

PREPARAÇÃO DE FILMES DE ALGINATO DE SÓDIO E EXTRATO DE KALANCHOE CRENATA (ANDREWS) HAW (SAIÃO) PARA APLICAÇÃO COMO CURATIVO CICATRIZANTE

Data de submissão: 05/02/2024

Data de aceite: 01/04/2024

Marisa Cristina Guimarães Rocha

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico
Nova Friburgo – Rio de Janeiro, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-1544-729X>

Joaquim Teixeira de Assis

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico
Nova Friburgo - Rio de Janeiro, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-1544-729X>

Nancy Isabel Alvarez Acevedo

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico
Nova Friburgo - Rio de Janeiro, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-0475-3240>

Ana Angélica Monteiro de Barros

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Faculdade de Formação de Professores
São Gonçalo - Rio de Janeiro, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-1369-3462>

RESUMO: O alginato de sódio é um dos biopolímeros mais usados para produção de curativos antimicrobianos. O “saião”, identificado como *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw, (Kc) é uma suculenta comercializada na Região Serrana do

Estado do Rio de Janeiro, com propriedades cicatrizantes e emolientes. Esse estudo apresenta resultados preliminares obtidos no desenvolvimento de filmes de alginato e na preparação do extrato de saião, visando o desenvolvimento de curativos antimicrobianos de baixo custo. Análise de espectros FTIR apresentou bandas características do alginato e a presença de flavonóides, componentes com propriedades anti-inflamatórias, na estrutura do pó (p-Kc) e no extrato (E-Kc). Análise TGA mostra que o comportamento térmico desses materiais é compatível com os apresentados na literatura. A análise granulométrica caracteriza o p-Kc como um material moderadamente grosso, o que facilita a ação do solvente na preparação do extrato. A perda por dessecação do E-Kc calculada está de acordo com as recomendações da farmacopeia (máximo 14%). O rendimento total do extrato foi de 2,4%, valor comumente achado para suculentas. A espessura e as propriedades mecânicas dos filmes curados apresentaram valores concordantes com os exigidos para um curativo.

PALAVRAS-CHAVE: Curativos cicatrizantes, Alginatos, Extrato vegetal, *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw.

PREPARATION OF SODIUM ALGINATE FILMS AND KALANCHOE CRENATA (ANDREWS) HAW (SAIÃO) EXTRACT FOR APPLICATION AS A HEALING DRESSING

ABSTRACT: Sodium alginate is one of the most widely used biopolymers for the manufacture of antimicrobial dressings. The “saião”, identified as *Kalanchoe crenata (Andrews) Haw*, (Kc), is a succulent sold in the mountainous region of the state of Rio de Janeiro with healing and emollient properties. This study presents preliminary results obtained from the development of alginate films and the preparation of extract from Kc leaves with the aim of developing low-cost antimicrobial dressings. FTIR analysis showed the characteristic bands of alginates and the presence of flavonoids, component with anti-inflammatory properties, in the structure of the powder (p-Kc) and extract (E-Kc) of Kc. TGA analysis showed that the thermal behavior of these materials was compatible with that presented in the literature. Particle size analysis characterizes p-KC as moderately coarse, which facilitates the action of the solvent in preparing the extract. The calculated loss on desiccation of E-cK is in accordance with the recommendations of the pharmacopoeia (maximum 14%). The total yield of the extract was 2.4%, value commonly found for succulents. The thickness and mechanical properties of the cured films showed values in line with those required for a dressing.

KEYWORDS: Healing dressings, Alginates, Plant extract, *Kalanchoe crenata (Andrews) Haw*.

INTRODUÇÃO

Curativos a base de produtos naturais com atividade antimicrobiana são considerados uma alternativa terapêutica eficaz para o tratamento de feridas crônicas, infectadas ou com perda parcial de tecido. Alginato de sódio é um dos biopolímeros mais usados nesses curativos. Filmes desse polímero contendo extratos de plantas medicinais vem sendo estudados como alternativa ao uso de antimicrobianos sintéticos que podem promover o desenvolvimento de bactérias resistentes aos antibióticos (Rodrigues *et al.*, 2020; Bueno, 2019; Amutha, 2017; Gomes, 2016; Pereira *et al.*, 2013a; Pereira *et al.*, 2013b).

