



CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE SEMENTES DE CARDAMOMO (*Elettaria CARDAMOMUM*)

Milena V. Schneider¹; Helena M. Souza²; Janice da Silva³

^{1,2,3} Curso de engenharia química – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)
mivargas8387@gmail.com

Palavras-Chave: Especiarias, Bioativo, Compostos fenólicos.

Introdução

O cardamomo (*Elettaria cardamomum*) é uma planta originária da Índia, pertencente à família Zingiberaceae, amplamente reconhecida por seu aroma intenso e sabor levemente picante. Tradicionalmente empregado na culinária e na medicina popular, destaca-se atualmente como uma das especiarias de maior valor comercial no mercado internacional, em razão de suas características sensoriais e de sua composição rica em compostos bioativos (Verma et al., 2021).

Seu cultivo é favorecido em regiões de clima tropical úmido, com temperaturas entre 18 e 30 °C, elevada umidade relativa do ar e precipitação regularmente distribuída ao longo do ano (FAO, 2020). A espécie apresenta melhor desenvolvimento em altitudes entre 600 e 1500 metros, sob sombreamento parcial, em solos ácidos e ricos em matéria orgânica (Ravindran; Madhusoodanan, 2002).

A produção do cardamomo baseia-se na colheita manual das cápsulas ainda verdes, seguida de secagem controlada, etapa essencial para preservar seus compostos voláteis e metabólitos bioativos. As sementes concentram óleos essenciais, compostos fenólicos e flavonoides, substâncias associadas às propriedades antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias atribuídas à especiaria (Al-Yousef; Hafez, 2022). Em razão dessas características, o cardamomo é empregado não apenas como condimento, mas também em formulações fitoterápicas, cosméticas e alimentícias.

Na indústria de alimentos, é empregado como aromatizante em produtos de panificação, confeitaria, laticínios e bebidas, contribuindo para o desenvolvimento de produtos com características sensoriais diferenciadas (Ravindran; Babu, 2016).

Adicionalmente, o cardamomo tem despertado crescente interesse científico devido ao seu potencial como alimento funcional. Estudos relatam que seus compostos bioativos exercem importante atividade antioxidante, contribuindo para a redução do estresse oxidativo e da inflamação, fatores envolvidos no desenvolvimento de diversas doenças crônicas. Pesquisas também apontam efeitos benéficos relacionados ao metabolismo lipídico, à sensibilidade à insulina, à função digestiva, à saúde intestinal e, potencialmente, à função cognitiva, embora



alguns desses mecanismos ainda necessitem de investigações mais aprofundadas (Ali et al., 2008; Verma et al., 2009).

Entre os principais constituintes responsáveis por esses efeitos destacam-se os polifenóis, metabólitos secundários capazes de neutralizar espécies reativas de oxigênio, reduzindo danos oxidativos associados ao envelhecimento celular e ao desenvolvimento de doenças como câncer, diabetes mellitus e enfermidades cardiovasculares (Shahidi; Ambigaipalan, 2015). Dessa forma, a determinação do teor de polifenóis e da atividade antioxidante representa uma importante ferramenta para avaliar o potencial funcional de alimentos e especiarias.

No Brasil, embora o cultivo do cardamomo ainda seja incipiente, regiões como a Floresta Amazônica e o Vale do Ribeira apresentam condições edafoclimáticas favoráveis para sua produção (Globo Rural, 2015). Associado ao crescente interesse dos consumidores por ingredientes naturais e alimentos funcionais, esse cenário amplia as perspectivas para a expansão da cultura no país. Estimativas indicam que o mercado global de cardamomo deverá apresentar crescimento anual de aproximadamente 6,1% até 2029 (Mordor Intelligence, 2024), reforçando o potencial econômico da especiaria e a importância de investimentos em pesquisas, técnicas de cultivo adaptadas e sistemas sustentáveis de produção.

