

POTENCIALIDADES E APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS DE FRUTOS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis*)

SUELEN ÁVILA^{1*}
ALINE S. RODRIGUES²
SCHAINA P. ETGETON²
ANNE R. SILVA²
CLÁUDIA H. KRÜGER³
SILA R. FERREIRA³

A erva-mate não apenas se destaca por suas folhas, mas também produz frutos globosos de mesocarpo carnoso, superfície lisa, sabor amargo e com coloração que varia de verde, a vermelho e violeta-escuro. Entretanto, os frutos de *Ilex paraguariensis*, servem apenas como alimento para animais e tem sido considerados subprodutos ou são descartados durante o processo de produção industrial. Sendo assim, objetivo dessa revisão de literatura foi verificar as potencialidades e aplicações tecnológicas dos frutos de Erva-Mate. Os frutos da *Ilex paraguariensis* são uma fonte natural rica em macronutrientes, como fibras, carboidratos, proteínas e lipídeos, bem como minerais essenciais, incluindo potássio, magnésio, cálcio, ferro, zinco, sódio e cobre. Além disso, apresentam uma variedade de compostos bioativos, como cafeína, teobromina, catequina, orientina, epicatequina, rutina, queracetina, quericitrina, luteolina, kaempferol, fitol, esqualeno, beta-sitosterol, vitamina E e ácidos gálico, clorogênico, cafeico e palmítico. Os frutos têm potencial tecnológico para o desenvolvimento de biofilmes alimentícios e para extração de saponinas biodegradáveis. Adicionalmente, os extratos dos frutos de Erva-Mate apresentam atividade antioxidante, antimicrobiana e moluscicida. Portanto, o fruto de *Ilex paraguariensis* possui potencial de aplicação nas indústrias alimentícias, farmacêuticas e agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: compostos bioativos; antioxidantes; perfil nutricional.

¹Pós-Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição. Departamento de Nutrição/Universidade Federal do Paraná.

²Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, Departamento de Nutrição/Universidade Federal do Paraná.

³Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, Departamento de Nutrição/Universidade Federal do Paraná.

*E-mail para correspondência: suelenavila@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A Erva-Mate, botanicamente conhecida como *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire, é uma árvore nativa da região subtropical da América do Sul, classificada na Ordem Celastrales e pertencente à Família Aquifoliaceae. Sua importância transcende fronteiras, desempenhando um papel de grande valor cultural e gastronômico em diversos países, como Argentina, Paraguai, Uruguai e a região sul do Brasil. As folhas desidratadas da erva-mate são tradicionalmente apreciadas na forma de chás quentes, como o chimarrão, ou gelados, como o tererê. Além disso, elas também são utilizadas como ingredientes em bebidas prontas para o consumo e em produtos cosméticos (DE BRITO *et al.*, 2021; HORNUNG *et al.*, 2020).

A erva-mate não apenas se destaca por suas folhas, mas também produz frutos globosos de mesocarpo carnoso, superfície lisa contendo de 4 a 5 sementes, que exibem uma variada gama de cores, variando de tons de vermelho a violeta-escuro (BRACESCO *et al.*, 2011). No Rio Grande do Sul, a erva-mate floresce de setembro a outubro, frutifica de dezembro a abril e os frutos amadureceram de fevereiro a abril (COLUSSI; PRESTES, 2011). Embora frequentemente considerados subprodutos ou descartados durante o processo de produção industrial, os frutos de *Ilex paraguariensis* (FIP) têm um papel essencial na ecologia da planta, servindo como alimento para pássaros e outros animais que habitam as regiões onde a erva-mate cresce naturalmente (BRACESCO *et al.*, 2011).

No entanto, devido às características sensoriais pouco atrativas, em especial o sabor amargo, o consumo *in natura* dos FIP é limitado. Como resultado, um crescente interesse no estudo de alternativas de aplicações tecnológicas e no desenvolvimento de produtos que incorporam fruto da erva-mate tem sido verificado (COGOI *et al.*, 2013; TRETER *et al.*, 2010b, 2010a; FERNANDES *et al.*, 2016, 2017; BRITO; GOSMANN; OLIVEIRA, 2019; MERELES RODRÍGUEZ; FIEDLER; CHADE, 2023).

