

## DESENVOLVIMENTO DE BIOFILMES DE AMIDO DE CAROÇO DE PITOMBA (*Talisia esculenta*) E AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE PARA APLICAÇÃO COMO CURATIVO<sup>1</sup>

Igor Maciel da Costa Fernandes<sup>2</sup>  
Geovana Matias dos Santos<sup>3</sup>  
Oswaldo Oliveira de Araújo Silva<sup>4</sup>  
Edson Tadeu de Souza Silva<sup>5</sup>  
Maria Roberta de Oliveira Pinto<sup>6</sup>

### RESUMO

Devido às propriedades específicas dos biomateriais poliméricos, o desenvolvimento destes com enfoque na medicina regenerativa tem demonstrado potencial promissor para o tratamento de feridas e lesões da pele, a exemplo da produção de novos tipos de curativos a partir de biopolímeros. Com base nisso, o objetivo deste trabalho foi preparar filmes a base de amido extraído do caroço de pitomba (*Talisia esculenta*) e avaliar a sua viabilidade para aplicação como curativo. A matéria prima utilizada no desenvolvimento deste estudo foi o caroço de pitomba proveniente das feiras livres da cidade de Campina Grande – PB; a Glicerina PA como agente plastificante, obtida da NEON química. O processo de extração resultou em um amido de coloração rósea clara. Os filmes foram elaborados através da mistura do amido com água e glicerol na concentração de 40% e apresentaram transparência, uniformidade, fácil manuseabilidade e espessuras desejáveis para uso como curativos. Depois de produzidos, foram submetidos a análises por Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC), Intumescimento e Ensaio mecânicos de dureza, tração e espessura. Os resultados dos ensaios mecânicos revelaram uma alta dureza, entretanto, uma boa tensão de ruptura. A curva do DSC dos filmes de amido, apresentou uma excelente resistência térmica. A análise de intumescimento dos biofilmes em água e em PBS, demonstrou uma boa taxa de absorção em ambas as soluções. No mais, os filmes apresentaram propriedades promissoras para aplicações como biomateriais na medicina regenerativa, entretanto, é necessária uma correção na dureza para que se adéquem à todas as características desejáveis em um curativo.

**Palavras-chave:** Biomateriais, Polímeros naturais, Amido, Pitomba.

---

<sup>1</sup> Resultado de projeto de pesquisa;

<sup>2</sup> Graduando do Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, higormcf@outlook.com;

<sup>3</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, geovannamathias18@gmail.com;

<sup>4</sup> Graduando do Curso de Licenciatura em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, osvaldo.dinho20@gmail.com;

<sup>5</sup> Graduando do Curso de Licenciatura em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, edsontadeusouzasilva@gmail.com;

<sup>6</sup> Professora orientadora: Doutora, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, roberta1\_oliveira@hotmail.com.

## 1. INTRODUÇÃO

A lesão, termo caracterizado por uma ação anômala no tecido biológico, quando causada por queimadura, é altamente suscetível à infecção, isto devido ao comprometimento da integridade da pele causando redução da imunidade (SOHRABI et al., 2016).

Atualmente, apesar da vasta diversidade de curativos existentes com propriedades e usos variados, existe dificuldade em encontrar uma combinação curativo/ferida ideal para uma lesão em particular (YOUNG, 2015).

Entre as diversas aplicações dos biopolímeros, a medicina regenerativa vem ganhando enfoque especial nas pesquisas, principalmente quanto ao tratamento de feridas, visando desenvolver materiais alternativos com baixa toxicidade e que apresentem eficiência no reparo de tecidos (SOUZA, 2018). Entre os principais biopolímeros encontra-se o amido, um polímero natural, biodegradável, biocompatível, presente nas folhas, sementes, raízes, caules e frutos, formados por dois tipos de glicose, a amilose e a amilopectina.

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 (BARRETO, 2014).

