



UM OLHAR SUSTENTAVEL PARA OS RESÍDUOS DE MANGA TOMMY ATKINS (*Mangifera indica* L.) ATRAVÉS DA QUÍMICA E ATIVIDADE FITOTÓXICA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.I-028>

Leticia Rodrigues Barrozo Lopes* e Miriam Sannomiya 2

* Universidade de São Paulo -USP, leticia.barrozo.lopes@usp.br

RESUMO

O aproveitamento dos resíduos da manga é de grande relevância econômica e ambiental, já que não existe aplicação comercial das cascas da manga. As cascas contêm metabólitos secundários que apresentam ação anti-inflamatória, antioxidante e antimicrobiana, tornando-as um importante resíduo a ser estudado para um melhor aproveitamento deste potencial. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo realizar o estudo químico e fitotóxico de extratos aquosos das cascas de manga Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.). As análises por Cromatografia em Camada Delgada (CCD) e high performance Liquid Chromatography with Photodiode array detector (HPLC-PDA) indicam a presença de ácido gálico, ácido vanílico e mangiferina nos extratos obtidos. O extrato (10g pó/ 75mL) na concentração de 0,8 mg/ml apresentou potencial fitotóxico frente a erva daninha *Bidens pilosa*, inibindo 60% do comprimento das raízes. Os metabólitos secundários detectados até o dado momento nos extratos das cascas de manga podem contribuir para essa ação fitotóxica observada, já que são reconhecidos na literatura por apresentarem uma diversidade de atividades biológicas. Estes dados indicam que o extrato de manga pode ter um potencial como bioherbicida.

PALAVRAS-CHAVE: *Mangifera indica*, HPLC-PDA, mangiferina, fitotoxicidade

ABSTRACT

The utilization of mango waste is of great economic and environmental relevance since there is no commercial application for mango peels. The peels contain secondary metabolites that have anti-inflammatory, antioxidant, and antimicrobial actions, making them an important waste to be studied for better use of this potential. In this sense, the present work aims to carry out a chemical and phytotoxic study of aqueous extracts from Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.) mango peels. Analyses by Thin Layer Chromatography (TLC) and High-performance Liquid Chromatography with a Photodiode array detector (HPLC-PDA) indicate the presence of gallic acid, vanillic acid, and mangiferin in the extracts obtained. The extract (10g powder/ 75mL) at a concentration of 0.8 mg/mL showed phytotoxic potential against the weed *Bidens pilosa*, inhibiting 60% of root length. The secondary metabolites detected so far in the mango peel extracts may contribute to this observed phytotoxic action since they are recognized in the literature for presenting a diversity of biological activities. These data indicate that mango extract may have potential as a bioherbicide.

KEY WORDS: *Mangifera indica*, HPLC-PDA, mangiferin, phytotoxicity

INTRODUÇÃO

De acordo com Santos e colaboradores (2018), cerca de 45% dos resíduos são provenientes de hortaliças e frutas e estes são ricos em compostos bioativos e que poderiam ser aproveitados. E os resíduos de mangas fazem parte do referido cenário. Trata-se de frutas ricas em nutrientes e estão entre as dez frutas mais plantadas no mundo. Somente o Brasil produziu cerca de 1,3 milhões de toneladas de manga em 2018, sendo destinada à exportação e consumo interno do país (IBGE, 2020). Entretanto suas cascas e caroços são descartados durante o processamento e fabricação de produtos industriais (ARBOS; STEVANI; CASTANHA, 2013). Dados do relatório Food Waste, feito pelas Nações Unidas, mostram que o Brasil é o décimo país que mais desperdiça alimentos no mundo, com um percentual de 35%. Em 2019, o Brasil desperdiçou 26 milhões de toneladas de alimentos, sendo 5,6 milhões de toneladas de hortaliças e 5,3 milhões de frutas (CEDES, 2019). Indústrias alimentícias são responsáveis por grande quantidade de resíduos, derivados da utilização da fruta *in natura* para elaboração de doces, geleias, sucos e sorvetes, produzida com as mangas (DAMIANI et al., 2011). Os resíduos orgânicos liberam gás metano (CH₄) em seu processo de decomposição, que é um dos responsáveis pelo aumento do aquecimento global, sendo 80 vezes mais maléfico que o dióxido de carbono (CO₂) gerando assim, graves problemas ambientais (UNEP, 2021). Isso ocorre com as cascas e as sementes da manga, que



com a umidade e altos teores de fósforo favorecem o crescimento de microrganismos, aumentando assim a quantidade de nitrogênio no solo, resultando na produção de gases do efeito estufa que contribuem para o aquecimento global. Este por sua vez tem impactado severamente na perda da biodiversidade, aumento de doenças causada pelas altas temperaturas, causando secas e incêndios, resultando prejuízo na agricultura e diminuição na oferta de alimentos (BARD, 2011).

