expressam menor ponto de fusão (líquidos a temperatura ambiente) (JORGE; LUZIA, 2012). Este fato condiz com os achados das análises de caracterização do óleo em estudo, visto apresentar um valor médio de 72,5 para o índice de iodo, evidenciando um elevado grau de insaturação e conseqüentemente um baixo ponto de fusão.

De acordo com os resultados das análises para o índice de refração, ponto de fusão e índice de iodo obteve-se o indicativo do perfil de ácidos graxos do óleo, e pode-se afirmar que os dados obtidos estão em consonância com os diversos estudos, os quais caracterizaram o perfil de ácidos graxos do óleo de buriti, sendo consenso a evidência da excelente fonte de ácidos graxos insaturados por parte do mesmo, perfazendo no geral percentuais superiores a 70%, comparado ao azeite de oliva, óleo de abacate e da castanho do Pará (SILVA, 2002; CHRISTIE, 2003; DURÃES et al., 2006; ALBUQUERQUE et al., 2005).

Apesar dos óleos serem compostos principalmente por ácidos graxos estes se caracterizam, como uma mistura complexa, composta por uma grande variedade de moléculas. Além dos compostos derivados de ácidos graxos, que constituem usualmente mais de 90 % dos

óleos, outras substâncias lipídicas podem estar presentes. Entre estas impurezas, podem ser encontrados outros lipídeos como esteróis, carotenoides e ceras, entre outros; ou ainda outras substâncias não lipídicas, tais como glicosídeos, isoflavonas e complexos metálicos como a clorofila (RAMALHO; SUAREZ, 2013).

Independente do processo de obtenção de óleos vegetais, seja ele realizado por métodos físicos ou químicos, haverá no produto bruto ou *in natura*, impurezas, cuja concentração refletirá diretamente na qualidade e conseqüentemente na vida de prateleira do mesmo ou de produtos derivados (VIEIRA et al., 2009). Partindo do princípio que as impurezas são itens indesejáveis em óleos, bem como em qualquer tipo de produto alimentício, estas tornam-se um parâmetro imprescindível a ser analisado pelo controle de qualidade.

No óleo de buriti refinado, em estudo, observa-se que no parâmetro de impurezas este apresentou percentual médio irrelevante (0,01%). Essa baixa concentração é explicada pelo fato de o processo de refinamento remover ou inativar tais impurezas contidas no óleo bruto (VIEIRA et al., 2009).

São inúmeros os fatores que comprometem a qualidade dos óleos, estes diretamente relacionados ao processo de deterioração, que ocorre comumente por via oxidativa ou hidrolítica. Dentre estes fatores o contato dos ácidos graxos com impurezas, ar e/ou água livre é o mais relevante (JAIN; SHARMA, 2010). A água é determinante para os processos de deterioração de óleos, o que torna de extrema importância a determinação da concentração desta, por meio da avaliação da umidade.

No óleo de buriti em estudo, pôde-se verificar baixa umidade (0,01%). A umidade é uma variável que está diretamente ligada ao processo oxidativo e conseqüentemente ao índice de peróxido, visto este ser um dos produtos desta reação (SOLOMONS; FRYHLE, 2009). Assim, a comparação dos resultados para estas duas variáveis condiz com a literatura, visto o índice de peróxido apresentar valor (9,58) dentro dos padrões.

Com base na Instrução Normativa (IN) nº 49/2006, que aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais refinados que estabelece os parâmetros gerais para impurezas e umidade pode-se verificar uma consonância destes parâmetros, como pode ser observado na Tabela 3 (BRASIL, 2006).

De modo geral pode-se concluir que o óleo de buriti refinado apresenta-se de acordo com os padrões legais vigentes e em conformidade com os dados encontrados na literatura, portanto pode ser destinado ao desenvolvimento dos FC.

O produto resultante da extração da galactomanana foi avaliado quanto a sua composição centesimal e também verificou-se o grau de pureza da galactomanana. Os resultados destas análises estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 - Caracterização centesimal do produto resultante da extração da galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*).

| COMPONENTE | Proteína | Lipídios | Cinzas | Umidade | Galactomanana |
|------------|-------------|------------|-------------|-------------|---------------|
| % | 0,10 ± 0,02 | 0,01 ± 0,0 | 0,16 ± 0,01 | 2,43 ± 0,04 | 97,3 |

*O teor de galactomanana foi calculado por diferença.

Nos resultados obtidos, pôde-se verificar baixas concentrações de biomoléculas indesejáveis, e as proteínas e lipídeos apresentaram 0,1% e 0,01%, respectivamente. A baixa concentração de lipídios se deve a utilização de solvente orgânicos utilizados no processo de obtenção do galactomanana que com o processo de extração, conseqüentemente carrega a fração lipídica. Quanto as proteínas estas são os contaminantes mais frequentes em polissacarídeos extraídos de sementes e sua composição varia conforme o método de extração e a espécie. Os valores encontrados de galactomana extraídos da espécie *C. pulcherrima* apresentaram valores inferiores aos extraídos da mesma espécie, valores entre 0,13 % a 0,6 % de proteínas (BEZERRA, 2012; AZERO; ANDRADE, 1999), da mesma forma, para outras fontes, também encontrou-se valores acima do obtido neste estudo, sendo para galactomanana extraída da *Mimosa scabrella*, entre 4,0 % e 6,0 % de proteínas, 8,8 % de *Caesalpinia férrea* e 0,67 % de *Delonix regia* (OLIVEIRA-FILHO, 2015; SOUZA, 2010; VENDRUSCOLO *et al.*, 2009). Segundo Cunha *et al.* (2009) há fontes de galactomananas cujo teor de proteína pode alcançar de 8,3% a 16,8%. Vale ressaltar que a baixa concentração de proteínas é uma característica desejável para formação da solução filmogênica, pois uma alta quantidade desta molécula pode promover a formação de agregados com carboidratos e afetar a viscosidade das soluções (SOUSA, 2014).

As cinzas é outra classe de materiais indesejáveis, estas representam o teor de material inorgânico contido no produto analisado (IAL, 2008). Para esta variável observou-se apenas 0,16% do material analisado, valor este inferior a outros estudos com galactomanana. Para galactomanana extraída da *C. pulcherrima*, Azero e Andrade (1999) obtiveram 0,3% de cinzas, enquanto Bezerra (2012) verificou valores inferiores, 0,08%. Em estudos com galactomananas extraídas da *Adenanthera pavonina*, *Delonix regia* e com goma de *Loctus bean*, observou-se valores médios de 0,24%, 0,27% e 0,54%, respectivamente (OLIVEIRA-FILHO, 2015; SOARES, 2009; SITTIKIYOTHIN; TORRES; GONÇALVES, 2005).

Assim como para toda biomolécula, a umidade é uma variável de extrema importância para conservação da galactomanana. Esta relaciona-se à atividade de água, diretamente ligada a atividade enzimática e microbiana e conseqüentemente ao processo de degradação. Segundo Whistler e Miller (1997), em geral os polissacarídeos podem apresentar um teor de umidade na faixa de 8,0 a 12,0 %, no entanto, o valor encontrado neste estudo foi de 2,43% bem inferior aos citados anteriormente. Outros estudos com galactomananas evidenciam valores bem variados, entre 1,54% a 14,0%, fato este que pode ser explicado pelo efeito do armazenamento (BURITI *et al.*, 2014; SOUZA, 2010; BRAGA, 2001; AZERO; ANDRADE, 1999).

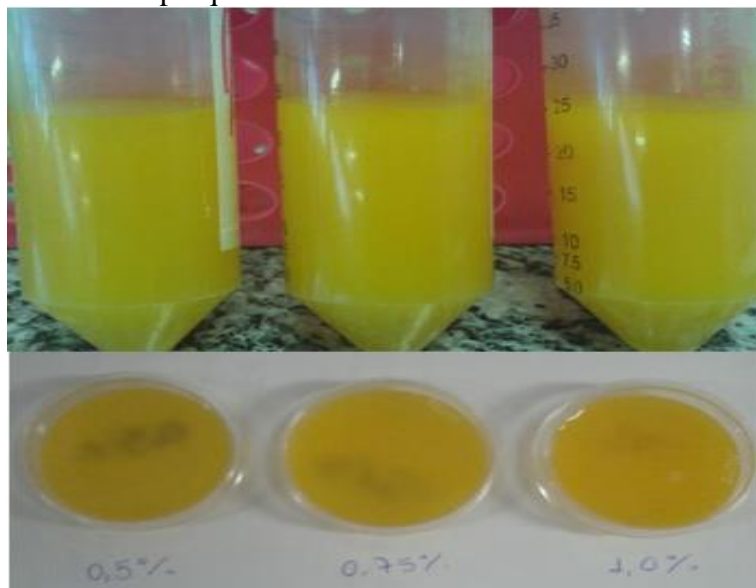
De acordo com os resultados da pesquisa de impurezas do produto resultante da extração da galactomanana, pode-se verificar que a purificação foi eficiente, pois apenas uma pequena quantidade de impurezas foi encontrada, totalizando 0,27%. Além disso, por meio da análise de umidade pode-se pressupor um adequado método de armazenamento, o qual manteve o produto com uma baixa umidade.

5.2 Avaliação da concentração máxima do óleo de buriti

Na literatura não foram encontrados estudos com o óleo de buriti no desenvolvimento de filmes a base de polissacarídeos, fazendo-se necessária a avaliação da concentração máxima de óleo de buriti o qual a solução filmogênica a base de galactomanana (*C. pulcherrima*), fosse capaz de emulsionar. Para isso utilizou-se a formulação média dos demais componentes.

Em pesquisa realizada por Oliveira-Filho (2015) com de óleo de canola para a obtenção de uma solução filmogênica a base de galactomanana (*D. regia*) o mesmo testou as concentrações de 0,5%, 0,75% e 1%, neste experimento utilizou-se as mesmas concentrações utilizadas na pesquisa citada (Figura 7).

Figura 7 - Teste para avaliação da quantidade máxima de óleo de buriti (*M. flexuosa*) a ser utilizada no delineamento da pesquisa.



Fonte: Autoria própria, 2017.

De acordo com os resultados encontrados a formulação com 0,5% foi a que apresentou melhor resultado, visto não se observar óleo na superfície do produto, tanto na forma de solução como em filme. Para as demais concentrações, observou-se uma camada superficial de óleo. Para tanto, a concentração máxima utilizada no delineamento foi a concentração 0,5%, resultando no esquema experimental descrito na Tabela 5.

Tabela 5 - Delineamento experimental central composto rotacional dos filmes comestíveis (FC), para duas variáveis e três níveis utilizados no experimento

| TRAT. | VALORES CODIFICADOS | | VALORES REAIS (%)* | | |
|-------|---------------------|------------|--------------------|--------|--------|
| | OB | GCR | OB | GCR | GAL |
| T1 | -1 | -1 | 0,2500 | 0,2000 | 1,5000 |
| T2 | -1 | +1 | 0,2500 | 0,5000 | 1,5000 |
| T3 | +1 | -1 | 0,7500 | 0,2000 | 1,5000 |
| T4 | +1 | +1 | 0,7500 | 0,5000 | 1,5000 |
| T5 | - α | 0 | 0,1464 | 0,3500 | 1,5000 |
| T6 | + α | 0 | 0,8536 | 0,3500 | 1,5000 |
| T7 | 0 | - α | 0,5000 | 0,1379 | 1,5000 |
| T8 | 0 | + α | 0,5000 | 0,5621 | 1,5000 |
| T9 | 0 | 0 | 0,5000 | 0,3500 | 1,5000 |
| T10 | 0 | 0 | 0,5000 | 0,3500 | 1,5000 |
| T11 | 0 | 0 | 0,5000 | 0,3500 | 1,5000 |

* Em relação ao volume de água. OB: Óleo de buriti; GCR: Glicerol; GAL: Galactomanana

5.3 Caracterização da solução filmogênica

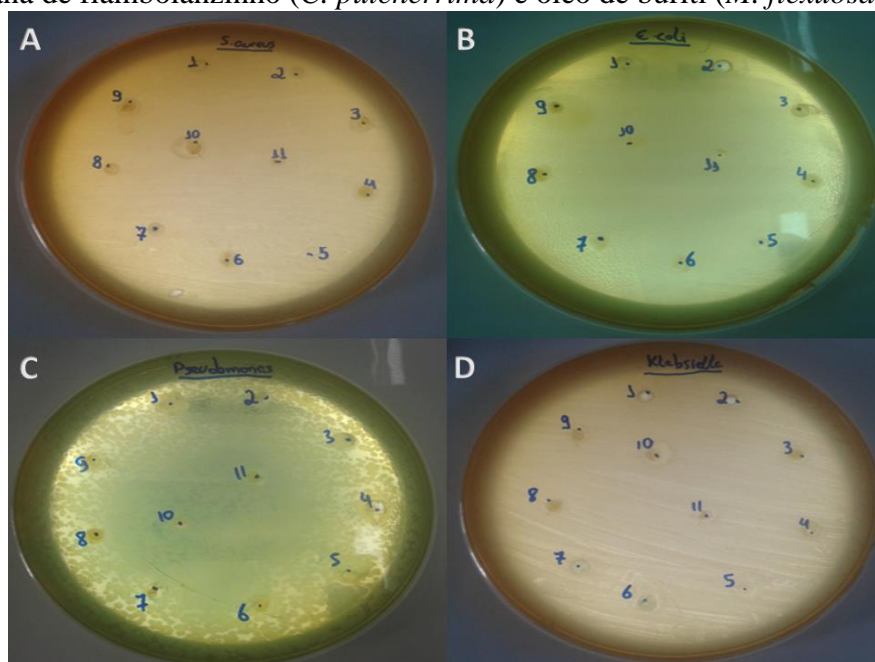
5.3.1 Atividade antimicrobiana

A utilização de filmes protetores de alimentos foi um grande avanço na área de tecnologia de alimentos, sendo assim, filmes protetores com ação antimicrobiana assume um papel de extrema importância nesta área. Este conhecimento torna-se relevante pois além de proporcionar uma possível proteção física ao alimento, o FC desenvolvido pode atuar como agente antimicrobiano.

A atividade antimicrobiana foi avaliada inicialmente nas soluções filmogênicas, e as cepas testadas foram *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumonia*, bactérias estas relacionadas com a contaminação de alimentos por meio de fatores ambientais, como ar, solo, água.

Com base nos testes realizados não verificou-se ação antimicrobiana das cepas para nenhuma das formulações avaliadas, já que não foi evidenciado alo de inibição de crescimento dos micro-organismos testados (Figura 8). A propriedade bactericida do óleo de buriti, tem sido constatado em inúmeros estudos, acredita-se que a ausência de atividade deste sobre as cepas testadas deva-se as concentrações utilizadas que provavelmente foram inferiores ao necessário para promover inibição (ROSSO; MERCADANTE, 2007; ZANATTA et al., 2008; ZANATTA et al., 2010).

