



**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA INDUSTRIAL**

GISLAINE BEZERRA DE CARVALHO BARRETO

**DESENVOLVIMENTO DE BIOFILMES DE AMIDO DE JACA COM EXTRATO
DE AMORA**

Campina Grande – PB

2014

GISLAINE BEZERRA DE CARVALHO BARRETO

**DESENVOLVIMENTO DE BIOFILMES DE AMIDO DE JACA COM EXTRATO
DE AMORA**

Monografia apresentada a
Universidade Estadual da Paraíba –
UEPB, como trabalho de Conclusão
de curso (TCC) em cumprimento as
exigências para obtenção do título de
Bacharel em Química Industrial.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Roberta de Oliveira Pinto

Campina Grande – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

B273d Barreto, Gislaine Bezerra de Carvalho.
Desenvolvimento de biofilmes de amido de jaca com extrato de amora [manuscrito] / Gislaine Bezerra de Carvalho Barreto. - 2014.

37 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Maria de Roberta de Oliveira Pinto, Departamento de Química".

1. Amido. 2. Jaca. 3. Extrato de Amora. 4. Biofilmes. I.
Título.

21. ed. CDD 664

GISLAINE BEZERRA DE CARVALHO BARRETO

**DESENVOLVIMENTO DE BIOFILMES DE AMIDO DE JACA COM EXTRATO
DE AMORA**

Monografia apresentada a
Universidade Estadual da Paraíba –
UEPB, como trabalho de Conclusão
de curso (TCC) em cumprimento as
exigências para obtenção do título de
Bacharel em Química Industrial.

APROVADA EM 10/12/2014

NOTA 10,0 (Dez. zero)

BANCA EXAMINADORA:

Maria Roberta de Oliveira Pinto.

Prof^ª. Dra. Maria Roberta de Oliveira Pinto (DQ/CCT/UEPB)
(Orientadora)



Prof^ª. Dr^ª. Djane de Fátima Oliveira (DQ/CCT/UEPB)
(Examinadora)

Helionalda Costa Silva

Prof^ª. Dr^ª. Helionalda Costa Silva (DQ/CCT/UEPB)
(Examinadora)

Aos meus pais, Braz Torres Vilar de Carvalho e Rosilene Bezerra de Carvalho, e ao meu esposo, Thiago de Moura Barreto, por todo amor, carinho, ajuda e incentivo nessa importante jornada em minha vida.

DEDICO.

“Nenhum sucesso na vida compensa o fracasso no lar”.

David O. McKay

AGRADECIMENTOS

Ao bondoso Pai Celestial pelo aprendizado, pela força, sabedoria, vida, pelo cuidado, livramento e direcionamento em todos os momentos da minha vida.

Aos meus amados pais Braz Torres Vilar de Carvalho e Rosilene Bezerra de Carvalho pelo carinho, amor, dedicação e confiança à mim depositados. Pela sabedoria, conselhos, proteção, cuidado e ajuda em todos os momentos. Amor e gratidão eternos.

Ao meu querido esposo, Thiago de Moura Barreto, pelo amor e carinho, pela compreensão em todos os momentos que precisei estar longe para conclusão do curso. Por todo incentivo e cuidados dedicados. Amor eterno.

Aos meus irmãos, Gislânio e Gislân Carvalho, que sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida, me dando conselhos e direcionamento. Gratidão e amor eternos.

A todos os meus amigos da graduação, Geovanio Fortunato, Kelyson Santos, Rayanne Dantas, Cristiane Kelly, Rafael, Marcelo Gomes e Luciana Leôncio, por toda amizade e carinho, pelo companheirismo, ajuda, força e conselhos.

À minha amiga Janaína Marinho pela amizade e cumplicidade, conselhos e direcionamento em todos os momentos.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Maria Roberta de Oliveira Pinto, por todos os ensinamentos passados, pelas oportunidades de aprendizado e crescimento, pelos conselhos e orientação, amizade e profissionalismo.

A todos os meus queridos professores que, direta ou indiretamente, contribuíram e fizeram parte desta etapa importante da minha vida. Por todo conhecimento e conselhos passados, e principalmente pela amizade construída.

Ao Prof. Dr. Marcus Vinícius Lia Fook pela oportunidade de aprender e desenvolver pesquisas no laboratório CERTBIO.

A Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campus I, pela oportunidade de aprendizado e crescimento.

Eternamente grata.

RESUMO

Pesquisas têm sido desenvolvidas na tentativa de minimizar o problema da poluição através da obtenção de materiais biodegradáveis, em sua maioria compostos por biopolímeros, tais como amido e proteínas. Nos últimos anos, vem crescendo o interesse por novas fontes de amidos naturais que possam ser usados na indústria, tanto de alimentos quanto de biomateriais. A jaqueira é uma planta originária da Ásia e devido ao elevado teor de amido em sua semente, esta apresenta potencial utilização para obtenção de biomateriais com propriedades bactericidas e fungicidas. Estas propriedades podem ser potencializadas com a adição do extrato da amora. A Amora é uma fruta que um elevado teor de antocianinas. Estas, juntamente com os carotenoides, compõem os pigmentos naturais encontrados em diversas frutas. As folhas da amoreira possui atividade hipoglicemiante, antidiarreica, cicatrizante e alta atividade antioxidante. Mediante os benefícios da amora e também do amido do caroço da jaca, este trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar biofilmes de amido de jaca com extrato de amora. Os biofilmes foram caracterizados por Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV, Espectroscopia no Infra Vermelho por Transformada de Fourier – FTIR, Difração de Raios X – DRX, teor de umidade e cinzas, ensaios de intumescimento, mecânicos e citotoxicidade. Todos os ensaios se apresentaram dentro dos padrões estabelecidos em vigor.

Palavras-chave: Amido, Jaca, Extrato de Amora, Biofilmes.

ABSTRACT

Research has been undertaken in an attempt to minimize the pollution problem by obtaining biodegradable materials. mostly comprised of biopolymers such as starch and proteins. In recent years, there is growing interest in new sources of natural starches that can be used in industry, both as a food biomaterial. The jacket is a plant from Asia and due to the high starch content in its seed, this has potential for use of biomaterials obtained with bactericidal and fungicidal properties. These properties can be greatly enhanced by the addition of blackberry extract. The Blackberry is a fruit that a high content of anthocyanins. These, together with the carotenoids, natural pigments comprise found in many fruits. Blackberry leaves have hypoglycemic activity, anti-diarrheal, healing and high antioxidant activity. Through the benefits of blackberry and also the starch of jackfruit seed, this study aimed to develop and characterize biofilms starch jackfruit with blackberry extract. The biofilms were characterized by Scanning Electron Microscopy - SEM, Infra Red Spectroscopy Fourier transform - FTIR, X-ray diffraction - XRD, moisture content and ash, swelling tests, mechanical and cytotoxicity. All assays were within standards set in force.

