



UDESC

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAM DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**TEORES DE ELEMENTOS ESSENCIAIS E
NÃO ESSENCIAIS EM *Achyrocline*
*satureioides***

NATIELE DA SILVA GALVAN

LAGES, 2018

NATIELE DA SILVA GALVAN

**TEORES DE ELEMENTOS ESSENCIAIS E NÃO ESSENCIAIS EM
*Achyrocline satureioides***

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Ciências do Solo do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientadora: Prof^a. Dra Mari Lucia Campos

**LAGES
2018**

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com
auxílio do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC

Galvan, Natiele da Silva
Teores de elementos essenciais e não essenciais
em *Achyrocline satureioides* / Natiele da Silva
Galvan. - Lages, 2018.
65 p.

Orientadora: Mari Lucia Campos
Co-orientador: David José Miquelutti
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Ciência Do Solo, Lages, 2018.

1. Essencial. 2. Marcela. 3. Infusão. I. Lucia
Campos, Mari. II. José Miquelutti, David. , .III.
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação
em Ciência Do Solo. IV. Título.

NATIELE DA SILVA GALVAN

**TEORES DE ELEMENTOS ESSENCIAIS E NÃO ESSENCIAIS EM
*Achyrocline satureioides***

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Ciência do Solo do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientadora: Prof^a. Dra Mari Lucia Campos

Banca Examinadora

Membro interno: _____
Prof^a. Dr. David José Miquelutti
(UDESC – Lages, SC)

Membro Interno: _____
Prof. Dr^a. Letícia Sequinatto
(UDESC – Lages, SC)

Membro Externo: _____
Prof. Dr^a Maria Benta Cassetaria Rodrigues
(UNIFACVEST- Lages, SC)

Lages, 10 de julho de 2018

Dedico a Deus e a minha
família que me deu força
nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por proporcionar cada momento de alegria e conquista em minha vida.

A minha mãe, Andreia que mesmo não mais presente tenho certeza que me guiou e me deu forças.

Ao meu pai, Flavio, que sempre me incentivou e apoiou.

A minha irmã Nataly, que foi paciente nesta minha etapa.

Ao meu companheiro Diego, que foi o mais presente em toda esta minha caminhada, sempre dando apoio e carinho. Obrigado por toda paciência.

Aos meus amigos, aos que tinha e aos que tive a oportunidade de conhecer nesta nova etapa da minha vida, o meu muito obrigado.

Aos meus colegas de laboratório, o meu muito obrigado pelo apoio, ensinamentos, paciência e parceria. Em especial ao Andrei, o qual sempre esteve disposto para ajudar. Muito obrigado.

Um especial agradecimento à

Dra. Mari Lucia Campos, que foi a idealizadora deste sonho, por ter me aceitado como sua orientada, por sempre estar disposta a ajudar, a contribuir com sua inteligência. Muito obrigada Dra. Mari Lucia Campos por ser esta pessoa especial.

Agradeço também aos professores do programa de pós-graduação da UDESC/CAV pelos ensinamentos e dedicação.

Agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram com a minha formação.

Obrigada a todos!

RESUMO

GALVAN, Natiele da Silva. **Teores de elementos essenciais e não essenciais em *Achyrocline satureioides***. 2018. 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 2018.

Achyrocline satureioides é uma planta com desenvolvimento em todo a América do Sul, mais utilizada, principalmente no sul do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai. Conhecida popularmente como marcela ou macela, utilizada como analgésica, anti-inflamatória, em infecções intestinais, problemas digestivos, etc. Embora se tenha muitos estudos que comprovem seus efeitos benéficos a saúde humana, pouco se conhece sobre a sua composição de elementos essenciais e não essenciais. O presente trabalho teve como objetivo quantificar elementos essenciais (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn) e elementos não essenciais (Ni, Pb e Al) na infusão das inflorescências de *Achyrocline satureioides* e em solos. As coletas foram realizadas no município de Lages, Capão Alto e Palmeira, em Santa Catarina, e em cada um dos municípios em locais com e sem influência de tráfego rodoviário. Em cada local de coleta foram realizadas oito repetições de campo, totalizando 46 amostras de solo e planta. As inflorescências da planta foram secas em estufa de circulação à 65 °C e posteriormente moídas em moinho de tecido vegetal. Para o preparo da infusão foi utilizado 1g de amostra e 15ml de água deionizada a 70°C. As amostras permaneceram em infusão por 15 min, em seguida foram filtradas e adicionadas três gotas de ácido nítrico concentrado (HNO₃) para conservação. As quantificações dos teores de chumbo nas amostras foram realizadas na Universidade Federal do Rio Grande e as demais quantificações foram realizadas na sala de equipamentos do Centro de Ciência Agroveterinário CAV-UDESC utilizando ICP-OES. Há diferença entre os locais de coleta, com e sem influência de tráfego rodoviário. A infusão de marcela apresentou-se como uma ótima fonte de elementos essenciais. Os teores médios de Mg e Mn nas amostras coletadas nos três municípios, se apresentaram acima dos valores diários recomendado. A infusão de *Achyrocline satureioides* não apresentou teores de Al acima dos limites máximos toleráveis. A planta coletada no Município de Lages apresentou teores de Ni acima dos limites máximos toleráveis de ingestão diária segura. Os teores de Zn, Al e Ni na infusão em amostras coletadas em locais com influência de tráfego foram superiores as coletadas em locais sem tráfego.

Palavra chave: Essencial. Marcela. Infusão.

ABSTRACT

GALVAN, Natiele da Silva. **Content of essential and non-essential elements in *Achyrocline satureioides***. 2018. 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 2017.