Figura 8 - Análise antimicrobiana para *Staphylococcus aureus* (A), *Escherichia coli* (B), *Pseudomonas aeruginosa* (C) e *Klebsiella pneumonia* (D), em soluções filmogênicas a base de galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo de buriti (*M. flexuosa*).



Fonte: Autoria própria (2017).

Estudos os quais utilizaram óleos fixos na formulação de filmes tiveram como principal finalidade a otimização de aspectos físicos e mecânicos destes, ficando a cargo dos óleos essenciais a função de agente antimicrobianos, estes com efeitos potenciais em baixas concentrações (OLIVEIRA-FILHO, 2015; CERQUEIRA et al., 2012; CERQUEIRA et al., 2009b). Desta forma uma alternativa de otimização deste atributo, quanto a esta pesquisa, seria a inserção de um óleo essencial viável a aplicação em alimentos, levando em consideração aspectos sensoriais, econômicos e ambientais.

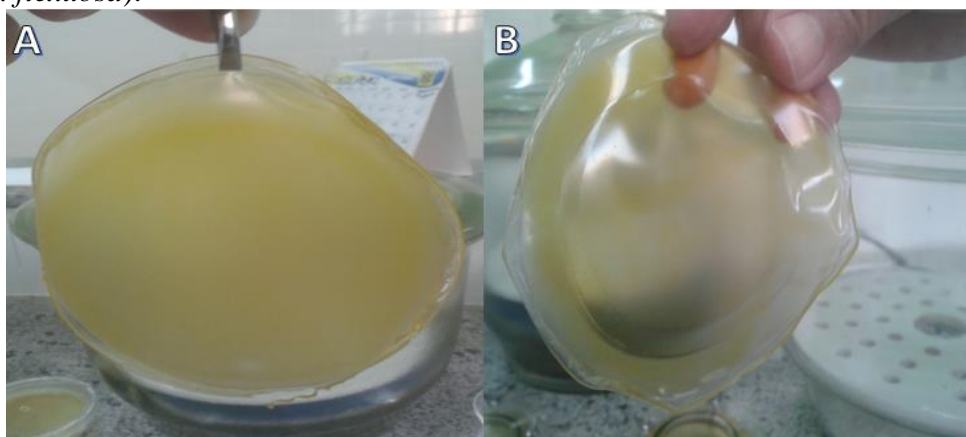
Ressalta-se que nas condições estudadas não foi observado inibição da carga microbiana na solução filmogênica, no entanto o tempo de contato das cepas com o óleo de buriti presente na solução (24 h) talvez não tenha sido suficiente. Dessa forma, ver-se a necessidade de avaliar por um maior tempo de contato assim como realizar os testes inoculando as cepas diretamente nas soluções analisando inicialmente e após decorrido um tempo de contato nas soluções.

Devido os resultados negativos obtidos nesta análise com as soluções filmogênicas, não foram realizados testes antimicrobianos com os filmes comestíveis derivados, pressupondo-se a obtenção de resultados semelhantes.

5.4 Caracterização do filme comestível

Por meio de avaliação subjetiva, observou-se que todos as formulações resultaram em FC com boa aparência, de fácil manuseio, boa maleabilidade, considerável resistência e ausência de fissuras, como pode ser observado na Figura 9.

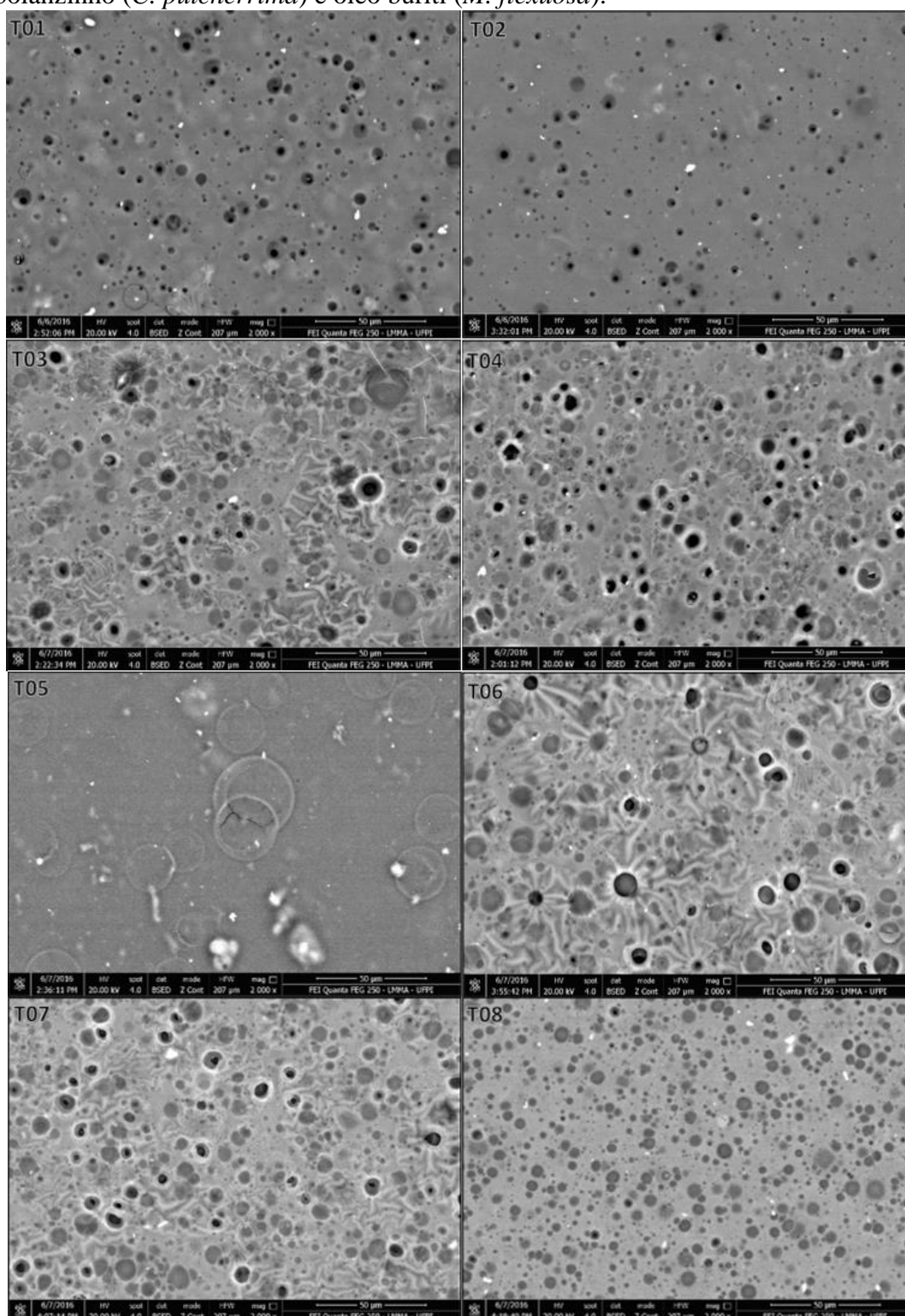
Figura 9 – Filmes comestíveis de galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo de buriti (*M. flexuosa*).



A) Filme após retirada da base fixa. B) Filme após teste de permeabilidade ao vapor de água.
Fonte: Autoria própria (2017)

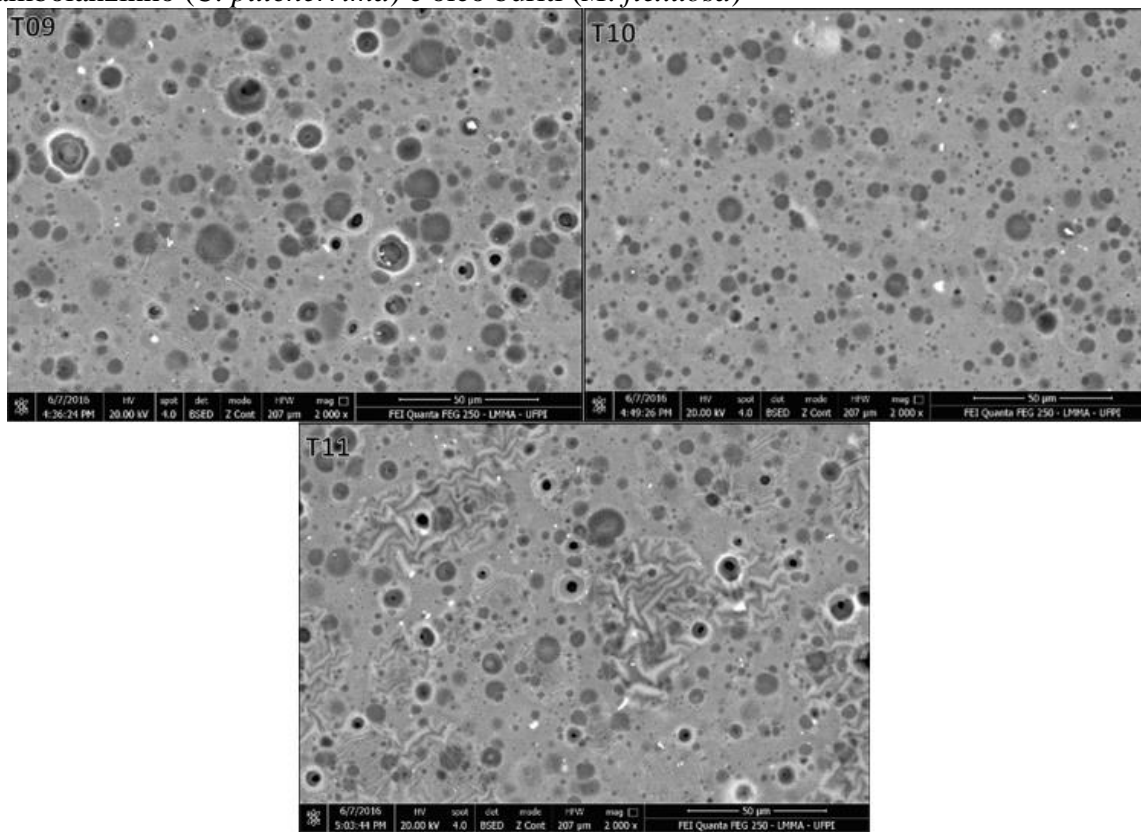
Através de micrografias obtidas por microscópio eletrônico de varredura (MEV), foi possível avaliar diferenças morfológicas dos filmes, pressupondo possíveis interações entre seus constituintes (Figura 10).

Figura 10 – Micrografias superficiais de filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo buriti (*M. flexuosa*).



Fonte: Autoria própria (2017).

Figura 10 (cont.) – Micrografias superficiais de filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo buriti (*M. flexuosa*)



Fonte: Autoria própria (2017).

De modo geral pode-se observar por meio das imagens do MEV (aumento de 2000x) estruturas bem distintas, principalmente no que diz respeito à incorporação do óleo (estruturas esféricas), verificando uma homogeneidade intermediária para este elemento, tanto para o tamanho das partículas quanto para sua distribuição nos filmes. Segundo, Gontard et al. (1994), essa associação e organização dos componentes lipídicos à cadeia de polissacarídeo é de suma importância para as propriedades funcionais de um filme.

A verificação da presença de fissuras e/ou rugosidades também são características que puderam ser avaliadas por meio das imagens, ficando evidente que apenas T02, T08 e T10 encontraram-se em conformidade quanto a estes aspectos. Isso pode estar relacionado a maior concentração do plastificante no meio, o qual promove um aumento do espaço entre as moléculas e conseqüentemente contribui para melhoria organizacional da estrutura dos FC (RIVERO, 2010).

As formulações T09, T10 e T11 são correspondentes ao ponto central e esperava-se que estas tivessem morfologia semelhante, no entanto, isso não foi verificado na sua totalidade, visto que T09 e T11 apresentarem rugosidades. Esta variação confirma a hipótese de que

possíveis vieses poderiam ocorrer durante o processamento, resultando em alterações estruturais dentro de uma mesma formulação.

A estrutura física de um filme por si só não é suficiente para avaliar seu desempenho, estas servem para nortear as análises que testam a funcionalidade do mesmo. Neste estudo foram avaliadas algumas variáveis as quais poderiam ser modificadas de acordo com as formulações, sendo elas, o rendimento, correspondente ao processamento, a gramatura, a espessura, a umidade, a solubilidade e a pressão de vapor de água dos filmes comestíveis. Os resultados para estas variáveis encontram-se dispostos na Tabela 6.

Tabela 6 - Delineamento experimental e resultados das variáveis dependentes relacionadas aos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo buriti (*M. flexuosa*).

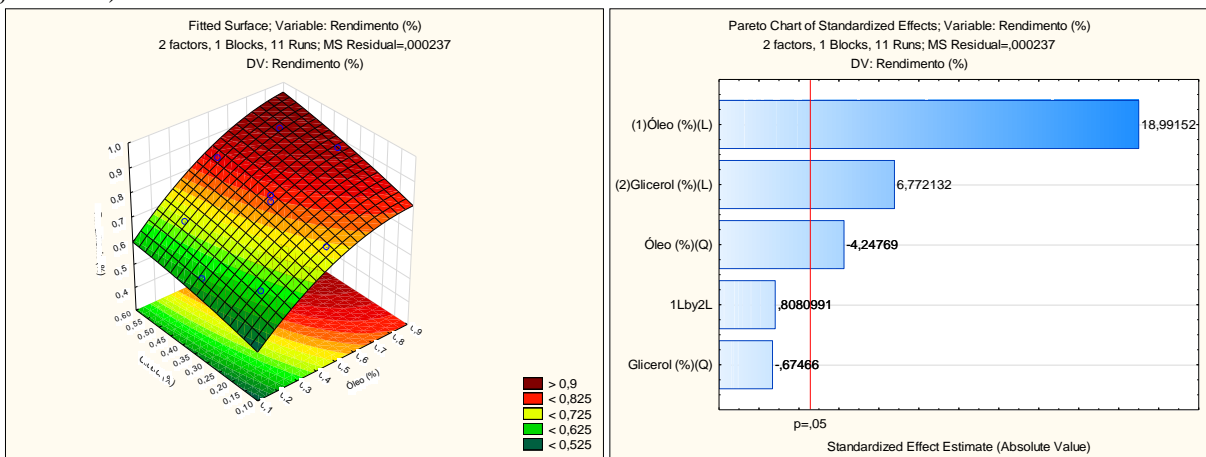
| TRAT. | VARIÁVEIS INDEPENDENTES | | VARIÁVEIS DEPENDENTES | | | | | |
|-------|-------------------------|-----|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|
| | OB | GCR | R (%) | G (g.m ²) | E (µm) | U (%) | S (%) | PVA (g.mm/m ² .dia.kPa) |
| T1 | -1 | -1 | 0,62±0,1 ^a | 59,66±0,2 ^h | 40,63±0,1 ^j | 12,00±0,2 ^c | 78,48±0,1 ^f | 1,07±0,02 ^g |
| T2 | -1 | +1 | 0,70±0,2 ^a | 67,09±0,1 ^g | 45,38±0,1 ⁱ | 20,36±0,1 ^a | 78,34±0,3 ^f | 1,19±0,01 ^f |
| T3 | +1 | -1 | 0,81±0,2 ^a | 78,70±0,2 ^d | 47,88±0,1 ^h | 11,86±0,1 ^{ef} | 66,75±0,2 ^h | 1,26±0,01 ^e |
| T4 | +1 | +1 | 0,91±0,1 ^a | 88,64±0,1 ^a | 56,25±0,1 ^c | 15,57±0,1 ^b | 51,86±0,1 ^j | 1,48±0,02 ^b |
| T5 | -α | 0 | 0,60±0,1 ^a | 57,76±0,1 ⁱ | 32,63±0,2 ^l | 14,75±0,1 ^c | 69,86±0,1 ^g | 0,86±0,01 ^h |
| T6 | +α | 0 | 0,89±0,2 ^a | 86,54±0,2 ^b | 60,13±0,1 ^a | 15,93±0,3 ^b | 59,43±0,3 ⁱ | 1,58±0,01 ^a |
| T7 | 0 | -α | 0,75±0,1 ^a | 72,35±0,2 ^f | 49,38±0,1 ^g | 10,54±0,2 ^g | 80,31±0,2 ^e | 1,30±0,01 ^{de} |
| T8 | 0 | +α | 0,84±0,1 ^a | 80,82±0,1 ^c | 59,13±0,2 ^b | 14,12±0,2 ^d | 85,37±0,1 ^d | 1,55±0,02 ^a |
| T9 | 0 | 0 | 0,82±0,1 ^a | 78,98±0,1 ^d | 51,13±0,1 ^f | 11,95±0,2 ^e | 89,66±0,1 ^c | 1,34±0,01 ^{cd} |
| T10 | 0 | 0 | 0,79±0,2 ^a | 75,82±0,1 ^e | 52,63±0,1 ^d | 13,67±0,1 ^d | 92,80±0,3 ^b | 1,38±0,02 ^c |
| T11 | 0 | 0 | 0,79±0,1 ^a | 76,19±0,2 ^e | 51,88±0,1 ^e | 11,42±0,1 ^f | 97,04±0,2 ^a | 1,36±0,02 ^c |