Keywords: *Starch, Jackfruit, Blackberry Extract, Biofilms.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Jaqueira	15
Figura 2 - Estrutura do amido.....	16
Figura 3: Amora miura	18
Figura 4: Carços de jaca	21
Figura 5: Amido de jaca	22
Figura 6: Fluxograma da extração do amido do caroço de jaca	22
Figura 7: Biofilme de amido de jaca com extrato de amora	23
Figura 8: Obtenção dos biofilmes do amido do caroço de jaca com extrato de amora.....	23
Figura 9: Micrografia dos grânulos de amido de jaca	28
Figura 10: Demonstração da absorbância do amido em FTIR	29
Figura 11: Grau de cristalinidade do amido de jaca	30
Figura 12: Micrografia do biofilme com extrato de amora	31
Figura 13: Espectros de FTIR para o glicerol, o extrato de amora e os filmes de amido de jaca com e sem extrato.....	32
Figura 14: Gráfico do grau de intumescimento dos biofilmes em solução tampão – PBS (a) e água (b)	33
Figura 15: Percentual de Citotoxicidade dos biofilmes de amido de jaca com extrato de amora	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	14
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i>	14
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 Jaca	15
2.2 Amido.....	16
2.3 Amora (<i>Morus Nigra L</i>).....	18
2.4 Biomateriais	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 Extração do Amido do Caroço de Jaca	21
3.2 Obtenção dos Filmes do Amido do Caroço de Jaca com Extrato de Amora	23
3.3 Caracterização do Amido	24
3.3.1 <i>Teor de Umidade</i>	24
3.3.2 <i>Teor de Cinzas</i>	24
3.3.3 <i>Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV</i>	25
3.3.4 <i>Difração de Raios X – DRX</i>	25
3.3.5 <i>Espectroscopia na Região de Infravermelho com Transformada de Fourier – FTIR</i>	25
3.4 Caracterização dos Biofilmes	25
3.4.1 <i>Espessura</i>	26
3.4.2 <i>Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV</i>	26
3.4.3 <i>Espectroscopia na Região de Infravermelho com Transformada de Fourier – FTIR</i>	26
3.4.4 <i>Intumescimento</i>	26
3.4.5 <i>Resistência à Tração</i>	27
3.4.6 <i>Citotoxicidade</i>	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Amido.....	28
4.1.1 <i>Teor de Umidade</i>	28

4.1.2 Teor de Cinzas.....	28
4.1.3 Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV.....	28
4.1.4 Espectroscopia na Região de Infravermelho com Transformada de Fourier - FTIR.....	29
4.1.5 Difração de Raio-X – DRX.....	30
4.2 Biofilmes	31
4.2.1 Espessura.....	31
4.2.2 Microscopia Eletrônica de Varredura.....	31
4.2.4 Intumescimento.....	32
4.2.5 Tração.....	33
4.2.6 Citotoxicidade.....	34
5 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vem crescendo o interesse por novas fontes de amidos naturais que possam ser usados na indústria, tanto de alimentos quanto de biomateriais. A jaqueira (*Artocarpus heterophilus*), da família Moraceae, Dicotyledoneae, originária da Ásia, foi trazida para o Brasil pelos portugueses, sendo bem adaptada devido ao clima tropical. Da planta atualmente são utilizados a madeira, folhas, frutos e sementes para diversos fins. O uso das sementes como fonte de amido, no entanto, pode ser uma opção já que os mesmos normalmente são descartados (ASCHERI, 1987). O amido é carboidrato de reserva de várias plantas, ocorrendo nos cloroplastos das folhas e nos amiloplastos dos órgãos de reserva. Ocorre sob forma de grânulos apresentando forma, dimensão que variam com sua origem. O amido, de modo geral, é utilizado em todos os países e seu consumo aumenta com o grau de desenvolvimento, inclusive neste caso, seria mais uma fonte de matéria-prima para a fabricação de bioplástico (PERONI, 2003).

A situação do setor de amido no mundo pode ser resumida em dois pontos principais: dificilmente novos reagentes químicos ou derivados serão aprovados para uso alimentar, e nos amidos existentes, os níveis permitidos de tratamentos químicos para a modificação permanecerão estacionados (PERONI, 2003). Grânulos de amido são insolúveis em água fria, mas quando aquecidos, ocorre um inchamento irreversível destes, produzindo uma pasta viscosa. Este fenômeno é conhecido como gelatinização do amido, e depende dentre outros fatores da fonte do amido, da concentração e da temperatura de aquecimento. A temperatura inicial de gelatinização depende do método de medida e relação amido-água, do tipo de grânulo e heterogeneidade dentro do grânulo (CEREDA,1992). As necessidades das indústrias que utilizam amido estão cada vez mais complexas, fazendo com que o setor produtivo esteja em busca de novas tecnologias, bem como de amidos naturais com características físico-químicas diferenciados. Esses amidos poderiam substituir amidos quimicamente modificados ou abrir novos mercados para amidos. As fontes de amido devem ser adaptáveis a determinadas regiões e ter bom rendimento agrícola (PERONI, 2003).

A semente de jaca apresenta grande potencial para uso como matéria-prima amilácea, tendo em vista uma grande quantidade de amido. As sementes da jaca apresentam uma necessidade de tratamento térmico em baixas temperaturas antes da extração, apresentando resultados satisfatórios em relação ao rendimento e baixa concentração de material secundário (ASCHERI, 1987). Amidos nativos e modificados têm grande importância na indústria de alimentos, bem como na produção de biomateriais, sendo empregados, especialmente, como suportes para crescimento de células na engenharia de tecidos, cimento ósseo para regeneração de ossos, hidrogéis

para liberação controlada de fármacos, filmes biodegradáveis para utilização em embalagens, entre outros (SILVA, 2010).

A Amora é uma pequena fruta de clima temperado, possui coloração atraente, variando do vermelho púrpura ao azul, devido ao elevado teor de antocianinas. Estas, juntamente com os carotenoides, compõem os pigmentos naturais, majoritários encontrados em diversas frutas. Diversos estudos têm relatado a importância destes pigmentos naturais, como protetores e/ou inibidores de doenças degenerativas, porém são escassos os estudos sobre compostos bioativos presentes em amoras cultivadas no Brasil. É reputada às folhas da Amoreira a atividade hipoglicemiante, antidiarreica, cicatrizante e alta atividade antioxidante (ANTUNES, 2002). O corpo humano é exposto diariamente a diversos fatores que podem levar a mutações celulares, através de fatores internos, como radicais livres que se formam durante a nossa respiração, ou externos, como poluição, raios solares, tabaco, álcool, etc.

Mediante os benefícios da amora e também do amido do caroço da jaca, este trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar biofilmes de amido de jaca com extrato de amora. A elaboração dos biofilmes normalmente exige o uso de plastificantes, geralmente pólióis, que reduzem as interações intermoleculares entre as cadeias adjacentes do amido, resultando no aumento da mobilidade dessas cadeias e, conseqüentemente em materiais flexíveis.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Obter e caracterizar biofilmes de amido de jaca com extrato de amora para ser utilizados como curativos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Extrair o amido do caroço de jaca;
- Caracterizar o amido quanto às características físico-químicas e morfológicas;
- Caracterizar os biofilmes quanto às características físico-químicas, morfológicas e biológicas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Jaca

A *Artocarpus heterophyllus* (Jaqueira), é uma árvore da família Moraceae e de grande porte. Esta árvore possui frutos compostos de tamanho grande ou muito grande, em sua maioria, chegando a pesar de 4,5 a 27,3 kg. É uma árvore monóica e está adaptada ao clima tropical úmido, crescendo bem no clima subtropical do Sul da Flórida. Sua produção se dá em áreas onde as temperaturas quentes perduram durante todo o ano. As principais estações de produção dos frutos são o verão e o outono, sendo que alguns frutos podem madurar em outras estações, no entanto, usualmente isto não ocorre nem no inverno nem no início da primavera (MORTON , 1987).