Achyrocline satureioides is a plant with development in all South America, most used, mainly in the south of Brazil, Argentina, Uruguay and Paraguay. Popularly known as marcela or macela, used as analgesic, anti-inflammatory, in intestinal infections, digestive problems, etc. Although there are many studies that prove their beneficial effects on human health, little is known about their composition of essential and non-essential elements. The present work aimed at quantifying essential elements (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn) and non-essential elements (Ni, Pb and Al) in the infusion of macros inflorescences and EM alone. The collections were opened in the municipality of Lages, Capão Alto and Palmeira, in Santa Catarina, and in each of the municipalities in places with and without influence of road traffic. At each collection site, field replications were performed, totaling 46 soil and plant samples. The inflorescences of the plant were dried in the oven at 65 ° C and further milled in a plant tissue mill. To prepare the infusion, 1 g of sample and 15 ml of deionized water were used at 70 ° C. As the varnishes remained infused for 15 min, three drops of concentrated nitric acid (HNO₃) were added for storage. The quantifications of the lead samples in the series were submitted to ICP-OES. There is a difference between the collection sites, with and without influence of road traffic. The infusion of marches presented a great source of essential elements. The mean Mg and Mn are distributed in the three provinces, which is the nominal values. The infusion of *Achyrocline satureioides* did not complete the levels of all tolerable limits. A plant collected in the Municipality of Lages presented the best conditions of safe security tolerance. The levels of Zn, Al and Ni in the infusion in samples collected in places with influence of traffic were superior to those collected in places without traffic.

Key words: Essential. Marcela, Infusion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Inflorescência de <i>Achyrocline Satureioides</i>	27
Figura 2 - Pontos de coleta nos municípios de Capão Alto, Lages e Palmeira..	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limite de detecção.....	41
Tabela 2 - Teores médios de Ca e Mg em mg L ⁻¹ na infusão de plantas de <i>Achyrocline satureioides</i> coletadas nos diferentes municípios.....	43
Tabela 3 - Teores de Ca e Al trocáveis nos solos coletados nos Municípios de Capão Alto, Lages e Palmeira.....	44
Tabela 4 - Teores médios de Zn, Fe e Mn (mg L ⁻¹) na infusão de plantas de <i>Achyrocline satureioides</i> coletadas nos diferentes municípios, sem e com influência de tráfego rodoviário.....	44
Tabela 5 - Teores de Mg, Zn, Fe e Mn em mg Kg ⁻¹ disponíveis no solo.....	45
Tabela 6 - Ca, Mg Zn, Fe e Mn em 250 ml de infusão de <i>Achyrocline satureioides</i> e valores diários recomendados (VDR).....	46
Tabela 7 - Teores médios de Ni, Al em infusão de plantas de <i>Achyrocline satureioides</i> coletadas nos diferentes municípios.....	48
Tabela 8 - Teores de Ni e Al em 250 ml de infusão de <i>Achyrocline satureioides</i> comparado com os Limites Máximos Toleráveis (LMT).....	50

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ATSDR	Agência de Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças
Al	Alumínio
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
As	Arsênio
Ca	Cálcio
Cd	Cádmio
Cr	Cromo
Cu	Cobre
CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Fe	Ferro
HCl	Ácido Clorídrico
Hg	Mercúrio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LMT	Limite máximo tolerável
Mg	Magnésio
mg L ⁻¹	Miligramas por litro
MO	Matéria orgânica
Ni	Níquel
Pb	Chumbo
pH	Potencial de Hidrogênio
TCM	Traditional Chinese Medicine
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
VDR	Valor diário recomendado
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1	CHÁ.....	23
2.2	FITOTERÁPICOS	25
2.3	<i>ACHYROCLINE SATUREIODES</i>	27
2.4	ELEMENTOS ESSENCIAIS.....	30
2.5	ELEMENTOS NÃO ESSENCIAIS	32
3	OBJETIVO	35
3.1	OBJETIVO GERAL	35
4	HIPÓTESES	37
5	MATERIAL E MÉTODOS	39
5.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	41
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
6.1	TEORES DE ELEMENTOS ESSENCIAIS	43
6.2	TEORES DE ELEMENTOS NÃO ESSENCIAIS	47
7	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

O chá é uma das bebidas mais populares e mais antigas (YEMANE et al, 2008), inicialmente foi utilizado pelos chineses como medicamento, e posteriormente como bebida (EDEN, 1958). O consumo de plantas na forma de chá é uma prática bastante recorrente desde a antiguidade, em virtude do uso popular para fins terapêuticos, tendo em vista a facilidade de acesso, principalmente por indivíduos de baixa renda, e a crença de que produtos naturais são inofensivos (GOMES, 2007).

Plantas medicinais e produtos de origem fitoterápicos têm sido utilizados na medicina popular para o tratamento de uma variedade de doenças. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), grande parte da população dos países em desenvolvimento utiliza em larga escala plantas para o tratamento de diversas patologias. No Brasil, apenas 20% da população utiliza medicamentos alopáticos, o restante encontra nos medicamentos fitoterápicos uma fonte alternativa de medicação descreve Foglio et al. (2006).

O interesse na composição química, levantamento bioquímico e prospecção mineral de produtos à base de plantas vêm crescendo, principalmente devido ao contínuo desenvolvimento dos setores de medicina, nutrição e farmacêuticos (KARAK et al., 2010). Com isso, torna-se de fundamental importância estudar as plantas utilizadas popularmente com fitoterápico, identificar o potencial de certos compostos e seus efeitos farmacológicos (DIACONU et al., 2012).

A composição química dos chás é complexa (AQUARONE, 2001) podem conter compostos fenólicos e elementos essenciais (Ca, Mg, Zn, Cu, Fe) que resultam em benefícios para a saúde humana. No entanto, os chás podem conter elementos não essenciais indesejáveis, tais como Pb, Cd, As, Hg, Al, Cr, Ni e compostos orgânicos que podem ser prejudiciais à saúde (ZHENG et al, 2014). Análise dos teores de elementos essenciais e não essenciais nos chás é indispensável para compreender as suas propriedades terapêuticas e nutritivas e ainda controlar a qualidade e a segurança dos produtos (AKSUNER et al, 2012).

O chá de *Achyrocline satureioides* é popularmente utilizado na região sul do Brasil como fitoterapêutica, porém, não há estudos sobre os teores de

elementos essenciais e não essenciais. No caso dos não essenciais potencialmente tóxicos aos seres humanos a quantificação é muito importante, principalmente, porque em muitos casos a coleta da planta é realizada nas bordas de rodovias. Neste cenário, o presente estudo tem como objetivo quantificar os teores de elementos essenciais (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn) e não essenciais (Ni, Pb, Al) na infusão de *Achyrocline satureioides* em locais com e sem influência de tráfego rodoviário.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CHÁ

O chá teve origem no sudoeste da China, há 4000 anos atrás, sendo cultivado desde a pré-história e inicialmente era usado no tratamento de várias doenças (HAMILTON-MILER & SHAH, 2005).

