

POTENCIAL DO FILME COM AMIDO DE BATATA E ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM COMO EMBALAGEM ATIVA

G. S. Lemos¹, J. B. Pires¹, A. S. Lutz¹, G. F. Ferreira¹, A. R. G. Dias¹, E. R. Zavareze¹

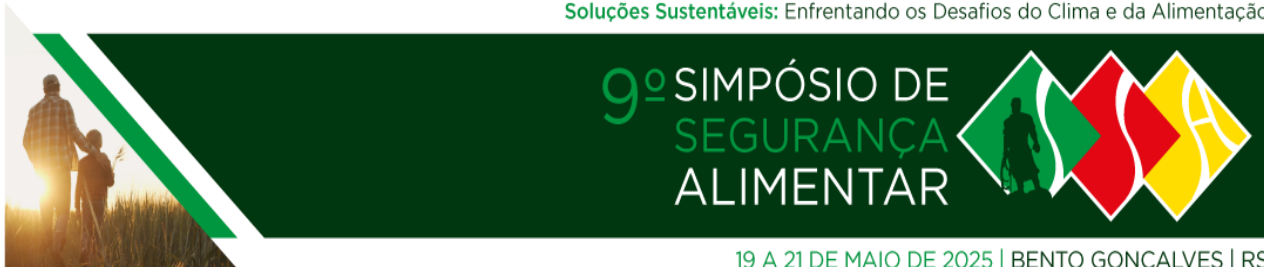
1- Laboratório de Biopolímeros e Nanotecnologia em Alimentos (BioNano) – Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial – Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – CEP: 96010-900 Pelotas – Pelotas – RS – Brasil, Telefone: 55 (53) 981015794 – e-mail: graciele.lemosqa@gmail.com, juliani_97@hotmail.com, alinelutz04@gmail.com, gabrielaferreira2001@hotmail.com, alvaro.guerradias@gmail.com, elessandrad@yahoo.com.br.

RESUMO – Este estudo teve como objetivo desenvolver filmes de amido de batata com concentrações variadas de óleo essencial de alecrim (OEA) usando o método de fundição. Nos filmes foram avaliados a estabilidade de compostos voláteis sob diferentes tempos e temperaturas de armazenamento. O processo de refrigeração foi mais eficaz na preservação de um maior número de compostos nos filmes em concentrações de 2,5 e 7,5% durante o armazenamento. Este estudo demonstra que os filmes têm potencial para serem usados como embalagens ativas para armazenamento de alimentos em diferentes temperaturas.

ABSTRACT – This study aimed to develop potato starch films with varying concentrations of rosemary essential oil (OEA) using the casting method. The films were evaluated for the stability of volatile compounds under different storage times and temperatures. The refrigeration process was more effective in preserving a greater number of compounds in the films at concentrations of 2.5 and 7.5% during storage. This study demonstrates that the films have the potential to be used as active packaging for food storage at different temperatures.

PALAVRAS-CHAVE: Amido de batata; Compostos voláteis; Embalagem ativa

KEYWORDS: Potato starch; Volatile compounds; Active packaging



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

1. INTRODUÇÃO

O interesse por embalagens ativas tem aumentado devido à sua capacidade de prolongar a vida útil dos alimentos, melhorar a segurança e reduzir impactos ambientais (Fang *et al.*, 2017). A preocupação com o excesso de plástico impulsiona a busca por alternativas sustentáveis, como polímeros biodegradáveis. O amido de batata destaca-se por ser renovável, biodegradável e de baixo custo, além de possuir excelente capacidade na formação de filmes (Charles *et al.*, 2022). A incorporação de óleos essenciais (OEs) em matrizes poliméricas tem sido amplamente estudada para a produção de embalagens funcionais (Chen *et al.*, 2019). O óleo essencial de alecrim (OEA) apresenta fortes propriedades antioxidantes e antimicrobianas devido à presença de compostos como 1,8-cineol, cânfora e α -pineno, que atuam sinergicamente contra microrganismos (Kaab *et al.*, 2019). A combinação de OEA e amido de batata permite o desenvolvimento de filmes biodegradáveis com potencial para preservar alimentos e reduzir impactos ambientais.

Este estudo avaliou filmes ativos de amido de batata com concentrações de OEA, analisando a estabilidade de compostos voláteis sob diferentes condições de armazenamento. Nossa hipótese é que variações de temperatura influenciam a retenção desses compostos nos filmes, impactando sua funcionalidade como embalagens ativas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O amido de batata da cultivar Baronesa (*Solanum tuberosum L.*) foi extraído conforme Pires *et al.* (2022). Óleo essencial de alecrim (BioEssência, Brasil) e glicerina (Synth) foram utilizados na produção dos filmes. Os demais reagentes utilizados foram de grau analítico.