A *Artocarpus heterophyllus* (Jaqueira – Figura 1) é uma árvore de copa irregular que alcança até 25 m de altura, produz até 100 frutos por ano e apresenta peso variando de 3 a 60 kg (CORRÊA, 1984). A jaca é rica em carboidratos, fibras, cálcio, fósforo, potássio, magnésio, vitamina C (NEPA, 2006) e possui concentração de carboidratos acima de 10% (DIAS et. al., 2003).

Figura 1: Jaqueira



Fonte: Albuquerque, 2014

A jaca (*Artocarpus heterophyllus*) é uma espécie de grande produção e facilmente encontrada no ecossistema brasileiro, sendo pois objeto deste estudo, onde se tem o objetivo de analisar a viabilidade de utilização deste

amido extraído para produção de biofilmes. Sendo essencial uma criteriosa análise de suas propriedades físico-químicas e funcionais para avaliar seu potencial de produção e aplicação em embalagens de medicamentos.

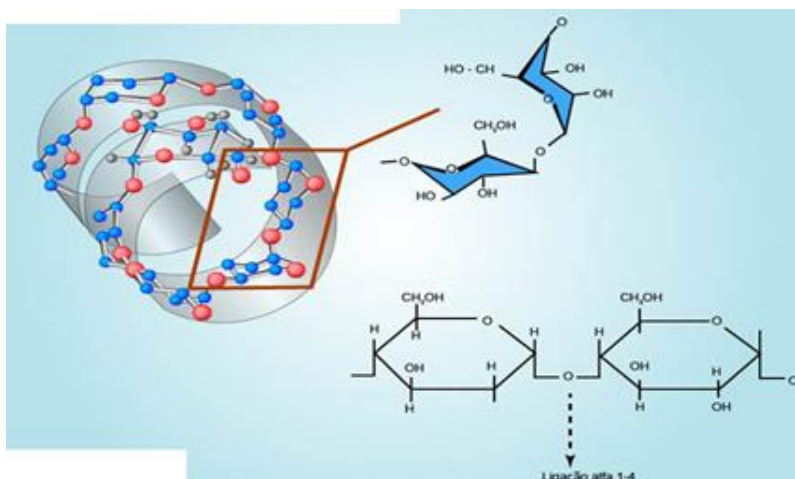
2.2 Amido

Amido é um polissacarídeo formado de amilose e amilopectina que quando aquecido, os grânulos intumescem gradualmente aumentando a quantidade de água absorvida. A viscosidade e a transparência do sistema aumentam até um máximo, formando uma solução viscosa de amido. A natureza, teor de amilose, amilopectina, a concentração do amido, o pH, proteínas, sais, gorduras e açúcares presentes na solução influenciam na dureza do gel formado (PENNA, 2002).

O amido é carboidrato de reserva de várias plantas, ocorrendo nos cloroplastos das folhas e nos amiloplastos dos órgãos de reserva. Ocorre sob forma de grânulos apresentando forma, dimensão que variam com sua origem. O amido, de modo geral, é utilizado em todos os países e seu consumo aumenta com o grau de desenvolvimento inclusive, neste caso, seria mais uma fonte de matéria-prima para a fabricação de bioplástico (PERONI, 2003).

Estruturalmente, o amido é um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina. A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas α -1,4, originando uma cadeia linear. Já a amilopectina é formada por unidades de glicose unidas em α -1,4 e α -1,6, formando uma estrutura ramificada. As proporções em que essas estruturas aparecem diferem em relação às fontes botânicas, variedades de uma mesma espécie e, mesmo numa mesma variedade, de acordo com o grau de maturação da planta (ELIASSON, 2004). A Figura 2 ilustra a estrutura do amido.

Figura 2 - Estrutura do amido



Fonte: Estrutura tubular do amido, em:
<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/22135>

Para atender as necessidades das indústrias alimentícias o mercado de amido vem crescendo e se aperfeiçoando nos últimos anos, levando à busca de produtos com características específicas que atendam as exigências. A produção de amidos modificados é uma alternativa que vem sendo desenvolvida há algum tempo; entretanto, sua produção é feita por processos com agentes químicos onde ocorrem modificações estruturais visando à especificidade (FONTAN, 2008).

O amido é uma excelente matéria-prima devido ao seu baixo custo de produção e fácil degradabilidade.

Segundo Schoch (1945), as características físicas do amido baseiam-se inicialmente na organização em grânulos individuais e no efeito específico de suas frações (amilose e amilopectina). Amido de diferentes origens exibe diferentes padrões de gelatinização que se devem, em parte, a relação amilose/amilopectina. Os filmes de amido usam como matéria-prima o gel de amido. El-Dash (1996) apresenta uma hipótese para a formação de uma rede tridimensional de polissacarídeos rede essa baseada apenas em ligações do tipo pontes de hidrogênio. Segundo o autor uma estrutura de amido estabelecida, sob condições adequadas, poderia apresentar propriedades viscoelásticas. Moléculas de amilose e amilopectina contêm um grande número de unidades de glicose capazes de acoplarem-se por meio de ligações intermoleculares de pontes de hidrogênio, dando origem a uma rede tridimensional (filme ou folha) que seria capaz de reter gases e água.

Bobbio et al. (1978) isolaram e caracterizaram as propriedades físico-químicas do amido de sementes de jaca, encontrando uma porcentagem de amilose de 28,1% e grânulos de amido com tamanho na faixa de 7 a 11 μm . Devido ao elevado teor de amido em sua semente, a jaca apresenta potencial como matéria-prima na extração de amido comercial, já que estes são desperdiçados.

2.3 Amora (*Morus Nigra* L)

A *Morus nigra* L (Figura 3), é uma planta medicinal, popularmente conhecida como amoreira-preta, amoreira-negra ou sarça-mora. Pertence a família das Moráceas, nativas das regiões temperadas e subtropicais da Ásia, África e América do Norte, sendo que a maioria das espécies do gênero é asiática. Trata-se de árvores de porte médio que podem atingir cerca de 4 a 5 metros de altura. *Morus nigra* L é uma espécie vegetal conhecida, não somente pelos valores nutricionais de seus frutos, mas também por conter vários compostos com ação terapêutica. No Brasil, o chá das folhas de amora é largamente usado na medicina popular.

Figura 3: Amora miura



Fonte: MAGALHÃES, 2013

É uma pequena fruta de clima temperado que possui coloração atraente, variando do vermelho púrpura ao azul, devido ao elevado teor de antocianinas. Estas, juntamente com os carotenoides, compõem os pigmentos naturais, majoritários encontrados em diversas frutas. Diversos estudos têm relatado a importância destes pigmentos naturais, como protetores e/ou inibidores de

doenças degenerativas, porém são escassos os estudos sobre compostos bioativos presentes em amoras cultivadas no Brasil. É reputada às folhas da Amoreira a atividade hipoglicemiante, antidiarreica, cicatrizante e alta atividade antioxidante (ANTUNES, 2002).

O extrato das folhas de amora (conhecida como um fitohormônio) possui efeito semelhante ao estrógeno. Atua no tratamento dos sintomas neurovegetativos relacionados ao climatério: suores noturnos, calorões, distúrbios do sono, nervosismo, dores de cabeça e palpitações cardíacas, previne a redução da densidade óssea, entre outros (Angélica, 2008).

2.4 Biomateriais

Biomateriais são materiais artificiais desenvolvidos para uso em áreas da saúde com a finalidade de substituir a matéria viva cuja função foi perdida. Inclui qualquer substância sintética ou natural que pode ser usada como tratamento para substituição total ou parcial de qualquer tecido, órgão ou organismo. Dentre as características essenciais desses materiais estão a biocompatibilidade com o tecido, atoxidade, pouco peso e baixo custo. Os mais requisitados no mercado atual são os polímeros e os cerâmicos, pois podem tanto substituir o tecido vivo sem função como também estimular o crescimento de um novo tecido (OSSIS, 2013). As principais características que influenciam na escolha do biomaterial são a biocompatibilidade, exigências físicas e químicas.