Segundo a lenda, o chá foi descoberto pelo imperador chinês Shen Nung, em 2737 a. C., quando folhas de uma planta, acidentalmente, caíram dentro de um pote com água fervente (AWASOM, 2011). Entre 1100 e 200 a.C. a organização Traditional Chinese Medicine (TCM) recomendou o consumo de chá, e na dinastia de T'ang o chá se torna objeto de veneração e assim nasce o seu comércio na China (HAMILTON-MILER & SHAH, 2005). No século XII, a cerimônia do chá no Yu era o ritual mais conhecido entre os monges budistas.

Awason (2011) também relata que o chá era a bebida mais popular entre os árabes e que era comum crianças carregando bandejas e potes pelas ruas distribuindo ou vendendo chá.

No Brasil a prevalência do consumo alimentar de chá é de 6%, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esse consumo elevado se deve ao fato da utilização de plantas medicinais, principalmente na forma de chá, ser uma prática bastante recorrente desde a antiguidade, em virtude da sabedoria popular, muitas vezes os chás são utilizados para fins terapêuticos, tendo em vista a facilidade de acesso, principalmente por indivíduos de baixa renda, e a crença de que produtos naturais são inofensivos (GOMES, 2007).

O chá é a bebida mais consumida globalmente e estudos laboratoriais e epidemiológicos têm indicado vários benefícios desse consumo para a saúde do consumidor (VERNARELLI; LAMBERT, 2012; AWASOM, 2011). Os efeitos benéficos do chá afetam o estado de hidratação, doenças cardiovasculares, neoplasias, saúde dentária e consumo de ferro (nutriente essencial para o organismo humano) (AWASOM, 2011). Os chás, tal como a água, ajudam a manter o equilíbrio hidrolítico do corpo, contribuindo para a saúde geral do organismo, não contendo sódio, gordura, hidratos de carbono ou açúcar. O chá contém flavonoides, substâncias antioxidantes que neutralizam os radicais

livres, produzidos no organismo em consequência de reações endógenas (AWASOM, 2011).

O chá e os seus polifenóis têm sido estudados de forma exaustiva devido às fortes potencialidades destas substâncias na prevenção do cancro, doenças cardiovasculares, doenças neurodegenerativas e ainda outras condições crónicas. Laboratorialmente, estudam-se os efeitos que os polifenóis presentes no chá têm na prevenção da obesidade e síndromes metabólicas (VERNARELLI; LAMBERT, 2012).

As substâncias presentes no chá também são conhecidas pela sua ação antibacteriana em que, genericamente, a atividade antimicrobiana diminui quando a fermentação das folhas do chá é mais prolongada (CHAN et al., 2011).

A composição química dos chás é complexa, sendo constituída de taninos, cafeína, carboidratos, óleos essenciais, aminoácidos, enzimas, antocianinas, flavonóides, ácidos orgânicos, pectina, vitamina, polifenóis e outros (AQUARONE, 2001). Nisso, os benefícios do consumo de chá são múltiplos, principalmente devido ao elevado teor de compostos fenólicos e elementos essenciais (Ca, Mg, Zn, Cu, Fe) presentes nesta bebida e que trazem benefícios para a saúde humana. No entanto, o chá contém alguns elementos-traço indesejáveis, tais como elementos não essenciais (como Pb, Cd, As, Hg, Al, Cr, Ni) e compostos orgânicos que podem ser prejudiciais à saúde (ZHENG et al, 2014). Com o amplo consumo de chá no mundo, para muitas pessoas, beber chá pode ser uma importante fonte dietética de elementos essenciais. Além disso, a análise destes chás de acordo com o conteúdo de vários elementos, particularmente elementos não essenciais, é indispensável para compreender as suas propriedades nutritivas e controlar a qualidade e a segurança dos produtos (AKSUNER et al, 2012).

Aksuner et al. (2012) também relata que a quantidade de elementos essenciais e não essenciais é característico de cada tipo de chá e depende da forma específica pela qual os chás foram fabricados, bem como a origem geográfica das plantas referentes à composição do solo, do clima, das condições ambientais locais, das práticas agrícolas, da precipitação de chuvas e da altitude.

A bioacumulação de elementos não essenciais é estudada em diversos alimentos. A acumulação de metais em tecidos vegetais, depende de vários fatores: (1) a subespécie da planta, em que os metais têm mais tendência a concentrar-se primeiramente nas raízes, evidenciando o papel crucial do sistema solo-planta na proteção da cadeia alimentar; (2) fatores relacionadas com o solo, tanto o pH como a quantidade de matéria orgânica presente no solo; (3) fatores externos, como a temperatura, luminosidade, umidade, aplicação de agentes fertilizantes e protetores (MÍDIO, 2000).

No Brasil, os chás são comercializados como alimentos, e não é permitida nenhuma alegação terapêutica ou medicamentosa, ou indicações para lactentes, nos rótulos (BRASIL, 2005b). Como também, são dispensados da tabela de informação nutricional e de registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2003; BRASIL, 2010), sendo esses uns dos principais pontos relacionados à falta de informação nutricional.

2.2 FITOTERÁPICOS

Fitoterápico, segundo a Portaria 06/95 da ANVISA pode ser definido como “Todo medicamento tecnicamente obtido e elaborado, empregando-se, exclusivamente, matérias primas ativas vegetais com a finalidade profilática, curativa ou para fins de diagnóstico, com benefício para o usuário. É caracterizado pelo conhecimento da eficácia e dos riscos de seu uso, assim como pela reprodutibilidade e constância de sua qualidade; é o produto final acabado, embalado e rotulado. Na sua preparação podem ser utilizados adjuvantes farmacêuticos permitidos pela legislação vigente. Não podem estar incluídas substâncias ativas de outras origens, não sendo considerado produto fitoterápico quaisquer substâncias ativas, ainda que de origem vegetal, isoladas ou mesmo suas misturas.” (BRASIL, 1995).

Plantas medicinais e produtos de origem fitoterápica têm sido utilizados na medicina popular, com grande escala de procura para o tratamento de uma variedade de doenças. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, grande parte da população dos países em desenvolvimento utiliza em larga escala plantas para o tratamento de diversas patologias. No Brasil, apenas

20% da população utiliza medicamentos alopáticos, o restante encontra nos medicamentos fitoterápicos uma fonte alternativa de medicação, descrevem Santiago, et al (2011).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, o uso de plantas medicinais para o tratamento das mais diversas enfermidades têm levado países como a China a consumir dentre o total de medicamentos cerca de 30-50% de drogas de origem vegetal. Na Europa e América do Norte 50% da população já fez uso de fitoterápicos. Na Alemanha destaca-se um índice de 90% de uso de formas farmacêuticas contendo algum componente de origem vegetal (WHO, 2003).

