UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS CACHOEIRA DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Ariane Beskow Lemos

EFEITOS DOS ASPECTOS PRODUTIVOS NA QUALIDADE DA ERVA-MATE PROCESSADA PÓS-COLHEITA

Cachoeira do Sul, RS
2024

Ariane Beskow Lemos

EFEITOS DOS ASPECTOS PRODUTIVOS NA QUALIDADE DA ERVA-MATE PROCESSADA PÓS-COLHEITA

Trabalho de Conclusão, apresentado ao curso de Engenharia Agrícola em 2024, da Universidade Federal de Santa Maria, campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS, RS) como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi

Cachoeira do Sul, RS
2024

Ariane Beskow Lemos

EFEITOS DOS ASPECTOS PRODUTIVOS NA QUALIDADE DA ERVA-MATE PROCESSADA PÓS-COLHEITA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria, campus Cachoeira do Sul, como requisito parcial para obtenção do Grau de **Bacharel em Engenharia Agrícola.**

Documento assinado digitalmente
gov.br
PAULO CARTERI CORADI
Data: 09/12/2024 21:21:35-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi (UFSM-CS)
(Presidente/Orientador)

Documento assinado digitalmente
gov.br
MARCUS VINICIUS TRES
Data: 10/12/2024 08:45:45-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Marcus Vinícius Tres (UFSM-CS)
(Membro Interno)

Documento assinado digitalmente
gov.br
MARCELA TROJAHN NUNES
Data: 09/12/2024 21:15:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Marcela Trojahn Nunes, Eng. Agr. MSc. (UFSM)
(Membro Externo)

Cachoeira do Sul, RS
2024

Àqueles que, com sua sabedoria, inspiraram não apenas a busca pelo conhecimento, mas também a coragem para trilhar o caminho desconhecido: dedico este trabalho. Aos meus professores, pela orientação e paciência; aos meus colegas, pelo companheirismo e troca constante de ideias; e à minha família, pelo amor e suporte incondicional, minha eterna gratidão. Que este trabalho reflita o esforço e a dedicação de todos que contribuíram para a minha jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, um agradecimento especial é dirigido a Deus, cuja orientação foi essencial para minha perseverança e sucesso. Agradeço pela força e sabedoria concedidas, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi, cuja paciência e conhecimento foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos meus colegas de curso e ao grupo LAPOS (Laboratório de Pós-colheita) especialmente aos colegas Pedro Brum, Rosana Moraes e Marcela Trojahn, pela troca de ideias e pelo apoio nos momentos de desafio.

Não posso deixar de mencionar minha família, que sempre esteve ao meu lado e me proporcionando a possibilidade de me dedicar integralmente aos estudos, meu eterno agradecimento por seu amor incondicional e encorajamento em todos os momentos.

Por fim, agradeço à instituição de ensino e a todos os professores e funcionários, que contribuíram para minha formação acadêmica e profissional.

À medida que encerramos um capítulo de nossa jornada acadêmica, levamos conosco a esperança e a promessa de um futuro repleto de possibilidades. "Tenho em mim todos os sonhos do mundo" - essa frase de Fernando Pessoa, não apenas captura a essência de nossas aspirações ilimitadas, mas também serve como um lembrete de que, dentro de cada um de nós, reside o potencial para alcançar o extraordinário. Que este trabalho de conclusão de curso seja o reflexo da nossa capacidade de sonhar e a ponte para a realização desses sonhos.

RESUMO

EFEITOS DOS ASPECTOS PRODUTIVOS NA QUALIDADE DA ERVA-MATE PROCESSADA PÓS-COLHEITA

AUTORA: Ariane Beskow Lemos
ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma planta nativa da América do Sul, amplamente reconhecida por suas propriedades nutricionais e benefícios à saúde, além de seu papel cultural significativo, especialmente no Sul do Brasil, onde é consumida na forma de chimarrão. O Brasil é o maior produtor mundial de erva-mate, com destaque para os estados do Paraná e Rio Grande do Sul, refletindo sua importância econômica. Este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos dos aspectos produtivos da erva-mate sobre a qualidade do produto pós-colheita. Foram realizados três experimentos que analisaram a influência do cultivo na composição da erva-mate, considerando diferentes condições de sombreamento, tipos nativos e cultivados, e os municípios de cultivo na região do Alto Taquari, RS. A pesquisa utilizou métodos avançados de espectrometria, como Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES) e Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS), para determinar a concentração de macro e microminerais nas amostras. Os resultados indicaram que a erva-mate cultivada apresenta teores superiores de macrominerais como cálcio, potássio, magnésio e enxofre, além de microminerais como cobre, ferro e manganês, em comparação à erva-mate nativa. No entanto, a erva-mate nativa é mais valorizada pela indústria devido às suas características sensoriais. A análise também revelou que as condições de sombreamento influenciam a composição físico-química da erva-mate, afetando diretamente sua qualidade e valor de mercado. Os resultados deste estudo ressaltam a importância do manejo agrícola e das práticas de cultivo na obtenção de erva-mate de alta qualidade, contribuindo para a valorização do produto e a sustentabilidade da cadeia produtiva. A pesquisa conclui que a combinação de práticas agrícolas adequadas e conhecimento das condições de cultivo pode resultar em produtos com características físico-químicas e sensoriais distintas, beneficiando tanto os produtores quanto os consumidores.

Palavras-chave: Produção. Pós-Colheita. Processamento. Qualidade. Erva-mate.

ABSTRACT

EFFECTS OF PRODUCTION ASPECTS ON THE QUALITY OF POST-HARVEST PROCESSED YERBA MATE

AUTHOR: Ariane Beskow Lemos
ADVISOR: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi

Yerba mate (*Ilex paraguariensis*) is a plant native to South America, widely recognized for its nutritional properties and health benefits, in addition to its significant cultural role, especially in southern Brazil, where it is consumed in the form of chimarrão. Brazil is the world's largest producer of yerba mate, with emphasis on the states of Paraná and Rio Grande do Sul, reflecting its economic importance. This study aims to evaluate the effects of the productive aspects of yerba mate on the quality of the post-harvest product. Three experiments were carried out that analyzed the influence of cultivation on the composition of yerba mate, considering different shading conditions, native and cultivated types, and the municipalities of cultivation in the Alto Taquari region, RS. The research used advanced spectrometry methods, such as Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS), to determine the concentration of macro and microminerals in the samples. The results indicated that cultivated yerba mate has higher levels of macrominerals such as calcium, potassium, magnesium and sulfur, as well as microminerals such as copper, iron and manganese, compared to native yerba mate. However, native yerba mate is more valued by the industry due to its sensory characteristics. The analysis also revealed that shading conditions influence the physical-chemical composition of yerba mate, directly affecting its quality and market value. The results of this study highlight the importance of agricultural management and cultivation practices in obtaining high-quality yerba mate, contributing to the valorization of the product and the sustainability of the production chain. The research concludes that the combination of appropriate agricultural practices and knowledge of growing conditions can result in products with distinct physicochemical and sensory characteristics, benefiting both producers and consumers.

Keywords: Production. Post-Harvest. Processing. Quality. Yerba Mate.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11

2 **OBJETIVOS** **12**

2.1 OBJETIVO GERAL 12

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12

3 REVISÃO DE LITERATURA 13

3.1 ERVAIS 15

3.2 COLHEITA 16

3.3 SAPECO 16

3.3.1 Sapeco Rudimentar **17**

3.3.2 Sapeco mecânico 17

3.4 SECAGEM 18

3.5 CANCHEAMENTO 18

3.6 ARMAZENAMENTO DO PRODUTO 20

3.7 EMPACOTAMENTO 20

4 DETERMINAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MACRO E MICROMINERAIS EM ERVA-MATE NATIVA E CULTIVADA 21

4.1 INTRODUÇÃO 21

4.2 MATERIAL E MÉTODOS 22

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 23

4.4 CONCLUSÃO 25

5 AVALIAÇÃO PÓS-COLHEITA DA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ERVA-MATE EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO 26

5.1 INTRODUÇÃO 26

5.2 MATERIAL E MÉTODOS 27

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 27

5.4 CONCLUSÃO 29

6. COMPOSIÇÃO ELEMENTAR PÓS-COLHEITA DE ERVA-MATE CULTIVADA NA REGIÃO DO ALTO TAQUARI, RIO GRANDE DO SUL 30

6.1 INTRODUÇÃO 30

6.2 MATERIAL E MÉTODOS 31

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 31

6.4 CONCLUSÃO 33

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS **33**

1. INTRODUÇÃO

O consumo da erva-mate foi adotado e difundido com a chegada de colonizadores Europeus, ganhando popularidade e se integrando aos hábitos da sociedade colonial (GOULART et al., 2022). A sua cadeia produtiva está profundamente interligada ao consumo cultural de bebidas tradicionais e populares do Sul do Brasil como chimarrão e tererê (CROGE et al., 2021).

