

## ATIVIDADE ANTIHIPERGLICEMIANTE DE MIX DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE CRAVO-DA-ÍNDIA (*Syzygium aromaticum*) E CANELA (*Cinnamomum verum*) ENCAPSULADO E NÃO ENCAPSULADO

PATRICK DIAS DAS NEVES<sup>1</sup>; TAIANE MOTA CAMARGO<sup>2</sup>; MARJANA RADÜNZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – patrickdiasdasneves11@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – tainemcamargo@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – marjanaradunz@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis são consideradas um problema de saúde pública e vêm crescendo a cada ano. Dessa forma, constituem fonte de preocupação por estarem associadas a elevada morbimortalidade, especialmente em populações específicas, como idosos, pessoas com alimentação deficiente e sedentárias (WHO, 2018). Entre essas doenças, destaca-se o diabetes mellitus.

O diabetes mellitus é caracterizado por hiperglicemia decorrente de defeitos na secreção e/ou ação da insulina. O diabetes mellitus tipo II está associado a diversas complicações metabólicas e cardiovasculares que impactam a qualidade de vida da população. Estima-se que, globalmente, mais de 529 milhões de pessoas vivam com a doença (DÓREA et al., 2024; LU et al., 2024).

Atualmente, existem diversos medicamentos para o tratamento dessa patologia, entretanto, muitos apresentam efeitos adversos, principalmente gastrointestinais. Nesse contexto, tornam-se necessários estudos voltados ao desenvolvimento de estratégias naturais alternativas para o controle da glicemia, como o uso de óleos essenciais. Esses compostos são produtos aromáticos de composição complexa, obtidos de material vegetal por hidrodestilação, e apresentam elevada atividade biológica. Sua coloração varia do amarelo claro ao laranja-avermelhado, como no caso do óleo de canela, embora alguns sejam incolores, como o óleo de cravo.

Entre as atividades biológicas dos óleos essenciais, destaca-se a atividade antihiperglicemianta. Diversos autores têm relatado resultados promissores, especialmente para os óleos de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e canela (*Cinnamomum verum*). No entanto, a aplicação desses óleos é limitada por sua volatilidade e baixa estabilidade frente a fatores ambientais. Assim, a encapsulação surge como alternativa viável para ampliar sua aplicação biológica (MANCAK; ÇALIŞKAN, 2025; RADÜNZ et al., 2021).

Com base no exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a atividade antihiperglicemianta frente às enzimas digestivas alfa-amilase e alfa-glicosidase da combinação dos óleos essenciais de cravo-da-índia e canela, bem como verificar o efeito dessa mistura após a encapsulação.

### 2. METODOLOGIA

#### 2.1 AQUISIÇÃO DA AMOSTRA E OBTENÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

As amostras de cravo-da-índia e canela foram adquiridas comercialmente. Para a obtenção dos óleos essenciais, as amostras foram moídas em moinho de

facas (Marconi) e, em seguida, submetidas à extração de acordo com a metodologia proposta pela FARMACOPÉIA BRASILEIRA (Brasil, 2010). A extração foi realizada por hidrodestilação em arraste a vapor, utilizando um aparelho Clevenger, durante 3 h. Após a extração, os óleos essenciais foram armazenados em frascos âmbar, sob congelamento (-18 °C). Após a extração, os óleos essenciais foram homogeneizados na proporção de 50:50, obtendo-se assim o mix (CC), utilizado nas análises posteriores.

## 2.2 ENCAPSULAÇÃO DO MIX DE ÓLEOS ESSENCIAIS

A encapsulação foi realizada pelo método de secagem por *spray drying*, utilizando caseína e maltodextrina como materiais de parede, conforme a metodologia descrita por TOMAZELLI JÚNIOR et al. (2018). Inicialmente, o emulsificante (caseína sódica) foi dissolvido em água ultrapura (4,17 g em 100 mL) e homogeneizado em Ultra-Turrax® (modelo T18, IKA, Staufen, Alemanha) a 300 rpm por 2 h. Em seguida, adicionaram-se 20 g da mistura de óleos essenciais à solução, sendo novamente homogeneizada em Ultra-Turrax a 15.000 rpm por 60 min. A mistura obtida foi então combinada com maltodextrina na proporção de 1:4 e homogeneizada a 300 rpm por 2 h. A solução final foi seca em *spray dryer* (Mini Spray Dryer - B290, BÜCHI, Flawil, Suíça), com taxa de fluxo de 7,5 mL/min, a 110 °C (entrada) e 70 °C (saída). O pó resultante foi coletado e armazenado em recipiente opaco, hermeticamente fechado, a 4 °C.

