

**PRISCILLA DORS**

**TEOR DE ELEMENTOS EM INFUSÃO DE ERVA-MATE EM DIFERENTES  
TEMPERATURAS**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Ciências do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de mestre

Orientadora: Dra. Mari Lucia Campos

**LAGES, SC**

**2017**



## FICHA CATALOGRÁFICA

Dors, Priscilla Teor de elementos em infusão de ervamate em diferentes temperaturas / Priscilla Dors. - Lages, 2017. 89 p.

Co-orientador: David José Miquelluti Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Do Solo, Lages, 2017.

1. Elementos tóxicos. 2. saúde humana. 3. chás. I. Campos, Mari Lucia . II. Miquelluti, David José. , .III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Do Solo. IV. Título.



**PRISCILLA DORS**

**TEOR DE ELEMENTOS EM INFUSÃO DE ERVA-MATE EM DIFERENTES  
TEMPERATURAS**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciências do Solo como  
quesito parcial para obtenção de título de mestre.

**Banca Examinadora**

Orientadora: -----  
Prof. Dra. Mari Lucia Campos  
CAV-UDESC

Co-orientador: -----  
Prof. Dr. David José Miquelutti  
CAV-UDESC

**Membros:**

-----  
Dr. Djalma Eugenio Schimitt

-----  
Dr.(a) Gessiane Ceola

**Lages, SC 17 de fevereiro de 2017**



Dedico, à minha família, pai, mãe  
irmã e noivo por todo o carinho,  
amor e apoio. Amo vocês!



## AGRADECIMENTOS

É necessário agradecer à Deus pela vida, pelas conquistas obtidas, por colocar pessoas em minha vida pelas quais eu devo muito.

A meus pais Delcio Dors e Sueli Dors, meu infinito agradecimento por serem meu esteio, minha base, me apoiarem, incentivarem e acreditarem em meus sonhos. Obrigada por tudo que fizeram e fazem por mim!

Minha irmã Ingrid Dors, por se dar ao trabalho de parar seus estudos por alguns minutos só para me escutar, falar sobre erva-mate, sobre as aulas, conteúdos, toda empolgada sempre, mesmo quando achava que não iria dar nada certo. Obrigada por dividir mais uma etapa de minha vida ao meu lado.

Ao meu noivo, Felipe Gamba (Quase esposo, faltam apenas 2 meses) por me incentivar todos os dias, me pondo para cima e me fazendo acreditar que posso mais do que eu imagino. Devido ao seu companheirismo, amizade, amor, paciência este trabalho pode ter sido executado com mais leveza. Obrigada por ter feito o meu sonho, se tornar o nosso sonho.

A professora Dra. Mari Lucia Campos, por mais uma vez acreditar em mim e ser muito mais que uma orientadora. Fostes uma amiga, confidente, psicóloga e mãe. Eu devo muito a ti, pelos ensinamentos, por oportunizar este trabalho e sonho. Por acreditar quando nem eu acreditava que conseguiria. Tenho imensa admiração pela profissional que és.

Ao professor Dr. David Miquelluti sempre disponível e disposto a ajudar, um amigo, co-orientador. Uma pessoa admirável tanto na sua vida profissional quando pessoal. Obrigada por dividir comigo este momento e por acreditar em mim.

Aos meus colegas de laboratório, só tenho que agradecer muito, pelo carinho, por dividir horas de trabalho, por me ajudarem sempre. Em especial ao Andrei, que dividiu comigo todas as etapas do projeto e a disciplina de docência, todas as alegrias e tristezas. Obrigada pela parceria. A Humbelina, pelas conversas, trocas de conhecimento, risadas e aprendizados.

Aos amigos que fiz, só tenho a agradecer o carinho e a amizade de vocês Tamara e Gabriel.

Aos professores da pós-graduação, por todo o conhecimento repassado, atenção, e dedicação à nós.

Agradeço também a CAPES, pela concessão de bolsa.

Finalmente gostaria de agradecer ao Centro de Ciência Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC-CAV) por proporcionar-me a busca pelo conhecimento científico.

Ninguém vence sozinho! Obrigada a todos!



“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)



## RESUMO

Dors, Priscilla. **Teor de elementos em infusão de erva-mate em diferentes temperaturas**, 2017. Dissertação de mestrado, curso de pós-graduação em Ciências do Solo. Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências Agroveterinárias. Lages, 2017.

Esse trabalho teve como objetivo quantificar os teores via digestão ácida e solúveis em infusão dos elementos essenciais Ca, Mg, N, Cu, Mn e Zn dos elementos tóxicos Al, Cd e Pb em quatro marcas de erva-mate comercializadas na cidade de Lages-SC. As amostras de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) foram adquiridas comercialmente em supermercados da cidade de Lages, SC. foram selecionadas quatro marcas de erva-mate comerciais. Todas as amostras, possuem a mesma data de fabricação, mês de março de 2016. A moagem é do tipo PN-1. As amostras foram secas em estufa à 65 °C por 24 h, trituradas e peneiradas em malha 2mm. Para o teor total utilizou-se a digestão nitro-perclórica, de acordo com o Manual de Métodos de Análises de Tecidos utilizados na Embrapa e para o teor total de N, foi utilizado o método de digestão sulfúrica. Para a infusão foi pesado 1,5 g de erva-mate para 10 ml de água deionizada, com tempo de contato de 10 minutos, em temperaturas de 70 ,80 e 90 °C. A quantificação dos elementos foi realizada em ICP-OES. Em média os maiores teores obtidos para todos os elementos em infusão foi a 70 °C. Os nutrientes Ca, Mg, N, Cu, Mn e Zn foram transferidos para o chimarrão. Os teores de Cd em infusão encontram-se acima dos valores máximo permitidos pela legislação para infusões. Entretanto para teor Pb, apenas a marca M4 encontra-se acima do permitido.

PALAVRAS-CHAVE: Elementos tóxicos, saúde humana, chás



## ABSTRACT

Dors, Priscilla. **Content of elements in infusion of yerba mate at different temperatures**, 2017. Master's thesis, postgraduate course in soil science. University of the State of Santa Catarina. Center of Agroveterinary Sciences. Lages, 2017.

The aim of this work was to quantify the acidic and soluble contents of the essential elements Ca, Mg, N, Cu, Mn and Zn of the toxic elements Al, Cd and Pb in four brands of yerba mate marketed in the city of Lages- SC. Samples of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) Were commercially purchased from supermarkets in the city of Lages, SC. Four brands of commercial yerba mate were selected. All samples have the same date of manufacture, March 2016. The grinding is type PN-1. The samples were oven dried at 65 C ° for 24 h, crushed and sieved in 2 mm mesh. For the total content, the nitro-perchloric digestion was used according to the Manual of Methods of Tissue Analysis used in Embrapa and for the total N, content the sulfur digestion method was used. Infusion was weighed 1.5 g of yerba mate to 10 ml of deionized water, with contact time of 10 minutes, at temperatures of 70, 80 and 90 °C. The quantification of the elements was performed in ICP-OES. On average, the highest levels obtained for all infused elements were at 70 ° C. The nutrients Ca, Mg, N, Cu, Mn and Zn were transferred to the chimarrão. The levels of infused Cd are above the maximum values allowed by the legislation for infusions. However, for Pb content, only the M4 mark is above permitted.

**key words:** Toxic elements, human health, teas



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Folhas de <i>Ilex paraguariensis</i> St.Hil. ....	30
Figura 2 - Mapa da área de ocorrência natural da erva-mate. ....	32
Figura 3 - Fluxograma das etapas do processo industrial da erva-mate. ....	36
Figura 4 - Valores dos componentes presentes nas infusões à quente e a frio de erva-mate, com valores de doses diárias recomendadas pela legislação brasileira .....	38
Figura 5 - Concentrações de chumbo em alimentos nos EUA derivadas de dados da agência de proteção ambiental (US-EPA).....	46
Figura 6 - Ministério da Saúde. Limites máximos de Chumbo para alimentos no Brasil.....	46



## LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Teores determinados pelo método Embrapa solos (1999) e quantificados por ICP-OES e certificados das amostras de digestão ácida NIST SRM 1575 e Limite de Detecção – LDQ ..... 52
- Quadro 2 - Limite de detecção qualitativo para Al, Cd, Cu, Mn, Pb, Ca e Mg em Teores determinados via infusão das amostras em branco para os elementos e Limite de Detecção - LDQ ..... 53



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Teores obtidos via digestão ácida de macronutrientes, micronutrientes e elementos-tóxicos em quatro diferentes marcas de erva-mate comercial. .... 54
- Tabela 2 - Teores de macronutrientes e micronutrientes em diferentes temperaturas e marcas em infusão de erva-mate comercial. Primeiro extrato..... 56
- Tabela 3 - Teores de elementos tóxicos em diferentes temperaturas e marcas em infusão de erva-mate comercial. Primeiro extrato. .... 58



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	25
1.1	OBJETIVOS .....	27
1.1.1	Objetivo geral .....	27
	<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b> .....	27
2	HIPÓTESES .....	28
3	REFERENCIAL TEÓRICO .....	29
3.1	ERVA-MATE ( <i>Ilex paraguariensis</i> St.Hil.) .....	29
	3.1.1 <b>Ocorrência da espécie</b> .....	30
3.2	IMPORTÂNCIA CULTURAL E SOCIAL DA ERVA .....	32
	<b>3.2.1 Economia da erva-mate</b> .....	33
	<b>3.2.2 Processamento e beneficiamento da erva-mate</b> .....	35
3.3	PODER NUTRACÊUTICO E EFEITOS BENÉFICOS DA ERVA-MATE À SAÚDE HUMANA .....	36
	<b>3.3.1 Efeitos Maléficos a saúde humana</b> .....	40
3.4	CÁDMIO E A SAÚDE HUMANA .....	43
3.5	CHUMBO E A SAÚDE HUMANA .....	44
3.6	ALUMÍNIO E A SAÚDE HUMANA .....	48
4	MATERIAIS E MÉTODOS .....	51
4.1	TEOR VIA DIGESTÃO .....	51
4.2	INFUSÃO .....	52
4.3	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	53
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	54
5.1	TEORES TOTAIS .....	54
5.2	TEORES DE ELEMENTOS ESSENCIAIS NA INFUSÃO .....	55
	<b>5.2.1 Elementos tóxicos</b> .....	58
6	CONCLUSÃO .....	60
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
8	ANEXOS .....	89

## 1 INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.) é originária das regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, ocorrendo naturalmente na Argentina, Brasil e Paraguai. Por volta de 80% do total da produção está no Brasil, distribuindo-se entre os Estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul (MACCARI, et al., 2000). Santa Catarina é o terceiro maior produtor e consumidor de erva-mate do país. 16% da produção brasileira são exportadas para pelo menos 30 países, como Uruguai, Chile, Estados Unidos, Alemanha, França entre outros. Atualmente, há falta de matéria prima e há uma valorização do produto, por isso, os estados estão incentivando a produção e a substituição de lavouras de fumo por erva-mate (IBRAMATE, 2014).

A cultura da erva-mate tem grande valor comercial e social principalmente no sul do país. No Rio Grande do Sul, foi considerada a árvore símbolo do estado. As folhas, ramos finos são processados e beneficiados para darem origem a subprodutos, como, bebidas estimulantes feitas por infusões, sendo quente, “Chimarrão” ou a frio “Tererê”, e das folhas prepara-se o “chá mate”. (SAIDELLES et al., 2003; SAIDELLES et al., 2010). A erva-mate é utilizada como corantes, na culinária em pratos diversos, pães, bolos e bolachas, nas indústrias de sorvetes, gelatinas, chicletes e cosméticos. A ingestão de produtos à base de erva-mate pode trazer inúmeros benefícios à saúde, como efeitos hipocolesterolêmicos, hepatoprotetivo, estimulante do sistema nervoso central, diurético e antioxidante. Foram detectadas também na erva-mate a presença de muitas vitaminas e metais (STAGG & MILLIN, 1975). Hoje já se sabe que a erva-mate possui propriedades curativas. Frequentemente, essa planta é usada para o tratamento de artrite, digestão lenta, doença no fígado, dor de cabeça, reumatismo e obesidade, entre outros (REZENDE, 2006). Dentre os subprodutos que a erva-mate oferece, o chimarrão é o mais conhecido e acessível à população, sem contar que o hábito de usar espécies vegetais ou plantas medicinais em infusões, para tratamentos de doenças tem relatos milenares (BADKE, 2008). Contudo, para consumi-lo deve haver segurança alimentar, devido a possíveis contaminações por elementos tóxicos e outros resíduos, uma vez que, as infusões em sua maioria têm a capacidade de extrair componentes minerais solúveis em água, principalmente elementos tóxicos. A presença de elementos contaminantes tais como, Al, Cd e Pb em diversas infusões ocorre, geralmente, devido a contaminação do solo por meio de fertilizantes ou por águas poluídas pela ação industrial ou de mineração, também, durante a etapa de processamento dos chás, quando as espécies vegetais ficam em contato com os

utensílios industriais (HAN et al., 2005), ou também via teores naturais de solos associados a pH baixo. Porém, pouco se sabe sobre a contaminação química de chás de ervas, principalmente sobre elementos tóxicos. O chimarrão tem fins terapêuticos e nutricionais, e seu uso contínuo leva a uma inquietação com relação aos efeitos que possam ter sobre a saúde humana, principalmente os relacionados à contaminantes (MOHAMED et al., 2003).

O controle de qualidade da procedência da erva-mate consumida se faz necessária devido ao risco potencial de contaminação dos seres humanos por elementos tóxicos. Diante do exposto, objetivou-se quantificar os teores totais e solúveis em infusão dos elementos tóxicos Al, Cd e Pb e dos essenciais Ca, Mg, N, Cu, Mn, e Zn em quatro marcas de erva-mate comercializadas na cidade de Lages-SC

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Avaliar os teores de Ca, Mg e N, Cu, Mn e Zn e dos elementos tóxicos Al, Cd, e Pb em infusão de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil), em diferentes temperaturas, simulando o hábito de tomar a bebida quente e via digestão ácida.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Comparar teores de Ca, Mg e N, Cu, Mn e Zn e dos elementos tóxicos Al, Cd, e Pb entre diferentes marcas após infusão de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil), em diferentes temperaturas e via digestão ácida.

## **2 HIPÓTESES**

O Al, Cd e Pb presentes na planta *Ilex paraguariensis* St.Hil são transferidos para a infusão em baixas concentrações e não oferecem risco potencial à saúde.

Macronutrientes e micronutrientes são transferidos em pequenas quantidades para a água do chimarrão.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St.Hil.)

A classificação de *Ilex paraguariensis*, se deve ao naturalista francês Auguste de Saint-Hilaire, em 1822. O termo *paraguariensis* deriva, provavelmente, de Paraguari, nome de pequena localidade do Paraguai, ou de Paraguaia, nome latino daquele País. Quanto à denominação *paraguariensis*, atribuída a uma planta cuja área de ocorrência é muito maior no Brasil, ainda, existe a possibilidade de que a classificação se deva ao fato de ter sido encontrada por St. Hilaire primeiro no Paraguai (OLIVEIRA e ROTTA, 1985). Ela pertence às Angiospermas, da classe Dicotiledôneas, sub-classe Archiclamydeae, a família Aquifoliaceae e ao gênero *I.*

O gênero *Ilex*, possui em torno de 600 espécies (GILBERT, 2005). Dentre as mais populares no mundo destacam-se *I. aquifolium* L. (Europa), *I. Opaca* Ait (América do Norte) e *I. cornuta* Lindley (Ásia), das quais seus ramos e frutos se tornam importantes nas festividades, como o Natal (JACQUES, 2005).

A *Ilex paraguariensis* é uma espécie dióica, sua floração ocorre dos meses de setembro a dezembro, possui pétalas coloridas para atração de animais, uma vez que sua polinização é realizada por insetos (OLIVA, 2007). A frutificação ocorre de dezembro a abril possui frutos carnosos, sua coloração muda durante a formação e maturação, passando de verde, vermelho à roxo.