As diversas opções de curativos comercializados com propriedades antimicrobianas apresentam em geral custo elevado. Há, portanto, necessidade de se produzir curativos de baixo custo, com eficiência igual ou superior para o tratamento de feridas e que possam ser acessíveis à população de baixa renda. O “saião”, é uma planta comercializada na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, muito utilizada na medicina popular brasileira por suas propriedades cicatrizantes e emolientes (Fonseca, 2005; GreenMe, 2017; Ribeiro, 2010, p. 87; Medeiros *et al.*, 2004). De nome científico *Kalanchoe crenata (Andrews) Haw*, o saião pertence à família *Crassulaceae* (Goebel *et al.* 2024; GBIF, 2024), sendo uma suculenta naturalizada no Brasil, de fácil cultivo e de fácil reprodução. Diversos estudos comprovam as propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antimicrobianas, antitumorais e analgésicas dos extratos obtidos das folhas e/ou partes aéreas da planta (De Araújo *et al.*, 2019; Akinsulire *et al.*, 2007). Não há estudos, entretanto, em relação ao potencial cicatrizante da *Kalanchoe crenata (Andrews) Haw*, (Kc), nem à incorporação de nenhum tipo de *Kalanchoe* em filmes cicatrizantes de alginato.

Este trabalho é parte de um projeto envolvendo o desenvolvimento de filmes de alginato contendo extrato de Kc para aplicação como curativo cicatrizante. Há possibilidades de que a incorporação do extrato das folhas de *Kalanchoe crenata* nos curativos de alginato possa promover a obtenção de um produto mais barato, mais eficaz e mais amigável ao ambiente. Deve-se ressaltar que o processo de obtenção do extrato de folhas da planta é simples e sustentável. Pretende-se assim contribuir ao desenvolvimento de maiores estudos sobre a *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw, que levem a sua validação pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA e a estimular seu cultivo e comercialização.

MATERIAISE MÉTODOS

Materiais

Os materiais utilizados nos experimentos foram: alginato de sódio (Na-Alg) em pó, de cor castanho amarelado pálido, massa molecular de 216.000 g/mol, de média viscosidade, 2000 cP, e pH de 6,5-8,5, propriedades determinadas em solução aquosa 2% a 25 °C; cloreto de cálcio (CaCl₂) dihidratado, em pó, utilizado como agente de reticulação; e álcool etílico, 99,5%, PA, usado como solvente, fornecidos pela Atrium Produtos Químicos(SP); eglicerol, PA, Vetec, utilizado como agente plastificante, fornecido pela Sigma Aldrich Brasil Ltda(SP). As folhas de saião (*Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw, Kc) foram doadas por parceiro do projeto, proprietário do sitio Pedra Vermelha, situado a 634 msnm, entre as coordenadas -22,319446 S e -42,300618 W., Estrada Pedra Vermelha, Boa Esperanza de Cima, distrito de Lumiar, município de Nova Friburgo, RJ.

Identificação da matéria prima-vegetal.

Para fins de registro na coleção científica, amostras férteis da planta saião foram coletadas em agosto de 2021 seguindo as técnicas usuais em botânica (Peixoto, Maia, 2013). Entende-se por amostras férteis aquelas que estejam com flores e/o frutos, Fig. 1. Na coleta usou-se tesoura de poda e sacos plásticos para armazenamento das amostras. Dados como habitat, tamanho da planta, consistência das folhas, cores de flores e frutos foram anotados. As amostras foram prensadas, herborizadas e secas em estufa elétrica a 60°C.



Figura 1—Amostra fértil da planta *Kalanchoe crenata* (Andrews)Haw. Sitio Pedra Vermelha (22,319446 S; -42,300618 W, 634 msm), Boa Esperança da Cima, Lumiar, NF.

Posteriormente, amostra da planta foi registrada no Herbário da Faculdade de Formação de Professores da UERJ – FFP (campus São Gonçalo – RJ), com número de tomo: RFFP 20.519. A identificação do material se baseou na comparação das amostras coletadas, com o banco de dados da plataforma digital Reflora (Reflora - Herbario Virtual, 2024). A conferência do nome científico foi feita na plataforma Flora e Funga do Brasil (2024).

Obtenção do extrato das folhas de *Kalanchoe crenata*(Andrews) Haw.

Após recebidas as folhas, os talos foram removidos. As folhas danificadas e com manchas foram descartadas. A Fig. 2(a), mostra uma das folhas de Kc selecionada.

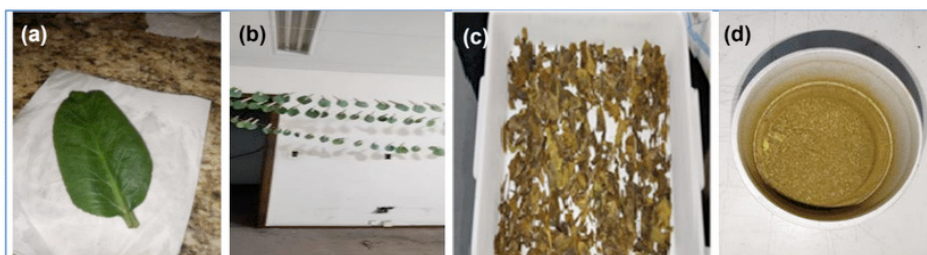


Figura 2 - (a) Folha de *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw, (b) folhas em processo de secagem; (c) folhas secas e trituradas; e (d) pó obtido por moagem.