OB: Óleo de Buriti; GCR: Glicerol; R: rendimento; G: gramatura; U: umidade; S: solubilidade; E: Espessura; PVA: pressão ao vapor de água. ^{a-l} Médias ± Erro Padrão Médio com expoente diferente são significativamente diferentes (p < 0,05).

O rendimento foi calculado com base na composição da solução filmogênica. Para esta variável não foi observada diferença significativa entre as médias dos tratamentos.

O rendimento está diretamente relacionado ao aumento da concentração das variáveis independentes, dessa forma a variação observada entre os tratamentos se deve exclusivamente à variação da concentração dos compostos (Gráfico 1). Isso pode ser confirmado ao verificar que o rendimento das formulações T04 e T05 apresentaram valores de 0,91% e 0,60%, respectivamente, o que corresponde, a maior e menor quantidade de componentes secos. Com isso pode-se concluir que o aumento dos componentes secos implicou em um maior rendimento no processo de obtenção do FC.

Gráfico 1 - Superfície de resposta e diagrama de Pareto para análise de rendimento dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo buriti (*M. flexuosa*).

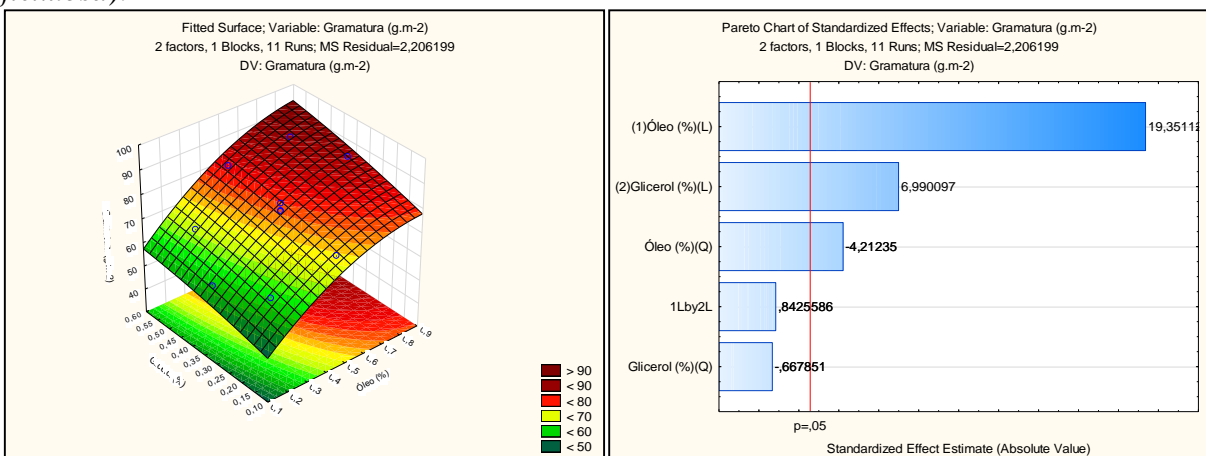


Fonte: Autoria própria (2017).

Observou-se que outra variável que se mostrou diretamente proporcional à concentração dos constituintes secos, foi a gramatura (Tabela 6). Por meio do Gráfico 2 podemos verificar que tanto o óleo de buriti como o glicerol exerceram efeito sobre o resultado final desta análise, no entanto a influência exercida pela concentração do óleo de buriti se mostrou mais relevante.

Segundo Sarantópoulos et al. (2002), a gramatura, definidos como o peso de uma determinada área do material, está diretamente relacionada à resistência mecânica e de barreira dos filmes, assim maiores valores para esta variável resulta em maiores resistências, e este efeito se torna bastante relevante quando se trata de embalagens de alimentos sensíveis, como por exemplo frutas (ALMEIDA et al., 2013).

Gráfico 2 – Superfície de resposta e diagrama de Pareto para análise de gramatura dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo buriti (*M. flexuosa*).



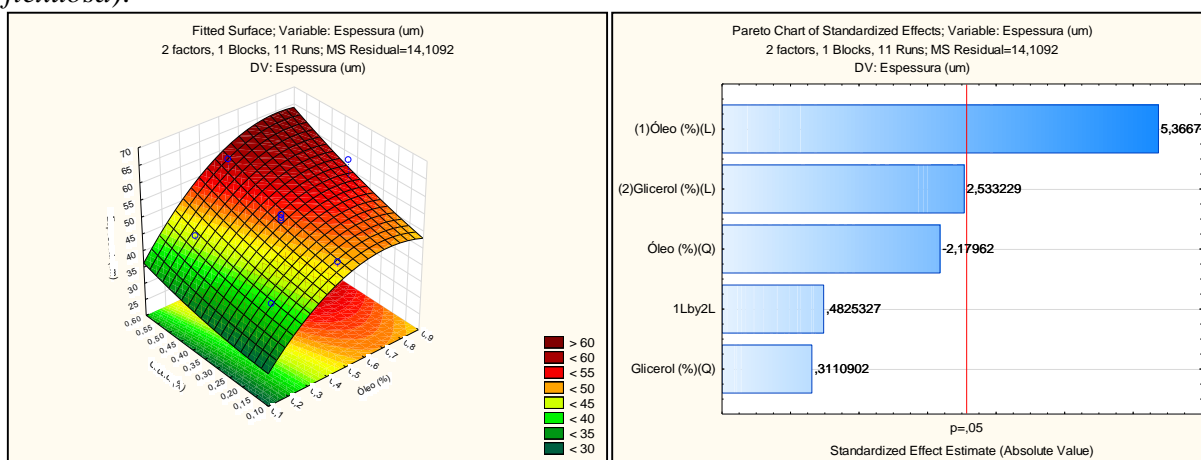
Fonte: Autoria própria (2017).

A espessura dos FC também é uma variável que influencia diretamente nas propriedades mecânicas e de barreira dos mesmos (SARANTÓPOULOS et al., 2002). Neste estudo foi possível observar diferença significativa, para esta variável, entre todas as formulações, as quais variaram de 32,63µm a 60,13µm (Tabela 6).

Vicentino, Floriano e Dragunski, 2011 (2011) obtiveram, para filmes elaborados com amido de mandioca, valores inferiores a este estudo, verificando medidas entre 10 e 27µm de espessura. Em outro estudo desenvolvido por Fakhouri et al. (2007) utilizando gelatina e amidos nativos como trigo, sorgo, batata e arroz, os resultados obtidos estão em consonância com os deste estudo, com valores entre 53 e 63µm.

No Gráfico 3 é possível observar que apenas a concentração de óleo de buriti foi determinante para os resultados encontrados, estando estes diretamente relacionados. Isto pode ser confirmado por meio da análise dos tratamentos T05 e T06, estes com a menor e a maior concentração de óleo, respectivamente, e apresentaram menor e maior valor para a espessura.

Gráfico 3 – Superfície de resposta e diagrama de Pareto para análise de espessura dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo buriti (*M. flexuosa*).



Fonte: Autoria própria (2017).

Os resultados do estudo de Ugalde (2014) corroborou com os achados neste estudo, visto ter sido verificado um aumento da espessura dos filmes de quitosana e amido de milho a medida que foram incorporados maiores quantidades de óleos essenciais, mesmo que nem sempre tenha apresentado diferença estatística. Do mesmo modo Oliveira Filho (2015) verificou maiores espessuras em filmes de galactomanana com maiores concentrações de óleo de canola. No entanto, Moradi et al. (2012), não obtiveram o mesmo resultado ao incorporar óleo de tomilho, encontrando valores de espessura estatisticamente iguais para todos os tratamentos, entre 70µm e 80µm.

A espessura é um parâmetro que influencia as propriedades mecânicas dos filmes, e ainda por meio desta também pode-se avaliar a homogeneidade e padronização do processo de obtenção. Este fato é importante pois dependendo da finalidade da aplicação, o FC pode não exercer o mesmo efeito sob condições de espessura variáveis (HENRIQUE, CEREDA e SARMENTO, 2008; SILVA, 2011; VICENTINO; FLORIANO; DRAGUNSKI, 2011; SCARTAZZINI, 2014).

Tal fato é comprovado per meio da aplicação realizada por Fonseca (2012). Este observou que revestimentos de quitosana e cera de abelha com espessura entre 17 μ m e 20 μ m não foi suficiente para se verificar a capacidade de barreira ao vapor de água, conferida pela incorporação da cera.

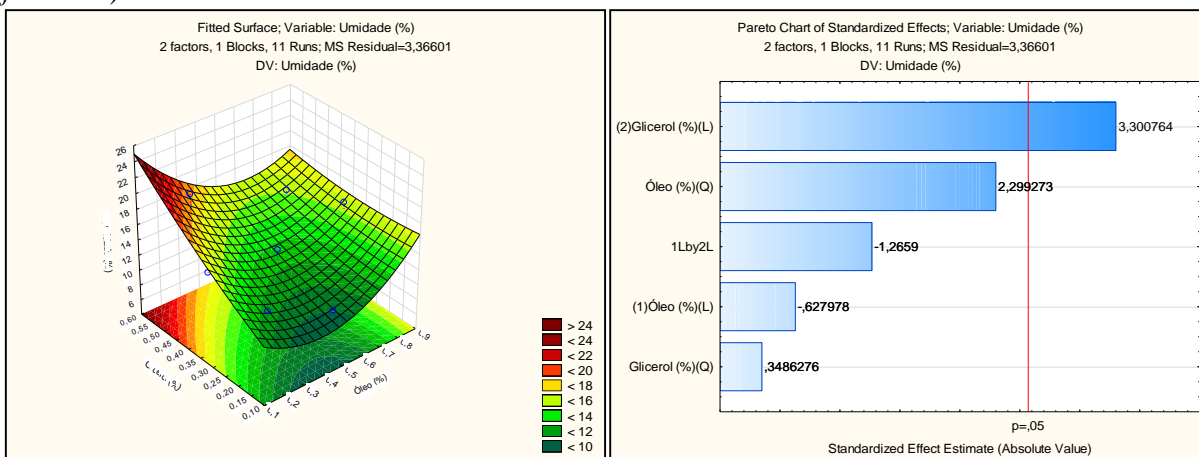
Quanto ao teor de umidade dos FC, o tratamento T02, composto por menor quantidade de óleo e maior de glicerol, se destacou por apresentar maior valor para esta variável (20,36%). Ao passo que a menor umidade foi verificada na formulação T07 (10,54%), caracterizada por conter a menor concentração de glicerol.

Composto de natureza hidrofílica, o glicerol tem a característica de alterar a rede de cadeias da galactomanana criando regiões móveis com distâncias maiores entre as cadeias e assim promovendo maior agrupamento e retenção de água. Analogamente ao glicerol, a inserção de óleos nas formulações visa uma redução da hidrofília do filme, reduzindo assim a umidade do mesmo (OLIVA; BARBOSA-CÁNOVAS, 2008). Relativo a isto, pôde-se verificar (Tabela 6) uma tendência da umidade estar diretamente relacionada com a concentração de glicerol e inversamente com a concentração de óleo de buriti. Os resultados da pesquisa realizada por Cerqueira et al. (2012) estão em concordância com os observados neste estudo, onde ao avaliar o teor de umidade em filmes de galactomanana de *Gleditsia triacanthos* apenas com glicerol foi visto um valor elevado para esta variável, ao passo que após a adição de óleo de milho houve uma redução para estes valores.

Em outro estudo, Scartazzini (2014) obteve teores de 14,68% e 13,68% de umidade entre amostras de filme contendo 0,5% e 1,0% de ácido oléico, respectivamente, demonstrando a relação entre a quantidade de lipídeos adicionado e o teor de umidade.

Apesar das observações já vistas para a umidade, ao analisar o Gráfico 4, avaliando a função quadrática do diagrama de Pareto, verifica-se que nenhuma das variáveis estudadas exerceu influência significativa sobre os resultados para umidade. Isso pode ter ocorrido devido a influência de variações na umidade atmosfera de ambiente de armazenamento.

Gráfico 4 – Superfície de resposta e diagrama de Pareto para análise de umidade dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo de buriti (*M. flexuosa*).



Fonte: Autoria própria (2017).

De modo geral, a umidade de um FC é determinante para o processo de conservação do mesmo e do alimento o qual será envolvido. Segundo Silva (2011) para o filme apresentar boas propriedades de barreira, o mesmo deve ter umidade máxima de 10%. Levando em consideração esse parâmetro, apenas a amostra T07 se aproximou ao valor estabelecido, estando os demais tratamentos acima de 10%.

Assim como a umidade, a solubilidade é um parâmetro que está diretamente ligada a higroscopicidade do FC. Para este parâmetro observou-se diferença significativa entre as médias de grande parte dos tratamentos, valores estes que variaram de 51,86% a 97,04%.