É uma planta perenifólia, esciófita, seletiva higrófito característica das matas de pinhais e pode atingir até 100 anos de idade (LORENZI, 2000; GREGIANINI e WINGE, 2000; GERHARDT, 2013; MARIATH, 1995). Apresenta ramificação racemosa, copa baixa, densifoliada e folhagem verde-escura, característica bem marcante da espécie. Suas folhas são simples alternadas, subcoriáceas até coriáceas, glabras, verde-escuras na parte superior e mais claras na parte inferior, o limbo foliar é obovado, as margens são do tipo serrilhadas ou denteadas, nervuras laterais pouco impressas na parte superior da folha, porém, bem visíveis na parte inferior (Figura 1) (OLIVA, 2007).

Figura 1 - Folhas de *Ilex paraguayensis* St.Hil.



Fonte: Produção próprio autor, 2015.

### 3.1.1 Ocorrência da espécie

A erva-mate, atinge aproximadamente 540.000 km<sup>2</sup>, abrangendo os territórios do Brasil, Paraguai e Argentina situados entre as latitudes 21° e 30 °S e longitudes de 48° 30' e 56° 10' W, com altitudes variando entre 500 e 1.000 m (OLIVA, 2007), podendo ocorrer em regiões situadas fora desses limites, porém de maneira mais esparsa (SAIDELES et al., 2003).

No Brasil ela pode ser encontrada nos estados de Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Figura 2), correspondendo a uma área de 450.000 km<sup>2</sup> coincidindo com as áreas das bacias hidrográficas dos Rios Paraná, Paraguai, Iguazu e Uruguai e algumas de suas sub bacias, Rio Turvo e Ijuí no Rio Grande do Sul e Rio Negro na divisa com os estados de Santa Catarina e Paraná (OLIVA, 2007; GEHARDT, 2013).

De acordo com Lorenzi (1992), a sua ocorrência está associada à altitude, em terrenos de 400 a 800 metros de altitude acima no nível do mar há uma maior ocorrência da espécie. Gehardt (2013), afirma que, o paranaense Romário Martins que é uma das autoridades no estudo de erva-mate encontrou *Ilex paraguayensis* silvestre nos estados de Minas Gerais e São Paulo, assim como os autores, Alencar (1960), Linhares (1969) e ainda, Bello (1908), relataram ter encontrado exemplares da espécie nos estados do Rio de Janeiro, Goiás e Espírito Santo.

A espécie se adapta bem a locais de sombreamento, crescendo espontaneamente em sub-bosques de pinhais, principalmente em Floresta Ombrófila Mista de Montana com ocorrência de *Araucária angustifolia* (CARVALHO, 2003), ocorrendo outras espécies em conjunto, proporcionando sombreamento como espécies pertencentes às famílias, Lauraceae, Myrtaceae, Asteraceae, Fabaceae entre outras.

A erva-mate é predominantemente encontrada em climas do tipo Cfb seguidos de Cfa de acordo com a classificação de Köppen, abrange áreas com chuvas regulares, distribuídas por todos os meses do ano, portanto encontrados em climas mais úmidos com variações de temperatura do mês mais quente superiores ou inferiores a 22° C (SAIDELES et al., 2003, OLIVEIRA e ROTTA, 1985).

A erva-mate se desenvolve bem em solos úmidos e bem drenados (MARTINS, 1949; OLIVEIRA E ROTTA, 1985; SAIDELLES et al., 2003), não ocorrendo em solos hidromórficos. É tolerante a solos de baixa fertilidade natural, se desenvolve em solos degradados, e se adapta bem em solos com baixo teor de nutrientes e alto teor de alumínio trocável (MEDRADO et al., 2000). Aliás, a maioria dos solos de plantios de espécies florestais apresentam baixa fertilidade natural, ou seja, baixos valores de bases trocáveis e de fósforo disponível, baixa capacidade de troca de cátions e alta saturação por alumínio. Como a espécie é altamente tolerante ao acúmulo de alumínio em suas folhas, se adapta a solos alíticos (FOSSATI & REISSMANN, 1997). Ainda, se desenvolve bem em solos com valores de pH baixo, contudo, não suporta solos compactados, ou pedregosos. Em torno de 80% de seu sistema radicular concentrar-se na camada superficial (MEDRADO et al., 2000).

A textura é muito variável, dando preferência a solos que se mostrem em equilíbrio quanto a presença de areia, argila e silte. A ocorrência é mais frequente em solos de textura média (entre 15 e 35% de argila) e argilosa (acima de 35%). Em solos constituídos por areias quartzosas (abaixo de 15% de argila), a espécie é raramente encontrada (OLIVEIRA e ROTA, 1985).

A erva-mate é encontrada em solos da Formação Serra Geral constituída por basalto e rochas afins, com presença predominante de Latossolos, estes, muito intemperizados, lixiviados, argilosos, permeáveis, ácidos à ligeiramente ácidos e medianamente férteis (RESENDE et al., 2000; SAIDELES et al., 2003).

Figura 2 - Mapa da área de ocorrência natural da erva-mate.



Fonte : UFRGS [http://www.ufrgs.br/alimentus1/objetos/erva-mate/agri\\_regioes.html](http://www.ufrgs.br/alimentus1/objetos/erva-mate/agri_regioes.html)

### 3.2 IMPORTÂNCIA CULTURAL E SOCIAL DA ERVA

O uso mais remoto da erva-mate refere-se aos quichuas, povos aborígenes do Peru, pertencentes à civilização Inca. A palavra Mate, deriva do vocabulário quíchua “mati” significando, porongo, cuia. Hoje, esta palavra utilizada para designar a bebida em si (BOGUSZEWSKI, 2007).

Quando os colonizadores espanhóis chegaram, conheceram a “erva do Paraguai” e que logo se tornou um hábito, chegando a ser consumida pelas mulheres da corte, porém, durante esses primeiros anos muitos não aceitavam o seu consumo, e conseguiram que a bebida fosse proibida, garantindo até mesmo prisão a quem descumprisse as ordens. A proibição veio, por acreditarem que a bebida causava danos à saúde, viciava, e era chamada de “erva do diabo”, por ter efeitos afrodisíacos e por afastar os religiosos da igreja, era conhecida como a erva do pecado.

Segundo, Boguszewski (2007), com o contato direto dos espanhóis com os Guaranis e outros povos que habitavam a região do Guaíra, o uso se tornou constante da bebida que os índios chamavam de Caá-i (água de erva), feita com as folhas da árvore que chamavam de Caá. A bebida se tornou ainda mais difundida com as missões jesuíticas (1610-1768), que ocuparam a maior parte do território natural da erva-mate, e aperfeiçoaram o cultivo da planta, incentivaram o comércio e exportação, conseguindo das autoridades espanholas monopólio para fabrico da erva. Com a expulsão dos espanhóis e chegada dos portugueses, São Paulo firmou o hábito de tomar o chá entre os povos mais simples. Verificou-se também

que os índios Caingangos que habitavam o planalto curitibano conheciam a erva-mate, a qual denominavam congoin.

A bebida é feita em porongo pequeno, utilizando um canudo de taquara; na base, há um traçado de fibras para impedir que as partículas das folhas sejam ingeridas (ROSA, 2008). Ainda, é comumente utilizado bombas de alumínio, inox e alpaca em substituição ao canudo de taquaras, e os porongos são encontrados de diversos tamanhos.

O ato de tomar o chimarrão é uma tradição. Giddes (1991), diz que a tradição “contribui de uma maneira básica para a segurança ontológica na medida em que mantém a confiança na continuidade do passado, presente e futuro e vincula esta confiança a práticas sociais rotinizadas”.

A prática do uso do chimarrão, tem algumas particularidades e rituais, ele geralmente é servido em rodas de mate, que envolve uma troca de sociabilidade, momentos de partilhas, confraternização, momentos em que as pessoas contam causos, riem, falam e gesticulam (DURAYSKI, 2013). O mate tem por objetivo a hospitalidade. Muitas vezes as pessoas oferecem as visitas o mate, como sinal de boa recepção. Durayski (2013), afirma que, em cidades pequenas é comum o chimarrão ser tomado nas calçadas e oferecido às pessoas que passam por ali.

Toda a tradição se mantém porque possui determinado significado para os homens do presente. Então, se essa tradição do chimarrão ainda existe, é porque possui um significado para o homem (DURAYSKI e FONSECA, 2014).

### **3.2.1 Economia da erva-mate**

A pesar dos colonizadores espanhóis praticarem o comércio e exportação de erva-mate a muitos anos atrás, o comércio somente se manifestou quando surgiu a possibilidade de exportação de erva cancheada para os mercados platinos e para o Chile. As últimas décadas do século XIX corresponderam a uma fase de crescimento da economia exportadora de erva-mate, o mercado crescia com o desenvolvimento da economia Argentina, e em menor escala as economias Chilena e Uruguaia. Apareceram então, os beneficiamentos da erva, que passaram a ser exportadas já industrializadas (FILHO, 1996).

Atualmente, no Brasil a produção está concentrada nos estados do MS, PR, SC e RS. O Rio Grande do Sul é responsável por 50,8%, seguido do Paraná com 35,2% e Santa Catarina corresponde a 13,5% da produção total (HENRIQUE et al., 2014). A exportação no Brasil é maior que a importação, o principal comprador é o Uruguai que não possui produção de erva-mate. A erva-mate brasileira é exportada para aproximadamente trinta países. De acordo com o IBGE (2009), a produção do sul do país em 2009 ultrapassou 86 milhões de reais.

Em Santa Catarina, que durante o século XIX tinha um território muito menor do que o atual, os ervais mais importantes estavam situados no Planalto Norte, no vale do rio Negro e no Planalto Sul, junto aos rios Pelotas, do Peixe e Canoas. Em 1860, o presidente da província de Santa Catarina, Francisco Carlos de Araújo Brusque, afirmou que poucos eram os ervais conhecidos, então, presumiu a abundante existência deles no município de Lages (GEHARDT, 2013).

O fato da cultura da erva-mate não exigir grande aporte de recursos a torna uma boa alternativa para pequenos proprietários rurais, podendo ser cultivada e explorada em áreas marginais (MACCARI JR, 2000). Como a erva-mate tolera períodos de seca e de frio intenso, e se desenvolve bem em solos de baixa fertilidade, é uma opção para o melhor aproveitamento dos recursos naturais nas propriedades rurais (ANDRADE, 1999).

Inúmeros são os subprodutos da erva-mate, os mais conhecidos são as infusões quentes como o chimarrão e frio como o tererê, ainda, é utilizada como corantes, na culinária em pratos diversos, pães, bolos e bolachas, nas indústrias de sorvetes, gelatinas, chicletes e cosméticos. Além destes produtos a erva-mate também está sendo utilizada em preparações farmacêuticas, tendo sido incorporada a várias farmacopeias. O ministério da saúde tem registrado 14 preparações derivadas da planta (VALDUGA et al., 1994). No exterior, especialmente nos países do hemisfério Norte, a erva-mate já tem mercado em função das diversas possibilidades de aproveitamento (AZZOLINI e MACCARI, 2000).

No estado de Santa Catarina quatro regiões destacam-se como grandes produtoras de erva mate: Irani, Chapecó, Catanduvas e Canoinhas (DA CROCE, 2002). A grande maioria dos ervais estão localizados no oeste, extremo oeste e planalto norte do estado, contudo, na serra catarinense, no município de Urubici, possui uma erva-mate importante para a região.

### 3.2.2 Processamento e beneficiamento da erva-mate

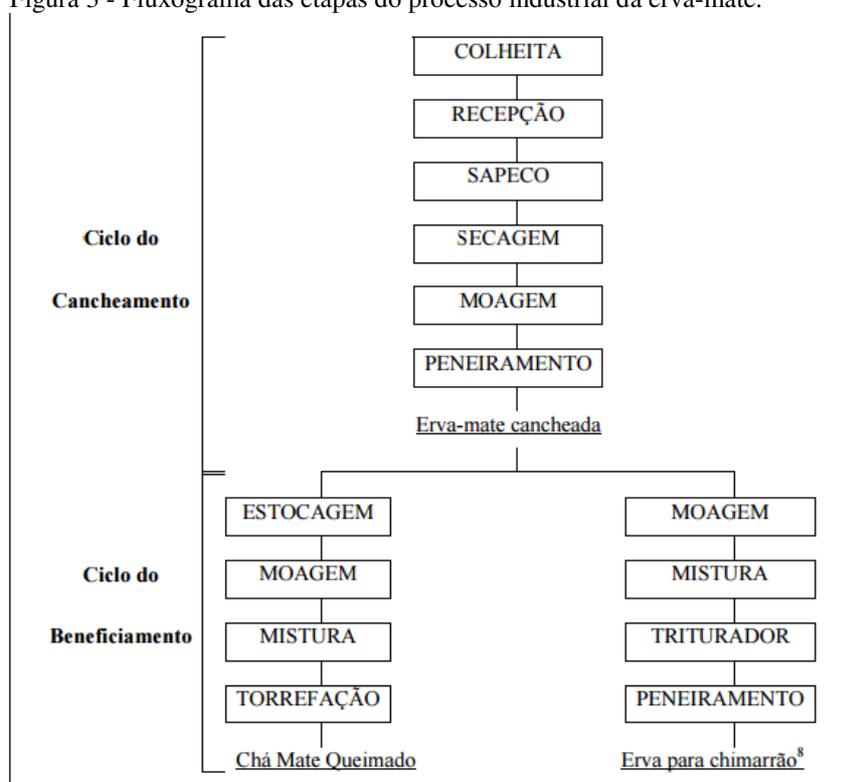
O processamento da erva-mate para chimarrão consiste basicamente de três etapas: sapeco, secagem e cancheamento. O sapeco é realizado junto ao fogo direto e consiste na passagem rápida dos ramos com folhas sobre as chamas do sapecador. O processo pode ser manual, quando realizado por pequenos agricultores, ou mecânico. O mecânico consiste de um cilindro metálico, perfurado e inclinado através do qual a erva colhida passa recebendo as chamas, este processo tem o objetivo de retirar a umidade superficial e inativação de enzimas (peroxidase e polifenoloxidase) que causam a oxidação do produto, ou seja, causam o escurecimento das folhas (JACQUES, 2005). Quando a erva-mate entra no sapecador a temperatura é de 400°C e quando sai está a temperatura de 65°C. (ESMELINDRO et al., 2002). A secagem pode ser realizada com dois tipos de secadores mecânicos, rotativos ou de esteira. Segundo Esmelindro et al (2002), a principal diferença entre os dois secadores está relacionada com o contato da matéria prima com a fumaça durante o processo de secagem. No primeiro o contato com a erva é direto, no segundo é indireto. O cancheamento é o nome dado para o processo de moagem, é realizado em uma espécie de plataforma circular assoalhada dotada ou não de furos. Após a moagem é feito o peneiramento da mesma, ela pode ser usada nesta forma, como erva cancheada que é o seu primeiro processo ou a erva passa pela etapa de soque ou beneficiamento onde a, a erva-mate cancheada passa pelas operações de retificação da secagem, limpeza, trituração, e separação de frações por meio de peneiras (MACCARI JR, 2000). Para se fazer o chá mate, um subproduto da erva-mate muito consumido e principalmente exportado, é preciso usar a erva cancheada e em seguida fazer a torrefação da mesma. (Figura 3).

De acordo com a IBRAMATE (2014), quando comercializada a erva-mate ela é classificada de acordo com tipo de moagem e quantidade de folhas e ramos. O tipo PN-1 possui 30% de ramos e 70% de folhas, PN-2 60% de folhas e 40% de ramos, PN-3 50% de folhas e 50% de ramos, ainda há o tipo pura folha, com 100% de folhas. As moídas grossas, possuem sabores mais fortes, robustos, assim como as do tipo pura folha, estas muito apreciadas na Argentina e Uruguai. As do tipo moída fina, são de sabores suaves e frescos.