Os principais tipos de curativos utilizados como biomateriais são: filmes, espumas, hidrocoloides, alginatos e hidrogéis que devem conter transparência, flexibilidade, durabilidade, resistência mecânica, permeabilidade ao vapor d'água e ao oxigênio, impermeabilidade aos microrganismos e espessura fina (FRANCO, 2014).

Nesse sentido, biofilmes de amido apresentam grande potencial e baixo custo de produção, demonstrando-se como uma alternativa potencial para substituir insumos usualmente empregados na fabricação de novos materiais para aplicações biomédicas.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 MATERIAS

A matéria prima utilizada no desenvolvimento deste trabalho foi o caroço de pitomba (*Talisia esculenta.*) proveniente das feiras livres da cidade Campina Grande – PB e a Glicerina PA como agente plastificante, obtida da NEON química.

## 2.2 MÉTODOS

### 2.2.1 EXTRAÇÃO DO AMIDO DO CAROÇO DA PITOMBA (*TALISIA ESCULENTA*)

Os caroços da pitomba 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 suspenso com água destilada foi novamente decantado. 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.

### 2.2.2 CONFEÇÃO E RETICULAÇÃO DOS FILMES DE AMIDO

Os filmes foram elaborados misturando 10,0 g de amido em 250 mL de água e 4,0g de glicerol na concentração de 40% (em relação a massa de amido). Esta mistura foi levada ao aquecedor sob agitação constante e após atingir 90°C permaneceu por mais 10 minutos nessa faixa de temperatura até que a gelatinização se completasse. A adição de glicerol teve por objetivo melhorar as propriedades mecânicas dos filmes, característica importante em dispositivos destinados ao uso como curativos.

No término do processo térmico, a solução filmogênica foi resfriada à temperatura ambiente e verificado o seu pH, estando na faixa aceitável de 4,54. Seguidamente, em volume de 40 mL, a solução foi transferida para placas de acrílico de 15 cm de diâmetro e levadas a secagem em temperatura ambiente.

### 2.2.3 CARACTERIZAÇÃO DOS FILMES

#### 2.2.3.1 Espessura

A espessura dos filmes foi obtida em um micrômetro digital MITUTOYO ( $\pm 0,001$  mm) realizando-se dez medições em pontos distintos do filme. A espessura final foi calculada pela média de todas as medições.

#### 2.2.3.2 Ensaio Mecânico

As propriedades mecânicas dos filmes poliméricos foram avaliadas por teste de tração em uma máquina universal de ensaios Instron (Série 3366), com célula de carga de 25 kg, segundo metodologia descrita pela ASTM (2010).

A dureza dos filmes foi obtida, por meio de um durômetro do tipo PRECISION INSTRUMENT SHORE A com variação de 0 – 100 HA e precisão de 0,5 HA, em 10 pontos diferentes, calculando-se a média das leituras.

#### 2.2.3.3 Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC)

A análise por DSC foi utilizada para identificar as fases de transição térmica das membranas. Foi utilizado um equipamento DSC TA modelo Q20, com uma faixa de temperatura de 30 a 400°C com razão de aquecimento de 10°C/min, em atmosfera de nitrogênio, com fluxo de 50 mL/min. Onde as entalpias de fusão das amostras são obtidas a partir do cálculo da área dos picos obtidos diretamente no gráfico. Para tanto, foi utilizada uma massa de 2,00 ± 0,05 mg acondicionada em cadinho de alumínio.

#### 2.2.3.4 Intumescimento

Para o ensaio de intumescimento os filmes foram cortados em pedaços de 2 x 2 cm, secos em estufa a 60°C por 2 horas e pesados. Em seguida os filmes foram imersos em 30 mL de solução tampão fosfato (pH 7,4) e em água destilada, durante intervalos variados, até a saturação. 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.

$$I_{(\%)} = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100 \quad \text{Equação (1)}$$

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 UTILIZAÇÃO DE BIOMATERIAS COMO CURATIVOS

Para desempenharem a função de recobrimento de feridas, os biomateriais devem proteger a lesão contra a perda de fluidos e proteínas, prevenir a invasão de bactérias, melhorar e estimular o processo de cicatrização, promover adequadas trocas gasosas e

térmicas com o ambiente externo e acima de tudo ser biocompatível e atóxico (ALMEIDA, 2017).