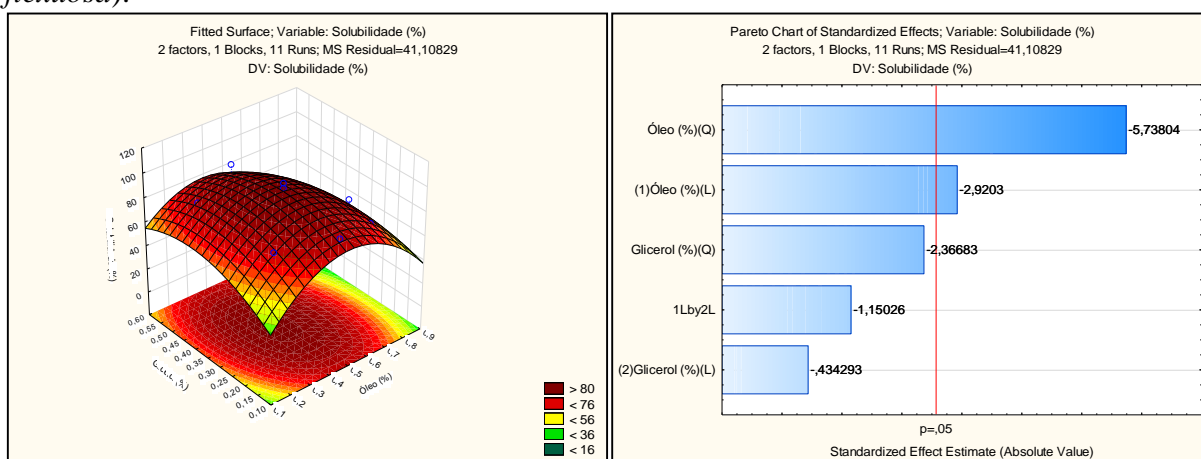
Ao verificar a solubilidade de filmes a base de amido adicionados de óleos essenciais, Mattei et al. (2013) evidenciaram solubilidade de 100% na adição de 2% de *Rosmarinus officinalis L* e 96,7% nesta mesma concentração de *Tetradenia riparia*, resultado estes próximo ao valor máximo encontrado. Os autores relacionam os resultados encontrados à baixa interação do óleo com a matriz polimérica (filme), o que facilita sua retirada e promove um possível aumento da solubilidade (FAKHOURI et al., 2007; MATTEI et al., 2013). Diferente do estudo supracitado, Silva (2011) encontrou solubilidade de apenas 18,7% em filmes de amido de pinhão, sem adição de lipídeos.

A higroscopicidade de um filme é determinada pela sua composição e pela qualidade de seus constituintes, como neste caso, a estrutura do polissacarídeo, o plastificante utilizado, a incorporação de lipídeo na matriz, assim como suas respectivas concentrações. Quanto aos polissacarídeos, normalmente estes são altamente higroscópicos e se desintegram rapidamente em água. Quando aplicado em filmes, muitas vezes requer a adição de compostos hidrofóbicos, como os lipídeos, o que tende a diminuir a solubilidade do filme (BATISTA; TANADA-

PALMU; GROSSO, 2005). No que diz respeito aos plastificantes, Muller, Yamashita e Laurindo (2008), observaram alta influencia da concentração de plastificante (sorbitol e glicerol) sobre as propriedades de barreira de filmes de amido de mandioca, constatando aumento da solubilidade devido ao aumento dos grupamentos hidroxila, presente nos plastificantes, que tornaram os filmes mais higroscópicos (DICK, 2014; OLABARRIETA, 2005; PAGLIARIO; ROSSI, 2008).

Apesar da relação entre a solubilidade e os constituintes dos filmes, relatada por diversos estudos, nesta pesquisa, apenas a concentração do óleo de buriti teve uma influencia negativa para este parâmetro (Gráfico 5). Assim, observando os tratamentos T3, T4 e T6, verifica-se maiores concentrações de óleo de buriti e consequentemente menores solubilidades (Tabela 6).

Gráfico 5 – Superfície de resposta e diagrama de Pareto para análise de solubilidade dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo buriti (*M. flexuosa*).



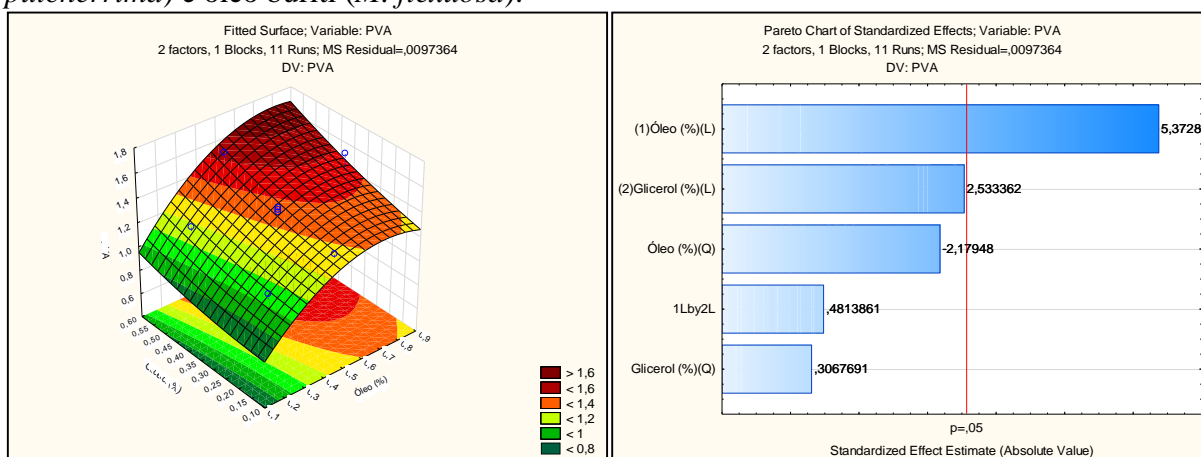
Fonte: Autoria própria (2017).

A solubilidade de filmes concede informações sobre sua integridade em sistemas aquosos e indica qual a sua resistência à água. Desta forma, quando o objetivo for a conservação de alimentos com grande quantidade de água são necessários filmes de baixa solubilidade ou, no geral, uma solubilidade moderada (OZDEMIR e FLOROS, 2008; PINHEIRO et al., 2010). Uma solubilidade mais elevada pode ser benéfica quando considerada a aplicação da película filmogênica em frutas e hortaliças, para posterior remoção da mesma, ou nos produtos semiprontos destinados ao preparo sob cozimento (FAKHOURI et al., 2007). Diante deste aspecto, podemos afirmar que as formulações T3, T4 e T6, de solubilidade moderada, poderiam ser aplicadas a um espectro maior de alimentos.

A permeabilidade ao vapor de água (PVA) foi outro parâmetro analisado, sendo esta considerada uma das análises mais relevantes no desenvolvimento de embalagens que visam um aumento da vida-de-prateleira dos alimentos por ela envolvido (PINHEIRO *et al.*, 2010).

Avaliando a Tabela 6, observa-se diferença significativa entre alguns tratamentos, com resultados variando de 0,86 g.mm/m².dia.kPa a 1,58 g.mm/m².dia.kPa. Dentre as formulações, T05 e T06 se destacaram, estas evidenciando menor e maior valor, respectivamente. Este resultado se deve principalmente à concentração de óleo de buriti, onde, de forma diretamente proporcional, foi a única variável que exerceu efeito significativo na PVA (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Superfície de resposta e diagrama de Pareto para análise de permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos filmes comestíveis a base de galactomanana de flamboianzinho (*C. pulcherrima*) e óleo buriti (*M. flexuosa*).



Fonte: Autoria própria (2017).

Resultados semelhantes foram observados no estudo de Oliveira-Filho (2015), ao comparar filmes de galactomanana sem e com a adição de óleo de canola, verificando aumento da PVA de 1,056 g.mm/m².h.KPa para 1,585 g.mm/m².h.KPa ao adicionar 0,25% do lipídeo. E ao acrescentar 0,5% e 0,75% do mesmo óleo, foram obtidos 1,954 g.mm/m².h.KPa e 1,892 g.mm/m².h.KPa de PVA, respectivamente. Segundo Cerqueira et al. (2009b), filmes de galactomanana são altamente hidrofílicos devido a alta polaridade do polissacarídeo, favorecendo a permeação da molécula de água. Unido a isso, Oliveira-Filho (2015) justifica o resultado devido a presença de grupos carboxílicos altamente polares presentes nos óleos vegetais, o qual podem interagir com moléculas de água e, conseqüentemente, facilitar a transferência de umidade através do filme. Estes fatores podem ter contribuído para uma maior permeabilidade nos filmes com alta concentração de óleo de buriti, encontrado neste estudo.

Almeida (2010) analisou filmes elaborados com zeína e óleos vegetais, dentre eles o óleo de buriti, obtendo valor de PVA semelhante ao demonstrado pela amostra T5. No estudo, um valor de 0,82 g.mm/m².h.KPa na PVA do filme contendo óleo de buriti, foi superior as

demais formulações contendo as mesmas concentrações de ácido oléico, óleo de macadâmia ou azeite de oliva. O autor atribui este resultado a heterogeneidade na dispersão dos componentes na matriz, favorecendo a migração da umidade por canais preferências, fazendo estes biofilmes mais permeáveis ao vapor d'água.

Resultado inverso foi obtido por Pereda et al. (2012), onde observaram redução da permeabilidade de 1,35 para 1,03 para as concentrações 0 e 15%, respectivamente, de azeite de oliva em filmes preparados com quitosana. O autor atribui este resultado a natureza cationica da quitosana, que parece controlar a permeabilidade ao vapor de água e ao fato de que nem sempre a adição de uma solução hidrofóbica ao material da película garante uma permeabilidade reduzida.

Já Rojas-Grau et al. (2007), não verificaram diferença significativa entre amostras de filmes preparados de purê de maçã, glicerol e alginato, ao incorporar diferentes óleos essenciais nas formulações, obtendo valores entre 4,37 a 5,25 gmm/kP h m². Apesar da PVA das amostras dos filmes com óleo de buriti terem variado de acordo com a presença do lipídeo, os valores se encontram próximos ou abaixo do encontrado por outros autores.

Além das propriedades físico-químicas, características da superfície dos FC, também exercem influencia direta pela existência de poros, vazios, fissuras, rugosidades canalizações, além de variações quanto a espessura (PEREDA et al., 2012; CHANG et al., 2008; SOBRAL, 2000). Analisando a Tabela 6 é possível observar uma relação direta entre a espessura e a PVA, onde por meio dos tratamentos T05 e T06, podemos verificar menores e maiores valores para ambas variáveis, respectivamente.

Além dos fatores intrínsecos aos FC, aspectos externos também assumem papel importante na permeabilidade da embalagem. Temperatura, umidade relativa e diferença de pressão parcial podem influenciar diretamente na transferência da água entre o alimento e a atmosfera circundante. Como a principal função da embalagem é controlar esta troca, valores de PVA devem ser os mais baixos possíveis (HOSSEINI et al., 2013; SCARTAZZINI, 2014). Ressaltando que filmes os quais possuam baixos valores de PVA não devem ser utilizados para uso em pós-colheita ou para embalar algumas variedades de alimentos, devido, principalmente a problemas com fermentação (PINHEIRO et al., 2010).

6. CONCLUSÕES

- Os resultados das análises do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa L.*) refinado demonstram que o mesmo apresentou características físico-químicas de acordo com a legislação vigente, desta forma estando apto a ser utilizado como matéria-prima para formulação do FC.
- A galactomanana utilizada neste estudo, extraída de sementes de flamboianzinho (*C. pulcherrima*), mostrou-se com pureza satisfatória, apresentando baixa concentração de impurezas (proteínas, lipídeos e cinzas), assim como uma baixa umidade, contribuindo dessa forma para um bom desempenho no processo de obtenção dos filmes comestíveis.
- A análise da concentração máxima do óleo de buriti a ser utilizado no delineamento experimental evidenciou uma baixa capacidade de incorporação do óleo na matriz filmogênica, demonstrando que a menor concentração testada apresentou melhor resultado.
- As soluções filmogênicas não evidenciou efeito bactericida, apesar dessa ação já ser comprovada em inúmeros estudos com o óleo de buriti.
- Os filmes com maior concentração de óleo de buriti obtiveram melhores características quanto a gramatura, espessura e solubilidade. Relativo a permeabilidade ao vapor de água observou-se valores de moderados a baixos, caracterizando-os como filmes de grande espectro de aplicação em alimentos.
- A baixa concentração de óleo de buriti incorporado aos filmes pode ter prejudicado a evidência de possíveis funcionalidades, desta forma, estratégias as quais possam otimizar o produto seria a utilização de surfactantes, aumentando assim a incorporação do óleo e ou a introdução de óleo essencial, que não exerça influência sensorial, o qual potencialize a atividade antimicrobiana.

REFERÊNCIAS

AOAC. OFFICIAL METHOD: 965.33. **Peroxide value of Oils and Fats (Titration Method)**. 18 ed. AOAC Official Methods of Analysis, 2005.

AOCS. American Oil Chemists Society. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. (Method Cd 12b-92: Oxidative Stability Index) Champaign, IL, 1992.

AIDER, M. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, 837–842, 2010.

ALBUQUERQUE, M. L. S.; GUEDES, I.; ALCANTARA, P.; MOREIRA, S. G. C.; NETO, N. M. B.; CORREA, D. S. **Characterization of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) Oil by Absorption and Emission Spectroscopies**. Journal Braz. Chem. Soc., v. 16, p. 1113-1117, 2005.

ALBUQUERQUE, S. R. S; REGIANI, A. M. Estudo do fruto do buriti (*Mauritia flexuosa*) para obtenção de óleo e síntese de biodiesel. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, **Anais: Águas de Lindóia**. Sociedade Brasileira de Química (SBQ), v. 29, 2006.

ALMEIDA, C. B. **Características estruturais e funcionais de biofilmes produzidos com zeína e óleos vegetais comestíveis**. 2010. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2010.

ALMEIDA, D. M.; WOICIECHOWSKI, A. L.; WOSIACKI, G.; PRESTES, R. A.; PINHEIRO, L.A. Propriedades Físicas, Químicas e de Barreira em Filme Formados por Blenda de Celulose Bacteriana e Fécula de Batata. **Polímeros Ciência e Tecnologia**, v.23, n.4, p.538-546, 2013.

ALMEIDA, P.M.M.C.; MAGALHÃES, V.H.S. **Polímeros**. Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2004.

AMASS, W.; AMASS, A.; TIGHE, B. A. Review of Biodegradable Polymers: Uses, Current Developments in the Synthesis and Characterization of Biodegradable Polyesters, Blends of Biodegradable Polymers and Recent Advances in Biodegradation Studies. **Polymer International**, v.47, 1998.

AQUILA, M.E.A; BRAGA, M.R.; DIETRICH, S.M.C. The similarity of galactomannan in seeds and endocarp of pods during development in *Senna macranthera* var. *nervosa*. **South Africa Journal of Botany**, v. 83, p. 56-62, 2012.