Para que seja comercializada, a erva-mate beneficiada deve seguir normas legais, que vão desde o cultivo até a destinação final. A portaria normativa n° 118 de 12 de novembro de 1992, do IBAMA, deixa regularizada a exploração e comercialização da erva-mate. No artigo 2° desta portaria fica determinada que a exploração da erva deverá adotar técnicas de manejo

e condução, afim de aumentar a massa foliar sem danificar os ervais. E quando o produto for destinado ao comércio interno deverá conter na embalagem a identificação do fabricante com o número do registro do IBAMA, nome, tipo e padrão do produto e data de fabricação e validade (HENRIQUE et al., 2014). A ANVISA, Agencia Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, também possui normatizações que visam a fiscalização do produto, que estabelecem regulamentações higiênico-sanitárias e boas práticas de fabricação, que caracterizam a manipulação, processamento, armazenamento e conservação (MENDES, 2005).

Figura 3 - Fluxograma das etapas do processo industrial da erva-mate.



Fonte: VALDUGA, 1995 apud de MACCARI. JR, 2000.

### 3.3 PODER NUTRACÊUTICO E EFEITOS BENÉFICOS DA ERVA-MATE À SAÚDE HUMANA

O uso de plantas para o tratamento, cura e prevenção de doenças são relatos de práticas antigas da medicina popular. A utilização do mate, ou chimarrão, para o consumo humano, pode ser associado para fins alimentícios, terapêuticos e cosméticos (SAIDELLES et al., 2010).

Os estudos indicam como constituintes da erva-mate, água, celulose, gomas, dextrina, mucilagem, glicose, pentose, substâncias graxas, resinas aromáticas, legumina, albumina,

caféina, cafearina, cafamarina, ácidomatetânico, ácidofólico, ácido cafeico, ácido verídico, clorofila, colessterina e óleos essenciais (DA CROCE, 2002).

A erva-mate, utilizada como chá ou chimarrão, não é apenas uma bebida estimulante. É uma fonte importante de minerais essenciais e vitaminas (STTAGG & MILIN, 1975). Apresenta propriedades terapêuticas como, anti-inflamatório, anti-reumático, hepatoprotetor, tônico e diurético (GOSMANN, 1989).

A *Ilex paraguariensis* St.Hill previne cáries dentárias e profilaxia e auxilia no tratamento de doenças coronárias, vasculares e inclusive arteriosclerose, doenças cardiovasculares como hipertensão, doenças respiratórias como bronquite e pneumonia utilizado também no combate as bactérias *Escherichia coli* (Gram-negativa) e *Staphylococcus aureus* (Gram-positiva) que causam toxinfecção alimentar (gastroenterites) e em atividades quimiopreventivas e antifúngicas no tratamento da Pityriasis versicolor (*Malassezia furfur*), causador de doenças de pele em humanos e animais (HEINRICHS e MALAVOLTA, 2001; BASSANI; CAMPOS, 1997; FILIP et al., 2010; BURRIS et al., 2011).

A erva contém muitos componentes, como os derivados de cafeiol, flavonoides, metilxantinas, taninos e numerosas saponinas triterpênicas (PANG, 2008), além de macro e micronutrientes como o Fósforo, Ferro, Cálcio, Manganês, Magnésio, Enxofre, Sódio e Zinco (GRAHAM, 1984; HEINRICHS e MALAVOLTA, 2001; SANS e ISASA, 1991), e várias vitaminas, como B1, B2, A, C, E, tiamina e niacina, riboflavina, colina, ácido pantotênico, inositol, betacaroteno, e onze polifenóis, com reconhecida ação antioxidante (BIXBY et al., 2005; MACCARI JR, 2000; KAWAKAMI e KOBAYASHI, 1991). Estudos estão sendo realizados nas áreas de composição nutritiva e química da erva-mate, Ramalho et al. (1998), analisaram infusões de erva-mate à 70° C para simular o chimarrão e a 5° C para equivaler ao tererê e obtiveram valores de concentrações de nutrientes nas duas infusões. Esses valores são referentes as doses diárias recomendadas pela legislação brasileira (Figura 4).

Figura 4 - Valores dos componentes presentes nas infusões à quente e a frio de erva-mate, com valores de doses diárias recomendadas pela legislação brasileira. IDR= Ingestão Diária Recomendado.

		Mate quente	Mate frio	IDR	(%) Quente	(%) Frio
Composição geral g						
Componentes	Glicose	0,59+	0,15			
	Sacarose	2,77+	1,19			
	Proteína	2,14+	1,24	50,0	4,3	2,5
	Cafeína	0,85+	0,44			
Vitaminas mg						
Componentes	Vitamina (C)	5,11	2,35	60	8,5	3,9
	Tiamina (B1)	1,48	0,15	1,4	105,7	10,7
	Niacinamida	1,27	N.D	18,0	7,1	
	Piridoxina (B6)	0,94	N.D	2,0	47	
Minerais mg						
Componentes	Cálcio	80,94+	43,9	800,0	10,1	5,5
	Fósforo	45,89+	21,27	800,0	5,7	2,7
	Ferro	2,22+	1,10	14,0	15,9	7,9
	Magnésio	58,58+	33,17	300,0	19,7	11,1
	Potássio	100,59+	41,63			
	Sódio	14,04+	11,07			

Fonte: RAMALHO et al. (1998) modificado Dors (2016) + = diferenças significativas entre o mate quente e frio (P<0,5%).

Estudos mostraram mais de 250 compostos extraídos da erva-mate verde e tostada (KAWAKAMI E KOVAYASHI, 1991) Os benefícios popularmente conhecidos da erva mate para a saúde humana, deve-se principalmente à sua composição química, principalmente as características a influência destes componentes com propriedades fotoquímicas no organismo (HENRIQUE et al., 2014). É importante ressaltar que estes efeitos estão diretamente relacionados à composição da erva-mate e variam com a área geográfica onde a planta é cultivada, o tipo de solo, fertilizantes utilizados, água, processo industrial, condições de estocagem e armazenamento, além, do modo de preparo do chimarrão (PEDROSO GL et al., 2010; GIULIAN, 2007).

Os efeitos metabólicos da erva-mate estão relacionados aos seus compostos. Em relação as metilxantinas, a cafeína é encontrada em maior concentração (1 a 2% do peso seco) na *Ilex paraguariensis*. O seu efeito metabólico é o de estimular o sistema nervoso central, atuando como vasoconstritor, como um provocador de relaxamento do músculo liso, estimulam o miocárdio, inibem o sono, diminui a sensação de cansaço e além de atuarem no sistema renal e digestivo (ITO et al., 1997; VALDUGA, 1995). O cafeinol, um tipo de polifenol é o responsável pelo poder oxidante da bebida, e as saponinas pelo sabor amargo, além da atribuição das propriedades anti-flamatórias e hipocolesterolêmicas (FILIP et al.,

2001; GNOATTO et al., 2005). Os Flavonóides na infusão de erva-mate são considerados um potente inibidor de radicais livres (SCHINELLA et al., 2005). Ainda, sabe-se que o chá auxilia na perda de peso. Em um dos estudos que investigaram essa proposta, encontrou-se que obesos que consumiram mate apresentaram diminuição no quociente respiratório, indicando um aumento da oxidação de gorduras (MARTINET, 1999). Pedroso GL et al (2010), explica que o efeito da perda de peso deve-se a concentração de cafeína por ter propriedades lipolíticas, também pode ser devido às concentrações de saponinas, que seriam capazes de interferir no metabolismo do colesterol e absorção de lipídios. Em 2009, foi realizado um dos primeiros estudos avaliando os efeitos do chimarrão no corpo humano, e após avaliarem o consumo por dois meses da bebida em um grupo de pessoas, verificaram que houve uma redução no peso e no colesterol LDL (PEDROSO GL et al., 2010).

Os macronutrientes e micronutrientes presentes no tecido vegetal não são somente essenciais para as plantas, mas também para a saúde humana (PACHECO e SGARBIERI, 2001). Conhecer a composição das plantas seja para fins alimentícios ou medicinais tem sido de grande importância para os pesquisadores (ALMEIDA, 2002). As plantas necessitam de 16 elementos para sua sobrevivência, nos quais são obtidos no solo, na água e no ar ou por meio da adubação mineral ou orgânica (MARSCHENER, 1995). Destes 16 elementos, os essenciais são o C, H e o O, entretanto, o N, P, K, Ca, Mg e S, são necessários em grandes quantidades, portanto, são chamados de macronutrientes, eles são absorvidos na forma de íons da solução do solo. Os demais, Fe, Mn, Zn, Cu, Bo, Mo, Se, e Cl, são requeridos em menores concentrações, são chamados de micronutrientes (BONATO et al., 1998). Para os mamíferos o fósforo é um componente importante para os ossos e dentes, assim como o cálcio, o fósforo ajuda a manter o pH normal no corpo, gera e utiliza energia. O cálcio é de extrema importância para os ossos. O Ministério da Saúde recomenda a ingestão diária de 1000 mg de Ca por dia para um adulto (BRASIL, 2007). Além de fortalecimento dos ossos, o macronutriente atua nos dentes em prevenção de cáries, reduz a pressão arterial e a gordura corporal. Além do cálcio, o magnésio também é importante para o desenvolvimento ósseo, é utilizado na síntese de proteínas, no transporte de energia e ajuda no bom funcionamento celular. A carência do mineral pode causar arritmias cardíacas, má circulação sanguínea, hipertensão, irritabilidade, espasmos musculares, cansaço e crescimento deficiente.

O potássio, atua no balanço e distribuição da água no organismo, age no relaxamento muscular e atua na manutenção do pH do organismo. A falta do elemento pode causar

distensão abdominal, câimbras, dilatação do coração e arritmia cardíaca (RONCHE, 2011). O enxofre está presente em todas as células do corpo principalmente na pele, unhas e cabelos.

Assim como os macronutrientes os micronutrientes também possuem papéis importantes na nutrição humana. A ausência de elementos como Fe e Zn na alimentação, constituem um problema de saúde pública em todo o mundo, mas, principalmente nos países em desenvolvimento (WHO, 2007), devido a fonte alimentícia. O Fe é antioxidante, evitando a formação de placas de gorduras nas artérias, aumenta as defesas do organismo, necessário para a produção de hemoglobina e responsável pela assimilação e transporte de oxigênio para as células. O zinco protege o sistema imunológico, importante para a fertilidade do homem, pois a ausência do elemento pode causar a diminuição dos hormônios masculinos (DRI, 2006). Além do ferro e zinco, o sódio e o cobre são minerais importantes para a vida. Os micronutrientes atuam na constituição dos órgãos e possuem ação catalisadora de reações bioquímicas (AZEVEDO, 2005).

O cobalto, faz parte do centro ativo da vitamina B12 a qual é armazenada no fígado, e a sua deficiência pode afetar a formação da vitamina (WATANABE, 2010). O cloro ionizado atua na regulação da pressão osmótica juntamente com o sódio mantendo o balanço aquoso. O manganês é antioxidante, necessário para o bom funcionamento do cérebro (DRI, 2006).

No entanto, faltam estudos em humanos para comprovar e elucidar melhor a eficácia da ingestão de erva-mate a curto e a longo prazo. São necessários mais dados sobre o uso do chimarrão e seus efeitos tanto em modelo animal quanto em humanos (FAGUNDES et al., 2015).

### **3.3.1 Efeitos Maléficos a saúde humana**

A legislação brasileira define chá, como sendo, produtos constituídos por mais de uma ou mais partes de vegetais inteiras ou fragmentadas e ou moídas, tostadas ou não, constantes de Regulamento Técnico de Espécies Vegetais para o Preparo de Chás (BRASIL, 2005). A portaria n° 519, de 26 de junho de 1998, regulamentou os padrões técnicos para fixação de identidade e qualidade de chás de plantas destinadas às infusões ou decocções (BRASIL, 1998). Já em 2005, a ANVISA, estabelece o regulamento técnico para café, cevada, chá e erva-mate e produtos solúveis, podendo ou não ser adicionado aromas e ou especiarias para dar sabor as infusões (BRASIL, 2005). O chimarrão se enquadra na categoria dos chás.

Devido ao alto consumo e a associação a efeitos funcionais dos chás é necessário regulamentar as características químicas, físicas e biológicas da bebida a fim de se evitar possíveis riscos à saúde dos consumidores. Um dos principais motivos de redução da qualidade dos produtos é o armazenamento inadequado, que pode gerar diminuição do poder ativo, e pode favorecer a contaminação por agentes diversos causando danos à saúde humana (FIRMINO, 2011).

Um dos problemas relacionados à compra de produtos industrializados principalmente chás, é não saber a procedência do produto. Scucato (1998), afirma que o grande problema da erva-mate é em relação a pureza, o consumidor pode ter adquirido um produto adulterado pela mistura intencional ou não de outras espécies do mesmo gênero, e algumas são prejudiciais à saúde e podem causar diarreia, distúrbios gástricos e hemólise no sangue. Ou ainda, o consumidor pode ser lesado por adquirir um produto com uma porcentagem de folhas inferior ao descrito na embalagem.

Lang (2005), realizou um estudo com 14 marcas de erva-mate comercializadas em Santa Catarina, avaliando a presença de fungos, destas, quatro apresentaram problemas quanto à contaminação micótica e segundo a legislação brasileira vigente da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, estas marcas são consideradas insatisfatórias e não poderiam ser comercializadas.

Outro problema relacionado ao uso da erva-mate está sendo investigado por pesquisadores, que é a incidência de câncer bucal e de esôfago. Muñoz (1979) e Datusus (2010), dizem que em pesquisas realizadas na região sul, 17,4% dos homens e 6% das mulheres estão susceptíveis à doença. Esse índice é mais alto do que em áreas de menor consumo do chimarrão. Essa alta incidência também está presente em países como, a Argentina, Uruguai e Paraguai (WUNSH-FILHO e DE CAMARGO, 2001). Frequentemente, grande quantidade de mate pode ser ingerida por um indivíduo nessas áreas de maior risco, às vezes mais do que 1 litro/dia (BARROS et al., 2000). Contudo, o principal problema de avaliar os efeitos do consumo do chimarrão como agente carcinogênico está na dificuldade em obter o controle, pois os fatores de risco como o álcool e o cigarro comprometem o estudo (LANG, 2005). Há evidências na literatura que o uso do chimarrão associado ao consumo de cigarro, álcool e carnes muito passadas do ponto podem ser fatores de risco. Estudos realizados para justificar os efeitos carcinogênicos no chimarrão, propõem que o mate pode atuar como solvente para compostos carcinogênicos encontrados no tabaco, ou em compostos fenólicos presentes na erva-mate (LANG, 2005).

A relação do chimarrão com o aumento nos índices de câncer, está ligado à duas possibilidades, uma de que no extrato da planta pode haver substâncias carcinogênicas ou promotoras, porém, não há comprovação de ação carcinogênica nem em extratos de água e nem de álcool, e a outra possibilidade é que a injúria térmica potencializa a ação de outros carcinógenos ingeridos (VICTORIA et al., 1987). Concomitantemente, experimentos com animais sugerem que a água com temperatura superior a 60° C pode potencializar o efeito de carcinógenos em contato com a mucosa esofágica (BARROS et al., 2000). Além de novas pesquisas em animais afirmarem que a associação do fator temperatura elevada juntamente com o uso de herbicidas nos ervais, como o glifosato, pode aumentar os riscos de câncer (BRUST.L, 2015).

Ferigollo (2013), avaliou 87 voluntários em uma cidade no interior do Rio Grande do Sul, com faixas etárias entre 20 e 60 anos, entre homens e mulheres estas pessoas ingeriam o chimarrão à uma temperatura de 70°C a 90°C diariamente, em grandes quantidades. O autor concluiu que dos 87 voluntários avaliados 58,7% apresentaram números maiores de micronúcleos, ou seja, alterações, nos micronúcleos das células orais.

De acordo com Christopher Wild, diretor da Agência Internacional para a Pesquisa sobre Câncer (IARC, na sigla em inglês), o grande vilão não é o chimarrão em si, mas sim, todas as bebidas, e comidas ingeridas em altas temperaturas. Contudo, ainda são evidências, são necessários mais estudos na área.