O Brasil lidera a produção mundial de erva-mate, alcançando a marca de 736.893 toneladas, em uma área colhida de 82.100 hectares, resultando em uma produtividade média de 8.976 kg por hectare no ano de 2023. Seguido pela Argentina e o Paraguai que também tiveram desempenhos notáveis (IBGE, 2023).

A região Sul do Brasil é a maior produtora de erva-mate com destaque para o estado do Paraná (PR) como o maior produtor com 367.281 toneladas, representando 49,8% do total. O Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) estão na sequência com 298.942 e 100.024 toneladas respectivamente, sendo o RS o maior consumidor (IBGE, 2023).

Nesta pesquisa destacaram-se três estudos com amostras de erva-mate: "Avaliação pós-colheita da composição físico-química da erva-mate em diferentes condições de sombreamento"; "Determinação pós-colheita de macro e microminerais em erva-mate nativa e cultivada" e, "Composição elementar pós-colheita de erva-mate cultivada na região do Alto do Taquari, Rio Grande do Sul". Os estudos em foco convergem na análise da influência do processo produtivo na composição da erva-mate, destacando-se pela relevância socioeconômica e cultural na América do Sul.

De acordo com Cazes (2005) na Espectrometria de Emissão Óptica (OES), a amostra é submetida a uma fonte térmica suficientemente elevada para promover sua dissociação em átomos (atomização), bem como excitação e ionização significativas. Quando os átomos ou íons atingem estados de energia mais altos, eles eventualmente retornam a níveis mais baixos, liberando energia na forma de luz. Os comprimentos de onda específicos dessa radiação são utilizados para identificar os elementos presentes, enquanto a intensidade da luz emitida permite determinar as concentrações dos elementos na amostra.

Na Espectrometria de Massas (MS) a amostra é aquecida no plasma após nebulização, gerando íons que são separados de acordo com suas razões massa/carga. Isso permite análises quantitativas baseadas no número de íons detectados e qualitativas a partir das relações massa/carga (SMITH, 2015).

Sendo assim, a investigação centra-se na qualidade do produto e tem como objetivos avaliar a concentração de minerais em variedades nativas e cultivadas, utilizando métodos espectrométricos avançados, como espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES) e espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), para assegurar a qualidade e otimizar a produção. A pesquisa também se propôs a entender os efeitos do sombreamento na composição elementar da erva-mate, com estudos comparativos entre amostras de Ilópolis e Arvorezinha, no Alto Taquari - RS.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos dos aspectos produtivos da erva-mate sobre a qualidade do produto pós-colheita, considerando variáveis como as condições de cultivo, tipos de erva-mate (nativa e cultivada) e sombreamento. A pesquisa busca entender como esses fatores influenciam a composição físico-química e a concentração de macro e microminerais, utilizando métodos avançados de espectrometria para garantir a qualidade do produto final. Além disso, pretende-se contribuir para a valorização da erva-mate no mercado, promovendo práticas agrícolas sustentáveis que assegurem a excelência do produto e a sustentabilidade da cadeia produtiva.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar a influência do cultivo na composição da erva-mate, considerando diferentes condições de sombreamento, tipos nativos e cultivados, e as regiões de cultivo no Alto Taquari, RS. Determinar a concentração de macro e microminerais nas amostras de erva-mate utilizando métodos avançados de espectrometria, como ICP-OES e ICP-MS. Investigar como as condições de sombreamento influenciam a composição físico-química da erva-mate, afetando diretamente sua qualidade e valor de mercado. Contribuir para a valorização do produto final e a sustentabilidade da cadeia produtiva, destacando a importância do manejo agrícola e das práticas de cultivo na obtenção de erva-mate de alta qualidade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com Nogueira e Pereira (2021), a erva-mate é uma planta nativa da América do Sul, cuja produção é favorecida pelas condições de clima e solo da região. No Brasil, os estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina lideram a produção, beneficiando-se de suas características climáticas subtropicais, ideais para o cultivo. Em outros estados, como Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, a produção é menor, mas ainda assim desempenha um papel importante no abastecimento do mercado interno.

Na Argentina, a Província de Misiones se destaca como a principal região produtora de erva-mate, sendo responsável pela maior parte da produção do país. Em seguida, está Corrientes, seguida pela região de Tacumã. Essas áreas compartilham condições climáticas e de solo semelhantes às do sul do Brasil, o que favorece o cultivo da planta. No Paraguai, a produção concentra-se principalmente na área entre os rios Paraná e Paraguai, onde as condições ambientais também são ideais para o desenvolvimento da erva-mate. Essa distribuição geográfica evidencia tanto a adequação natural dessas regiões quanto a forte relevância cultural e econômica da planta nesses territórios (NOGUEIRA; PERERREIRA, 2021). A Figura 1 ilustra as áreas de ocorrência natural da erva-mate.

Figura 1 - Áreas de distribuição natural de erva-mate.

Fonte: (CROGE et al., 2021).

A extensão de terra destinada ao cultivo da erva-mate no Brasil reduziu de 2012 para 2022 (Tabela 1). Isso se deve principalmente ao ganho de força de culturas mais rentáveis, diminuindo as áreas para o cultivo de outras espécies (IBGE, 2022).

Tabela 1 - Evolução da área plantada e a quantidade produzida de folha verde de erva-mate.

	Brasil		Rio Grande do Sul	
Ano	Área plantada (ha)	Quantidade produzida (t)	Área plantada (ha)	Quantidade produzida (t)
2012	82.945	513.256	35.000	260.866
2013	74.421	515.451	34.909	265.515
2014	77.645	602.559	35.240	276.232
2015	74.494	602.929	33.222	292.416
2016	78.621	630.556	33.445	297.141
2017	75.947	619.771	30.780	302.000
2018	71.419	509.949	28.948	232.971
2019	70.305	522.259	28.022	233.434
2020	72.122	527.546	27.413	214.552
2021	72.091	557.927	27.699	242.018
2022	76.843	618.601	28.190	210.462

Fonte: IBGE (2022)

Segundo Duboc (2018), a erva-mate pode ser cultivada em sistemas consorciados com outras árvores e culturas agrícolas, permitindo a produção diversificada de bens e serviços ambientais. Os ervais são classificados em duas categorias principais: aqueles com sombreamento e aqueles cultivados a pleno sol. A seguir, são apresentados os principais aspectos relacionados ao manejo e à produção dessa cultura.