## 2.3 ATIVIDADE ANTIHIPERGLICEMIANTE

A inibição da enzima alfa-glicosidase foi determinada segundo VINHOLES et al. (2011), com adaptações. Adicionaram-se 10 µL de extrato a 50 µL do substrato p-nitrofenil- $\alpha$ -D-glicopiranosídeo 3,25 mM (diluído em tampão fosfato, pH 7,0). A reação foi iniciada pela adição de 50 µL da enzima (9,37 U mL<sup>-1</sup>, diluída em tampão fosfato, pH 7,0). A mistura foi incubada a 37 °C por 10 min, e a absorbância foi medida em leitora de placas (Spectra Max – Molecular Devices) a 405 nm, imediatamente após o término da reação.

A atividade frente à enzima alfa-amilase foi avaliada conforme SATOH et al. (2015), com adaptações. A mistura reacional continha 15 µL de amostra, 50 µL de tampão fosfato (pH 7,0) e 12,5 µL da enzima alfa-amilase (241,71 U 62 mL<sup>-1</sup>), incubada por 5 min a 37 °C. A reação foi iniciada pela adição de 62,5 µL de amido solúvel (substrato), seguida de incubação por 15 min a 37 °C. A reação foi interrompida com 12,5 µL de HCl 1 M. Para desenvolvimento de cor, adicionaram-se 25 µL de solução de iodo (0,005 M) + iodeto de potássio (0,005 M). A leitura da absorbância foi realizada em microplacas de poliestireno de 96 poços (Spectra Max 190 – Molecular Devices), a 690 nm.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da atividade antihiperglicemiantre do mix de óleos essenciais de cravo-da índia e canela é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atividade antihiperglicemiante do mix de óleos essenciais encapsulado e não-encapsulado.

<b>Amostra</b>	<b>Atividade antihiperglicemiante (%)</b>	
	Alfa-glicosidase	Alfa-amilase
<b>Mix OECC*</b>	79,37 ± 4,88	90,24 ± 2,94
<b>Mix OECC encapsulado</b>	18,99 ± 5,47	65,29 ± 8,32

\*OECC: óleo essencial de cravo e canela. Resultados expressos em média ± desvio padrão.

Os resultados indicam o mix de óleo essencial não encapsulado apresentou forte inibição das enzimas digestivas, com 79,37% para alfa-glicosidase e 90,24% para alfa-amilase. Após a encapsulação, houve queda acentuada na inibição da alfa-glicosidase (18,99%), enquanto a alfa-amilase manteve inibição intermediária (65,29%). Esses resultados sugerem que a matriz de encapsulação (caseína/maltodextrina) reduz a liberação imediata dos compostos bioativos mais ativos sobre a alfa-glicosidase, preservando parcialmente a atividade frente à alfa-amilase.

Em termos comparativos, os valores do óleo não encapsulado estão alinhados à literatura para óleos individuais. RADÜNZ et al. (2021) reportaram inibições de 75,5% (alfa-glicosidase) e 93,1% (alfa-amilase) para óleo essencial de cravo, resultados próximos às observadas em nosso estudo com o mix de cravo e canela. Isso sugere um efeito ao menos aditivo entre constituintes majoritários (por exemplo, eugenol no cravo e cinamaldeído na canela).

A redução mais pronunciada na alfa-glicosidase após a encapsulação é coerente com a literatura de microencapsulação por *spray drying*, em que materiais de parede como maltodextrina e proteínas lácteas podem criar barreiras de difusão e interações matriz-ativo, diminuindo a bioacessibilidade imediata dos voláteis. Embora TOMAZELLI JÚNIOR et al. (2018) tenham avaliado outro óleo e um desfecho antimicrobiano, o racional tecnológico é análogo: a microencapsulação protege e estabiliza compostos, porém modula seu perfil de liberação, o que pode atenuar a atividade medida em ensaios rápidos como os de inibição enzimática.