Algumas ervateiras recomendam em suas embalagens utilizar a água a uma temperatura entre 60 e 70 °C, o que também é dito pelo Instituto Brasileiro de Erva-Mate (IBRAMATE). Já para Olmo et al (2009), a temperatura ideal da água é de 70 a 80°C, para que não sejam perdidas as propriedades químicas da erva-mate, como por exemplo nesta temperatura a erva possui em torno de 330 mg L<sup>-1</sup> de cafeína.

Outra questão importante é a contaminação em chás por elementos tóxicos a saúde como o Al, Cd e Pb. A presença de elementos tóxicos pode ter sua origem na composição mineral da planta, composição natural do solo, contaminação do solo por fertilizantes, ou pela água de esgotos poluídos pela ação industrial ou de mineração, pelo ar atmosférico ou ainda, durante a etapa de processamento dos chás, quando as espécies vegetais ficam em contato com os utensílios industriais (HAN et al., 2005; ERNST, 2002, KARA, 2009).

Em 2013, foi criada a Resolução RDC 42, de 29 de agosto de 2013, onde se estabelece o Regulamento Técnico MERCOSUL da ANVISA, sobre os limites máximos de contaminantes

inorgânicos em alimentos, incluído os parâmetros de qualidade para os chás quanto as concentrações de Arsênio, Cádmio e Chumbo. Esses limites de concentrações máximos são de 0,6 mg kg<sup>-1</sup> para Arsênio e Chumbo e 0,4mg kg<sup>-1</sup> para Cádmio (BRASIL, 2013).

### 3.4 CÁDMIO E A SAÚDE HUMANA

O Cádmio, não apresenta função essencial ao organismo humano e nem no animal, sendo de grande interesse toxicológico, pois possui alta toxicidade em pequenas concentrações (AMDUR et al., 1996). Sua entrada no organismo se dá por duas principais vias, a respiratória e a digestiva (ROCHA, 2009), contudo também pode ocorrer contaminação via cutânea. Estudos confirmam que uma pessoa que fume 20 cigarros por dia faz uma inalação diária de 4/ $\mu$ g de cádmio, isso daria em torno de 25% a 45% de Cd absorvidos pelo organismo (KLAASSEN et al., 2001).

A Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer (IARC), classifica o cádmio como sendo agente carcinogênico (SHAIKH et al., 1999), além de ter relações com severas alterações patológicas como disfunção renal, necrose testicular, lesões no sistema nervoso central e inibição de crescimento em seres humanos e animais (ANDRIGUETTO et al., 1990). No organismo humano, a nível gastrointestinal uma absorção do elemento pode variar de 5% a 8% , e esta absorção aumenta na presença de uma dieta pobre em Ca, Fe ou proteína, geralmente as mulheres apresentam maiores concentrações de Cd na corrente sanguínea do que homens (KLAASSEN et al., 2001; BERGLUND et al., 1994).Uma vez absorvido pelo organismo o Cd,é transportado pelos eritrócitos até o fígado, onde fica acumulado, ligando-se a uma proteína de baixo peso molecular ,sendo carregado para os rins, e a sua excreção é lenta,ocorre pela urina ou intestino (KLAASSEN et al., 2001).

Uma via de exposição dos mamíferos é o enriquecimento do solo por cádmio representa um potencial perigo agrícola, para produção de alimentos e ambiental em todo o mundo (FRANÇOIS, 2009). O Cádmio é facilmente absorvido e translocado nas plantas, estando igualmente nas raízes, partes aéreas e frutos, tendo potencial de entrar na cadeia alimentar humana, causando sérios problemas de saúde, como anemia, hipertensão, enfisema pulmonar, disfunções gástricas e intestinais, câncer de mama, efeitos hematológicos e imunológicos, deficiência reprodutiva e de desenvolvimento embrionário (MORAES, COSTA, PEREIRA, 2012; TELLEZ-PLAZA et al., 2012).

O Cd é tóxico para a maioria das plantas em concentrações superior a 5-10  $\mu\text{g Cd g}^{-1}$  massa seca/folha (LUX et al., 2010). A absorção de cádmio na planta é diretamente influenciada pela concentração do elemento no meio, do pH, da composição mineralógica, dos íons, temperatura, matéria orgânica, espécie a ser cultivada, microorganismos, potencial redutor da rizosfera e liberação de exsudados pelas raízes (DIAS et al., 2003; DONG et al., 2007). Em ambientes oxidantes o cádmio é absorvido com intensidade, já em ambientes redutores a adsorção do metal é menor (DIAS et al., 2003). O cádmio é facilmente adsorvido pelas raízes das plantas, e chega ao xilema via apoplasto ou simplasto, onde é translocado para a parte aérea da planta por meio da transpiração, entretanto, com certa dificuldade de locomoção pois, na raiz o Cd fica alojado principalmente no vacúolo ou na parede celular, sendo este fenômeno mais evidenciado em solos ácidos (GUIMARÃES, SANTANA et al., 2008; POVOVA et al., 2008; MINER & KOCHIAN, 2008).

Uma estratégia para diminuir os teores e os efeitos do elemento Cd nas plantas é a nutrição vegetal. O aumento da disponibilidade de N, P, K ainda, Fe, Zn e Mn, poderá haver uma redução do metal devido a competição por adsorção dos íons na solução do solo. Adicionando cálcio, haverá um aumento do pH do solo e ainda uma competição entre o Cd no complexo de troca (FERREIRA, 2013; ZORRIG et al., 2012).

### 3.5 CHUMBO E A SAÚDE HUMANA

O chumbo é um elemento tóxico não essencial que se acumula no organismo. Como esse metal afeta virtualmente todos os órgãos e sistemas do organismo, os mecanismos de toxicidade propostos envolvem processos bioquímicos fundamentais, que incluem a habilidade do chumbo de inibir ou imitar a ação do cálcio e de interagir com proteínas (MOREIRA e MOREIRA, 2004).

Todos os seres humanos têm chumbo em seus organismos como resultado da exposição às fontes exógenas (SARYAN e ZENZ, 1994), e seus efeitos biológicos são os mesmos independentes da via que este metal entra no organismo (ingestão ou inalação), uma vez que há interferência no funcionamento normal das células e em processos fisiológicos (ATSDR, 1999). De acordo com Xie et al (1998), o Pb afeta todos os órgãos e sistemas do corpo humano. Em níveis de exposição moderada, os efeitos são principalmente devido à interferência do chumbo no funcionamento das membranas celulares e enzimas, formando

complexos estáveis com ligantes contendo enxofre, fósforo, nitrogênio ou oxigênio, como doadores de elétrons (SKERFVING et al., 1999).

Após a absorção do metal pelo organismo seja via inalatória ou digestiva, o Chumbo poderá ser encontrado no sangue, tecidos moles e mineralizados (ATSDR, 1999), entretanto, as maiores concentrações de Chumbo são encontradas nos ossos, estes que contém 95% do conteúdo corpóreo total do metal em adultos (TSAIH, 1999, SANÍN et al., 1998). A mobilização do Pb dos ossos para o sangue é intensificada durante períodos de liberação óssea, tais como o crescimento na infância e adolescência, gravidez, lactação, desequilíbrio hormonal entre outros (SMITH et al., 1996).

O conjunto de órgãos mais sensíveis a contaminação por Pb é o sistema nervoso, e a encefalopatia é um dos problemas mais sérios causados pela intoxicação do metal, principalmente em crianças que pode ter efeitos permanentes, como menores quocientes de inteligência e deficiência cognitiva (DE GENARO, 2002), porém o metal ainda afeta, o sistema cardiovascular, os rins, na reprodução, é considerado carcinogênico em humanos com doses até menores que  $10 \text{ ug.dL}^{-1}$  no sangue e pode causar anemia (ATSDR, 1992).

Saturnismo ou plumbismo também é uma doença causada pela contaminação por Pb. A primeira descrição moderna de saturnismo foi realizada em 1839 por Tanquerel, com base em 1.200 casos. Seu estudo foi tão complexo que desde então, pouco foi acrescentado ao seu quadro clínico. Mesmo com amplo conhecimento de sua causa, apresentação clínica e prevenção, esta patologia ainda é comum em todo mundo, principalmente nos países em desenvolvimento (SALDÃO, 2002). Os principais sintomas em crianças são: a irritabilidade, vômitos, perda de interesse, confusão mental, instabilidade ao andar. Nos adultos ocorre sabor metálico na boca, perda de apetite, podem apresentar anemia, dores abdominais entre outros. O diagnóstico depende de uma boa história clínica e avaliação dos sintomas, contudo, o médico se atentará para sintomas típicos da intoxicação, no cérebro, nos rins, no sistema hematopoiético, irá realizar um exame físico averiguando chumbo nas gengivas e neuropatia periférica, e outras disfunções como hepatite e encefalopatia.

Em países desenvolvidos, os controles com as fontes de contaminação poluição do Chumbo vêm sendo implementado, com grande rigorosidade pelos órgãos responsáveis. No Brasil, o controle não é tão eficiente, devido à falta de dados sobre a real exposição da população (MOREIRA e MOREIRA, 2004). Entretanto, em 1998, o Ministério da saúde regulamentou seguindo as normas dos Estados Unidos, as concentrações máximas permitidas de Pb para

alimentos e bebidas, o que é possível averiguar que nos países desenvolvidos os teores permitidos são mais restritivos que no Brasil (figura 5 e 6).

Figura 5 - Concentrações de chumbo em alimentos nos EUA derivadas de dados da agência de proteção ambiental (US-EPA).

Alimentos	Concentração de Pb (ng/g)
Laticínios	3-83
Carnes, Peixes e frangos	2-159
Grãos e Cereais	2-136
Verduras e legumes	5-649
Frutas e sucos de frutas	5-223
Óleos e gorduras	8-28
Açúcar	6-83
Bebidas não alcoólicas (ug/g)	2-41

Fonte: DE CAPITANI et al., (2009) adaptado Dors,P (2016)

Figura 6 - Ministério da Saúde. Limites máximos de Chumbo para alimentos no Brasil.

Tipo de alimento	Limite máximo de Pb (mg/kg)
Óleos, gorduras e banhas	0,1
Balas e caramelos	2,0
Grãos de cacau	2,0
Chocolates adocicados	1,0
Dextrose (glicose)	2,0
Sucos de cítricos	0,3
Leite pasteurizados	0,1
Peixes e produtos derivados	2,0
Alimentos para crianças abaixo de 3 anos	0,2

Fonte: DE CAPITANI et al., (2009) adaptado Dors,P (2016).

A principal fonte de exposição ao Pb é a alimentação e a ingestão de água, seguida da respiração (MORAES, COSTA, PEREIRA, 2012). A ação antropogênica é responsável por cerca de 1,16 milhões de toneladas de Chumbo por ano em ecossistema terrestre e aquático (NRIAGU, 1989).

O Pb é o contaminante ambiental mais comum, estando espalhado pelo planeta, na forma de sais, ligas metálicas e íons inorgânicos (DUBOC, 2015). Possui uma larga empregabilidade industrial, como: na indústria extrativa, petrolífera, tintas e corantes, de cerâmica, bélica, e indústria de insumos agrícolas (DUARTE e PASCAL, 2000). É encontrado também na produção de baterias chumbo-ácidas, e representa no segmento o maior consumo de Pb nos países em desenvolvimento, o que leva os trabalhadores deste setor estarem expostos a contaminação do elemento Chumbo (ARAÚJO et al., 1999).

Atualmente, as principais fontes ambientais de Pb, que contribuem para a ingestão diária, são ar, poeira, tintas, alimentos como frutas, vegetais carnes, frutos do mar e bebidas como vinhos, chás podem conter o metal devido a água do preparo estar contaminada, ou os locais de cultivo de plantas e animais estarem em contato com o Pb. Potes vitrificados incorretamente, vidraria de cristal contendo chumbo, ainda, a fumaça de cigarro pode aumentar o teor de Chumbo total ingerido diariamente (APOSTOLI, 1998). A utilização de tintas que contêm chumbo é a principal causa de contaminação de Pb por crianças e adultos principalmente aqueles que estão envolvidos diretamente com a construção de casas. Apesar de hoje já existir legislação que limita os teores de elementos-traços em tinturas e pigmentos.

Assim como o Cádmio não apresenta função biológica, e foi considerado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), como sendo o elemento mais perigoso para a saúde humana (WORD, 1999). Entre vários contaminantes existentes, o Pb é o maior contaminante do solo (GRATÃO et al., 2005).

O Chumbo, é facilmente absorvido e acumulado em diferentes partes das plantas, pode ser absorvido pelo ar ou pelo solo. No solo está na forma de sais solúveis e insolúveis ou ligados a matéria orgânica (S. ROMEIRO et al., RUBY et al., 1999). Seu mecanismo se aproxima dos do Cd, possui um poder acumulativo. A absorção do metal Pb, é regulado pelo pH, pela troca de cátions dos solos e pelo tamanho das partículas, bem como sua exsudação e outras características físico-químicas (S.ROMEIRO et al., 2007). No solo a absorção se dá pelas raízes por meio da membrana plasmática, por canais catiônicos como canais de cálcio. As raízes são capazes de acumular o Pb em quantidades significativas, e simultaneamente restringir sua translocação para a parte aérea. O acúmulo do metal na maioria das vezes acontece nas raízes, isso se deve ao fato de que o Pb em baixas concentrações, move-se na raiz via apoplasto e por meio do córtex se acumula próximo a endoderme, esta que age como uma barreira parcial da translocação do Pb para a parte aérea (JONES et al., 1973). Algumas plantas revelam grande capacidade de absorver Cd e translocar Pb para a parte aérea (BIEGO et al., 1998). O Pb acumula-se preferencialmente nos espaços intracelulares, parede celular e nos vacúolos, contudo, pequenas quantidades desse metal podem ser encontradas no retículo endoplasmático, núcleo, cloroplasto, mitocôndrias e citoplasma (SHARMA & DUBEY, 2005).

### 3.6 ALUMÍNIO E A SAÚDE HUMANA

O consumo diário de alumínio por humanos varia de 3 a 10 mg por pessoa. Apesar de não ser considerado um elemento-traço foi constatado, recentemente, atividade tóxica deste elemento quando em altas concentrações, o que pode acarretar sérios danos à saúde (TATSCH et al., 2010).

A exposição humana ao alumínio é inevitável, uma vez que está presente numa vasta gama de produtos e é utilizado em diversas áreas. Nas áreas urbanas os níveis de Al estão geralmente em torno de 0,0007 a 0,0116 mg/kg. No entanto, existe uma considerável preocupação no que respeita ao alumínio que é ingerido tanto nos alimentos como na água (ROSALINO,2011). Para minimizar o efeito do Al há a necessidade de aumentar o aporte de Ca, Mg e vitamina B6 no organismo, diminuir o aporte de K e reduzir o uso de antiácidos (NICHOLAS J.B et al., 1997).

A toxicidade de Al pode provocar cólicas, distúrbios gastrintestinais até fibralgias e cansaço crônico (TATSCH et al., 2010), pode desencadear doenças auto- imunes ou como fator que acelera o mal de Alzheimer, além de doenças como miofascite macrofágica, esclerose lateral amiotrófica, esclerose múltipla, poliartrite reumatoide, o mal de Parkinson, hiperatividade, crises convulsivas, demência pré-senil, diminuição das funções hepáticas e renais (NICHOLAS J.B et al., 1997).

Uma das vias de exposição ao Al são os produtos de origem agrícola, já que em solos ácidos o alumínio encontra-se na forma trocável e na solução do solo. O alumínio é um metal tóxico para as plantas pois, apesar de não ser elemento essencial, pode ser absorvido pelas mesmas por meio de proteínas carreadoras de íons (TATSCH et al., 2010). A toxidez de alumínio em solos com pH abaixo de 5,5 é um dos importantes problemas de toxicidade de metais em solos ácidos, por representar um fator limitante no crescimento de plantas (FOY & FLEMING, 1976).

