



## Área: Ciência de Alimentos

# IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS POR CROMATOGRAFIA GASOSA (CG-MS) EM EXTRATOS DE CASCA DE GUABIROBA (*Campomanesia xanthocarpa*)

Cintia Lurdes da Silva Peres, Marina da Silva\*, Luciano Tormen, Eduarda Molardi Bainy

Curso de Engenharia de Alimentos, Campus Laranjeiras do Sul, Universidade Federal da Fronteira Sul, PR

\*E-mail: marina15.06@hotmail.com

**RESUMO** – *Campomanesia xanthocarpa* conhecida como guabiroba, é um fruto natural do Brasil com elevados teores de compostos fenólicos, vitamina C e potencial antioxidante. Além da rica composição em sua polpa, resíduos como casca e semente também possuem a presença de compostos bioativos. Extratos de matrizes vegetais podem apresentar composições finais diferentes de acordo com o método de extração empregado. O objetivo do presente estudo foi obter e avaliar a composição dos extratos de casca de guabiroba, extraídos por decocção utilizando água, e, extração hidroalcolica com mistura de água e 70% etanol. A composição química dos extratos foi identificada por análise cromatográfica (CG-MS). Ambos os extratos apresentaram nove dos principais compostos identificados. O composto majoritário presente nos extratos foi 2-Metil-5-(2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il)-2,3-pentanediol com  $40,2\% \pm 2,5$  em extrato por decocção, e, Guaiol com  $18,3\% \pm 0,4$  em extrato hidroalcolico. Outros compostos com menores áreas relativas foram identificados como, Bulnesol (6,2-17,7%),  $\alpha$ - Eudesmol (6,0-16,7%),  $\beta$ -Eudesmol (5,5-13,1%),  $\gamma$ -Eudesmol (2,2-9,2%) e Cubenol (3,6%). A extração por decocção pode ser considerada como um método limpo para a obtenção dos extratos, uma vez que não gera resíduos, não é tóxica, não utiliza solventes orgânicos, possui baixo custo e resulta em extrato seguro. Assim, o uso da casca de guabiroba é uma alternativa ao resíduo gerado no consumo do fruto, com grande potencial para aplicação na indústria alimentícia.

**Palavras-chave:** Fruta nativa, extratos naturais, resíduos, compostos bioativos.

## 1 INTRODUÇÃO

*Campomanesia xanthocarpa* popularmente conhecida como guabiroba, gabirola, guavirova, guabiroba-miúda e guabirobeira-do-mato (LORENZI, 2002; VALLILO et al., 2008), é uma planta nativamente brasileira pertencente à família Myrtaceae, uma das principais famílias de árvores frutíferas comerciais do mundo. A guabiroba é encontrada naturalmente em áreas tropicais e subtropicais (FARIAS et al., 2020), como Sul do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai (BIAVATTI et al., 2004). O fruto é distribuído em média por 7% de cálice, 17% de casca, 16% de semente e aproximadamente 60% de polpa. A planta produz frutos arredondados, com aproximadamente 1,5 cm de diâmetro, coloração alaranjada em estágio avançado de maturação e sabor adocicado levemente ácido (SANTOS et al., 2013).

A guabiroba possui elevado teor de vitamina C quando comparado com outras árvores frutíferas de referência, atividade antioxidante e compostos fenólicos (MORZELLE et al., 2015; SILVA; FONSECA, 2016). A fruta *in natura* contém teor de água (81,4%), lipídios (1,9%), carboidratos totais (8,9%), fibra alimentar (6,3%), além de minerais como potássio, fósforo, magnésio, ferro e cobre (VALLILO et al., 2008). Os compostos presentes nesse fruto estão relacionados com princípios ativos para benefícios da saúde humana, e devido seu sabor e aroma característico, representam uma opção para a utilização no mercado consumidor (LIMA et al., 2016; SANTOS et al., 2013). Seus resíduos também são considerados como produtos nutritivos, uma vez que o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante são superiores em relação a polpa (ALVES et al., 2013). Estudo referente a frutas brasileiras, apresentou o elevado teor de compostos fenólicos presente na guabiroba (*C. xanthocarpa*), e também, sua capacidade antioxidante superior quando comparado com uvaia e goiaba amarela (PEREIRA et al., 2012).