Em seguida, as folhas foram lavadas cuidadosamente com água destilada e depois com água deionizada. As folhas lavadas foram secas a temperatura ambiente, em sala areada e sem entrada de luz solar, onde foram dispostas individualmente em varais montados com essa finalidade, Fig. 2(b). Após 32 dias, todas as folhas ficaram secas. As folhas foram então pesadas, trituradas manualmente, Fig. 2(c), e pulverizadas em um moinho analítico A11, IKA, com ciclos de 1 min por 10 min de descanso, gerando o pó de folhas de Kc. O pó obtido, Fig. 2(d), foi dissolvido em 100 ml de etanol e deixado em

repouso por 24 horas, a temperatura ambiente em contato com luz solar. Em seguida, o extrato processado foi filtrado e submetido à evaporação da fase alcoólica, com auxílio de evaporador rotatório 820, Fisatom, a temperatura de 60 °C e velocidade de rotação de 100 rpm, dando origem ao extrato seco, que foi pesado e armazenado em dessecador em ambiente escuro.

Caracterização do alginato de sódio, do pó e do extrato de folhas de *Kalanchoe crenata*

A estrutura química do alginato de sódio (Na-Alg), do pó (p-Kc) e do extrato (E-Kc) das folhas de *Kalanchoe crenata* (Andres) Haw foi determinada por espectrometria FTIR, em espectrômetro Frontier, Perkin Elmer, na faixa de 600-4000 cm^{-1} , com resolução de 4 cm^{-1} . A estabilidade térmica foi determinada através de análise termogravimétrica (TGA), usando o analisador térmico simultâneo STA 6000, Perkin Elmer, em faixa de temperatura de 30-600°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min e sob fluxo contínuo de 20 ml/min de nitrogênio. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Biomateriais do IPRJ.

A análise granulométrica do p-Kc foi efetuada em agitador de peneiras SL-APG, 7Lab, usando quatro peneiras de abertura, 60, 100, 200 e 325 mesh, sob agitação de 20 minutos. A perda por dessecação do E-Kc foi realizada pelo método gravimétrico, utilizando três (3) amostras de um (1) grama do extrato, inseridas em pesa-filtro previamente dessecado e tarado; e colocadas em estufa a 105 °C durante 2 horas, resfriadas em dessecador e posteriormente pesadas. Esse processo foi repetido até se obter peso constante.

Preparação dos filmes de alginato pela técnica de *casting*

Diversos testes foram realizados na procura das melhores condições de preparo dos filmes. A seguir, o procedimento escolhido para preparo dos filmes é descrito. Inicialmente, solução aquosa de glicerol, 3,37 g/100 ml H_2O , foi preparada, sob agitação mecânica de 400 rpm, por 9 minutos. Posteriormente, 612 g de Na-Alg foram adicionados a essa solução, que foi mantida sob agitação a 900 rpm por 1 hora e meia. Após esse período, 10 ml de solução aquosa de CaCl_2 , 1 g/100 ml, foram adicionados à solução de glicerol com alginato, mantendo as condições de agitação. A solução filmogênica obtida foi deixada por 2 horas, em repouso. Após esse período, alíquotas de 42 g da solução filmogênica foram depositadas em placas de petri (diâmetro, 14 cm) e secas a 40 °C, por 24 horas, em estufa com circulação de ar A035/1080 E, Marconi, obtendo-se os filmes pré-reticulados. Após essa etapa, 50 ml de solução de CaCl_2 (2% m/v) foram adicionados sobre cada filme, que foram mantidos revestidos pela solução por 5 minutos. Em seguida, os filmes foram lavados com água destilada e levados para secagem em estufa com circulação de ar, por 3 horas, a 40 °C. Os filmes curados obtidos foram mantidos em dessecador por 48 horas, com umidade controlada em 68%; e submetidos posteriormente à caracterização das propriedades mecânicas em tração e determinação da espessura.

Caracterização dos filmes de alginato de sódio.

A espessura dos filmes foi determinada com micrômetro digital QuantuMike, Mitutoyo, de escala de 0,001 mm, e reportada como a média relativa a espessura de 5 pontos escolhidos de forma aleatória. As propriedades mecânicas dos filmes foram determinadas, através de ensaios de tração (ASTM 882) em máquina de ensaios universal Autograph Ag-X Plus, 100 kN, Shimadzu, com corpos de prova deformato retangular (80mm de comprimento por 20 mm de largura), célula de carga de 5kN e velocidade de deslocamento da travessa móvel de 10mm/min, a temperatura ambiente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espectrometria FTIR

A Fig. 3 mostra o espectro do alginato de sódio e as suas bandas características.