O grau de tolerância ao Al em plantas varia com o excesso do elemento no meio em que a planta se desenvolve. Há duas categorias de mecanismos de tolerância ao Al. Uma envolve o mecanismo de tolerância a altas concentrações do elemento no simplasto da raiz e pode estar relacionada a quelação do Al no citosol, compartimentação do Al nos vacúolos e ligações alumínio e proteínas. A segunda está vinculada com a habilidade de excluir o Al do ápice da raiz, com a imobilização do elemento nas paredes celulares, permeabilidade seletiva da

membrana plasmática, formação de barreira de pH induzida pela planta na rizosfera ou no apoplasto da raiz e eliminação de ligantes quelados (TAYLOR, 1988). Em espécies que são tolerantes a fotossíntese pouco é afetada, pois, apresentam estratégias de adaptação do aparato fotossintético de acordo com a duração do estresse (PEIXOTO et al., 2002).

A erva-mate é comumente cultivada em solos com baixo teor de nutrientes, portanto pouco férteis, e ácidos, contendo teores variáveis de alumínio trocável, portanto, a erva-mate é uma planta, calcífuga, ou seja, tolerante ao elemento alumínio (TATSCH et al., 2010; SALVADOR et al., 2000; PICHETH, 2001). Chenery e Sporn, (1976), afirmam que a erva-mate apresenta comumente teores elevados de Al nas folhas, chegando até valores iguais ou superiores à 1000 mg/kg, o que permite afirmar que se trata realmente de uma planta tolerante ao metal. Salvador et al (2000), dizem que sob condições especiais, como baixas concentrações de Al, pode induzir o aumento do crescimento vegetal. Benedetti (2012), realizou um estudo com clones jovens de erva-mate, e concluiu que o Al proporciona efeitos positivos ao crescimento de plantas jovens, e que os clones possuem tolerância, acumulando-se nas raízes que é a principal forma estratégia de tolerância.



## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) foram adquiridas comercialmente em supermercados representativos da cidade de Lages, Santa Catarina. O critério para selecionar as marcas utilizadas no trabalho, foi por meio de questionário realizado em cinco supermercados, localizados em pontos centrais e com grande número de pessoas, transitando e ou comprando, utilizando a estratégia das marcas mais aceitas pelos consumidores. Em resposta ao questionário (Anexo 1) foram selecionadas quatro marcas de erva-mate, todas de ervateiras do estado de Santa Catarina. As marcas selecionadas receberam as denominações M1, M2, M3 e M4. Observou-se nas embalagens, o local de produção, origem do produto, validade, lote, e tipo de moagem. Todas as amostras, possuem a mesma data de fabricação, mês de março de 2016. A moagem é do tipo PN-1. O tipo PN-1 na industrialização utiliza, folhas, pecíolos, ramos finos, aproximadamente, 70% de folhas e 30% de ramos.

As amostras foram secas em estufa de circulação de ar à 65°C por 24 horas, em seguida realizou-se a moagem em moinho elétrico, e a tamisação em peneiras de 2 mm, afim de homogeneização das amostras. Ainda, antes de realizar a pesagem, deixou-se as amostras em um dessecador, para manter constante a umidade. O preparo das amostras e análises foram efetuadas no Laboratório de Levantamento e Análise Ambiental no Departamento de Solos e Recursos Naturais (CAV/UDESC).

### 4.1 TEOR VIA DIGESTÃO

Para a determinação via digestão ácida, as amostras foram secas em estufa à 65°C por 24 horas, trituradas, peneiradas e digeridas.

Para a teor de N total foi utilizado digestão sulfúrica de acordo com o Manual de Métodos de Análises de Tecidos utilizados na Embrapa Solos, e posterior destilação em destilador de nitrogênio, pelo método Kjeldahl. Já para os demais elementos Ca, Mg, Cu, Mn, Zn, Al, Cd e Pb utilizou-se a digestão nitro-perclórica, de acordo com o Manual de Métodos de Análises de Tecidos utilizados na Embrapa Solos (EMBRAPA, 1999).

As provas em branco foram utilizadas para o cálculo do Limite de Detecção Qualitativo (LDQ) (Quadro 1). Para o cálculo foi utilizado a equação  $LDQ = (M \pm t \times s)$  (APHA, 1998), onde a média das provas em branco foram (M) somadas a multiplicação do t-

student com intervalo de confiança de 99% com os desvios padrão das amostras em branco. No total foram utilizadas oito amostras em branco. Também foi calculado o Limite de Detecção Qualitativo do Método Analítico (LDQM), onde o valor de LDQ foi multiplicado pelo fator de diluição do método de extração utilizado.

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Para controle dos procedimentos uma amostra referenciada Standard Reference Material® 1575 a Pine Needles-NIST utilizada para os elementos Al, Ca, Cd, Cu, Fe, Mg, Mn, Pb e Zn (Quadro 1). As determinações foram realizadas em Espectrometria de emissão óptica com plasma – ICP-OES. Optima 8000® (Perkin Elmer). As condições de quantificação foram as indicadas pelo fabricante.

Quadro 1 - Teores determinados pelo método Embrapa solos (1999) e quantificados por ICP-OES e certificados das amostras de digestão ácida NIST SRM 1575 e Limite de Detecção – LDQ

Amostra controle	Al	Cd	Cu	Mn	Pb	Zn	Ca	Mg
		.....mg kg <sup>-1</sup> .....					.....%.....	
Determinado	466,4	< 0,3*	2,0	366,7	< 0,2*	19,5	0,19	0,07
Certificado	545±30	-	3,0±0,3	675±15	0,167±0,013	-	0,41±0,02	0,122±0,029
LDQ*	1,2	0,3	0,1	0,4	0,2	0,2	0,002	0,0002
LDQM**	48,0	12,0	3,0	12,0	6,0	6,0	0,06	0,006

Não informado no certificado NIST SRM 1575; \* Limite de Detecção Qualitativo; \*\* Limite de Detecção Qualitativo do Método Analítico

## 4.2 INFUSÃO

Para o processo de infusão as amostras foram preparadas da mesma forma que para a determinação via digestão ácida. Nesta etapa três repetições cada amostra. Foram pesados 1,5 g de erva-mate em erlenmeyer com capacidade para 200 ml, adicionado 10 ml de água deionizada (HEINRICHS e MALAVOLTA, 2001), nas temperaturas de 70°C, 80°C e 90°C, simulando as temperaturas para chimarrão. O tempo de contato da infusão foi de 10 minutos, período suficiente para esfriá-la, após o contato com a erva, a água da infusão foi coada e armazenada em tubos falcon, com capacidade de 50 ml. Um procedimento semelhante, foi realizado por Heinrichs & Malavolta (2001) e Saidelles et al (2013). Antes da realização da determinação química, as amostras foram diluídas com 30 ml de água deionizada. Para as análises em branco, realizou-se o mesmo procedimento utilizando somente água deionizada (Quadro 2).

A determinação do Ca, Mg, Mn, Zn, Al, Cu, Cd e Pb realizadas em Espectrometria de emissão óptica com plasma –ICP-OES Optima 8000<sup>®</sup> (Perkin Elmer). As condições de quantificação foram as indicadas pelo fabricante.

Quadro 2 - Limite de detecção qualitativo para Al, Cd, Cu, Mn, Pb, Ca e Mg em Teores determinados via infusão das amostras em branco para os elementos e Limite de Detecção - LDQ

	Al	Cd	Cu	Mn	Pb	Zn	Ca	Mg
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----							
LDQ	0,8	0,2	0,2	14	0,2	0,4	14	48
LDQM	16	4,0	4,0	280	4,0	8,0	280	960

### 4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos na decomposição mineral foram submetidos a análise de variância e teste de múltiplas amplitudes Duncann (1955) para o elemento Nitrogênio. Para infusão, os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e médias comparadas pelo teste T-student ( $P < 0,05\%$ ). Os testes foram realizados com o software SAS 2009.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 TEORES TOTAIS

A tabela 1 apresenta os teores totais de macronutrientes e micronutrientes presentes em erva-mate. Para Ca, Mg, Mn, Al, Cd, Pb, Cu e Zn não houve diferença estatística significativa entre as marcas. Entretanto, houve diferença estatística entre marcas comerciais para teores de nitrogênio.

Os teores Ca variaram de 0,5 e 0,8 % para as marcas. Os teores obtidos no presente estudo corroboram com os observados por Heinrich e Malavolta (2001), que obtiveram um teor médio de 0,6 % para Ca.

Os teores de Mg variaram de 0,3 a 0,4% (Tabela 1). Heinrich e Malavolta (2001) observaram teor médio de 0,4 % de Mg em erva mate comercial, enquanto Oliva (2007) encontrou teores que variaram de 0,25 a 0,5 %.

Tabela 1 - Teores obtidos via digestão ácida de macronutrientes, micronutrientes e elementos-tóxicos em quatro diferentes marcas de erva-mate comercial.

Marca	Ca	Mg	N**	Mn	Al	Cd*	Pb*	Cu	Zn*
M1	0,5	0,3	0,7a	0,12	0,04	< 12,0	< 6,0	12	< 6,0
M2	0,7	0,4	0,4b	0,13	0,03	< 12,0	< 6,0	11	< 6,0
M3	0,8	0,4	0,4b	0,18	0,03	< 12,0	< 6,0	13	< 6,0
M4	0,8	0,4	0,4b	0,18	0,03	< 12,0	< 6,0	13	< 6,0

\*Teores abaixo do LDQM; \*\* Duncann (1955) com 5% de significância;

Para teores de N houve diferença significativa entre as marcas comerciais de erva-mate (Tabela 1). A primeira marca M1, se mostra diferente das demais apresentando teor de 0,7 % enquanto que para as demais marcas o teor foi de 0,4 %. Outros autores encontraram teores entre 1,5 e 1,7% (HEINRICH e MALAVOLTA, 2001; OLIVA, 2007; RADOMSKI e QUADROS, 1999).

O teor de Cu variou de 11 e 13 mg kg<sup>-1</sup>. Esses resultados corroboram com os encontrados por Heinrich e Malavolta (2001), Oliva (2007) e Robassa (2005) que obtiveram teores que variaram de 7 a 11 mg kg<sup>-1</sup>. Teores de Cu entre 5 a 50 mg kg<sup>-1</sup> foi apresentado por Pandolfo (2003) como intervalo de teor normal para a cultura.

Os teores de Mn variaram de 0,12 a 0,18 %. Para Oliva (2007), os teores variaram de 0,1% a 0,2%, o que mostra uma concordância com os teores obtidos neste trabalho. Entretanto, teores de 0,06 a 0,1 foram obtidos por Heinrich e Malavolta (2001).

Para o Zn, os teores ficaram abaixo do LDQM, sendo menores que 6,0 mg kg<sup>-1</sup>. Sosa (1994), em erva-mate de origem Argentina, observou teores médios de 80 mg kg<sup>-1</sup> Pandolfo et al (2003) Heinrich e Malavolta (2001), encontraram teores médios de 40 mg kg<sup>-1</sup> de Zn. Martins (2014), observou teores de Zn em chá de Camomila em torno de 0,1 mg kg<sup>-1</sup>, em chá de Boldo foi de 0,4 mg kg<sup>-1</sup>. Portanto, diante do exposto é possível afirmar que o teor deste elemento na erva-mate é relativamente maior que em outras plantas comerciais como a Camomila e o Boldo.

Os teores de Al variaram de 0,03% a 0,04%. Estes valores estão próximos aos observados por Heinrich e Malavolta (2001), entre 0,03 e 0,06%, por Oliva (2007) em torno de 0,07%, Tatsch et al (2010) entre 0,02 e 0,07%, e De Campos et al (2014) entre 0,02 e 0,06%. A erva-mate é uma planta tolerante ao Al e que pode apresentar altos teores desse elemento nas folhas (MEDRADO et al., 2000). Segundo Chenery e Sporn (1976) o teor de Al em alguns casos pode alcançar valores iguais ou superiores à 10%.

Há diferença no teor de Al entre planta in natura e comercial. A erva-mate após passar pelo beneficiamento como o cancheamento e peneira é misturada em proporções de folhas, palitos e goma de acordo com o produto desejado (DE CAMPOS et al., 2014). Além disso, os teores de Al na erva-mate dependem da cultivar, tempo de colheita, teor de Al e pH do solo (GIULIAN et al., 2009).

Para o Cádmiio e o Chumbo os teores ficaram abaixo do LDQM, Cd < 12,0 mg Kg<sup>-1</sup> e para o Pb < 6,0 mg Kg<sup>-1</sup> (Tabela 1). Não há na literatura valores de Cd e Pb para erva-mate. Estudo com chá branco, verde e preto revelaram teores de Cd entre 0,01 mg kg<sup>-1</sup> e 0,09 mg kg<sup>-1</sup> e teores de Pb inferiores a 0,6 mg de Pb (DUBOC, 2015).

## 5.2 TEORES DE ELEMENTOS ESSENCIAIS NA INFUSÃO

Em média a marca M4 apresentou os maiores teores dos elementos Ca, Mg e Zn em infusão (Tabela 2). Para o Cu e o Mn observou-se que as marcas M2 e M3, respectivamente, se sobressaem as demais.

A marca M2 foi a que em média apresentou as menores quantidades dos elementos avaliados (Tabela 2). Essa diferença, pode estar relacionada ao tipo de solo em que foram cultivadas as ervas-mate, pois, cada marca é de uma localização diferente, o manejo pode interferir, até mesmo a forma de processamento dessas ervas. Somente com este estudo não é possível encontrar a causa destas diferenças.

As variações nas temperaturas de infusão proporcionaram diferentes teores de macro e micronutrientes. Os maiores teores de cálcio extraído da erva-mate ocorreram a 70 °C (251 e 83 mg L<sup>-1</sup>). Ramalho et al (1998), realizaram um experimento analisando as infusões de erva-mate a 70 °C e encontraram teores médios de Ca de 80,94 mg L<sup>-1</sup>.

Tabela 2 - Teores de macronutrientes e micronutrientes em diferentes temperaturas e marcas em infusão de erva-mate comercial. Primeiro extrato.

Temperatura	Marca	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn
		----- mg L <sup>-1</sup> -----				
70°	M1	182 Ba	531 Ba	7,1 Ba	185 Ba	8,5 Aa
	M2	83,0 Ca	317 Cb	10,2 Aa	73,6 Ca	1,9 Aab
	M3	130,2Ca	419 BCa	5,1 Ca	148 Ba	5,3 Aa
	M4	251 Aa	767 Aa	5,3 Ca	236 Aa	9,1 Aa
80°	M1	14,9 Ab	238 Ab	1,7 Bb	73,5 b	0,6 Ab
	M2	24,5 Ab	200 Abc	1,6 Bc	0,3 Ab	0,6 Ab
	M3	25,7 Ab	300 Ab	2,0 Bc	148 a	0,7 Ab
	M4	44,5 Ab	129 Bb	2,6 Ab	45,5 Ab	2,3 Ab
90°	M1	44,0 Bb	169 BCb	1,0 Bc	48,7 B	1,7 BCb
	M2	115,3 Aa	513 Aa	2,7 Ab	110,7 Aa	3,3 Aba
	M3	105,5 Aa	251 Bb	2,7 Ab	148 A	5,0 Aa
	M4	48,4 Bb	122 Cb	2,6 Ab	45,8 Bb	0,5 Cb

\*\*Letras diferentes indicam que as médias diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de significância; as letras maiúsculas correspondem a comparação de marcas na mesma temperatura, e as minúsculas a diferença de temperatura\*\*

Heinrich e Malavolta (2001), observaram teores em torno de 44 mg L<sup>-1</sup> de Ca, em infusão a 80 °C. Os teores observados em média neste trabalho variaram entre 44,5 e 14,9 mg L<sup>-1</sup> para a mesma temperatura.

A quantidade de cálcio em diversas bebidas como, chá preto, infusão de erva-mate, leite em pó desnatado e integral, café e alimento com proteína isolada de soja foi avaliado por Battestin. L, et al (2002). Esses autores observaram que a quantidade de cálcio presente na infusão de erva-mate, de 93,67 mg/100 ml, foi semelhante ao encontrado no leite em pó

desnatado, de 91,44 mg./100 ml. E ainda, a erva-mate se sobressaiu com os maiores teores quando comparados com as demais bebidas analisadas.

