

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ MARCOS HAMMERSCHMIDT

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E TEOR DE METILXANTINAS E
COMPOSTOS FENÓLICOS EM AMOSTRAS DE *Ilex paraguariensis* A. ST-
HIL. NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MATE

CURITIBA
2023

JOSÉ MARCOS HAMMERSCHMIDT

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E TEOR DE METILXANTINAS E
COMPOSTOS FENÓLICOS EM AMOSTRAS DE *Ilex paraguariensis* A. ST-
HIL. NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MATE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Dr. Cicero Deschamps
Coorientadora: Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas

CURITIBA
2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Hammerschmidt, José Marcos

Caracterização química e teor de metilxantinas e compostos fenólicos em amostras de *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil. no processo de produção de mate/ José Marcos Hammerschmidt. – Curitiba, 2023.

1 recurso online: PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal).

Orientador: Dr. Cicero Deschamps

Coorientadora: Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas

1. Erva-mate. 2. Compostos bioativos. 3. Compostos fenólicos. 4. Cafeína. I. Deschamps, Cicero. II. Zuffellato-Ribas, Katia Christina. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal). IV. Título.

Bibliotecária: Telma Terezinha Stresser de Assis CRB-9/944



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL) - 40001016031P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **JOSÉ MARCOS HAMMERSCHMIDT** intitulada: **CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E TEOR DE METILXANTINAS E COMPOSTOS FENÓLICOS EM AMOSTRAS DE *Ilex paraguariensis* A.ST-HIL, NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MATE**, sob orientação do Prof. Dr. CICERO DESCHAMPS, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 29 de Setembro de 2023.

CICERO DESCHAMPS
Presidente da Banca Examinadora

RENATA DE ALMEIDA MAGGIONI

Avaliador Externo (AUTONOMA)

ARIADNE WAURECK

Avaliador Interno Pós-Doc (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico este trabalho a minha família: Karina Silveira de Almeida Hammerschmidt e Gabriela de Almeida Hammerschmidt, pelo apoio incondicional, força e compreensão sobre minhas ausências.

Aos meus pais: Lucia Hammerschmidt (in memoriam) e José Vaenga Hammerschmidt, por me oportunizarem a vida.

AGRADECIMENTO

Agradeço meu professor orientador Drº Cícero Deschamps e co-orientadora Drª Katia Christina Zuffellato Ribas pela orientação e apoio em todo o processo de formação. Gratidão pela oportunidade, aprendizados e dedicação.

Aos docentes do Programa de Pós-graduação em Agronomia Produção Vegetal, da Universidade Federal do Paraná (UFPR) pela oportunidade de realizar o sonho de cursar o Mestrado e aprender com renomados e reconhecidos Docentes.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior por me permitir ser bolsista e ter viabilidade para vivenciar o Mestrado em uma Universidade Federal destaque para a ciência.

À Embrapa Florestas, pela estrutura cedida para todo o desenvolvimento da minha pesquisa, apoio e oportunidade de aprendizagem. Especialmente a Cristiane Vieira Helm e Dayanne Mendes Andrade pela ajuda, orientação e ensinamentos.

Ao técnico de laboratório Roger Raupp Cipriano, do Departamento de Fitotecnia, Laboratório de Ecofisiologia UFPR, pelas dicas, orientações e paciência neste processo de pesquisa e formação.

A todos os produtores de erva-mate do Estado do Paraná, que disponibilizaram as amostras para que este estudo fosse desenvolvido.

Aos demais colegas de pós-graduação que fizeram parte desta caminhada.

Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.

Isaac Newton

RESUMO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil) é uma planta originária da região subtropical da América do Sul, que pode ser utilizada de diversas formas, principalmente por meio de suas folhas. O chá-mate é comercializado pelas indústrias na forma líquida após envase ou na forma natural após a torrefação. Ambos os processos resultam em subprodutos que apresentam potencial para aproveitamento em diferentes aplicações, conforme suas características bioquímicas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a composição físico-química e teor de metilxantinas e compostos fenólicos de amostras de subprodutos da agroindústria durante a produção de chá-mate envasado ou torrado. Foram utilizadas amostras de erva-mate de produtores do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul com colheitas de setembro de 2020 a março de 2021 e de abril a agosto de 2021. Além das amostras *in natura*, (cancheada), foram avaliadas amostras após a separação de talos e folhas (chile verde e talo verde), após a torrefação (chile torrada) e após o envase (borra). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado comparando épocas de colheitas e tipos de amostras, com três repetições. As médias foram comparadas pelo teste Tukey com 5% de probabilidade. As amostras “cancheada verde” e “chile torrada” apresentaram teores superiores de cafeína e teobromina em colheitas de abril a agosto. O maior teor de proteína foi observado na amostra “borra” e de cinzas nas amostras chile torrada e pó verde, em ambas as colheitas. As médias dos teores de proteínas foram maiores no subproduto borra de erva-mate colhida de abril e agosto. Sobre os teores de fenólicos, a borra apresentou percentual superior de ácido 3-cafeoilquínico, ácido 4-cafeoilquínico e ácido 3,4-dicafeoilquínico e as amostras “chile torrada” de ácido 5-cafeoilquínico e ácido 3,5-dicafeoilquínico. Teores mais elevados do ácido 4,5-dicafeoilquínico por sua vez foram superiores em amostras de borra e chile torrada. Enquanto os teores de metilxantinas são influenciados pelo tipo de amostras e a época de colheita, os teores de compostos fenólicos variam em função principalmente do tipo de amostras, sendo superior nas amostras de borra e chile torrada.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, compostos bioativos, cafeína, ácidos fenólicos.

ABSTRACT

Yerba-mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil) is a plant originating from the subtropical region of South America, which can be used in different ways, mainly through its leaves. Yerba mate tea is sold by the industries in liquid form after bottling or, in natural form, after roasting. Both processes result in by-products that have the potential to be used in different applications, depending on their biochemical characteristics. The aim of this study was to evaluate the physicochemical composition and content of methylxanthines and phenolic compounds in samples of by-products from the agro-industry during the production of bottled or roasted yerba mate. Samples of yerba mate from producers in Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul states were used, with harvests from September 2020 to March 2021 and from April to August 2021. In addition to the fresh samples (cancheada), samples were evaluated after the separation of stalks and leaves (chile verde and talo verde), after roasting (chile torrada) and after packaging (borra). The experimental design was completely randomized, comparing harvest times and types of samples, with three replications. Averages were compared using the Tukey test with 5% probability. The "cancheada verde" and "chile torrada" samples had higher levels of caffeine and theobromine when harvested between April and August. The highest protein content was observed in the "lees" sample and the highest ash content in the "chile torrada" and "pó verde" samples, in both harvests. The average protein content was higher in the yerba mate lees by-product harvested in April and August. In terms of phenolic content, the lees had a higher percentage of 3-caffeoylquinic acid, 4-caffeoylquinic acid and 3,4-dicaffeoylquinic acid, while the "chile torrada" samples had higher percentages of 5-caffeoylquinic acid and 3,5-dicaffeoylquinic acid. Higher levels of 4,5-dicaffeoylquinic acid were found in the lees and roasted chile samples. While the levels of methylxanthines are influenced by the type of samples and the time of harvest, the levels of phenolic compounds vary depending mainly on the type of samples, being higher in the lees and roasted chile samples.

Key words: *Ilex paraguariensis*, bioactive compounds, caffeine, phenolic acids.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS

FIGURA 1 - Área de ocorrência natural da erva-mate (UFRGS, 2023)	19
FIGURA 2 - Locais identificados de ocorrência natural da erva-mate no Brasil (CARVALHO, 2003, p. 6)	19
FIGURA 3 - Principais metilxantinas presentes na erva-mate (SALDANÃ et al., 1999).....	22

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Produção (toneladas) erva-mate no Estado do Paraná – 2019-2020, com variação anual (%)	20
TABELA 2 -	Teor de metilxantinas e composição físico-química de erva-mate <i>in natura</i> (cancheada verde) e em subprodutos da produção do chá-mate após duas épocas de colheita	42
TABELA 3 -	Teor de compostos fenólicos (ácidos cafeoilquínicos) de amostras de erva-mate <i>in natura</i> (cancheada verde) e em subprodutos da produção do chá-mate após duas épocas de colheita	44

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

DERAL	Departamento de Economia Rural
HDL	<i>High-density lipoprotein</i>
LDL	<i>Low-density lipoprotein</i>
Mg	Magnésio
N	Nitrogênio
NCM	Nomenclatura Comum do Mercosul
PAM	Produção Agrícola Municipal
SEAB-PR	Secretaria Estadual da Agricultura e do Abastecimento do Paraná

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	ASPECTOS GERAIS DA <i>Ilex paraguariensis</i> A.ST.-HIL	17
2.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA ERVA-MATE	18
2.3	COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, METILXANTINAS E COMPOSTOS FENÓLICOS DA ERVA-MATE E USO DE SUBPRODUTOS	21
	REFERENCIAS	26
3.	COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, METILXANTINAS E COMPOSTOS FENÓLICOS DE SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DE ERVA-MATE	38
3.1	INTRODUÇÃO	39
3.2	MATERIAL E MÉTODO	40
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
3.4	CONCLUSÕES	46
	REFERENCIAS	46
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS	53

1. INTRODUÇÃO

Ilex paraguariensis A.St.-Hil, popularmente conhecida como erva-mate, é uma espécie nativa da floresta ombrófila mista e pertencente à família *Aquifoliaceae*, com relevante importância econômica e cultural para a região Sul do Brasil (CUNHA, et al, 2019). A erva-mate destaca-se por ser uma importante fonte de renda em alguns países da América do Sul, tais como Paraguai, Argentina e Brasil (SANSBERRO et al., 2000) e por ser consumida, historicamente, nesses países, principalmente por meio de suas folhas (CARDOZO JUNIOR; MORAND, 2016).

No Brasil, as plantações de *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil distribuíram-se principalmente nos estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (CUNHA, et al, 2019), correspondendo a 346.953 toneladas no ano de 2016. Destaca-se como maior produtor nacional o estado do Paraná (86,4%), seguido de Santa Catarina (8,3%) e Rio Grande do Sul (3,5%) (IBGE, 2016).

O produto da colheita da erva-mate consiste predominantemente de folhas e galhos (SANTIN et al, 2014), sendo utilizados para produção de bebidas tônicas e estimulantes em infusão quentes (chimarrão) ou a frio (tereré), além do “chá mate” com formulações farmacêuticas (SANTOS et al., 2017).

Além do consumo da erva-mate na forma de chimarrão e chás, as folhas apresentam outras diversas aplicações industriais, tais como extratos solúveis para bebidas, corante, conservante de alimentos e matéria-prima para produtos de higiene e cosméticos (SAMBIASSI; ESCALADA; SCHMALKO, 2002). Este uso deve-se à presença de metabólitos secundários de interesse para a saúde humana (fenólicos, xantinas e saponinas) (CUNHA, et al, 2019; BARBOSA et al, 2019).

As folhas de *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil possuem alcalóides, polifenóis, flavonóides, triterpenos e ácidos orgânicos (VALDUGA et al., 2005), além de altos teores de cafeína, teobromina e taninos (BORILLE et al., 2005). As metilxantinas cafeína, teobromina e teofilina são os compostos mais conhecidos desta espécie, responsáveis pela ação estimulante (NAKAMURA, 2008).

As metilxantinas e os compostos fenólicos são metabólitos secundários com funções ecológicas importantes, como proteção contra herbívoros e patógenos, ação alelopática, além de agir como atrativos para animais polinizadores (ROSSA et al, 2017; TAIZ; ZEIGER, 2004). Esses compostos são derivados do nucleotídeo purina, sendo também conhecidos como alcalóides purínicos. A metilxantina mais abundante na natureza é a cafeína (1,3,7

trimetilxantina), seguida pela teobromina (3,7 dimetilxantina). A teofilina (1,3 dimetilxantina) e outros compostos se encontram em pequenas quantidades, podendo ser intermediários da biossíntese e/ou catabolismo da cafeína (ASHIHARA; SUZUKI, 2004).

Os compostos fenólicos pertencem à classe de substâncias químicas que incluem grande diversidade de estruturas, simples e complexas, derivadas da fenilalanina e da tirosina, que possuem em sua estrutura pelo menos um anel aromático com um ou mais grupamentos hidroxilas (ROSSA et al, 2017). Esta classe pode ser dividida em flavonoides (antocianinas, flavonóis e isoflavonas, entre outros) e não flavonóides (ácidos fenólicos e derivados) (ANGELO; JORGE, 2007).

Os compostos fenólicos bioativos de origem vegetal apresentam atividade antioxidante, podendo atuar como agentes redutores, sequestrantes de radicais livres, além de agirem como quelantes de metais (MELLO et al, 2020). Apresentam vários efeitos biológicos, incluindo as ações antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e vasodilatadora (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKY, 2004), sendo atribuídos a essa classe de constituintes os benefícios do consumo da infusão de erva-mate (BRAVO; GOYA; LECUMBERRI, 2007). As bebidas de erva-mate são reconhecidas como fonte de compostos fenólicos, prontamente absorvidos pelo organismo e responsáveis por seus efeitos antioxidantes *in vitro* e *in vivo* (BASTOS et al., 2006; SALDANHA e BASTOS, 2006, RODRIGUES, 2009; EFING, CALIARI, NAKASHIMA, FREITAS, 2009).

A matéria-prima de erva-mate, além da forma *in natura*, pode ser obtida forma de subprodutos da produção do chá mate, tendo em vista o valor agregado. Esta utilização beneficia também o meio ambiente devido ao reaproveitamento de forma sustentável.

A utilização desses resíduos converge com a política da sustentabilidade, fomentando consciência e compromisso com a natureza e a sociedade e diminuindo as perdas de recursos naturais (KREPKE, 2018).

Conforme a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Conforme capítulo II, Art. 3º e Inciso XI, a “Gestão Integrada de Resíduos Sólidos” representa o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010). Alinhado ao preceito legal, está a economia circular, com processo de reaproveitamento de resíduos utilizando-se de reagentes e técnicas sustentáveis para transição do modelo econômico linear (PETTERSON, LIMA, ANAISSI, 2022).