Atualmente, existem inúmeros tipos de mangas, sendo a mais consumida no Brasil a Tommy, *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae). É uma fruta sazonal e por apresentar uma excelente adaptação em ambientes variados, eleva sua produtividade (CAVALCANTE, 2018, CARVALHO et al., 2004).

Diferentes classes de compostos bioativos estão presentes nas cascas da manga, sendo eles os carotenoides, fenólicos e triterpenos, os quais apresentam propriedades para o combate e prevenção de doenças. (YAMASHITA, 2017). Um importante e característico metabólito secundário presente nas cascas de manga é a xantona, mangiferina (1,3,6,7-tetrahydroxixantona-C-2-β-D-glucosídeo), a qual é ocorrente em espécies pertencentes às famílias Gentianaceae e Anacardiaceae (JUNIOR; SANTOS, 2013). Alguns estudos realizados apontam que a mangiferina é um quimio-preventivo promissor, devido sua capacidade de modular a expressão de alguns genes, além de apresentar atividades como antifúngica, antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória, regulação do apoptose e auxiliarem no tratamento de doenças autoimunes (ARBOS; STEVANI; CASTANHA, 2013). Estes dados indicam a grande importância de se pensar em estratégias para um aproveitamento de seus resíduos. Dentro deste cenário, o presente trabalho propõe fazer estudo químico associado ao efeito fitotóxico das cascas de *M. indica* L. frente a *Bidens pilosa* e *Brachiaria decumbens*, a fim de contribuir para o conhecimento e possíveis rotas de reaproveitamentos.

OBJETIVOS

Avaliar a composição dos extratos das cascas de *Mangifera indica* var. Tommy Atkins e a sua atividade fitotoxicidade

Objetivos específicos:

- a) Identificar a composição química dos extratos das cascas de *Mangifera indica*.
- b) Avaliar a atividade fitotóxica dos extratos frente às sementes de *Bidens pilosa* L. e *Brachiaria decumbens*.

METODOLOGIA

As cascas de manga (*Mangifera indica* L. var. Tommy Atkins) foram adquiridas na cidade de Suzano no período sazonal de março de 2021. As mangas foram lavadas com sabão e água corrente. Em seguida, foram descascadas e levadas à estufa de ventilação para secagem. Neste processo, a estufa foi mantida a 45°C por um período total de 72 h, logo após pulverização em moinho de facas.

O pó foi submetido ao processo extrativo por decocção (30 min) em duas proporções 10 mg pó/ 50mL de água e 10mg de pó/ 75 mL de água. Após a extração, estes foram filtrados e levados para o processo de liofilização até a obtenção dos extratos secos, denominados **A1** e **A2**.

ETAPA QUÍMICA

Análises cromatográficas por HPLC-PDA (High pressure Liquid Chromatography coupled with Photodiode array Detector)

As análises foram realizadas empregando-se um Cromatógrafo Agilent 1260 equipado com célula de fluxo de 60 mm (modelo 1260) acoplado a um detector de UV. A separação cromatográfica foi realizada em uma coluna Zorbax



Eclipse Plus C-18 (4,6 x 150 mm – partícula 3,5 μm). As análises foram realizadas à temperatura constante de 45 °C, fluxo de 1 mL.min⁻¹ e com volume de injeção de 3 μL . A composição da fase móvel empregada foi de 0,1% de ácido acético em água (A) e acetonitrila (B). A fase móvel empregada se deu em modo gradiente, iniciando o processo com uma mistura de 90% de água acidificada com 0,1% de ácido acético e 10% de acetonitrila (ACN) até 6 min e, posteriormente, seguiu-se com um gradiente linear, alcançando 100% de ACN em 60 minutos.