A ingestão diária recomendada (IDR) para homens e mulheres adultos de 19 a 50 anos é de 1000 mg.dia<sup>-1</sup> de Ca (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCIS DIETARY, 2000). Portanto, um adulto que ingira um litro de chimarrão por dia a temperatura de 70 °C acessaria 251 mg de Ca, o que representa um quarto da IDR.

A OMS (Organização Mundial da Saúde) estabelece IDR para um adulto de Mg 300 mg dia<sup>-1</sup> considerando uma dieta de 2000 calorias diárias (BRANDÃO, 2016). O consumo de um litro de chimarrão a temperatura de 70 °C resultaria para M4 em uma ingestão de 767 mg, ou seja, mais que o dobro da IDR.

Para o Cu os maiores teores também ocorreram para temperatura de 70 °C, variando entre 10,2 e 5,1 mg L<sup>-1</sup>. Para as temperaturas de 80 e 90 °C os teores encontrados foram de 2,6 a 1,6 mg L<sup>-1</sup> e 2,7 a 1,0 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 2). Teores de 0,16 a 0,44 mg L<sup>-1</sup> de Cu foram encontrados por Heinrich e Malavolta (2001), na temperatura de 80 °C. Martins et al (2008), observaram em infusões de espécies de plantas medicinais da Amazônia, como a Sucurijú, teores de Cu em torno de 13 a 16 mg L<sup>-1</sup>, teores estes superiores aos encontrados em erva-mate.

Os maiores teores observados para Zn foram obtidos a 70 °C (9,1-1,9 mg L<sup>-1</sup>). Esses teores são inferiores aos encontrados por Heinrich e Malavolta (2001), de 38 a 43 mg L<sup>-1</sup> na temperatura de 80 °C.. Martins et al (2008), observou no chá de cipó Sucurijú (*Eunectes murinus*) teores variando de 13 a 19 mg L<sup>-1</sup>. É possível que as marcas comerciais analisadas neste trabalho apresentem teores inferiores de Zn, não correspondendo aos teores descritos na literatura para outras marcas.

A OMS (Organização Mundial da Saúde) estabelece IDR para Zn de 12,5 mg e para Cu de 3,0 mg. Se considerarmos o consumo de um litro de chimarrão da marca M4 a 70 °C por exemplo, resultaria no consumo de 9,1 mg de Zn e 5,3 de Cu. Para Cu, neste exemplo, a quantidade ingerida seria superior a IDR.

Os maiores teores de Mn (Tabela 2), assim como os outros elementos foram observados para a infusão a 70 °C (185 a 73,6 mg L<sup>-1</sup>.) Os Menores teores foram observados 80 °C (148 a 0,3 mg L<sup>-1</sup>). Heinrich e Malavolta (2001), observaram teores de Mn entre 1050 e 655 mg L<sup>-1</sup>, teores superiores aos relatados nesta pesquisa.

Observou-se que os maiores teores de macronutrientes e micronutrientes foram obtidos na menor temperatura de infusão e ainda que os menores teores foram obtidos a 80 °C. Não há na literatura trabalhos comparando infusões em diferentes temperaturas. As diferenças observadas entre temperaturas sugerem a necessidade de maiores estudos.

### 5.2.1 Elementos tóxicos

Observa-se que para o elemento Al (Tabela 3), a marca M4 apresentou os maiores teores variando de 5,0 a 15,6 mg L<sup>-1</sup>. A diferença de teores de Al entre marcas possivelmente se deve a condução desses ervais em solos mais ácidos, com maiores teores de Al trocável e associado a erva mate ser uma planta tolerante ao metal. O teor total de Al encontrado neste trabalho foi de 4000 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto que o maior valor encontrado para infusão foi de 15,6 mg kg<sup>-1</sup>, o que corresponde a 0,39 % do total.

Heinrich e Malavolta (2001) e De Campos (2014) apresentaram em seus trabalhos teores de Al em infusão entre 3,75 a 3,00 mg L<sup>-1</sup> e 4,0 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Teores próximos aos observados no presente estudo nas diferentes temperaturas de infusão (Tabela 3). Tatsch et al (2010), observaram em 10 marcas de erva-mate comercial teores que 57 mg L<sup>-1</sup> de Al.

Tabela 3 - Teores de elementos tóxicos em diferentes temperaturas e marcas em infusão de erva-mate comercial. Primeiro extrato. Onde, as letras maiúsculas correspondem a marcas, e as minúsculas a temperatura.

Temperatura	Marca	Al	Cd	Pb
-----mg L <sup>-1</sup> -----				
70°	M1	12,2 Aba	2,2 Aa	0,3 Ba
	M2	9,2 Ba	2,2 Aa	0,4 Ba
	M3	12,4 ABa	2,2 Aa	0,6 Aba
	M4	15,6 Aa	2,2 Ab	1,00 Aa
80°	M1	4,0 Bb	2,2 Ba	0,3 Aa
	M2	4,6 Bb	2,1 Ba	0,4 Aa
	M3	4,9 Bb	2,2 Ba	0,2 Aa
	M4	9,3 Ab	2,3 Aa	0,4 Aab
90°	M1	4,2 Cb	2,0 Bb	0,1 Aa
	M2	10,3 Aa	2,2 Aa	0,2 Aa
	M3	8,3 ABb	2,2 Aa	0,1 Aa
	M4	5,0 BCc	2,1 Ab	0,09 Ab

\*\*Letras diferentes indicam que as médias diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de significância

De acordo com De Campos et al (2014), os teores de Al em infusões são mais elevados quando são preparadas bebidas quentes com a erva-mate, no caso o chimarrão. Além disso, a maior parte do Al presente nas infusões de erva-mate encontra-se complexado com as melanoidinas, compostos fenólicos e flavonoides, minimizando a sua biodisponibilidade. Entretanto, a fração lábil do Al presente nas infusões a quente de erva-mate pode ser superior ao limite tolerável de consumo semanal de Al que é  $2,0 \text{ mg kg}^{-1}$  para adultos com 70 kg de acordo com a Organização Mundial da Saúde (DE CAMPOS et al., 2014).

Construindo um cenário hipotético, onde um adulto pesando 70 kg, consuma um litro de chimarrão por dia da marca M4 com teor de Al de  $15,6 \text{ mg L}^{-1}$  por uma semana (7 dias), isso resultaria em uma ingestão semanal de  $1,59 \text{ mg}$  de Al. Este valor corresponde a 78% da ingestão diária tolerável. Lembrando ainda que, as pessoas estão diariamente em contato com fontes contaminadoras de Al. Portanto, deve-se ter cautela no uso demasiado de produtos e alimentos que contenham o elemento.

Os maiores teores de Pb (Tabela 3) também ocorreram para marca M4 ( $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ). Para o Cd, não houve diferença significativa entre as marcas apresentadas, e o teor variou entre  $2,0$  e  $2,3 \text{ mg L}^{-1}$  (Tabela 3). Vulcano et al (2008), realizaram um estudo com chás comerciais de camomila e erva-mate, e quantificaram teores de Cd variando de  $0,1$  a  $0,4 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  em chá comercial de camomila comercial e na erva-mate comercial os autores observaram teores variando de  $1,4$  a  $3,0 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ . Para Pb não foram encontrados estudos publicados.

Em 2013, a ANVISA estabeleceu a resolução N° 42, que determina valores máximos permitidos de elementos tóxicos como o Cd e o Pb em infusões. Sendo  $0,4 \text{ mg L}^{-1}$  para Cd e  $0,6 \text{ mg L}^{-1}$  para Pb. Os teores de Cd observados neste trabalho estão acima do permitido pela legislação. Brandão (2016), observou em amostras comerciais de chás de camomila teores acima dos preconizados pela legislação brasileira variando de  $3$  a  $4 \text{ mg L}^{-1}$  de Cd. Para Pb o maior teor obtido para marca M4 de  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  é superior ao máximo permitido pela legislação.

A OMS (Organização Mundial da Saúde) e a IBRAMATE (Instituto brasileiro de erva-mate) recomendam o uso da água para o chimarrão em torno de  $60$  a  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  devido aos riscos à saúde, principalmente câncer de esôfago. Entretanto, os resultados obtidos para teor de Pb para M4 e teores de Cd para as quatro marcas para a temperatura de  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ , apontam para risco de contaminação humana, já que os teores são superiores aos valores permitidos pela legislação.

## 6 CONCLUSÃO

Os macronutrientes e micronutrientes são transferidos para o chimarrão.

Em média os maiores teores obtidos para todos os elementos em infusão foi a 70 °C;

Os teores de Cd em infusão encontram-se acima dos valores máximo permitidos pela legislação para infusões. Entretanto para teor Pb, apenas a marca M4 encontra-se acima do permitido.



## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMDUR MO. J. C. D. KLAANEN,; Casarett and Doll's Toxicology: the basic science of poison, **Pergamon Press**, New York, 4 ed. 1996.

ABREU,L. Estudo do poder antioxidante em infusões de ervas utilizadas como chás. Dissertação de mestrado, curso de pós-graduação em ciência e tecnologia dos alimentos da **Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 2013.

ALENCAR, F.R. de. Erva-mate. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1960. 85p. **Produtos Rurais**, 12.

ALLOWAY, B. J. Heavy metals in soils. New York: John Wiley, 1990. 339p.

ALMEIDA, M. M. B.; LOPES, M. F. G.; NOGUEIRA, C. M. D.; MAGALHÃES, C. E. C.; MORAIS, N. M. T. Determinação de nutrientes minerais em plantas medicinais. **Ciênc. Tecnol. Alimentos.**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 94-97, 2002.

ANDRADE F. M. de Diagnóstico da Cadeia Produtiva da *Ilex paraguariensis* St. Hill, Erva-Mate. São Mateus do Sul: **Fundo Brasileiro para a Biodiversidade/FUNBIO**, 1999.

ANDRADE, R. S. G. de; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A. ; NÓBREGA, J.A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química**, São Paulo, v.27, n. especial, 2002.

ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; SOUZA, G.A.; BONA FILHO, A. Os princípios nutritivos e suas finalidades. **Nutrição animal**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1990. p. 189-255.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. AWWA - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WEF - WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20. ed. **USA: United Book Press, Inc.** Baltimore, Maryland. 1998.

APOSTOLI, P.; **Med. Lav.** 1998, 89, 3.

ARAÚJO, U.C; PIVETTA, F.R; MOREIRA, J.C. Avaliação da exposição ocupacional ao Chumbo: proposta de uma estratégia de monitoramento para prevenção dos efeitos clínicos e subclínicos. **Cad. Saúde Pública**.v.15, n.1.Rio de Janeiro. 1999.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) .Case studies in environmental medicine – lead toxicity. US Department of Health and Human Services, **Public Health Service**, Atlanta. 1992.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).Toxicological profile for lead. US Department of Health and Human Services, **Public Health Service**, Atlanta. 1999.

AVEGLIANO, Roseane Pagliaro. Estudo de Dieta Total no Estado de São Paulo: Estimativa de ingestão dietética de elementos tóxicos (Arsênio e Cádmio) e essenciais (Cálcio, Cromo, Ferro, Selênio, Sódio, Potássio e Zinco). 2009. **Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.**

AZEVEDO, E.B. Bioquímica do tecido animal. Seminário apresentado no programa de pós-graduação em **Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.** 2005.

AZZOLINI, M., MACCARI J.R A. Produtos Alternativos e Desenvolvimento da Tecnologia Industrial na Cadeia Produtiva da Erva-Mate. **MCT/CNPQ**, CURITIBA, PR. 2000.

BADKE, M.R Conhecimento popular sobre o uso de plantas medicinais e o cuidado de enfermagem. 2008.96f. Dissertação de mestrado-Centro de ciências em saúde, **Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, 2008.

BARROS, S. G.S; GLISOLFI, E.S; LUZ, L.P. Barlem GG, Vidal RM, Wolff FH, Magno VA, Breyer HP, Dietz J, Grüber AC, Kruel CDP, Prolla JC.Mate (Chimarrão) é consumido em alta temperatura por população sob risco para o carcinoma epidermoíde de esôfago. **Arq. gastroenterol.** São Paulo SP. v.37,n.1, 2000.

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.

BATTESTIN, L. et al. Análise de cálcio em diferentes tipos de bebidas. **Visão Acadêmica**, v. 3, n. 2, 2002.

BELLO, W. O mate. Rio de Janeiro, Sociedade Nacional de Agricultura, 1908. 46p.

BENEDETTI, Eliziane Luiza et al. Tolerância da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) Ao alumínio. Tese de Doutorado. Programa de pós-graduação em solos e nutrição de plantas. **Universidade Federal de Viçosa**. Minas Gerais. 2012.

BERGLUND, M.; Intestinal-Absorption of Dietary-Cadmium in Women Depends on Body Iron Stores and Fiber Intake; **Environmental Health Perspectives**; Vol. 102 (12): 1058-1066; December; 1994.

BIEGO, G. H., JOYEUX, M., HARTEMANN, P., DEBRY, G. Daily intake of essential minerals and metallic micropollutants from foods in france. **Sci. Total Environ.**, v.217, p.27-6, 1998.

BIXBY M, SPIELER L, MENINI T, GUGLIUCCI A. *Ilex paraguariensis* extracts are potent inhibitors of nitrosative stress: a comparative study with green tea and wines using a protein nitration model and mammalian cell cytotoxicity. **Life Sci.**; 77:345-58. 2005.

BOGUSZEWSKI J.H. Uma história Cultural da Erva-mate o alimento e suas representações.p.20 Dissertação de mestrado. Curso de pós-graduação em História da **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba. PR. 2007.

BOSSO, S.T.; ENZWEILER, J. Ensaio para determinar a (bio) disponibilidade de Chumbo em solos contaminados: revisão. **Química Nova**, São Paulo, v.31, n2 p.394-400, 2008.

BRANDÃO, Jussara Aparecida Costa. Teores de elementos tóxicos (As, Cd) e essenciais (Ca, Fe, Mg e Mn) em chás comercializados no Distrito Federal e a contribuição do seu consumo nos limites e/ou necessidades de ingestão diárias. 2016. **Dissertação de mestrado.**

BRASIL - Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n ° 42, de 29 de agosto de 2013. Regulamento técnico Mercosul sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. Diário Oficial da União. Brasília, DF, ago. 2013.: Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br> Acessado em 9/8/2016.

BRASIL – Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada. RDC n. 267, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico de Espécies Vegetais para o preparo de Chás”. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em 10/7/2016.

BRASIL- Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. Cadernos de Atenção Básica, n. 20.2007. Brasil: Ministério da Saúde. Disponível em <http://dab.saude.gov.br/>. Acessado em 16/8/2016.

BRASIL. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº. 277, de 22 de setembro de 2005. A Agência Nacional de Vigilância Nacional aprova o "Regulamento Técnico para café, cevada, chá, erva-mate e produtos solúveis" . Anexo: Regulamento Técnico para café, cevada chá, mate e produtos solúveis. 2005. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18837&word=caf%C3%A9>>. Acessado em 21/7/16.

BURRIS, K. P.; DAVIDSON, P. M.; STEWART JR, C. N.; HARTE, F. Antimicrobial activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) aqueous extracts against *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus*. **Journal of Food Science**. v. 76, n. 6, p, M456-M462, 2011.

BUTURE I.O e , MARÇAL W.S. Teores de Chumbo e Cádmio em suplementos minerais comercializados no estado do Paraná. **Rev. Science of veterinary**. v.10,n.1,p.51-56,2005.

CARVALHO, O.A. Complexos de metais pesados com substâncias húmicas e matéria orgânica: estabilidade das ligações. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 2, 1997, São Carlos. Anais. São Carlos: **EMBRAPA-CNPDIA**, p. 72-3. 1997.

CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: **Embrapa/Florestas**, v. 1. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras).2003.

CHENERY, E.M .SPORNE, K.R.A note on the evolutionary status of aluminium accumulators among dycotiledons. **New Phytologist**, 76:551-554, 1976.