Nesse contexto, o estudo do cardamomo mostra-se relevante tanto pelo potencial de agregação de valor à cadeia produtiva quanto pela necessidade de ampliar o conhecimento sobre sua composição química e suas propriedades funcionais, especialmente no cenário brasileiro, onde ainda são escassas as investigações sobre a caracterização físico-química dessa especiaria.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar o cardamomo quanto ao teor de polifenóis totais e à atividade antioxidante, contribuindo para o conhecimento de seu potencial como ingrediente funcional para a alimentação humana.

Material e Métodos

Utilizaram-se sementes comerciais de cardamomo verde (Saúde a Granel, Brasil). As sementes passaram por inspeção visual para verificação de integridade, uniformidade e ausência de impurezas. Em seguida, foram trituradas com a casca e submetidas a peneiramento grosseiro para obtenção de uma amostra homogênea, descartando-se o material remanescente.

O teor de umidade foi determinado conforme o método IAL 012/IV (IAL, 2008). Cerca de 3 g da amostra foram submetidos à secagem em estufa a 105 °C até massa constante. Após resfriamento em dessecador, as amostras foram pesadas em balança analítica, sendo as determinações realizadas em triplicata.

O teor de cinzas foi determinado segundo o método IAL 018/IV (IAL, 2008). Aproximadamente 2 g da amostra foram carbonizados em chama de bico de Bunsen e, posteriormente, incinerados em forno mufla a 550 °C até completa obtenção das cinzas. Após resfriamento em dessecador, os cadinhos foram pesados em balança analítica, em triplicata.



A determinação dos minerais (Na, Li, Ca e K) foi realizada por espectroscopia de emissão em chama, no fotômetro de chama Digimed DM-61, em triplicata.

A acidez total titulável seguiu o método AOAC 942.15 (AOAC, 2019). Para a extração, 10 g da amostra foram homogeneizados em 100 mL de água deionizada ebulida e mantidos em repouso por 30 min, com agitação a cada 5 min. Após filtração a vácuo, o extrato foi titulado com solução padronizada de NaOH até pH 8,2, por titulação potenciométrica.

A capacidade antioxidante foi determinada pelo método de sequestro do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil). A solução estoque foi preparada dissolvendo-se 24 mg de DPPH em 100 mL de etanol absoluto, sendo posteriormente diluída na proporção de 1:10 para obtenção da solução de trabalho. A curva analítica foi construída utilizando soluções de Trolox com concentrações entre 50 e 1000 μM .

O extrato aquoso do cardamomo foi obtido por maceração a quente (3 g da amostra em 100 mL de água a 40 °C por 15 min), seguida de filtração. Para a reação, 150 μL do extrato foram adicionados a 5,850 mL da solução de DPPH. Após incubação por 30 min ao abrigo da luz, a absorbância foi determinada a 515 nm em espectrofotômetro SP-220 (Biospectro). Todas as análises foram realizadas em triplicata, incluindo controle negativo.

O teor de polifenóis totais foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu. O extrato foi preparado pela extração de 1 g da amostra com 10 mL de etanol a 70% durante 30 min, seguida de filtração a vácuo. A curva analítica foi elaborada utilizando soluções de ácido gálico com concentrações entre 50 e 500 mg L^{-1} .

Para a reação, foram misturados 2 mL do extrato, 8 mL de solução saturada de carbonato de sódio (20 g 100 mL^{-1}) e 10 mL do reagente de Folin-Ciocalteu previamente diluído (1:9, v/v, em água deionizada). Após incubação por 30 min à temperatura ambiente, a absorbância foi medida a 765 nm em espectrofotômetro SP-220 (Biospectro). Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados



Análise	Resultado	Expresso em
Teor de Umidade	10,51 ± 0,15	%
Teor de Cinzas	11,24 ± 0,24	%
Acidez Total Titulável	4,36 ± 0,066	mEq ácido / 100g
Sódio (Na)	262,50 ± 1,59	mg / 100g
Lítio (Li)	5,90 ± 0,22	mg / 100g
Potássio (K)	1167,20 ± 2,74	mg / 100g
Atividade Antioxidante	2,64 ± 0,14	µmol Trolox / g
Atividade Antioxidante (%AA - DPPH)	41,3 ± 0,3	%
Teor de Polifenóis Totais	4,61	mg GAE / g

Fonte: As autoras (2025).