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

ASTM. Standard test methods for water vapor transmission of materials. E96-80. In: **Annual book of American standard testing methods**. Philadelphia: ASTM, 2002.

ATAMARI. **Caesalpinia pulcherrima**, 2007. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caesalpinia_pulcherrima_0005.jpg. Acesso em: 27 de setembro de 2015.

AUNG, M. M.; CHANG, Y. S. Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain. **Food Control**, v. 40, 198 – 207, 2014.

AZERO, E.G.; ANDRADE, C.T. Extração e Caracterização da Galactomanana de Sementes de *Caesalpinia pulcherrima*. **Polimeros: Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, 1999.

BARBOSA, R. I.; LIMA, A. D.; JR, M. M. **Biometria de frutos do buriti (*Mauritia flexuosa* L.f. - *Arecaceae*): estimativas de produtividade de polpa e óleo vegetal em uma área de savana em Roraima**. In: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Coordenação de Pesquisas em Ecologia – CPEC. Ministério da Ciência e Tecnologia. 2009, Amazônia. Relatório de Pesquisa. Amazônia: INPA, 2009. 23p.

BATISTA, J. A.; TANADA-PALMU, P. S.; GROSSO, C. R. F. Efeito da adição de ácidos graxos em filmes à base de pectina. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 25, n. 4, 781-788, 2005.

BENTO, J.F.; MAZZARO, I.; DE ALMEIDA SILVA, L. M.; DE AZEVEDO MOREIRA, R.; FERREIRA, M. L.; REICHER, F.; DE OLIVEIRA PETKOWICZ, C. L. Diverse patterns of cell wall mannan/galactomannan occurrence in seeds of the Leguminosae. **Carbohydrate Polymer**, v. 92, n. 1, 2013.

BEZERRA, G.S.A. **Materiais plásticos biodegradáveis a partir de blendas de hemicelulose vegetal e álcool polivinílico (PVA)**. 2012. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia, Fortaleza, 2012.

BISCHOFF, T. Z.; PINTRO, T. C.; PALOSCHI, C. L.; COELHO, S. R. M. C.; GRZEGOZEWSKI, D. M. Conservação pós-colheita da amora-preta refrigerada utilizando biofilme e embalagem plástica. **Energ. Agric.**, v. 28, n.2, 109-114, 2013.

BONA, J.C. **Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido com polietileno**. 2007. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2007.

BONDAR, G. **Palmeiras do Brasil**. 1.ed. São Paulo: Instituto de Botânica, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. 1964. 159p.

BORGIO, L. A.; ARAÚJO, W. M. C. Mecanismos dos processos de oxidação lipídica. **Higiene Alimentar**, v. 19, n.130, p. 50-58, 2005.

BOTREL, D. A.; SOARES, N. F. F.; CAMILLOTO, G. P.; FERNANDES, R. V. B. Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pera Williams minimamente processada. **Revista Ciência Rural**, v. 8, 2010.

BOWMAN, A. P., NG, J., HARRISON, M., LOPEZ, T. S., & ILLIC, A. **Sensor based condition monitoring**. 2009. Disponível em:<www.bridge-project.eu>. Acesso em dezembro de 2016.

BRAGA, R.C. **Goma Endospérmica de *Caesalpinia pulcherrima*. Linn – Utilização Como Matriz de Afinidade no Isolamento de Lectinas Galactose-Ligantes**. 2001, 88p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Biologia Molecular). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2001.

BRAGA, L. R.; PERES, L. Novas tendências em embalagens para alimentos: revisão. **B.CEPPA**, v. 28, n. 1, p. 69-84, jan./jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1997.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2001a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Alimentos Regionais Brasileiros. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2002.

BRASIL. Resolução RDC/ANVISA/MS nº 270, de 22 setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 49, de 22 de dezembro de 2006. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Óleos Vegetais Refinados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2006.

BUCKERIDGE, M.S. Seed cell wall storage polysaccharides: models to understand cell wall biosynthesis e degradation. **Plant Physiology**, v.154, 2010.

BURITI, F.C.A.; SANTOS, K.M.O.; SOMBRA, V.G.; MACIEL, J.S.; SÁ, D.M.A.T.; SALLES, H.O.; OLIVEIRA, G.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.P.A.; MOREIRA, A.C.O.M.; MOREIRA, R.A.; EGITO, A.S. Characterisation of partially hydrolysed galactomannan from *Caesalpinia pulcherrima* seeds as a potential dietary fibre. **Food Hydrocolloids**, v. 35, p.512-521, 2014.

CANEVAROLO JR., S.V. **Técnicas de Caracterização de Polímeros**. Artliber: São Paulo, 2004.

CAO, N.; FU, Y.; HE, J. Preparation and physical properties of soy protein isolate and gelatin composite films. **Food Hydrocolloids**, v. 21, p. 1153-1162, 2007.

CARDOSO, G. P. **Revestimentos comestíveis à base de gelatina, glicerina, quitosana e óleos essenciais para conservação de carne bovina refrigerada**. 2011, 221p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

CARNEIRO, T.B.; CARNEIRO, J.G.L. Frutos e polpa desidratada buriti (*Mauritia flexuosa* L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos. **Revista Verde**, v.6, n.2, 2011.

CARVALHO, C.O. **Comparação entre métodos de extração do óleo de *Mauritia flexuosa* L.f. (arecaceae - buriti) para o uso sustentável na reserva de desenvolvimento tupé: rendimento e atividade antimicrobiana**. 2011. Dissertação (Mestrado em biotecnologia e recursos naturais) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2011.

CARVALHO, J.E.U.; MÜLLER, C.H. Biometria e Rendimento Percentual de Polpa de Frutas Nativas da Amazônia. **Embrapa Amazônia Oriental**, Belém-PA, 2005. 3p.

CARVALHO, L.F.M. **Fibras de Palha de Carnaúba: Caracterização Térmica e Aplicações em Compósitos**. 2004. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2004.

CERQUEIRA, M. A.; SOUZA, B.W.S.; TEIXEIRA, J.A.; VICENTE, A.A. Utilization of Galactomannan from *Gleditsia triacanthos* in Polysaccharide-Based Films: Effects of Interactions Between Film Constituents on Film Properties. **Food Bioprocess Technol.** v. 6, 2013.

CERQUEIRA, M.; PINHEIRO, A.; SOUZA, B.; LIMA, A.; RIBEIRO, C.; MIRANDA, C.; TEIXEIRA, J.; MOREIRA, R.; COIMBRA, M.; GONCALVES, M.; VICENTE, A. A. Extraction, purification and characterization of galactomannans from non-traditional sources. **Carbohydrate Polymers**, v. 75, p. 408-414, 2009a.

CERQUEIRA, M.A.; SOUZA, B.W.S.; TEIXEIRA, J.A.; VICENTE, A.a. Effect of glycerol and corn oil on physicochemical properties of polysaccharide films – A comparative study. **Food Hydrocolloids**, v.27, p.175-184, 2012.

CERQUEIRA, M.A.SOUZA, B.W.S.; TEIXEIRA, J.A.; MOREIRA, R.A.; VICENTE, A.A. Functional Polysaccharides as Edible Coatings for Cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, 2009b.

CHENG, L. H.; ABD KARIM, A.; SEOW, C. C. Characterization of composite films made of konjac glucomannan (KGM), carboxymethyl cellulose (CMC) and lipid. **Food Chemistry**, v. 107, 411–418, 2008.

CHRISTIE, W.W. **Lipid Analysis - Isolation, Separation, Identification and Structural Analysis of Lipids**. 3rd edition. The Oily Press, 2003.

CORRADINI, E.; MORAIS, L.C.; ROSA, M.F.; MAZZETTO, S.E.; MATTOSO, L.H.; AGNELLI, J.A.M.A. Preliminary Study for the Use of Natural Fibers as Reinforcement in Starch-Gluten-Glycerol Matrix. **Macromol. Symp.** 2006.

CORTEZ-VEGA, W. R.; PIOTROWICZ, I. B. B.; PRENTICE, C.; BORGES, C. D. Conservação de mamão minimamente processado com uso de revestimento comestível à base de goma xantana. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1753-1764, 2013.

CUNHA, P.L.; DE PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.A.P. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. **Quim. Nova**, v. 32, n. 3, 649-660, 2009.

DAINELLI, D. et al. Active and inteligente food packaging: legal aspects and safety concerns. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, 103-112, 2008.

DICK, M. **Desenvolvimento de filmes biodegradáveis a partir da semente e da mucilagem de chia (*Salvia hispanica*)**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

DURÃES, J.A.; DRUMMOND, A.L.; PIMENTEL, T.A.P.F.; MURTA, M.M.; BICALHO, F.S.; MOREIRA, S.G.C.; SALES, M.J.A. Absorption and photoluminescence of Buriti oil/polystyrene and Buriti oil/poly (methyl methacrylate) blends. **European Polymer Journal**, v. 42, 2006.

DURANTINI, M.; CONSONNI, A.; MAGNI, C.; SESSA, F.; SCARAFONI, A. The major proteins of lupin seed: Characterisation and molecular properties for use as functional and nutraceutical ingredients. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, n. 12, 2008.

ELSABEE, M. Z.; ABDU, E. S. Chitosan based edible films and coatings: a review. **Materials Science and Engineering**, v. 33, 1819–1841, 2013.

EMBRAPA. **Buriti (*Mauritia flexuosa* L.)**. Porto Velho: EMBRAPA Roraima, 2005.

FAKHOURI, F. M.; FONTES, L. C. B.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 27, n. 2, 369-375, 2007.

FAO/WHO. **Codex general standard for food additives**. 2005. Disponível em: <<http://www.codexalimentarius.net/download/standards/4/CXS192e.pdf>>. Acesso em 29 de dezembro de 2016.

FARAHANI, P.; GRUNOW, M.; GUNTHER, H. O. Integrated production and distribution planning for perishable food products. **Flex Serv Manuf J.**, v. 24, 28–51, 2012.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2ª ed., 2006.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FONSECA, J. P. C. G. Q. **Revestimentos comestíveis à base de quitosano e cera de abelha: aplicação na conservação da uva de mesa**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

FONTES, L. C. B.; SARMENTO, S. B. S.; SPOTO, M. H. F.; DIAS, C. T. S. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 28, n. 4, 872-872 880, 2008.

GALLARDO, K.; THOMPSON, R.; BURSTIN, J. Reserve accumulation in legume seeds. **Comptes rendus biologiques**, v. 331, n. 10, p. 755-762, 2008.

GALVÃO, L. P. F. de C; **Avaliação Termoanalítica da Eficiência de Antioxidantes na Estabilidade Oxidativa do Biodiesel de Mamona**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

GILMAN, E.F.; WATSON, D.G. **Caesalpinia pulcherrima Dwarf Poinciana**. USDA Forest Service Fact Sheet ST-107, 2003. 3 p. Disponível em: <http://www.edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/ST/ST10700.pdf> . Acesso em: 18 julho de 2015.

GONTARD, N. **Films et enrobages comestibles: étude et amélioration des propriétés filmogènes du gluten**. 1991. 174 f. Thèse (Docteur en Biochimie, Biologie Cellulaire et Moléculaire – Science des Aliments) – Université Montpellier Montpellier, 1991.

GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Edible wheat gluten films: influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. **Journal of Food Science**, v. 57, n. 1, p. 190-195, 1992.

GONTARD, N.; DUCHEZ, C.; CUQ, J.L.; GUILBERT, S. Edible composite films of wheat gluten and lipids: water vapor permeability and other physical properties. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 29, n. 1, p. 39-50, 1994.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 231-240. 2008.

HOSSEINI, S. F.; REZAEI, M.; ZANDI, M.; GHAVI, F. F. Preparation and functional properties of fish gelatin–chitosan blend edible films. **Food Chemistry**, v.136, 1490–1495, 2013.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 6. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.1020p.

ISLAM, A.K.M.N.; ALI, M.A.; SAYEED, A.; SALAM, S.M.A.; ISLAM, A.; RAHMAN, M.; KHAN, G.R.M.A.M.; KHATUN, S. An Antimicrobial Terpenoid from *Caesalpinia pulcherrima* Swartz.: Its Characterization, Antimicrobial and Cytotoxic Activities. **Asian journal of Plant Sciences**, v.2, 2003.

JAIN, S, SHARMA, M.P. Renewable and Sustainable Energy Reviews. **Rev. Elsevier**, v. 14, 667-678, 2010.

JORGE, N; LUZIA, D.M.M. Caracterização do óleo das sementes de *Pachira aquatica* Aublet para aproveitamento alimentar. **Acta Amazônica**, v. 42, n.1, p. 149 – 156. 2012.

JUNIOR LOPES, C.A. **Características físicas e químicas do fruto do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e de seus derivados obtidos de diferentes municípios do Estado do Piauí-Brasil.** 2010, 63p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI , 2010.

JUNIOR, P. C. S. P. **Revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de morangos cultivar camarosa produzidos em sistema orgânico e convencional.** 2014. 56p. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2014.

KAPOOR, V. P. Galactomannan from the seeds of *Delonix regia*. **Phytochemistry**, v. 11, p. 1129- 1132, 1972.

KOOCHEKI, A.; KADKHODAEI, R.; MORTAZAVI, S.A.; SHAHIDI, F.; TAHERIAN, A.R. Influence of *Alyssum homolocarpum* seed gum on the stability and flow properties of O/W emulsion prepared by high intensity ultrasound. **Food Hydrocolloids**, v.23, 2009.

LEAL, A.F. **Condições do extrativismo e aproveitamento das frutas nativas da microrregião de Teresina – Piauí.** 2005. 93p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2005.

LEÃO, M.M.; CARVALHO, M.F.C.C. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos: uma contribuição do setor saúde para a promoção da segurança alimentar e nutricional no Brasil. In: Salay, E. (Org.). **Composição de Alimentos: uma abordagem multidisciplinar.** Campinas -SP: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação - NEPA, 2005.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras.** Nova Odesa: Plantarum, 2008. 1088 p.

LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 8-15, 2012.

MANHÃES, L.R.T. **Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*, Mart.): um potente alimento funcional.** 2007. 78p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

MARELLI, B.; BRECKLE, M. A.; KAPLAN, D. L.; OMENETTO, F. G. Silk Fibroin as Edible Coating for Perishable Food Preservation. **Scientific Reports**, v. 6, 2016.

MARIATH, J.G.R.; LIMA, M.C.C.; SANTOS, L.M.P. Vitamin A activity of Buriti (*Mauritia vinifera* Mart) and its effectiveness in the treatment and prevention of Xerophthalmia. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.49, n.5, 1989.

MARINHO, H.A.; RONCADA, M.J. Ingestão e hábitos alimentares de pré-escolares de três capitais da amazônia ocidental brasileira: um enfoque especial à ingestão de vitamina A. **ACTA Amazonica**, n.33, v.2, 2003.

MARTIN, F.W. **Perennial Edible Fruits of the Tropics.** Kansas City: United Department of Agriculture, 1990.