A maioria das plantas medicinais comercializadas in natura ou embaladas apresenta-se fora do padrão de qualidade, não assegurando suas propriedades terapêuticas e aromáticas preconizadas ou, ainda, contaminadas por impurezas. Assim, pesquisas científicas têm apontado a presença de diversas irregularidades que comprometem a eficácia destas plantas, pois pode pôr em risco a saúde do consumidor (MELO, 2007).

No entanto, para a maioria das plantas nativas não existem estudos científicos e o uso no Brasil é baseado principalmente na tradicionalidade. A OMS reconhece a importância do uso tradicional, mas para a utilização de uma planta com finalidade terapêutica, em nível de saúde pública, é fundamental o estabelecimento de sua segurança, eficácia e garantia de qualidade das preparações (LAPA ET AL., 2003; WHO, 2002; RATES, 2001).

Atualmente, o uso de plantas tem se difundido largamente no tratamento fitoterápico de muitas doenças. Por essa razão, existe um interesse crescente sobre o estudo da composição desses vegetais, tanto para constituintes orgânicos quanto para inorgânicos (ALMEIDA et al., 2002). Nas décadas passadas houve um grande crescimento no uso de plantas medicinais no tratamento de algumas enfermidades, em razão de elas apresentarem o mínimo de efeitos colaterais, além de disponibilidade e aceitação popular muito grande (FRANCO et al., 2011).

Lorenzi (2008) alerta que o maior risco de intoxicação é justificado pelos cuidados especiais que se deve ter na preparação e no consumo das plantas medicinais. O conceito equivocado de que as plantas são remédios naturais e por isso livres de riscos e efeitos colaterais deve ser revisto. Assim como as plantas podem fazer o papel de remédios poderosos e eficazes, o risco de

intoxicação por seu uso inadequado deve ser considerado. Outro ponto que merece total atenção é a identificação da planta, a dosagem a ser ingerida e o preparo desse medicamento, podendo, assim, evitar diversos efeitos indesejados.

2.3 *ACHYROCLINE SATUREIOIDES*

O gênero *Achyrocline* DC., pertencente à família Asteraceae, compreende entre 20 a 30 espécie afro-americanas, distribuídas em regiões tropicais e subtropicais da América do Sul e Central (GUPTA, 1995). Uma das espécies encontrada na América do Sul é *Achyrocline satureioides*, é reconhecida principalmente no Uruguai, Paraguai, Argentina e sul do Brasil, por seus benefícios à saúde.

Achyrocline satureioides é uma erva anual, possui ramificações de até 1,5 m de altura coberta de pilosidades brancas. As folhas são alternas, inteiras, sésseis lineares, alanceoladas de até 12 cm de comprimento por 1,8 cm de largura. Possui inflorescências do tipo capítulos em dois tipos de flores, reunidas em panículas corimbosas (Figura 1). As flores são amarelo-dourado, as centrais são hermafroditas, em número de uma a duas, e as flores marginais são quatro ou cinco. O fruto é do tipo aquênio, glabro e pardo (CASTRO; CHEMALE, 1995).

Figura 1 – Inflorescência de *Achyrocline satureioides*



Fonte: Tua saúde, 2018

Os nomes populares podem ser vários, como, por exemplo, marcela, alecrim-de-parede, camomila-nacional, carrapichinho-de-agulha, chá-de-lagoa,

losna-do-mato, macela-amarela, macela-da-terra, macela-do-campo, macela-do-sertão, macelinha, marcela-do-campo e paina (LORENZI & MATOS, 2008). Na América Latina é conhecida como marcela e em Guarani é chamada de ipoty dju e jate'i ka'a.

Existe um consenso religioso em relação à época da colheita. Geralmente é realizada, na região sul, na madrugada da sexta-feira Santa no nascer do sol. Esse fato curioso é devido à crença popular, por acreditar que os teores de substâncias químicas da macela atingem os maiores teores nesse período.

A composição química de *Achyrocline satureioides* foi extensivamente estudada por diversos pesquisadores, sendo relatada a presença de monoterpenóides do óleo essencial; ácidos cafeico, clorogênico e isoclorogênico e seus ésteres; outros terpenóides, compostos acetilênicos, derivados da kawapirona, polissacarídeos e minerais (AKISUE, 1971; BOHLMANN; BURKHARDT; ZDERO 1973; MESQUITA; CORREA; PADUA, 1986; BROUSSALIS et al., 1988; LAMATY et al; 1991; PETROVICK; ORTEGA; BASSANI, 1997).

Estes estudos demonstraram que os flavonóides quercetina, 3-Ometilquercetina e luteolina são os principais constituintes da fração etanólica do extrato obtido das inflorescências da marcela (FERRARO; NORBEDO; COSSIO, 1981; SIMÕES, 1984) e possuem relação com as principais atividades farmacológicas atribuídas a esta planta.

Estudos experimentais têm demonstrado atividades anti-HIV (ADAMOLI, 1998), anti-proliferativa (PESSOA, 2000), além de ações antioxidantes (DESMARCHELIER et al., 1998), anti-herpéticas (GARCIA et al., 1999), analgésicas, constipativa e sedativa (SIMÕES et al., 1988), imunomodulatória (SANTOS et al., 1999), antiviral (GARCIA et al., 1995), colerética e hepatoprotetora (LOPEZ et al., 1996), antimicrobiana (DUARTE et al., 2004) e anti-inflamatória (FALCÃO et al., 2005). Também, *Achyrocline satureioides* mostrou atividade mutagênica in vitro contra *Salmonella* e *Escherichia coli* o que pode explicar seu uso popular na disenteria e infecções intestinais (ALMEIDA, 1993). A importância desta planta levou sua inclusão na primeira edição da Farmacopeia Brasileira (BRANDÃO et al., 2006).

Extratos aquosos das inflorescências apresentaram atividade genotóxica em organismos procarióticos. Essa atividade pode estar relacionada com a presença da quercetina e do ácido cafeico no extrato (FACHINETTO et al., 2007).