Uma pesquisa na plataforma Web of Science produziu mais de mil resultados relacionados a “*Ilex paraguariensis*” e “mate”. Dessas, 480 referências foram relacionadas com “leaves”, 652 com “yerba maté”, 469 com “tea” e apenas 72 com “fruit”. Dados publicados sobre “*Ilex paraguariensis*” aumentaram de 60 itens em 2000, para 303 itens em 2010 e para 1202 referências em 2023. A base de dados discutida neste artigo incluiu 22 artigos que foram publicados de 1998 a 2023, em idioma inglês, com a inclusão no título, resumo ou palavras-chave dos termos “*Ilex paraguariensis*”, “yerba maté” e “fruit” ou “fruits”.

A análise das publicações e citações revelou que o Brasil emergiu como o país mais influente em estudos relacionados aos frutos de *Ilex paraguariensis*. Esse destaque do Brasil neste campo pode ser atribuído à presença da erva-mate na América Latina. Conforme ilustrado na Figura 1, ocorreu um aumento constante nas publicações relacionadas aos frutos da erva-mate, começando com 5% em 1998, aumentando para 9% em 2007 e atingindo 18% em 2010. Uma diminuição nos artigos publicados em 2011, caindo para 14%, e em 2012 para 9%, estabilizando em 5% a partir de 2013 foi

verificada. De 2013 a 2023, o número médio de publicações permaneceu constante, com apenas uma publicação por ano.

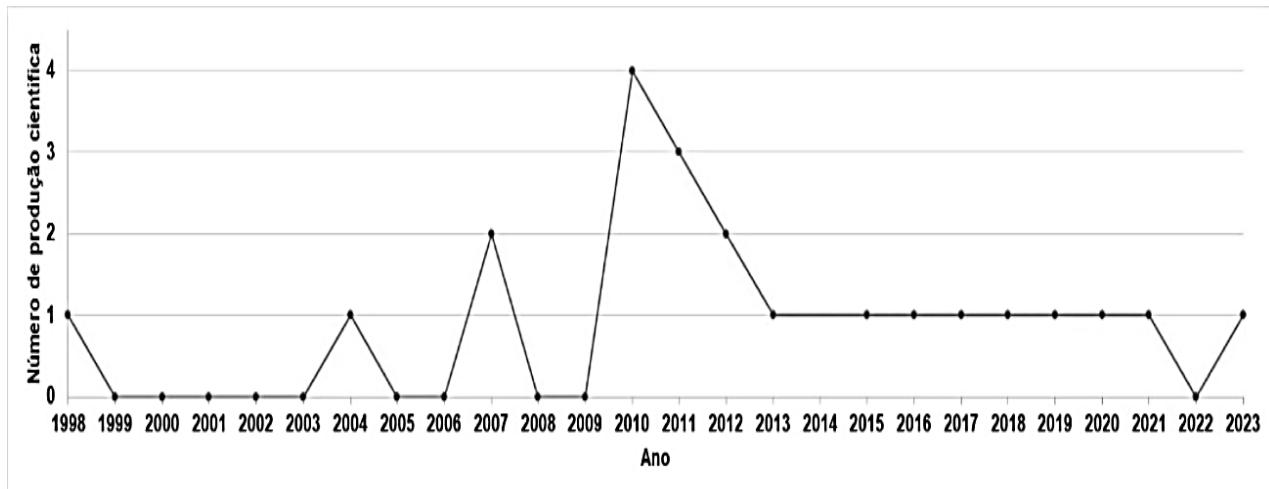


FIGURA 1 – CRESCIMENTO TEMPORAL DAS PUBLICAÇÕES COM FRUTOS DE *Ilex paraguariensis*.