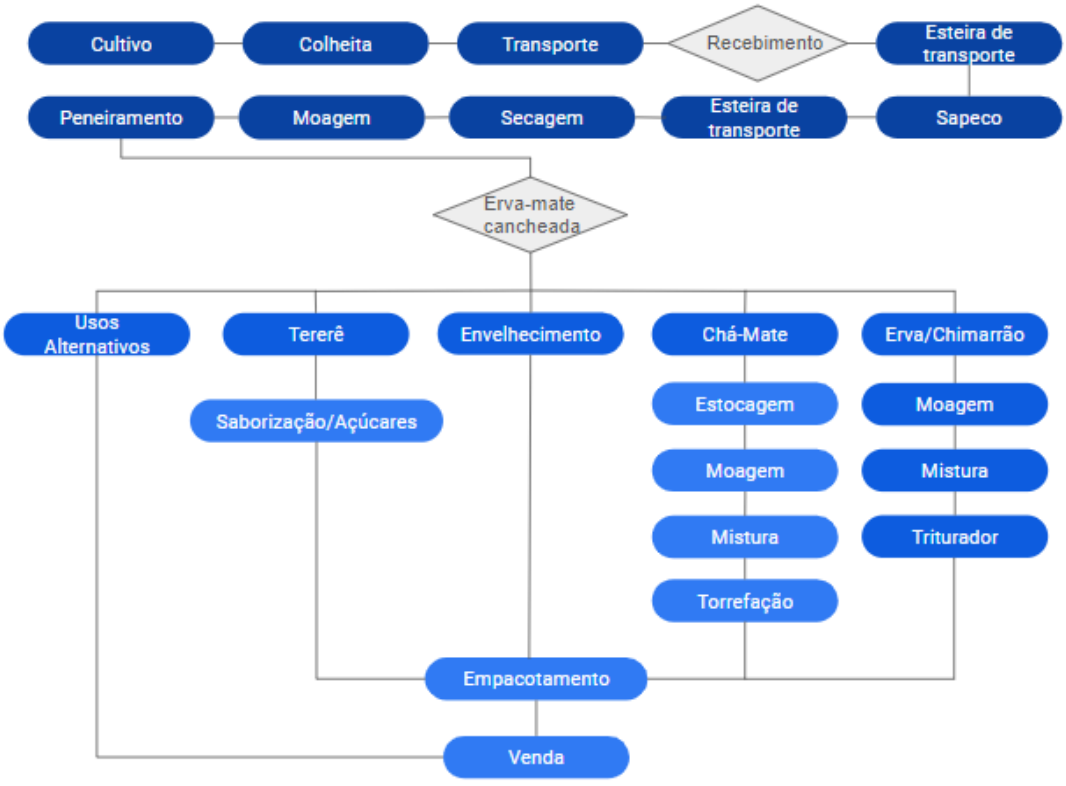
3.1 ERVAIS

Os tipos de ervais existentes com sombreamento são: (I) Nativos: responsáveis pela maior parte da produção nacional. (II) Adensados: onde mudas são plantadas nas clareiras dos ervais nativos. (III) De conversão: áreas sob a copa das árvores na mata são transformadas em ervais. (IV) Em sistemas agroflorestais: cultivo da erva-mate em consórcio com culturas agrícolas e sombreamento de outras espécies de árvores. Os tipos de ervais sem sombreamento são classificados em: (V) Homogêneos: plantio a pleno sol. (VI) Consorciados: plantio a pleno sol em consórcio com lavouras e/ou pastagens (DUBOC, 2018).

3.2 COLHEITA

Conforme observado por Maccari Junior (2005), a colheita da erva-mate é realizada por meio de podas, um processo que vai além da simples remoção de ramos e galhos. O foco principal está na extração de ramos e folhas, partes indispensáveis para a produção da erva cancheada. Esse procedimento exige cuidado para evitar danos às plantas, o que poderia contribuir para o declínio dos ervais, e a redução da produtividade. Para garantir a regeneração, é necessário preservar parte das folhas e realizar cortes específicos nos ramos (DA CROCE, 1997; MACCARI JUNIOR, 2005). A Figura 2 apresenta o fluxograma das etapas de beneficiamento da erva-mate após sua colheita.

Figura 2 - Fluxograma do processo para produção de erva-mate.



Fonte: Adaptado de BONFATTI JÚNIOR et al. (2018).

3.3 SAPECO

A técnica do sapeco ou pré-secagem acontece anterior a secagem e utiliza calor direto para processar os ramos folhosos, esta etapa é rápida e visa remover a umidade da superfície da planta inativando enzimas específicas, que podem causar oxidação, modificando a cor e a qualidade do produto. Quando bem realizado as folhas de erva-mate contraem uma cor verde e

agradável odor, caso o sapeco não seja realizado da maneira correta elas podem ficar escuras, queimadas e inadequadas ao mercado (VALDUGA, 2002).

3.3.1 Sapeco rudimentar

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1985) este processo manual é feito após a colheita, próximo ao calor das labaredas e envolve mover agilmente os galhos folheados por cima do fogo de uma fogueira preparada especialmente para essa tarefa. Este processo ainda segue os princípios realizados no passado pelos índios, porém atualmente é fortemente mecanizado (VIEIRA et al., 2023).

3.3.2 Sapeco mecânico

Este processo refere-se a uma técnica de aquecimento aplicada em um cilindro de metal perfurado ou não e inclinado que gira continuamente (Figura 3), os ramos e as folhas passam rapidamente pelas chamas do sapecador. A duração deste tratamento varia, mas geralmente fica perto de 8 minutos. Durante o processo, a erva entra no sapecador a uma temperatura aproximada de 400ºC e sai cerca de 65ºC (ESMELINDRO et al., 2002).

Figura 3 - Sapecador mecânico rotativo.

Fonte**:** Tecmate (2024).

3.4 SECAGEM

A etapa de secagem, também chamada de desidratação, conclui o processo iniciado no sapecamento e desempenha um papel fundamental na garantia da qualidade do produto (DANIEL, 2009) e pode ser realizada utilizando dois tipos de secadores mecânicos: rotativo (Figura 4) e de esteira. A diferença entre eles é o contato da matéria-prima com o ar aquecido durante o processo. No sistema rotativo, a fumaça tem contato direto com o produto, enquanto no secador de esteira, o contato é indireto (ESMELINDRO et al., 2002).

O tempo e a temperatura desprendidos na etapa de secagem dependerão das características operacionais de cada secador. No secador de esteira, o tempo médio é de 3 horas, com temperaturas entre 90 e 110ºC. Já no secador rotativo, o produto fica em contato direto com o ar aquecido por cerca de 30 minutos, mas a temperatura não é uniforme, variando de 350ºC na entrada a 110ºC na saída. (ESMELINDRO et al., 2002).

Figura 4 - Secador mecânico rotativo.

Fonte: Tecmate (2024)

3.5 CANCHEAMENTO

O cancheamento envolve a moagem da erva-mate uma vez que ela tenha sido seca. Após essa etapa, a erva é submetida a uma peneiração, resultando no que é conhecido como erva cancheada. Esse produto pode ser empregado imediatamente na fabricação de chás ou, após um procedimento adicional de soque, utilizado na preparação do tradicional chimarrão

(ESMELINDRO et al., 2002). A Figura 5, apresenta um moedor de madeira, utilizado para obter a erva-mate cancheada.

Figura 5 - Moedor de madeira.

Fonte: Ervateira Baronesa (2019)

De acordo com DA LUZ (2011), na produção familiar atualmente o soque ou cancha (Figura 6) é utilizado em versões que variam de duas até seis mãos de pilão, ou seja, o número de pilões, que são as peças móveis que trituram ou moem o produto.

Figura 6 - Soque de erva-mate.

Fonte**:** Secretaria Estadual da Cultura - RS (2023)

3.6 ARMAZENAMENTO DO PRODUTO

No Brasil, o armazenamento é feito de maneira rápida, usando sacos de ráfia, em galpões que geralmente não têm controle sobre temperatura, luz, umidade ou pressão (Figura 7). A erva mantém sua cor e sabor originais por aproximadamente quatro meses, mas após esse intervalo, começa a perder suas propriedades, tornando-se imprópria para a venda (CALEGARI et al., 2005).

Figura 7 - Armazenamento de erva-mate

Fonte: Gazeta do Povo (2010).

3.7 EMPACOTAMENTO

Logo após, a erva-mate é acondicionada em embalagens de papel ou de plástico por meio de uma empacotadora (Figura 8), quando resultam em um fardo, este é visto como o produto final. Este produto finalizado será enviado para a expedição, onde ocorre a distribuição para o consumidor final (BONFATTI JÚNIOR et al., 2018).

Figura 8 - Dosadora e empacotadora automática para embalagens de papel.