Deste modo, os resíduos da agroindústria da erva-mate, se aproveitados de maneira eficaz, trazem muitos benefícios. Assim, avaliar a composição físico-química dos subprodutos da agroindústria de erva-mate é importante, principalmente devido ao consumo significativo desta planta como hábito cultural na região sul do Brasil.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a composição físico-química e teor de metilxantinas e compostos fenólicos em subprodutos da agroindústria de produção do chá mate utilizando matéria prima obtidas de diferentes épocas de colheita.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA *ILEX PARAGUARIENSIS* A.ST.-HIL

Ilex paraguariensis A.St.-Hil é uma espécie da família *Aquifoliaceae*, pertencente a classe das Dicotiledôneas, subclasse *Archichlamydes*, ordem *Celastales*, originária das regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, conhecida popularmente no Brasil como: caá; caáguaçu; carvalho-branco; caúna, no Estado de São Paulo; congoín; congonha, erva-congonha, erva e pau-de-erva, no Rio Grande do Sul; congonha-grande; congonha; congonhinha, no Paraná; erva; erva-piriquita, em Santa Catarina; erva-mate-peluda; erva-mate-de-talo-branco; erva-mate-do-talo-roxo; erva-verdadeira; mate, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina; orelha-de-burro (CARVALHO, 2003). É utilizada como bebida tônica e estimulante (CIRIO, 2000; VALDUGA, E. et al, 2005; DANIEL, 2009).

A erva-mate é uma espécie arbórea dióica e possui polinização predominantemente por insetos (FERREIRA et al., 1983; PIRES et al., 2014). As flores são hermafroditas, brancas, pequenas, e pouco vistosas e as inflorescências apresentam pequenos fascículos de 3 a 5 flores. Os frutos são denominados drupa globosa, baga-drupa globular ou ovoide-globular, apresentando 4 e 8 mm de diâmetro, coloração verde quando jovem, passando para vermelho-arroxeados conforme os estádios da maturação, com quatro sementes pequenas, com formato variável (CARVALHO, 2003).

A floração ocorre nos meses de setembro a dezembro e a maturação dos frutos de dezembro a abril, apresentando inicialmente coloração verde, posteriormente vermelha e finalmente violeta-escuro (ZANON, 1988).

Os frutos geralmente contêm quatro pirênios que constituem as unidades de dispersão da espécie (WINHELMANN et al, 2022). São formados por endocarpo lenhoso e semente, esta última constituída por tegumento, endosperma e embrião (HEUSER; FERREIRA; MARIATH, 1993).

A produção de mudas de erva-mate, em grande parte, é realizada a partir de sementes (WENDLING; SANTIN, 2015) coletadas em ervais nativos ou implantados, porém com critérios subjetivos de seleção, o que implica em altas taxas de mortalidade, desenvolvimento heterogêneo e baixa qualidade da massa foliar produzida (STURION; RESENDE, 2010).

Em ervais, as árvores variam de 3 a 5m de altura, mas podem chegar de 10 a 15m, com tronco de coloração acinzentada. Suas folhas, parte explorada da planta, são simples, distribuídas de forma alternada, glabras, variando de subcoriáceas a coriáceas, coloração verde-

escura na parte inferior e na parte superior um pouco mais clara, com margens, nervuras laterais pouco impressas na face de cima e na face de baixo salientes, o pecíolo curto de 7 a 15mm, apresenta-se levemente retorcido. As folhas medem de 5 a 10cm de comprimento, por 3 a 5cm de largura, no entanto, em seu ambiente natural podem chegar a 18cm de comprimento (HENRIQUE, CANTERI, AYALA, KOVALESKI, 2014).

Após a colheita, a erva-mate é processada em três etapas: sapeco, secagem e cancheamento. O sapeco ocorre com a passagem da erva-mate por um cilindro giratório com furos, onde a erva-mate colhida sofre um choque térmico de aproximadamente 400°C. O objetivo principal dessa etapa é remover a umidade superficial e inativação de enzimas responsáveis por oxidação do produto (ESMELINDRO et al., 2002).

A etapa de secagem pode ser realizada de diversas formas, seja em câmaras de secagem, secadores mecânicos rotativos ou esteiras (JÚNIOR et al., 2017).

A moagem, também chamada de cancheamento, consiste na etapa em que a erva-mate é fragmentada, triturada e moída, de acordo com os tamanhos exigidos. Em seguida, a erva-mate é destinada a peneiras, ventiladores e filtros, que realizam a divisão da erva-mate em pó, folhas e talos (ESMELINDRO et al., 2002).

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA ERVA-MATE

A erva-mate é originária da região subtropical da América do Sul, está presente na Argentina, Paraguai, Uruguai e Brasil (SANSBERRO et al., 2000; BASTOS et al., 2007; HECK; DE MEJIA, 2007). É componente dos sistemas tradicionais silviculturais mais antigos da região sul do Brasil, crescendo espontaneamente em ambiente sombreado do sub-bosque das matas de pinheiro-brasileiro (*Araucária angustifolia*) (ROSSA et al., 2017).

O Brasil é o principal produtor de erva-mate, com 880 mil toneladas produzidas no ano de 2019, seguida pela Argentina com 837 mil toneladas e o Paraguai com 171 mil toneladas (DERAL, 2021). Na Figura 1, está representada a ocorrência de ervais nos três países da América do Sul.



Figura 1 - Área de ocorrência natural da erva-mate (UFGRS, 2023).

O setor ervateiro distribui-se em aproximadamente 450 municípios, principalmente entre os estados do sul do Brasil, além de São Paulo e Mato Grosso do Sul (Figura 2), com mais de 700.000 empregos diretos em 750 indústrias, o que garante o desenvolvimento na área rural dessas regiões (MOSELE, 2002).



Figura 2: Locais de ocorrência natural da erva-mate no Brasil (CARVALHO, 2003).

A erva-mate teve papel importante no desenvolvimento de diversas regiões brasileiras, principalmente Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e, sobretudo, do Paraná (CARDOZO JUNIOR; MORAND, 2016; GERHARDT, 2003; PENTEADO JUNIOR, 2019). É considerada como o “ouro verde” por mover parte da economia brasileira (HENRIQUE, CANTERI, AYALA, KOVALESKI, 2014; DANIEL, 2009).

A cultura da erva-mate é fundamental para a economia de muitos municípios, sendo destaque como produto não madeireiro do agronegócio florestal na Região Sul (Produção Agrícola Municipal, 2016). Em 2020, conforme levantamento da “Produção Agrícola

Municipal (PAM)”, foram produzidas 506.134 toneladas de erva-mate em área colhida de 67.230ha e produtividade média de 7.528 kg/ha. Sendo que, 372.251 toneladas de erva-mate foram produzidas no Paraná, sendo responsável por 87% da produção do país (DERAL, 2021).

O valor bruto da produção (VBP) dos produtos da erva-mate em 2019 foi de aproximadamente 15% na participação dos produtos florestais do Paraná, totalizando R\$ 656,6 milhões. Em 2020, passou a 18% de participação nos produtos florestais, com valor de R\$ 753.184 milhões (DERAL, 2021).

Os núcleos de União da Vitória, Guarapuava e Irati são responsáveis por 88% do VBP da cultura, se destacando o Núcleo de União da Vitória com R\$ 405,7 milhões e 62% da erva-mate produzida (DERAL, 2021).

Tabela 1 – Produção (toneladas) erva-mate no Estado do Paraná – 2019-2020, com variação anual (%).

Município	Produção (T)		
	2019	2020	Variação anual (%)
Cruz Machado	92.000	108.000	17%
São Mateus do Sul	78.000	90.000	15%
Bituruna	54.000	65.000	20%
Prudentópolis	29.100	38.500	32%
Paula Freitas	35.700	38.000	6%

Fonte: SEAB/DERAL, 2021.

Recentemente, a erva-mate produzida em São Mateus do Sul recebeu o reconhecimento de indicação geográfica (IG). A IG é um selo que reconhece que a qualidade do produto depende do ambiente e da geografia do local e que o local se tornou reconhecido por produto tradicional na região. Esta indicação além de preservar as tradições locais, possui o potencial de diferenciar produtos, melhorar o acesso ao mercado e promover o desenvolvimento regional (DERAL, 2021).

A erva-mate é utilizada em diversos produtos, com padrões de qualidade e identificação, granulometrias diferentes e com adição de sacarose e de outras plantas aromáticas (HENRIQUE, 2018). Esta estratégia busca a diversificação no mercado consumidor a partir de produtos de limpeza, higiene, cosméticos e medicamentos, além de bebidas como energéticos, cervejas e de alimentos (PENTEADO JUNIOR, 2019).

Nos últimos anos, conforme DERAL (2021), os valores pagos vêm crescendo anualmente devido à melhor qualidade da erva-mate e à procura por exportadores. Os produtores têm investido em novas tecnologias e procedimentos de manejo, tais como adubação, podas e renovação dos ervais, possibilitando a utilização em novos mercados consumidores.

Além do mercado interno, as exportações têm aumentado, em 2019 exportou-se 2.857 toneladas de erva-mate. O principal comprador da erva-mate paranaense foi o Uruguai, importando 51%, seguida pelo Chile com 22%. A exportação de mate cancheado (NCM 09030010) pelo estado do Paraná, no ano de 2019, foi de 279 toneladas com valor de US\$ 508 mil, sendo a Alemanha a principal importadora (90 toneladas) (DERAL, 2021).

2.3 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, TEOR DE METILXANTINAS E DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA ERVA-MATE E USO DE SUBPRODUTOS

A visibilidade da cultura se deve principalmente aos compostos bioativos presentes em suas folhas, benéficos para a saúde humana e animal (TOMASI, 2020). É utilizada, principalmente no sul do Brasil, como chimarrão (AMARAL, 2014) e bebida estimulante (chá). Diariamente, diferentes produtos são obtidos das folhas da erva-mate, aumentando o interesse por produtos e reforçando o consumo deste insumo (ROSSA et al., 2017).

A erva-mate produzida é utilizada como matéria-prima seca para a área de bebidas por infusão sendo 96% consumida na forma de chimarrão e tereré, elaborada com água quente e fria e apenas 4% como os chá-mate verde e o tostado, refrigerante e sucos (HENRIQUE, CANTERI, AYALA, KOVALESKI, 2014; DANIEL, 2019). O consumo de chás com erva-mate no Brasil, tem origem em costumes indígenas, como estimulantes (BASSANI; CAMPOS, 1997). Estudos vêm sendo realizados com a utilização de erva-mate na forma de conservante natural, corante, estimulante e no tratamento de doenças, bem como na utilização como bactericida e na fabricação de cosméticos (BASSANI; CAMPOS, 1997).

Embora, o principal modo de consumo da erva-mate seja na forma de chimarrão e chás, as folhas apresentam várias aplicações industriais, tais como extratos solúveis para bebidas, corante, conservante de alimentos e matéria prima para produtos de higiene e cosméticos (SAMBIASSI; ESCALADA; SCHMALKO, 2002). O aumento da demanda por erva-mate tem levado ao maior interesse de muitos agricultores (BARBOSA et al., 2015), principalmente após a divulgação de informações sobre ação antioxidante e lipolítica da planta (BRANDÃO et al., 2013).

A composição química é variável, conforme a espécie, genótipo, tipo de solo, incidência solar e época de colheita, dentre outros fatores. Os compostos fenólicos, metilxantinas, saponinas derivados do cafeeiro, flavonóides, polissacarídeos, proteínas, sais minerais e vitaminas estão presentes em diferentes concentrações (GULLÓN et al., 2018). O teor desses compostos é alterado por muitos fatores (ambientais, genéticos, processamento e métodos de extração e quantificação), métodos alternativos de secagem das folhas é demanda crescente, assim como, a aceitação dos produtos desenvolvidos por esses novos processos (TOMASI, 2020). Assim, a obtenção dos compostos químicos contidos no extrato da erva-mate, geralmente ocorre pela extração por solventes orgânicos, em pequenas amostras envolvendo altas temperaturas com a planta “in natura” (ESMELINDRO et al., 2002).

Dada a importância desses compostos e elevada quantidade presente na planta, precisa-se atentar para as condições de preparo das bebidas a serem consumidas, a fim de possibilitar a extração máxima dos compostos bioativos. A temperatura da água utilizada para o preparo das bebidas afeta o teor de compostos fenólicos nos extratos aquosos preparados com erva-mate moída (SILVEIRA et al., 2020).

Conforme Figura 3, as propriedades estimulantes atribuídas aos teores de metilxantinas em erva-mate são devidas ao teor de cafeína (1,3,7-trimetilxantina) (0,89-1,73%), teobromina (3,7-dimetilxantina) (0,26-0,88%) e pequenos teores de teofilina (1,3-dimetilxantina). (ASHIHARA; SUZUKI, 2004; GNOATTO et al., 2008).



Figura 3 - Principais Metilxantinas Presentes na Erva-Mate (SALDANÃ et al., 1999).

As metilxantinas funcionam como estimulantes, por agirem no sistema nervoso central, com ação de vasoconstritor, provocam relaxamento do músculo liso, estimulam o miocárdio, inibem o sono, diminui a sensação de cansaço e além de atuarem no sistema renal e digestivo (KIKATANIET et. al, 1993; LORIST, TOPS, 2003; VALDUGA, 1995).

A erva-mate possui vitaminas e minerais essenciais ao ser humano, com grande valor nutricional, contendo vitaminas A (Retinol), vitamina B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), C (Ácido ascórbico) e vitamina E (Tocoferol (d-alfa-tocoferol)), além dos minerais potássio, magnésio, cálcio, manganês, ferro, selênio, fósforo e zinco (BASTOS, et. al, 2007;

HECK e MEJIA, 2007; SILVA *et al.*, 2008); bem como 196 compostos voláteis, derivados do ácido cafeico, tal como ácido clorogênico, e flavonóides, ainda apresenta teor considerável de saponinas, cafeína e teobromina (FREDDY, 2013).

Na vertente de bebida funcional, pesquisa com revisão sistemática avaliou que o consumo da erva-mate pode beneficiar a saúde de mulheres na menopausa devido à presença de fitoestrógenos e substâncias antioxidantes na composição; o ácido ursólico isolado das partes aéreas desta planta, o qual inibe a aromatase *in vitro*, de modo comparável à apigenina, o mais potente fitoestrógeno conhecido (GNOATTO *et al.*, 2008; TONISSI *et al.*, 2022). Em modelos animais, a suplementação com erva-mate é utilizada, sendo nutricionalmente eficaz para modular o estresse oxidativo durante a perimenopausa (PEREIRA *et al.*, 2017).

No ramo alimentício, o uso da erva-mate é crescente, principalmente para produção de alimentos funcionais, usados para enriquecer e desenvolver novos produtos com propriedades funcionais. Esses alimentos não visam apenas satisfazer à fome ou proporcionar os nutrientes necessários, mas aumentam o bem-estar físico e mental de seus consumidores, auxiliando na prevenção de doenças (MURARI, ROSTAGNO, SOUZA, 2018). A tendência atual é de se estudar a adição de fonte de fibras, proteínas, antioxidantes e probióticos da erva-mate, a fim de agregar maior valor nutricional a esses alimentos, com destaque por exemplo para o uso na produção de pão (RAHAIE *et al.*, 2014).