O extrato etanólico dos ramos e inflorescências foi capaz de promover a morte de *Trypanosoma cruzi* (ROJAS DE ARIAS et al., 1995). A atividade antiviral dos flavonoides da macela foi verificada contra a replicação de alguns vírus (CHE, 1991; AMOROS et al., 1993). Em outro estudo, o extrato etanólico das sementes de macela apresentou eficiência no combate às bactérias *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus* (MARTINS et al., 1988; UCHIMA et al., 1999). O extrato das inflorescências apresentou atividade repelente (98,5%) contra insetos (DAL MAGRO et al., 1998). Outras investigações reforçam o uso do extrato da macela como propriedade inseticida (ROJAS DE ARIAS et al., 1995).

Registros etnofarmacológicos indicam diversas propriedades terapêuticas atribuídas à decocção das inflorescências de *Achyrocline satureioides*, como, por exemplo, eficaz no combate a alta pressão arterial e alto colesterol (KOCH, 2000), epilepsia, cólicas de origem nervosa, infecção intestinal e para limpeza de feridas (PIRKER et al., 2012), diarreia (BRANDELLI et al., 2009), como anti-inflamatória e distúrbios gastrointestinais (SIMÕES et al., 1988).

Do Carmo et al. (2015) estudaram as atividades microbiológicas dos óleos essenciais de macela contra o parasita *Trypanosoma evansi*. Os autores administraram via oral para ratos infectados durante cinco dias o óleo essencial puro e nano cápsulas contendo o óleo essencial puro. Os autores concluíram que ambos foram capazes de inibir a atuação do parasita, com destaque para os tratamentos com as nano cápsulas, mas não o eliminar completamente. A curiosidade é que ambos os tratamentos foram capazes de diminuir consideravelmente os problemas inflamatórios e de anemia, geralmente recorrentes desse parasita.

Os índios Tobas (norte da Argentina) empregavam-na como emagrecedora (PETENATTI et al., 2004). O mesmo uso é divulgado por ervateiros de Porto Alegre (DICKEL et al., 2007). Diversos autores registraram alguns outros usos etnofarmacológicos da macela, tais como: tratamento de

problemas gástricos, epilepsia e cólicas de origem nervosa (ALMEIDA, 1993); analgésico, antiespasmódico, disenteria e diarreia (ROCHA, et al., 1994; BOSCOLO & VALLE, 2008); reumatismo, nevralgia, menstruações dolorosas, dores articulares e musculares (PANIZZA, 1998).

Infusões das inflorescências de *Achyrocline satureioides*, são utilizadas na medicina popular brasileira como um agente digestivo, antiespasmódico, anti-inflamatório e hipoglicêmico, para tratar distúrbios gastrointestinais e reduzir os níveis de colesterol sanguíneo (RITTER et al., 2002; SIMÕES et al., 1984).

Na Argentina, a infusão das inflorescências da macela ajuda na regulação do ciclo menstrual e tratamento da asma (SAGGESE, 1959).

No Uruguai, a infusão das inflorescências é utilizada para tratar problemas gastrointestinais, estomacais, digestivos e também é aplicada como sedativa e antiespasmódica (GONZALES, 1993; VENDRUSCOLO et al., 2005). Zayachkivska et al. (2005) relacionam estes efeitos farmacológicos ao conteúdo de flavonoides presentes em alta concentração nas inflorescências da macela, principalmente. Os mesmos autores complementam que a forma de extração destes princípios ativos pode influenciar na atividade farmacológica.

Na Argentina, os produtos gerados a partir da macela são usados na etnofarmacologia, na formulação de fitoterápicos e na produção de alimentos que necessitam de aromas (BASTIANELLO et al., 2011). A demanda nesse país está estimada em 20 toneladas de inflorescências por ano. No Uruguai é vendida em muitos mercados e restaurantes e, utilizada também pelas indústrias de cosméticos em virtude da sua capacidade antioxidante e anti-inflamatória (RETTA et al., 2012).

Apesar de alguns estudos já realizados, os efeitos tóxicos dos extratos de *Achyrocline satureioides* são pouco conhecidos (RIVERA et al., 2004).

2.4 ELEMENTOS ESSENCIAIS

Aproximadamente 25 elementos são essenciais na nutrição humana para a manutenção da saúde, cada um em um grau ótimo de concentração, e seu excesso ou deficiência pode induzir características de sintomas ou sinais de intoxicação ou deficiência de nutrientes, respectivamente. O critério para a

essencialidade de um elemento para a saúde humana é que a ausência ou deficiência do elemento a partir da dieta produza uma anomalia funcional ou estrutural, e essas anormalidades estão relacionadas a alterações bioquímicas específicas, que podem ser revertidas pela presença do elemento em questão (WHO, 1996). Os elementos químicos essenciais são classificados quanto à quantidade necessária para o funcionamento fisiológico normal dos indivíduos em macroelementos (sódio, potássio, magnésio, cálcio e fósforo), elemento traço essencial (ferro, zinco, cobre e manganês) e elemento ultra traço essencial (vanádio, cromo, molibdênio, cobalto, níquel, selênio), eles são necessários no organismo na ordem de gramas, miligramas e microgramas, respectivamente (ANDERSON, 2005).

A carência desses elementos no ambiente, os desequilíbrios dietéticos, as perdas pela urina, suor e cabelo podem tornar os elementos traços limitantes. Logo, faz-se necessário assegurar que a população tenha uma dieta normal e equilibrada, ingerindo todos os nutrientes adequados (FÁVARO et al., 2000). Contudo, o nível de ingestão necessária para prevenir patologicamente sinais relevantes e clinicamente detectáveis deve ser basal e contínuo, uma vez que uma ingestão acima do limiar de segurança pode ser tóxica (WHO, 1996).

Os macronutrientes são necessários ao organismo em grandes quantidades. Cálcio e magnésio, por exemplo, atuam na formação de ossos, dentes e tecidos, também auxiliam na ativação de enzimas que participam do processo de digestão dos alimentos, assim como, na permeabilidade seletiva da membrana plasmática (FAO/WHO, 1998; PINTO et al., 1999; LOPES et al., 2002). O potássio, quando associado ao sódio, regulariza o funcionamento do sistema muscular e os batimentos cardíacos (FRANCO, 1998).