Alguns polímeros despertam o interesse da área médica, devido a possibilidade de usá-los na produção de materiais biocompatíveis, a exemplo de filmes poliméricos para aplicação como curativos. Filmes são folhas finas auto-adesivas que possuem transparência e são permeáveis a gases e vapor d'água, mas impermeáveis às bactérias (POWERS; MORTON; PHILLIPS, 2013). Como vantagens, os filmes permitem a visualização da ferida e flexibilidade para usar como curativo primário ou secundário.

### **3.2 VIABILIDADE DOS BIOPOLÍMEROS PARA A ENGENHARIA DE TECIDOS**

A engenharia de tecidos é uma área multidisciplinar, que visa desenvolver materiais substitutos para os tecidos vivos, que possam restaurar e manter ou melhorar a função de tecidos danificados, oferecendo a possibilidade de reparação (HUTMANCHER, 2000).

Muitos biopolímeros estão sendo aplicados como materiais para a engenharia de tecidos. Entre eles estão alguns polímeros sintéticos e os polímeros naturais como o alginato, a gelatina, o colágeno, o amido, a quitosana, entre outros.

Os polímeros naturais são de particular interesse, dado que, sendo componentes naturais de seres vivos, apresentam semelhança química e biológica aos tecidos naturais, garantindo maiores chances de compatibilidade (FERNANDES, 2009).

### **3.3 O MERCADO DE BIOMATERIAIS**

Os Biomateriais atualmente compreendem uma faixa representativa dos produtos utilizados na área da saúde. São estimados cerca de 300 mil há cerca de 15 anos, podendo ser citados materiais implantáveis (suturas, placas, telas) órgãos artificiais, dispositivos para liberação controlada de medicamentos (filmes, hidrogéis, partículas), dentre muitos outros (PIRES et al., 2015).

Em 2008, o mercado global de biomateriais movimentou US\$ 25.6 bilhões mundialmente, tendo a seguinte distribuição: 43% nos USA, 33% na Europa, 3% na Ásia (Pacífico), 2% no Brasil e 19% no restante do mundo. Em 2012, o mercado alcançou a marca de US\$ 44 bilhões (PIRES et al., 2015).

Com um avanço econômico significativo, o mercado de biomateriais incentiva o desenvolvimento de novas tecnologias que utilizem recursos naturais regionais na produção de novos materiais, demonstrando-se como uma boa oportunidade para reutilização de matérias-primas que são atualmente descartadas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 AMIDO

O amido extraído dos caroços de pitomba (Figura 1) apresentou coloração rósea clara, obtida devido à espécie do caroço utilizado, o que o difere da coloração típica da maioria dos amidos comerciais.

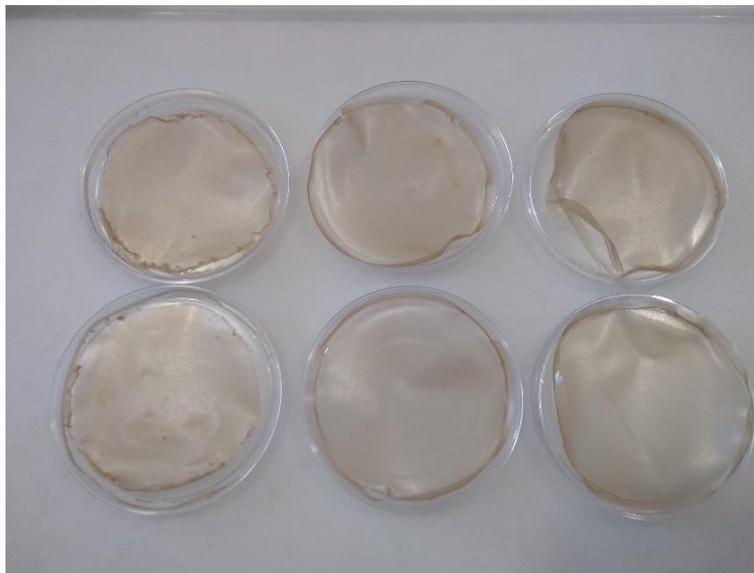
**Figura 1** – Amido extraído do caroço de jaca.