Extratos de frutos da guabiroba (*C. xanthocarpa*) obtidos por CO<sub>2</sub> supercrítico, apresentaram atividade antioxidante e elevados teores de compostos fenólicos (CZAIKOSKI et al., 2015), tendo como os três principais compostos químicos identificados  $\alpha$ -eudesmol,  $\beta$ -eudesmol,  $\gamma$ -eudesmol. Extratos via etanol 70% de folhas e polpas de guabiroba, resultaram na elevada concentração de flavonoides (DALASTRA et al., 2019). Estudo com óleo essencial do fruto *C. xanthocarpa* obtido por hidrodestilação, obteve a identificação de 62 compostos, sendo os principais hidrocarbonetos monoterpênicos (VALLILO et al., 2008). Óleo essencial de folhas de guabiroba obtido apenas com água como solvente, apresentou em sua composição 94,1 % sesquiterpenos e 5,9 % monoterpênicos (OLIVEIRA, 2018).

O método de extração utilizado em matrizes vegetais pode influenciar diretamente na composição final dos extratos, isto ocorre devido o tipo de solvente, tempo, temperatura, pressão e equipamento utilizado (AZMIR et al., 2013). Outros fatores devem ser considerados na escolha de qual método de extração empregar, como o custo, rendimento, geração de resíduos e disponibilidade. Métodos não convencionais de extração utilizando condições sustentáveis são



considerados positivos (BOEING et al., 2014; CELEP et al., 2019), uma vez que apresentam a possibilidade de extrair diversos compostos bioativos, possuem baixo custo, não geração de resíduos e sem danos ao meio ambiente (MARTINS et al., 2015). Entre os métodos sustentáveis, a extração por decocção e extração hidroalcolica apresentam vantagens por não utilizarem solventes tóxicos, e sim, o uso de água e uma mistura de água e etanol, respectivamente, resultando em extratos seguros para aplicação na indústria de alimentos.

Assim, este estudo teve como objetivo principal, a utilização de casca de guabiroba (*C. xanthocarpa*) para obtenção extratos vegetais, através dos métodos de decocção utilizando apenas água, e, por extração hidroalcolica com uma mistura de água e etanol. Os extratos obtidos foram avaliados quanto a composição química através da cromatografia a gás acoplada ao espectro de massas (CG-MS).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material vegetal

Os frutos da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) foram obtidos por doação na região centro-oeste do Paraná, em Laranjeiras do Sul, Brasil. As bagas maduras foram higienizadas em solução de hipoclorito de sódio (15 mL L<sup>-1</sup>/15 min), seguido de enxague com água destilada e armazenamento em embalagem plástica. As amostras foram mantidas em freezer horizontal (-18 °C) até o descongelamento em temperatura de refrigeração para o despulpamento. O despulpamento foi realizado em despulpadeira e a seleção entre cascas e sementes de forma manual. As cascas de guabiroba foram secas em estufa com circulação de ar forçado (AL 102-480, American Lab, Brasil) a 50 °C por 24 h, trituradas em processador de alimentos doméstico (Smart Power, Cuisinart, Brasil), armazenadas à vácuo em embalagem de polietileno e mantidas em ultrafreezer vertical (CL600-80, ColdLab, Brasil) à -80 °C até sua utilização.

Figura 1: *Campomanesia xanthocarpa*, frutos *in natura* e casca após secagem.



a) Fruto *in natura*.

b) Casca seca.

### 2.2 Extração por decocção

A extração por decocção utilizou água como solvente e foi determinada de acordo com Martins et al., (2015) com modificações. Utilizando um sistema de bancada, a extração ocorreu na proporção de 10:1 (água:amostra) em massa. A mistura foi realizada com a adição de 10 g de amostra em 1 L de água destilada em ebulição, mantida sob temperatura de ebulição por 5 min e assim deixada em repouso por mais 5 minutos. Após a mistura foi filtrada sob pressão reduzida e a água removida por evaporador rotativo (Quimis, modelo Q344M1, Brasil) até massa constante. O extrato seco foi armazenado à -18 °C e mantido na ausência de luz até o seu uso.

### 2.3 Extração hidroalcolica

A extração hidroalcolica utilizou etanol 70 % (v/v) e foi conduzida de acordo com metodologia proposta por Fernandes et al. (2015) com modificações. Inicialmente 10 g de amostra foram adicionadas em 100 mL de etanol 70 % (v/v) e a mistura mantida sob agitação magnética constante por 1 h. A mistura foi filtrada por pressão reduzida e o resíduo resultante passou pelo processo descrito por mais duas vezes. Após a união dos extratos combinados, o solvente foi removido por evaporador rotativo até massa constante. O extrato seco foi armazenado à -18 °C e mantido na ausência de luz até o seu uso.