Os filmes foram preparados pela técnica de *casting*, conforme descrito por Biduski *et al.* (2017), com adaptações. Foi preparada a solução filmogênica com 3% de amido de batata (m/v) em água destilada e 30% de glicerol (m/m). As soluções foram aquecidas em chapa de aquecimento com agitação magnética a 90 °C por 30 min. Após o resfriamento a 40 °C, foi adicionado o óleo essencial de alecrim, na concentração de 0%, 2,5% e 7,5 % (v/m) (em relação à massa seca de amido), foram homogeneizados em Ultraturrax a 11.000 rpm por 5 min e vertidas 20 g de solução em placas acrílicas de petri. Posteriormente foram secos em estufa com circulação de ar a 30°C por aproximadamente 16 h. Após a secagem, os filmes foram armazenados em um frasco de vidro, para uso posterior.

Filmes de amido de batata incorporado com concentração de (2,5 % e 7,5%, v/w) foram produzidos e armazenados por 7 dias sob diferentes condições de temperatura: ambiente (25 °C), refrigeração (8 °C) e congelamento (-18 °C). Após esse período de armazenamento, os filmes foram



colocados individualmente em frascos de *headspace* de 20 mL, selados e avaliados para compostos orgânicos voláteis (COVs) após 72 h. Além disso, os filmes de OEA (2,5% e 7,5%, v/w) que não passaram por essas condições de armazenamento foram imediatamente colocados em frascos de *headspace* após a preparação e avaliados para COVs após 72 h, servindo como o ponto de tempo inicial sem armazenamento. Aproximadamente 60 mg de cada amostra de filme foi analisada para COVs. A extração de COVs dos frascos de *headspace* foi realizada usando a técnica de microextração em fase sólida (HS-SPME). Os frascos contendo as amostras foram imersos em um banho de água a 40 °C por 15 min, após o que a fibra foi exposta ao espaço livre de cada amostra por mais 15 min enquanto era constantemente agitada.

A quantificação de compostos orgânicos voláteis (COVs) foi realizada usando um cromatógrafo gasoso (Shimadzu QP2010 UltraPlus, Japão) com espectrômetro de massas (GC-MS). A fibra foi dessorvida termicamente na porta de injeção a uma temperatura de 260 °C por 15 min no modo splitless. Os compostos foram separados em uma coluna capilar Rxi-1MS (30 m × 0,32 mm × 0,25 µm) com hélio como gás transportador, fluindo a uma taxa de 4,8 mL/min. A temperatura inicial da coluna foi ajustada para 40 °C e mantida por 5 min. Um gradiente de temperatura de 3 °C/min foi então iniciado, aumentando para 50 °C, que foi mantido por 0,5 min. Isto foi seguido por uma rampa de aquecimento de 5 °C/min até 120 °C, com uma retenção de 0,5 min nessa temperatura, e então uma rampa de 7 °C/min até 175 °C, mantida por 0,31 min. Uma rampa de aquecimento de 10 °C/min foi aplicada até atingir 230 °C, seguida por uma retenção isotérmica de 8 min. A temperatura do detector foi mantida em 230 °C. Os resultados foram expressos como uma porcentagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os filmes incorporados com concentrações de OEA e submetidos a diferentes condições de armazenamento (ambiente, refrigeração ou congelamento) foram avaliados pela composição de compostos orgânicos voláteis no tempo inicial e após 7 dias de armazenamento. Entre os compostos identificados, aqueles com as maiores concentrações em todos os filmes, independentemente da concentração de OEA (2,5% e 7,5%) e condições de armazenamento (ambiente, refrigeração e congelamento), foram 1R- α -pineno, canfeno, β -pineno, β -mirceno e D-limoneno (Tabela 1). Esses compostos são conhecidos por suas atividades biológicas significativas. Por exemplo, o 1R- α -pineno foi identificado como um componente principal do óleo essencial extraído das folhas secas de *Eucalyptus saligna*, que demonstrou atividade bioinseticida contra gorgulhos do milho (Omara *et al.*, 2018). O canfeno foi associado a reduções no colesterol e triglicerídeos plasmáticos em ratos