CIRIO, GIANNA MARIA E RUCKER, NEUSA GOMES DEALMEIDA. Ecofisiologia da erva-mate e os parâmetros legais . In MACHUCHOWSHI, Jorge Zbigniew (coordenador). Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate. **Projeto Plataforma tecnológica da erva-mate no Paraná, Série PADCT N° 1**, Curitiba, 2000.

CONSTANTINO, Vera R. Leopoldo et al. Preparação de compostos de alumínio a partir da bauxita: considerações sobre alguns aspectos envolvidos em um experimento didático. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 490-498, 2002.

COSTA, L. M.; GOUVEIA, S.T; NOBREGA J. A. Comparison of Heating Extraction Procedures for Al, Ca, Mg, and Mn in Tea Samples. **Analytical sciences**, v. 18, mar., 2002.

DA CROCE D.M. Características Físico-Químicas de extratos de Erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hill.) no Estado de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria. v. 12, n.2, p 107-113. 2002.

DATASUS. Departamento de Informática do SUS. Disponível em: [www.trabnet.datasus.gov.br](http://www.trabnet.datasus.gov.br) Acessado em: 01/08/2016.

DE CAMPOS, Bruna Kaely et al. Avaliação da labilidade de alumínio em infusões de erva-mate empregando voltametria adsorptiva de redissolução catódica. **Química Nova**, v. 37, n. 9, p. 1479-1486, 2014.

De GENNARO LD. Lead and the developing nervous system. **Growth Dev Aging**. 66(1): 43–50.2002.

DECAPITANI, E.M; PAOLIELLO MMB, Costa de Almeida GR. Fontes de exposição humana a Chumbo no Brasil. *Medicina (Ribeirão Preto)*.São Paulo. Online ;v.42.n.3.p. 311-8.2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/226/227>> Acessado em 1/8/2016.

DEVI, S.R.; PRASAD, M.N.V. Membrane lipid alterations in heavy metal exposed plants. In: PRASAD, M.N.V. (Ed.). *Heavy metal stress in plants: From biomolecules to ecosystems*. 2 nd ed. **Springer**, printed in India, p.127-145. 2004.

DIAS, NIVEA M.P.; ALLEONI, LUIS R.F.; CASAGRANDE, José C. and CAMARGO, Otávio A.. Isotermas de adsorção de cádmio em solos ácidos. **Rev. bras. eng. agríc. ambient**. vol.5, n.2, pp. 229-234. 2001.

DIZ, M. S. S.; CARVALHO, A. O.; GOMES, V. M. Purification and molecular mass determination of a lipid transfer protein exuded from *Vigna unguiculata* seeds. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 15, n. 3, p. 171-175, Dec. 2003.

DRI .Dietary reference intakes: application of tables in nutritional studies. 2006. Disponível em: <<http://fnic.nal.usda.gov>. Acessado em 3/8/2016.

DUARTE, R.P.S & PASQUAL.A. Avaliação do Cd, Chumbo , Níquel e Zinco em solos, e cabelos humanos. **Rev. Energia na Agricultura**. Vol. 15, n.1, 2000.

DURACK, E., M. Alonso-Gomez e Wiljinson, M.G. (2008). "Salt: A review of its role in food science and public health." **Current Nutrition and Food Science** 4(4): 290-297;

DURAYSKI.J;"TOMAS UM MATE?" Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Administração da Universidade do Vale do Rio dos Sinos-UNISINOS. São Leopoldo, RS. P 35-56.2013.

DURAYSKI.J; FONSECA,M.J. A dimensão sagrada do consumo do Chimarrão.VI Encontro de Marketing da ANPAD. Gramado/RS.2014.

EGREJA FILHO, F.B. Avaliação da ocorrência e distribuição dos metais pesados na compostagem de lixo domiciliar urbano. 176p. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Agronomia/ Agroquímica) - **Universidade Federal de Viçosa**. Minas Gerais.1993.

EMBRAPA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Solos do Estado de Santa Catarina. ISSN 1678-0892 Dezembro, 2004.

ERNST, E.; Trends **Pharmacol. Sci.** 23, 136. 2002.

ESMELINDRO, M.C.; TONIAZZO, G.; WACZUK, A.; DARIVA, C.; OLIVEIRA, D. Caracterização físico-química da erva-mate: Influência das etapas do processamento industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 193-204, 2002.

FAGUNDES, A; DANGUY, L.B; SCHIMITT, V. MAZUR, C.E. Compostos Bioativos e propriedades nutricionais na saúde. **Rev. Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, São Paulo. v.9 n.53.p 213-222.2015.

FERIGOLO, P.C; SAGRILLI, M.R. Genotoxicidade relacionada ao consumo de chimarrão. *Disciplinarium Scientia: Ciências da saúde*, Santa Maria, v.14,n.1,p.1-13, 2013.

FERLA, N.J; MARCHETTI, M.M & SIEBERT, J.C. Acarofauna (ACARI) de Erva-mate no estado do RS. **Biociências**, Porto Alegre, RS.v.13,n 2,p.133-145.2005.

FERNANDES, J.S.C. Programa de melhoramento da erva-mate coordenado pela Embrapa: resultados da avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones. Colombo: **Embrapa/CNPQ**, Circular Técnica n. 43, 2000. 65p

FILHO, M.F. Evolução Histórica da economia paranaense. **Rev. Paraná**. Curitiba, n 87.p.131-148.1996.

FILIP R, López P, Giberti G, Coussio J, Ferraro G. Phenolic compounds in seven South American Ilex species. **Fitoterapia**.72:774-8. 2001

FILIP, R.; DAVICINO, R.; ANESINI, C. Antifungal Activity of the Aqueous Extract of Ilex paraguariensis Against Malassezia furfur. **Phytotherapy research**. v. 24, p. 715-719, 2010.

FIRMINO, L.A. Avaliação da qualidade de diferentes marcas de chá verde (Camellia sinensis) comercializadas em Salvador-Bahia. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - **Faculdade de Farmácia da Universidade, Federal da Bahia, Salvador**, 2011.

FOSSATI, L.C.; REISSMANN, C.B. Avaliação do estado nutricional e da produtividade de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate), em função do sítio. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. Anais. Colombo: **EMBRAPA-CNPF**. p.439.1997.

FRANCO, M. J; et al. Determinação de metais em plantas medicinais comercializadas na região de Umuarama-PR. **Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 121-127, maio./ago. 2011.

FRANÇOIS, M; GRANT, C; LAMBERT, R; SAUVÉ, S. Prediction of cadmium and zinc concentration in wheat grain from soils affected by the application of phosphate fertilizers varying in Cd concentration. **Nut. Cycl. in Agroec.**, 83 (2): 125-133. 2009.

GAO, H.; Liu, Z.; Qu, X.; Zhao, Y. Effects of Yerba Mate tea (*Ilex paraguariensis*) on vascular endothelial function and liver lipoprotein receptor gene expression in hyperlipidemic rats. **Fitoterapia**. Vol. 84. p.264- 72. 2013.

GERHARDT, M. História Ambiental da Erva-mate. Tese de Doutorado programa de pós graduação em História, Centro de filosofia e ciências humanas da **Universidade Federal do Estado de Santa Catarina**, Florianópolis, 2013.

GIDDENS, A. A consequência de Modernidade. São Paulo. **UNESP**, 1991.

GILBERT, G. C. *Ilex* en sudamerica: florística sistemática y potencialidades com relación a un banco de germoplasma para la yerba mate. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A. Erva-mate; biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: **UFRGS**, p.303-312. 1995.

GIULIAN R, Santos CE, Shubeita Sde M, Silva LM, Dias JF, Yoneama ML. Elemental characterization of commercial mate tea leaves (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) before and after hot water infusion using ion beam techniques. **J Agric Food Chem**; 55:741-6. 2007.

GIULIAN, R.; dos Santos, C. E. I.; Shubeita, S. M.; da Silva, L. M.; Yoneama, M. L.; Dias, J. F.; *LWT--Food Sci. Technol.* 2009, 42, 74.

GNOATTO SC, Schenkel EP, Bassani VL. HPLC method assay total saponins in *Ilex paraguariensis* aqueous extract. **J Braz Chem Soc**;16:723- 5. 2005.

GOSMANN, G. Saponinas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate). Porto Alegre, 108 p. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Farmácia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **UFRGS**. 1989.

GRAHAM HN. Maté. **Prog Clin Biol Res.** 1984; 158:179-83.

GRATÃO, P.L.; PRASAD, M. N.V.; CARDOSO, P. F.; LEAD, P.J.; AZEVEDO, R.A.A.. Phytoremediation: green technology for the clean up of toxic metals in the environment. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.17, n.1, p.53-64, 2005.

GREGIANINI, T. S.; WINGE, H. Variabilidade de proteínas de reserva em populações naturais de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil., Aquifoliaceae). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 2.; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA-MATE, 3. Encantado. Anais... Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 373-380. 2000.

GUIMARÃES, Marcelo de A., SANTANA, Tessio A. de; SILVA, E.V; ZENZEN, I.L; LOUREIRO, M.E. Toxidade e Tolerância ao Cádmiio em Plantas. **Rev. Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas**.N.3, V.1,p.58, 2008.

HAN W.Y.; SHI YZ, M.A.L.F.; RUAN, J.Y. Arsenic, cadmium, chromium, cobalt, and copper in different types of Chinese tea.*Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, v.75, p.272-277, 2005.

HECK, C. I.; De MEJÍA, E. G. Yerba Mate tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive re-view on chemistry, health implications, and technological considerations. **J Food Sci**. Vol. 72. p.138-51. 2007.

HENRIQUE. F.A; CANTERI. M.H.G; AYALA.L.A.C;KOVALESKI.J.L. Análise de mercado da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hill.)no Brasil. **Anais. Congresso Brasileiro de Engenharia e Produção**. Ponta Grossa. PR. 2014.

HEIRICHS R. MALAVOLTA E. Composição mineral do produto comercial de erva-mate. *Ciência Rural*, v.31,n 5,p 781-785. Santa Maria, RS. 2001.

I.R.C VULCANO,,J.N. SILVEIRA,E.M; ALVREZ,; Teores de Chumbo e Cádmiio em chás comercializados na região metropolitana de Belo Horizonte. **Rev. Brasileira de ciências farmacêuticas**. v. 44, n.3. Set. 2008.

IBGE. **Banco de Dados**, 2009. Online. Disponíveis em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela>>.. Acessado em: 26 /7/2016.

IBRAMATE-**Instituto Brasileiro da erva-mate**. Folha do mate, 2014.

ITO E, Crozier A, Ashihara H. Theophylline metabolism in higher plants. **Biochim Biophys Acta**. 1336:323-30. 1997.

JACQUES A.R. Caracterização Química da Erva Mate (*Ilex paraguariensis*): Aplicação de diferentes processos de extração e influência das condições de plantio sobre a composição química. Tese de doutorado do programa de pós-graduação em química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, **UFRGS**. Porto Alegre, 2005.

JONES, L.H.P.; CLEMENT C.R.; HOPPER, M.J. Lead uptake from solution by perennial ryegrass and its transport from roots to shoots. **Plant Soil, Dordrecht**, v. 38, p.403- 414, 1973.

KARA, D. Evaluation of trace metal concentrations in some herbs and herbal teas by principal component analysis. **Food Chem.**, v. 114, p. 347-354, 2009.

KAWAKAMI, M., KOBAYASHI, A.J. **Agric. Food Chem.**, v.39, 1275-1279. 1991.

KLAASSEN, CUTIS D.; Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons; Sixth Edition; **McGraw-Hill**; 812-837; USA; 2001;

LANE S.D.; MARTIN E.S. A histochemical investigation of lead uptake in *Raphanus sativus*. **New Phytologist**, London, v.79, p.281-286, 1977.

LANG, R.M. Ocorrência de fungos toxigênicos e micotoxinas em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil. Var. *paraguariensis*) comercializadas em Santa Catarina. Dissertação de mestrado para o programa de pós-graduação em ciência de alimentos, pela Universidade Federal de Santa Catarina, **UFSC**. 2005. Florianópolis.

LEE, Esteban Noé Chen et al. Efeito do mate e do chá, comparado ao do fluor, na prevenção da cárie em ratos. **Estomatol. cult**, v. 16, n. 2, p. 17-22, 1986.

LINDSAY, W.L. Chemical equilibria in soils. **New York : WileyInterscience**, 1979. 499p.

LINHARES. T. História econômica do mate. Rio de Janeiro. Livraria José Otávio. 1969. 522p.

LOPES, G.A.D. et al. Plantas medicinais: Indicação popular de uso no tratamento de hipertensão arterial sistêmica (HAS). **Rev. Ciênc. Ext.**, v.6, n2, p.143-155. 2010.

LORENZI, Harri. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa: Plantarum**, 1992. v. 1.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Vol. 01, 3<sup>o</sup> Ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2000

LUX, A; MARTINKA, M; VACULÍK, M AND WHITE, P.J. Root responses to cadmium in the rhizosphere: a review. **J. Exp. Bot.**, 1-17. 2010.

MACCARI JR.A. Análise do Pré-Processamento da Erva-Mate para Chimarrão. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola, na área de concentração tecnologia pós colheita. **Universidade Estadual de Campinas**. Campinas. SP. 2005.

MACCARI, A.J.; SANTOS, A.P.R. Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia Industrial da cadeia produtiva de erva-mate. MTC/CNPQ/PADCT, Curitiba, PR, 2000.

MACHADO, P.L.O.A. Considerações gerais sobre a toxicidade do Alumínio nas Plantas. **EMBRAPASOLOS**. Doc. n° 2. 1997.

MALAVOLTA, E. Adubação e seu impacto ambiental. São Paulo: Prodoquímica Indústria e Comércio Ltda., 1994. 153p.

MARÇAL, W.S.; CAMPOS NETO, O.; NASCIMENTO, M.R.L. Valores sanguíneos de chumbo em bovinos Nelore suplementados com sal mineral naturalmente contaminado por chumbo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.1, p.53-57, 1998.

MARIATH, Jorge Ernesto de Araújo et al. Aspectos anatômicos e embriológicos em espécies do gênero *Ilex*. In: WINGE, Helga et al. (Orgs.). Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: **UFRGS**, 1995.

MARIUTTI L. R. B.; BRAGAGNOLO N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 1-11, 2009.

MARSCHENER, H. Mineral Nutrition of Higher plants. 2. ed. **London: Academic Press**, p. 889. 1995.

MARTINET A, HOSTETTMANN K, SCHUTZ Y. Thermogenic effects of commercially available plant preparations aimed at treating human obesity. **Phytomedicine**. 1999; 6:231-8 .

MARTINS, CAMILA ALVES. Determinação de metais em amostras comerciais de chá, farinha de trigo e trigo em grão mediante nebulização ultrassônica e ICP OES. 2014.

MARTINS, R.G. O problema econômico do mate. Rio de Janeiro, **Ministério da Agricultura**, 1949. 43p.

MEDRADO, M. J. Trabalhos no cultivo de plantas industriais – erva – mate: adubação, tratos culturais e podas. Curitiba: **SENAR-PR**, 2004.

MENDES, R.M.O. Caracterização e avaliação da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), beneficiada no estado de Santa Catarina.119f. Dissertação de Mestrado Programa de Pós- Graduação em Engenharia Química; Universidade Federal de Santa Catarina, **UFSC**. Florianópolis, 2005.

MEURER, E. J. Fundamentos da química do solo. 3. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 285 p.

MOHAMED,A.E; RASHED,M.N; MOFTY,A. Assessment of essential and toxic elements in some kinds of vegetables. **Ecotoxicol. Environ. Safety**. v55, p.251-260, 2003.

MOORE, J.W., RAMAMOORTHY, S. Heavy metals in natural waters. **New York: Springer-Verlag**, 1984. 328p.

MORAES, S.; COSTA, F.G.; PEREIRA, M.L.L.. Heavy metals and human health, Environmental Health - **Emerging Issues and Practice.**, InTech, 2012.ISBN: 978-953-307-854-0, InTech, 2012.

MOREIRA, J.C; A importância da análise de especiação do Chumbo em plasma para a avaliação dos riscos à saúde. **Química Nova**.v.27, n, 2 p. 251-260, 2004.