O corpo tem uma extraordinária capacidade em determinar se um objeto é material do próprio corpo ou não. Qualquer substância estranha ao corpo tem o potencial de gerar uma resposta do sistema imunológico, podendo causar reações inflamatórias. Alguns materiais são mais biocompatíveis, isto é, eles são mais rapidamente integrados ao organismo sem reações inflamatórias. Os fatores determinantes mais importantes são a natureza química e a textura física da superfície de um objeto.

Um biomaterial deve satisfazer demandas severas. Os tubos que são utilizados para substituir uma artéria defeituosa devem ser flexíveis e não podem fechar quando dobrados ou sofrer distorções. Os materiais usados nas substituições de juntas devem ser resistentes ao desgaste. Uma válvula

cardíaca artificial deve abrir e fechar de 70 a 80 vezes por minuto, dia após dia, por muitos anos. Lembrando que qualquer defeito que ocorra nesses materiais põe em risco a vida das pessoas que os recebem (OSSIS, 2013).

Os biomateriais devem ser aprovados para serem usados em qualquer aplicação médica. Diante disto, todas as substâncias presentes no biomaterial devem permanecer inócuas durante toda a vida, ou seja, devem ser inofensivas, já que poderão ficar dentro do organismo por um longo período de tempo (Brown et. al., 2005).

2.5 Curativos

Consiste na realização de procedimentos com o paciente portador de feridas, instituindo tratamento adequado, proporcionando ambiente ideal para a cicatrização (SEABRA, 2014) Um meio terapêutico que consiste na limpeza e aplicação de uma cobertura estéril em uma ferida, quando necessário, com a finalidade de promover a rápida cicatrização e prevenir a contaminação ou infecção (GOMES et. al., 2005)

Os curativos são classificados de acordo com o tamanho da ferida:

Curativo pequeno: curativo realizado em ferida pequena: aproximadamente 16 cm². (ex: cateteres venosos e arteriais, cicatrização de coto umbilical, fístulas anais, flebotomias e/ou subclávia/jugular, hemorroidectomia, pequenas incisões, traqueotomia. Cateter de diálise e intermitente).

Curativo Médio: curativo realizado em ferida média, variando de 16,5 a 36 cm². (ex: Cesáreas infectadas, incisões de dreno, lesões cutâneas, abscessos drenados, escaras infectadas, outros especificar).

Curativo grande: curativo realizado em ferida grande, variando de 36,5 a 80 cm². (ex: Incisões contaminadas, grandes cirurgias – incisões extensas (cirurgia torácica, cardíaca), queimaduras (área e grau), toracotomia com drenagem, úlceras infectadas, outros especificar) (SEABRA, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A jaca foi obtida no comércio local em Campina Grande – PB. Os caroços foram retirados e previamente selecionados quanto à ausência de injúrias mecânicas e patológicas. O extrato de amora foi adquirido através de compra em site confiável. Todos os reagentes empregados apresentam pureza analítica (PA). O experimento foi conduzido no laboratório de avaliação e desenvolvimento de biomateriais (CERTBIO), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande- PB, Brasil.

3.1 Extração do Amido do Caroço de Jaca

Durante a extração do amido de jaca os caroços de jaca foram lavados, descascados e triturados em um liquidificador até a obtenção de uma massa densa e uniforme, acrescentando-se água destilada na proporção de 1:4. A massa obtida foi filtrada em sacos confeccionados com organza (abertura da malha próxima a 100 mesh). A suspensão de amido filtrada foi decantada, em ambiente refrigerado a 5 °C por 24 horas. O sobrenadante foi descartado e o amido foi suspenso com água destilada e decantado novamente. Este procedimento de suspensão e decantação foi efetuado até que o produto apresentasse cor e textura características de amido. Após esta etapa o amido foi liofilizado por 48 horas e passado em peneira 200 mesh. A Figura 4 ilustra os caroços de jaca após a lavagem, a Figura 5 ilustra o amido do caroço de jaca e a Figura 5 ilustra o fluxograma da extração do amido.

Figura 4: Caroços de jaca

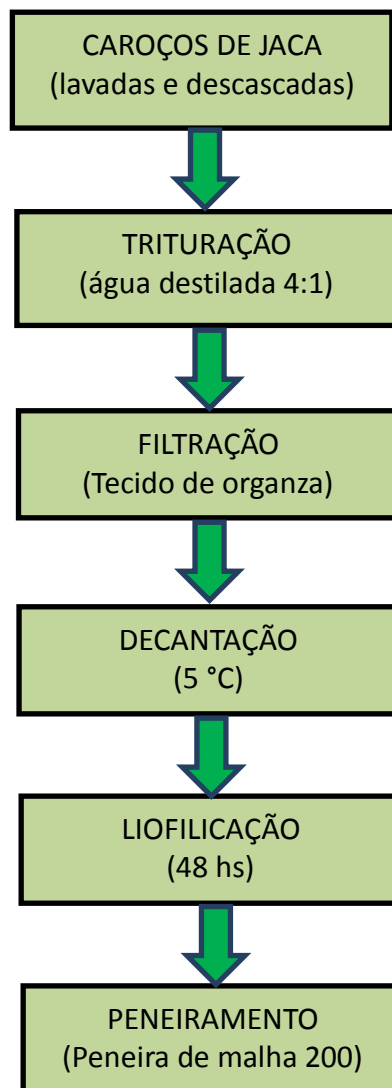


Figura 5: Amido de jaca



Fonte: Própria

Figura 6: Fluxograma da extração do amido do caroço de jaca

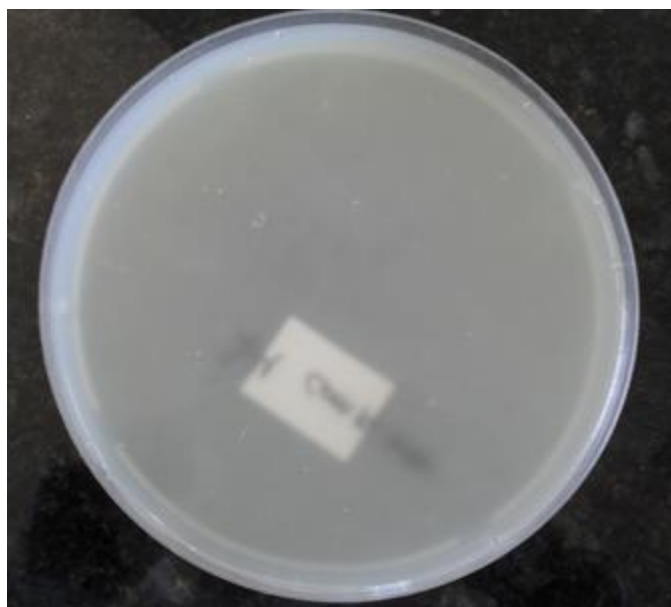


Fonte: Própria

3.2 Obtenção dos Filmes do Amido do Caroço de Jaca com Extrato de Amora

As soluções filmogênicas foram elaboradas misturando 7,50 g de amido de jaca em 250 mL de água, o que corresponde a 3% de amido em relação à água, glicerol na concentração de 30% por 7,50 g de amido, e 10% de extrato de amora por 7,5 g de amido. Esta mistura foi levada ao aquecedor elétrico à 90°C por 30 min sob agitação constante, até que a gelatinização se completasse. A solução filmogênica em volume de 40 g foi transferida para placas de acrílico de 15 cm de diâmetro e levadas a secagem em temperatura ambiente por 24 horas. A figura 7 ilustra o biofilme de amido de jaca com extrato de amora.