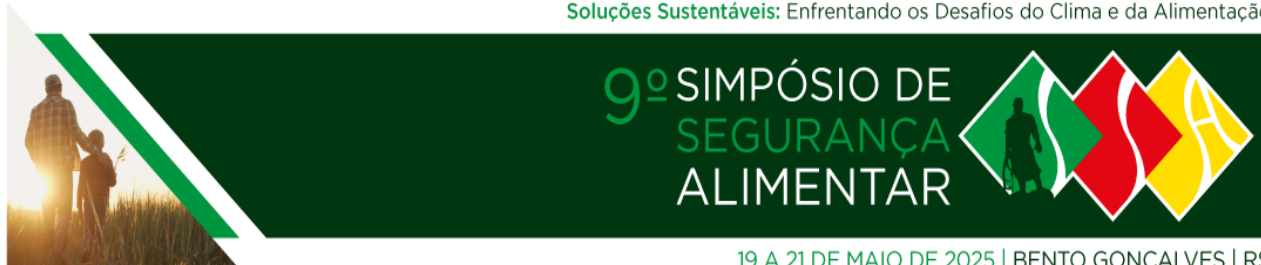
19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

hiperlipidêmicos (Vallianou *et al.*, 2011). O β -pineno demonstrou reduzir a infecção pelo vírus herpes simplex in vitro (Astani & Schnitzler, 2014) e exibir efeitos hipoglicêmicos, hipolipidêmicos e anti-inflamatórios em ratos diabéticos (Santos *et al.*, 2022). O D-limoneno é particularmente notável por suas propriedades antimicrobianas (Zahi *et al.*, 2017).

O efeito de diferentes condições de armazenamento (temperatura ambiente, refrigeração ou congelamento) em filmes com concentrações variáveis de OEA foi avaliado no momento inicial (72 h após a preparação) e após 7 dias de armazenamento. Nos filmes contendo 2,5% de OEA, uma comparação das condições de armazenamento revelou que os compostos 1R- α -pineno, canfeno e β -pineno apresentaram as maiores concentrações no tempo inicial, medindo 27,11%, 15,76% e 12,84%, respectivamente. O armazenamento por congelamento preservou efetivamente a maior quantidade de 1R- α -pineno (24,01%), seguido de perto pela refrigeração (23,06%). Para canfeno e β -pineno, a maior retenção foi observada durante a refrigeração (14,33% e 12,58%, respectivamente), seguida pelo congelamento (13,29% e 12,45%, respectivamente) (Tabela 1).

O filme contendo 2,5% de OEA, avaliado na condição inicial (sem armazenamento), exibiu uma maior concentração dos compostos 1R- α -pineno, canfeno e β -pineno. Essa tendência foi seguida por filmes armazenados em condições de congelamento, refrigeração e ambiente após 7 dias. Nos filmes com 7,5% OEA, a condição inicial também apresentou as maiores concentrações de 1R- α -pineno, canfeno e β -pineno. Entre estes, o processo de congelamento proporcionou a melhor preservação de 1R- α -pineno, seguido pela refrigeração e armazenamento ambiente. Para canfeno e β -pineno, tanto as condições de congelamento quanto de refrigeração mantiveram níveis semelhantes desses compostos, enquanto o armazenamento ambiente resultou na menor retenção.

Considerando os 17 compostos identificados no filme 7,5% OEA, o processo de refrigeração foi mais eficaz na preservação de um número maior desses compostos. Especificamente, ao comparar as três condições de armazenamento, 6 compostos foram mais concentrados nos filmes com 7,5% OEA. Em contraste, os filmes com 2,5% OEA apresentaram maior quantidade de compostos em temperatura ambiente, com um total de 12 compostos. Isso indica que a refrigeração tende a preservar melhor os compostos voláteis do OEA nos filmes.



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

Tabela 1 – Porcentagem relativa de compostos voláteis em filmes de amido de batata com 0, 2,5 e 7,5% (v/p) de óleo essencial de alecrim (OEA) sob diferentes condições de armazenamento.

Nº	Compostos Nome dos compostos	Filme com 2,5% OEA (relativo%)				Filme com 7.5 REO (relativo %)			
		Inicial	Ambiente	Refrigeração	Congelamento	Inicial	Ambiente	Refrigeração	Congelamento
1	1R- α -Pinene	27,11	11,46	23,06	24,01	22,71	18,78	19,78	20,00
2	Camphene	15,76	11,09	14,33	13,29	13,35	11,85	12,44	12,44
3	β -Pinene	12,84	11,40	12,58	12,45	11,75	10,86	11,24	11,24
4	β -Myrcene	10,94	11,28	11,87	12,03	11,30	10,85	11,72	11,52
5	ψ -Limonene	1,09	2,04	1,31	0,77	1,05	1,34	1,31	1,30
6	3-Carene	4,08	6,73	4,34	3,59	3,59	3,83	3,83	3,85
7	α -Terpinene	1,53	2,52	1,99	1,30	1,79	2,05	2,29	2,18
8	o-Cymene	2,56	4,94	4,15	2,55	4,70	5,41	6,08	5,74
9	β -Phellandrene	0,20	0,46	0,24	0,17	0,15	0,30	0,39	0,23
10	D-Limonene	11,77	11,05	12,67	13,74	12,11	11,45	11,98	12,25
11	γ -Terpinene	2,20	4,30	2,78	2,02	2,97	3,31	3,63	3,42
12	(+)-4-Carene	2,96	5,14	3,69	3,06	3,88	4,14	4,64	4,37
13	Borneol, (1S,2R,4S)-(-)-	0,09	0,85	0,17	0,24	0,48	1,67	0,64	0,45
14	α -Terpineol	0,05	0,55	0,11	0,22	0,27	0,93	0,33	0,20
15	Bornylacetate	0,69	4,13	1,07	1,32	2,28	4,48	3,07	2,41
16	Caryophyllene	5,37	9,74	5,06	8,17	6,56	6,95	5,62	7,02
17	Humulene	0,75	2,32	0,57	1,08	1,07	1,81	1,00	1,38