Outros metais são requeridos em quantidades menores, os chamados micronutrientes ou oligoelementos, como o ferro, zinco, cobre e manganês, os quais são também indispensáveis para o bom funcionamento do organismo (WHO, 1996). Alguns dos elementos minerais são encontrados em quantidades relativamente baixas no corpo humano e são chamados de oligoelementos, como é o caso do zinco, ferro, cobalto, manganês, níquel, flúor, etc (FAVIER, 1991). Zinco e manganês servem como ativadores essenciais em uma série de reações metabólicas catalisadas por enzimas, sendo, portanto, elementos

muito importantes para a reprodução e o crescimento. O ferro é um componente das moléculas de hemoglobina, mioglobina, citocromo e de alguns sistemas enzimáticos, desempenhando um papel essencial no transporte de oxigênio e respiração celular (BURTON, 1979).

Esses minerais são acumulados em todos os tecidos da planta, podem naturalmente fazer parte de sua composição, ou ser de origem da contaminação dos solos e águas contaminadas pelo uso de fertilizantes, pesticidas, combustão de carvão e óleo, entre outros, e desta forma, são introduzidos na cadeia alimentar.

2.5 ELEMENTOS NÃO ESSENCIAIS

Naturalmente as plantas absorvem do solo todos aqueles elementos que lhe são oferecidos, de forma não seletiva. Elas absorvem os elementos essenciais (macro e micronutrientes) e também aqueles que não exercem funções fisiológicas importantes (FAQUIN, 2005). Dentre estes que não exercem funções fisiológicas, muitos causam toxicidade, dependendo da concentração no meio, disponibilidade e condição nutricional da planta. Cabe ressaltar que Malavolta (1980) já classificou como tóxicos todos aqueles elementos, essenciais ou não, que são prejudiciais as plantas.

Os elementos não essenciais são aqueles que não apresentam função fisiológica no organismo humano, tais como, alumínio, chumbo, mercúrio, cádmio e arsênio. No entanto, mesmo os elementos traços essenciais, a exemplo, ferro, zinco, selênio, cobalto e manganês, que possuem atividade biológica no organismo humano, se estiverem em concentrações elevadas têm um potencial de se tornarem tóxicos, por possuírem alta reatividade química (ALLOWAY; AYERS, 1998; MIDIO; MARTINS, 2000). Logo, a toxicidade dos elementos químicos depende da dose, do estado e da forma pelos quais são ingeridos (SILVA, 2006).

A principal via de exposição a elementos tóxicos para indivíduos que não são expostos ocupacionalmente, é a ingestão dietética, e esses elementos estão no topo da lista de substâncias perigosas da Agência para o Registro de Substâncias Tóxicas e Doenças (ATSDR) (BARBOSA JUNIOR, 2014), pois

além de serem neurotóxicos e carcinogênicos, podem desencadear uma série de manifestações clínicas agudas e/ou crônicas importantes.

De modo geral, os elementos não essenciais podem estar presentes em uma grande diversidade de alimentos. A chuva depositada no solo, os elementos químicos originários das rochas, como também eles podem ser depositados por meio de práticas agrícolas; e então são retirados do solo por meio das raízes das plantas ou se depositam nessas a partir de aerossóis, entrando assim na cadeia alimentar de animais e humanos; água com altas concentrações de elementos indesejáveis podem ser utilizadas para irrigação, preparação ou processamento dos alimentos, e ainda os elementos tóxicos podem estar presentes na industrialização dos alimentos, nas máquinas de processamento e materiais de embalagem (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Objetivo do trabalho foi determinar o teor de elementos essenciais (Ca, Mg, Fe, Mn e Zn) e não essenciais (Ni, Pb, e Al) em infusão de *Achyrocline satureioides* e solo coletados em locais com e sem influência de tráfego rodoviário.

4 HIPÓTESES

As hipóteses deste trabalho são:

- a) os teores de Ca, Mg, Mn e Zn em infusão de *Achyrocline satureioides* não ultrapassam os valores diários recomendados;
- b) os teores de Ni, Pb e Al em infusão de *Achyrocline satureioides* não ultrapassam os limites máximos toleráveis de ingestão diária segura;
- c) os teores de Ni, Pb e Al no solo coletados em locais com tráfego rodoviário assemelham-se aos dos locais sem tráfego.

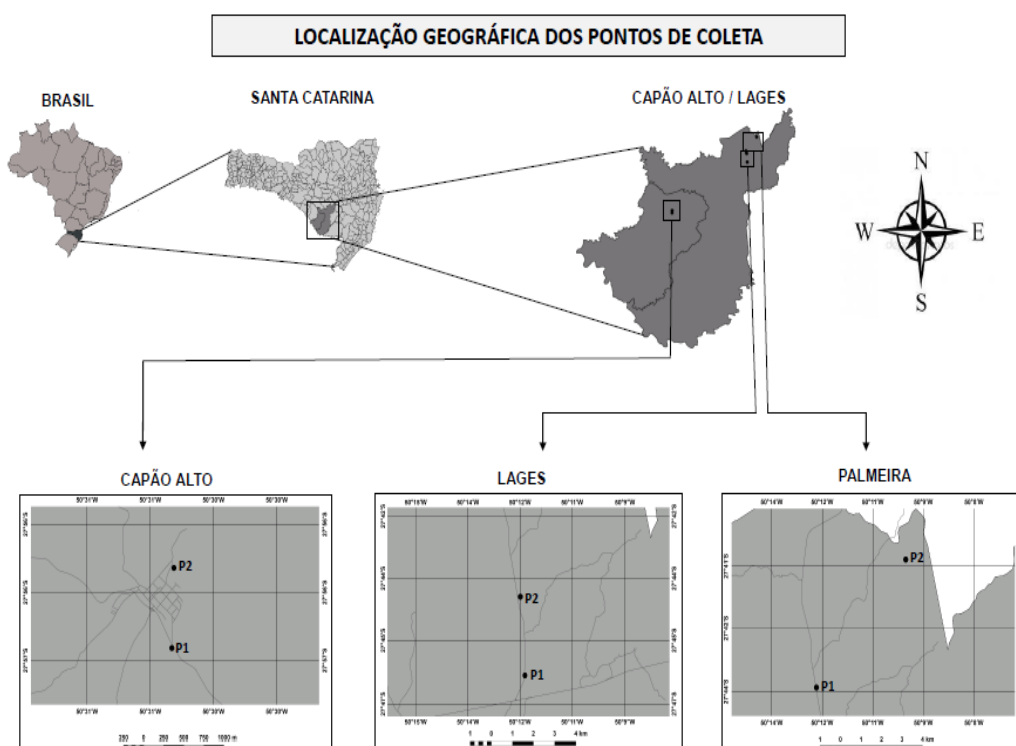
5 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solos e de plantas foram coletadas entre o dia 20 de março de 2017 e 31 de março de 2017 nos Municípios de Capão Alto, Lages e Palmeira no estado de Santa Catarina. Em cada um dos municípios foram definidos dois locais de coletas, com e sem influência de tráfego rodoviário. Em cada local foram coletadas oito amostras, totalizando quarenta e oito amostras de solos e de plantas. Todos os locais de coleta foram georeferenciados (Figura 1).