Fonte: Própria

A partir do amido extraído foi preparada a solução para a confecção dos filmes poliméricos (membranas). A Figura 2 ilustra o filme polimérico obtido após a secagem da solução. Os filmes produzidos apresentaram coloração próxima ao marrom, como também, transparência, uniformidade e fácil manuseabilidade. Não foi observada a formação de bolhas, rachaduras e presença de material insolúvel na sua superfície.

**Figura 2** – Filme de amido sem reticulação.



Fonte: Própria

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS FILMES

### 4.2.1 Espessura

Apesar do processo de formação ser o *casting*, que é de difícil controle, os filmes confeccionados apresentaram espessuras adequadas de  $0,135 \pm 0,008$  mm e homogeneidade ao longo de sua extensão, uma vez que filmes poliméricos com espessuras superiores a 1,5 mm podem afetar a transparência dos mesmos, o que não seria adequado para aplicações biomédicas. Liu, Kerry e Kerry (2005), em seus estudos com a espessura de filmes de amido de ervilha obtidos por extrusão, apontaram valores mais elevados (0,327 a 0,422 mm) do que estes obtidos por *casting*.

De acordo com Ma et al. (2001), substitutos artificiais da pele são geralmente mais finos do que a derme humana, cuja espessura varia de 0,5 mm a 2 mm, dependendo da idade, sexo e área do corpo. Nessa perspectiva, todos os filmes preparados nesta etapa do estudo possuem potencial para uso como curativos de pele.

### 4.2.2 Ensaios mecânicos

Por possuírem estrutura adequada, os filmes de amido foram submetidos aos ensaios mecânicos e os resultados constam na Tabela 1.

**Tabela 1** – Propriedades mecânicas dos filmes de amido de pitomba sem reticulação.

Amostra	Dureza (Shore A)	Tensão de Ruptura (Mpa)	Alongamento (%)	Módulo de Young (Mpa)
Membrana sem reticulação	87,2 ± 4,7	6,08 ± 1,48	37,36 ± 4,38	186,43 ± 75,47

Fonte: Própria

Os filmes de amido de pitomba apresentaram uma alta dureza, fator que diminui a elasticidade e flexibilidade, sendo pouco pegajosos.

A tensão de ruptura (Mpa) apresentou um bom resultado ( $6,08 \pm 1,48$ ) e está ligado a quantidade de glicerol utilizada na produção dos filmes (40% de glicerol para 10g de amido). Esse resultado se aproximou do obtido por Barreto (2014), onde produziu biofilmes de amido de jaca com extrato de amora na proporção de 30% de glicerol para 7,5g de amido, e obteve as tensões de ruptura (Mpa) de  $6,57 \pm 0,52$  e  $6,60 \pm 0,63$  para os filmes sem e com o extrato, respectivamente. Esse comportamento pode estar associado à estrutura molecular do glicerol, uma vez que este possui uma cadeia pequena e isto facilitaria sua inserção na rede polimérica (CUQ et al., 1997).