Doseamento de fenóis totais, flavonoides totais e taninos hidrolisáveis

A determinação de fenóis totais foi realizada utilizando o método de Folin-Ciocalteu. A curva padrão de ácido gálico foi construída a partir de 8 diluições nas concentrações de 87,5 mg.L⁻¹ a 700 mg.L⁻¹, a partir de uma solução estoque de 875 mg.L⁻¹. Os extratos foram preparados na concentração de 1 mg.mL⁻¹. Para o doseamento dos fenóis totais foram adicionados em microtubos 1560 μL de água Milli-Q®, 40 μL da amostra, 100 μL do reagente Folin-Ciocalteu e 300 μL de uma solução saturada de carbonato de sódio. Após 2h de reação, as alíquotas de 200 μL de cada microtubo foram adicionadas em uma placa de 96 poços para a realização da leitura em 760 nm.

A determinação dos flavonóides totais foi realizada utilizando a reação com cloreto de alumínio (AlCl₃). Para tanto, foi empregada uma solução de concentração 50 mg.mL⁻¹ de AlCl₃. A curva padrão de rutina foi construída a partir de 10 diluições nas concentrações de 3,0 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ a 60 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ a partir de uma solução estoque de 0,1 mg.mL⁻¹. Os extratos foram preparados na concentração de 1 mg.mL⁻¹.

Para o doseamento dos flavonóides totais foram adicionados em microtubos 0,5 mL da amostra e 0,5 mL da solução de AlCl₃. Após 15 min de reação, as alíquotas de 200 μL de cada microtubo foram adicionadas em uma placa de 96 poços para a realização da leitura em 420 nm.

Ensaio fitotóxico

Os extratos aquosos de cascas de manga foram submetidos a ensaios fitotóxicos frente as sementes *Bidens pilosa* L e *Brachiaria decumbens*. Foram avaliados os parâmetros de taxa de germinação, comprimento do hipocótilo e comprimento da raiz. Os extratos foram diluídos em tampão composto por ácido 10⁻² M 2-[N - morfolino]etanossulfônico (MES), 1 M NaOH (pH 6,0) e 0,5 % DMSO, posteriormente utilizados 4 microplacas das concentrações testadas e uma microplaca de controle negativo para *B. pilosa* L. e 8 microplacas das concentrações para braquiária e uma de controle negativo. Os poços de microplacas foram forrados com papel filtro e umedecidos com 1 mL das diluições dos extratos 10 mg pó/50 mL de água (A1) e 10 mg pó/ 75mL água (A2) de casca de manga e com os controles negativos de *B. pilosa* L e *B. decumbens*. Duração dos ensaios: os bioensaios levaram 7 dias para picão (*B. pilosa* L) e 8 a 10 dias para braquiárias. As sementes foram germinadas em BOD sob fotoperíodo de 12 h e temperatura de 25 °C.

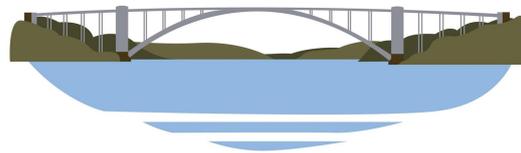
RESULTADOS

O método extrativo de decoção utilizou apenas água, sem utilização de solvente químico, potencializando o uso de resíduos da manga. (ANASTAS, and JOHN. 1998). De acordo com os dados na Tabela 1, um maior rendimento foi observado para o extrato A2.

Tabela 1- Rendimentos a partir do extrato das cascas de *Mangifera indica*

| Extrato | Proporções Pó x água (g x mL) | Extrato obtido (g) | Rendimento (%) |
|---------|-------------------------------|--------------------|----------------|
| A1 | E10 50 | 5 | 10 |
| A2 | E10 75 | 20 | 23 |

De acordo com os dados obtidos a partir dos ensaios de doseamento, o maior teor de fenólicos e flavonoides totais está no A1 (10mg de pó/50 mL de água), e o maior teor de taninos hidrolisáveis está no extrato A2 (10 mg de pó/75 mL de



água) (Tabela 2). Assim, dependendo da classe de compostos bioativos for mais ativa, deverá ser considerada uma destas duas extrações.