Fonte: Registron. (2024)

4. DETERMINAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MACRO E MICROMINERAIS EM ERVA-MATE NATIVA E CULTIVADA

Resumo: Originária das áreas subtropicais e temperadas da América do Sul, a erva-mate tem sua composição físico-química e a qualidade final do produto diretamente impactadas pelo método de produção utilizado. A pesquisa tem como objetivo avaliar os principais macro e microminerais presentes na erva-mate, considerando os tipos de erva-mate, nativa e cultivada. As amostras de erva-mate cancheada foram coletadas em uma ervateira localizada em Ilópolis – RS, sendo 25 amostras de erva-mate do tipo cultivada e 6 de erva-mate nativa. A determinação Ca, K, Mg, Na, S, Cu, Fe, Mn e Zn foi realizada por meio da Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES). A erva-mate cultivada apresentou os maiores teores dos macrominerais Ca, K Mg e S, e dos microminerais Cu, Fe e Mn. Apenas Na e Zn não apresentaram diferença. A Rede de Correlações de Pearson, identificou relações positivas em maior intensidade entre Mg-Ca, S-Ca e S-Mg, porém apresentou relações negativas entre Na-Mn. O estudo revelou que a erva-mate cultivada apresentou maiores teores em sete macros e microminerais avaliados, porém a erva-mate nativa é mais valorizada pelas indústrias ervateiras, em decorrência das suas características sensoriais. Portanto, nota-se a relevância de outras características físico-químicas e sensoriais frente à composição de macro e microminerais.

Palavras-chave: Macrominerais. Micromineirais. Tipos de erva-mate.

4.1 INTRODUÇÃO

Nativa das regiões de clima subtropical e temperado da América do Sul, a erva-mate é amplamente consumida no preparo do chimarrão (DANIEL, 2009). Conforme apontado por Mejia et al. (2005), suas folhas contêm aminoácidos essenciais, vitaminas como E, C e as do complexo B, além de minerais importantes, incluindo cálcio, potássio, magnésio e manganês.

Entretanto, verifica-se que há efeitos das etapas do processamento na composição química da erva-mate, bem como as condições de cultivo, como os fatores genéticos da planta, clima e solo, influenciam diretamente na composição e qualidade final do produto (GOULART et al., 2022; KEMPER et al., 2022).

A produção de erva-mate pode ocorrer de duas maneiras: por meio do extrativismo vegetal ou pelo cultivo da planta, conhecido como silvicultura. No modelo extrativista, a coleta é feita a partir de ramos e folhas de erva-mate nativa encontrada na Floresta Ombrófila Mista (FOM). Já no cultivo, a erva-mate pode ser plantada sob a cobertura da FOM ou em áreas abertas, expostas ao sol (VESTENA e SANTOS, 2022).

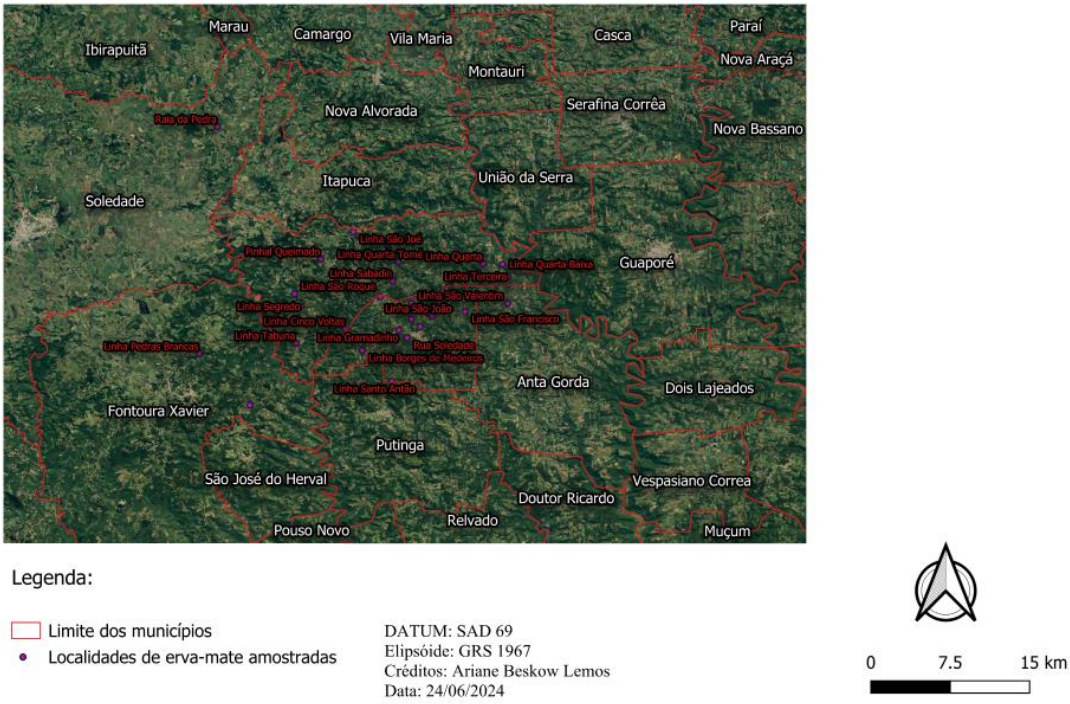
Porém quando cultivada em consórcio com a FOM, a erva-mate é protegida da luz solar direta, o que resulta em uma qualidade superior, sabor mais suave e um valor de mercado mais elevado em comparação com a produção realizada sob exposição total ao sol (VESTENA e SANTOS, 2022). Assim, o trabalho tem como objetivo avaliar os principais macro e microminerais presentes na erva-mate, considerando os tipos de erva-mate, nativa e cultivada.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de erva-mate cancheada utilizadas no presente experimento foram coletadas na ervateira De Valérios, localizada em Ilópolis – RS, em julho de 2023, totalizando 31 amostras, sendo 25 de erva-mate do tipo cultivada e 6 de erva-mate nativa. Para a determinação dos macros e microminerais, as amostras foram moídas em moinho "tipo Willey", no Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) da Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS).

Na sequência, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises Químicas Industriais e Ambientais (LAQUIA) da UFSM. Na Figura 9 está o mapa que apresenta as localidades onde houve as coletadas de erva-mate.

Figura 9 - Mapa das localidades amostradas.



Fonte: Autora.

O procedimento iniciou com a decomposição das amostras de erva-mate, seguindo com a diluição. Para a determinação de Ca, K, Mg, Na, S, Cu, Fe, Mn e Zn foram realizadas por meio da Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES, modelo Optima 4300 DV, Perkin Elmer, EUA).

Os resultados obtidos foram avaliados (i) estatisticamente com o software SISVAR versão 5.8 e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e (ii) por análise multivariada utilizando o software RStudio, obtendo a Correlação de Pearson.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciam que o tipo de erva-mate influência na composição dos principais macros e microminerais encontrados no produto (Tabela 2). Sendo que, a erva-mate cultivada apresentou os maiores teores dos macrominerais Ca, K Mg e S, apenas Na não revelou diferença significativa entre a erva-mate nativa e cultivada. Quando observado os principais microminerais, verifica-se que Cu, Fe e Mn também apresentaram maiores quantidades na erva-mate cultivada.

Tabela 2 - Composição de macro e microminerais em amostras de erva-mate.

Erva-mate	Ca (µg.g^{-1})	K (µg.g^{-1})	Mg (µg.g^{-1})	Na (µg.g^{-1})	S (µg.g^{-1})	Cu (µg.g^{-1})	Fe (µg.g^{-1})	Mn (µg.g^{-1})	Zn (µg.g^{-1})
Nativa	5.949b	57,27b	3.918b	41,85a	934b	7,73b	7.912b	896b	63,03a
Cultivada	7.243a	74,95a	4.682a	47,77a	1057a	8,79a	9.004a	1288a	70,81a
C.V. (%)	11,32*	40,56*	18,10*	36,41^{NS}	11,13*	14,06*	13,08*	53,06*	28,52^{NS}