2. FRUTOS DE *Ilex paraguariensis* (FIP)

Os FIP são ricos em fibras insolúveis, componentes que aceleram o trânsito intestinal, inibem os sintomas de constipação e retardam a absorção da glicose e digestão do amido. Conforme destacado na Tabela 1, diversos componentes, incluindo carboidratos, proteínas, lipídios, fibras solúveis, sódio, potássio, ferro, cobre, zinco, cálcio e magnésio, foram quantificados no FIP (COGOI *et al.*, 2013).

Adicionalmente, Barbosa *et al.* (2015) identificaram, em ordem decrescente de concentração, os seguintes minerais: carbono (C), potássio (K), nitrogênio (N), magnésio (Mg), cálcio (Ca), fósforo (P), alumínio (Al), sódio (Na), zinco (Zn), manganês (Mn), ferro (Fe), bário (Ba), cobre (Cu), níquel (Ni), molibdênio (Mo), chumbo (Pb), cromo (Cr), arsênio (As), cobalto (Co), prata (Ag), vanádio (V) e cádmio (Cd). Eles também observaram que alguns minerais do FIP apresentaram maior solubilidade em água do que nas folhas. Em termos de valor nutricional, a incorporação de minerais por meio do consumo de folhas e frutos de erva-mate, na forma de infusões, poderia contribuir significativamente para a dieta, fornecendo quantidades importantes de potássio (K), magnésio (Mg), fósforo (P), manganês (Mn), cobre (Cu), molibdênio (Mo) e cromo (Cr).

De acordo com Fernandes *et al.* (2016), foram quantificados compostos bioativos no extrato de FIP. Entre os compostos identificados estão o ácido gálico, catequina, ácido clorogênico, ácido cafeico, cafeína, teobromina, orientina, epicatequina, rutina, quercitrina, queracetina, luteolina e kaempferol, além de cinco antocianinas, a saber, cianidina, malvidina, delfnidina 3-O-glicosídeo, cianidina 3-O-glicosídeo e malvidina 3-O-glicosídeo. Fernandes *et al.*

(2017), detectaram cafeína, teobromina, fitol, ácido palmítico, esqualeno, vitamina E, beta-sitosterol e estigmasterol.

Dos FIP foram isolados um novo glicosídeo triterpenóide, o ácido rotúndico 3 β -O- α -L-arabinopiranósideo, denominado matesídeo , os triterpenos ácido ursólico, ácido acetilursólico, ácido 23-hidroxi-ursólico e as saponinas ziyu-glicosídeo I e ilexosídeo II (TAKETA; BREITMAIER; SCHENKEL, 2004).

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL, MINERAL E DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DE FIP.

Nutriente	Composição
Carboidratos (g/100g) ^a	38,3
Proteínas (g/100g) ^a	5,5
Lipídeos (g/100g) ^a	4,5
Fibras Insolúveis (g/100g) ^a	37,6
Fibras Solúveis(g/100g) ^a	4,4
Sódio (mg/100g) ^a	1,3
Potássio (mg/100g) ^a	1.324,0
Ferro (mg/100g) ^a	6,4
Cobre (mg/100g) ^a	1,1
Zinco (mg/100g) ^a	2,3
Cálcio (mg/100g) ^a	150,0
Magnésio (mg/100g) ^a	168
TPC (mg equivalentes de ácido gálico GAE/100 g de FIP fresco) ^b	59,2
TPC (mg GAE/100 g de FIP seco em estufa a 40°C) ^c	9,2
TPC (mg GAE/100 g de FIP seco por liofilização) ^d	8,9 a 12,0
TPC (mg equivalentes de pirogallol/g extrato seco) ^e	54,25 a 110,36

Nota: ^a COGOI et al.,2013; ^bFERNANDES et al., 2016; ^c FERNANDES et al., 2017;

^dHORNUNG et al., 2020.; ^e SCHUBERT et al., 2007.