No contexto de canela, a revisão de MANCAK; ÇALIŞKAN (2025) aponta eficácia potencial de derivados, como o cinamaldeído, no controle glicêmico, incluindo inibição de enzimas digestivas, o que corrobora a contribuição da canela para a resposta observada no mix. De modo complementar, SATOH et al. (2015) demonstraram que fenólicos do chá preto, isoladamente ou com acarbose, inibem a alfa-glicosidase, reforçando que diferentes classes de metabólitos secundários podem compartilhar esse alvo no trato digestivo.

Em conjunto, os dados sustentam que a combinação de cravo e canela mantém altos níveis de inibição enzimática quando não encapsulada, a encapsulação atenua principalmente a ação sobre a alfa-glicosidase, possivelmente por limitação de liberação no tempo do ensaio, e que a magnitude dos efeitos é compatível com a reportada para óleos essenciais e outros agentes naturais.

#### 4. CONCLUSÕES

O mix de óleos essenciais mostrou-se eficaz na inibição das enzimas digestivas avaliadas, indicando potencial aplicação no tratamento do diabetes

mellitus tipo II. A encapsulação reduziu parcialmente essa atividade, mas manteve níveis significativos de inibição. Estudos in vivo são necessários para confirmar e aprofundar a compreensão do potencial terapêutico observado.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira**, v. 2, 2010.

DÓREA, J.V.F.; BORGES, W.R.; FERRACIOLI, P.R.B. The Main Diseases Related to Type 2 Diabetes Mellitus: A Scoping Review. **Science, Technology and Society**, v.1, n. 2, p. 17-27, 2024.

LU, X.; XIE, Q.; PAN, X.; ZHANG, R.; ZHANG, X.; PENG, G.; ZHANG, Y.; SHEN, S.; TONG, N. Type 2 Diabetes Mellitus in Adults: Pathogenesis, Prevention and Therapy. **Signal Transduction and Targeted Therapy**, v. 9, n. 2, p. 262, 2024.

MANCAK, M.; ÇALIŞKAN, UK. Are cinnamon derivatives effective and safe for diabetes?. **Turkish Journal of Medical Sciences**, v. 55, n. 1, p. 313-327, 2025.

RADÜNZ, M.; CAMARGO, T.M.; DOS SANTOS HACKBART, H.C.; ALVES, P.I.C.; RADÜNZ, A.L.; GANDRA, E.A.; DA ROSA ZAVAREZE, E. Chemical composition and in vitro antioxidant and antihyperglycemic activities of clove, thyme, oregano, and sweet orange essential oils. **LWT**, v. 138, p. 110632, 2021.

SATOH, T.; IGARASHI, M.; YAMADA, S.; TAKAHASHI, N.; WATANABE, K. Inhibitory effect of black tea and its combination with acarbose on small intestinal aglucosidase activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 161, p. 147–155, 2015.

TOMAZELLI JÚNIOR, O.; KUHN, F.; PADILHA, P.J.M.; VICENTE, L.R.M.; COSTA, S.W.; BOLIGON, A.A.; SCAPINELLO, J.; NESI, C.N.; DAL MAGRO, J.; LAMO CASTELLVÍA, S. Microencapsulation of essential thyme oil by spray drying and its antimicrobial evaluation against *Vibrio alginolyticus* and *Vibrio parahaemolyticus*. **Brazilian Journal Biology**, v. 78, p. 311–317, 2018.

VINHOLES, J.; GROSSO, C.; ANDRADE, P.B.; GIL-IZQUIERDO, A.; VALENTÃO, P.; PINHO, P.G.D.; FERRERES, F. In vitro studies to assess the antidiabetic, anti-cholinesterase and antioxidant potential of *Spergularia rubra*. **Food Chemistry**, v. 129, n. 2, p. 454–462, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Health statistics and information systems: Disease burden and mortality estimates**, 2018.