A incorporação do chá mate ao pão, aumenta a concentração de compostos fenólicos e antioxidantes proporcionalmente à sua concentração. Essa pode ser uma forma de enriquecer o pão e torná-lo alimento funcional, visto que o extrato de mate tem potencial para o enriquecimento de pães com consequentes benefícios à saúde, principalmente em produtos de consumo cotidiano (MURARI, ROSTAGNO, SOUZA, 2018).

Dentre os alimentos desenvolvidos na área alimentícia com a erva-mate, estão também geleias, bebidas, chocolate, bolo, pães, barra de cereal, iogurte, gelatina, filmes biodegradáveis e incorporados de extratos em amidos. Pesquisa realizada por CHAICOUSKI, LAZZAROTTO (2021) destacou que esta é uma área promissora, porém que ainda carece de pesquisas sobre aceitabilidade pelos consumidores.

Outra forma de utilização da erva-mate, crescente nos últimos anos é o ramo de cosméticos, principalmente na forma sólida usada em pó faciais, talcos, maquiagens, sabonetes e sabões. Na forma líquida em soluções, loções de beleza, óleos cosméticos, desodorantes, águas perfumadas, odorizantes e xampus, assim como na forma semissólida, com formulações em creme, gel, emulsões, maquiagens, máscaras faciais (MACHADO; DEVEGILI;

MAGNABOSCO, 2016). Deste modo é essencial monitorar a qualidade da planta, devido a suas influências nas utilizações referenciadas.

Alinhado à sustentabilidade, a busca por cosméticos mais naturais, com baixo índice de conservantes e parabenos, à base de plantas medicinais e/ou fitoterápicos, é crescente devido ao número de alergias a produtos sintéticos e industrializados (BALOGH, 2011). O setor de cosméticos desponta como precursor na tendência global de uso da erva-mate, mesmo que ainda não tenha grande representatividade em países europeus ou anglo-saxões (FRIZON, 2011).

Canto (2010) defende que a demanda por produtos à base de ervas medicinais e/ou plantas, está atrelada ao conceito existente de cosmético natural, realizada com ingredientes naturais em sua formulação. No caso da erva-mate, é possível vincular seu uso em fórmulas benéficas para melasma, envelhecimento precoce, proteção solar, ação antioxidante, cicatrizante e adstringente (GARG; KHURANA; GARG, 2017).

Os benefícios da erva-mate na cosmetologia envolvem propriedades no envelhecimento precoce, como ativo adstringente, antiacne, peelings para rejuvenescimento, podendo também ser incorporado em pomadas e cremes, devido às propriedades cicatrizantes (BRANDÃO et al., 2008). O extrato da erva-mate é utilizado principalmente por conter propriedades antioxidantes, ativador de circulação, interceptor dos raios ultravioletas, inibidor da tirosinase, adstringente, emoliente, anti-inflamatório e bactericida (MESQUITA et al., 2021). Assim, o uso da erva-mate na área cosmética produz resultados efetivos e semelhantes a ativos mais caros, de difícil acesso e armazenamento, e que não trazem opção natural, vegana, e com menos produtos químicos e parabenos (FREDDO et al, 2023).

A busca por produtos naturais na cosmetologia, a mostra *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil excelente opção considerando o custo-benefício (AGUIAR et al., 2012). Produtos à base de erva-mate tornam-se alternativas naturais que podem auxiliar na beleza da pele e dos cabelos agregando o uso de recursos naturais e renováveis (FREDDO et al, 2023).

Na cosmetologia tem-se indicação da erva-mate como potentes inibidores enzimáticos, inclusive da lipase - enzima responsável pela absorção de gordura (FAGUNDES, DANGUY, SCHMITT, MAZUR, 2015). Os polifenóis interagem sinergicamente com a cafeína (composto do mate), podendo aumentar e prolongar a estimulação da termogênese (MARTINS et al, 2009).

Pesquisa realizada com animais confirma que o extrato de *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil (concentração de 20%) tem efeito protetor contra o aumento do peso, induzido por dieta hiperlipídica (PANG, CHOI E PARK, 2008). Boaventura et al (2012) visualizaram a evolução de humanos tomando extrato aquoso de erva-mate, por 20, 40, 60 e 90 dias de tratamento. O resultado foi que houve maior saciedade e melhora na qualidade da dieta ao final do estudo,

comparado ao início, com impacto no peso corporal (KANG et al, 2012, FAGUNDES, DANGUY, SCHMITT, MAZUR, 2015).

Nos medicamentos, a utilização da erva-mate pode ser realizada com apresentação na forma sólida em pós, extratos, cápsulas e comprimidos, e na líquida nas tinturas, infusões e extratos fluídos. A ênfase de utilização no ramo medicinal, principalmente está vinculada ao potencial antioxidante e antimicrobiano (BRANDÃO et al., 2008), com relevância para a hipocolesterolêmica, hepatoprotetora, atividade antioxidante, diurética, digestiva e estimulante do sistema nervoso (ARÇARI et al., 2011; CARDOZO et al, 2021; FAGUNDES, et al., 2015). Porém, salienta-se a necessidade de mais estudos na temática. Estudos apontam que o consumo de *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil (20 a 50 mg/mL) por 30 dias, melhora perfil lipídico em indivíduos dislipidêmicos, com LDL-C significativamente reduzido ($p < 0,05$), em paralelo com aumento do HDL-C nesse grupo (em terapia com estatinas) em comparação com controles que não tomaram (ARÇARI et al, 2011; BOAVENTURA et al, 2012).

Arçari et al. (2011) também confirmou benefícios do uso da erva-mate nos biomarcadores inflamatórios e perfil lipídico de indivíduos dislipidêmicos e normolipidêmicos. Além do poder hipoglicemiante (BOAVENTURA et al., 2012; PEREIRA et al, 2012; SILVA et al, 2011). Outra utilização da erva-mate é na atividade antimicrobiana, cujo espectro de atividade inclui bactérias gram-positivas e gram-negativas, além de bactérias e fungos, principalmente em microorganismos como *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Enteritidis* e *Escherichia coli* (Cogo et al., 2010; MARTIB et al, 2013). Além disso, a erva-mate também tem potencial como anticonvulsivante (HALLIWELL, GUTTERIDGE, 2007), antidepressivo (COLPO et al., 2007) e melhora cognitiva (REIS et al, 2013).

Também se destaca a utilização de subprodutos da agroindústria da erva-mate, com utilização para obtenção de carvão ativado, sendo usado os resíduos (palitos) derivados da industrialização (secagem e cancheamento das folhas) destacando-se como importante forma de reaproveitamento (GRANGÉ, HOLZ, DAMIN, 2016). VEIT et al (2014), indicam a utilização do resíduo de erva-mate como material absorvente de corante.

Verifica-se também indicação na literatura para uso dos resíduos da erva-mate na geração de energia em caldeiras, ou como adubo orgânico (GONÇALVES et al, 2007), bem como na composição de nutrição animal, sendo o seu uso justificado pois o pó da erva-mate contém altos níveis de polifenóis totais, com importante poder antioxidante, acrescentando valor a resíduos que normalmente são desprezados (CHAVES et al, 2014).

REFERÊNCIAS

- ALBAS, C. S., *et al.* Avaliação da genotoxicidade da *Ilex paraguariensis* (erva mate) pelo teste do micronúcleo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** [online]. 2014, v. 16, n. 2 suppl 1, pp. 345-349. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-084X/12_058>. Acesso em: 19 set. 2022.
- ALIKARIDIS, F. Natural constituents of *Ilex* species. **Journal of Ethnopharmacology**. 20:121-144, 1987.
- AMARAL, C. L. **Efeito do chá mate (*Ilex paraguariensis*) no perfil glicêmico e lipídico, nos marcadores inflamatórios e na função endotelial de indivíduos com diabetes mellitus TIPO 2**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- ANGELO, P. M.; JORGE, J. Compostos fenólicos em alimentos – uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo. v. 66, n. 1, p. 232-240, 2007.
- ARÇARI, D. P.; PORTO, V. B.; RODRIGUES, E. R. V.; MARTINS, F.; LIMA, R. J.; SAWAYA, A. C.; RIBEIRO, M. L.; CARVALHO, P. O. Effect of mate tea (*Ilex paraguariensis*) supplementation on oxidative stress biomarkers and LDL oxidisability in normo- and hyperlipidaemic humans. **J Funct Foods**. Vol. 3. p.190-197. 2011.
- ASHIHARA, H.; SUZUKI, T. Distribution and biosynthesis of caffeine in plants. **Front Bioscience**, Califórnia, v. 9, n. 2, p. 1864-76, 2004.
- BALOGH, T. S. Uso cosmético de extratos glicólicos: avaliação da atividade antioxidante, estudo da estabilidade e potencial fotoprotetor. **Dissertação Programa de Pós-Graduação em Fármaco e Medicamentos**, v. 1, p. 1–267, 2011.
- BARBOSA, J. Z., *et al.* Composição, Solubilidade de Elementos em Água Quente e Valor Nutricional de Frutos e Folhas de Erva Mate. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 39, n. 6, p.593-603, 2015.
- BARBOSA, J. Z.; MOTTA, A. C. V; CONSALTER, R.; POGGERE, G. C.; SANTIN, D.;

WENDLING, I. Plant growth, nutrients and potentially toxic elements in leaves of yerba mate clones in response to phosphorus in acid soils. **An Acad Bras Cienc.** 2018 Jan-Mar; 90(1):557-571. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29466483/>. Acesso em: 13 abr. 2023.

BASSANI, V. L.; CAMPOS, A. M. **Desenvolvimento de extratos secos nebulizados de *Ilex paraguariensis* St. Hil., Aquifoliaceae (erva mate) visando a exploração do potencial do vegetal como fonte de produtos.** In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 1., REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA MATE, 2., 1997, Curitiba, Anais... Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1997, p.69-87. (EMBRAPA/CNPQ, Documentos, 33).

BASTOS, D. H. M.; DE OLIVEIRA, D. M.; MATSUMOTO, R. L. T.; CARVALHO, P. O.; RIBEIRO, L. M. Yerba maté: Pharmacological, properties, research and biotechnology. **Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 37-46, 2007.

BOAVENTURA, B. C. B.; DI PIETRO, P. F.; STEFANUTO A.; KLEIN, G. A.; DE MORAIS, E. C.; DE ANDRADE, F.; WAZLAWIK, E.; DA SILVA, E. L. Association of mate tea (*Ilex paraguariensis*) intake and dietary intervention on oxidative stress biomarkers of dyslipidemic subjects. **Nutrition**. Vol. 28. p.657-664. 2012.

BORILLE, M.; REISSMANN, C.B.; FREITAS, R.J.S. Relação entre compostos fitoquímicos e o nitrogênio em morfotipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.). **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.23, n.1, p.183-198, 2005.

BRANDÃO, M. G. L., *et al.* Mudanças no comércio de plantas medicinais nativas nos mercados públicos brasileiros. **Monitoramento e Avaliação Ambiental**, Orono, v. 185, p. 7013–7023, 2013.

BRANDÃO, M. G. L., *et al.* Brazilian medicinal plants described by 19th century European naturalists and in the Official Pharmacopoeia. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, n. 2, p. 141–148, 2008.

BRASIL. **Lei nº12.30, de 2 de agosto de 20140. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm

BRAVO, L.; GOYA, L.; LECUMBERRI, E. LC/MS characterization of phenolic constituents of mate (*Ilex paraguariensis*), St. Hil.) and its antioxidant activity compared to commonly consumed beverages. **Food Research International**, v., n.3, p. 393-405, 2007.

CARDOZO, A. G., *et al.* Erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.): uma revisão abrangente sobre composição química, benefícios à saúde e recentes avanços. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, e590101120036, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.20036>. Acesso em: 12 abr. 2023.

CARDOZO JUNIOR, E. L., *et al.* **Análise de metilxantinas em dezesseis progênies de erva mate extraídas por dióxido de carbono supercrítico.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/308156/analise-de-metilxantinas-em-dezesseis-progenies-de-erva-mate-extraidas-por-dioxido-de-carbono-supercritico>. Acesso em: 16 set. 2022.

CANTO, A. S. Percepção de uma amostra de consumidoras gaúchas sobre produtos cosméticos contendo erva mate na sua formulação. **Curso de Pós Graduação – MBA em Marketing Estratégico**, v. 1, p. 2–60, 2010.

CARDOZO JUNIOR, E. L.; MORAND, C. Interest of mate (*Ilex paraguariensis* A. St.- Hil.) as a new natural functional food to preserve human cardiovascular health – a review. **Journal of Functional Foods**, Canadá, v. 21, p. 440-454, 2016.

CLIFFORD, M. N., RAMIREZ-MARTINEZ, J.R. Chlorogenic acids and purine alkaloids contents of mate (*Ilex paraguariensis*) leaf and beverage. **Food Chemistry**, v.35, 13–21, 1990.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras** - Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003.

CHAICOUSKI, A.; LAZZAROTTO, M. APPLICABILITY OF YERBA-MATE (*Ilex paraguariensis*) IN DIFFERENT FOODS. **Evidência**, Ahead of Print, 2021. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/evidencia>. Acesso em: 10 abr. 2023.

CHAVES, B. W., STEFANELLO, F. S., BURIN, A. P., RITT, L. A., & NORNBERG, J. L. (2014). Use of industrial waste in the diet of dairy cattle. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental**, 18, 150–156. <https://doi.org/10.5902/2236117013046>

COLPO, F.; TREVISOL, A. M.; TEIXEIRA, A. M.; FACHINETTO, R.; PEREIRA, R. P.; ATHAYDE, M. L.; ROCHA, J. B.; BURGER, M. E. *Ilex paraguariensis* has antioxidant potential and attenuates haloperidol-induced orofacial dyskinesia and memory dysfunction in rats. **Neurotoxicity Research**. Vol.12. Núm.3. p.171-180. 2007.

CUNHA, A. B. *et al.* Potencial de utilização de resíduos do beneficiamento da erva mate (*Ilex paraguariensis*) na produção de painéis de partículas. **Scientia Forestalis**, v. 47, n. 124, 30 dez. 2019.

CIRIO, G. M.; RÜCKER, N. G. A. **Ecofisiologia da erva-mate e os parâmetros legais**. In: MAZUCHOWSKI, Jorge Zbigniew (Coordenador). Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate. Projeto Plataforma Tecnológica da Erva-Mate do Paraná, Série PADCT nº1, Curitiba, 2000. 160p.

DANIEL, O. **Erva-mate**, Sistema de produção e processamento industrial; Dourados, MS : UFGD ; UEMS, 2009.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 1, 2004.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL (DERAL). **Divisão de Conjuntura Agropecuária. Prognóstico Erva Mate** – novembro de 2020. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-09/progostico_erva_mate_-_2020.pdf>. Acesso em 11 abr. 2023.