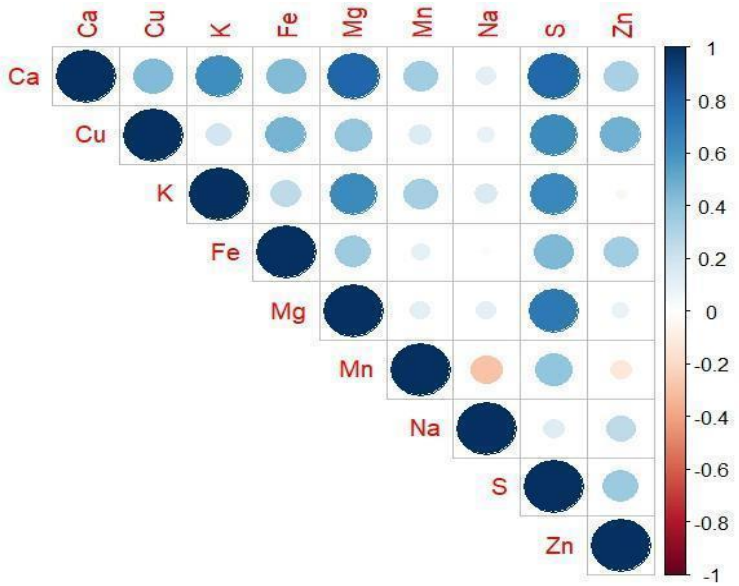
^{NS}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P<0,05); C.V.: coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conforme observado por Souza et al. (2008), a erva-mate nativa é possivelmente uma das práticas mais significativas de uso sustentável em áreas de florestas naturais no Brasil. Entretanto, devido aos avanços e transformações da agricultura nacional, a erva-mate tem sido cada vez mais retirada de seus ecossistemas naturais para ser cultivada em sistemas de monocultura. Esse tipo de manejo é frequentemente associado ao uso intensivo de fertilizantes sintéticos e defensivos agrícolas, alterando suas características de cultivo sustentável, assim alterando sua composição. Conforme Gawron-Gzella et al. (2021), os macronutrientes primários nas encontrados nas folhas de erva-mate produzidas na Argentina são K, Ca, Mg e P em quantidades de 11.350, 7.690, 6.990 e 1.370 µg.g^{-1}, respectivamente.

Enquanto, entre os oligoelementos, Manganês e Ferro são os mais abundantes (680 e 120 µg.g^{-1}). Revelando diferença entre os resultados encontrados obtidos no estudo, destacando que as amostras analisadas na Argentina apresentaram maiores teores de K e Mg. Porém, as amostras da presente pesquisa apresentaram teores de Fe elevados, tanto na erva-mate nativa quanto na cultivada, 7.912 e 9.004 µg.g^{-1} respectivamente.

Com o uso da rede de correlação de Pearson (Figura 10), foi possível identificar relações positivas em maior intensidade entre Mg-Ca, S-Ca e S-Mg. Entretanto, apresentou relações negativas entre Na-Mn. Em estudos realizados por Długaszek e Kaszczuk (2020), com infusões de hibisco, cavalinha, urtiga e erva-mate revelaram também associação positiva entre Ca-Mg. Assim como observado por Li et al. (2022), em um experimento com chá verde, do qual observaram que o uso de adubação orgânica promove o acréscimo de Ca e Mg no chá, estabelecendo uma relação positiva.

Figura 10 - Rede de correlações de Pearson entre os macros e microminerais avaliados nas amostras de erva-mate.



4.5 CONCLUSÃO

O tipo de erva-mate evidencia diferença entre a composição de macro e microminerais, sendo que a erva-mate cultivada apresentou maiores teores para Ca, K, Mg, S, Cu, Fe e Mn. Apesar disso, a erva-mate nativa é mais valorizada pelas indústrias ervateiras, em decorrência das suas características sensoriais, refletindo no seu preço de comercialização. Neste sentido, nota-se a relevância de outras características físico-químicas e sensoriais frente a composição de macro e microminerais.

5. AVALIAÇÃO PÓS-COLHEITA DA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ERVA-MATE EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO

Resumo: As folhas de erva-mate podem ser utilizadas para o preparo do chimarrão e tereré, do qual, sua composição físico-química pode sofrer alterações em função da fisiologia vegetal, influências externas e a época de colheita. O trabalho tem como objetivo avaliar o teor de água e composição elementar na erva-mate obtida a partir de diferentes tipos e condições de sombreamento. Foram coletadas 25 amostras de erva-mate do tipo cultivada e 6 nativas, a condição de sombreamento apresentou 2 amostras com sombreamento, 4 com sombreamento parcial e 25 sem sombreamento, resultando em um fatorial 2x3. A determinação do teor de água foi realizada com um Analisador de Umidade por Infravermelho. A determinação de As, Cd, Co, Mo, Ni, Pb e V foi feita por Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS) e Al, Ba, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, S, Sr, e Zn foram determinados por Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES). A erva-mate nativa apresentou maior teor de água, porém o Mn apresentou menor teor nos ervais nativos com sombreamento. A correlação negativa entre Cd-Al ficou evidente na erva-mate cultivada e em ervais com sombreamento parcial e sem sombreamento. Desta forma, verifica-se que tipo de erva-mate juntamente com a condição de sombreamento influenciam na composição físico-química, sendo possível concluir que estes fatores são de grande importância para classificação e consequentemente para obtenção de produtos à base de erva-mate com características físico-químicas e sensoriais distintas.

Palavras-chave: Erva-mate. Composição elementar. Sombreamento.

5.1 INTRODUÇÃO

As folhas de erva-mate podem ser utilizadas para o preparo do chimarrão e tereré, além do uso na indústria farmacêutica e alimentícia, sendo está uma espécie nativa das regiões subtropicais e temperadas da América do Sul (DANIEL, 2009). A metade da produção de erva-mate no Brasil é obtida por ervais considerados nativos, ou seja, ervais cujas plantas se desenvolveram em ambientes de florestas nativas. No entanto, o cultivo intencional de erva-mate também é realizado em monocultivos, em consórcio com árvores sombreadoras ou mesmo em adensamentos de ervais nativos (JUNIOR e GOULART, 2019).

A composição físico-química da erva-mate pode sofrer alterações em função de diversas influências, sejam elas em decorrência da fisiologia vegetal e influências externas, bem como a época em que os ramos são colhidos. Onde a composição dos alcalóides pode variar devido ao ciclo dia/noite, assim como com a intensidade da luz (GOBBO e LOPES, 2007). Assim, o trabalho tem como objetivo avaliar o teor de água e composição elementar na erva-mate obtida a partir de diferentes tipos e condições de sombreamento.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de erva-mate cancheada foram obtidas na ervateira De Valérios, localizada em Ilópolis – RS, em julho de 2023, realizando as coletadas em triplicada. Sendo 25 de erva-mate do tipo cultivada (CUL) e 6 de erva-mate nativa (NAT). A condição de sombreamento observada resultou em 2 amostras com sombreamento (CS), 4 com sombreamento parcial (CSP) e 25 sem sombreamento (SS), resultando em um fatorial 2x3. A determinação do teor de água (TA) foi realizada com um Analisador de Umidade por Infravermelho, modelo IV 2500, da marca Gehaka, utilizando 5 gramas de amostra.

Para a determinação da composição elementar, as amostras foram moídas em moinho "tipo Willey", no Laboratório de Pós-Colheita da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Na sequência, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises Químicas Industriais e Ambientais da UFSM. Para determinação foi realizada decomposição das amostras, seguindo com a diluição.

A determinação de As, Cd, Co, Mo, Ni, Pb e V foi realizada por Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS, Perkin Elmer) e Al, Ba, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, S, Sr, e Zn foram determinados por Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES, Perkin Elmer). Os resultados obtidos foram avaliados (i) estatisticamente com o software SISVAR versão 5.8 e as médias comparadas pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade e (ii) por análise multivariada utilizando o software RStudio, obtendo a Correlação de Pearson.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Análise de Variância para o experimento revelou que apenas o teor de água, Mn e Pb apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, os demais componentes não apresentaram diferença, logo, não se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 - Teor de água e composição mineral de amostras de erva-mate nativa e cultivada em ervais com diferentes condições de sombreamento

SOM	TA (%)		Mn ($\mu g.g^{-1}$)		Pb ($\mu g.g^{-1}$)	
	CUL	NAT	CUL	NAT	CUL	NAT
CS	3,80 Ab	5,70 Aa	1.88 Aa	357 Bb	0,274 Aa	0,345 Aa
CSP	5,90 Aa	-	1.27 Aa	-	0,203 Aa	-
SS	4,47 Bb	5,40 Aa	1.26 Aa	1.00 Aa	0,217 Aa	0,224 Ab