As amostras de solo foram coletadas com trado holandês na profundidade de 0-20 cm. Para cada ponto obteve-se uma amostra composta de três subamostras coletadas no entorno das plantas. Apenas plantas com flores foram coletadas, para tanto foi utilizado uma tesoura de poda e o corte foi realizado a 5 cm do solo.

As amostras de solo e de planta foram armazenadas em sacos plásticos e transferidas para o Laboratório de Levantamento e Análises Ambientais do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina CAV-UDESC.

Figura 1 – Pontos de coleta nos municípios de Capão Alto, Lages e Palmeira.



As amostras de solos foram secas em estufa de circulação a 65°C até que não houvesse mais alteração de peso, em seguida foram moídas e peneiradas em malha de dois mm. O mesmo processo foi realizado para as flores, após a separação do ramo, em seguida elas foram moídas em moinho de tecido vegetal.

A extração dos teores trocáveis de Ca, Mg, Al no solo foram realizadas segundo protocolo Tedesco et al. (1995). A quantificação do Ca e Mg ocorreu em espectrometro de absorção atômica com atomização em chama ar-acetileno (EAA) AA200® (Perkin Elmer), enquanto que o Al foi quantificado por titulometria de neutralização. A determinação de Fe, Cu, Zn e Mn disponível foi realizada segundo protocolo de Nelson et al. (1959) e a quantificação em (EAA).

Para obtenção da infusão foi utilizado o protocolo de Andreson (1999), sendo utilizado 1g de amostra de planta seca e moída e 15 ml de água ultrapura a 70°C por um tempo de 15 minutos, após as amostras foram filtradas. Para a conservação da amostra foram adicionado três gotas de HNO₃ (Anderson, 1999).

As quantificações de chumbo nas infusões foram realizadas na Universidade Federal do Rio Grande, no RS, em um espectrômetro de absorção atômica de alta resolução com fonte contínua (HR-CS AAS), com atomização em forno de grafite modelo ContrAA 700® (Analytik Jena). A quantificação foi realizada nas condições recomendadas pelo fabricante.

As determinações de Ca, Mg, Pb, Ni, Zn, Fe, Mn, Al na infusão foram realizadas em Espectrometria de emissão óptica com plasma – ICP-OES. Optima 8000® (Perkin Elmer). As condições de quantificação foram as indicadas pelo fabricante.

Nas determinações de infusões foram utilizadas provas em branco para o cálculo do Limite de Detecção Qualitativo (LDQ). O LDQ foi calculado segundo a equação $LDQ = Fd \times (M \pm t \times s \text{ Limite de Detecção Qualitativo})$ (APHA, 2005), em que Fd é o fator de diluição das amostras; M, a média das provas em branco; t, o valor t-Student para um intervalo de confiança de 99 %, em razão do número de graus de liberdade de medições repetidas; e s, o

desvio-padrão das provas em branco. Valores de LDQ encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de Limite de Detecção Qualitativo (LDQ) Al, Ca, Mg, Mn, Ni e Zn para infusão quantificados em ICP-OES e Pb quantificado em HR-CS-AAS.

	Al	Ca	Mg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg kg ⁻¹						
LDQ	1,17	0,10	0,10	5,35	0,96	0,02	0,25

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

5.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os resultados foram submetidos à análise de variância conforme um modelo linear hierárquico com dois critérios de classificação (município e local de coleta). A homogeneidade de variâncias e a normalidade dos resíduos do modelo foram testadas por meio dos testes de Levene e de Shapiro-Wilk. Para atenderem-se as pressuposições teóricas dos testes, houve necessidade de se aplicar a transformação logarítmica a algumas das variáveis analisadas. As análises foram realizadas com o uso do programa R (R Core Team, 2016). Para todos os testes efetuados foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 TEORES DE ELEMENTOS ESSENCIAIS

Não houve diferença ($p>0,05$) nos teores de Ca e Mg, entre locais com e sem influência de tráfego rodoviário (tabela 2). Somente os teores de Ca na infusão apresentaram diferença ($p<0,05$), entre os municípios. Os teores para Ca e Mg variaram de 2164 a 962 mg L⁻¹ e 2809 a 2645 mg L⁻¹ respectivamente.

Os teores de Ca e Mg avaliados em infusão de Erva-Doce, Confrei, Carqueja, Chapéu de Couro e Losana, comercializadas em Belém do Pará variaram entre 1632,85 a 3668,40 mg L⁻¹ (Souza et al. 2016). Martins et al. (2009) avaliou infusão de Sucurijú (*Mikania lindleyana*), Pariri (*Arrabidaea chica*) e elixir perigórico (*Piper callosum*), caracterizadas como plantas medicinais na Amazônia e encontram teores de Ca que variaram entre 2036 a 22336 mg L⁻¹.

Tabela 2 - Teores médios de Ca e Mg na infusão de plantas de *Achyrocline satureioides* coletadas nos diferentes municípios.

Município	Ca	Mg
	mg L ⁻¹	
Capão Alto	2164 a	2809 a
Lages	1130 b	2699 a
Palmeira	962 b	2645 a

Média seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferença ($p>0,05$) pelo teste Tukey. Letras minúsculas comparam municípios

Fonte: Elaborada pela autora, 2018

Os teores de Mg na infusão de Carqueja (*Baccharis trimera*) e Erva doce (*Pimpinella anisum*) apresentado por Souza et al. (2016), foram de 1934,60 e 2108,50 mg L⁻¹, respectivamente. A infusão do chá de marcela (*Achyrocline satureioides*), avaliada no presente estudo, apresentou teores superiores, sendo uma melhor fonte de Mg a saúde humana. Infusão de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) avaliada por Dors (2017), apresentou teores de Mg entre 317 e 767 mg L⁻¹, também inferiores aos encontrados na infusão de *Achyrocline satureioides*.