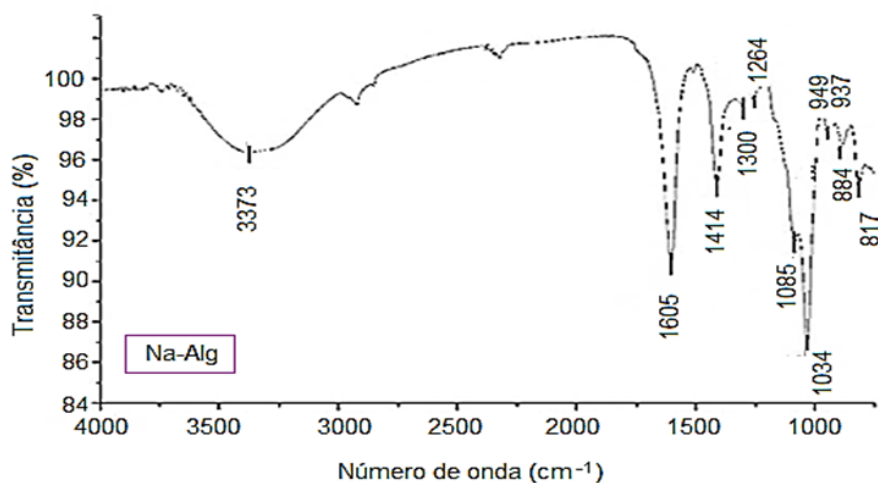


Figura 3 - Espectro FTIR do alginato de sódio

A banda em 949 cm^{-1} é atribuída a vibrações de estiramento C-O dos resíduos dos ácidos urônicos (Soares *et al.*, 2005). A banda em 884 cm^{-1} é característica das vibrações de deformação axial C-H dos resíduos β -D do ácido manurônico (Huamani-Palomino *et al.*, 2021; Jiao *et al.*, 2019).

De acordo com as considerações de Millán-Olvera (2020), a razão entre a absorbância em 1300 cm^{-1} e 264 cm^{-1} , respectivamente iguais a 0,136 e 0,091, foram utilizadas para avaliação da razão M/G, entre os ácidos manurônico (M) e gulorônico (G). O valor obtido, 1,5, caracteriza um alginato gerador de géis flexíveis (Figueira *et al.*, 2014).

Na Figura 4 (a,b) são apresentados os espectros FTIR do pó e do extrato de folhas de Kc. Ambos os espectros do p-Kc e do E-Kc apresentam ampla banda relacionada aos grupos hidroxila, em 3346 cm^{-1} (p-Kc) e em 3322 cm^{-1} (E-Kc), respectivamente.

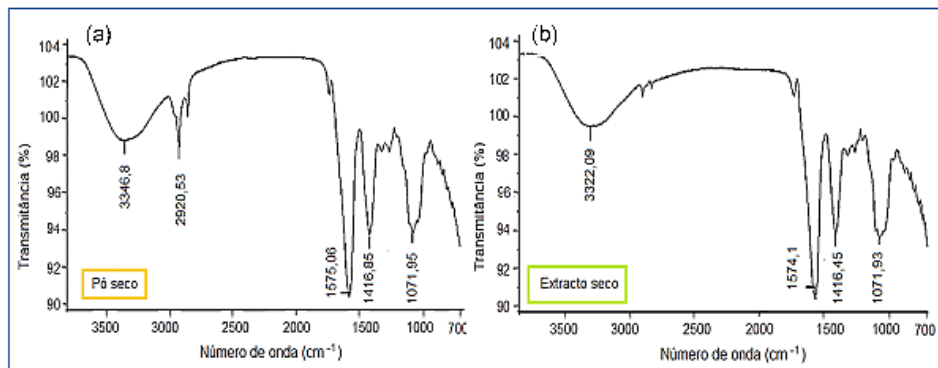


Figura 4 – Espectro FTIR do pó (a) e do extrato (b) das folhas de *Kalanchoe crenata*.

A banda em 2920 cm^{-1} , corresponde à vibração simétrica C-H do CH_3 e é associada a lipídios e flavonóides (Matzuura *et al.*; 2019). A presença de poliflavonóides, é confirmada pelo surgimento de bandas na região de $1722\text{-}1400\text{ cm}^{-1}$ e ao redor de 1000 cm^{-1} , atribuídas as vibrações C=C dos anéis aromáticos e as vibrações de estiramento -C=O . Estudos tem revelado a presença predominante de flavonóides na constituição da *Kalanchoe* (SILVA, 2009). Outras análises serão necessários para determinar a composição fitoquímica do material.

O espectro do extrato (E-Kc) é bastante similar ao do pó (p-Kc), entretanto, as bandas são de menor intensidade. Essa redução de intensidade é bastante evidente na banda em 2920 cm^{-1} . Rawdan-Praglowska (2021) observaram também essas diferenças de intensidade, quando compararam os espectros de folhas e extratos comerciais de *Kalanchoe pinnata*, espécie do mesmo género que a *K. crenata*, também utilizada na medicina popular.

Análise termogravimétrica

A Figura 5, apresenta os termogramas obtidos para o Na-Alg;e para o pó (p-Kc) e extrato (E-Kc) de folhas de *K. crenata*.