4. CONCLUSÕES

A incorporação de óleo essencial de alecrim (OEA) em filmes de amido de batata influenciou a retenção de compostos voláteis, dependendo da concentração de OEA e das condições de armazenamento. Sob a mesma condição de armazenamento, os filmes com 7,5% de OEA apresentaram maior retenção de compostos voláteis durante os processos de refrigeração e congelamento. Em contraste, os filmes com 2,5% de OEA mostraram melhor preservação dos compostos voláteis quando armazenados em temperatura ambiente.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTANI, A., SCHNITZLER, P. Antiviral activity of monoterpenes beta-pinene and limonene against herpes simplex virus in vitro. **Iranian Journal of Microbiology**, v. 6, n. 3, p. 149, 2014.

BIDUSKI, B., SILVA, F.T., SILVA, W.M., HALAL, S.L.M., PINTO, V.Z., DIAS, A.R.G., ZAVAREZE, E.R. Impact of acid and oxidative modifications, single or dual, of sorghum starch on biodegradable films. **Food Chemistry**, v. 214, p. 53-60, 2017.

CHARLES, A.L., MOTSA, N. , ABDILLAH, A.A. A Comprehensive Characterization of Biodegradable Edible Films Based on Potato Peel Starch Plasticized with Glycerol. **Polymers**, v. 14, n. 17, p. 3462, 2022.

CHEN, H., LI, L., MA, Y., MCDONALD, T.P. WANG, Y. Development of active packaging film containing bioactive components encapsulated in β -cyclodextrin and its application. **Food Hydrocolloids**, v. 90, p. 360-366, 2019.

FANG, Z, ZHAO, Y., WARNER, R.D., JOHNSON, S.K. Active and intelligent packaging in meat industry, **Trends Food Sci. Technol.** v. 61, p. 60–71, 2017.

KAAB, S. BEM., REBEY, I.B., HANAFI, M., BERHAL, C., FAUCONNIER, M.L., CLERCK, C., KSOURI, R., JIJAKLI. H. Rosmarinus officinalis essential oil as an effective antifungal and herbicidal agent. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 17, n. 2, p. e1006-e1006, 2019.

OMARA, T., KATEEBA, F. K., MUSAU, B., KIGENYI, E., ADUPA, E., KAGOYA, S. Bio-insecticidal activity of eucalyptol and 1R-alpha-pinene rich acetonic oils of *Eucalyptus saligna* on *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (*Coleoptera: Curculionidae*). **J. Health Environ Res**, v. 4, p. 153-160, 2018.

PIRES, J.B., FONSECA, L.M, SIEBENEICHLER, T.J., CRIZEL, R.L., SANTOS, F.N. HACKBART, H.C.S., KRINGEL, D.H., MEINHART, A.D., ZAVAREZE, E.R., DIAS. A.R.G. Curcumin encapsulation in capsules and fibers of potato starch by electrospraying and electrospinning: Thermal resistance and antioxidant activity. **Food Research International**. v.162, p. 112111, 2022.

SANTOS, E.S., LUCAS, G., COELHO, A., KAU, Y., LOULA, F., LANDIM, S., TAVARES, S. MACHADO, D.S., JANICE, M., LOPES, P., GOMES, S., ROSE, I., MENEZES, A., DOUGLAS, H., COUTINHO, M., KIM, B., KERNTOPF, M.R., FELIPE, B., ARA. S. Hypoglycemic , Hypolipidemic , and Anti-Inflammatory Effects of Beta-Pinene in Diabetic Rats. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2022, n. 1, p. 8173307, 2022.

VALLIANOU, N., PEROULIS, P., PANTAZIS, M., HADZOPOULOU-CLADARAS. Camphene, a plant-derived monoterpene, reduces plasma cholesterol and triglycerides in hyperlipidemic rats independently of HMG-CoA reductase activity. **PLoS One**, v. 6, n. 11, p. e20516, 2011.

ZAHI, M.R., HATTAB, M., LIANG, H., YUAN, Q. Enhancing the antimicrobial activity of D-limonene nanoemulsion with the inclusion of ϵ -polylysine. **Food Chemistry**, v. 221, p. 18-23, 2017.