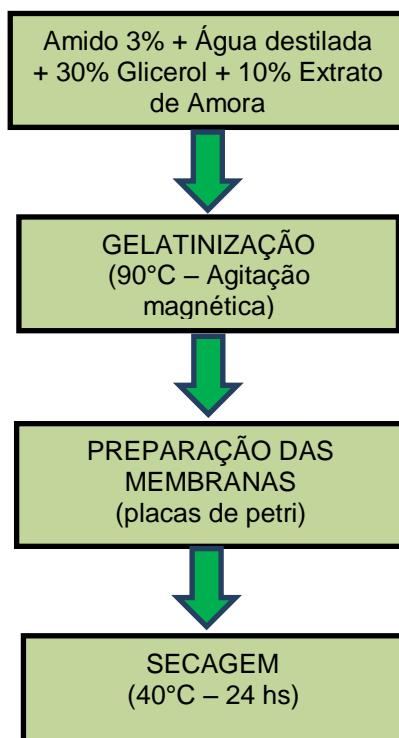
Figura 7: Biofilme de amido de jaca com extrato de amora



Fonte: Própria

A Figura 8 ilustra o fluxograma da obtenção dos biofilmes do amido do caroço de jaca com extrato de amora.

Figura 8: Obtenção dos biofilmes do amido do caroço de jaca com extrato de amora



3.3 Caracterização do Amido

O amido foi caracterizado através o teor de umidade e cinzas, Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV, Difração de Raio - X – DRX e Espectroscopia na Região de Infravermelho com Transformada de Fourier - FTIR.

3.3.1 Teor de Umidade

O teor de umidade foi determinado por gravimetria em estufa a 105° C até peso constante, de acordo com as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2004).

3.3.2 Teor de Cinzas

O teor de cinzas foi determinado pelo método gravimétrico em mufla a 550° C até peso constante, segundo normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2004).

3.3.3 Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV

Para a realização das análises de microscopia eletrônica de varredura foi utilizado microscópio eletrônico de varredura de bancada, modelo TM-1000, marca Hitachi, com aumento de 10000x, profundidade de foco de 1 mm, resolução de 30 nm, 15 KV, baixo vácuo e pressão variada (1 a 270 Pa), sem recobrimento metálico, mesmo em amostras não condutoras.

3.3.4 Difração de Raios X – DRX

Para determinação do grau de cristalinidade do amido. As análises de difração de raios X foram conduzidas a temperatura ambiente em aparelho XRD-7000 Shimadzu, utilizando radiação Ka do cobre (1,5418 Å), tensão de 40kV e corrente 30 mA. O amido foi examinado em um intervalo de 2º entre 10,0 e 70,0 graus a uma velocidade de 2º/min.

3.3.5 Espectroscopia na Região de Infravermelho com Transformada de Fourier – FTIR

As análises utilizando a técnica de espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) dos filmes foram realizadas em um equipamento Spectrum 400 da Perkin Elmer. A técnica FTIR foi usada para identificar as bandas características dos grupos funcionais presentes nas matérias primas utilizadas nesta pesquisa, utilizando a faixa de varredura de 4000 a 650 cm⁻¹.

3.4 Caracterização dos Biofilmes

Os biofilmes foram caracterizados através da espessura, Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Difração de Raio-X e Espectroscopia na

Região de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), Intumescimento, Tração e Citotoxicidade.

3.4.1 Espessura

A espessura dos filmes foi obtida em um micrômetro digital Mututoyo ($\pm 0,001$ mm) em 10 pontos diferentes, calculando-se a média das leituras.

3.4.2 Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV

Para a realização das análises de microscopia eletrônica de varredura foi utilizado o mesmo equipamento utilizado para a caracterização do amido.

3.4.3 Espectroscopia na Região de Infravermelho com Transformada de Fourier – FTIR

As análises utilizando a técnica de espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) dos filmes foram realizadas no mesmo equipamento utilizado para a caracterização do amido.

3.4.4 Intumescimento

Para o ensaio de intumescimento os filmes foram cortados em pedaços de 2 x 2 cm, que foram secos em estufa a 60° C por 2 horas e pesados. Em seguida os filmes foram imersos em 50 mL de solução tampão fosfato (pH 7,4) e em água destilada (pH 5,0) em intervalos variados por 3 horas. Após cada intervalo os filmes foram secos em papel absorvente e pesados, obtendo-se o peso úmido P_u . O cálculo de intumescimento foi feito em triplicata através da Equação 1.

$$I_{(\%)} = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100$$

Equação (1)

3.4.5 Resistência à Tração

Para o ensaio de resistência a tração as amostras dos filmes foram cortadas (30 mm de comprimento e 5 mm de largura) e ajustadas às garras do equipamento. A distância entre as garras foi de 50 mm e a velocidade de tração 8,5 mm/s.

3.4.6 Citotoxicidade

O ensaio de citotoxicidade foi realizado de acordo com a norma ABNT NBR ISO 10993-5:2009 - Ensaio Biológico *in vitro* – Citotoxicidade Viabilidade Celular e de acordo com o PT04 - Ensaio de Citotoxicidade - Viabilidade Celular, utilizando 4 amostras e 12 replicatas para cada amostra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Amido

4.1.1 Teor de Umidade

O teor de umidade encontrado no amido de jaca foi de 9,12%, inferior aos 15% estabelecido pela legislação em vigor (Brasil, 1978) para farinhas vegetais.

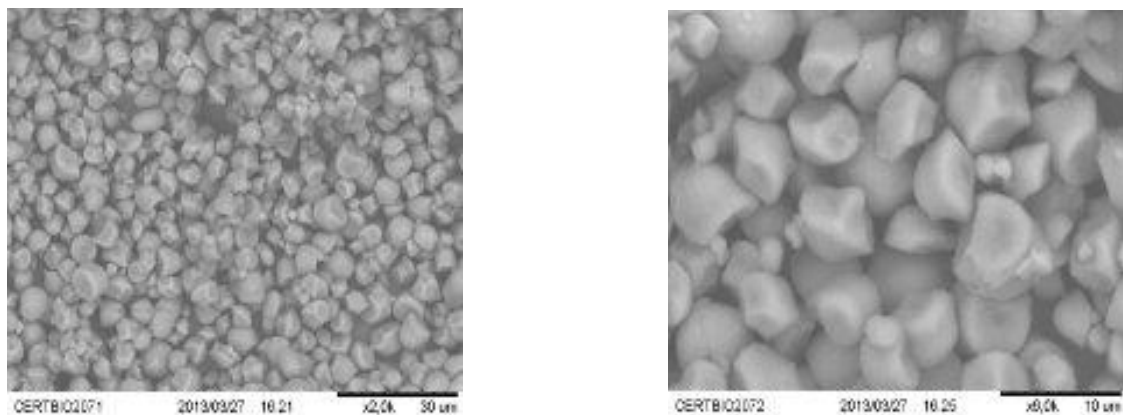
4.1.2 Teor de Cinzas

O amido apresentou um teor de 0,34%, abaixo do teor máximo de 4% permitido para a farinha de vegetais pela legislação brasileira.