## 2.4 Cromatografia gasosa (CG-MS)

As análises cromatográficas decorreram com o uso de cromatógrafo a gás (GCMS-QP2010 Ultra, Shimadzu, Japão) equipado com coluna capilar de sílica fundida DB 5 ms (5% difenil, 95% dimetipolisiloxano) de 30 m com diâmetro interno de 0,25 mm e espessura de filme de 0,25  $\mu\text{m}$ . Os extratos foram dissolvidos em n-hexano e posteriormente realizado processo de esterificação de acordo com estabelecido pela IUPAC, (1987). Foram injetados 2  $\mu\text{L}$  de cada amostra de maneira manual. O gás hélio foi utilizado como gás de arraste, numa velocidade linear de 43  $\text{cm s}^{-1}$ . As condições instrumentais para análise dos extratos foram: Injetor no modo *Split* (1:5) com temperatura de 250 °C; interface em 250 °C; temperatura programada da coluna: temperatura inicial de 110 °C mantida por 2 min, aquecimento numa taxa de 10 °C  $\text{min}^{-1}$  até 200 °C mantida por 10 min, aquecimento numa taxa de 5 °C  $\text{min}^{-1}$  até 250 °C e mantida por 20 min. O espectrômetro de massa realizou varreduras de 35 a 550 m/z. A identificação dos compostos foi realizada pelo tempo de retenção com base no banco de dados da biblioteca NIST 11 e NIST 11s. Os resultados foram expressos em área relativa (%)  $\pm$  desvio padrão.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massa, foram identificados 10 principais compostos nos extratos de casca de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), obtidos por decocção e extração hidroalcoólica, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Principais compostos químicos identificados por Cromatografia Gasosa (CG-MS) nos extratos de casca de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) obtidos por extração hidroalcoólica a 70% (EH) e decocção (ED).

Nº	TR	Nome	Fórmula	Área relativa (%)	
				ED	EH
1	15,41	Guaiol	$\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$	$5,2 \pm 0,1$	$18,3 \pm 0,4$
2	16,12	$\gamma$ -Eudesmol	$\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$	$2,2 \pm 0,4$	$9,2 \pm 0,6$
3	16,29	Cubanol	$\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$	-	$3,6 \pm 0,1$
4	16,55	$\beta$ -Eudesmol	$\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$	$5,5 \pm 0,3$	$13,1 \pm 0,2$
5	16,62	$\alpha$ -Eudesmol	$\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$	$6,0 \pm 0,8$	$16,7 \pm 0,3$
6	16,86	Bulnesol	$\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$	$6,2 \pm 0,4$	$17,7 \pm 0,3$
7	17,90	7-Hydroxifarneseno	$\text{C}_{15}\text{H}_{24}\text{O}$	$5,2 \pm 0,2$	-
8	19,03	2-(4a,8-Dimetil-2,3,4,4a,5,6,7,8-octahidro-2-naftalenil)-2-propanol	$\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$	$8,7 \pm 0,2$	$1,3 \pm 0,2$
9	19,84	2-Metil-5-(2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il)-2,3-pentanediol	$\text{C}_{15}\text{H}_{28}\text{O}_2$	$40,2 \pm 2,5$	$5,8 \pm 0,8$
10	21,82	Éster metílico do Ácido Palmítico	$\text{C}_{17}\text{H}_{34}\text{O}_2$	$8,9 \pm 0,3$	$2,9 \pm 0,4$
		Outros		12,1	11,4

TR: Tempo de retenção.

Dados da área relativa de cada composto são expressos como média  $\pm$  desvio padrão.

Os compostos majoritários 2-Metil-5-(2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il)-2,3-pentanediol e Guaiol, apresentaram as maiores áreas relativas percentuais nos extratos obtido por decocção ( $40,2\% \pm 2,5$ ) e hidroalcoólico ( $18,3\% \pm 0,4$ ) respectivamente. Outros compostos com menores áreas relativas também foram identificados, sendo Bulnesol (6,2-17,7%),  $\alpha$ -Eudesmol (6,0-16,7%),  $\beta$ -Eudesmol (5,5-13,1%),  $\gamma$ -Eudesmol (2,2-9,2%) e Cubanol (3,6%).

