OBTENÇÃO E CARACETERIZAÇÃO DE FILMES DE ALGINATO CONTENDO GEL DE *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) E NANOPARTÍCULAS DE PRATA

Débora Hiromi Yoshizawa (PROVIC/UEPG), Airton Vicente Pereira (Orientador), e-mail: airtovp@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Ciências Farmacêuticas.

Farmácia; Análise e Controle de Medicamentos

Palavras-chave: análises físico-químicas, babosa, prata.

Resumo

O alginato é um polímero natural usado na fabricação de curativos. Além da biocompatibilidade, tem a propriedade de formar um gel na superfície de feridas cutâneas que promove o processo de cicatrização. O alginato permite a obtenção de filmes, onde pode adicionar compostos ativos e extratos vegetais. A *Aloe vera* possui taninos que facilitam a granulação e reduz as feridas. A prata é um conhecido antimicrobiano de amplo espectro com baixa toxicidade para células animais. Foram caracterizadas as técnicas de obtenção, as propriedades físico-químicas e a atividade antimicrobiana de filmes de alginato contendo gel de babosa e nanopartículas de prata. A concentração de $AgNO_3$ para formar as nanopartículas de prata e a reticulação do filme foi de 0,03 a 0,06 mol.L^{-1}, mantendo as características de maleabilidade, resistência e hidratação. Os filmes apresentaram efeito antimicrobiano contra cepas de *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes* comumente encontradas em infecções de pele.

Introdução

A pele é o maior órgão do corpo humano e constitui uma barreira protetora quando íntegra, porém, isso deixa de acontecer quando há lesões cutâneas. Em resposta às lesões, o corpo humano se regenera pela cicatrização que tem como objetivo reconstituir o tecido lesionado (BALBINO; PEREIRA; CURI, 2005).

Biopolímeros como o alginato são uma alternativa adequada para reduzir os gastos de tratamentos, pois possuem baixo custo de produção e são capazes de formar filmes, nos quais podem ser adicionados compostos ativos. Os hidrogéis de alginato são úteis na cura de feridas devido a capacidade do gel de servir como uma matriz para a agregação de plaquetas e eritrócitos (PEREIRA, *et al.,* 2013).

O gel de *Aloe vera,* é um cicatrizante natural, muito utilizado em queimaduras, pois contém taninos que facilitam o processo de granulação e diminuição das feridas (MARTINS, 2010). Outro composto que pode ser adicionado aos biopolímeros de alginato é a prata, atuando como antimicrobiano e tem sido demonstrado que em baixas concentrações, a prata não é tóxica para células humanas (PAL et al., 2007).

Materiais e Métodos

Foram avaliadas 3 concentrações de nitrato de prata (0,1; 0,01 e 0,001 mol L^{-1}) e três proporções de gel de babosa, observando-se a formação de prata reduzida (Ag^0). Avaliou-se também a redução da prata pelo gel de babosa na presença e na ausência de luz.

Utilizou-se $AgNO_3$ como agente reticulante e soluções de alginato de sódio a 1,5% (m/v), glicerina e gel. Depois da secagem em estufa a 40ºC, os filmes foram

submetidos à reticulação externa com $AgNO_3$ (0,1 mol.L^{-1}; 0,01 mol.L^{-1}; 0,001 mol.L^{-1}).

O alginato de sódio foi caracterizado por espectroscopia na região do infravermelho (FTIR) utilizando um espectrofotômetro marca SHIMADZU modelo PRESTIG 21 com varreduras entre 4000 cm-1 a 400 cm-1.

Os ensaios de tração foram realizados com os filmes obtidos diferentes proporções de gel. O teste foi realizado em máquina servo-elétrica SHIMADZU® AG-I com filmes de 13,6 x 25 mm espessura de 25 µm e velocidade do teste de 5 mm min-1.

Foi realizado antibiograma em ágar Mueller-Hinton utilizando-se cepas ATCC de *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes* com discos dos filmes de alginato contendo as nanopartículas de prata.

Resultados e Discussão

As 3 concentrações avaliadas de nitrato de prata, observando-se a formação de prata reduzida (Ag^0) e também avaliação da redução da prata na ausência de luz, mas com adição do gel de babosa, podem ser observados na figura 1. Observou-se que gel de babosa reduz os íons Ag^+ para Ag^0 (pelo escurecimento do meio reacional) e que à exposição à luz acelera a reação.

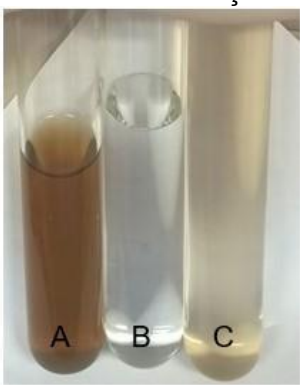


Figura 1 – Redução dos íons prata (A): solução de nitrato de prata e gel de babosa na presença de luz, (b) nitrato de prata e água destilada e (C) nitrato de prata e gel de babosa na ausência de luz.