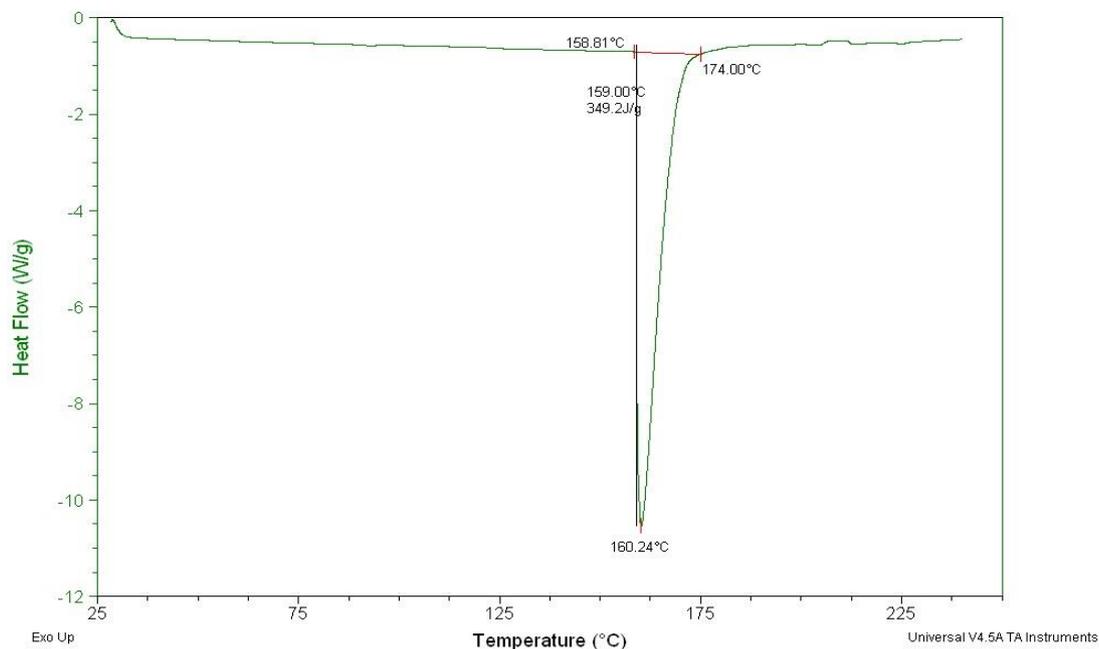
A elevada rigidez do filme é indicada pelo módulo de Young (Mpa), onde, quanto maior o valor do módulo, maior será a rigidez, corroborando com o resultado da dureza. De acordo com Dias (2008), filmes com menor quantidade de plastificante são mais rígidos, pois o efeito plastificante é menor.

#### 4.2.3 Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC)

A curva do DSC obtida para o filme de amido (Figura 3) apresentou um pico endotérmico originado pela variação de entalpia. De acordo com os resultados da análise, o filme demonstrou uma temperatura de fusão de  $160,2^{\circ}\text{C}$ , resistência térmica superior ao valor alcançado por Souza (2018) em seu estudo sobre os efeitos da reticulação com genipina em membranas de quitosana/colágeno para uso como biomaterial, onde obteve uma temperatura de fusão, no pico endotérmico, de  $131,1^{\circ}\text{C}$  para sua membrana de quitosana/colágeno.

O resultado obtido pelo filme de amido de pitomba se demonstrou satisfatórios sob a perspectiva de características térmicas desejáveis em biomateriais destinados à área médica, pois, temperatura de fusão elevada aumentam as possibilidades de esterilização desses materiais para meios que utilizam alta temperatura, como a autoclavagem, sem que haja o comprometimento da sua estrutura polimérica (SOUZA, 2018).