Esses compostos orgânicos são classificados como terpenos, grupo presente em matrizes vegetais responsável por 30.000 compostos e tipos estruturais (DEGENHARDT et al., 2009). Terpenos e derivados, como os sesquiterpenicos encontrados no presente estudo, estão relacionados com capacidades de atividades antioxidante, antiinflamatória e antimicrobiana (SOUZA et al., 2020; KOULOURA et al., 2014). Além disso, terpenos estão relacionados a característica aromática de plantas e óleos essenciais, sendo amplamente utilizado na indústria em agroquímicas, fragrâncias e farmacêuticos (MEWALAL et al., 2017).

Análise cromatográfica a gás em frações hexânicas do fruto de *C. pubescens* identificou 34 compostos, entre eles Espatuleno,  $\delta$ -Cadineno,  $\alpha$ -Eudesmol,  $\beta$ -Eudesmol,  $\gamma$ -Eudesmol e Guaiol (CARDOSO et al., 2010) semelhante aos encontrados neste trabalho. Em extrato da fruta de guabiroba (*C. xanthocarpa*) obtido via  $\text{CO}_2$  supercrítico, os principais compostos identificados foram  $\alpha$ -eudesmol,  $\beta$ -eudesmol,  $\gamma$ -eudesmol, cariofileno (E),  $\alpha$ -sabineno,  $\beta$ -sabineno, germacreno B,  $\delta$ -cadineno, humuleno, e selina -3,7 (11)-diene (CZAIKOSKI et al., 2015) sendo alguns similares aos resultados obtidos para extrato da casca de guabiroba neste estudo. O Guaiol, um sesquiterpênico, apresenta condições aromáticas de pinho e possui atividades antibacteriana e antitumoral (SOUZA et al., 2020; YANG et al., 2016). Estudos



anteriores indicaram que o composto  $\beta$ - Eudesmol, possui capacidade anticancerígena (BEN SGHAIER et al., 2016; KOTAWONG et al., 2018) e anti-inflamatória (MOON et al., 2018).

A quantidade destes compostos presente em extratos vegetais pode variar de acordo com a matéria-prima, região de cultivo da planta ou tipo de extração realizada. Extratos obtidos em condições elevadas de temperatura podem degradar compostos termolábeis naturalmente presentes (PHUONG et al., 2020; RUENROENGLIN et al., 2008). O solvente escolhido para obtenção dos extratos pode modificar a composição final, uma vez que a polaridade do mesmo interfere na recuperação desses compostos (BOEING et al., 2014; AZMIR et al., 2013). Vale ressaltar ainda que o tipo de solvente escolhido pode limitar ou ampliar a aplicação futura do extrato. Extração por decocção com o uso de água como solvente, apresenta vantagens em relação aos métodos convencionais, devido não gerar resíduos, ser sustentável, possuir baixo custo, baixo uso de energia, ampla disponibilidade, e ainda, resulta em extratos não tóxicos e seguros para utilização na indústria de alimentos.

## 4 CONCLUSÃO

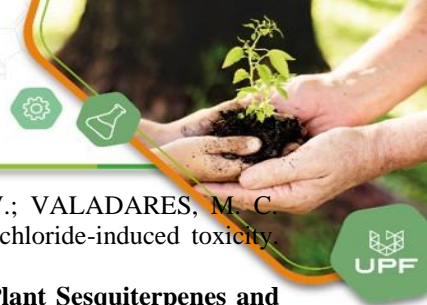
A partir dos resultados encontrados no presente estudo, extratos de casca de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) apresentaram em suas composições químicas, compostos como terpenos e sesquiterpenos. Em ambos os extratos foram identificados nove dos dez compostos principais. A metodologia de extração utilizada influenciou na composição final, uma vez que os compostos identificados possuem diferentes áreas relativas entre os extratos. Extração por decocção com o uso de apenas água está à frente de metodologias convencionais, isto porque possui baixo custo, sem geração de resíduos, não utiliza solventes orgânicos e não acarreta toxicidade, além disso, os extratos obtidos podem ser utilizados na indústria de alimentos de forma segura. Assim, a utilização de casca de guabiroba para obtenção de extratos vegetais, é uma opção rica em compostos bioativos para o aproveitamento deste resíduo gerado no consumo do fruto.

## 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (nº 404326/2016-1) pelo apoio financeiro e bolsa de iniciação científica.