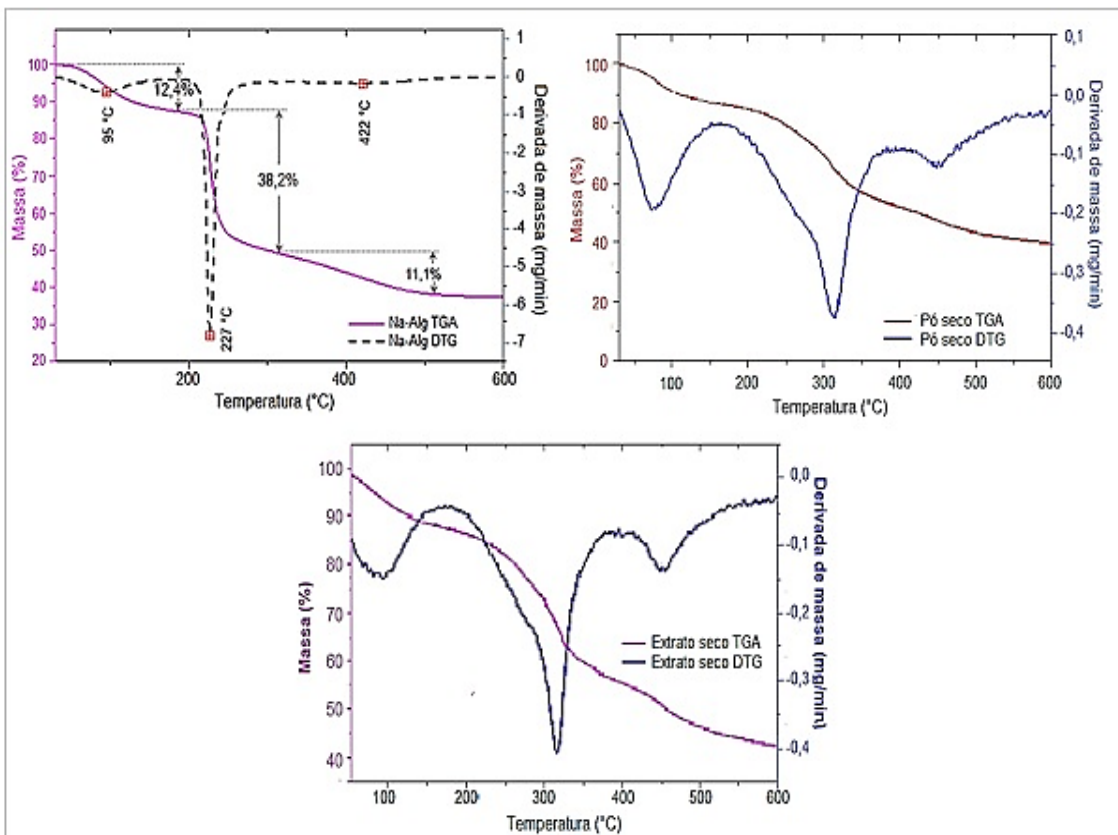


Figura 5 - Curvas TGA/DTG do alginato de sódio (a); pó (b) e extrato de folhas (c) de *Kalanchoe crenata*, obtidas com razão de aquecimento 10 °C/min até 800 °C e vazão de nitrogênio 20 ml/min.

O alginato de sódio apresenta três eventos de perda de massa; desidratação, decomposição e formação de Na_2CO_3 e carbonização do material (Soares, *et al.* 2005). A desidratação, do alginato usado neste estudo, ocorre na faixa de temperatura de 43-186 °C com perda de massa de 12,4%, e temperatura da máxima velocidade de perda de massa ao redor dos 95 °C. A ampla extensão da faixa de temperatura de desidratação se deve a ruptura das ligações intermoleculares do tipo hidrogênio, observadas no espectro FTIR entre 3000-3400 cm^{-1} .

A decomposição do alginato ocorre entre 202 °C e 580 °C, e a formação de Na_2CO_3 ocorre em torno de 600 °C (Soares et al., 2005). Neste trabalho, o segundo evento de perda de massa ocorre entre 186-314 °C e o terceiro evento ocorre entre 314-511 °C, com perdas de massa de ~38,2% e 11%, respectivamente. Provavelmente, o terceiro evento está ligado à formação do carbonato de sódio. Análise de calorimetria exploratória diferencial (DSC) será efetuada e poderá dar maiores indicações sobre esse resultado. Os termogramas do p-Kc e E-Kc mostram também três regiões de perda de massa.

Na Tabela 1, os eventos de perda de massa em função da temperatura que foram identificados na análise das curvas dos termogramas do Na-Alg, p-Kc e E-Kc são apresentados de forma resumida.