**Figura 3** – Termograma de DSC para filme de amido de pitomba.

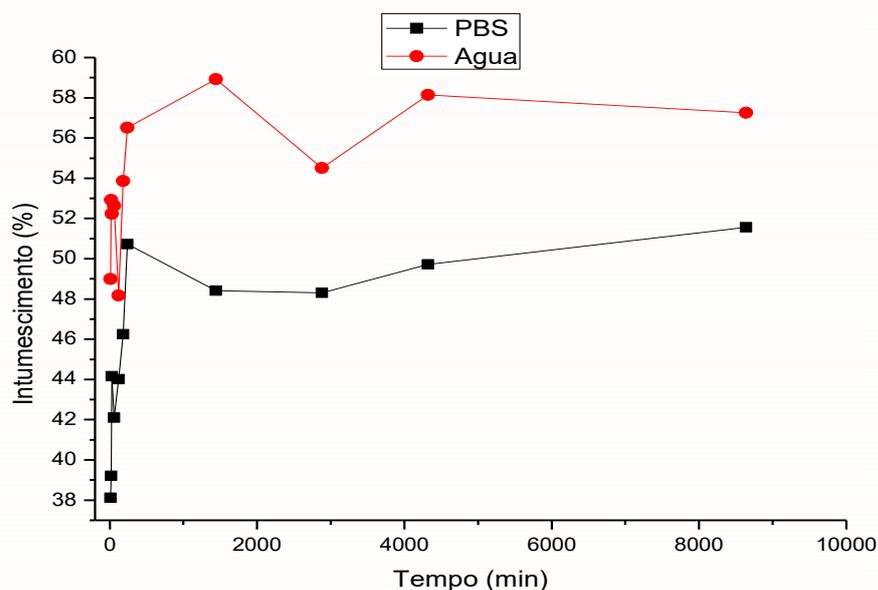


Fonte: Própria

#### 4.2.4 Intumescimento

A Figura 4 demonstra os resultados obtidos do intumescimento dos filmes de amido em água destilada e em solução tampão fosfato (PBS).

**Figura 4** – Gráfico do grau de intumescimento dos filmes de amido de pitomba.



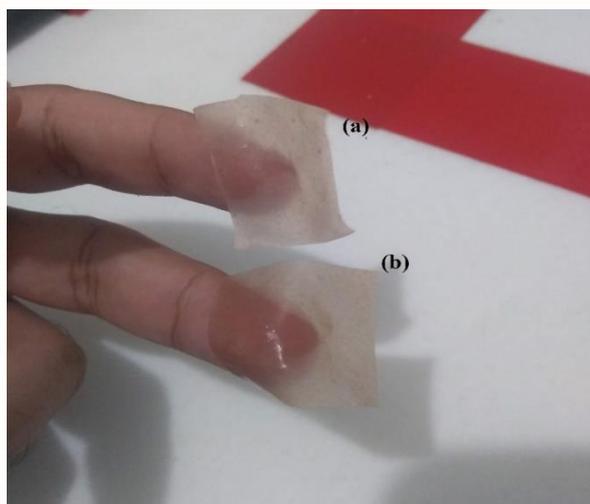
Fonte: Própria

A variação na absorção dos filmes não seguiu um padrão, apresentando variações no decorrer do tempo. Na água, o filme atingiu a máxima absorção de 59%, após 24h de análise, enquanto no PBS, atingiu o valor máximo em torno de 51%, apenas 4h após o início da análise, voltando a atingir a marca no final do experimento.

Pode-se observar que houve um maior grau de absorção nos filmes sujeitos ao intumescimento em água. Um maior índice de intumescimento é benéfico, podendo absorver maiores quantidades de líquidos provenientes de ferimentos ou excreções cutâneas (TANG; DU; FAN, 2003).

No final da análise, que durou cerca de 144h, os filmes não apresentaram indícios de degradação em suas estruturas tanto em água quanto em PBS, permanecendo sem alterações aparentes (Figura 5).

**Figura 5** – Filmes de amido intumescido em (a) água e em (b) solução tampão fosfato (PBS) após finalização da análise.