MATTEI, D.; GUIMARÃES, L. F.; FERREIRA, F. B. P.; SANTOS, S. R. S. R. dos; MARTIN, A. A.; GAZIM, Z. C.; DRAGUNSKI, D. C. Análises das propriedades físicas e antimicrobianas de filmes a base de amido contendo óleo essencial de *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd e *Rosmarinus officinalis* L. - LAMIACEAE. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, v. 16, n. 2, p. 129-136, jul./dez. 2013.

MELO, M.A.M.F. **Avaliação das Propriedades de Óleos Vegetais visando a Produção de Biodiesel**. João Pessoa: UFPB, 2010. 118p. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Química, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento De Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

MIRANDA, I.P.D.A; RABELO, A. **Guia de Identificação de palmeiras de Porto de Trombetas – PA**. Editora INPA. 2008.

MIRHOSSEINI, H.; TAN, C.P. Effect of various hydrocolloids on physicochemical characteristics of orange beverage emulsion. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v. 8, 2010.

MONTES, S. S.; NETA, L. G. S.; CRUZ, R. S. Óleos essenciais em embalagens para alimentos – revisão de literatura de 2000 a 2012. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v.5, n. 1/2, 2013.

MORADI, M.; TAJIK, H.; ROHANI, S.M.R.; OROMIEHIE, A.R.; MALEKINEJAD, H.; ALIAKBARLU, J.; HADIAN, M. Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with *Zataria multiflora* Boiss essential oil and grape seed extract. **LWT - Food Science and Technology**, v. 46, 477-484, 2012.

MORAIS, M.M.; PINTO, L.A.A.; ORTIZ, S.C.A.; CREXI, V.T.; SILVA, R.L.; SILVA, J. D. Rev. **Inst. Adolfo Lutz**, v.60, n.23, 2001.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais**. 2 Ed. Varela: Rio de Janeiro, 1989.

MULLER, C. M. O.; YAMASHITA, F.; LAURINDO, J. B. Evaluation of the effects of glycerol and sorbitol concentration and water activity on the water barrier properties of cassava starch films through a solubility approach. **Carbohydrate Polymers**, v. 72, 82–87, 2008.

NETO, J.C.A.; CAMARA, C.A.; FERREIRA, V.M.; LESSA, B.F.T.; OLIVEIRA, Y.M. Caracterização morfológica, germinação e conservação de sementes de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) SW. (*Fabaceae: Caesalpinioidea*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, suplemento, 2014.

NEUKOM, H. Galactomannans: Properties and Applications. **LWT - Food Sci. Technol.**, v.22, 1989.

NOGUEIRA, L.A.H.; LORA, E.E.S.; TROSSERO, M.A.; FRISK, T. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, 2000. 144 p.

NOVAES, S. F.; CONTE-JUNIOR, C. A.; FRANCO, R. M.; MANO, S. B. Influência das novas tecnologias de conservação sobre os alimentos de origem animal. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 10, n. 19, 2012.

OIKAWA, A.; LUND, C.H; SAKURAGI, Y; SCHELLER, H.V. Golgi-localizes enzyme complexes for plant cell wall biosynthesis. **Trends in Plant Science**, v.18, n.1, 2013.

OLABARRIETA, I. **Strategies to improve the aging, barrier and mechanical properties of chitosan, whey and wheat gluten protein films**. 2005. 74p. Tese (Doutorado) - Kungliga Tekniska Högskolan, Estocolmo, 2005.

OLIVAS, G. I., & BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Alginate-calcium films: water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizer and relative humidity. **LWT - Food Science and Technology**, v.41, p.359-366, 2008.

OLIVEIRA, T. A.; LEITE, R. H. L.; AROUCHA, E. M. M.; FERREIRA, R. M. A. 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, VERENA B.; YAMADA, LETÍCIA T.; FAGG, CHRISTOPHER W.; BRANDÃO, MARIA G. L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 170-179, 2012.

OLIVEIRA-FILHO, R. D. **Incorporação do óleo essencial de manjeriço em filmes biodegradáveis à base de galactomanana e óleo de canola**. Fortaleza, UFC, 2015. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Bioquímica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. OLIVEIRA, 2007

OLIVEIRA, H.P.M.; COSSIELLO, R.F.; ATVARIS, T.D.Z. Dispositivos poliméricos eletroluminescentes. **Quim. Nova**, v.29, n.2, 2006.

OZDEMIR, M.; FLOROS, J.D. Optimization of edible whey protein films containing preservatives for mechanical and optical properties. **J. Food Eng.**, v. 84, 116-123, 2008.

PAGLIARIO, M.; ROSSI, M. The future of glycerol: new usages for a versatile raw material. Cambridge: **RSC Publishing**, 2008.

PANEGASSI, V.R.; SERRA, G.E.; BUCKERIDGE, M. S. Potencial tecnológico do galactomanano de sementes de faveiro (*Dimorphandra mollis*) para uso na indústria de alimentos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 20, n. 3, 2000.

PAOLI, M.A. **Degradação e estabilização de polímeros**. 2ª Ed (on line). Chemkeys, 2008. 221 p.

PELLICANO, M.; PACHEKOSKI, W.; AGNELLI, J.A.M. Influência da Adição de Amido de Mandioca na Biodegradação da Blenda Polimérica PHBV/Ecoflex®. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.19, n.3, 2009.

- PEREDA, M.; AMICA, G.; MARCOVICH, N. E. Development and characterization of edible chitosan/olive oil emulsion films. **Carbohydrate Polymers**, v. 87, 1318–1325, 2012.
- PEREIRA, W. R.; FERREIRA, L. C. Aspectos microbiológicos e físico-químicos da conservação de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) com aplicação de revestimento comestível. **Cad. Ciênc. Agrá.**, v. 8, n. 2, p. 09-13, 2016.
- PETKOWICZ, C.L.O.; REICHER, F.; MAZEAU, K. Conformational analysis of galactomannans: from oligomeric segments to polymeric chains. **Carbohydrate Polymers**, v.37, 1998.
- PINHEIRO, A. C.; CERQUEIRA, M. A.; SOUZA, B. W. S.; MARTINS, J. T.; TEIXEIRA, J. A.; VICENTE, A. A. **Utilização de revestimentos/filmes edíveis para aplicações alimentares.** Boletim de Biotecnologia, 2010. Disponível em:<<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/16725>>. Acesso em 30 de dezembro de 2016.
- PINHEIRO, A.C.; BOURBON, A.I.; ROCHA, C.; RIBEIRO, C.; MAIA, J.M.; GONÇALVES, M.P., TEIXEIRA, J.A.; VICENTE, A.A. Rheological characterization of κcarrageenan/galactomannan and xanthan/galactomannan gels: Comparison of galactomannans from nontraditional sources with conventional galactomannans. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, n. 2, 2011.
- PITT, F.D.; BOING, D.; BARROS, A.A.C. Desenvolvimento histórico, científico e tecnológico de polímeros sintéticos e de fontes renováveis. **Revista da Unifebe**, v.1, n.9, 2011.
- RAMALHO, H.F.; SUAREZ, P.A.Z. A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n.1, p. 2-15. 2013
- REID, J.S.G.; EDWARDS, M.E. Galactomannans and Other Cell Wall Storage Polysaccharides in Seeds. **In: Food Polysaccharides and Their Application**, Stephen, A.M.; Ed; New York: Marcel Dekker Inc, p. 155–186, 1995.
- RIBEIRO, B.D. **Aplicação de tecnologia enzimática na obtenção de β-caroteno a partir de óleo de buriti (*Mauritia vinifera*).** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de processos químicos e bioquímicos). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- RIVERO, S.; GARCIA, M. A.; PINNOTI, A. Correlations between structural, barrier, thermal and mechanical properties of plasticized gelatin films. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.11, n.2, p.369-375. 2010.
- ROACH, J.S.; MCLEAN, S.; REYNOLDS, W.F.; TINTO, W.F. Cassane Diterpenoids of *Caesalpinia pulcherrima*. **Journal Native Produce**, v.66, 2003.
- RODRIGUE, J. P.; NOTTEBOOM, T. **The cold chain and its logistic.** In: RODRIGUE, J-P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. The geography of transport systems. 2 ed. Nova York: Routledge, 2009. 297 p.

RODRIGUES, R. M. S. **Produção e aplicação de embalagens ativas biodegradáveis na conservação de presunto fatiado**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

ROJAS-GRAU, M. A. et al. Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate–apple puree edible films. **Journal of Food Engineering**, v. 81, 634–641, 2007.

ROSSO, V.V.; MERCADANTE, A.Z. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, 2007.

SANTANA, A.A.; KIECKBUSCH, T.G. Influência de plastificantes polióis na confecção e no comportamento de filmes de alginatos de cálcio. In: **Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros**, Foz do Iguaçu-PR, 2009.

SANTOS, A. F.; SILVA, F. V. G.; LOPES, M. F.; VIEIRA, M. M. S.; BEZERRA, J. M. Uso de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita de tomates e pimentões. **Revista Verde**, v.6, n.5, p. 146 – 153, 2011.

SANTOS, F.A.; QUEIRÓZ, J.H.; COLODETTE, J.L.; FERNANDES, S.A.; GUIMARÃES, V.M.; REZENDE, S.T. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Quim. Nova**, v.35, n.5, 2012.

SANTOS, L.M.P. Nutritional and ecological aspects of buriti or aguaje (*Mauritia flexuosa* Linnaeus filius): A carotene-rich palm fruit from Latin America. **Ecology of Food and Nutrition**, n.5, v.44, 2005.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. et al. Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades. **Campinas: CETEA/ITAL**, v. 1, p. 267, 2002.

SCARTAZZINI, L. **Elaboração de cobertura comestível a partir de resíduo à base de gelatina e avaliação da sua aplicação em *Physalis* (*Physalis peruviana* L.)**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SCHERBUKHIN, V.D.; ANULOV, O.V. Legume seed galactomannans (Review). **Applied Biochem. Microb.**, v. 35, n. 3, 1999.

SEBIO, L. **Desenvolvimento de plástico biodegradável a base de amido de milho e gelatina pelo processo de extrusão: avaliação das propriedades mecânicas, térmicas e de barreira**. 2003. 158 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SILVA, H. H. M. F; et al. Irradiação de alimentos: aspectos tecnológicos e nutricionais. **Revista de Trabalhos Acadêmicos Universo Recife**, v. 1, n. 1, 2014.

SILVA, C.R. Bioativos Tropicais com Eficácia Comprovada. Chemyunion. **Cosmetics & Toiletries**, v.14, n 1, 2002.

SILVA, E. M. **Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido de pinhão**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SILVA, A. L. **Revestimentos comestíveis em mangas: propriedades e efeitos sobre a qualidade e conservação pós-colheita da fruta**. 2015. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SILVA-WEISS, A.; IHL, M.; SOBRAL, P. J. A.; GOMEZ-GUILLEN, M. C.; BIFANI, V. Natural Additives in Bioactive Edible Films and Coatings: Functionality and Applications in Foods. **Food Eng Ver.**, v. 5, 200–216, 2013.

SILVEIRA, M.F.A.; SOARES, N.F.F.; GERALDINE, R.M; ANDRADE, N.J.; BOTREL, D.A.; GONÇALVES, M.P.J.. Active film incorporated with sorbic acid on pastry dough conservation. **Food Control**, v.18, p.1063-1067, 2007.

SILVEIRA, L.M.S; OLEA, R.S.G.; MESQUITA, J.S.; CRUZ, A.L.N.; MENDES, J.C. Metodologias de atividade antimicrobiana aplicadas a extratos de plantas: comparação entre duas técnicas de ágar difusão. **Rev. Bras. Farm.**, v.90, n.2, p.124-128, 2009.

SIRACUSA, V.; ROCCULI, P.; ROMANI, S.; ROSA, M.D. Biodegradable polymers for food packaging: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v.19, 2008.

SITTIKIYOTHIN, W.; TORRES, D.; GONÇALVES, M.P. Modelling the rheological behaviour of galactomannan aqueous solutions. **Carbohydrate Polymers**, v.59, n.3, p.339-350, 2005.

SOARES, N. F. F.; SILVA, W. A.; PIRES, A. C. S.; CAMILLOTO, G. P.; SILVA, P. S. Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, 370-378, 2009.

SOARES, C.E.A. **Caracterização estrutural e potencial da galactomanana de *Adenantha pavonina L.* como matéria-prima para produção de filmes comestíveis**. 2009. Tese (Doutorado em Biologia e Bioquímica Molecular). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2009.

SOBRAL, PAULO JOSÉ; AMARAL, D. O. Thickness effects of myofibrillar protein based edible films on their functional properties. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1251-1259, 2000.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B.; **Química Orgânica**. Volume 1.Ed. GEN/LTC, 2009.

SOUSA, L. C. F. S. et al. Tecnologia de embalagens e conservação de alimentos quanto aos aspectos físico, químico e microbiológico. **Revista ACSA**, v. 8, n. 1, p. 19-27, jan - mar, 2012.

SOUZA, J. F. **Utilização de luz ultravioleta contínua (UV-c) e luz pulsada para conservação de mangas cv. Tommy atkins minimamente processadas**. 2014. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

SOUZA, M.R.A.; FAI, A.E.C.; BRUNO, N.V.; GONÇALVES, E.C.B.A. Utilização de revestimento biodegradável a base de resíduo de frutas e hortaliças na conservação de cenoura (*Daucus carota* L.) minimamente processada. **In: Anais XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. Florianópolis-SC, 2014.

SOUZA, J.S.I. **Enciclopédia agrícola brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/EDUSP/ESALQ, 2004. 512p.

SOUZA, C. F.; LUCYSZYN, N.; FERRAZ, F. A.; SIERAKOWSKI, M. R. *Caesalpinia ferrea* var. *ferrea* seeds as a new source of partially substituted galactomannan. **Carbohydrate Polymers**, v. 82, n. 3, p. 641-647, 2010.

SOUSA, F.D. **Propriedades físico-químicas de hemiceluloses vegetais**. 2014. 115f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2014.

STEJSKAL, J. P. Preparation of a Conducting Polymer (IUPAC Technical Report). IUPAC, **Pure and Applied Chemistry**, v.74, 2002.

TAVARES, F.O.; PIERETTI, G.G; ANTIGO, J.L.; POZZA, M.S.S.; SCAPIM, M.R.S; MADRONA, G.S. Cobertura comestível adicionada de óleos essenciais de orégano e alecrim para uso em ricotta. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 4, 2014

TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S.; LAMARDO, L.C.A.; CAMPOS, N.C; JORGE, L.I.F; GONZALEZ, E. Composição química e estudo anatômico dos frutos de buriti do Município de Buritizal, Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.62, n.3, 2003.

TEIXEIRA, D.M.A. **Aplicação de goma exsudada de *Spondias purpurea* no isolamento de lectina galactose ligante**. Dissertação (Mestrado em Bioquímica). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2001.

TELLES, M.R.; SARAN, L.M.; UNEDA, S.H. Produção, propriedades e aplicações de bioplástico obtido a partir da cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 1, 52-63, 2011.