As maiores quantidades de compostos fenólicos e flavonoides foram identificadas através de análise por HPLC do extrato hidroalcoólico (FERNANDES et al., 2016) e com CO₂ supercrítico (FERNANDES et al., 2017), Tabela 2. A presença de compostos bioativos foi correlacionada com o potencial antioxidante dos FIP. Além disso, os resultados positivos obtidos incluíram a inibição da atividade da enzima maltase e uma redução significativa nos níveis de colesterol total e triglicerídeos em experimentos realizados em animais (FERNANDES et al., 2016). O triterpeno chikusetsusaponina IVa, isolado do FIP, exibiu significativos efeitos antitrombóticos, destacando-se como uma promissora substância para o desenvolvimento de novos agentes terapêuticos (DAHMER et al., 2012).

Os biofilmes produzidos com matérias-primas naturais representam uma estratégia eficaz para reduzir a geração de resíduos industriais e mitigar o impacto ambiental causado pelo uso de plásticos não biodegradáveis em embalagens de alimentos. Assim, os biofilmes elaborados com FIP surgem como uma alternativa ecológica viável às convencionais embalagens plásticas. A criação de biofilmes alimentares usando FIP tem demonstrado características positivas, como baixa solubilidade e permeabilidade ao vapor d'água, mantendo o brilho e a transparência do material. Além disso, esses biofilmes exibem boa elasticidade, resistência térmica e propriedades plastificantes. Além de sua capacidade de reduzir o impacto ambiental, esses biofilmes

também podem conferir valor nutricional aos alimentos, devido à presença de propriedades antioxidantes intrínsecas aos FIP (HORNUNG *et al.*, 2020).

Diversos estudos vêm destacando também a promissora aplicação dos frutos de erva-mate na produção de saponinas, que são substâncias tensoativas com propriedades detergentes e surfactantes (PAVEI *et al.*, 2007; CANTO *et al.*, 2010; TRETER *et al.*, 2010b, 2010a; PEIXOTO *et al.*, 2012; DA SILVA *et al.*, 2018). As saponinas provenientes de matérias-primas naturais, como dos FIP, representam alternativas biodegradáveis em ascensão para substituir as saponinas sintéticas.

TABELA 2 – COMPOSIÇÃO DE EXTRATOS DE FIP EM MG/G.

Compostos	Tipos de Extração			
	Hidroalcoólico 70%	Etanol Acidificado	CO ² Supercrítico	Propano Pressurizado
Ácido Gálico	6,0*	5,4*	NA	NA
Catequina	2,1*	2,4*	NA	NA
Ácido Clorogênico	15,8*	13,6*	NA	NA
Ácido Cafeico	21,5*	15,7*	NA	NA
Cafeína	8,1*	8,0*	163,3**	54,2**
Teobromina	4,1*	2,6*	2,5**	0,9**
Orientina	6,4*	8,1*	NA	NA
Epicatequina	3,9*	2,3*	NA	NA
Rutina	11,7*	10,9*	NA	NA
Quercitrina	19,0*	15,9*	NA	NA
Quercetina	8,3*	5,7*	NA	NA
Luteolina	11,8*	5,7*	NA	NA
Kaempferol	4,1*	2,5*	NA	NA
Fitol	NA	NA	1,9**	3,6**
Ácido Palmítico	NA	NA	11,3**	6,0**
Esqualeno	NA	NA	8,1**	27,1**
Vitamina E	NA	NA	0,5**	ND
Beta-sitosterol	NA	NA	1,7**	4,0**
Estigmasterol	NA	NA	9,8**	30,6**

Nota: *(Fernandes *et al.*, 2016); **(Fernandes *et al.*, 2017). NA: Não avaliado no estudo. ND: Analisado, mas não detectado.

No estudo conduzido por Canto *et al.* (2010), observou-se que as saponinas dos FIP têm a capacidade de gerar uma espuma abundante e consistente. Além disso, Silva *et al.* (2018) evidenciou que o método de extração das saponinas dos FIP pode influenciar significativamente o rendimento do produto e que a ultrassonografia foi mais eficaz do que o método do campo elétrico para a extração. Os frutos verdes apresentaram o maior teor de saponinas (12,30%) que as folhas (4,14%) e galhos (0,94%) da erva-mate (BORRÉ *et al.*, 2010). Além disso, uma fração de saponina mate purificada de frutos verdes induziu a redução no peso da gordura visceral e na oxidação da glicose do tecido hepático e adiposo em ratos saudáveis alimentados com uma dieta padrão (RESENDE *et al.*, 2012).