A American Spice Trade Association (ASTA) recomenda um limite entre 9% e 12% para vagens e sementes inteiras (AMERICAN SPICE TRADE ASSOCIATION, 2014). Assim, como teor de umidade é um parâmetro crucial para evitar formação de bolores e fungos, além de reter o aroma e sabor do cardamomo, conclui-se que a amostra está adequada para consumo.

O teor de cinzas recomendado pela ASTA para especiarias se encontra entre 4% e 9%. O teor de cinzas obtido está 41% acima do especificado. Em outros estudos, o teor de cinzas é tipicamente reportado entre 4,6 e 7%, variando conforme a origem, variedade e condições de cultivo. Na literatura, por exemplo, Amma et al. (2010) relataram 6,97 % de cinzas no pó de sementes de cardamomo, enquanto Abera, Daba e Tadesse (2020) registraram 6,72 % em sementes cultivadas na Etiópia. Já em estudo voltado à casca o teor foi muito mais elevado, de 15,4 %. Considerando que no experimento foi utilizada a semente com a casca, esse pode ter sido um fator para um teor tão elevado de cinzas.

O aumento no teor de cinzas em sementes pode ser causado por contaminação por terra na colheita, falhas na moagem ou variações biológicas naturais, além da possibilidade de fraude mediante a adição de materiais inorgânicos pesados para aumentar o peso.

A acidez não é um parâmetro medido nos estudos envolvendo cardamomo, visto que a maioria dos estudos têm foco nos óleos essenciais. Porém, a acidez é um fator ambiental e processual que modula a quantidade, a atividade e a disponibilidade dos compostos antioxidantes e bioativos presentes nas sementes, estando conectado com o objetivo do estudo. Segundo Silva et al. (2010), a acidez é um dos parâmetros mais usados na caracterização físico-química de especiarias e pode interferir na aceitação sensorial e na estabilidade microbiológica do produto. Valores semelhantes foram reportados por Shaaban et al. (2015), que encontraram teores entre 3,5 e 5,2 mEq/100g em sementes secas de cardamomo, dependendo da origem

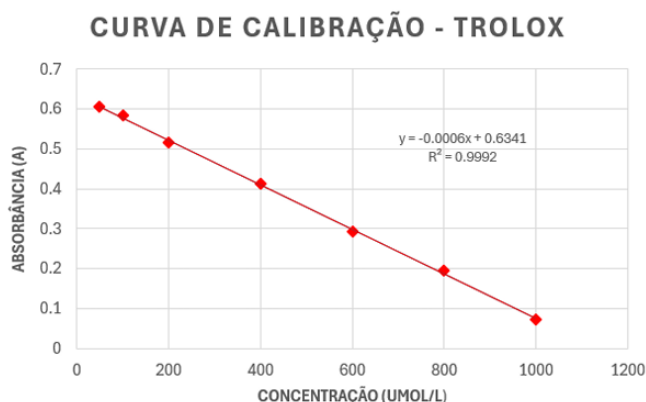


geográfica. A acidez pode também ser influenciada por condições de cultivo, estágio de maturação e processos de secagem.