TRIGO, J. M.; et al. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. **Braz. J. Food Technol.**, v. 15, n. 2, p. 125-133, 2012.

UGALDE, M. L. **Biofilmes ativos com incorporação de óleos essenciais**. 2014. Tese (Doutorado) - Departamento de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em

Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada – URI-Erechim, Erechim, 2014.

VENDRUSCOLO, C. W.; FERRERO, C.; PINEDA, E. A. G.; SILVEIRA, J. L. M.; FREITAS, R. A.; JIMÉNES-CASTELLANOS, M. R.; BRESOLIN, T. M. B. Physicochemical and mechanical characterization of galactomannan from *Mimosa scabrella*: effect of drying method. **Carbohydrate Polymers**, v. 76, n.1, p. 86-93, 2009.

VICENTINO, S. L.; FLORIANO, P. A.; DRAGUNSKI, D. C. Filmes de amidos de mandioca modificados para recobrimento e conservação de uvas. **Quim. Nova**, v. 34, n. 8, 1309-1314, 2011.

VIEIRA, P.A.F.; QUEIROZ, J.H.; VIEIRA, B.C.; MENDES, F.Q.; BARBOSA, A.A.; MULLER, E.S.; SANT'ANA, R.C.O.; MORAES, G.H.Q. Caracterização química do resíduo do processamento agroindustrial da manga (*Mangifera indica L.*) var. Ubá. **Alimentos e Nutrição**. v.20, n.4, p. 617-623, 2009.

VINHAS, G.M.; ALMEIDA, Y.M.B; LIMA, M.A.G.A. Estudo das propriedades e biodegradabilidade de blendas de poliéster/amido submetidas ao ataque microbiano. **Quim. Nova**, v.30, n.7, 2007.

WHISTLER, R.L; MILLER, J.N. Carbohydrate Chemistry for Food Scientists. By the **American Association of Cereal Chemists**, 1997.

WU, Y.; CUI, W.; ESKIN, N.A.M.; GOFF, H.D. An investigation of four commercial galactomannans on their emulsion and rheological properties. **Food research international**, v.42, p.1141-1146, 2009.

XUE, M.; ZHANG, J.; TANG, W. Optimal temperature control for quality of perishable foods. **ISA Transactions**, v. 53, 542–546, 2014.

YU, L.; DEAN, K.; LI, L.; Polymer blends and composites from renewable resources. **Progress in Polymer Science**, v. 31, 2006.

ZAMBAZI, R.C.; PRZYBYLSKI, R.; ZAMBAZI, M.W.; MENDONÇA, C.B. Fatty acid composition of vegetable oils and fats. **B.CEPPA**, v. 25, n. 1, 2007.

ZANATTA, C.F.; MITJANS, M.; UGARTONDO, V.; ROCHA-FILHO, P.A.; VINARDELL, M.P. Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. **Food and Chemical Toxicology**, v.48, 2010.

ZANATTA, C.F.; UGARTONDO, V.; MITJANS, M.; ROCHA-FILHO, P.A.; VINARDELL, M.P. Low cytotoxicity of creams and lotions formulated with buriti oil (*Mauritia flexuosa*) assessed by the neutral red release test. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, 2008.

ZENG, M., HUANG, Y., LU, L., FAN, L.; LOURDIN, D. Effects of filler-matrix morphology on mechanical properties of corn starch-zein thermomoulded films. **Carbohyd. Polym.**, v.1, n. 84, 2011.

ZHENG, Y.; CHEN, X.; SHEN, Y. Commodity chemicals derived from glycerol, an important biorefinery feedstock. **Chemical Reviews**, 2008.

APÊNDICE
(Produção Científica)

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA E CIENTÍFICA DE FILMES COMESTÍVEIS A BASE DE GALACTOMANANA E ÓLEO FIXO

TECHNOLOGICAL AND SCIENTIFIC EXPLORATION OF FILMS EDIBLE GALACTOMANNAN BASE AND FIXED OIL

Sabrina Almondes Teixeira¹; Stella Regina Arcanjo Medeiros²; Felipe Domingos de Sousa³; Renato de Azevedo Moreira⁴; Thayse Wilma Nogueira de Oliveira⁵; Maria MarluCIA Gomes Pereira Nóbrega⁶; Maria Christina Sanches Muratori⁷

¹Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição. Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.
sabrina.almondes@hotmail.com

²Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição. Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.
stellaaarcanjo@yahoo.com.br

³Programa de Pós-graduação em Bioquímica. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE
fdsousa@yahoo.com.br

⁴Programa de Pós-graduação em Bioquímica. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE
rmoreira@unifor.br

⁵Curso de Bacharelado em Nutrição. Universidade Federal do Piauí – UFPI, Picos – PI.
thaysewilma@yahoo.com.br

⁶Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.
marlucia-gomes@hotmail.com

⁷Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição. Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI.
chrismuratori@uol.com.br

Resumo

Como toda embalagem os filmes comestíveis (FC) desempenham um papel importante na conservação, distribuição e comercialização do gênero alimentício, contribuindo diretamente para segurança alimentar. Normalmente, a base dos FC é composta por carboidratos e/ou proteínas, no entanto, os lipídios estão sendo utilizados, juntamente a estas bases, com o intuito de melhorar as propriedades de barreira à umidade. Com base nesta tendência, esta prospecção objetivou a realização de um levantamento documental de patentes e de artigos, referentes à temática, afim de monitorar as tecnologias já utilizadas nessa área. A pesquisa foi realizada em novembro de 2015, utilizando-se os descritores “edible film” (filme comestível), “edible film and galactomannan” (filme comestível e galactomanana), “edible film and oil” (filme comestível e óleo) e “edible film and galactomannan and oil” (filme comestível e galactomanana e óleo). A prospecção tecnológica foi realizada com base no INPI, EPO, USPTO e na WIPO. Para o levantamento científico, utilizou-se as bases de dados Web of Science, ScienceDirect, Scielo e Scopus, selecionando artigos dos últimos 10 anos. Com este estudo pôde-se observar um número reduzido de pedidos de patentes cadastrados no INPI, órgão brasileiro e que nenhum destes estavam relacionados com a produção de filmes a partir de blendas de polissacarídeos e lipídeos. Se tratando de filmes comestíveis a base de galactomanana e de óleos fixos, não foi encontrada nenhuma patente nas bases analisadas ao

passo que, embora alguns artigos estivessem relacionados ao tema, os quais evidenciaram um excelente potencial para aplicação no setor alimentício.

Palavras-chave: *biofilmes; polissacarídeos; lipídios.*

Abstract

Like all packaging, edible films (EF) play an important role in the conservation, distribution and commercialization of food, contributing directly to food safety. Normally, the base of the EF is composed of carbohydrates and/or proteins, however, the lipids are being used, together with these bases, in order to improve the properties of barrier to moisture. Based on this trend, this propection aimed to carry out a documentary survey of patents and articles related to the theme, in order to monitor the technologies already used in this area. The research was carried out in November of 2015, using the descriptors “edible film” (filme comestível), “edible film and galactomannan” (filme comestível e galactomanana), “edible film and oil” (filme comestível e óleo) and “edible film and galactomannan and oil” (filme comestível e galactomanana e óleo). The technological propection was carried out based on INPI, EPO, USPTO and WIPO. For the scientific survey, we used the Web of Science, ScienceDirect, Scielo and Scopus databases, selecting articles from the last 10 years. With this study, it was possible to observe a reduced number of patent applications registered at INPI, a brazilian agency, and that none of these were related to the production of films from polysaccharide and lipid blends. In the case of edible films based on galactomannan and fixed oils, no patent was found on the analyzed bases whereas, although some articles were related to the subject, which showed an excellent potential for application in the food sector.

Keywords: *biofilms; polysaccharides; lipids.*

1. Introdução

Entende-se por filme comestível (FC) o material pré-formado e consumível, sendo constituído de uma fina camada a qual uma vez formada pode ser utilizada como embrulho para alimentos e/ou parte destes. Quanto à composição, estes podem conter como matriz estrutural, carboidratos, proteínas, lipídios ou a mistura destes componentes (MCHUGH, 2000; FALGUERA, et al., 2011).

Assim, como toda embalagem (revestimento), os FC desempenham um papel importante na conservação, distribuição e comercialização do género alimentício, desempenhando o papel de proteção contra, principalmente, danos químicos e/ou microbiológicos, contribuindo diretamente para seguridade alimentar (FALGUERA, et al., 2011). Estas características os tornam produtos de alta competitividade em relação aos derivados de petróleo, sendo estes os principais contaminantes ambiental.

A capacidade de proteção dos FC é determinada por vários parâmetros, tais como, o tipo de material aplicado como matriz estrutural (composição, peso molecular distribuição), as condições em que os filmes são pré-formados (tipo de solvente, pH, concentração de

componentes e temperatura), o tipo e a concentração dos aditivos utilizados (plasmática, agentes de reticulação, antimicrobianos, antioxidantes ou emulsionantes) (GUILBERT; GONTARD; GORRIS, 1996; ROJAS-GRAU; SOLIVA-FORTUNY; MART EM BELLOSO, 2009).

A cerca da matriz estrutural, os hidrocolóides são os biopolímeros mais difundidos nas pesquisas com FC. Este grupo é composto por proteínas e polissacáridos hidrossolúveis, os quais possuem inúmeras funções, dentre elas, espessar ou gelificar soluções aquosas, controlar a liberação de aditivos e modificar as propriedades de deformação de produtos semissólidos (GARCIA-CRUZ, 2001).

As galactomananas são exemplos de polissacarídeos hidrocolóides. Uma vez extraídos de sementes, apresentam capacidade de formar soluções bastante viscosas em baixas concentrações (NEUKOM, 1989; CERQUEIRA et al., 2009). São inúmeras as fontes de galactomanana na natureza, dentre elas duas espécies: a *Adenantha pavonina* e a *Caesalpinia pulcherrima*, foram utilizadas nos últimos anos como novas fontes de galactomanana para desenvolvimento de revestimentos (LIMA et al., 2010).

No que concerne à formulação da matriz dos FC, a combinação de elementos têm como finalidade otimizar as propriedades do produto, dentre elas as propriedades mecânicas e a transparência. Desta forma, estudos baseados na metodologia de superfície de resposta são implementados a fim de determinarem a melhor combinação de componentes o qual potencializa os efeitos do produto (OZDEMIR; FLOROS, 2008).

Normalmente, a base dos FC é composta por carboidratos e/ou proteínas, no entanto, os lipídios estão sendo utilizados juntamente a estas bases com o intuito de melhorar as propriedades de barreira à umidade, a transparência do filme e a solubilidade (FALGUERA et al., 2011).

Com base na tendência de crescimento dos FC, descrita por pesquisadores, e a possibilidade de otimização dos mesmos por meio da incorporação de óleos fixos, esta prospecção objetivou a realização de um levantamento documental de patentes e de artigos, referentes à temática, a fim de monitorar as tecnologias já utilizadas nessa área.

2. Metodologia

Esta pesquisa foi realizada em bases de dados científicas e tecnológicas durante o mês de novembro de 2015. Para isso, foram utilizados como descritores os termos “edible film” (filme comestível), “edible film and galactomannan” (filme comestível e galactomanana), “edible film and oil” (filme comestível e óleo) e “edible film and galactomannan and oil” (filme

comestível e galactomanana e óleo). As expressões em inglês foram utilizados para busca em bases internacionais, enquanto que em português foram utilizadas em base nacional. Considerando válidos os documentos que apresentassem os descritores no título e/ou resumo.

A prospecção tecnológica foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI), no European Patent Office (EPO), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e na World Intellectual Property Organization (WIPO). Para o levantamento científico, utilizou-se as bases de dados Web of Science, ScienceDirect, Scielo e Scopus, selecionando artigos dos últimos 10 (dez) anos.

3. Resultados e Discussão

Esta pesquisa consistiu na realização de uma prospecção, a fim de sistematizar e mapear o desenvolvimento tecnológico e científico, os quais estão diretamente relacionados ao desenvolvimento industrial, econômico e/ou social (SERAFINI et al, 2012).

A prospecção tecnológico se deu a partir de quatro bases: INPI, EPO, USPTO e WIPO. Apesar destas serem distintas, é importante ressaltar que as informações contidas sobre as patentes são padronizadas internacionalmente, dessa forma viabilizando a compilação dos resultados (CARDOSO et al., 2015).

Os descritores utilizados nesta pesquisa foram selecionados a fim de propiciar uma busca seriada, partindo de um termo abrangente (“edible film”) e posteriormente inserindo termos mais específicos.

Na Tabela 01, encontra-se dispostos os quantitativos referentes aos depósitos de patentes encontrados em cada base e para cada descritor.

Tabela 01 - Levantamento dos depósitos de patentes, por base de dados, através de diferentes descritores.

| DESCRITORES | INPI | EPO | USPTO | WIPO |
|--|------|------|-------|------|
| <i>edible film</i> | 3 | 2754 | 73 | 2084 |
| <i>edible film and galactomannan</i> | 0 | 3 | 0 | 2 |
| <i>edible film and oil</i> | 0 | 404 | 0 | 272 |
| <i>edible film and galactomannan and oil</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 3 | 3158 | 73 | 3356 |

Fonte: Pesquisa de campo (2015).

Nota-se que, de forma geral, a base do INPI apresentou um número reduzido de patentes depositadas. Contrariamente, a EPO e a WIPO foram as bases que mais evidenciaram, quantitativamente, registros destes documentos. Isto pode ser explicado pelo fato de algumas

bases conter documentos de patentes de diversos países, como é o caso da base EPO (Europeu) e da WIPO (Mundial), enquanto que outras só registram documentos do país que elaborou a base, a exemplo, o INPI, que só possui documentos de patentes brasileiras (CARDOSO et al., 2015).

Neste estudo um dos objetivos centrais foi identificar os produtos desenvolvidos e cadastrados nos bancos de patentes que estivessem ligados aos termos “edible film and galactomannan and oil”. No entanto, nenhum resultado relacionado ao termo foi encontrado nas bases avaliadas.

Com o intuito de dar continuidade ao estudo, optou-se por trabalhar com as patentes resultantes dos termos “edible film and galactomannan”, visto a galactomanana ser um dos polissacarídeos base utilizados na formulação dos referidos produtos de interesse. A partir desta decisão, as patentes encontradas foram avaliadas quanto ao seu conteúdo, contatando repetições entre os resultados obtidos nas bases de dados. Como pode ser observado no Quadro 01, apenas 3 (três) patentes foram encontradas, sendo duas encontradas tanto na EPO quanto na WIPO, e uma exclusivamente na EPO.