EFING, L. C., *et al.* CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 27, n. 2, 2009.

ESMELINDRO, M. C.; TONIAZZO, DARIVA, C.; de OLIVEIRA, D.; LOPES, D. The Effects

of Manufacturing Steps on the Chemical Characteristics of the Extracts from SCFE of Mate Tea Leaves. *Chemical Engineering Transactions*, vol. 2, p. 241-246, 2002.

FAGUNDES, A.; DANGUY, L. B.; SCHMITT, V.; MAZUR, C. E. *Ilex paraguariensis*: Compostos Bioativos e Propriedades Nutricionais na Saúde. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, São Paulo. v.9. n.53. p.213-222. Set./Out. 2015. ISSN 1981-9919.

FERREIRA, A. G., *et al.* Proporção de sexo e polinização em *Ilex paraguariensis* St. Hill. **Brasil Florestal**, Brasília, n. 53, p. 29-33, 1983.

FILIP, R.; LÓPEZ, P.; GIBERTI, G.; COUSSIO, J.; FERRARO, G. 2001. Compostos fenólicos em sete países sul-americanos *Ilex* espécies. **Fitoterapia** 72, 774-778.

FREDDO, N., *et al.* Benefícios da erva mate chegam aos cosméticos. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 4835-4842, mar./apr., 2023.

FREEDY, V. **Tea**: in health and disease prevetion. London. UK. Elsevier. 2013.

FRIZON, C. N. T. Propriedades físico químicas, sensoriais e estabilidade de uma nova bebida contendo extrato de erva mate (*Ilex paraguariensis*) e Soja (*Glycine max*). **Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná**, v. 1, n. 22, p. 79, 2011.

GARG, C.; KHURANA, P.; GARG, M. Molecular mechanisms of skin photoaging and plant inhibitors. **International Journal of Green Pharmacy**, v. 11, n. 2, p. 217–232, 2017.

GERHARDT, M. **História ambiental da erva-mate**. 2003. 209 f. Tese (Doutorado em História) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GONÇALVES, M.; GUERREIRO, M. C.; BIANCHI, M. L.; OLIVEIRA, L. C. A; PEREIRA, E. I; DALLAGO, R. M. Produção de carvão a partir de resíduo de erva-mate para a remoção de contaminantes orgânicos de meio aquoso. **Ciência e agrotecnologia**. vol.31 nº.5 Lavras, MG. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000500017

GUGLIUCCI, A.; STAHL, A. J. Low density lipoprotein oxidation is inhibited by extracts of *Ilex paraguariensis*. **Inter J Bioch Mol Biol**. Vol. 35. p.47-56. 1995.

GULLÓN, B.; EIBES, G.; MOREIRA, M.T.; HERRERA, R.; LABIDI, J.; GULLÓN, P. Yerba mate waste: A sustainable resource of antioxidant compounds. **Industrial Crops & Products**, v. 113, p. 398–405, 2018.

GNOATTO, S. C. B., *et al.* Evaluation of ursolic acid isolated from *Ilex paraguariensis* and derivatives on aromatase inhibition. **Eur J Med Chem**. 2008; 43(9): 1865-1877.: Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2007.11.021>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

GRANGÉ, F., F. O.; HOLZ, J. P.; DAMIN, I. C. F. **Obtenção de carvão ativado a partir do resíduo de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) – econômica e meio ambiente**. 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. 2016. Disponível em: http://www.abes-rs.uni5.net/centraldeeventos/_arqTrabalhos/trab_20160905184305000000946.pdf

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free Radicals in Biology and Medicine**, 3rd ed. Oxford. New York. 2007.

HECK, C. I.; DE MEJIA, E. G. Yerba mate tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 9, p. 138-151, 2007.

HENRIQUE, F. A.; CANTELI, M. H. G.; AYALA, L. A. C.; KOVALESKI, J. L. **Análise de mercado e produção da erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no Brasil**. IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 03 a 05 de Dezembro de 2014

HEUSER, E. D.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. de A. *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae) Endosperma e embrião durante a embriogênese tardia. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, La Plata, v. 29, n. 1/2, p. 39-48, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dados PAM e PEVS**, disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. p.54 p.

KANG, Y. E., *et al.* Anti-obesity and anti-diabetic effects of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) in C57BL/6J mice fed a high-fat diet. **Lab Animal Res.** Vol. 28. Núm.1. p.23-29. 2012.

KIKATANI, T., WATANABE, Y., SHIBUYA, T., 1993. Different effects of methylxanthines on central serotonergic postsynaptic neurons in a mouse behavioral model. **Pharmacology Biochemistry and Behavior** 44, 457–461.

KREPKE, L. S. **Resíduo de erva-mate na composição de substrato para morangueiro e mudas de tabaco e hortaliças**. Dissertação. Universidade Federal do Paraná. 2018.

LORIST, M. M., TOPS, M., Caffeine, fatigue and cognition. **Brain and Cognition** 53, 2003; p. 82–94.

MACHADO, M.; DEVEGILI, B.; MAGNABOSCO, V. *Ilex paraguariensis* como um potencial ativo cosmético na prevenção do envelhecimento cutâneo facial. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 269, n. 2, p. 1–22, 2016.

MARTIB, J. G. P., *et al.* Antimicrobial activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) against food pathogens. **Rev Arg Microb.** Vol. 45. p.93-98. 2013.

MARTINS, F., *et al.* Maté Tea Inhibits In Vitro Pancreatic Lipase Activity and Has Hypolipidemic Effect on High-fat Diet-induced Obese Mice. **Obesity**. Vol. 18. Núm.1. p.42-7. 2009.

MESQUITA, M., *et al.* Chimarrão, terere and mate-tea in legitimate technology modes of preparation and consume: A comparative study of chemical composition, antioxidant, anti-

inflammatory and anti-anxiety properties of the mostly consumed beverages of *Ilex paraguariensis* St. H. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 279, n. 114401, p. 1–11, 2021.

MELO, T. O.; et al. Compostos presentes em extrato metanólico de tecido foliar de erva mate, por meio da cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. 2020. Comunicado técnico nº 458, Embrapa, 2020.

MELO, T. O.; Metabolitos como ferramenta de seleção de erva mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill) para fins industriais. 2018. Tese (Programa de Pós Graduação em Química) – Universidade Federal do Paraná. 2018

MURARI, N.; ROSTAGNO, M. A.; SOUZA, M. C. **Rev trab. Iniciaç. Cient. UNICAMP**, Campinas, SP, n.26, out. 2018.

NAKAMURA, K. L. **Variabilidade genética e métodos de extração de metilxantinas e compostos fenólicos em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) 2008**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia aplicada à agricultura) - Universidade Paranaense, Umuarama, 2008.

PAGLIOSA, C. M. et al. Bitterness In Yerba Mate (*Ilex Paraguariensis*) Leaves. **Journal of Sensory Studies**, v. 24, n. 3, p. 415–426, jun. 2009.

PANG, J.; CHOI, Y.; PARK, T. *Ilex paraguariensis* extract ameliorates obesity induced by high-fat diet: Potential role of AMPK in the visceral adipose tissue. **Arch Bioch Bioph**. Vol. 476. p.178-185. 2008.

PENTEADO JUNIOR; FERREIRA, J. **Erva 20: Sistema de produção para erva-mate** / Joel Ferreira Penteado Junior, Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart. – Brasília, DF : Embrapa, 2019.

PEREIRA, D. P., et al. Influence of the traditional Brazilian drink *Ilex paraguariensis* tea on glucose homeostasis. **Phytomedicine**. Vol. 19. p.868-877. 2012.

PETTERSON, A. R.; LIMA, V. A.; ANAISSI, F. J. Clorofila extraída de resíduo industrial da erva-mate (*Ilex aparaguaiensis*) uma possibilidade de economia circular. **Quim. Nova**, v. 45, n. 7, p. 767-776, 2022.

PIRES, E. Z., *et al.* Biologia reprodutiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill.) em remanescente de Floresta Ombrófila Mista Altomontana. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 13, n. 2, p. 171-180, 2014.

RAHAIE, S., *et al.* Recent Developments on New Formulations Based on Nutrient-Dense Ingredients for the Production of Healthy-Functional Bread: A Review. **Journal of Food Science and Technology**, V.51 n.11, 2014.

REIS, E. M.; *et al.* Effect of Hypericum perforatum on different models of movement disorders in rats. **Beh Pharmacology**. Vol. 24. p.623-627. 2013.

RODRIGUES, E. R. V. **Efeito antioxidante da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em voluntários sadios**. Bragança Paulista, 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Saúde), Curso de Pós-Graduação em Ciências de Saúde, Universidade São Francisco.

ROSSA, Ü. B. *et al.* Influência da Luminosidade e Fertilizantes nos Teores de Metilxantinas e Compostos Fenólicos em Folhas de Erva-Mate. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 1365–1374, 2017.

SALDANHA, L. A.; BASTOS, D. H. M. **Extratos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) verde e tostada: sólidos solúveis, fenólicos totais e atividade antioxidante in vitro**. In: CONGRESSO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE, 4. REUNIÓN TÉCNICA DE LA YERBA MATE, 4., 2006, Posadas. Anais...Posadas: INYM, 2006. p. 95-100.

SALDANÑA, M. D. A. *et al.* Extraction of purine alkaloids from maté (*Ilex paraguariensis*) using supercritical CO₂. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 3804-3808, 1999.

SAMBIASSI, C.; ESCALADA, A. M.; SCHMALKO, M. E. Extration optimization of soluble compounds of yerba maté. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 189-193, 2002.

SANSBERRO, P. *et al.* Plant regeneration of *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae) by in vitro culture of nodal segments. **Biocell**, Mendoza, v. 24, n. 1, p. 53-63, 2000.

SANTIN, D. *et al.* Crescimento de mudas de erva-mate fertilizadas com N, P e K. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 59-66, 2008.

SANTIN, D. *et al.* Effect of potassium fertilization on yield and nutrition of yerba mate (*Ilex paraguariensis*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1469–1477, 1 out. 2014.

SANTOS, L. M. G. DOS *et al.* Arsenic, cadmium and lead concentrations in Yerba mate commercialized in Southern Brazil by inductively coupled plasma mass spectrometry. **Ciência Rural**, v. 47, n. 12, 7 dez. 2017.

SEAB/DERAL: **VBP** (Valor Bruto da Produção), disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/>

SILVEIRA, T. F., et al. Impacto da temperatura da água do chimarrão na extração de compostos fenólicos. **Food Sci. Technol**, Campinas, 2020. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612020005024213&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 set. 2022.

SOUSA, A. P. **Avaliação do uso da borra de erva-mate para recuperação do solo de plantio de erva-mate (*Ilexparaguariensis* St Hil.)**. Dissertação, UFPR - Curitiba, 2013.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. de. Avaliação genética e análise de deviance em um teste desbalanceado de procedência e progênie de *Ilex paraguariensis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 30, n. 62, p. 157, 2010. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/81>. Acesso em: 19 abr. 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TONISSI, M. F. *et al.* Potenciais efeitos terapêuticos do consumo de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil. Aquifoliaceae) para mulheres em menopausa: uma revisão sistemática.

Revista Fitos. Rio de Janeiro. 2022; 16(3): 380-391 | e-ISSN: 2446-4775. Disponível no site: <https://doi.org/10.32712/2446-4775.2022.1257>. Acesso em: 12 abr. 2023.

TOMASI, J. C. **Bioactive compounds of yerba mate according to genotype, nitrogen fertigation and drying methods and acceptance of mate tea by consumers.** Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador Cícero Deschamps. Coorientadores: Ivar Wendling; Cristiane Helm; Volnei Pauletti. Curitiba, 2020.

TOMASI, J. C. et al. Toasted yerba mate: Impact of drying methods on bioactive compounds, antioxidant capacity, and mate tea consumer acceptance. **J Food Process Preserv.** 2021; 45:e15944. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15944> Acesso: 21 ago. 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Regiões de ocorrência da erva-mate.** 2023. Disponível no site: https://www.ufrgs.br/alimentus1/objetos/erva-mate/agri_regioes.html#/agricultura.html Acesso em: 15 set 2023.

VALDUGA, E. et al. Nota Prévia – Avaliação das Características de Qualidade da Erva-Mate (Chimarrão) Acondicionada em Diferentes Embalagens; **Braz. J. Food Technol.**, v.8, n.2, p. 99-105, abr./jun. 2005.

VALDUGA, E. et al. Caracterização química da folha de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate) e de outras espécies utilizadas na adulteração do mate. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.15, n.1, p.25-36, 1997.

VALDUGA, E. **Caracterização química e anatômica da folha de *Ilex paraguariensis* St. Hill e de algumas espécies utilizadas na adulteração do mate.** 97f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

VASCONCELLOS, F. C. F. **Os impactos da criação do Mercosul no mercado de erva-mate no Rio Grande do Sul.** 2012. 66 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VEIT, M. T. et al. Utilização do resíduo de erva-mate como material absorvente do corante azul de metileno. **Eclética química**. v. 29, p. 227-243, 2014.

WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015. 195 p.

WINHELMANN, M. C. et al. Avaliação da qualidade de sementes da erva mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.) oriundas de diferentes plantas matrizes. **Ci. Fl.**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 247-265, jan./mar. 2022 Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509848110>. Acesso em: 12 abr. 2023.

ZANON, A. **Produção de sementes de erva-mate**. Curitiba, PR: EMBRAPA; CNPF, 1988. 8 p. (Circular Técnica, 16).

3. COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, TEOR DE METILXANTINAS E COMPOSTOS FENÓLICOS EM SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO DE CHÁ-MATE.

Resumo

O chá-mate é comercializado pelas indústrias na forma líquida após envase ou na forma natural após a torrefação. Ambos os processos resultam em subprodutos que apresentam potencial para aproveitamento em diferentes aplicações, conforme suas características bioquímicas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a composição físico-química e teor de metilxantinas e compostos fenólicos de amostras de subprodutos da agroindústria durante a produção de chá-mate envasado ou torrado. Foram utilizadas amostras de erva-mate de produtores do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul com colheitas de setembro de 2020 a março de 2021 e de abril a agosto de 2021. Além das amostras *in natura*, (cancheada), foram avaliadas amostras após a separação de talos e folhas (chile verde e talo verde), após a torrefação (chile torrada) e após o envase (borra). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado comparando épocas de colheitas e tipos de amostras, com três repetições. As médias foram comparadas pelo teste Tukey com 5% de probabilidade. As amostras “cancheada verde” e “chile torrada” apresentaram teores superiores de cafeína e teobromina em colheitas de abril a agosto. O maior teor de proteína foi observado na amostra “borra” e de cinzas nas amostras chile torrada e pó verde, em ambas as colheitas. As médias dos teores de proteínas foram maiores no subproduto borra de erva-mate colhida de abril e agosto. Sobre os teores de fenólicos, a borra apresentou percentual superior de ácido 3-cafeoilquínico, ácido 4-cafeoilquínico e ácido 3,4-dicafeoilquínico e as amostras “chile torrada” de ácido 5-cafeoilquínico e ácido 3,5-dicafeoilquínico. Teores mais elevados do ácido 4,5-dicafeoilquínico por sua vez forma superiores em amostras de borra e chile torrada. Enquanto os teores de metilxantinas são influenciados pelo tipo de amostras e a época de colheita, os teores de compostos fenólicos variam em função principalmente do tipo de amostras, sendo superior nas amostras de borra e chile torrada.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, compostos bioativos, cafeína, ácidos fenólicos.