Tabela 2- Doseamento do teor de fenóis, flavonóides totais e taninos hidrolisáveis dos extratos de manga

| Amostras | Fenóis totais (mg GAE.g extrato-1) | Flavonoides totais (mg rutina.g extrato-1) | Taninos hidrolisáveis (mg AT.gextrato-1) |
|----------|---------------------------------------|---|---|
| A1-10 50 | 8,5 ± 1,4 | 40,4 ± 2,4 | 33,6 ± 3,4 |
| A2-10 75 | 1,0 ± 0,3 | 62,5 ± 2,0 | 32,0 ± 2,3 |

Para avaliação do perfil químico dos metabólitos secundários nos extratos estudados, foram realizadas análises por HPLC-PDA. Os dados obtidos, demonstraram que as proporções da relação pó e água, não afetam na extração dos compostos presentes nas cascas de manga. A co-injeção com padrões de substâncias previamente identificadas em extratos de manga (*M. indica*), indicam a presença de ácido gálico 1 (TR 2,034 min), ácido vanílico 2 (TR3,156) e mangiferina 3 (7,7 min) nos extratos obtidos. De acordo com a literatura, ácido gálico apresenta inúmeras atividades biológicas reconhecidas tais como antioxidante, antimicrobiana (SHAH et al., 2017), antitumoral (PELLEGRINA et al., 2005), anti-inflamatória (KROES et al., 1992), antifúngica (NGUYEN et al., 2013) As atividades biológicas que englobam o ácido vanílico, são analgesia, anti-inflamatória e antioxidante (GHAREIB et al., 2010), antibacteriana (QIAN et al., 2019), anticâncer (MOROZKINA et al., 2021), larvicida (EMAM et al., 2022), entre outras. A presença destes compostos bioativos indica o potencial do extrato das cascas de manga para um futuro reaproveitamento de um extrato bastante promissor.

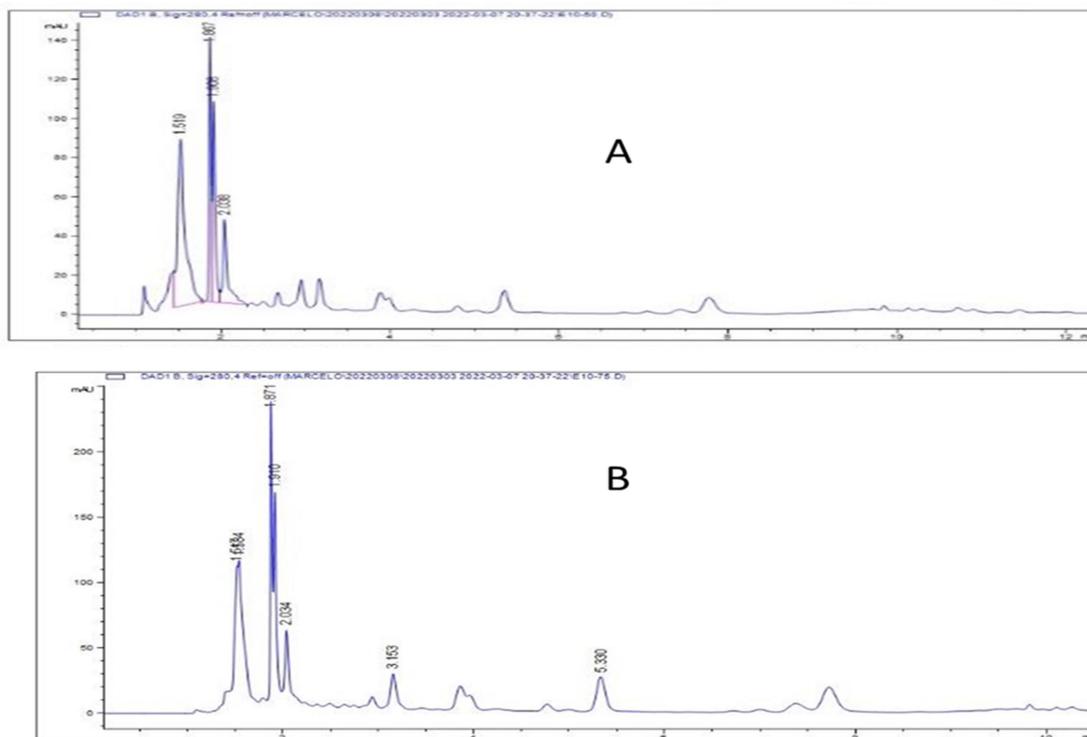
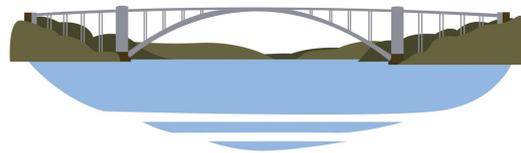


Figura 8: Cromatogramas obtidos por HPLC-PDA do extrato das cascas de *Mangifera indica*