Material	Intervalo de temperatura(°C)	Tm(°C)	Perda de massa(%)
Na-Alg	43 -186	95,15	12,4
	186-314	226,85	38,2
	314-511	421,75	11,1
	Resíduo a 600 °C, 37,3%		
p-Kc	40 -164	73,75	13,4
	164-384	315,53	33,2
	344-592	449,2	13,5
	Resíduo a 600 °C, 39,5%		
E-Kc	31 -175	95,14	12,5
	175-396	317,74	31,7
	396-592	455,28	13,8
	Resíduo a 600 °C, 42%		

Na-Alg: alginato de sódio; Kc: *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw; p-Kc: pó das folhas de Kc ;E-Kc: extrato das folhas de Kc; Tmv: temperatura na qual a velocidade de degradação é máxima.

Tabela 1 - Comportamento térmico do alginato de sódio e do pó e extrato de Kc

Análise granulométrica do p-Kc,rendimento e perda por dessecação do E-Kc

Observa-se na Fig. 6, que após peneiramento, aproximadamente 21% das partículas de pó da *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw passaram pela peneira com abertura nominal de 0,250 mm (60 mesh), o que caracteriza esse pó, como moderadamente grosso (Anvisa, 2019, p.123). O tamanho de partícula está relacionado com a solubilidade do pó. Partículas grosseiras podem retardar a penetração do solvente. Pó fino tende a formar aglomerados que também interferem na penetração do solvente (Fonsêca, 2005, p.10).

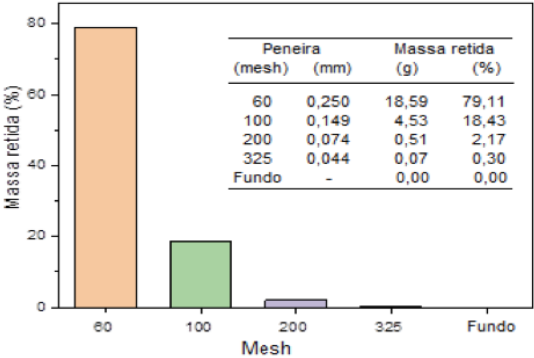


Figura 6 - Porcentagem de pó retida em cada peneira.

O conteúdo de água na matéria prima vegetal deve ser baixo, para evitar proliferação de fungos e reações que possam levar a degradação do material. Segundo a farmacopeia, o valor máximo permitido é de 14 % (Cavalcante *et al.*, 2017). Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos na medição da perda por dessecação do E-Kc.

Amostra	<i>Pu</i> (g)	<i>Pa</i> (g)	
1	32,459	1,001	32,332
2	31,172	1,005	31,057
3	33,103	1,004	32,985
Media			11,96
Desvio padrão			0,53

Pu: massa do conjunto pesa filtro+ amostra; ***Pa***: massa da amostra; **%*Pd***: porcentagem de perda por dessecação.

Tabela 2 - Perda por dessecação do extrato das folhas de Kalanchoe crenata

O rendimento do extrato foi calculado, de acordo com a fórmula, Eq. 1,

$$Re = \left(M_{es} / M_i \right) \times 100 \tag{1}$$

onde: *M_{es}* é a massa do extrato seco igual a 19,61 g e *M_i* é a massa inicial das folhas igual a 0,4 g.

O rendimento total do extrato calculado foi de 2,4%, valor bastante baixo relacionado como alto teor de água nas folhas de Kc, característica comum das suculentas (Rodrigues *et al.*, 2011). A massa das folhas secas foi de 28,09 g, resultando em perda de massa de 96,5%.

Espessura e propriedades mecânicas dos filmes de alginato de sódio (Na-Alg)

A espessura dos filmes na Tabela 3 está dentro do padrão esperado para curativos. Esses valores devem ser inferiores à espessura da pele humana (0,5 - 2 mm) para proporcionar um maior conforto ao paciente. (Sobczyk, 2020).

Filme	Espessura (mm)	σ_{max} (MPa)	σ_{rup} (MPa)	ϵ_{rup} (%)	<i>E</i> (MPa)
Controle	0,15 ± 0,06	1,2 ± 0,7	1,2 ± 0,7	53.0 ± 11,0	2,2 ± 1,1
Curado	0,11 ± 0,05	13,1 ± 5,0	13,1 ± 5.0	22,7 ± 15,6	138,2 ± 126,8

σ_{max} : máxima tensão - σ_{rup} : tensão na ruptura - ϵ_{rup} : deformação na ruptura - *E*: módulo elástico

Tabela 3 – Valores obtidos para a espessura e propriedades mecânicas dos filmes

Observa-se que o filme curado apresenta redução da espessura; aumento no módulo elástico em tração, (*E*), na resistência máxima a tração, (σ_{max}), e na resistência na ruptura (σ_{rup}), e redução no alongamento da ruptura, em relação as propriedades do filme

de controle. Esse comportamento é decorrente do fenômeno de reticulação das cadeias poliméricas produzido pela inserção de Ca^{++} entre os grupos carboxílicos do alginato, reduzindo a distância entre as cadeias e entravando o movimento das mesmas (Turbiani *et al.*, 2011).