4.1.3 Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV

A Figura 9 ilustra a micrografia dos grânulos de amido de jaca com aumento de 1000x.

Figura 9: Micrografia dos grânulos de amido de jaca

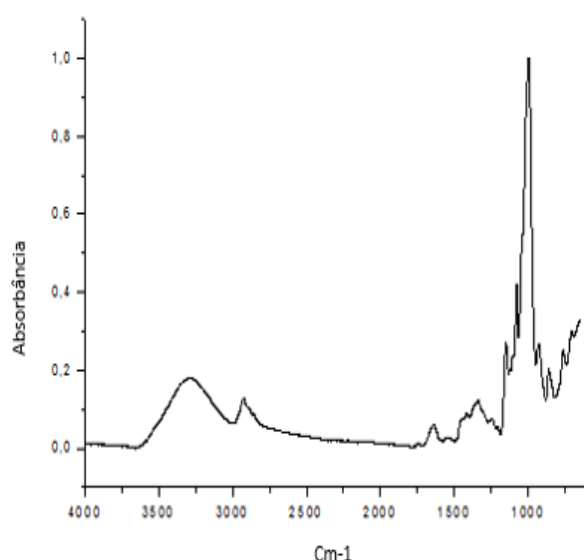


A microscopia eletrônica de varredura (MEV) permitiu analisar a morfologia dos grânulos de amido de jaca. Os grânulos de amido do caroço da jaca apresentaram formato arredondado, na forma de sino e alguns irregulares apresentando cortes na sua superfície que são característicos deste amido.

4.1.4 Espectroscopia na Região de Infravermelho com Transformada de Fourier - FTIR

A Figura 10 ilustra o gráfico de FTIR.

Figura 10: Demonstração da absorbância do amido em FTIR



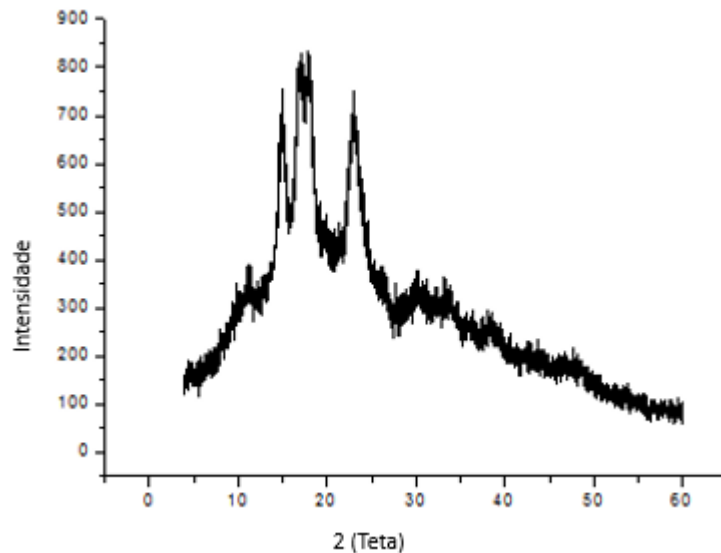
Faixa de varredura (cm ⁻¹)	Grupo funcional
3400 - 3000	OH
2926 - 2897	C - H
1400 - 1460	C - C e C - O - H
1458, 1242 e 860	CH ₂
1340 e 1024	C-OH

A Figura 10 mostra o espectro de FTIR as bandas referentes à deformações moleculares existentes nas moléculas de amido a 3400 e 1650 cm⁻¹, atribuídas ao estiramento e a deformação angular de ligações – OH. Além dessas bandas o FTIR representou bandas de absorção a aproximadamente 2926 cm⁻¹ e 2897 cm⁻¹ que indicam estiramento C-H. As Bandas de absorção em 1648 cm⁻¹ e 1400 - 1460 cm⁻¹ correspondem à água ligada e C-C e C-O-H, respectivamente. A posição da banda relativa à água é dependente da cristalinidade do polissacarídeo. As absorções em 1340 cm⁻¹ e 1024 cm⁻¹ tem sido relacionadas a deformações de grupos C-OH. Os modos relacionados a deformações CCH foram identificados em torno de 1418 cm⁻¹, 1205 cm⁻¹ e 1080 cm⁻¹, enquanto que estiramentos C-O e C-C correspondem a bandas em 1153 cm⁻¹, 1107 cm⁻¹ e 933 cm⁻¹.

4.1.5 Difração de Raio-X – DRX

A Figura 11 ilustra o gráfico do grau de cristalinidade do amido de jaca.

Figura 11: Grau de cristalinidade do amido de jaca



A análise por técnica de difração de raios X permite distinguir os três tipos de cristalinidade para os grânulos que, dependendo de sua forma e estrutura cristalina, denominam-se A, B e C. Estes padrões de cristalinidade dependem, em parte, do comprimento das cadeias de amilopectina, da densidade de empacotamento dentro dos grânulos, bem como da presença de água. Amidos com cristalinidade do tipo A apresentam picos de intensidade nos ângulos de difração 2θ em aproximadamente $15,3^\circ$; $17,1^\circ$; $18,2^\circ$ e $23,5^\circ$; tipo B em aproximadamente $5,6^\circ$, $14,4^\circ$; $17,2^\circ$; $22,2^\circ$ e 24° ; tipo C em aproximadamente $5,6^\circ$, $15,3^\circ$; $17,3^\circ$ e $23,5^\circ$. Há ainda, um quarto tipo de cristalinidade, o tipo V, formado pela cristalização da amilose com lipídios, que apresenta picos de intensidade nos ângulos de difração 2θ em aproximadamente $12,6^\circ$, $13,2^\circ$, $19,4^\circ$ e $20,6^\circ$ (LIMA et al, 2012) . O amido de jaca apresentou difratograma de raio x com picos em 2θ referentes ao padrão de cristalinidade do tipo A com intensidades de $15,2$, $17,0$ e $18,6$ e $23,3$.

4.2 Biofilmes

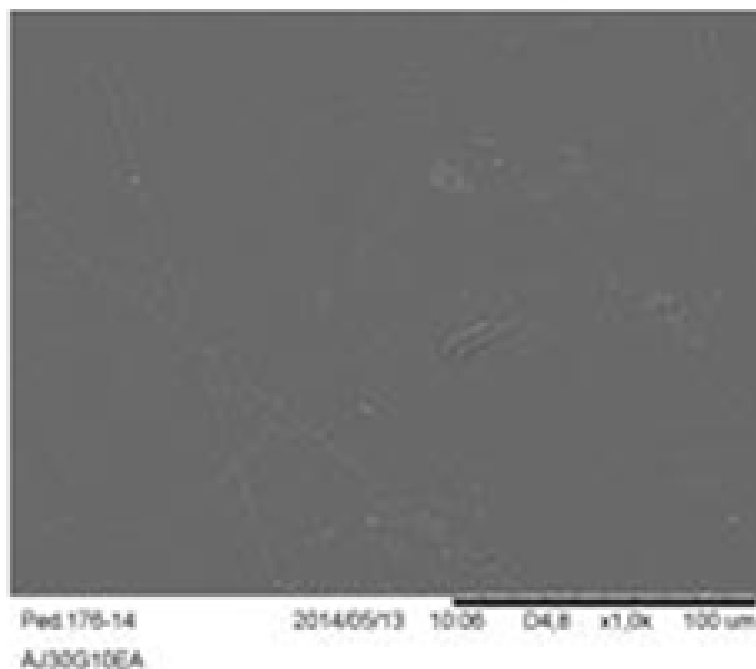
4.2.1 Espessura

As espessuras dos filmes de jaca com extrato de amora variaram de 0,064 a 0,087 mm. Estão dentro da faixa encontrada na literatura para filmes de amido. Filmes com essa faixa podem ser usados em curativos (0,05 – 0,1 mm), segundo Mangala et al (2003).