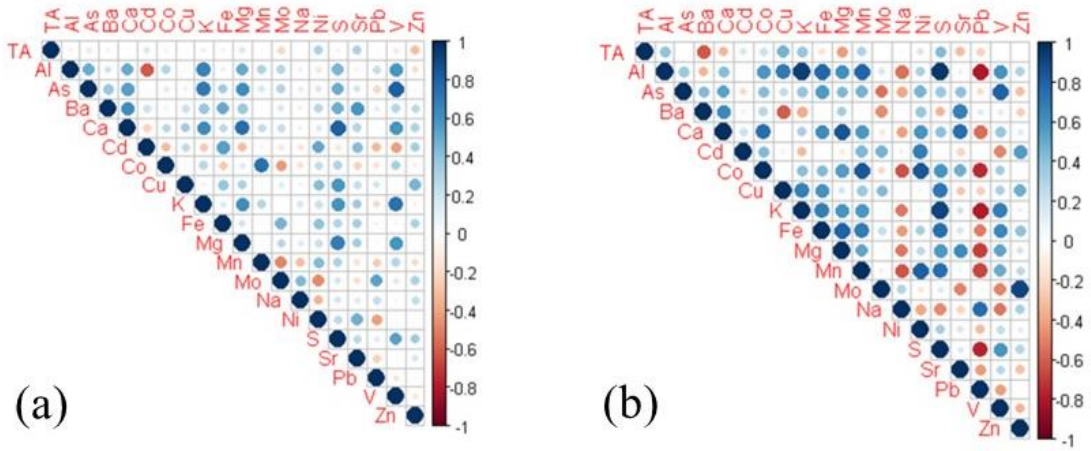
Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula nas colunas não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Scott-knott.

A erva-mate cultivada revela os menores teores de água tanto no uso de sombreamento quanto na sua ausência, 3,80% e 4,47%. Já a nativa com e sem sombreamento apresentou 5,70% e 5,40%, respectivamente. Os resultados obtidos no experimento para erva-mate nativa se assemelham com o observado por Frizon et al. (2018), que analisaram em seus estudos a erva-mate obtida em ervais nativos 5,70% de teor de água, porém os pesquisadores não evidenciaram a diferença com os ervais cultivados, pois apresentaram a média de 5,77%.

Identifica-se na erva-mate nativa com sombreamento 357,00 $\mu g.g^{-1}$ de Mn, já neste mesmo tipo de erval porém sem sombreamento 1.004,20 $\mu g.g^{-1}$, semelhante ao observado na erva de tipo cultivada. Com relação ao Chumbo, NAT apresentou maior teor nos ervais sombreados diferindo-se da erva-mate obtida em SS.

A Rede de Correlação de Pearson referente ao tipo de erva-mate, é possível destacar que a cultivada (Figura 11a) possui poucas relações positivas e negativas evidentes, quase todas se encontram dentro da neutralidade. Assim, a associação entre S-Ca e V-As são positivas, à medida Cd-Al possui uma correlação negativa. Costa et al. (2008), observaram que os resíduos de Alumínio e Óxido de Alumínio no solo podem minimizar a contaminação por Cd e Pb. Assim, ao aumentar a carga de Al no solo há a redução destes contaminantes.

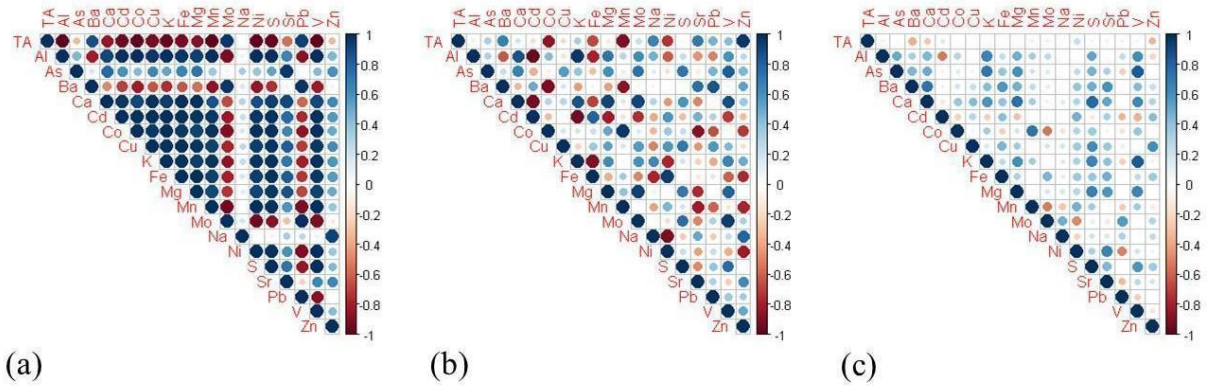
Figura 11 - Rede de correlações de Pearson entre as variáveis avaliadas no tipo de erva-mate, em (a) erva-mate cultivada; e (b) erva-mate nativa.



Já a erva-mate nativa (Figura 11b) é marcada por relações positivas entre K-Al, S-Al, S-K e Zn-Mo, enquanto Pb-Al, Pb-Co, Pb-K e Pb-S marcam as relações negativas. Os ervais

com sombreamento (Figura 12a), do qual, as correlações foram na grande parte positivas entre as variáveis. Mas, o Sódio apresentou associações evidentes com as demais variáveis.

Figura 12 - Rede de correlações de Pearson entre as variáveis avaliadas na condição de sombreamento, em (a) com sombreamento; (b) com sombreamento parcial; e (c) sem sombreamento.



A erva-mate com sombreamento parcial (Figura 12b) apresentou correlações positivas entre Mg-Ca, Mo-Ca e Mn-Co. Enquanto, Cd-Al, Cd-Ca e Co-Ba foram relações negativas. Distinguindo-se dos com sombreamento e sem sombreamento (Figura 12c), que apresentou maior ênfase em relações positivas.

5.4 CONCLUSÃO

A pesquisa revelou que o tipo de erva-mate juntamente com a condição de sombreamento influencia na composição físico-química. Desta forma, é possível concluir que estes fatores são de grande importância para classificação e consequentemente para obtenção de produtos à base de erva-mate com características físico-químicas e sensoriais distintas, possibilitando a valorização do produto a partir das condições de cultivo.

6. COMPOSIÇÃO ELEMENTAR PÓS-COLHEITA DE ERVA-MATE CULTIVADA NA REGIÃO DO ALTO TAQUARI, RIO GRANDE DO SUL

Resumo: A erva-mate possui importante papel socioeconômico, pois é produzida, principalmente, em pequenas propriedades rurais, sendo muito utilizada no preparo do chimarrão, bebida típica dos países do Mercosul. O trabalho tem como objetivo determinar a composição elementar da erva-mate produzida em dois municípios da região do Alto Taquari – RS, Arvorezinha e Ilópolis. As amostras de erva-mate cancheada utilizadas na pesquisa, tiveram a coleta de forma aleatório e em triplicata, conforme o processamento na ervateira De Valérios em Julho de 2023. Foram coletadas 19 amostras de erva-mate produzidas em Arvorezinha e 9 em Ilópolis. A determinação de As, Cd, Co, Mo, Ni, Pb e V foi feita por Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS) e Al, Ba, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, S, Sr, e Zn foram determinados por Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES). Apenas Ba, Na e Pb apresentaram diferença significativa entre os municípios, do qual foi possível observar essa diferença pela Análise de Componentes Principais, que também evidenciou comportamento distinto de Cd e Pb. Portanto, os resultados destacam a importância da origem da erva-mate com relação a qualidade final do produto, que tem sua composição físico-química alterada refletindo até mesmo em suas características sensoriais, devido ao meio de cultivo e características da região de produção.

Palavras-Chave: Composição Elementar. Produção de erva-mate. Qualidade.

6.1 INTRODUÇÃO

A erva-mate possui importante papel socioeconômico, pois é produzida, principalmente, em pequenas propriedades rurais. Sendo muito utilizada no preparo do chimarrão, bebida típica dos países do Mercosul (LONDOÑO et al., 2014). O polo do Alto Taquari, é um dos mais importantes produtores de erva-mate no Rio Grande do Sul, visto que o município de Ilópolis é conhecido como a capital da erva-mate (CHECHI et al. 2017).

A erva-mate possui cafeína, proteínas, aminoácidos essenciais, vitaminas E, C e do complexo B, entre outros nutrientes. Além de minerais como Cálcio, Potássio, Magnésio e Manganês, segundo Mejia et al. (2005). Porém, observa-se que há efeitos das etapas do processamento na composição química da erva-mate, bem como as condições de cultivo, como os fatores genéticos da planta, clima e solo, influenciam diretamente na composição e qualidade final do produto (KEMPER et al., 2022).