Abstract

Yerba mate tea is sold by the industries in liquid form after bottling or, in natural form, after roasting. Both processes result in by-products that have the potential to be used in different applications, depending on their biochemical characteristics. The aim of this study was to evaluate the physicochemical composition and content of methylxanthines and phenolic compounds in samples of by-products from the agro-industry during the production of bottled or roasted yerba mate. Samples of yerba mate from producers in Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul states were used, with harvests from September 2020 to March 2021 and from April to August 2021. In addition to the fresh samples (cancheada), samples were evaluated after the separation of stalks and leaves (chile verde and talo verde), after roasting (chile torrada) and after packaging (borra). The experimental design was completely randomized, comparing harvest times and types of samples, with three replications. Averages were compared using the Tukey test with 5% probability. The "cancheada verde" and "chile torrada" samples had higher levels of caffeine and theobromine when harvested between April and August. The highest protein content was observed in the "lees" sample and the highest ash content in the "chile torrada" and "pó verde" samples, in both harvests. The average protein content was higher in the yerba mate lees by-product harvested in April and August. In terms of phenolic content, the lees had a higher percentage of 3-caffeoylquinic acid, 4-caffeoylquinic

acid and 3,4-dicaffeoylquinic acid, while the "chile torrada" samples had higher percentages of 5-caffeoylquinic acid and 3,5-dicaffeoylquinic acid. Higher levels of 4,5-dicaffeoylquinic acid were found in the lees and roasted chile samples. While the levels of methylxanthines are influenced by the type of samples and the time of harvest, the levels of phenolic compounds vary depending mainly on the type of samples, being higher in the lees and roasted chile samples.

Key words: *Ilex paraguariensis*, bioactive compounds, caffeine, phenolic acids.

3.1 INTRODUÇÃO

A erva-mate é espécie arbórea, típica das regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, sendo encontrada no Brasil, Paraguai e Argentina; desempenha importância socioeconômica para o Brasil, sendo produzida sob cultivo ou por extrativismo (Simeão et al., 2002; Carvalho, 2003).

A espécie *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil tem importância e interesse da agroindústria, sua utilização é predominantemente como bebida, no “chimarrão” ou “tereré”, porém também pode ser usada em medicamentos, recuperação de áreas degradadas, restauração de mata ciliar e para compor sistemas agroflorestais consorciados com outras espécies perenes e anuais (Antoniazzi et al., 2018). O interesse no uso da erva-mate destaca-se também pela presença de alcalóides cafeína, a teofilina e teobromina, os quais são usados como calmantes, sedativos, estimulantes e analgésicos (Rosa, 2020; Costa et al, 2005).

O processo de beneficiamento da erva-mate (sapeco, secagem e cancheamento) produz grandes quantidades de resíduos, sendo relevante avaliar a utilização destes materiais em diferentes aplicações e tecnologias. Destaca-se o reaproveitamento dos resíduos de matéria orgânica vegetal para geração de energia limpa, com uso da biomassa, através de gases liberados durante o processo de combustão (Vasconcellos et al., 2004), bem como com processo de torrefação, como fonte de energia (Bortoluzzi, 2016).

Os resíduos gerados a partir do beneficiamento das folhas de erva-mate são utilizados na geração de energia em caldeiras, cobertura morta (Lourenço et al., 2001; Mosele, 2002), carvão vegetal para adsorção de soluções químicas (Gonçalves et al., 2007), materiais cerâmicos (Scharnberg et al., 2019), aglomerados (Guiotoku et al., 2008), painéis MDP (Souza, 2016), fertilizantes (Krepki, 2018), condicionador do solo (Souza, 2013), absorvente de corantes (Veit, 2014).

As estratégias de reutilização da erva-mate são importantes devido à preocupação ambiental, diminuição do acúmulo de lixo, fomento a sustentabilidade e economia, com ação de baixo custo, visto que estes materiais seriam desprezados como lixo (Rosa, 2020).

Considerando este contexto, teve-se objetivo de avaliar a composição físico-química, metilxantinas e compostos fenólicos de substrato da agroindústria da erva-mate.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de setembro de 2022 a agosto de 2023 no Laboratório de Ecofisiologia da UFPR e no Laboratório de Produtos Florestais não Madeiráveis da EMBRAPA Florestas.

As amostras secas de erva-mate (erva -mate cancheada) foram obtidas de produtores rurais do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul após colheitas setembro de 2020 a março de 2021 e de abril a agosto de 2021. Após a utilização destas matérias-primas no processo industrial de produção de chá-mate, amostras dos subprodutos denominadas chile verde; talo verde; pó verde; chile torrado e borra (folhas e ramos) foram coletadas para avaliação das composição físico-química, teor de metilxantinas e compostos fenólicos períodos.

Os materiais recebidos foram triturados até a obtenção de pó fino e homogêneo. Para o extrato aquoso foram utilizados 250 mg de amostra moída, adicionados 50 mL de água ultrapura (concentração igual a 5 mg.mL⁻¹), agitando-se em vórtex por 30 segundos, em três repetições. As extrações foram realizadas em banho-Maria fervente por 30 minutos, sendo as amostras agitadas a cada 10 minutos. Os extratos foram filtrados em papel filtro e posterior filtragem em filtro de nylon de 0,22 µm. A partir do extrato foram determinados o teor de metilxantinas (cafeína e teobromina) e ácidos cafeoilquínicos.

Para as análises cromatográficas foi utilizado um cromatógrafo líquido Shimadzu® (UFLC) controlado pelo software LC Solution e equipado com injetor automático e detector de UV (SPD-20A). Para a separação dos compostos utilizou-se a coluna Shim-Pack CLC-ODS (M)® (250 x 4,6 mm, Ø 5 µm), com pré-coluna ShimPack CLC G-ODS® (10 x 4,0 mm, Ø 5 µm), ambos Shimadzu®. As condições de separação dos compostos presentes no extrato aquoso (20 µL de injeção) foram: 30 °C com fluxo de 0,5 mL.min⁻¹ de eluente com a fase móvel A (H₂O: ácido acético Alphatec® - 99,9: 0,1 v/v) e B (acetonitrila Merck® - 100%). O comprimento de onda utilizado para detecção do composto foi 280 nm (fixo). O programa de eluição com gradiente foi: 0-15 min (3%B), 15-20 min (3-20% B), 20-40 min (20% B), 40-45 min (20-30% B), 45-55 min (30-100% B), 55-75 (100% B), 75-80 (100-3% B) e 80-95 (3% B). A identificação e quantificação das metilxantinas cafeína (1,3,7- trimetilxantina) e teobromina (3,7-dimetilxantina) foi realizada a partir de curvas analíticas obtidas com padrões Sigma®, entre as concentrações de 0 a 1,0 mg.mL⁻¹ e de 0 a 0,5 mg.mL⁻¹ para cafeína e teobromina,

respectivamente. A identificação dos ácidos cafeoilquínicos (ácido 3-cafeoilquínico (3- CQA), ácido 4-cafeoilquínico (4-CQA), ácido 5-cafeoilquínico (5-CQA)) também foi realizada com padrão Sigma® e a semi quantificação foi obtida a partir de curva analítica entre as concentrações de 0 e 10 mg.mL⁻¹ de 3-CQA. Os resultados foram expressos em mg de composto por grama de amostra (mg.g⁻¹).

O teor de proteína foi determinado adicionando-se 0,2g de amostra (triplicada) em solução contendo 12,6g de selenito de sódio, 8,0g de sulfato de cobre e 97g de sulfato de sódio, em 5ml de ácido sulfúrico. Após 24h em capela de exaustão de gases, as amostras foram levadas ao forno a 100°C por uma hora, com aumento de 50°C a cada hora até atingir 350°C, mantendo-se então nesta temperatura por 3h. A leitura foi efetuada em destilador de nitrogênio após adicionar às amostras 0,5ml de solução de ácido bórico 4% e realizar a filtragem.

Para avaliação dos teores de compostos fenólicos totais utilizou-se 0,5g de amostra (duplicata) em tubo falcon (50 mL), sendo adicionado 45 mL de água pura aquecida e mantida em aparelho ultrassom por 30 minutos. A solução no falcon foi em seguida filtrada e o volume completado para 45ml com água pura. Posteriormente, retirou-se alíquota 100uL de extrato adicionando-se 5 ml de água pura e 500uL de Folin (F9252) e, após homogeneização em aparelho vórtex por 1 minuto, adicionou-se 2 ml de carbonato de sódio (Na₂CO₃ 15%).

A identificação do teor de umidade foi realizada com a pesagem de 1,5g da amostra (triplicata), e secas em estufa a 100°C por 24:00h, seguido de 03:00h de resfriamento e pesagem para determinação do teor de umidade. O teor de cinzas foi determinado com as amostras de cinzas (triplicata) obtidas do processo anterior de secagem, sendo levadas à 550°C por 05:00h, e os resultados expressos em g do composto / 100g de matéria seca.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de teste Tukey com 5% de probabilidade utilizando-se o Programa SISVAR (Ferreira, 2019).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos teores de metilxantinas e composição físico-química das amostras *in natura* (cancheada verde) e de substratos da erva-mate encontram-se na Tabela 1.

Tabela 2. Teor de metilxantinas e composição físico-química de erva-mate *in natura* (cancheada verde) e em subprodutos da produção do chá-mate após duas épocas de colheita.

Tipo de amostra	Épocas de colheita*	Cafeína**	Teobromina**	Proteína**	Cinzas**
Cancheada verde	1	7,97% cd	1,46% bcd	11,08% c	5,86% bc
	2	10,57% ab	1,85% a	11,77% bc	6,08% bc
Chile verde	1	8,14% c	1,19% de	12,66% bc	6,13% bc
	2	9,44% bc	1,10% e	13,47% c	6,40% ab
Talo verde	1	1,56% f	0,30% g	4,55% d	3,47% f
	2	1,90% f	0,35% g	2,78% d	3,89% f
Pó verde	1	4,15% e	0,66% f	11,25% c	6,62% a
	2	6,36% d	1,06% e	12,27% bc	6,65% a
Chile torrada	1	10,08% b	1,50% bc	13,42% b	6,29% ab
	2	11,90% a	1,60% ab	12,68% bc	6,57% a
Borra	1	8,41% c	1,29% cde	13,20% b	5,51% d
	2	10,18% b	1,35% bcde	16,10% a	4,94% e
Média geral		7,55%	1,14%	11,27%	5,70%

* Épocas de colheita: setembro de 2020 a março de 2021 (1) e abril a agosto de 2022 (2)

* Médias com a mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação às metilxantinas, os maiores teores de cafeína foram observados nas amostras “chile torrada” na segunda colheita, seguido das amostras “chile torrada” na primeira colheita e de “borra” na segunda colheita. As amostras “cancheada verde” apresentaram resultados intermediários (Tabela 2). Os teores de teobromina por sua vez, variaram de 0,3 a 1,85%, sendo superiores em amostras “cancheada verde”, sem diferença estatística com as amostras “chile torrada”, ambas na segunda colheita.

As metilxantinas são os principais alcalóides purínicos encontrados nas folhas de erva-mate (Meinhart et al., 2010). Esses constituintes são responsáveis principalmente pela atividade estimulante ao sistema nervoso central e pelo aumento da utilização de gordura como fonte energética (Silva et al., 2011), com funções musculares, cardíacas e renais (Souza et al., 2021).

A cafeína é encontrada em alta concentração nos tecidos foliares de erva-mate (Melo et al., 2020), sendo observado um aumento linear em solos com maiores teores de nitrogênio, independente do genótipo. A cafeína é encontrada na erva-mate verde em concentrações

médias entre 1,74% e 3,01% (Gerhardt et al, 2017). Porém no presente estudo verificou-se a porcentagem acima de 10% nas amostras (abr-ago): chile torrada (11,9%), borra (10,18%) e cancheada verde (10,57%). Este achado pode estar vinculado a condição climática do Paraná, visto que o período de abr-ago é fresco, com temperatura média abaixo de 19°C (Embrapa, 2012), o clima paranaense é predominantemente subtropical úmido, com temperatura oscilando entre 14°C e 22°C, e o clima é mais frio na porção sul dos planaltos do interior (Paraná, 2023).

Quanto aos teores de cafeína nos dois períodos de colheita de erva-mate, observa-se que as condições climáticas na segunda colheita, embora sem diferença significativa nas amostras “chile verde” e “talo verde”, resultaram em teores superiores de cafeína. O clima predominante da região sul do Brasil é classificado como subtropical, com estações do ano bem diferenciadas e com grandes variações de temperatura. Os teores de cafeína para a maioria das amostras foram superiores na segunda época de colheita quando as temperaturas são inferiores, inclusive com ocorrência de geadas (Embrapa, 2012).

Considerando as médias dos teores de proteína nas amostras, observou-se que a “borra” apresentou teor superior na segunda colheita em relação às todas as demais amostras. Não houve diferença estatística também nos teores de proteína das amostras conforme a época de colheita, sendo inferior apenas nas amostras “talo verde”. Resultados semelhantes para os teores de proteína em erva-mate foram obtidos por (Barboza et al., 2018; Santos et al., 2017).

Segundo (Lobo, 2023), a erva-mate possui altos teores de fenólicos totais, proteínas, cafeína e alta atividade antioxidante, e estes compostos podem apresentar variação nos seus teores devido às condições climáticas.

Os teores de cinzas não apresentaram diferença estatística em relação à época de colheita, exceção apenas para a amostra “borra” cujo teor foi superior na primeira colheita. As amostras “pó verde” nas duas colheitas e “chile torrada” na segunda colheita foram as que apresentaram maiores teores de cinzas, sem diferença estatística apenas com as amostras chile verde na segunda colheita e “chile torrada” na primeira colheita. Valores semelhantes foram obtidos por (Esmelindro et al., 2002) em amostras de folhas de erva-mate e após beneficiamento (amostras após o sapeco e amostras cancheadas), encontrando valores médios de 5,57% e 6,62% para amostras de erva-mate.