4.2.2 Microscopia Eletrônica de Varredura

A Figura 12 ilustra a micrografia do biofilme com extrato de amora com aumento de 1000 X.

Figura 12: Micrografia do biofilme com extrato de amora

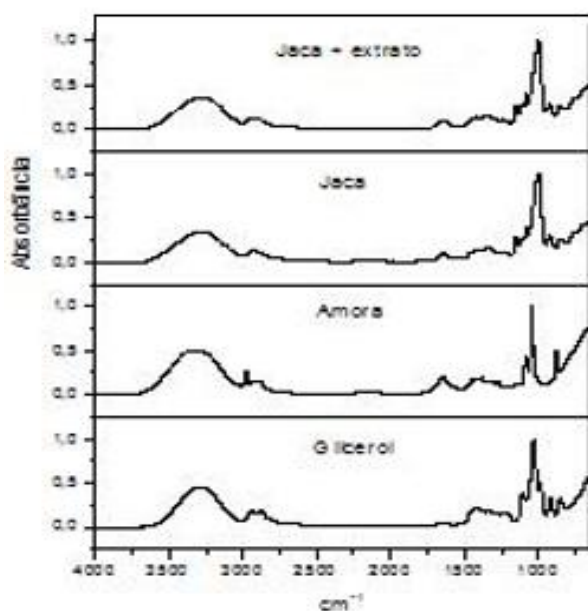


Pode-se observar formação de superfícies regulares com poucos grânulos não dissolvidos. O filme apresentou algumas fissuras na superfície.

4.2.3 Espectroscopia na Região de Infravermelho com Transformada de Fourier – FTIR

A Figura 13 ilustra os Espectros de FTIR para o glicerol, o extrato de amora e os filmes de amido de jaca com e sem extrato.

Figura 13: Espectros de FTIR para o glicerol, o extrato de amora e os filmes de amido de jaca com e sem extrato.



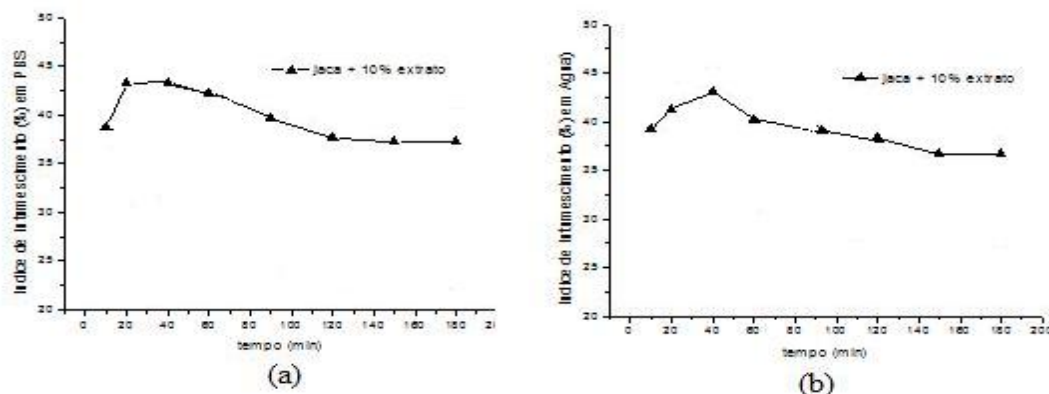
Faixa de varredura (cm ⁻¹)	Grupo funcional
3400 - 3000	OH
2926 - 2897	C - H
1400 - 1460	C - C e C - O - H
1458, 1242 e 860	CH ₂
1340 e 1024	C-OH

O espectro de FTIR dos filmes de amido de jaca com e sem extrato de amora, do glicerol, amora e amido de jaca representaram bandas de 3000 a 3500 cm⁻¹ correspondente à absorção dos grupos hidroxila do amido. Bandas de absorção a aproximadamente 2926 cm⁻¹ e 2897 cm⁻¹ indicam estiramento C-H. As Bandas de absorção em 1648 cm⁻¹ e 1400-1460 cm⁻¹ correspondem à água ligada em C-C e C-O-H, respectivamente. Bandas localizadas a aproximadamente 1458 cm⁻¹, 1242 cm⁻¹ e 860 cm⁻¹ são designadas como vibrações associadas com grupos CH₂. As absorções em 1340 cm⁻¹ e 1024 cm⁻¹ tem sido relacionadas a deformações de grupos C-OH. Os modos relacionados a deformações C-CH foram identificados em torno de 1418 cm⁻¹, 1205 cm⁻¹ e 1080 cm⁻¹, enquanto que estiramentos C-O e C-C correspondem a bandas em 1153 cm⁻¹, 1107 cm⁻¹ e 933 cm⁻¹. (PELISSARI, 2009). O espectro demonstrou que todos os componentes do biofilme, isto é, amido de jaca, glicerol e amora interagiram positivamente para este contexto.

4.2.4 Intumescimento

A Figura 14 demonstra o gráfico do grau de intumescimento dos biofilmes em solução tampão – PBS e água.

Figura 14: Gráfico do grau de intumescimento dos biofilmes em solução tampão – PBS (a) e água (b)



A análise de intumescimento dos filmes demonstrou um aumento contínuo do inchamento até um limite máximo, com posterior diminuição decorrente da saturação e liberação de componentes hidrossolúveis dos filmes para o meio, sugerindo que a membrana estabilizou a absorção de solução após duas horas e não apresentou degradação, ou perda de massa para a solução, até o final do ensaio.

Observa-se também que os filmes apresentaram comportamento semelhante em água e tampão fosfato. Verifica-se na Figura 14 que a presença do extrato facilita a entrada de água e de tampão fosfato, levando dessa maneira a um maior grau de intumescimento. Um maior índice de intumescimento é benéfico para a finalidade destes como curativos, podendo absorver maiores quantidades de líquidos provenientes de ferimentos ou excreções cutâneas (Tang et al., 2003).

4.2.5 Tração

O Quadro 1 apresenta os resultados dos testes de tração obtidos para os filmes de jaca com e sem extrato de amora.

Quadro 1: Testes de tração do biofilme de amido de jaca com e sem extrato de amora

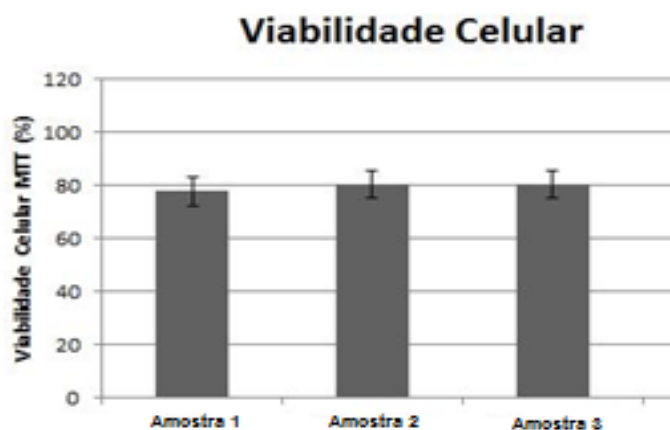
Amostra	Resistência à tração (Mpa)	Alongamento na ruptura (%)
Biofilme sem extrato	6,57 ± 0,52	41,97 ± 1,12
Biofilme com extrato	6,60 ± 0,63	38,10 ± 0,85

A partir do Quadro 1 verifica-se que a presença do extrato de amora aumentou a resistência e a elasticidade em relação ao biofilme sem extrato.