O teor de sódio superou o padrão habitual para o cardamomo, que varia de 30 a 60 mg/100g (Alqasoumi et al., 2012). Essa elevação pode decorrer de contaminação, cultivo em alta salinidade ou adulteração com sal para intensificar o sabor, o que mascara o perfil natural, compromete o valor funcional e eleva o consumo diário além dos 2 g recomendados pela OMS (WHO, 2009). Já o lítio apresentou nível incomum para especiarias, que geralmente registram teores traço menores que 0,1 mg/100g (Zhao et al., 2014). A alta pode indicar solos ricos no elemento ou irrigação contaminada. Em contrapartida, o potássio manteve-se na faixa esperada de 900 a 1500 mg/100g (Al-Qudah et al., 2011), confirmando-se como o mineral predominante, o que beneficia a saúde cardiovascular, atua como antioxidante e reforça o valor funcional do produto (FAO/WHO, 2001).

A curva de calibração construída a partir das leituras de absorbância das soluções de Trolox está apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Curva de calibração Trolox



Fonte: As autoras (2025).

A partir da curva chegou-se à equação $y = -0,0006x + 0,6341$ com R^2 de 0,9992. A concentração foi expressa em μM equivalente de Trolox por litro de extrato e foi calculada a partir da Equação 1, enquanto a concentração em μM de Trolox/g de cardamomo foi calculada através da Equação 2.

$$CT = \frac{Abs - b}{a} \quad \text{Eq. 1}$$

$$TEAC = \frac{C * 0,1}{m} \quad \text{Eq. 2}$$



Pela Equação 3 calculou-se a porcentagem de atividade antioxidante.

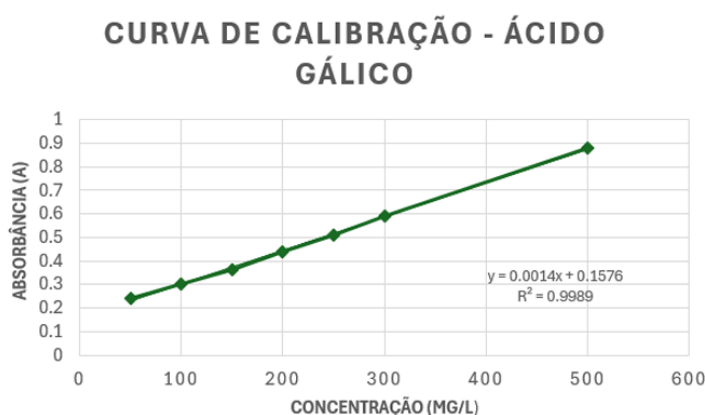
$$AA (\%) = (1 - Abs) * 100 \quad \text{Eq. 3}$$

A atividade observada é considerada moderada quando comparada com outras especiarias. Estudos como os de Gulcin et al. (2017) mostram que o cardamomo pode apresentar variações de 2 a 6 $\mu\text{mol/g}$, sendo afetado por fatores como tipo de extração, solvente utilizado e origem da planta. Al-Yasiry e Kiczorowska (2016) analisaram o óleo essencial extraído por hidrodestilação das cápsulas do cardamomo e observaram uma capacidade antioxidante com valores acima de 20 μmol de Trolox/g, atribuída principalmente à presença de compostos conhecidos por sua forte ação contra radicais livres. Da mesma forma, Goyal et al. (2020) estudaram o rizoma da planta, utilizando extratos metanólicos e acetato de etila, e relataram valores superiores a 15 μmol de Trolox/g pelo método DPPH.

Apesar de inferior a especiarias como o cravo da Índia (>80 μmol Trolox/g), o valor é interessante e reforça o papel do cardamomo como especiaria funcional. Além disso, há correlação positiva entre o teor de polifenóis e a atividade antioxidante, o que reforça a importância de uma composição rica em compostos fenólicos e terpenos aromáticos.

A curva de calibração obtida para o ácido gálico está indicada na Figura 2.

Figura 2 – Curva de calibração Ácido gálico



Fonte: As autoras (2025).