Com relação aos teores de compostos fenólicos foram identificados em todas as amostras de erva-mate, independente da época de colheita, os compostos ácido 3-cafeoilquínico, ácido 5-cafeoilquínico, ácido 4-cafeoilquínico, ácido 3,5-dicafeoilquínico, ácido 3,4-dicafeoilquínico e ácido 4,5-dicafeoilquínico (Tabela 2). Conforme (Melo et al., 2020), os derivados do ácido cafeoilquínico, como 3-cafeiolquínico, 4-cafeiolquínico e 5

cafeoilquínico são constituintes majoritários nos tecidos foliares da erva-mate, principalmente nos extratos metabólicos, nos isômeros *cis* e *trans* dos ácidos cafeicos.

Tabela 3. Teor de compostos fenólicos (ácidos cafeoilquínicos) de amostras de erva-mate *in natura* (cancheada verde) e em subprodutos da produção do chá-mate após duas épocas de colheita.

Tipo de amostra	Épocas de colheita*	3-cafeoilquí nico	5-cafeoilquí nico	4-cafeoilquí nico	3,5-dicafeoilq único	3,4-dicafeoilq único	4,5-dicafeoilq único
Cancheada Verde	1	18,65% d	14,70% d	13,57% de	6,38% gh	5,42% de	8,76% e
	2	19,10% d	15,93% d	14,90% d	7,97% fg	6,08% d	11,86% d
Chile verde	1	30,46% b	41,79% bc	26,58% c	27,87% bc	15,72% c	25,26% c
	2	26,86% c	38,51% c	25,92% c	24,65% d	14,82% c	26,28% bc
Talo verde	1	15,45% e	13,21% d	9,59% f	9,33% ef	4,51% ef	9,08% e
	2	17,85% de	16,54% d	11,74% fg	11,47% e	5,58% de	11,47% de
Pó verde	1	6,40% f	6,50% e	5,72% g	3,33% i	2,68% g	5,01% f
	2	7,27% f	8,26% e	7,01% g	4,55% hi	3,64% fg	5,34% f
Chile torrada	1	31,09% ab	46,09% a	29,18% b	31,64% a	18,75% b	30,87% a
	2	28,93% bc	45,52% a	31,01% ab	29,50% ab	18,21% b	31,35% a
Borra	1	33,62% a	41,60% bc	29,68% ab	26,88% cd	20,57% a	28,63% ab
	2	33,62% a	43,30% ab	32,09% a	25,74% cd	19,36% ab	30,40% a
Média geral (%)		22,24%	27,66%	19,75%	17,44%	11,28%	18,69%

* Épocas de colheita: setembro de 2020 a março de 2021 (1) e abril a agosto de 2022 (2)

* Médias com a mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O ácido 5-cafeoilquínico apresentou maior média geral do teor nas amostras em relação aos demais compostos fenólicos. Os teores destes compostos dos subprodutos, por sua vez, foram significativamente superior nas amostras “chile torrada” em ambas as colheitas e em amostras de “borra” da segunda colheita. O ácido 3-cafeoilquínico foi o segundo com maior média geral nas amostras e foi superior nas amostras de “borra” nas duas colheitas e de “chile

torrada” na primeira colheita. Estes resultados podem estar relacionados à maior concentração destes compostos no final do processo de produção do chá-mate.

Com relação aos demais compostos fenólicos, as maiores médias gerais observadas foram de ácido 4-cafeoilquínico, ácido 4,5-dicafeoilquínico, ácido 3,5-dicafeoilquínico e ácido 3,4-dicafeoilquínico, que apresentou menor média. De maneira geral, as amostras com teores superiores destes compostos também foram nas amostras “chile torrada” e “borra”.

Considerando que o total de compostos fenólicos encontrados na erva-mate resultam em maior atividade antioxidante, sendo os derivados cafeoil presentes nos extratos os responsáveis por esta atividade superior (Filip et al., 2000). Assim, altas concentrações de ácidos cafeoil são importantes na produção de vários produtos tônicos, anticelulite e antienvhecimento, além das ações colerética, hipocolestrêmica, hepatoprotetora, glicogenolíticas, lipolíticas e amargas (Canterle, 2005; Gao et al., 1999; Bermudez 2020) verificou que a adição de extrato de erva-mate, devido a presença de bioativos com atividade , pode ser utilizada na alimentação de ovinos, melhorando a qualidade da carne, evidenciando que os compostos fenólicos são importantes na nutrição animal.

Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com (Filip et al., 2000) que observou que *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil apresenta diferenças significativas nos teores dos derivados do ácido cafeoilquínico principalmente em períodos com menor temperatura, de forma similar às amostras colhidas no período de abril a agosto.

Conforme (Silva et al., 2011), a erva-mate com teores superiores de polifenóis aumenta a atividade antioxidante, principalmente devido aos polifenóis, ácido clorogênico e seus derivados 3,4-dicafeoilquínico, 3,5-dicafeoilquínico, e ácido caféico (Heck et al., 2007). O teor de polifenóis da erva-mate é comparado ao de vinhos tintos e chá verde, sendo considerada fonte relevante de flavonóides (Dudonné et al., 2009)

Destaca-se que os compostos antioxidantes (compostos fenólicos totais e cafeoilquínico ácidos) e estimulantes (caféina e teobromina) da erva-mate são essenciais para a utilização da planta e seus subprodutos (Tomasi et al., 2021). Portanto, de acordo com a quantidade, estes compostos podem ser obtidos de subprodutos de erva-mate durante a produção de mate, viabilizando melhor aproveitamento da matéria-prima no processo industrial. (Vieira et al., 2009) relata que o pó de erva-mate apresenta altos níveis de polifenóis totais, representando alternativa para agregar valor na indústria alimentícia, por exemplo.

3.4 CONCLUSÕES

Os teores de metilxantinas (caféina e teobromina) são superiores em amostras “cancheada verde” e “chile torrada” em colheitas de abril a agosto. As médias dos teores de proteínas são maiores no subproduto borra de erva-mate colhida também de abril e agosto.

Quanto aos teores fenólicos, a borra apresenta percentual superior de ácido 3-cafeoilquínico, ácido 4-cafeoilquínico e ácido 3,4-dicafeoilquínico e as amostras “chile torrada” de ácido 5-cafeoilquínico e ácido 3,5-dicafeoilquínico. Teores mais elevados do ácido 4,5-dicafeoilquínico por sua vez ocorrem em amostras de borra e chile torrada.

Enquanto os teores de metilxantinas são influenciados pelo tipo de amostras e a época de colheita, os teores de compostos fenólicos variam em função principalmente do tipo de amostras, sendo superior nas amostras de borra e chile torrada.

REFERÊNCIAS

- ANTONIAZZI, M. S., ROCHA, L. D., SOUZA, E. L., GUERRA, D., SILVA, D. M., & REDIN, M. (2018). Análise da cultura da erva-mate como alternativa social, econômica e ambiental para comunidades rurais. **Extensão em Foco**, 1(15), 1. <http://dx.doi.org/10.5380/ef.v1i15.54494>.
- BARBOSA, J. Z., MOTTA, A. C. V., CONSALTER, R., POGGERE, G. C., SANTIN, D., WENDLING, I. (2018). Plant growth, nutrients and potentially toxic elements in leaves of yerba-mate clones in response to phosphorus in acid soils. **An Acad Bras Cienc.**, 90(1), 557-571, 2018.
- BERMUDEZ, Y. A. P. **Inclusão do extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hilaire) em dietas de ovinos: efeito na atividade antioxidante e na qualidade da carne**. Dissertação. Universidade de São Paulo. 2020.
- BORTOLUZZI, C. M. Propriedades energéticas de briquetes de resíduos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). **Revista Gestão & Sustentabilidade**, v. 1, p. 149–161, 2019.
- CANTERLE, L. P. **Erva-mate e atividade antioxidante**. Dissertação Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciências e Tecnologia dos Alimentos. Santa Maria, 2005

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras** - Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003.

CENDON, F. V. **Desenvolvimento de novos produtos hidroesferas com substituição total ou parcial do alginato de sódio por proteína de soro de leite**. 2021. Tese (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, 2021.

COSTA, R. B. da; RESENDE, M. D. V. de; ROA, R. A. R.; BUNGENSTAB, D. J.; MARTINS, W. J.; ROEL, A. R. Melhoria genética de erva-mate nativa do estado de Mato Grosso do Sul. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 611-619, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27169/1/a07v68n3.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

COSTA, R. B. DA . et al.. Avaliação Genética de Indivíduos de Erva-Mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil.) na Região de Caarapó, MS, Pelo Procedimento REML/BLUP. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 4, p. 371–376, out. 2005.

DUDONNÉ, S.; VITRAC, X.; COUTIÉRE P.; WOILEZ, M.; MÉRILLON, J. M. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. **J Agric Food Chemistry**. Vol.57. Núm. 5. p.1768-74. 2009.

ESMELINDRO, M. C., TONIAZZO, D., C., OLIVEIRA, D., LOPES, D. The Effects of Manufacturing Steps on the Chemical Characteristics of the Extracts from SCFE of Mate-Tea Leaves. (2002). *Chemical Engineering Transactions*, 2, 241-246, 2002.

EMBRAPA. **Atlas climático da região Sul do Brasil**: estado do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Brasília: Embrapa, 2012.

FILIP, R. et al. Antioxidant activity of *Ilex paraguariensis* and related species. **Nutrition Research**, 20 (10): 1437-1446, 2000.

GAO, Z.; HUANG, K.; YANG, X.; XU, H. Free radical scavenging and antioxidant activities of flavonoids extracted from the radix of *Scutellaria baicalensis* Georgi. **Biochimica et Biophysica Acta**, 1472:643-650, 1999.

GERHARDT, M., NODARI, E. S., MORETTO, S. P. **História Ambiental e Migrações: Diálogos.** (2017). São Leopoldo: Oikos; Chapecó: UFFS.

GUIOTOKU, M. et al. **Utilização de Palitos de Erva-Mate na Produção de Painéis de Aglomerado**, Comunicado Técnico, 214. Colombo: Embrapa Florestas, 2008.

GONÇALVES, M. et al. Produção de carvão a partir de resíduo de erva-mate para a remoção de contaminantes orgânicos de meio aquoso. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1386–1391, 2007.

HECK, C. I.; DE MEJIA, E. G. Yerba-mate tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 9, p. 138-151, 2007.

LOBO, R. R., *et al.* Inclusion of Yerba-Mate (*Ilex paraguariensis*) extract in the diet of growing lambs: effects on blood parameters, animal performance, and carcass traits. **Animals**, v. 10, n. 961, jun. 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218893/1/InclusionYerba-Mate.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2023.

LOURENÇO, R. S. et al. **Influência da cobertura morta na produtividade de erva-mate.** Boletim de Pesquisa Florestal, n. 43, p. 113–122, 2001.

MAGALHÃES, W. L. E.; PERISSUTTI, G. E.; HELM, C. V.; WENDLING, I. **Método de inativação enzimática de folhas de erva-mate usando radiação infravermelha visando redução dos custos de secagem e perda de bioativos naturais.** Comunicado técnico nº477, Embrapa, 2021.

MEINHART, A. D. et al. Methylxanthines and phenolics content extracted during the consumption of mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) beverages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p.2188-2193, 2010.

MELO, T. O.; et al. **Compostos presentes em extrato metanólico de tecido foliar de erva-mate, por meio da cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas**. 2020. Comunicado técnico nº 458, Embrapa, 2020.

MELO, T. O.; **Metabolitos como ferramenta de seleção de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill) para fins industriais**. 2018. Tese (Programa de Pós Graduação em Química) – Universidade Federal do Paraná. 2018

MOSELE, S. H. **A governança na cadeia agro-industrial da erva-mate na região do Alto Uruguai Rio-Grandense, sob a ótica da cadeia de suprimentos**. 2002. 231 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

PARANÁ. **Classificação climática do Paraná**. 2023. Disponível em: <http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1570&evento=8#:~:text=O%20clima%20paranaense%20%C3%A9%20predominantemente,mm%20a%202.500%20mm%20anuais>.

PAGLIOSA, C. M. **Caracterização química do resíduo de ervais e folhas "in natura" de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.)**. 2012.

RESENDE, P. E.; 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. **J Ethnoph.** Vol.144. p.735-740. 2012.

ROSA, R. **Resíduos da indústria ervateira: caracterização e produção de briquetes e compósitos**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria. 2020.

SCHARNBERG, A. R. A. et al. **Evaluation of the addition of soda-lime glass and yerba-mate wastes in ceramic matrix**. *Ceramica*, v. 65, n. 373, p. 63–69, 2019.

SILVA, R. D. et al. The effect of aqueous extract of gross and commercial yerba-mate (*Ilex paraguariensis*) on intra-abdominal and epididymal fat and glucose levels in male wistar rats. **Fitoterapia**, v. 82, n. 6, p. 818-826, 2011.

SIMEÃO, R. M.; STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. Avaliação genética em erva-mate pelo procedimento BLUP individual multivariado sob interação genótipo x ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1589-1596, nov. 2002.

SOUSA, A. P. (2013). **Avaliação do uso da borra de erva-mate para recuperação do solo de plantio de erva-mate** (*Ilexparaguariensis* St Hil.) [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil].

SOUZA, C. A. L; BARRETA, L. R.; MARQUEZI, M. **ERVA-MATE** (*Ilex paraguariensis* Saint Hillaire) E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE. 2021

SOUZA, J. T. **Resíduos madeireiros da indústria ervateira para produção de painéis MDP**. 2016. 140 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

TOMASI, J. C. **Bioactive compounds of yerba-mate according to genotype, nitrogen fertigation and drying methods and acceptance of mate-tea by consumers**. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. **Orientador Cícero Deschamps. Coorientadores: Ivar Wendling; Cristiane Helm; Volnei Pauletti**. Curitiba, 2020.

TOMASI, J. C. et al. Toasted yerba-mate: Impact of drying methods on bioactive compounds, antioxidant capacity, and mate-tea consumer acceptance. **J Food Process Preserv.** 2021; 45:e15944. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15944> Acesso: 21 ago. 2023

VASCONCELLOS, C. B. et al. Aproveitamento de cinzas de caldeira na construção civil. **Revista Vértices**, v. 6, n.1, p. 131–148, 2004.

VEIT, M. T., BEDIN, S., GONÇALVES, G. C., PALÁCIO, S. M., FAGUNDES-KLEN, M. R. Utilização do resíduo de erva-mate como material absorvente do corante azul de metileno. (2014). **Eclética química**. 29, 227-243.