Assim, o trabalho tem como objetivo determinar a composição elementar da erva-mate produzida em dois municípios da região do Alto Taquari – RS, Arvorezinha e Ilópolis, a fim de comparar a composição físico-química.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de erva-mate cancheada utilizadas na pesquisa, tiveram a coleta de forma aleatório e em triplicata, conforme o processamento na ervateira De Valérios, localizada em Ilópolis – RS, em julho de 2023. Desta forma, foram coletadas 19 amostras de erva-mate produzidas em Arvorezinha e 9 em Ilópolis. Para a determinação da composição elementar, as amostras foram moídas em moinho "tipo Willey", no Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) da Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS).

Posteriormente, as amostras foram conduzidas ao Laboratório de Análises Químicas Industriais e Ambientais (LAQUIA) da UFSM. O procedimento iniciou com a decomposição das amostras de erva-mate, seguindo com a diluição. A determinação de As, Cd, Co, Mo, Ni, Pb e V foi feita por Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS, Perkin Elmer) e Al, Ba, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, S, Sr, e Zn foram determinados por Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES, Perkin Elmer).

Os resultados obtidos foram avaliados (i) estatisticamente com o software SISVAR versão 5.8 e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e (ii) por análise de componentes principais, utilizando o software RStudio.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 estão os resultados referente a composição elementar. Nesta, é possível destacar que apenas Ba, Na e Pb apresentaram diferença entre os municípios de Arvorezinha e Ilópolis.

A quantidade de Ba e Pb foram maiores em Arvorezinha. Sendo que, o Bário é mineral muito ligado à constituição da rocha de formação do solo, e que não é um elemento essencial aos seres humanos, assim explicando a diferença entre os municípios analisados.

Tabela 4 - Composição elementar de amostras de erva-mate produzidas em Arvorezinha – RS e Ilópolis – RS.

Cidade	**Al (µg.g^{-1})**	**As (µg.g^{-1})**	**Ba (µg.g^{-1})**	**Ca (µg.g^{-1})**	**Cd (µg.g^{-1})**	**Co (µg.g^{-1})**	**Cu (µg.g^{-1})**
Arvorezinha	214,68a	0,097a	67,67a	7011a	0,899a	0,223a	8,79a
Ilópolis	214,88a	0,099a	61,09b	6912a	0,852a	0,258a	8,36a
C.V. (%)	27,82	31,87	14,53	14,11	40,08	58,09	14,94
Média	214,75 ^{NS}	0,097 ^{NS}	65,56*	6979 ^{NS}	0,883 ^{NS}	0,234 ^{NS}	8,65 ^{NS}

Cidade	**K (µg.g^{-1})**	**Fe (µg.g^{-1})**	**Mg (µg.g^{-1})**	**Mn (µg.g^{-1})**	**Mo (µg.g^{-1})**	**Na (µg.g^{-1})**	**Ni (µg.g^{-1})**

Arvorezinha	70,87a	8845a	4633a	1130a	0,140a	44,40b	2,21a
Ilópolis	73,74a	8581a	4383a	1072a	0,138a	55,48a	1,88a
C.V. (%)	42,81	14,44	18,86	47,64	46,32	34,29	78,81
Média	71,79 ^{NS}	8761 ^{NS}	4553 ^{NS}	1112 ^{NS}	0,139 ^{NS}	47,96*	2,10 ^{NS}

Cidade	**S (µg.g^{-1})**	**Sr (µg.g^{-1})**	**Pb (µg.g^{-1})**	**V (µg.g^{-1})**	**Zn (µg.g^{-1})**
Arvorezinha	1044a	35,03a	0,248a	0,258a	68,95a
Ilópolis	1012a	32,94a	0,187b	0,254a	73,84a
C.V. (%)	12,44	21,78	54,89	30,16	29,12
Média	1034 ^{NS}	34,36 ^{NS}	0,228*	0,257 ^{NS}	70,52 ^{NS}

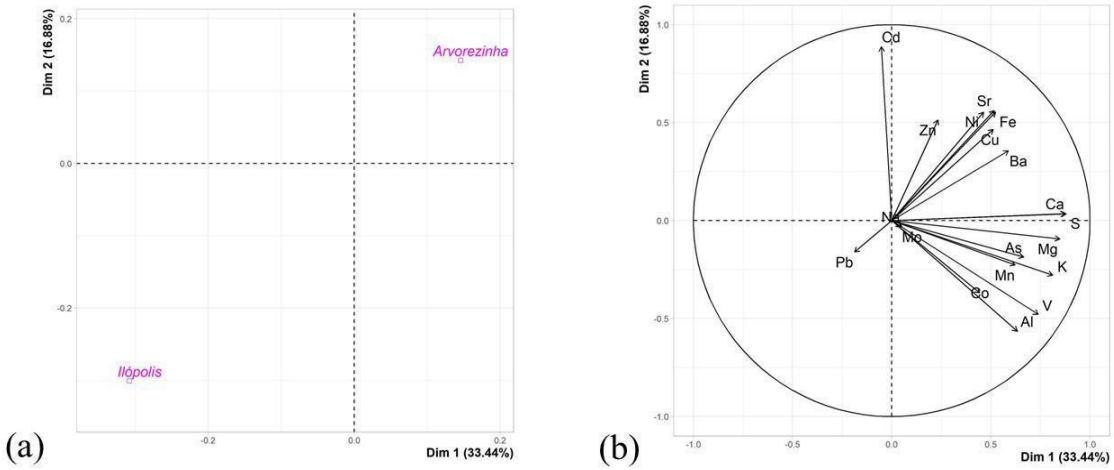
^{NS}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P<0,05); C.V.: coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O estudo Frigo et al. (2020), analisou a concentração de metais e macronutrientes em cultivos de erva-mate e em solos adjacentes a rodovias no município de Erechim e Ilópolis, Rio Grande do Sul, mostrou que a proximidade da estrada não alterou os níveis naturais de metais pesados no solo e tecidos de erva-mate. Porém, o Chumbo foi o único elemento que apresentou variação significativa em Ilópolis, com um aumento relativo de 1,7% do menor para o maior valor em pontos localizados a 10 e 50 m de distância da estrada, respectivamente.

A Análise de Componentes Principais (Figura 13) evidenciou a distinção da composição da erva-mate entre os municípios analisados, pois cada um localizou-se em quadrante. Já a análise das variáveis observadas no estudo (Figura 13b), mostrou diferença no comportamento de Cd e Pb, possivelmente essas diferenças ocorrem devido a fatores como clima, solo, manejo, entre outros.

Ulbrich et al. (2022), ao realizar uma análise multi-elementar de amostras comerciais de erva-mate, verificaram que embora os níveis totais de Cd nos na erva-mate estavam frequentemente acima dos permitidos pela legislação da América do Sul, a ingestão diária estimada não indicou risco associada à bebida chimarrão, devido sua solubilidade na infusão. Entretanto, os autores afirmam que consumo da erva-mate é seguro e contribui para a ingestão de nutrientes, mas sugerem para que haja uma revisão dos valores de referência de Cd e Pb, 0,4 e 0,6 mg kg^{-1} respectivamente, na erva-mate comercializada na América do Sul.

Figura 13: Análise de componentes principais, em (a) fatores de estudo; e em (b) variáveis analisadas.



6.4 CONCLUSÃO

O cultivo de erva-mate nos municípios do Alto Taquari, se distinguem, principalmente, devido aos elementos Ba, Na e Pb. Portanto, os resultados destacam a importância da origem da erva-mate com relação a qualidade final do produto, que tem sua composição físico-química alterada refletindo até mesmo em suas características sensoriais, devido ao meio de cultivo e características da região de produção.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho abordou a influência dos aspectos produtivos na qualidade da erva-mate, um importante produto agrícola e cultural da América do Sul, especialmente no Brasil. A pesquisa foi estruturada em três capítulos, cada um focando em diferentes variáveis que afetam a composição e a qualidade da erva-mate pós-colheita.