Uma fração enriquecida com saponinas extraídas de frutos verdes de erva-mate, demonstrou atividade moderada contra o protozoário *Trichomonas vaginalis*, o agente causador da Tricomoníase, sem apresentar risco citotóxico a uma linha celular epitelial animal. Além disso, a eficácia tricomonicida dessa

fração foi superior àquela observada com os surfactantes sintéticos Tyloxapol e Polissorbato 80. Esses achados ressaltam o potencial dos FIP para uso na indústria farmacêutica (TRETER *et al.*, 2010a).

Os FIP demonstraram atividade antifúngica *in vitro* contra cepas de *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton rubrum*, *Microsporum canis*, *Nannizzia gypsea* e *Trichophyton tonsurans*, patógenos responsáveis por causar dermatite fúngica. Embora a concentração inibitória mínima tenha sido superior àquela dos antifúngicos comerciais Terbinafina e Itraconazol, isso evidencia o potencial do FIP como um agente antifúngico natural (MERELES RODRÍGUEZ; FIEDLER; CHADE, 2023).

Os extratos de frutas de três progênies de erva-mate em diferentes estágios de maturação demonstraram efeitos biocidas tanto para o organismo-alvo *Pomacea canaliculata* quanto para o organismo não alvo, as larvas de *Danio rerio*. Além disso, os resultados dos ensaios de *Salmonella*/microssomas confirmaram a ausência de qualquer resposta mutagênica dos extratos de frutas verdes. No entanto, em contrapartida, os extratos de frutas em estágios semi-maduros e maduros exibiram respostas mutagênicas (DE BRITO *et al.*, 2021).

Os frutos, que anteriormente seriam descartados como resíduos, podem ser utilizados de maneira eficaz como um agente moluscicida natural no processo de cultivo de plantas. Os extratos de FIP apresentaram resultados promissores para o desenvolvimento de pesticidas naturais para combater caramujos que afetam lavouras de diferentes espécies de plantas. Essa aplicação na agricultura representa uma valiosa oportunidade tecnológica para essa matéria-prima, inclusive dentro da própria plantação de Erva-Mate. (BRITO, 2015).

4. CONCLUSÃO

Os FIP são fontes de fibras insolúveis e compostos fenólicos com propriedades antioxidantes, antiprotozoárias, antifúngicas e moluscicidas. Essas características conferem aos FIP, potencial tecnológico para aplicação em várias áreas, incluindo a produção de biofilmes alimentícios, extração de saponinas biodegradáveis, desenvolvimento de medicamentos antifúngicos naturais e biopesticidas. São necessários estudos adicionais para a caracterização físico-química e nutricional dos FIP, além de pesquisas voltadas para a otimização de métodos de extração de compostos bioativos e a exploração de novas aplicações. A contínua investigação e inovação nessa área podem abrir portas para uma utilização mais ampla e sustentável desses recursos naturais, proporcionando benefícios para as indústrias alimentícias, farmacêuticas e agrícolas.

POTENTIALITIES AND TECHNOLOGICAL APPLICATIONS OF MATEBERRY FRUIT (*Ilex paraguariensis*)