Quadro 01 - Descrição das patentes relacionados com os termos “edible film and galactomannan”.

| Nº DO DEPÓSITO | ANO | INVENTOR | INVENÇÃO | BASE DE DEPÓSITO |
|-----------------------|------------|---|--|-------------------------|
| JPS6055039 | 1985 | NAOKI, M.; HAJIME, I.; TAKU, T.; RIYOUHEI, N. | Filme comestível com boa maleabilidade, a base de polissacarídeos hidrossolúveis em água (carragena e galactomanana). | EPO |
| JP2006025682 | 2006 | NORIO, S.; MASAHIRO, K.; AKIKO, Y. | Filme comestível a base de produto de degradação da galactomanana. | WIPO/EPO |
| JP2008079525 | 2008 | MASANORI, N. | Embalagem comestível apta a fechamento por fusão à quente. Composta por inulina e outro espessante (dentre eles a galactomanana) | WIPO/EPO |

Fonte: Pesquisa de campo (2015).

A Figura 01 demonstra a evolução temporal dos depósitos de patentes. O primeiro produto foi depositado na EPO, em 1985, tratando-se de um filme hidrossolúvel a base de dois polissacarídeos, a galactomanana e a carragena. Após esta publicação novas patentes só foram depositadas em 2006 e 2008, dois registros em cada ano, não identificando outros registros em períodos subsequentes, em nenhuma das bases de dados.

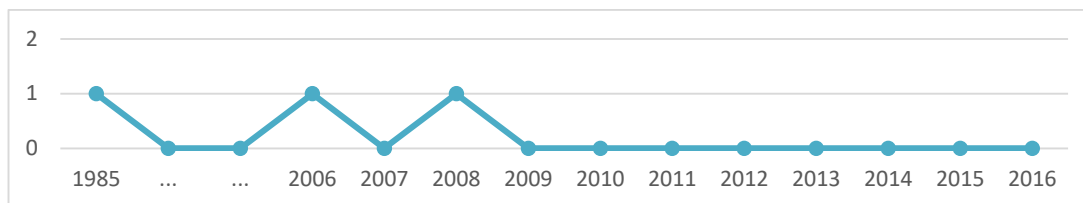


Figura 01 – Evolução anual de depósitos de pedidos de patentes obtidos nas bases EPO e WIPO, utilizando o descritor "edible film and galactomannan".

Fonte: Pesquisa de campo (2015).

Os documentos de patentes são compostos por inúmeros elementos, dentre estes existe um código alfanumérico que representa a Classificação Internacional de Patentes, sendo identificado pela sigla CIP, tendo como finalidade classificar as patentes de acordo com a aplicação do produto. O sistema CIP é composto por 8 seções, com suas respectivas classes, subclasses, grupos e subgrupos (CEDIN, 2014).

Por meio da CIP, as patentes de interesse foram agrupadas de acordo com a seção, classe e subclasse. Como pode ser verificado na Figura 02, os documentos em análise encontram-se classificadas na seção A e C, referindo-se às “necessidades humanas” e à “química, metalurgia”, respectivamente. A classe com maior número depósitos foi a A23 (n=2), representando a área de “alimentos ou produtos alimentícios”, entretanto uma patente caracterizada em A61 e C08, concomitantemente, foi identificada, caracterizando-se como “preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas” e “compostos macromoleculares orgânicos”.

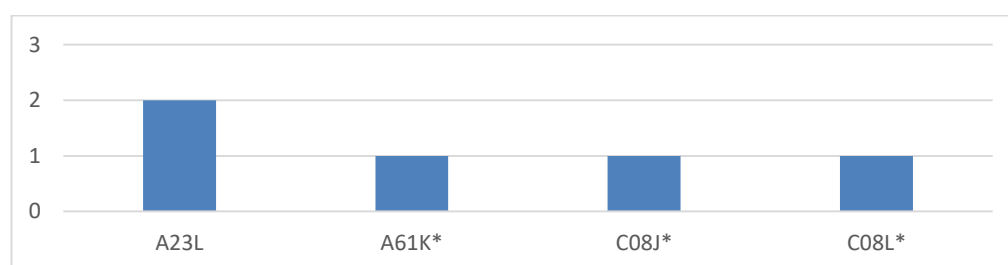


Figura 02 - Distribuição por CIP dos depósitos de pedidos de patentes encontrados nas bases EPO e WIPO, com base no descritor "edible film" and "galactomannan".

*Classificação concomitante para a mesma patente.

Fonte: Pesquisa de campo (2015).

Com base na CIP, encontrada para as patentes em estudo, pode-se afirmar que os filmes, até então desenvolvidos com a galactomanana, tem como foco a aplicação e a conservação de alimentos.

Em complementação à prospecção tecnológica, buscou-se analisar o acervo científico referente à temática por meio das bases de dados Web of Science, Science Direct, Scielo e Scopus. Para isso, os mesmos descritores foram empregados na busca.

Assim como as bases tecnológicas, também pode ocorrer repetitividade entre as bases científicas, com isso alguns critérios de seleção se fizeram necessários para o processo de compilação dos resultados. Artigos encontrados em cada base de dados foram avaliados quanto à duplicidade e à consonância com a temática proposta nesta pesquisa.

A busca pelos periódicos, assim como nas bases de patentes, foi seriada. Isso proporcionou uma visualização lógica da filtração sistemática do processo. De acordo com a Tabela 02, pode-se observar, tanto de modo geral como após o refinamento, que a Web of Science foi a base de dados que mais evidenciou resultados, seguida da Scopus.

Nesta bases encontrou-se periódicos para todos os termos utilizados, inclusive para “edible film and galactomannan and oil”, que após refinamento obteve-se três artigos originais, os quais estão descritos no Quadro 02.

Tabela 02 - Levantamento bibliográfico, por base de dados, através de diferentes descritores.

| DESCRITORES | Web of Science | Science Direct | Scielo | Scopus |
|--|----------------|----------------|--------|--------|
| <i>edible film</i> | 2143 | 561 | 20 | 1101 |
| <i>edible film and galactomannan</i> | 16 | 9 | 0 | 11 |
| <i>edible film and oil</i> | 524 | 117 | 1 | 235 |
| <i>edible film and galactomannan and oil</i> | 3 | 1 | 0 | 2 |
| TOTAL | 2686 | 688 | 21 | 1349 |

Fonte: Pesquisa de campo (2015).

Os artigos encontrados foram publicados no período de 2009 a 2013, em três periódicos distintos, no entanto, quanto a autoria das publicações, esta contava com o mesmo autor principal. A partir dessas observações, conclui-se que as produções científicas relacionadas com a temática circunda um único grupo de pesquisa.

Na análise dos estudos, pode-se observar que o objetivo de todos foi desenvolver, avaliar e/ou comparar filmes formulados a partir de galactomanana, o óleo milho e o plastificante, este mostrando um bom desempenho frente as possíveis aplicações em produtos alimentícios.

Quadro 02 – Descrição dos artigos originais relacionados com os termos “edible film and galactomannan and oil”, dos últimos 10 (dez) anos.

| TÍTULO | OBJETIVO | CONCLUSÃO | AUTOR/ANO | PERIÓDICO |
|--|---|---|--------------------------------|--|
| Functional Polysaccharides as Edible Coatings for Cheese | Avaliar os efeitos do revestimento a base de polissacarídeos, de diferentes fontes não tradicionais (quitosano, galactomanano de <i>Gleditsia triacanthos</i> , e agar de <i>Glacilaria birdiae</i>), em queijo. | As soluções de galactomanana apresentaram as melhores propriedades para revestir o queijo, em termos de molhabilidade, permeabilidade ao vapor de água; | CERQUEIRA, M. A. et al., 2009b | Journal of Agricultural and Food Chemistry |

| | | | | |
|--|--|---|-------------------------------|-------------------------|
| | Às formulações adicionou-se plastificante e óleo de milho. | permeabilidade de oxigênio e dióxido de carbono. | | |
| Effect of glycerol and corn oil on physicochemical properties of polysaccharide films - A comparative study | Avaliar a influência do glicerol e óleo de milho nas propriedades físico-químicas de filmes a base de polissacarídeos (galactomanana e quitosana) | A presença de óleo de milho e glicerol resultou uma estrutura mais hidrofílica e uma diminuição da afinidade de matriz à água. | CERQUEIRA, M. A. et al., 2012 | Food Hydrocolloids |
| Utilization of Galactomannan from <i>Gleditsia triacanthos</i> in Polysaccharide-Based Films: Effects of Interactions Between Film Constituents on Film Properties | Avaliar o efeito das concentrações de galactomanana (<i>Gleditsia triacanthos</i>) e de glicerol, e a presença de óleo de milho, nas propriedades físicas de filmes comestíveis. | A concentração do galactomanana é o fator que mais afecta as propriedades físicas observadas no estudo. No entanto nos parâmetros solubilidade de permeabilidade, o aumento da concentração de plastificante e a presença de óleo mostrou maior influencia. | CERQUEIRA, M. A. et al., 2013 | Food Bioprocess Technol |

Fonte: Pesquisa de campo (2015).

4. Conclusão

Por meio dos resultados encontrados nesta prospecção, pôde-se concluir que em se tratando de filmes comestíveis a base de galactomanana e de óleos fixos, não foi encontrada nenhuma patente nas bases de dados analisadas ao passo que, embora em número reduzido, alguns artigos estavam relacionados ao tema nos últimos 10 (dez) anos, os quais evidenciavam um excelente potencial para aplicação no setor alimentício. No entanto, o quantitativo das pesquisas encontradas neste levantamento é discreto, fazendo-se necessário a realização de mais estudos.

Tais observações nos remete a importância do incentivo à pesquisa e da apropriação das invenções por meio dos pesquisadores/inventores, fato este que contribuirá positivamente para o desenvolvimento econômicos, sociais e intelectuais de um país.

Referências

- CARDOSO, B.V.S.; FREIRE, J.A.P.; OLIVEIRA, G.A.L; SOUSA, I.G.M; FREITAS, R.M.; NUNES, L.C.C. Prospecção tecnológica e científica de alimentos probióticos funcionais na forma de barra de cereais. **Revista Geintec**, v. 5, n. 3, p. 2273 - 2283, 2015.
- CEDIN - Centro de Disseminação da Informação Tecnológica. **Introdução à classificação internacional de patentes: Anexo I**. Instituto Nacional da propriedade industrial – NPI. Julho, 2014.
- CERQUEIRA, M. A.; LIMA A.M.; SOUZA, B.W.S.; TEIXEIRA, J.A.; MOREIRA, R.A.; VICENTE, A.A. Functional Polysaccharides as Edible Coatings for Cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 57, n. 4, 2009b.
- CERQUEIRA, M. A.; SOUZA, B.W.S.; TEIXEIRA, J.A.; VICENTE, A.A. Effect of glycerol and corn oil on physicochemical properties of polysaccharide films - A comparative study. **Food Hydrocolloids**. v. 27, 2012.
- CERQUEIRA, M. A.; SOUZA, B.W.S.; TEIXEIRA, J.A.; VICENTE, A.A. Utilization of Galactomannan from *Gleditsia triacanthos* in Polysaccharide-Based Films: Effects of Interactions Between Film Constituents on Film Properties. **Food Bioprocess Technol.** v. 6, 2013.
- CERQUEIRA, M.; PINHEIRO, A.; SOUZA, B.; LIMA, A.; RIBEIRO, C.; MIRANDA, C.; TEIXEIRA, J.; MOREIRA, R.; COIMBRA, M.; GONCALVES, M.; VICENTE, A. A. Extraction, purification and characterization of galactomannans from non-traditional sources. **Carbohydrate Polymers**, v. 75, p. 408-414, 2009a.
- FALGUERA, V.; QUINTERO, J.P.; JIMÉNEZ, A.C.; MUÑOZ, J.A.; IBARZ, A. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. **Trends in Food Science & Technology**. v. 22, 2011.
- GARCIA-CRUZ. Uso de hidrocolóides em alimentos: Revisão. **Revista Higiene Alimentar**. v.15, n. 87, 2001.
- GUILBERT, S.; GONTARD, N.; GORRIS, L.G.M. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. **Food Science and Technology**. v. 29, 1996.
- LIMA, A. M., CERQUEIRA, M. A., SOUZA, B. W. S., SANTOS, E. C. M., TEIXEIRA, J. A., MOREIRA, R. A., et al. New edible coatings composed of galactomannans and collagen blends to improve the postharvest quality of fruits e Influence on fruits gas transfer rate. **Journal of Food Engineering**. v. 97, 2010.
- MCHUGH, T.H. Protein-lipid interactions in edible films and coatings. **Nahrung**. v.44, 2000.
- NEUKOM, H. Galactomannans: properties and applications. **Food Science and Technology**. v. 22, 1989.
- OZDEMIR, M.; FLOROS, J.D. Optimization of edible whey protein films containing preservatives for mechanical and optical properties. **Journal of Food Engineering**. v. 84, 2008.
- ROJAS-GRAU, M.A.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTIN-BELLOSO, O. Edible coatings to incorporate active ingredients to freshcut fruits:a review. **Trends in Food Science and Technology**. v. 20, 2009.

SERAFINI, M. R.; QUINTANS, J. S. S.; ANTONIOLLI, A. R. et al. Mapeamento de tecnologias patenteáveis com o uso da hecogenina. **Revista Geintec**, v. 2, n. 5, p. 427-435, 2012.

ANEXO
(Comprovação de Submissão de Artigo Científico)



Revista GEINTEC <revistageintec@gmail.com>

Hoje, 00:25

Você ▾

Sra Sabrina Almondes Teixeira,

Agradecemos a submissão do trabalho "PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA E CIENTÍFICA DE FILMES COMESTÍVEIS A BASE DE GALACTOMANANA E ÓLEO FIXO" para a revista GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias.

Acompanhe o progresso da sua submissão por meio da interface de administração do sistema, disponível em:

URL da submissão:

<http://www.revistageintec.net/portal/index.php/revista/author/submission/1085>

Login: sabrinalmondes

Em caso de dúvidas, entre em contato via e-mail.

Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de compartilhar seu trabalho.

Revista GEINTEC

GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias

GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias

<http://www.revistageintec.net>

revistageintec@gmail.com

SUBMISSÃO

| | |
|--------------------|---|
| Autores | Sabrina Almondes Teixeira, Stella Regina Arcanjo Medeiros, Felipe Domingos de Sousa, Renato de Azevedo Moreira, Thayse Wilma Nogueira de Oliveira, Maria MarluCIA Gomes Pereira Nóbrega, Maria Christina Sanches Muratori |
| Título | PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA E CIENTÍFICA DE FILMES COMESTÍVEIS A BASE DE GALACTOMANANA E ÓLEO FIXO |
| Documento original | 1085-4420-1-SM.DOCX 2017-02-05 |
| Docs. sup. | Nenhum(a) INCLUIR DOCUMENTO SUPLEMENTAR |
| Submetido por | Sra Sabrina Almondes Teixeira |
| Data de submissão | fevereiro 5, 2017 - 12:25 |
| Seção | Prospecção Tecnológica |
| Editor | Robelius de Bortoli (Avaliação) João Antonio dos Santos (Avaliação) |

SITUAÇÃO

| | |
|------------------|--------------|
| Situação | Em avaliação |
| Iniciado | 2017-02-05 |
| Última alteração | 2017-02-05 |