A; extrato E 10:50; B: extrato E 10:75;



A fim de avaliar o potencial bioherbicida do extrato das cascas de *M. indica*, foram realizados os ensaios de fitotoxicidade nos extratos de concentrações A1 e o A2, em função dos teores de compostos fenólicos mais promissores a terem ações fitotóxicas. Efeitos alelopáticos do ácido vanílico sobre plantas daninhas já foram estudados por REIGOSA; SOUTO; GONZ, 1999, demonstrando inibição de germinação frente a semente de caruru (*Amaranthus retroflexus L.*), tanchagem (*Plantago lanceolata L.*) e labaga (*Rumex crispus L.*). São considerados aleloquímicos com atividade fitotóxica comprovada frente a semente de *Bidens pilosa*, os compostos fenólicos ácidos gálico, ácido elágico, ácido cafeico e ácido clorogênico, os flavonoides quercetina e rutina, e os taninos epicatequina e catequina e ácido vanílico. Os compostos tiveram uma inibição da germinação a partir da concentração 0,5 mg/mL de picão-preto. (FAVARETTO, 2018). De fato, alguns compostos têm ação fitotóxica variadas quando agem em conjunto, porém os, ácido vanílico ácido cumárico e ácido cafeico, possuem efeito fitotóxico tanto isolados quanto em suas combinações. (SOUZA, 2017.) Os bioensaios de atividade alelopátia/ fitotoxicidade seguiu os parâmetros de inibição da germinação, inibição do crescimento do caule e inibição do crescimento de raiz, utilizando-se sementes de *Bidens pilosa L.* e *Brachiaria decumbens*.

Conforme visto na figura 1, os extratos A1 e A2 não apresentaram inibição significativa somente no crescimento do caule e raiz de *Bidens pilosa L.* De acordo com Ferreira e Áquila (2000), a germinação de raiz é menos sensível aos efeitos aleloquímicos, quando comparado com o crescimento de plântulas. Todavia, o extrato A2, apresentou um percentual de mais de 30% de inibição do caule, nas concentrações 0,4 mg/ml e 0,8 mg/ml. O extrato A2 de cascas demanga apresentou 60% de inibição da raiz na concentração de 0,8 mg mL⁻¹.

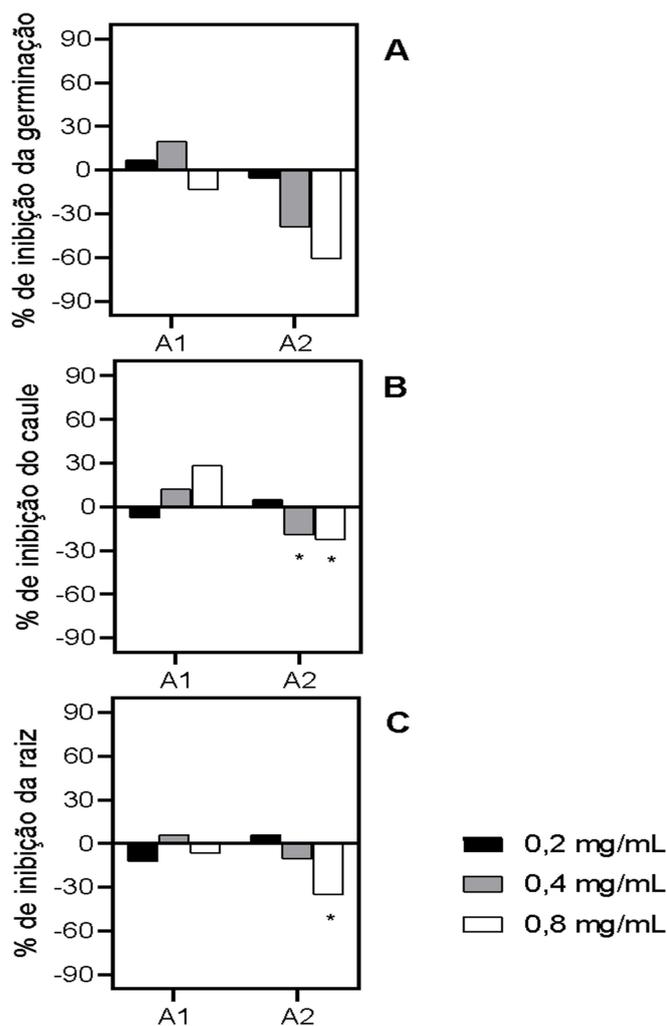
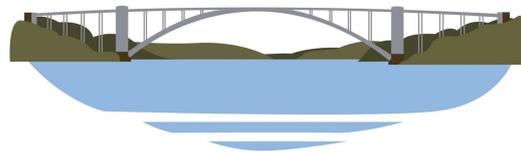


Figura 1- Resultados para *Bidens pilosa*. A-Germinação, B-caule e C-raiz. Asteriscos indicam inibição significativa em relação ao controle.