ABSTRACT: Yerba mate not only stands out for its leaves, but also produces globose fruits with a fleshy mesocarp, smooth surface, bitter taste and color ranging from green to red and dark violet. However, the fruits of *Ilex paraguariensis* only serve as animal feed and have been considered by-products or are discarded during the industrial production process. Therefore, the aim of this literature review was to verify the potential and technological applications of Yerba Mate fruits. The fruits of *Ilex paraguariensis* are a natural source rich in macronutrients, such as fiber, carbohydrates, proteins and lipids, as well as essential minerals, including potassium, magnesium, calcium, iron, zinc, sodium and copper. In addition, they have a variety of bioactive compounds, such as caffeine, theobromine, catechin, orientin, epicatechin, rutin, quercetin, quercitrin, luteolin, kaempferol, phytol, squalene, betasitosterol, vitamin E and gallic, chlorogenic, caffeic and palmitic acids. The fruits have technological potential for the development of food biofilms and for the extraction of biodegradable saponins. In addition, extracts of Yerba Mate fruit show antioxidant, antimicrobial and molluscicide activity. Therefore, the fruit of *Ilex paraguariensis* has potential for application in the food, pharmaceutical and agricultural industries.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J.Z.; ZAMBON, L.M.; MOTTA, A.C.V.; WENDLING, I. Composição, solubilidade de elementos em água quente e valor nutricional de frutos e folhas de erva-mate. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 6, p. 593–603, 2015.
- BORRÉ, G.L.; KAISER, S.; PAVEI, C.; DA SILVA, F.A.; BASSANI, V.L.; ORTEGA, G.G. Comparison of methylxanthine, phenolics and saponin contents in leaves, branches and unripe fruits from *Ilex paraguariensis* A. ST.-hil (mate). **Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies**, v. 33, n. 3, p. 362–374, 2010.
- BRACESCO, N.; SANCHEZ, A.G.; CONTRERAS, V.; MENINI, T.; GUGLIUCCI, A. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 136, n. 3, p. 378–384, 2011.
- BRITO, F. C. de. **Estudo da eficacia dos extratos de frutos imaturos de *Ilex paraguariensis* St-Hil (Aquiifoliaceae) no controle químico do molusco *Pomacea canaliculata* (Gastropoda, Ampullariidae)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2015.

BRITO, F.C. de; GOSMANN, G.; OLIVEIRA, G.T. Extracts of the unripe fruit of

Ilex paraguariensis as a potential chemical control against the golden apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda, Ampullariidae). **Natural Product Research**, v. 33, n. 16, p. 2379–2382, 2019.

CANTO, G.S.Do; TRETER, J.; YANG, S.; BORRÉ, G.L.; PEIXOTO, M.P.G.; ORTEGA, G.G. Evaluation of foam properties of saponin from *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Aquifoliaceae) fruits. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 46, n. 2, p. 237–243, 2010.

COGOI, L.; GIACOMINO, M.S.; PELLEGRINO, N.; ANESINI, C.; FILIP, R. Nutritional and phytochemical study of *Ilex paraguariensis* fruits. **Journal of Chemistry**, v. 2013, 2013.

COLUSSI, J.; PRESTES, N.P. Frugivoria realizada por aves em Myrciaria trunciflora (Mart) O. Berg. (Myrtaceae), Eugenia uniflora L. (Myrtaceae) e *Ilex paraguariensis* St. Hil. no norte do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 19, n. 1, p. 48–55, 2011.

DA SILVA, C.G.F.; CASSEL, E.; VARGAS, R.M.F.; MARCZAK, L.D.F. Selective extraction of saponins from *Ilex paraguariensis* St.-Hil. unripe fruits. **Food and Bioproducts Processing**, v. 111, p. 72–82, 2018.

DAHMER, T.; BERGER, M.; BARLETTE, A.G.; RECK, J.; SEGALIN, J.; VERZA, S.; ORTEGA, G. G.; GNOATTO, S.C.B.; GUIMARÃES, J.A.; VERLI, H.; GOSMANN, G. Antithrombotic effect of chikusetsusaponin IVa isolated from *Ilex paraguariensis* (Maté). **Journal of Medicinal Food**, v. 15, n. 12, p. 1073–1080, 2012.

DE BRITO, F.C.; ARENZON, A.; REICHERT, N.; LAZZAROTTO, M.; ÁVILA, S.; PACHECO, S.D.G.; KRUGER, I.; ROZINO, L.; VARGAS, V.M.F. Ecotoxicological evaluation of fruit extracts from yerba mate progenies (*Ilex paraguariensis* a St-Hil.): a natural biopesticide. **Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, v. 56, n. 8, p. 782–791, 2021.