MÜNCH, D. Concentration profiles of arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, zinc, vanadium and polynuclear aromatic hydrocarbons (PAH) in forest soil beside an urban road. **Sci. Total Environ.**, v.138, p.47-5, 1993.

MUÑOZ ,N, VICTORA CG, CRESPI M, SAUL C, BRAGA NM, CORREA P. Hot maté drinking and precancerous lesions of the oesophagus: an endoscopic survey in southern Brazil. **Int J Cancer** 1987; 39: 708-9.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES DIETARY – Reference Intakes. Food and nutrition board. Institute of medicine, 2000.

NETO.J.V; LUCIO.D.C; STORK.L; CHIARADIA.L.A; LOPES.S.J. Dinâmica populacional do ácaro-do-bronze na cultura da erva-mate em Chapecó, SC. **Ver, Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n 3, p.612-617. 2007.

NICHOLAS JB et al – N. Engle. **J. Med.** 336(2):1557-61, 1997.

NRIAGU, J.O.A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. **Nature**, London, v.338 ,p.47-49, 1989.

OLIVA, E.V. Composição Química e Produtividade de Procedências e Progenies de Erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST.Hil.) Cultivadas em Latossolo Vermelho Distrófico no Município de Ivaí-PR. Dissertação de mestrado ,curso de pós graduação em ciência do solo, do Departamento de solos e engenharia agrícola, setor de ciências agrárias, Universidade Federal do Paraná, **UFPR**. 2007.

OLIVEIRA, Y. M. M.; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Documentos- **Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Brazil)**. no. 15., 1985.

OLMOS, V.; BARDONI, N.; RIDOLF, A. S.; VILLAAMILI LEPORI, E. C. Caffeine levels in beverages from Argentina's market: application to caffeine intake assessment.**Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.** Vol. 26. p.275-81. 2009.

OSAWA, J.L. O chá do município de Registro e seus reflexos na expansão sócio econômica da região. Curitiba: Universidade Federal do Paraná **UFPR**. 1990. 75.

OSKARSSON, A.; JORHEM, L.; SUNDBERG, J.; NILSSON, N.G.; ALBANUS, A. Lead poisoning in cattle – transfer of lead to milk. **The Science of the Total Environment**, Michigan, v.111, p.83- 94, 1992.

PACHECO, M.T.; SGARBIERI, V. C. Alimentos Funcionais: conceituação e importância na saúde humana. **Anais do 1º Simpósio Brasileiro sobre os Benefícios da Soja para a Saúde Humana**, 2001.

PANDOLFO, C.M.; FLOSS, P.A.; DA CROCE, D. M.; DITTRICH, R.C. Resposta da erva-mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil.) à adubação mineral e orgânica em Latossolo Vermelho aluminoférrico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, V. 13, n. 2, p. 37-45. 2003.

PANG J, C.Y, P T. *Ilex paraguariensis* extract ameliorates obesity induced by high-fat diet: potential role of AMPK in the visceral adipose tissue. **Arch Biochem Biophys**. 2008;476:178-85.

PEDROSO GL;MENDES R.H;PERSH K;JAHN M.P;KUCHARSKI LC. Efeito do Extrato Aquoso de *Ilex paraguariensis* Sobre o Metabolismo de Ratos Machos. **Rev. HCPA**, v, 30 p.241-246. 2010.

PEREIRA, J. C.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M e SANTOS, E. M. dos. Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Acácia mearnsii* De Wild. NO RIO GRANDE DO SUL – BRASIL. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.24, n.2, p.193-199, 2000.

PERFUS-BARBEOCH, L; LEONHARDT, N; VAVASSEUR, A. & FORESTIER, C. 2002. Heavy metal toxicity: cadmium permeates through calcium channels and disturbs the plant water status. **Plant J.**, 32:539-48.

PICHETH, J.A.T. Eficácia na Produção de Biomassa da erva-mate estabelecida com mudas produzidas de estacas e de sementes EFICÁCIA Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. **UFPR**. 2001.

PIERZYNSKI, G.M.; SIMS, J.T. & VANCE, G.F. Soils and environmental **quality**. Boca Raton, **Lewis Publishers**, 1994. 313p.

PINTOS, J.; FRANCO, E. L.; OLIVEIRA, B. V.; KOWAISKI, L. P.; CURADO, M. P.; POPOVA, L; MASLENKOVA, L; YORDANOVA, R; KRANTEV, A; SZALAI, G; JANDA, T. 2008. Salicylic Acid Protects Photosynthesis Against Cadmium Toxicity In Pea Plants.**Gen. Appl. Plant Physiol.**, 34 (3-4), 133-148.

RADOMSKI, M. I.; SUGAMOSTO, N. F. B.; CAMPIOLO, S. Avaliação dos teores de macro e micronutrientes em folhas jovens e velhas de erva-mate nativa. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, n.único, parte 2, 1992 (b). p. 453-456

RAMALLO, L.A., SMORCEWSKI, M., VALDEZ, E.C., PAREDEZ, A.M., SCHMALKO, M.E. Contenido nutricional del extracto acuoso de la yerba mate en tres formas diferentes de consumo. **La alimentación Latinoamericana**, Buenos Aires, n. 225, p.48-52, 1998.

RESENDE, M.D.V. DE; STURION, J.A.; CARVALHO, A.P. DE, SIMEÃO, R.M;

REZENDE, A.O poder das ervas. São Paulo: **IBRASA** 2006.373p.

ROBASSA, J. C. Caracterização química de três morfotipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em Latossolo Vermelho Escuro Álico na região de Ivaí – Pr. Curitiba, 2005. 55 f. **Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.**

ROCHA, F. Cádmio,Chumbo, Mercúrio. A problemática destes metais pesados na saúde. Monografia. Curso de Ciências da Nutrição. Faculdade de ciências da nutrição e alimentação **FCNAL**. Universidade do Porto. 2009.

ROHMER F. O livro do chá. São Paulo: Ground, 1986. 102.

ROSA, A. Título. In: ROSA, A. (Org). O patrimônio imaterial do chimarrão: o chá da amizade. Venâncio Aires: NUCVA. 1 DVD. SHERRY, John. F. Postmodern alternatives: the interpretive turn in consumer research. 2008.

ROSALINO ,M.R.R. Potenciais efeitos da presença de alumínio na água de consumo humano. Dissertação de mestrado no programa de Pós-graduação em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia. **Universidade de Lisboa**. 2011.

ROSSATO,L.V. Efeitos bioquímicos e fisiológicos do Chumbo em plantas de quitoco (*Pluchea sagittalis*): Possível papel fitorremediador. Dissertação de mestrado. Programa de pós- graduação em ciências biológicas: Bioquímica toxicológica, da Universidade Federal de Santa Maria. **UFSM**. Santa Maria, RS, 2010.

RUBY, M.V.et al. Advances in Evaluating the oral bioavailability of inorganics in soil for use in human health risk assessment. *Environmental Science e Techonogy*, Washigton,v.33,p.3697-3705,1999.

S.ROMEIRO; LAGOA,A.M.M; FURLANI,P.B; ABREU,C.A; PEREIRA,B.F.F;. Absorção de Chumbo e potencial de fitorremediação de *Canavalia Ensiformes L.* *Bragantina*, Campinas, v.66, n.2, p. 327-334, 2007.

SAIDELLES, A. P.F; KIECHNER,R.M;SANTOS,N.R.Z;FLORES ,E.M.M;BARTZ ,F.B. Análise de metais em amostras comerciais de erva-mate no sul do Brasil. *Araraquara. Alim. Nutri*. V.21, n.2, p.259-265, 2010.

SAIDELLES, A.; KIRCHNER, R.; FLORES, E.; SANTOS, N.; BENEDETTI, J.; CRUZ, L.. DETERMINAÇÃO DE CU, NI E ZN POR ICP-MS EM INFUSÕES DA ERVA-MATE COMERCIALIZADAS NAS REGIÕES DO SUL DO BRASIL  
Determination of Cu, Ni and Zn by ICP-MS infusions of yerba-mate commercialized in the regions of southern Brazil.. *Alimentos e Nutrição Araraquara, América do Norte*, 24 9 10 2013.

SAIDELLES, FABIO, LUIZ,FLEIG; REINERT, DALVAN JOSÉ ; SALET, ROBERTO LUIZ. Crescimento inicial de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em três classes de solos, na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 17-25, 2005.

SALDANHA, L.A. Avaliação da atividade antioxidante in vitro de extratos de erva mate (*Ilex paraguaiensis*) verde e tostada e chá verde (*Camellia sinensis*). **USP**. Dissertação de Mestrado Programa de pós-graduação em Saúde Pública. São Paulo – SP, 2005. 120 p.

SALDÃO, M. Intoxicação por Chumbo. **Rev. Oxidologia**. 2002.

SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. CABRAL, C.P. Influência do alumínio no crescimento e na acumulação de nutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:787-796, 2000.

SANÍN, LH, COSSIO TG, ROMIEU I & AVILA MH. Acumulación de plomo en hueso y sus efectos en la salud. **Salud Pública de México** 40(4): 359-368.1998.

SANZ, M.D.T.;ISASA,M.E.T.AARCH.LAT **de Nut.**,1991,v.41,n.3,p.441-454.

SARYAN LA & ZENZ C 1994. Lead and its compounds, pp. 506-541. In C Zenz, OB Dickerson & EP Horvath (eds.). **Occupational medicine**. Editora Mosby-Year Book, Inc., EUA.

SCHINELLA G, FANTINELLI JC, MOSCA SM. Cardioprotective effects of *Ilex paraguariensis* extract: evidence for a nitric oxide-dependent mechanism. **Clin Nutr**. 2005; 24:360-6.

SCHWAB, A.P; ZHU, D.S; BANKS, M.K. 2008. Influence of organic acids on the transport of heavy metals in soil. **Chemosphere**, 72: 986–994.

SCUCATO, E.S. Erva-mate: Situação sanitária no Paraná durante o período de 1991 a 1996. **B.Ceppa**, v.16,n.2.1998.

SHARMA, P.DUBEY,R.S. Lead toxicity in plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.17,n.1, p.35-52, 2005.

SILVA, Mariana Scicia Gabriel da. Adsorção de cádmio e chumbo em solução aquosa por lama vermelha natural e com diferentes ativações. 2015. 79 f. **Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia**, 2015.

SILVA, S. M.S.; MURA J.D.P. Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia. São Paulo: Roca, 2007. p.77-112.

SINGH, R.; et al. Heavy metals and living systems: An overview, **Indian J Pharmacol**, vol. 43, nº. 3, p. 246–253, mai.– jun., 2011.

SINGH, S; NAFEES, A.K; RAHAT, N; NASER, A.A. 2008. Photosynthetic Traits and activities of antioxidant enzymes in blackgram (*Vigna mungo* L. Hepper) under cadmium stress. **Am. J. Plant Physiol.**, 3(1):25-32.

SKERFIV S. Inorganic lead. Em: Beije B, Lundberg P, eds. Criteria documents from the Nordic Expert Group 1992. **Stockholm:** Arbete och Hälsa; 1993. Pp. 125–238.

SMITH RD, OSTERLOH JD & FLEGAL AR. Use of endogenous, stable lead isotopes to determine release of lead from skeleton. **Environmental Health Perspectives** 104(1):60-66. 1996.

SOMASHEKARAIHAH, B.V; PADMAJA, K; PRASAD, A.R.K. Phytotoxicity of cadmium ions on germinating seedlings of mungbean (*Phaseolus vulgaris*): involvement of lipid peroxides in chlorophyll degradation. **Plant Physiol.**, 85: 85-89. 1992.

SPARKS, D.L. Environmental soil chemistry. San Diego, **Academic Press**, 1995. 267p.

STAGG, G. V.; MILLIN, D. J. The nutritional and therapeutic value of tea: a review. **J. Sci. Food Agric.**, v. 26, p.1439-1459, 1975.

TAPIERO, H.; TEW, K.D.; NGUYEN BA, G.; MATHÉ, G. Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies? **Biomedecine & Pharmacotherapy**, v.56, n.4, p.200-207, 2002.

TATSCH, FERNANDA ROBERTA PEREIRA; GONÇALVES, VERIDIANA; MEURER, EGON JOSÉ. Alumínio total e solúvel em amostras de erva mate comercializadas no Rio Grande do Sul. **Scientia agraria**, v. 11, n. 1, p. 83-86, 2010.

TAVARES, T.M., CARVALHO, F.M. Avaliação da exposição de populações humanas a metais pesados no ambiente: exemplos do Recôncavo Baiano. **Química Nova**, v.15, n.2, p.147-53, 1992.

TAYLOR, G.J. The physiology of aluminum tolerance in higher plants. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.19, p.1179-1194, 1988.

TELLES-PLAZA, M. et al. Cadmium exposure and all-cause and cardiovascular mortality in the U.S. general population. **Environmental Health Perspectives**, vol. 120, nº 7, p. 1017- 1022, jul.2012.

TSAIH, S. W.; Schwartz, J.; Lee, M. L. T.; Amarasiriwardena, C.; Aro, A.; Sparrow, D.; Hu, H.; **Environ. Health Perspect.** 1999, 107, 391.

UFRGS Acessado em 07/03/2017. disponível em:  
[www.ufrgs.br/alimentus1/objetos/erva-mate/agri\\_regioes.html](http://www.ufrgs.br/alimentus1/objetos/erva-mate/agri_regioes.html)

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

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 Estrutural e Química da erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST.HILL.) e de espécies Utilizadas na Adulteração ,Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, **UFPR**, Curitiba, PR. p.119.1994.

VICTORIA CG, Muñoz N, Day NE, Barcelos LB, Peccin DA, Braga NM. Hot beverages and oesophageal cancer in southern Brazil: a case-control study. **Int J Cancer**1987; 39:710-6.

WATANABE,T.T.N .Bioquímica do tecido animal. Seminário do programa de pós graduação em Ciências veterinárias . Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **UFRGS**. 2010.

WHITE, T. Stabilising heavy metal waste underground. **Search**, v.26, n.5, p.148-51, 1995.

WHO/WFP/UNICEF. Preventing and controlling micronutrient deficiencies in populations affected by an emergency: multiple vitamin and mineral supplements for pregnant and lactating women, and for children aged 6 to 59 months. Geneva: **World Health Organization**; 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. 38. Trace elements in human nutrition and health. Geneva, 1996. 343p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION; Guidelines for Air Quality, WHO: **Geneva**, 1999.

WUNSCH-FILHO, V.; DE CAMARGO, E. A. The burden of mouth cancer in Latin America and the Caribbean: epidemiologic issues. **Semin Oncol**, v.28, p.158-168, 2001.

YANG,H.M;ZHANG;WANG,G.X.Effects oh havy metal ons tomatal movemets in broad bean leaves.Russian **Jounaul of plant physiology**,New York,v.51,p.464-468,2004.

Z. A. SHAIKH , J. B. NORTHUP , P. VERSTERGAARD, J. **Toxicol. Environ. Health**, 57(1999) 211.

ZHANG, G., TAYLOR, G.J. Effects of biological inhibitors on kinetics of aluminum uptake by excised roots and purified cell wall material of aluminum-tolerant and aluminum sensitive cultivars of *Triticum aestivum* L. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.138, p.533-539, 1991.

ZHU, Y.L.; PILON-SMITH, E.A.H.; JOUANIN, L.; TERRY, N. Overexpression of glutathione synthetase in Indian mustard enhances cadmium accumulation and tolerance. **Plant Physiology**, v.119, p.73–79, 1999.

ZORRIG, W; SHAHZAD, Z; ABDELLY C; AND BERTHOMIEU, P. 2012. Calcium enhances cadmium tolerance and decreases cadmium accumulation in lettuce (*Lactuca sativa*). *Afr. J. Biotechnol.*, 11(34):8441-8448.



## 8 ANEXOS

1. Questionário realizado em 5 supermercados da cidade de Lages, SC

- a) Quais são as quartas marcas em ordem crescente, mais vendidas no estabelecimento?