## 6 REFERÊNCIAS

- ALVES, A. M.; ALVES, M. S. O.; FERNANDES, T. O.; NAVES, R. V.; NAVES, M. M. V. Caracterização física e química, fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa e resíduo de guabiroba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 837–844, 2013.
- AZMIR, J.; ZAIDUL, I.S.M.; RAHMAN, M.M.; SHARIF, K.M.; MOHAMED, A.; SAHENA, F.; JAHURUL, M.H.A.; GHAFUOR, K.; NORULAINI, N.A.N.; OMAR, A.K.M. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: **A review, Journal Food Engineering**, v. 117, p 426–436, 2013.
- BEN SGHAIER, M.; MOUSSILIM, M.; PAGANO, A.; AMMARI, Y.; LUIS, J.; KOVACIC, H.  $\beta$ -eudesmol, a sesquiterpene from *Teucrium ramosissimum*, inhibits superoxide production, proliferation, adhesion and migration of human tumor cell. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 46, p. 227–233, 2016.
- BIAVATTI, M. W. FARIAS, C.; CURTIUS, F.; BRASIL, L. M.; HORT, S.; SCHUSTER, L.; LEITE, S. N.; PRADO, S. R.T. Preliminary studies on *Campomanesia xanthocarpa* (Berg.) and *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J.F. Macbr. aqueous extract: Weight control and biochemical parameters. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 93, n. 2–3, p. 385–389, 2004.
- BOEING, J. S.; BARIZÃO, É.O.; SILVA, B.C. E.; MONTANHER, P.F.; DE CINQUE ALMEIDA, V. Evaluation of solvent effect on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities from the berries: Application of principal component analysis, **Chemistry Central Journal**, v. 8, p. 1-9, 2014.
- CARDOSO, C. A. L.; SALMAZZO, G. R.; HONDA, N. K.; PRATES, C. B.; VIEIRA, M. C.; COELHO, R. G. Antimicrobial Activity of the Extracts and Fractions of Hexanic Fruits of *Campomanesia* Species (Myrtaceae). **Journal of Medicinal Food**, v. 13, n. 5, p. 1273–1276, 2010.
- CELEP, E.; SEVEN, M.; AKYÜZ, S.; İNAN, Y.; YESILADA, E. Influence of extraction method on enzyme inhibition, phenolic profile and antioxidant capacity of *Sideritis trojana* Bornm. **South African Journal of Botany**, v. 121, p. 360–365, 2019.
- CZAIKOSKI, K.; MESOMO, M. C.; KRÜGER, R. L.; QUEIROGA, C. L.; CORAZZA, M. L. Extraction of *Campomanesia xanthocarpa* fruit using supercritical CO<sub>2</sub> and bioactivity assessments. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 98, p. 79–85, 2015.
- DALASTRA, V.; SOUTHER, N.; ANAISSI, F. J.; DALASTRA, J.; YAMAZAKY, R. K. Flavonoides presentes nos extratos da *Campomanesia xanthocarpa* Berg. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 8983–8991, 2019.
- DEGENHARDT, J.; KÖLLNER, T. G.; GERSHENZON, J. Monoterpene and sesquiterpene synthases and the origin of terpene skeletal diversity in plants. **Phytochemistry**, v. 70, p 1621-1637, 2009.
- FARIAS, D. P.; NUMA, I. A. N.; ARAUJO, F. F.; PASTORE, G. M. A critical review of some fruit trees from the *Myrtaceae* family as promising sources for food applications with functional claims. **Food Chemistry**, v. 306, 2020.