4.2.6 Citotoxicidade

A Figura 15 apresenta o percentual de Citotoxicidade dos filmes de amido de jaca com extrato de amora. De acordo com a norma ABNT NBR ISO 10993-5:2009 a viabilidade celular deve ser $\geq 70\%$ em comparação com o grupo controle.

Figura 15: Percentual de Citotoxicidade dos biofilmes de amido de jaca com extrato de amora



Os resultados observados na Figura 15 confirmam que as amostras analisadas apresentaram-se em conformidade com a norma utilizada. Isto demonstra a possibilidade de aplicação como biomaterial.

5 CONCLUSÃO

- O amido apresentou um teor de umidade e cinzas compatíveis aos estabelecidos pela legislação brasileira.
- As micrografias dos grânulos do amido extraído do caroço de jaca mostrou grânulos na forma de sino, com apresentação de cortes, que são característicos deste tipo de amido.
- O FTIR apresentou picos característicos de amido.
- O amido de jaca apresentou difratograma de raios-X com picos em 2θ referentes ao padrão de cristalinidade do tipo A.
- As espessuras dos filmes de jaca com extrato de amora estão dentro da faixa encontrada na literatura para filmes de amido, podendo ser usados em curativos.
- O FTIR dos biofilmes apresentaram picos característicos do amido e do extrato de amora, comprovando a incorporação do extrato no filme.
- A incorporação do extrato de amora no filme de amido aumentou o grau de intumescimento, sendo benéfico para a utilização em curativos.
- A presença do extrato de amora aumentou a resistência e a elasticidade em relação ao biofilme sem extrato.
- De acordo com os resultados de citotoxicidade os biofilmes de amido com adição de extrato de amora podem ser aplicados como um biomaterial.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. Remédio caseiro: Jaca – benefícios e propriedades, 2014. Disponível em: <http://www.remedio-caseiro.com/jaca-beneficios-e-propriedades/> Acesso em: 03/12/2014.
- ANTUNES, L. E. C. Amora - Preta: Nova Opção de Cultivo no Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 1, 2002.
- ASCHERI, J.L. *Extração e caracterização de amido de Adlay*. Tese (Doutorado). 1987. 118p. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas.
- BOBBIO, F.O.; El-Dash, A.A.; BOBBIO, P.A.; RODRIGUES, R.L. Isolation and characterization of the physicochemical properties of the starch of jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus*). *Cereal Chemistry*, v.55, p.505-511, 1978.
- BROWN; LEMAY e BURSTEN – Química, A ciência central, 9ª edição, capítulo 12, 2005). Disponível em: <http://biomatufrijmaceae.blogspot.com.br/p/definicao.html> Acesso em: 03/12/2014.
- CEREDA, M.P; Bertolini, A.C; Evangelista, R.M. *Uso de amido em substituição às ceras na elaboração de “películas” na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças*. Estabelecimento de curvas de secagem. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 7. Recife, 1992, Anais.... Recife, 1992, p.107.
- Chá & Cia – ervas medicinais. Amora miura – *Morus nigra* L., 2014. Disponível em: <http://www.chaecia.com.br/loja/produto-111058-1104-Amora_miura__morus_nigra_l_100_grg> Acesso em 03/12/2014.
- CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil. Brasília: Ministério da Agricultura, 1984.
- DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.
- El-Dash, A. Molecular structure of glúten and viscoelastic properties of dough: a new concept. In: Brazilian congress of protein. Proceedings..., n.1, 1996, p.511-530.
- ELIASSON, A.C. Starch in food – Structure, function and applications. New York: Boca Raton, CRC, 2004, p. 605.
- FEOLA, G. Curativos a base de água ajudam a cicatrizar feridas. Edição ano 46, n. 69. Disponível em: < <http://www.usp.br/aun/exibir.php?id=5433>> Acesso em 05/12/2014.

FONTAN, G. C. R. Influência do uso de espessantes nas características sensoriais e físico-químicas de bebida láctea com polpa de umbu. Itapetinga – BA: UESB, 2008. 56p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia de Alimentos - Engenharia de Processos de Alimentos).

GOMES, F.V.L.; COSTA, M.R.; MARIANO, L.A.A. Avaliação de tratamento de feridas – manual de curativos. Santa Casa, 3ª revisão, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos - 4ª Edição, São Paulo, 2004.

LIMA, B., N., B; CABRAL, T., B.; ROBERTO, P., C., N.; TAVARES, M., I.,B.; PIERUCCI, A., P., T. *Polímeros – Estudo do amido de farinhas comerciais comestíveis*. Vol. 22, nº 5, São Carlos, 2012.

MAGALHÃES, E. Blog do mel – Quais os benefícios da amora miura, 2013. Disponível em: < <http://bloguedomel.blogspot.com.br/2013/08/quais-os-beneficios-da-amora-miura.html>> Acesso em 03/12/014.

MANGALA, S.L.; Kittur, F.S.; Nishimoto, M.; Sakka, K.; Ohmiya, K. Kitaoka, M.; et al., 2003. Fusione Family VI cellulose binding domains to Bacillus halodurans xylanase increases its catalytic activity and substrate-binding capacity to insoluble...

MORTON, Julia F. Fruits of Warm Climates. Creative Resources Systems, Inc. 1987. pp. 58-63. Disponível em <<http://www.crfg.org/pubs/ff/jackfruit.html>> Acessado em: 03/12/14.

Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA-UNICAMP). Tabela brasileira de composição de alimentos. 2 ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006.

OSSIS, M. Biomateriais: o desenvolvimento de um novo mundo, 2013. Disponível em: < <http://www.ossis.com.br/es/biomateriais-desenvolvimento-novo-mundo/#.VH9i0jHF-AU>> Acesso em: 03/12/2014.

PATEL M, Braden M, Pearson G et al. (2003). Delivery from active species from mucoadhesive polymers. *Journal of dental research*. vol. 82, 528-528.

PELLISSARI, F. M. Produção e caracterização de filmes de amido de mandioca, quitosana e glicerol com incorporação de óleo essencial de orégano. 2009. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

PENNA, A. L. B. Hidrocolóides: usos em alimentos. *Food Ingredients*, São Paulo, vol.3, n.17, p.58-64, 2002.

PERONI, F.H.G. *Características Estruturais e Físico-Químicas de amidos obtidos de diferentes fontes botânicas*. 2003. 135p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto.

Schoch, T.J. Advances, in, carbohydrates, chemistry. v.1, 1945, 247p., Academic Press, New York.

SEABRA, L.; COUTINHO, V. Procedimento operacional padrão de enfermagem - técnica para realização de curativos. Hospital Universitário Pedro Ernesto HUPE, p. 1, 2014. Disponível em: <http://www.hupe.uerj.br/Administracao/AD_coordenacao/AD_Coorden_public/POP%20CDC.%20056.%20006.%20T%C3%89CNICA%20PARA%20REALIZA%C3%87%C3%83O%20DE%20CURATIVOS.pdf> Acesso em: 03/12/2014.

SILVA, P. L. Desenvolvimento de blendas de amido de inhame modificado com quitosana e PVA. Dissertação: Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2010.

TANG, R.; Du, Y.; Fan, L.; Dialdehyde starch-crosslinked chitosan films and their antimicrobial effects. *Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics*, v. 41, p. 993-997, 2003.