Avaliou-se a proporção máxima de gel de babosa que poderia ser incorporado na mistura para a obtenção de filmes, com o ensaio de tração e os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de força máxima suportada por filmes contendo gel de *Aloe vera*

Filme	(%) Gel de *Aloe vera*	Força (N)
Branco	-	-
1	5,0	0,23 ± 0,02
2	15,0	0,38 ± 0,02
3	25,0	0,32 ± 0,03
4	35,0	0,23 ± 0,03
5	50,0	0,19 ± 0,00

Os valores expressam a força máxima que cada filme consegue suportar sem sofrer alteração na sua estrutura. Os resultados mostram que acima de 15% (v/v) de gel, a força (N) diminui de maneira inversamente proporcional a quantidade de gel presente no filme.

Para caracterizar quimicamente o filme realizou-se a análise por espectroscopia no infravermelho (FTIR), representados na figura 2. A única diferença está na intensidade das bandas, uma vez que o alginato possui os

mesmos grupos químicos que o polissacarídeo acemanana, principal polissacarídeo do gel de babosa (éster, ácido carboxílico e hidroxila).

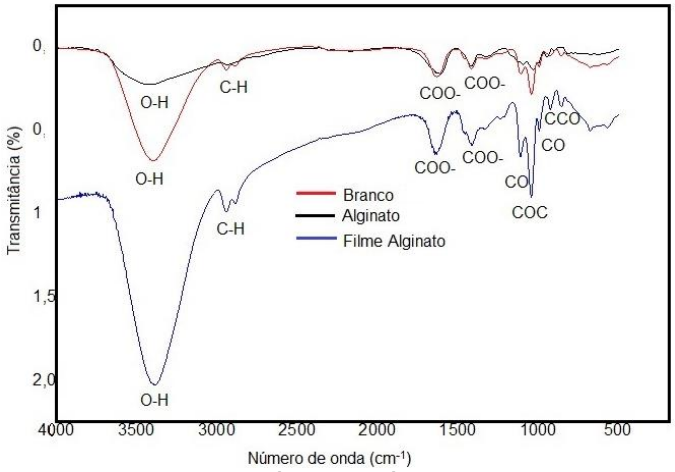


Figura 2 – Espectros FTIR do alginato de sódio (matéria-prima) e dos filmes de alginato com gel e sem gel de *Aloe* vera (branco).

A técnica utilizada para confecção dos filmes foi pela reticulação externa do filme de alginato, obtido por evaporação do solvente. O filme obtido na 1ª etapa contém alginato, glicerina e gel de babosa. Depois de seco, a solução de $AgNO_3$ foi vertida sobre o filme. Observa-se o escurecimento do filme pela formação das nanopartículas de prata. Um experimento modificando-se a técnica de obtenção foi realizado com a solução de alginato contendo glicerina, gel de babosa e, após a secagem, a reticulação foi feita com $AgNO_3$ dissolvido no gel de babosa. O aspecto desses filmes pode ser observado na figura 3. A adição de maior quantidade de gel babosa permitiu aumentar a formação de nanopartículas de prata (imagem C).

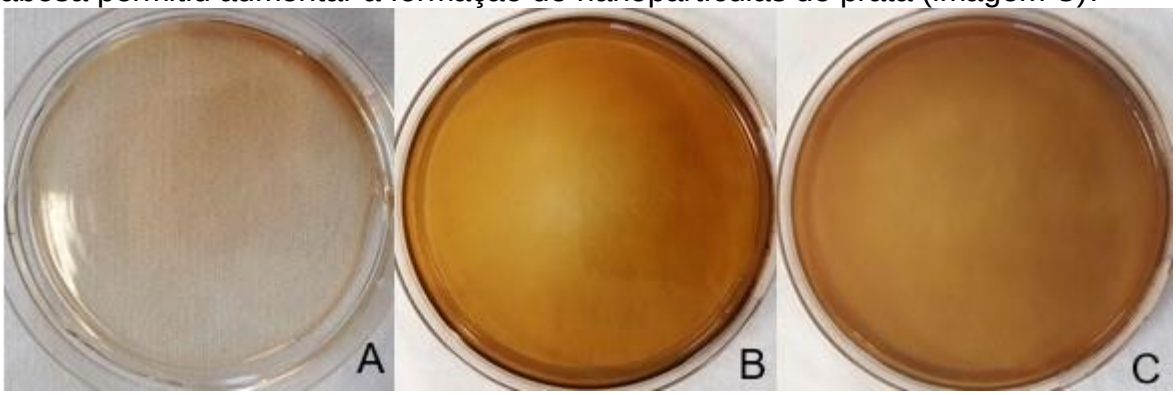


Figura 3 – Filmes de alginato com glicerina, babosa e solucão de $AgNO_3$ (A) Filme sem gel de babosa, (B) Filme com gel de babosa e solução aquosa de $AgNO_3$ e (C) Filme com gel de babosa e solução de $AgNO_3$ dissolvido no gel.