VIEIRA, M. A., MARACHIN, M., PAGLIOSA, C. M., PODESTÁ, R., AMBONI, D. M. C. Análise de compostos fenólicos, metilxantinas, tanino e atividade antioxidante de resíduo do processamento da erva-mate: uma nova fonte potencial de antioxidantes. (2009). **Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change**. 22, 1-11.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho buscou-se, com a realização do experimento descrever a composição físico-química, metilxantinas e compostos fenólicos de substrato da agroindústria da erva-mate, contribuindo para diminuição de lixo, reaproveitamento do resíduo, economia circular, fomento a criação de subprodutos da erva-mate, estímulo a sustentabilidade e redução do uso de recursos materiais.

As necessidades ambientais devido ao aumento de resíduos no planeta, levam à necessidade de fomento a sustentabilidade e a utilização de subprodutos da agroindústria da erva-mate, principalmente diante do potencial de uso na geração de energia em caldeiras, cobertura morta, carvão vegetal, construção de materiais cerâmicos, aglomerados, painéis MDP, absorvente de corante, fertilizantes e condicionador do solo. Além destas aplicações, os sub-produtos possuem potencial de utilização na indústria farmacêutica e de cosméticos, tendo em vista a presença de alcalóides e compostos antioxidantes.

Entretanto, ainda são poucas as informações disponíveis sobre a maioria destes subprodutos da erva-mate, assim conhecer a composição físico-química, metilxantinas e compostos fenólicos de substrato da agroindústria é relevante para direcionamento e indicação de uso destes materiais. Os resultados encontrados neste experimento evidenciam que os teores de cafeína e teobromina da erva-mate tem influência significativa em seu percentual conforme as condições climáticas, sendo que maiores valores foram obtidos nas coletas realizada no estado do Paraná, no período de abril a agosto, superior ao mencionado na literatura.

Com o presente trabalho buscou-se ampliar a compreensão sobre o tema, sendo emergente novas pesquisas para identificação de maiores informações sobre a erva-mate, principalmente para utilização em subprodutos da agroindústria, com detalhamento das informações físico-químicas e nutricionais. Existem comprovações científicas que a erva-mate possui determinadas substâncias com inúmeros benefícios à saúde dos consumidores, e que estas podem estar presentes no resíduo gerado pela indústria ervateira. Assim a utilização destes materiais viabiliza a sustentabilidade, remodelagem na cadeia de produção, com utilização em diversos produtos.

REFERÊNCIAS

- ALBAS, C. S., *et al.* Avaliação da genotoxicidade da *Ilex paraguariensis* (erva-mate) pelo teste do micronúcleo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** [online]. 2014, v. 16, n. 2 suppl 1, pp. 345-349. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-084X/12_058>. Acesso em: 19 set. 2022.
- ALIKARIDIS, F. Natural constituents of *Ilex* species. **Journal of Ethnopharmacology**. 20:121-144, 1987.
- AMARAL, C. L. **Efeito do chá-mate (*Ilex paraguariensis*) no perfil glicêmico e lipídico, nos marcadores inflamatórios e na função endotelial de indivíduos com diabetes mellitus TIPO 2**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- ANGELO, P. M.; JORGE, J. Compostos fenólicos em alimentos – uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo. v. 66, n. 1, p. 232-240, 2007.
- ANTONIAZZI, M. S., ROCHA, L. D., SOUZA, E. L., GUERRA, D., SILVA, D. M., & REDIN, M. (2018). Análise da cultura da erva-mate como alternativa social, econômica e ambiental para comunidades rurais. **Extensão em Foco**, 1(15), 1. <http://dx.doi.org/10.5380/ef.v1i15.54494>.
- ARÇARI, D. P.; PORTO, V. B.; RODRIGUES, E. R. V.; MARTINS, F.; LIMA, R. J.; SAWAYA, A. C.; RIBEIRO, M. L.; CARVALHO, P. O. Effect of mate-tea (*Ilex paraguariensis*) supplementation on oxidative stress biomarkers and LDL oxidisability in normo- and hyperlipidaemic humans. **J Funct Foods**. Vol. 3. p.190-197. 2011.
- ASHIHARA, H.; SUZUKI, T. Distribution and biosynthesis of caffeine in plants. **Front Bioscience**, Califórnia, v. 9, n. 2, p. 1864-76, 2004.
- BALOGH, T. S. Uso cosmético de extratos glicólicos: avaliação da atividade antioxidante, estudo da estabilidade e potencial fotoprotetor. **Dissertação Programa de Pós-Graduação em Fármaco e Medicamentos**, v. 1, p. 1–267, 2011.
- BARBOSA, J. Z., *et al.* Composição, Solubilidade de Elementos em Água Quente e Valor Nutricional de Frutos e Folhas de Erva-Mate. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 39, n. 6, p.593-603, 2015.

BARBOSA, J. Z.; MOTTA, A. C. V; CONSALTER, R.; POGGERE, G. C.; SANTIN, D.; WENDLING, I. Plant growth, nutrients and potentially toxic elements in leaves of yerba-mate clones in response to phosphorus in acid soils. **An Acad Bras Cienc.** 2018 Jan-Mar; 90(1):557-571. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29466483/>. Acesso em: 13 abr. 2023.

BASSANI, V. L.; CAMPOS, A. M. **Desenvolvimento de extratos secos nebulizados de *Ilex paraguariensis* St. Hil., Aquifoliaceae (erva-mate) visando a exploração do potencial do vegetal como fonte de produtos.** In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1., REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba, Anais... Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1997, p.69-87. (EMBRAPA/CNPQ, Documentos, 33).

BASTOS, D. H. M.; DE OLIVEIRA, D. M.; MATSUMOTO, R. L. T.; CARVALHO, P. O.; RIBEIRO, L. M. Yerba maté: Pharmacological, properties, research and biotechnology. **Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 37-46, 2007.

BERMUDEZ, Y. A. P. **Inclusão do extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hilaire) em dietas de ovinos: efeito na atividade antioxidante e na qualidade da carne.** Dissertação. Universidade de São Paulo. 2020.

BOAVENTURA, B. C. B.; DI PIETRO, P. F.; STEFANUTO A.; KLEIN, G. A.; DE MORAIS, E. C.; DE ANDRADE, F.; WAZLAWIK, E.; DA SILVA; E. L. Association of mate-tea (*Ilex paraguariensis*) intake and dietary intervention on oxidative stress biomarkers of dyslipidemic subjects. **Nutrition**. Vol. 28. p.657-664. 2012.

BORILLE, M.; REISSMANN, C.B.; FREITAS, R.J.S. Relação entre compostos fitoquímicos e o nitrogênio em morfotipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.). **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.23, n.1, p.183-198, 2005.

BORTOLUZZI, C. M. Propriedades Energéticas de Briquetes de Resíduos de Erva-Mate (*Ilex paraguariensis*). **Revista Gestão & Sustentabilidade**, v. 1, p. 149–161, 2019.

BRANDÃO, M. G. L., et al. Mudanças no comércio de plantas medicinais nativas nos mercados públicos brasileiros. **Monitoramento e Avaliação Ambiental**, Orono, v. 185, p. 7013–7023, 2013.

BRANDÃO, M. G. L., et al. Brazilian medicinal plants described by 19th century European naturalists and in the Official Pharmacopoeia. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, n. 2, p. 141–148, 2008.

BRASIL. **Lei nº12.30, de 2 de agosto de 20140. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm

BRAVO, L.; GOYA, L.; LECUMBERRI, E. LC/MS characterization of phenolic constituents of mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil.) and its antioxidant activity compared to commonly consumed beverages. **Food Research International**, v., n.3, p. 393-405, 2007.

CANTERLE, L. P. **Erva-mate e atividade antioxidade.** Dissertação Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciências e Tecnologia dos alimentos. Santa Maria, 2005

CANTO, A. S. Percepção de uma amostra de consumidoras gaúchas sobre produtos cosméticos contendo erva-mate na sua formulação. **Curso de Pós Graduação – MBA em Marketing Estratégico**, v. 1, p. 2–60, 2010.

CARDOZO, A. G., et al. Erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.): uma revisão abrangente sobre composição química, benefícios à saúde e recentes avanços. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, e590101120036, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.20036>. Acesso em: 12 abr. 2023.

CARDOZO JUNIOR, E. L., et al. **Análise de metilxantinas em dezesseis progênes de erva-mate extraídas por dióxido de carbono supercrítico.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/308156/analise-de-metilxantinas-em-dezesseis-progenies-de-erva-mate-extraidas-por-dioxido-de-carbono-supercritico>. Acesso em: 16 set. 2022.

CARDOZO JUNIOR, E. L.; MORAND, C. Interest of mate (*Ilex paraguariensis* A. St.- Hil.) as a new natural functional food to preserve human cardiovascular health – a review. **Journal of Functional Foods**, Canadá, v. 21, p. 440-454, 2016.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras** - Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003.

CENDON, F. V. **Desenvolvimento de novos produtos hidroesferas com substituição total ou parcial do alginato de sódio por proteína de soro de leite.** 2021. Tese (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, 2021.

CHAICOUSKI, A.; LAZZAROTTO, M. APPLICABILITY OF YERBA-MATE (*Ilex paraguariensis*) IN DIFFERENT FOODS. **Evidência**, Ahead of Print, 2021. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/evidencia>. Acesso em: 10 abr. 2023.

Chaves, B. W., Stefanello, F. S., Burin, A. P., Ritt, L. A., & Nornberg, J. L. (2014). USE OF INDUSTRIAL WASTE IN THE DIET OF DAIRY CATTLE. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental**, 18, 150–156. <https://doi.org/10.5902/2236117013046>

CIRIO, G. M.; RÜCKER, N. G. A. **Ecofisiologia da erva-mate e os parâmetros legais**. In: MAZUCHOWSKI, Jorge Zbigniew (Coordenador). Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate. Projeto Plataforma Tecnológica da Erva-Mate do Paraná, Série PADCT nº1, Curitiba, 2000. 160p.

CLIFFORD, M. N., RAMIREZ-MARTINEZ, J.R. Chlorogenic acids and purine alkaloids contents of mate (*Ilex paraguariensis*) leaf and beverage. **Food Chemistry**, v.35, 13–21, 1990.

COLPO, F.; TREVISOL, A. M.; TEIXEIRA, A. M.; FACHINETTO, R.; PEREIRA, R. P.; ATHAYDE, M. L.; ROCHA, J. B.; BURGER, M. E. *Ilex paraguariensis* has antioxidant potential and attenuates haloperidol-induced orofacial dyskinesia and memory dysfunction in rats. **Neurotoxicity Research**. Vol.12. Núm.3. p.171-180. 2007.

COSTA, R. B. da; RESENDE, M. D. V. de; ROA, R. A. R.; BUNGENSTAB, D. J.; MARTINS, W. J.; ROEL, A. R. Melhoramento genético de erva-mate nativa do estado de Mato Grosso do Sul. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 611-619, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27169/1/a07v68n3.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

COSTA, R. B. DA . et al.. Avaliação Genética de Indivíduos de Erva-Mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil.) na Região de Caarapó, MS, Pelo Procedimento REML/BLUP. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 4, p. 371–376, out. 2005.

CUNHA, A. B. et al. Potencial de utilização de resíduos do beneficiamento da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) na produção de painéis de partículas. **Scientia Forestalis**, v. 47, n. 124, 30 dez. 2019.

DANIEL, O. **Erva-mate**, Sistema de produção e processamento industrial; Dourados, MS : UFGD ; UEMS, 2009.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 1, 2004.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL (DERAL). **Divisão de Conjuntura Agropecuária. Prognóstico Erva-Mate** – novembro de 2020. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-09/progostico_erva_mate_-_2020.pdf>. Acesso em 11 abr. 2023.

DUDONNÉ, S.; VITRAC, X.; COUTIÈRE P.; WOILEZ, M.; MÉRILLON, J. M. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. **J Agric Food Chemistry**. Vol.57. Núm. 5. p.1768-74. 2009.

EFING, L. C., et al. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 27, n. 2, 2009.

EMBRAPA. **Atlas climático da região Sul do Brasil**: estado do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Brasília: Embrapa, 2012.

ESMELINDRO, M. C.; TONIAZZO, DARIVA, C.; de OLIVEIRA, D.; LOPES, D. The Effects of Manufacturing Steps on the Chemical Characteristics of the Extracts from SCFE of Mate-Tea Leaves. *Chemical Engineering Transactions*, vol. 2, p. 241-246, 2002.

FAGUNDES, A.; DANGUY, L. B.; SCHMITT, V.; MAZUR, C. E. *Ilex paraguariensis*: Compostos Bioativos e Propriedades Nutricionais na Saúde. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, São Paulo. v.9. n.53. p.213-222. Set./Out. 2015. ISSN 1981-9919.

FERREIRA, A. G., et al. Proporção de sexo e polinização em *Ilex paraguariensis* St. Hill. **Brasil Florestal**, Brasília, n. 53, p. 29-33, 1983.

FILIP, R. et al. Antioxidant activity of *Ilex paraguariensis* and related species. **Nutrition Research**, 20 (10): 1437-1446, 2000.

FILIP, R.; LÓPEZ, P.; GIBERTI, G.; COUSSIO, J.; FERRARO, G. 2001. Compostos fenólicos em sete países sul-americanos *Ilex* espécies. **Fitoterapia** 72, 774-778.

FREDDO, N., et al, Benefícios da erva-mate chegam aos cosméticos. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 4835-4842, mar./apr., 2023.

FREEDY, V. **Tea: in health and disease prevetion**. London. UK. Elsevier. 2013.

FRIZON, C. N. T. Propriedades físico químicas, sensoriais e estabilidade de uma nova bebida contendo extrato de erva-mate (*Ilex paraguensis*) e Soja (*Glycine max*). **Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná**, v. 1, n. 22, p. 79, 2011.

GAO, Z.; HUANG, K.; YANG, X.; XU, H. Free radical scavenging and antioxidante activities os flavonoids extracted from the radix of *Scutellaria baicalensis* Georgi. **Biochimica et Biophysica Acta**, 1472:643-650, 1999.

GARG, C.; KHURANA, P.; GARG, M. Molecular mechanisms of skin photoaging and plant inhibitors. **International Journal of Green Pharmacy**, v. 11, n. 2, p. 217–232, 2017.

GERHARDT, M. **História ambiental da erva-mate**. 2003. 209 f. Tese (Doutorado em História) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GERHARDT, M.; NODARI, E. S.; MORETTO, S. P. **História Ambiental e Migrações: Diálogos**. São Leopoldo: Oikos; Chapecó: UFFS, 2017.

GONÇALVES, M.; GUERREIRO, M. C.; BIANCHI, M. L.; OLIVEIRA, L. C. A; PEREIRA, E. I; DALLAGO, R. M. Produção de carvão a partir de resíduo de erva-mate para a remoção de contaminantes orgânicos de meio aquoso. **Ciência e agrotecnologia**. vol.31 nº.5 Lavras, MG. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000500017

GUGLIUCCI, A.; STAHL, A. J. Low density lipoprotein oxidation is inhibited by extracts of *Ilex paraguariensis*. **Inter J Bioch Mol Biol**. Vol. 35. p.47-56. 1995.