Com a curva de obteve-se a equação $y = 0,0014x + 0,1576$, com R^2 de 0,9989. A partir da Equação 4 calculou-se o teor de polifenóis totais, enunciado em mg de ácido gálico por litro de extrato.



$$EAG = \frac{Abs-b}{a} \quad \text{Eq. 4}$$

Ainda, a partir da Equação 5 foi possível estimar a quantidade de mg de ácido gálico em cada grama de semente.

$$EAG = \frac{C*0,01}{m} \quad \text{Eq. 5}$$

Os polifenóis quantificados indicam a concentração de compostos bioativos com potencial antioxidante. Estudos como o de Singh et al. (2013) apontam valores entre 5 e 12 mg GAE/g, dependendo da origem geográfica e do solvente utilizado na extração. Como os fenóis estão entre os principais responsáveis pela neutralização de radicais livres, seu teor é um bom indicativo da qualidade funcional da especiaria. É importante considerar que o perfil fenólico do cardamomo é complexo, incluindo ácidos fenólicos, flavonoides e taninos. Processos de secagem, moagem e armazenamento podem afetar a estabilidade desses compostos. Por isso, a quantificação de polifenóis também é uma ferramenta para avaliar o frescor e a integridade do produto. Apesar de o cardamomo apresentar valores mais baixos que especiarias como cravo (120 mg GAE/g) ou orégano (até 80 mg GAE/g), seu perfil aromático e a presença de óleos essenciais o tornam uma especiaria versátil tanto culinária quanto medicinalmente.

A inclusão da casca e a escolha dos solventes (aquoso e hidroalcoólico) influenciaram diretamente os resultados. Enquanto este estudo obteve valores específicos para a semente integral, a literatura aponta variações significativas de acordo com a parte da planta e o método extrativo: Singh et al. (2013) acharam teores maiores de fenóis (11 mg GAE/g) avaliando apenas sementes sem casca com solvente etanólico; Goyal et al. (2020) observaram forte ação antioxidante no rizoma via extração com metanol e acetato de etila; e Al-Yasiry e Kiczorowska (2016) constataram alta atividade antimicrobiana e antioxidante no óleo essencial.

Conclusões

A análise das sementes com casca de *Elettaria cardamomum* revelou teores interessantes de compostos bioativos e minerais, destacando-se o potássio com 1167,2 mg/100g, os polifenóis totais (4,61 mg GAE/g) e a atividade antioxidante (2,64 µmol de Trolox/g).

A caracterização físico-química e a avaliação do potencial antioxidante do cardamomo demonstraram que a amostra apresentou, de modo geral, características compatíveis com um produto de adequada qualidade. O teor de umidade atendeu aos limites recomendados pela ASTA, indicando condições adequadas de conservação, enquanto a acidez apresentou valores compatíveis com os descritos na literatura.



O teor de cinzas, superior ao recomendado para sementes de cardamomo, e as concentrações elevadas de sódio e lítio, sugerem a necessidade de investigações adicionais para esclarecer a influência da composição da amostra, da origem geográfica e das condições de cultivo sobre esses parâmetros. Em contrapartida, o teor de potássio permaneceu dentro da faixa esperada, confirmando sua predominância na composição mineral da especiaria.

Os resultados de atividade antioxidante e de polifenóis totais evidenciaram a presença de compostos bioativos, reforçando o potencial funcional do cardamomo como fonte natural de antioxidantes. Assim, acredita-se que o estudo contribui para a caracterização da qualidade da especiaria e destaca a importância de análises físico-químicas para o controle de qualidade e a valorização desse produto.

Agradecimentos

Agradecemos à disciplina de Análise Química de Alimentos e Bioprodutos do curso de Engenharia Química da Unisinos pela oportunidade e suporte disponibilizados para o desenvolvimento do presente estudo.