Para o antibiograma foram colocados os discos dos filmes de alginato com gel de babosa e nanopartículas de prata nas concentrações de 0,04; 0,05 e 0,06 $mol.L^{-1}$. Como mostra a figura 4, a prata teve efeito inibitório em ambas as culturas. A série 1 (a, b e c) são filmes de alginato com gel de babosa e solução aquosa de $AgNO_3$ 0,04; 0,05 e 0,06 $mol.L^{-1}$ respectivamente. Na série 2 (a, b e c) os filmes de alginato não possuem gel de babosa e o $AgNO_3$ segue as concentrações anteriores. A série 3 (a, b e c) são filmes de alginato com gel de babosa e $AgNO_3$ em gel, nas mesmas concentrações anteriores.

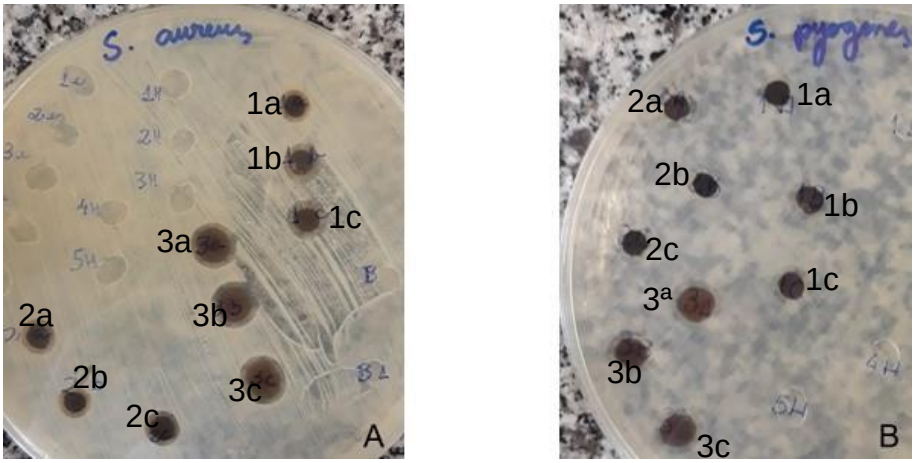


Figura 4 – Antibiograma por difusão em agar. A) *Staphylococcus aureus*. B) *Streptococcus pyogenes.*

Conclusões

Os resultados mostraram que a melhor técnica para obtenção de filmes de alginato contendo gel de babosa e nanoparticulas de prata foi por reticulação externa. A maior proporção de Ag^0 foi obtida quando o $AgNO_3$ foi solubilizado no próprio gel de babosa para ser vertido sobre o filme. A concentração ideal de $AgNO_3$ foi na faixa de 0,03 a 0,06 mol.L^{-1}. Nessas concentrações houve formação de Ag^0 e efeito antimicrobiano sem a coagulação da solução de alginato de sódio. O filme reticulado é maleável e pode facilmente adaptar-se à superfície da pele. Observou-se que a luz é um fator que favorece a redução da prata.

A proporção do gel de babosa influenciou nas características do filme em homogeneidade, elasticidade e resistência à tração. Como apresentaram atividade antimicrobiana contra cepas comuns em infecções de pele, os filmes de alginato contendo gel de babosa e nanopartículas de prata poderiam ser avaliados como curativos em feridas infectadas e exsudativas.

Agradecimentos

Ao Complexo de Laboratórios Multiusuários, pela análise de espectroscopia na região do infravermelho, ao Centro Interdisciplinar de Pesquisa e Pós-graduação, pela análise de tração e ao Prof. Dr. Luís Antônio Esmerino, por fornecer cepas e ágar para o antibiograma.

Referências

BALBINO, C. A.; PEREIRA, L. M.; CURI, R. Mecanismos envolvidos na cicatrização: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.41, n.01, p.27-51, 2005.

MARTINS, J. M. **Uso da babosa (*Aloe vera*) na reparação de feridas abertas provocadas cirurgicamente em cães**. 2010, 56 f. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária). Universidade Federal de Campina Grande. Patos, 2010.

PAL, S.; TAK, Y.; SONG, J.M. Does the antibacterial activity of silver nanoparticles depend on the shape of the nanoparticle? A study of the Gramnegative bacterium *Escherichia coli*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.73, p.1712-1720, 2007.

PEREIRA, R. CARVALHO, A. VAZ, D. C. GIL, M. H. MENDES, A. BARTOLO,P. Development of novel alginate based hydrogel films for wound healing applications. **International Journal of Biological Macromolecules**. v.52, p.221-230, 2013.