GUIOTOKU, M. et al. **Utilização de Palitos de Erva-Mate na Produção de Painéis de Aglomerado**, Comunicado Técnico, 214. Colombo: Embrapa Florestas, 2008.

GULLÓN, B.; EIBES, G.; MOREIRA, M.T.; HERRERA, R.; LABIDI, J.; GULLÓN, P. Yerba-mate waste: A sustainable resource of antioxidant compounds. **Industrial Crops & Products**, v. 113, p. 398–405, 2018.

GRANGÉ, F., F. O.; HOLZ, J. P.; DAMIN, I. C. F. **Obtenção de carvão ativado a partir do resíduo de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) – econômica e meio ambiente**. 10º Simpósio

Internacional de Qualidade Ambiental. 2016. Disponível em: http://www.abes-rs.uni5.net/centraldeeventos/_arqTrabalhos/trab_20160905184305000000946.pdf

GNOATTO, S. C. B., et al. Evaluation of ursolic acid isolated from *Ilex paraguariensis* and derivatives on aromatase inhibition. **Eur J Med Chem.** 2008; 43(9): 1865-1877.: Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2007.11.021>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free Radicals in Biology and Medicine**, 3rd ed. Oxford. New York. 2007.

HECK, C. I.; DE MEJIA, E. G. Yerba-mate-tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 9, p. 138-151, 2007.

HENRIQUE, F. A.; CANTELI, M. H. G.; AYALA, L. A. C.; KOVALESKI, J. L. **Análise de mercado e produção da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no Brasil**. IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 03 a 05 de Dezembro de 2014

HEUSER, E. D.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. de A. *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae) Endosperma e embrião durante a embriogênese tardia. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, La Plata, v. 29, n. 1/2, p. 39-48, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dados PAM e PEVS**, disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. p.54 p.

KANG, Y. E., et al. Anti-obesity and anti-diabetic effects of Yerba-Mate (*Ilex paraguariensis*) in C57BL/6J mice fed a high-fat diet. **Lab Animal Res.** Vol. 28. Núm.1. p.23-29. 2012.

KIKATANI, T., WATANABE, Y., SHIBUYA, T., 1993. Different effects of methylxanthines on central serotonergic postsynaptic neurons in a mouse behavioral model. **Pharmacology Biochemistry and Behavior** 44, 457–461.

KREPKI, L. S. **Resíduo de erva-mate na composição de substrato para morangueiro e mudas de tabaco e hortaliças**. Dissertação. Universidade Federal do Paraná. 2018.

- LOBO, R. R., et al. Inclusion of Yerba-Mate (*Ilex paraguariensis*) extract in the diet of growing lambs: effects on blood parameters, animal performance, and carcass traits. **Animals**, v. 10, n. 961, jun. 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218893/1/InclusionYerba-Mate.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2023.
- LORIST, M. M., TOPS, M., Caffeine, fatigue and cognition. **Brain and Cognition** 53, 2003; p. 82–94.
- LOURENÇO, R. S. et al. **Influência da cobertura morta na produtividade de erva-mate**. Boletim de Pesquisa Florestal, n. 43, p. 113–122, 2001.
- MACHADO, M.; DEVEGILI, B.; MAGNABOSCO, V. *Ilex paraguariensis* como um potencial ativo cosmético na prevenção do envelhecimento cutâneo facial. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 269, n. 2, p. 1–22, 2016.
- MAGALHÃES, W. L. E.; PERISSUTTI, G. E.; HELM, C. V.; WENDLING, I. **Método de inativação enzimática de folhas de erva-mate usando radiação infravermelha visando redução dos custos de secagem e perda de bioativos naturais**. Comunicado técnico nº477, Embrapa, 2021.
- MARTIB, J. G. P., et al. Antimicrobial activity of yerba-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) against food pathogens. **Rev Arg Microb**. Vol. 45. p.93-98. 2013.
- MARTINS, F., et al. Maté Tea Inhibits In Vitro Pancreatic Lipase Activity and Has Hypolipidemic Effect on High-fat Diet-induced Obese Mice. **Obesity**. Vol. 18. Núm.1. p.42-7. 2009.
- MEINHART, A. D. et al. Methylxanthines and phenolics content extracted during the consumption of mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) beverages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p.2188-2193, 2010.
- MELO, T. O.; et al. **Compostos presentes em extrato metanólico de tecido foliar de erva-mate, por meio da cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas**. 2020. Comunicado técnico nº 458, Embrapa, 2020.
- MELO, T. O.; **Metabolitos como ferramenta de seleção de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill) para fins industriais**. 2018. Tese (Programa de Pós Graduação em Química) – Universidade Federal do Paraná. 2018

MESQUITA, M., et al. Chimarrão, terere and mate-tea in legitimate technology modes of preparation and consume: A comparative study of chemical composition, antioxidant, anti-inflammatory and anti-anxiety properties of the mostly consumed beverages of *Ilex paraguariensis* St. H. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 279, n. 114401, p. 1–11, 2021.

MOSELE, S. H. **A governança na cadeia agro-industrial da erva-mate na região do Alto Uruguai Rio-Grandense, sob a ótica da cadeia de suprimentos**. 2002. 231 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MURARI, N.; ROSTAGNO, M. A.; SOUZA, M. C. **Rev trab. Iniciaç. Cient. UNICAMP**, Campinas, SP, n.26, out. 2018.

NAKAMURA, K. L. **Variabilidade genética e métodos de extração de metilxantinas e compostos fenólicos em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) 2008**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia aplicada à agricultura) - Universidade Paranaense, Umuarama, 2008.

PAGLIOSA, C. M. et al. Bitterness In Yerba-Mate (*Ilex Paraguariensis*) Leaves. **Journal of Sensory Studies**, v. 24, n. 3, p. 415–426, jun. 2009.

PAGLIOSA, C. M. **Caracterização química do resíduo de ervais e folhas" in natura" de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). 2012.**

PANG, J.; CHOI, Y.; PARK, T. *Ilex paraguariensis* extract ameliorates obesity induced by high-fat diet: Potential role of AMPK in the visceral adipose tissue. **Arch Bioch Bioph**. Vol. 476. p.178-185. 2008.

PARANÁ. **Classificação climática do Paraná**. 2023. Disponível em: <http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1570&evento=8#:~:text=O%20clima%20paranaense%20%C3%A9%20predominantemente,mm%20a%202.500%20mm%20anuais>.

PENTEADO JUNIOR; FERREIRA, J. **Erva 20: Sistema de produção para erva-mate** / Joel Ferreira Penteado Junior, Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart. – Brasília, DF : Embrapa, 2019.

PEREIRA, D. P., et al. Influence of the traditional Brazilian drink *Ilex paraguariensis* tea on glucose homeostasis. **Phytomedicine**. Vol. 19. p.868-877. 2012.

PETTERSON, A. R.; LIMA, V. A.; ANAISSI, F. J. Clorofila extraída de resíduo industrial da erva-mate (*Ilex aparaguaiensis*) uma possibilidade de economia circular. **Quim. Nova**, v. 45, n. 7, p. 767-776, 2022.

PIRES, E. Z., et al. Biologia reprodutiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill.) em remanescente de Floresta Ombrófila Mista Altomontana. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 13, n. 2, p. 171-180, 2014.

RAHAIE, S., et al. Recent Developments on New Formulations Based on Nutrient-Dense Ingredients for the Production of Healthy-Functional Bread: A Review. **Journal of Food Science and Technology**, V.51 n.11, 2014.

REIS, E. M.; et al. Effect of Hypericum perforatum on different models of movement disorders in rats. **Beh Pharmacology**. Vol. 24. p.623-627. 2013.

RESENDE, P. E.; 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. **J Ethnoph**. Vol.144. p.735-740. 2012.

RODRIGUES, E. R. V. **Efeito antioxidante da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em voluntários sadios**. Bragança Paulista, 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Saúde), Curso de Pós-Graduação em Ciências de Saúde, Universidade São Francisco.

ROSA, R. **Resíduos da indústria ervateira: caracterização e produção de briquetes e compósitos**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria. 2020.

ROSSA, Ü. B. et al. Influência da Luminosidade e Fertilizantes nos Teores de Metilxantinas e Compostos Fenólicos em Folhas de Erva-Mate. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 1365–1374, 2017.

SALDANHA, L. A.; BASTOS, D. H. M. **Extratos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) verde e tostada: sólidos solúveis, fenólicos totais e atividade antioxidante in vitro**. In: CONGRESSO SUDAMERICANO DE LA YERBA-MATE, 4. REUNIÓN TÉCNICA DE LA YERBA-MATE, 4., 2006, Posadas. Anais...Posadas: INYM, 2006. p. 95-100.

SALDANÃ, M. D. A. et al. Extraction of purine alkaloids from maté (*Ilex paraguariensis*) using supercritical CO₂. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 3804-3808, 1999.

- SAMBIASSI, C.; ESCALADA, A. M.; SCHMALKO, M. E. Extration optimization of soluble compounds of yerba maté. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 189-193, 2002.
- SCHARNBERG, A. R. A. et al. **Evaluation of the addition of soda-lime glass and yerba-mate wastes in ceramic matrix**. *Ceramica*, v. 65, n. 373, p. 63–69, 2019.
- SANSBERRO, P. et al. Plant regeneration of *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae) by in vitro culture of nodal segments. **Biocell**, Mendoza, v. 24, n. 1, p. 53-63, 2000.
- SANTIN, D. et al. Crescimento de mudas de erva-mate fertilizadas com N, P e K. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 59-66, 2008.
- SANTIN, D. et al. Effect of potassium fertilization on yield and nutrition of yerba-mate (*Ilex paraguariensis*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1469–1477, 1 out. 2014.
- SANTOS, L. M. G. DOS et al. Arsenic, cadmium and lead concentrations in Yerba mate commercialized in Southern Brazil by inductively coupled plasma mass spectrometry. **Ciência Rural**, v. 47, n. 12, 7 dez. 2017.
- SEAB/DERAL: **VBP** (Valor Bruto da Produção), disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/>
- SILVA, R. D. et al. The effect of aqueous extract of gross and commercial yerba-mate (*Ilex paraguariensis*) on intra-abdominal and epididymal fat and glucose levels in male wistar rats. **Fitoterapia**, v. 82, n. 6, p. 818-826, 2011.
- SILVEIRA, T. F., et al. Impacto da temperatura da água do chimarrão na extração de compostos fenólicos. **Food Sci. Technol**, Campinas, 2020. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612020005024213&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 set. 2022.
- SIMEÃO, R. M.; STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. Avaliação genética em erva-mate pelo procedimento BLUP individual multivariado sob interação genótipo x ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1589-1596, nov. 2002.
- SOUSA, A. P. **Avaliação do uso da borra de erva-mate para recuperação do solo de plantio de erva-mate (*Ilexparaguariensis* St Hil.)**. Dissertação, UFPR - Curitiba, 2013.

SOUZA, C. A. L.; BARRETA, L. R.; MARQUEZI, M. **ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* Saint Hillaire) E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE**. 2021

SOUZA, J. T. **Resíduos madeireiros da indústria ervateira para produção de painéis MDP**. 2016. 140 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. de. Avaliação genética e análise de deviance em um teste desbalanceado de procedência e progênie de *Ilex paraguariensis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 30, n. 62, p. 157, 2010. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/81>. Acesso em: 19 abr. 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TONISSI, M. F. et al. Potenciais efeitos terapêuticos do consumo de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil. Aquifoliaceae) para mulheres em menopausa: uma revisão sistemática. **Revista Fitos**. Rio de Janeiro. 2022; 16(3): 380-391 | e-ISSN: 2446-4775. Disponível no site: <https://doi.org/10.32712/2446-4775.2022.1257>. Acesso em: 12 abr. 2023.

TOMASI, J. C. **Bioactive compounds of yerba-mate according to genotype, nitrogen fertigation and drying methods and acceptance of mate-tea by consumers**. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador Cícero Deschamps. Coorientadores: Ivar Wendling; Cristiane Helm; Volnei Pauletti. Curitiba, 2020.

TOMASI, J. C. et al. Toasted yerba-mate: Impact of drying methods on bioactive compounds, antioxidant capacity, and mate-tea consumer acceptance. **J Food Process Preserv**. 2021; 45:e15944. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15944> Acesso: 21 ago. 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Regiões de ocorrência da erva-mate**. 2023. Disponível no site: https://www.ufrgs.br/alimentus1/objetos/erva-mate/agri_regioes.html#/agricultura.html Acesso em: 15 set 2023.

VALDUGA, E.; JAVORNIK, G.; SORDI, M.; REZENDE, D. de F.; Nota Prévia –Avaliação das Características de Qualidade da Erva-Mate (Chimarrão) Acondicionada em Diferentes Embalagens; **Braz. J. Food Technol.**, v.8, n.2, p. 99-105, abr./jun. 2005.

- VALDUGA, E. **Caracterização química e anatômica da folha de *Ilex paraguariensis* St. Hill e de algumas espécies utilizadas na adulteração do mate.** 97f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.
- VALDUGA, E. et al. **Caracterização química da folha de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate) e de outras espécies utilizadas na adulteração do mate.** Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v.15, n.1, p.25-36, 1997.
- VASCONCELLOS, C. B. et al. Aproveitamento de cinzas de caldeira na construção civil. **Revista Vértices**, v. 6, n.1, p. 131–148, 2004.
- VASCONCELLOS, F. C. F. **Os impactos da criação do Mercosul no mercado de erva-mate no Rio Grande do Sul.** 2012. 66 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- VEIT, M. T. et al. Utilização do resíduo de erva-mate como material absorvente do corante azul de metileno. **Eclética química**. v. 29, p. 227-243, 2014.
- VIEIRA, M. A., MARACHIN, M., PAGLIOSA, C. M., PODESTÁ, R., AMBONI, D. M. C. Análise de compostos fenólicos, metilxantinas, tanino e atividade antioxidante de resíduo do processamento da erva-mate: uma nova fonte potencial de antioxidantes. **Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change**. 22, 1-11, 2009.
- WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate.** Brasília, DF: EMBRAPA, 2015. 195 p.
- WINHELMANN, M. C. et al. Avaliação da qualidade de sementes da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.) oriundas de diferentes plantas matrizes. **Ci. Fl.**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 247-265, jan./mar. 2022 Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509848110>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- ZANON, A. **Produção de sementes de erva-mate.** Curitiba, PR: EMBRAPA; CNPF, 1988. 8 p. (Circular Técnica, 16).