Considerando o erro das medidas, o filme curado apresenta valor de resistência similar ao reportado para a pele, 17,66 MPa (Alves *et al.*, 2015); e módulo maior do que os valores reportados na literatura, faixa de 4,6-83,3 MPa (Figueira, 2016). Em relação ao alongamento na ruptura, apesar do decréscimo observado, os valores se encontram dentro da faixa reportada de 35 a 115% (Figueira *et al.*, 2016).

CONCLUSÕES

O pó e o extrato das folhas de *Kalanchoe crenata* apresentam granulometria e perda por dessecação similares as reportadas para plantas medicinais, de acordo com a farmacopeia. A estrutura química e comportamento térmico do pó e do extrato das folhas de *Kalanchoe crenata* são muito similares, evidenciando a presença de flavonóides, compostos com atividade anti-inflamatória. Outras análises são necessárias para verificar a presença e concentração desses ou outros metabólitos com atividade terapêutica. O alginato de sódio também apresenta propriedades estruturais e químicas concordantes com os reportados em outros estudos. Os filmes de alginato curados apresentam propriedades mecânicas próximas às reportadas para a pele, comportamento que é esperado para todo curativo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro outorgado pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Agradecem também à proprietária do sítio Pedra Vermelha, Sra. Diva Passo de Azevedo, pela doação dos exemplares de *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw para o desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

AKINSULIRE, O. *et al.* In vitro antimicrobial activity of crude extracts from plants *Bryophyllum pinnatum* and *Kalanchoe crenata*. **African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines**, v. 4, n. 3, p. 338–44, fev. 2007.

ALVES, A. *et al.* Avaliação microscópica, estudo histoquímico e análise de propriedades tensiométricas da pele de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Queimaduras**, ISSN on line 2595-170X, v. 14, n. 3, p. 203–210, set. 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/16376>>. Acesso em: 05 fev. 2024.

AMUTHA, K. Development of Film Using Biopolymer and Herbal Extract for Biomedical Application. **International Journal of Textile Science & Engineering**, TSE-101, jul. 2017. DOI: 10.29011/TSE-101/100001.

DE ARAÚJO, E. R. *et al.* Local anti-inflammatory activity: Topical formulation containing *Kalanchoe brasiliensis* and *Kalanchoe pinnata* leaf aqueous extract. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 113, p. 108721, may. 2019. DOI: 10.1016/j.biopha.2019.108721.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira**. 6a. ed. Brasília: ANVISA, v. 1, p. 123, 2019.

BUENO, R. S. **Desenvolvimento de filmes funcionais incorporando extrato de *Acmella oleracea* para fins cosméticos e antimicrobiano**. Dissertação (Mestrado em Inovação Tecnológica) – Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba - MG, 2019.

CAVALCANTE, *et al.* **Estudo farmacognóstico das folhas de *Kalanchoe pinnata***. 57^oCBQ. **Anais...** In: 57^o Congresso Brasileiro de Química. Gramado - RS: Associação Brasileira de Química, 2017.

DE ARAÚJO, E. R. *et al.* Local anti-inflammatory activity: Topical formulation containing *Kalanchoe brasiliensis* and *Kalanchoe pinnata* leaf aqueous extract. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 113, p. 108721, may. 2019. DOI: 10.1016/j.biopha.2019.108721.

DIAS, M. R.; LEÃO, R. C.; COSTA, H. D. S. Obtenção e caracterização de microesferas de alginato/ vidro bioativo. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia** - ISSN: 1984-5693, v. 12, p. 122-137, set. 2020. DOI: 10.22407/1984-5693.2020.

FIGUEIRA, D. R. *et al.* Production and characterization of polycaprolactone- hyaluronic acid/chitosan- zein electrospun bilayer nanofibrous membrane for tissue regeneration. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 93 (Pt A), p. 1100–1110, dez. 2016. DOI: 10.106/j.ijbiomac.2016.09.080

FIGUEIRA, F. C.; HOTZA, D.; BERNARDIN, A. M. Obtenção de granilhas por gelificação de suspensões cerâmicas. **Cerâmica**, v.60, n.56, p. 457–464, dez. 2014. DOI:10.1590/SO366-69132014000400002.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/>> Acesso em: 05 fev. 2024.

FONSECA, Z. A. Saião, *Kalanchoe brasiliensis* Camb. Plantamed - Plantas e ervas medicinais e fitoterápicos, © 2005. Disponível em: <<https://www.plantamed.com.br/>>. Acesso em: 05 fev. 2024.

FONSÊCA, S. G. DA C. **Farmacotécnica de fitoterápicos**. Ceará: Universidade Federal do Ceará, 2005, p. 10. Disponível em: <<https://farmacotecnica.ufc.br/wp-content/uploads/2019/11/farmacot-fitoterapicos.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2024.