Os resultados obtidos demonstraram que a erva-mate cultivada apresenta teores superiores de macro e microminerais em comparação à erva-mate nativa, o que sugere que as práticas agrícolas e as condições de cultivo têm um impacto significativo na qualidade nutricional do produto. No entanto, a erva-mate nativa é frequentemente mais valorizada pela indústria devido às suas características sensoriais, refletindo a complexidade da valorização do produto no mercado.

Além disso, a pesquisa evidenciou que as condições de sombreamento e o tipo de cultivo (nativo ou cultivado) influenciam a composição físico-química da erva-mate, afetando

diretamente seu teor de água e a presença de elementos como manganês e chumbo. A análise de correlações entre os diferentes minerais revelou interações que podem ser exploradas para otimizar o manejo e a produção da erva-mate, visando a melhoria da qualidade do produto.

Por fim, a pesquisa ressaltou a importância de considerar não apenas a composição mineral, mas também as características sensoriais e físico-químicas na avaliação da qualidade da erva-mate. A combinação de práticas agrícolas adequadas e conhecimento das condições de cultivo é fundamental para a produção de erva-mate de alta qualidade, contribuindo para a sustentabilidade da cadeia produtiva e a valorização do produto no mercado. A continuidade de estudos nessa área é recomendada para aprofundar o entendimento sobre as variáveis que afetam a qualidade da erva-mate e para promover práticas que garantam a excelência do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONFATTI JÚNIOR, E. A. et al. Mapeamento do processo produtivo de erva-mate. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 82-98, 2018.

CALEGARI, A.; BORTOLUZZI E. G.; MARQUEZI, S. L. Um novo modelo de armazenagem para a erva-mate. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, UNOESC, v. 4 n. 1, p. 55–66, 2005.

CAZES, J. (editor). **Analytical Instrumentation Handbook**. 3. ed. Nova York: Marcel Dekker, 2005.

CHECHI, L. A. et al. Territoriais e desenvolvimento: Estudo da articulação pela indicação geográfica da erva-mate no polo ervateiro Alto Taquari- RS. **Revista Estratégia e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 38-57, 2017.

COSTA, E. T. S. et al. Subproduto da indústria de Alumínio como amenizante de solos contaminados com Cádmio e Chumbo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2533-2546, 2008.

CROGE, C. P. et al. Yerba mate: cultivation systems, processing and chemical composition. A Review. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 78, n. 5, p. e20190259, 2021.

DA CROCE, D. M. Poda de erva-mate: novos métodos desenvolvidos pela EPAGRI. In: Congresso Sul-Americano da Erva-Mate,1. **Anais [...]**. EMBRAPA-CNPF. Colombo, PR, 1997. p. 351-357.

DA LUZ, M. **Carijós e barbaquás no Rio Grande do sul: resistência camponesa e conservação ambiental no âmbito da fabricação artesanal de erva-mate**. 2011. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2011.

DANIEL, O. **Erva-mate: sistema de produção e processamento industrial**. 1. ed. Mato Grosso do Sul: Dourado, 2009. 288 p. ISBN 978-85-61228-52-1.

DŁUGASZEK, M.; KASZCZUK, M. Assessment of the nutritional value of various teas infusions in terms of the macro and trace elements content. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 59, p. 126428, 2020.

DUBOC, E. Cultivo da erva-mate em sistemas agroflorestais. *In*: PEZARICO, C. RETORE, M. **Tecnologias para a agricultura familiar:** EMBRAPA agropecuária oeste de Dourados, MS, 2018. p. 103-113.

EMBRAPA**.** Silvicultura da erva-mate. In: Anais do X Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais. **Anais [...].** EMBRAPA-CNPF. Curitiba, PR, 1985. p. 55.

ERVATEIRA BARONESA. **Curiosidades**. Disponível em: https://ervateirabaronesa.com.br/category/curiosidades/page/3/. Acesso em: 11 nov. 2024.

ESMELINDRO, M. C. et al. Caracterização físico-química da erva-mate: Influência das etapas do processamento industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 193-204, 2002.

FRIGO, C. et al. **Influence of roadways on heavy metal content in soils and yerba mate tissue in southern Brazil.** Management of Environmental Quality, v. 31, n. 6, p. 1477-1495, 2020.

FRIZON, C. N. T. et al. Novel beverages of yerba-mate and soy: bioactive compounds and functional properties. **Beverages**, v. 4, n. 21, p. 1-11, 2018.

GAWRON-GZELLA, A. et al. Yerba Mate—A Long but Current History. **Nutrients**, v. 13, p. 3706, 2021.

GAZETA DO POVO. **Erva-mate um sonho que renasce.** 2010. Disponível em: https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/colunistas/nostalgia/erva-mate-um-sonho-que-renasce-ah8xemnp806qode63rzn5ctvy/. Acesso em: 11 nov. 2024

GOBBO, L. N.; LOPES, N. P. Plantas Medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GOULART, I. C. G. R. et al. Fatores que afetam a produtividade na cultura da erva-mate. **Ciência florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1345-1367, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: Agosto de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal, tabela 5457**. [s.d.], 2022. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457. Acesso em: 10 ago. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção de erva-mate (cultivo).** [s.d.], 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/erva-mate-cultivo/br. Acesso em 19 de setembro 2024.

KEMPER, H. et al. Climatic effects on argentina's traditional drink – A Machine Learning based yerba mate productivity prediction**. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 3, p. 423-430, 2022.

LI, H. et al. Integrated application of inorganic and organic fertilizer enhances soil organo-mineral associations and nutrients in tea garden soil. **Agronomy**, v. 12, n. 6, p. 1330, 2022.

LONDOÑO, V. A. G. et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in yerba mate (*Ilex paraguariensis*) from the Argentinean market. **Food Additives & Contaminants**, v. 7, n. 4, p. 247-253, 2014.

MACCARI JUNIOR, A**. Análise do pré-processamento da erva-mate para chimarrão**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

MEJIA, E. G. et al. Effect of yerba (*Ilex paraguariensis*) tea on topoisomerase inhibition and oral carcinoma cell proliferation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 6, p. 1966-1973, 2005.

NOGUEIRA, R. C. ; PEREIRA, J. R. **Prognóstico agropecuário.** Erva Mate 2021/2022. Departamento de Economia Rural – DERAL, Divisão de Conjuntura Agropecuária. ISSN 2764-2887, v. 13, n.39, 2021.

PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I.C.G.R. **Erva 20: Sistema de Produção de Erva-mate**. Brasília: EMBRAPA, 2019.

REGISTRON. **Empacotadoras**. Disponível em: https://lp.registron.com.br/empacotadoras/. Acesso em: 11 nov. 2024.

SECRETARIA ESTADUAL DA CULTURA - RS. **Iphae apresenta painel sobre inovações na patrimonialização da erva-mate.** 2023. Disponível em: https://cultura.rs.gov.br/iphae-apresenta-painel-sobre-inovacoes-na-patrimonializacao-da-erva-mate-tradicional. Acesso em: 10 nov. 2024

SMITH, D. R.; NORDBERG, M. General Chemistry, Sampling, Analytical Methods, and Speciation. In: NORDBERG, G. F. et al. **Handbook on the Toxicology of Metals**. 4. ed. Londres: Academic Press, 2015.

SOUZA, J. L. M. et al. Teores de nutrientes foliares em plantas de erva-mate em função da posição e orientação geográfica da copa, em Guarapuava-PR. **Scientia Agricola**, v. 9, n. 1, p. 49-58, 2008.

TECMATE. **Produtos**. Disponível em: https://www.tecmate.ind.br/index.php/produtos. Acesso em: 11 nov. 2024.

ULBRICH, N. C. M. et al. Multi-elemental analysis and health risk assessment of commercial yerba mate from Brazil. **Biological Trace Element Research**, v. 200, n. 3, p. 1455–1463, 2022.

VALDUGA, A. T. **Uso sustentado e processamento de *Ilex paraguariensis* St. Hil (Erva-Mate)**. 2002. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2002.

VESTENA, L. R.; SANTOS, E. R. Dinâmica têmporo-espacial da territorialização de produção da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no Brasil de 2008 a 2018. **Revue Franco-Brêsilienne de Géographie**, v. 55, 2022.

VIEIRA, M. A. et al. Thermal condition of mate (*Ilex paraguariensis*) processing. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 53, n. 10, p. e20220178, 2023.