- FERNANDES, T. O.; ÁVILA, R. I.; MOURA, S.S.; RIBEIRO, G. A.; NAVES, M.M.V.; VALADARES, M. C. *Campomanesia adamantium* ( Myrtaceae ) fruits protect HEPG2 cells against carbon tetrachloride-induced toxicity. **Toxicology Reports**, v. 2, p. 184–193, 2015.
- KOULOURA, E.; TCHOUMTCHOUA, J.; HALABALAKI, M.; SKALTSOUNIS, A. L. **Plant Sesquiterpenes and other Terpenoids**. Encyclopedia of Analytical Chemistry, 2014.
- KOTAWONG, K.; CHAIJAROENKUL, W.; MUHAMAD, P.; NA-BANGCHANG, K. Cytotoxic activities and effects of atracylodin and  $\beta$ -eudesmol on the cell cycle arrest and apoptosis on cholangiocarcinoma cell line. **Journal of Pharmacological Sciences**, v. 136, n. 2, p. 51–56, 2018.
- LIMA, J. D. S. S.; CASTRO, J. M. C.; SABINO, L. B. S.; LIMA, A. C. S.; TORRES, L. B. V. Physicochemical properties of gabiroba (*Campomanesia lineatifolia*) and myrtle (*Blepharocalyx salicifolius*) native to the mountainous region of Ibiapaba-CE, Brazil. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 753–757, 2016.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. v.1, 2002.
- MARTINS, N.; BARROS, L.; SANTOS-BUELGA, C.; SILVA, S.; HENRIQUES, M.; FERREIRA, I. C.F.R. Decoction, infusion and hydroalcoholic extract of cultivated thyme: Antioxidant and antibacterial activities, and phenolic characterisation. **Food Chemistry**, v. 167, p. 131–137, 2015.
- MEWALAL, R.; RAI, D. K.; KAINER, D.; CHEN, F.; KÜLHEIM, C.; PETER, G. F.; TUSKAN, G. A. Plant-Derived Terpenes: A Feedstock for Specialty Biofuels. **Trends in Biotechnology**, v.35, 2017.
- MOON, P. D. ; NA-RA, H.; LEE, J. S.; KIM, H. Y.; HONG, S.; KIM, H. J.; YOO, M. S.; KIM, H. M.; JEONG, J.  $\beta$ -eudesmol inhibits thymic stromal lymphopoietin through blockade of caspase-1/NF- $\kappa$ B signal cascade in allergic rhinitis murine model. **Chemico-Biological Interactions**, v. 294, n. August, p. 101–106, 2018.
- MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E.C, VILAS BOAS, E. V. B.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola , gabiroba e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 96–103, 2015.
- OLIVEIRA, R. Composição química e atividade antifúngica do óleo essencial de *campomanesia xanthocarpa*. 2018. 32f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Alimentos) - **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, Medianeira, 2018.
- PEREIRA, M. C.; STEFFENS, R. S.; JABLONSKI, A.; HERTZ, P. F.; RIOS, A.O.; VIZZOTTO, M.; FLÔRES, S. H. Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the *Myrtaceae* family. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 12, p. 3061–3067, 2012.
- PHUONG, N.N.M.; LE, T.T.; DANG, M.Q.; VAN CAMP, J.; RAES, K. Selection of extraction conditions of phenolic compounds from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) peel. **Food Bioproducts Processing Journal**, v. 122, p. 222–229, 2020.
- RUENROENGKLIN, N.; ZHONG, J.; DUAN, X.; YANG, B.; LI, J.; JIANG, Y. Effects of Various Temperatures and pH Values on the Extraction Yield of Phenolics from Litchi Fruit Pericarp Tissue and the Antioxidant Activity of the Extracted Anthocyanins. **International Journal of Molecular Sciences** p. 1333–1341, 2008.
- SANTOS, M. DA S.; LIMA, J. J.; PETKOWICZ, C. L. O.; CÂNDIDO, L. M. B. Caracterização química e avaliação do potencial antioxidante do doce em massa de gabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* Berg). **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 35, n. 1, p. 73–82, 2013.
- SILVA, C. A. DE A.; FONSECA, G. G. Brazilian savannah fruits: Characteristics, properties, and potential applications. **Food Science and Biotechnology**, v. 25, n. 5, p. 1225–1232, 2016.
- SOUZA, M. A.; GUZATTI, J. G.G.; MARTELLO, R. H.; SCHINDLER, M. S.Z.; CALISTO, J. F.F.; MORGAN, L. V.; AGUIAR, G. P.S.; LOCATELI, G.; SCAPINELLO, J.; MÜLLER, L. G.; OLIVEIRA, J. V.; DAL MAGRO, J. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of *Aloysia gratissima* leaves and evaluation of anti-inflammatory activity. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 159, 2020.
- VALLILO, M. I.; MORENO, P. R. H.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L. C. A.; GARBELOTTI, M. L. Composição química dos frutos de *Campomanesia xanthocarpa* Berg-Myrtaceae. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 231–237, 2008.
- YANG, Q. WU, J.; LUO, Y.; HUANG, N.; ZHEN, N.; ZHOU, Y.; SUN, F.; LI, Z.; PAN, Q.; LI, Y. (-)-Guaiol regulates RAD51 stability via autophagy to induce cell apoptosis in non-small cell lung cancer. **Oncotarget**, v. 7, n. 38, p. 62585–62597, 2016.