GBIF - Global Biodiversity Information Facility. *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw. Disponível em: <https://www.gbif.org/pt/species/6441622>. Acesso em: 05 fev. 2024.

GOEBEL, G.; CADDAM, M. K.; GIUFFRÉ P.M.W. *Crassulaceae*. **Flora e Fauna do Brasil**. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/>>. Acesso em. 05 fev. 2024.

GOMES, D. DO N. **Desenvolvimen, to e caracterização de filmes de Alginato incorporados com extratos de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan visando o desenvolvimento de substituto temporário de pele**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

GREENME. Saião, uma planta medicinal para gastrite e muito mais!, 16 ago. 2017. Disponível em: <<https://www.greenme.com.br/consumir/usos-beneficios>> Acesso em: 5 fev. 2024.

HUAMANI-PALOMINO, R. G. *et al.* Functionalization of Alginate-based material by oxidation and reductive amination. **Polymers**, v. 13, n. 2, p. 255, jan. 2021. DOI: 10.3390/polym13020255.

JIAO, W. *et al.* Effects of molecular weight and guluronic acid/mannuronid acid ratio on the rheological behavior and stabilizing property of sodium alginate. **Molecules**, v. 24, n. 23, p. 4374, nov. 2019. DOI: 10.3390/moléculas24234374.

MATZUURA, E. N.; SAKANE, K. K., SIMIONI, A. R. Espectroscopia no infravermelho como ferramenta para diferenciação de chá verde de agricultura orgânica e convencional. **Revista Tecnologia e Tendências**, v.10, n. 2, p. 59-74, dez. 2019. DOI: 10.25112/rtt.v10i2.1968.

MEDEIROS, M. F. T.; FONSECA, V. S.; ANDREATA, R. H. P. Plantas medicinais e seus usos pelos sítiantes da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 2, p. 391–99, jun. 2004. DOI: 10.1590/S0102-33062004000200019.

MILLÁN-OLVERA, B. M. *et al.* Obtención y caracterización de perlas de Alginato-imidacloprid y alginato-bifentrina. **Afinidad. Journal of Chemical Engineering Theoretical and Applied Chemistry**, v. 77, n. 590, p. 109-117, 2020. Disponível em: <<https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/371257>>. Acesso em: 05 fev. 2024.

PEIXOTO, A. L.; MAIA, L. C. (org.). **Manual de Procedimentos para Herbários**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2013. ISBN 978-85-415-0267-2.

PEREIRA, R.; MENDES, A.; BARTOLO, P. Alginate/Aloe Vera Hydrogel Films for Biomedical Applications. **Procedia CIRP**, v. 5, p. 210–215, 2013 a.

PEREIRA, R. *et al.* Development of novel alginate based hydrogel films for wound healing applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 52, p. 221–230, jan. 2013b. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2012.09.031.

REFLORA – Hervário Virtual. Disponível em: <<https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>>. Acesso em: 5 fev. 2024.

RADWAN-PRAGLOWSKA, J. *et al.* Fungal Chitosan-derived biomaterials modified with Kalanchoe pinnata as potential hemostatis agents-development and characterization. **Polymers**, v. 13, n. 8, p. 1300, abr. 2021. DOI: 10.3390/polym13081300.

RIBEIRO, G. D. **Algumas espécies de plantas reunidas por famílias e suas propriedades**. 1ª ed. Porto Velho – RO: Embrapa Rondonia, 2010. p. 87, 179 p.

RODRIGUES, G. A. *et al.* Evaluation of the physicochemical and antibacterial properties of films based on biopolymers incorporating *Zingiber officinale* extract. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e618986199, jul. 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.6199.

RODRIGUES, T. S. *et al.* Métodos de secagem e rendimento dos extratos de folhas de *Plectranthus barbatus* (boldo-da-terra) e *P. ornatus* (boldo-miúdo). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, especial, p. 587–590, may. 2011. DOI: 10.1590/S1516-05722011000500014.

SILVA, J. G. *et al.* Atividade Inibitória das folhas e caule de *Kalanchoe brasiliensis* cambess frente a microrganismos com diferentes perfis de resistência a antibióticos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 3, p. 790–794, set. 2009. DOI:10.1590/S0102-695X2009000500024.

SOARES, J. P. *et al.* Thermal behavior of alginic acid and its sodium salt. **Eclética Química**, v. 29, n. 2, p. 57–64, jan. 2005. DOI: 10.1590/S0100-46702004000200009.

SOBCZYK, A. DE E. **Desenvolvimento de filmes compostos de quitosana e alginato contendo folhas de orégano ou óleo essencial de orégano para aplicação como curativo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Química Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2020.

TURBIANI, F.R.B. *et al.* Liberação de benzoato de cálcio de filmes de alginato de sódio reticulados com íons cálcio. **Polímeros**, v. 21, n. 3, p. 175–181, jun. 2011. DOI: 10.1590/S0104-14282011005000034.