Fonte: Própria

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia adota na preparação dos filmes mostrou-se eficiente, não havendo formação de bolhas, rachaduras e presença de material insolúvel em suas superfícies, como também, apresentou uniformidade, transparência, fácil manuseabilidade e espessuras adequadas para aplicações biomédicas, resultado satisfatório tendo em vista o difícil controle do processo de formação *casting*.

Apesar da boa tensão de ruptura (Mpa) alcançada, os ensaios mecânicos apontaram elevado módulo de Young (Mpa), o que corroborou com a alta dureza constatada, o que faz com que os filmes não tenham índices de elasticidade, flexibilidade e pegajosidade desejáveis em curativos.

As curvas do DSC apresentaram excelente resistência térmica, característica desejável em biomateriais destinados à área médica, pois aumentam as possibilidades de esterilização desses materiais.

A análise de intumescimento dos filmes demonstrou um satisfatório índice de absorção, propriedade importante para a sua utilização como curativo, uma vez que poderá absorver exsudato provenientes de ferimentos ou excreções cutâneas, evitando possíveis infecções bacterianas.

No mais, conclui-se que os filmes de amido de pitomba apresentaram características promissoras para aplicações como biomateriais na medicina regenerativa, entretanto, se faz necessário uma correção na dureza e rigidez dos filmes, para que se adéquem a todos os parâmetros esperados em um curativo.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.A. **Membrana de quitosana incorporada com extrato de uva jacquez para tratamento de feridas cutâneas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2017.

ASTM International: **D882-10**. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. Disponível em: < [https://compass.astm.org/EDIT/html\\_annot.cgi?D882](https://compass.astm.org/EDIT/html_annot.cgi?D882)>. Acesso em: 22/07/2019.

BARRETO, G.B.C. **Desenvolvimento e caracterização de biofilmes de amido de jaca com extrato de amora**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

DIAS, A. B. **Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos de amido e de farinha de arroz**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

FERNANDES, L. L. **Produção e caracterização de membranas de quitosana e quitosana com sulfato de condroitina para aplicações biomédicas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

FRANCO, P. B. **Desenvolvimento e caracterização de membranas de quitosana e casca de banana verde para cicatrização de feridas cutâneas**. 2014. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL, Poços de Caldas, 2014.

HUTMANCHER, D. W.; Scaffolds in tissue engineering bone and cartilage. **Biomaterials**, v. 21, n. 24, p. 2529 – 2543, 2000.

LIU, L.; KERRY, J.F.; KERRY, J.P. Section of optimum extrusion technology parameters in the manufacture of edible/biodegradable packaging films derived from food-based polymers. **Helsinki, Journal of Food Agriculture Environment**, v. 3, p. 51-58, 2005.

MA, J.; WANG, H.; HE, B.; CHEN, J. A preliminary in vitro study on the fabrication and tissue engineering applications of a novel chitosan bilayer material as a scaffold of human neonatal dermal fibroblasts. **Biomaterials**, v. 22, p. 331-336, 2001.

PIRES, A. L. R.; BIERHALZ, A. C. K.; MORAES, A. M. Biomateriais: tipos, aplicações e mercado. **Química Nova**, v. 38, n. 7, p. 957-971, 2015.

POWERS, J. G.; MORTON, L. M.; PHILLIPS, T. J. Dressings for chronic wounds. **Dermatologic therapy**, v. 26, n. 3, p. 197-206, 2013.

SOHRABI, S. et al. **Chitosan gel-embedded moxifloxacin niosomes: An efficient antimicrobial hybrid system for burn infection**. *Internacional Journal of Biological Macromolecules*, v. 85, p. 625-33, Apr 2016. ISSN 1879-0003 (Electronic) 0141-8130 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26794314> >. Acesso em: 17/07/2019.

SOUZA, F. R. A. **Efeitos da reticulação com genipina em membranas de quitosana/colágeno para potencial uso como biomaterial**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos) – Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2018.

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.

YOUNG T. Choosing a wound dressing. **Practice Nurse**, v. 27. n. 3, p. 24-29, 2015.