FERNANDES, C.E.F.; KUHN, F.; SCAPINELLO, J.; LAZAROTTO, M.; BOHN, A.; BOLIGON, A.A.; ATHAYDE, M.L.; ZANATTA, M.S.; ZANATTA, L.; DAL MAGRO, J.; OLIVEIRA, J.V. Phytochemical profile, antioxidant and hypolipemiant potential of *Ilex paraguariensis* fruit extracts. **Industrial Crops and Products**, v. 81, p. 139–146, 2016.

FERNANDES, C.E.F.; SCAPINELLO, J.; BOHN, A.; BOLIGON, A.A.; ATHAYDE, M.L.; MAGRO, J.D.; PALLIGA, M.; OLIVEIRA, J.V.; TRES, M. V. Phytochemical profile, antioxidant and antimicrobial activity of extracts obtained from erva-mate (*Ilex paraguariensis*) fruit using compressed propane and supercritical CO₂. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 1, p. 98–104, 2017.

MERELES RODRÍGUEZ, B.E.; FIEDLER, J.N.; CHADE, M.E. Antifungal capacity of aqueous extracts of *Ilex paraguariensis* fruits against dermatophyte fungi. **Revista de Ciencia y Tecnología**, n. 39, p. 19–25, 2023.

PAVEI, C.; GUZATTO, P.; PETROVICK, P.R.; GOSMANN, G.; ORTEGA, G.G. Development and Validation of an HPLC Method for the Characterization and Assay of the Saponins from *Ilex paraguariensis* A . St . - Hil (Mate) Fruits Method for the Characterization and Assay. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies**, v. 30, n. 1, p. 87–95, 2007.

PEIXOTO, M.P.G.; KAISER, S.; VERZA, S.G.; DE RESENDE, P.E.; TRETER, J.; PAVEI, C.; BORRÉ, G.L.; ORTEGA, G.G. LC-UV assay method and UPLC/Q-TOF-MS characterisation of saponins from *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Mate) unripe fruits. **Phytochemical Analysis**, v. 23, n. 4, p. 415–420, 2012.

RESENDE, P.E. De; VERZA, S.G.; KAISER, S.; GOMES, L.F.; KUCHARSKI, L. C.; ORTEGA, G.G. The activity of mate saponins (*Ilex paraguariensis*) in intra-abdominal and epididymal fat, and glucose oxidation in male Wistar rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 144, n. 3, p. 735–740, 2012.

SCHUBERT, A.; PEREIRA, D.F.; ZANIN, F.F.; ALVES, S.H.; BECK, R.C.R.; ATHAYDE, M.L. Comparison of antioxidant activities and total polyphenolic and methylxanthine contents between the unripe fruit and leaves of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. **Pharmazie**, v. 62, n. 11, p. 876–880, 2007.

SILVEIRA HORNUNG, P.; ÁVILA, S.; APEA-BAH, F. B.; LIU, J.; LOPES TEIXEIRA, G.; HOFFMANN RIBANI, R.; BETA, T. Sustainable Use of *Ilex paraguariensis* Waste in Improving Biodegradable Corn Starch Films' Mechanical, Thermal and Bioactive Properties. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 28, n. 6, p. 1696–1709, 2020.

TAKETA, A.T.C.; BREITMAIER, E.; SCHENKEL, E.P. Triterpenes and triterpenoidal glycosides from the fruits of *Ilex paraguariensis*. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 15, n. 2, p. 205–211, 2004.

TRETER, J.; PEIXOTO, M.P.G.; GIORDANI, R.B.; HOLZ, C.L.; ROEHE, P.M.; TASCA, T.; ORTEGA, G.G. Anti-Trichomonas vaginalis activity of saponins from *Ilex paraguariensis* ("mate") fruits. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 29, n. 6, p. 914–918, 2010a.

TRETER, J.; PEIXOTO, M.P.G.; ORTEGA, G.G.; CANTO, G.S. Foam-forming properties of *Ilex paraguariensis* (mate) saponin: Foamability and foam lifetime analysis by Weibull equation. **Química Nova**, v. 33, n. 7, p. 1440–1443, 2010b.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Paraná e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.