Referências

- ABERA, Sileshi; DABA, Teshome; TADESSE, Meselech. **Nutritional composition of cardamom (Elettaria cardamomum) seed cultivated in Ethiopia**. ResearchGate, 2020.
- ALI, B. H., et al. **Phytochemical, pharmacological and toxicological aspects of Elettaria cardamomum (cardamom): A review**. Phytotherapy Research, 22(4), 363–367, (2008).
- ALQASOUMI, S. et al. **Elemental analysis of cardamom seeds using ICP-OES: safety evaluation**. Pharmacognosy Magazine, v. 8, n. 29, p. 45–49, 2012.
- AL-QUDAH, M. A. et al. **Mineral composition of traditional herbal and medicinal plants used in Jordan**. Biological Trace Element Research, v. 144, n. 1–3, p. 1–14, 2011.
- AL-YASIRY, A. R.; KICZOROWSKA, B. **Chemical composition and pharmacological properties of cardamom (Elettaria cardamomum): a review**. Journal of Research in Pharmacy, v. 20, n. 3, p. 476–489, 2016.
- Al-Yousef, H. M., Hafez, E. E., Alqasim, A. **Phytochemical characterization and antioxidant activity of cardamom (Elettaria cardamomum) extract and its antimicrobial activity against multidrug-resistant bacteria**. Saudi Journal of Biological Sciences, 29(2), 1181–1187, 2022.
- AMERICAN SPICE TRADE ASSOCIATION (ASTA). Cleanliness Specifications for Spices, Seeds and Herbs. ASTA, 2014.
- AMMA, C. S. et al. **Effect of processing on the quality of cardamom (Elettaria cardamomum Maton)**. Journal of Spices and Aromatic Crops, v. 19, n. 2, p. 97–103, 2010.
- AOAC INTERNATIONAL. Official methods of analysis of AOAC International. 21st ed. Rockville: AOAC International, 2019. Método 942.15.
- FAO. Ecocrop Database: Elettaria cardamomum. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.
- FAO/WHO. **Human Vitamin and Mineral Requirements**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome: FAO, 2001.



GLOBO RURAL. **Como plantar cardamomo**. Globo Rural, 26 out. 2015. Disponível em: <https://globorural.globo.com/vida-na-fazenda/comoplanantar/noticia/2015/10/como-plantar-cardamomo.html>. Acesso em: 4 jun. 2025

GOYAL, R. et al. **Phytochemical composition and antioxidant potential of Elettaria cardamomum rhizome**. Journal of Ethnopharmacology, v. 256, 112792, 2020.

GULCIN, I. et al. **Antioxidant activity of spice extracts**. Journal of Food Biochemistry, v. 41, e12312, 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

MORDOR INTELLIGENCE. Cardamom Market - Growth, Trends, and Forecast (2024 - 2029). 2024. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/cardamom-market>. Acesso em: 4 jun. 2025.

Ravindran, P. N., & Babu, K. N. **Botany and crop improvement of cardamom**. In Cardamom: The genus Elettaria (pp. 23–76). CRC Press, 2016

RAVINDRAN, P. N.; MADHUSOODANAN, K. J. **Cardamom: The genus Elettaria**. Boca Raton: CRC Press, 2002.

SHAABAN, H. A. E. et al. **Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils and extracts of cardamom (Elettaria cardamomum)**. International Journal of Food Properties, v. 18, n. 1, p. 60–74, 2015.

Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. **Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review**. Journal of Functional Foods, 18, 820–897, 2015.

SILVA, J. P. et al. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2010

SINGH, G. et al. **Antioxidative potential of cardamom (Elettaria cardamomum) seed extracts**. Food Chemistry, v. 138, n. 2–3, p. 903–909, 2013

VERMA, R. S. et al. **Volatile composition and antioxidant activities of essential oil and oleoresin from Elettaria cardamomum (L.) Maton**. Industrial Crops and Products, 164, 113383, 2021.

VERMA, S. K. et al. **Therapeutic uses of cardamom (Elettaria cardamomum): A review**. Journal of Biological Sciences, 9(4), 593–598, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Concise International Chemical Assessment Document 59: Lithium in Drinking-water. Geneva, 2009.

ZHAO, F. J. et al. **The distribution of lithium in the environment and its implications for health**. Environmental International, v. 59, p. 1–5, 2014.