Segundo autores, Souza; Velini; Maiomoni, (2003), existem várias espécies de plantas daninhas que prejudicam as produções agrícolas mundialmente, e a inclusão de outra espécie para avaliação do potencial bioherbicida destes extratos frente ao capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), assim, os extratos **A1** e **A2** foram avaliadas com ensaios fitotóxicos frente às sementes de *B. decumbens*. De acordo com os dados obtidos (figura 2), os extratos aquosos não tiveram efeitos fitotóxicos nas concentrações testadas. Esses resultados podem ser devidos às variações que alguns tipos de plantas possuem, com às resistências alelopáticas, ou seja, algumas espécies são mais resistentes que outras.

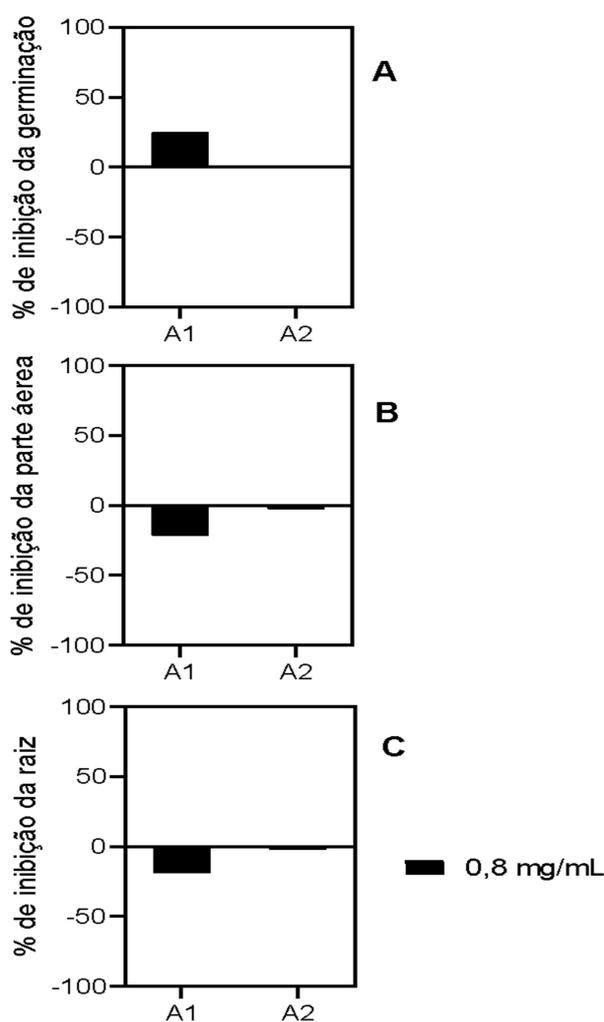


Figura 2 - Resultados para as *Brachiaria decumbens*. A–Germinação, B–Caule e C–raiz.



CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos pelo doseamento de fenólicos totais, flavonoides e taninos hidrolisáveis de cada extrato, é possível sugerir o método A3 para obtenção do teor de fenólicos e flavonoides totais, e A1-E10/100 para um maior teor de taninos hidrolisáveis está no extrato. As análises cromatográficas por HPLC-PDA, os extratos apresentam o mesmo perfil cromatográfico e foi possível identificar a presença de ácido gálico, ácido vanílico e mangiferina nos extratos. De acordo com os ensaios fitotóxicos, o extrato A2 inibe mais de 30% de inibição do caule de *Bidens pilosa*, nas concentrações de 0,4 mg/ml e 0,8 mg/ml. E 60% da inibição da raiz na faixa de 0,8 mg mL⁻¹. A inibição pode estar associada à presença concomitante destes compostos identificados no extrato de cascas de manga. O reaproveitamento de resíduos de cascas pode contribuir de forma sustentável agregando valor ao material no tratamento de doenças que acometem a saúde pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANASTAS, Paul T., and JOHN Charles Warner. **Green Chemistry: Theory and Practice**. England: Oxford University Press, 1998.
2. ARBOS, K. A.; STEVANI, P. C.; CASTANHA, R. DE F. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, p. 161–165, abr. 2013.
3. BARD, E.K. **Estudo da secagem convectiva da casca da manga visando minimizar a perda de compostos fenólicos**. 2011. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Obtenção do grau de Engenheiro Químico) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia Departamento de Engenharia Química, Porto Alegre, 2011.
4. CEDES – Centro de Estudos e Debates Estratégicos. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. **Estratégias para redução de perdas e desperdício de alimentos**. Série de cadernos de trabalhos e debates 3. Brasília, DF, pág. 269, 2019.
5. CARVALHO, C. R. L. et al. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 264–271, 2004.
6. CAVALCANTE, Márcia Maria da Silva. **Extração de polifenóis, mangiferina e pectina da casca de manga (mangifera indica L.) cv. Tommy Atkins utilizando sistema pressurizado**. 2018. 57 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
7. DAMIANI, C. et al. Sweets formulated with mango skin. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 360–369, 2011
8. EMAM, M. et al. Larvicidal Activity of Pentagalloyl Glucose and Mangiferin Isolated from the Waste of Mango Kernel Against *Culex pipiens* L. **Waste and Biomass Valorization**, v. 13, n. 1, p. 83–93, 8 jan. 2022.
9. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). **Retail food waste action guide**. Rome. Disponível em: <http://www.refed.com/downloads/Retail_Guide_Web.pdf> Acesso em: 15 jul. 2022.
10. GHAREIB, H. R. A.; ABDELHAMED, M. S.; IBRAHIM, O. H. Antioxidative effects of the acetone fraction and vanillic acid from *Chenopodium murale* on tomato plants. **Weed Biology and Management**, v. 10, n. 1, p. 64–72, mar. 2010.
11. IBGE-Instituto brasileiro de geografia e estatística. Sistema de Recuperação Automática – SIDRA, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>



12. JUNIOR, W.; SANTOS, D. O. S. **Extração de compostos antioxidantes da folha de mangueira (mangifera indica L.) utilizando co2 supercrítico, água e etanol.** 2013. 112, Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, 2013.
13. KROES, B. et al. Anti-Inflammatory Activity of Gallic Acid. **Planta Médica**, v. 58, n. 06, p. 499–504, 5 dez. 1992.
14. LERMA-TORRES, J. et al. Preparative scale extraction of mangiferin and lupeol from mango (*Mangifera indica* L.) leaves and bark by different extraction methods. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 10, p. 4625–4631, 8 out. 2019.
15. MOROZKINA, S. et al. Mangiferin as new potential anti-cancer agent and mangiferin-integrated polymer systems-a novel research direction. **Biomolecules**, v. 11, n. 1, p. 1–27, 2021.
16. NGUYEN, D. et al. Nematicidal activity of gallic acid purified from *Terminalia nigrovenulosa* bark against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. **Nematology**, v. 15, n. 5, p. 507–518, 2013.
17. PELLEGRINA, et al. Anti-tumour potential of a gallic acid-containing phenolic fraction from *Oenothera biennis*. **Cancer Letters**, v. 226, n. 1, p. 17–25, ago. 2005.
18. QIAN, W. et al. In Vitro Antibacterial Activity and Mechanism of Vanillic Acid against Carbapenem-Resistant *Enterobacter cloacae*. **Antibiotics**, v. 8, n. 4, p. 220, 13 nov. 2019.
19. SHAH, et al. Surface Functionalization of Iron Oxide Nanoparticles with Gallic Acid as Potential Antioxidant and Antimicrobial Agents. **Nanomaterials**, v. 7, n. 10, p. 306, 5 out. 2017
20. SOARES, A. Manga. Hortifruti Brasil, Piracicaba, v. 10, n. 109, p. 32, 2012.
Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/109/full.pdf> Acesso em: 19 abril 2022.
21. SANTOS, L. et al. Gestão de resíduos da manga (*Mangifera indica*): análise bibliométrica e sistêmica da literatura. **X Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe**, n. 2018, p.525–536, 2018.
22. UNEP-United Nations Environment Programme. **As emissões de metano estão impulsionando a mudança climática.** 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/emissoes-de-metano-estao-impulsionando-mudanca-climatica-veja>.