Em geral os solos são ácidos com pH entre 4,7 e 5,2 e teores disponíveis de Ca e Mg são médios (tabela 3 e 5) (SBCS, 2004). Esses valores de pH e teores de Ca e Mg assemelham-se ao apresentado em outros estudos sobre solos do Planalto Serrano (FERREIRA, 2013; SANTOS ET AL., 2014).

Tabela 3 - Teores de Ca e Al trocáveis nos solos coletados nos Municípios de Capão Alto, Lages e Palmeira.

Município	Ca	Al
	Cmolc kg ⁻¹	
Capão Alto	2,7 a	1,6 b
Lages	1,8 b	5,1 a
Palmeira	2,7 a	3,8 a

Letras minúsculas comparam teores de Ca e Mg entre os municípios.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018

Os teores de Zn na infusão de *Achyrocline satureioides* (Tabela 4) variaram de 14,87 a 44,25 mg L⁻¹. Teores inferiores em infusão de erva mate (9,1 a 1,9 mg L⁻¹) foram observados por Dors (2017), e de cipó Sucurijú (13 a 19 mg L⁻¹) por Martins et al. (2009). Os maiores teores de Zn encontrados na literatura foram para infusão de aninga-açu (*Montrichardia linifera*) de 54,08 mg L⁻¹ (AMARANTE, et al. 2011).

O teor de Fe na infusão variou de 6,68 a 15,79 mg L⁻¹ (Tabela 4). Os teores de Fe encontrados na literatura foram para erva mate de 0,33 mg L⁻¹ (Heinrich e Malavolta, 2001), para chapéu de couro (*Echinodorus grandiflorus*) de 282,38 mg L⁻¹ (SOUZA, ET AL., 2016), para Barbatimão (*Stryphnodendron sp.*) de 30 mg L⁻¹ (PEDRO ET AL., 2016), e para Quebra Pedra (*Phyllanthus niruri*) de 10 mg L⁻¹ (PEDRO ET AL., 2016).

Tabela 4 - Teores médios de Zn, Fe e Mn (mg L⁻¹) na infusão de plantas de *Achyrocline satureioides* coletadas nos diferentes municípios, sem e com influência de tráfego rodoviário.

Município	Local	Zn	Fe	Mn
		mg L ⁻¹		
Capão Alto	Sem tráfego	19,10 a	12,80 a	217,02 b
	Com tráfego	24,77 a	13,73 a	372,41 a
Lages	Sem tráfego	14,87 b	6,68 b	357,80 b
	Com tráfego	44,25 a	15,79 a	533,78 a

Palmeira	Sem tráfego	27,38 a	11,94 a	270,42 a
	Com tráfego	20,49 a	11,47 a	172,43 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não apresentam diferenças ($p > 0,05$) entre locais dentro de cada município, pelo teste de Tukey.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018

No município de Lages, os teores de Zn na infusão diferiram entre os pontos de coleta, sendo que o maior teor de Zn foi observado no local com influência de tráfego rodoviário. Os teores de Fe e Mn na infusão também apresentaram o mesmo comportamento do Zn (tabela 4). Porém, apenas o Zn apresentou diferença estatística entre solos coletados com e sem influência de tráfego no município de Lages (tabela 5).

Os veículos são considerados fontes substanciais de metais (Cd, Cu, Pb e Zn) pelo desgaste de pastilhas e discos de frenagem, borracha dos pneus, derramamento de gasolina e óleos lubrificantes e partículas liberadas por emissão (LOUGH ET AL., 2005, PEREIRA ET AL., 2010). Segundo Lough et al., (2005) a origem do zinco é o desgaste de componentes dos freios, pneus e óleos lubrificantes, o que resultaria em contaminação do solo após uma precipitação pluviométrica e escoamento da água da chuva da rodovia contaminando o solo do entorno.

Werkenthin et al. (2014) avaliaram os dados de 27 estudos, num total de 64 locais distribuídos por toda a Europa e observaram altos teores de Cr, Cu, Ni, Pb, and Zn na camada de 0 - 20 cm, nos primeiros 5 m de distância das rodovias. Esses autores também observaram que os teores diminuem com o aumento da distância entre o ponto coletado e a rodovia.

Tabela 5 - Teores de Mg, Zn, Fe e Mn em mg Kg^{-1} disponíveis no solo.

Município	Local	Mg Cmolc kg^{-1}	Zn	Fe mg Kg^{-1}	Mn
Capão Alto	Sem tráfego	2,3 a	1,77 a	156,02 a	70,10 a
	Com tráfego	1,2 b	2,66 a	183,09 a	93,69 a
Lages	Sem tráfego	0,9 b	1,61 b	172,43 a	36,96 b
	Com tráfego	1,6 a	4,64 a	192,48 a	94,63 a
Palmeira	Sem tráfego	1,1 a	3,61 a	221,40 a	134,28 a
	Com tráfego	1,6 a	3,13 a	148,41 b	44,70 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não apresentam diferenças ($p > 0,05$) entre locais dentre de cada município, pelo teste de Tukey.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Os teores de Mn presentes na infusão de *Achyrocline Satureioides* variaram de 172,43 a 533,78 mg L⁻¹ (Tabela 4). Teores superiores foram encontrados por Amarante, et al. (2011) em *Montrichardia Linifera* (412,6 a 989,29 mg L⁻¹). O mesmo autor relata que a infusão de *Montrichardia Linifera*, conhecida popularmente como Aninga-açu, apresenta teores tóxicos ao ser humano quando o consumo ultrapassa mais 1,0 litro por dia. Heinrich e Malavolta (2001), observaram teores de Mn na infusão de erva-mate entre 1050 e 655 mg L⁻¹, teores superiores aos relatados nesta pesquisa.

Nos municípios de Capão Alto e Lages, os maiores teores de Mn foram maiores nas plantas coletadas nos locais com influência de tráfego rodoviário. Os teores de Mn no solo também foram superiores próximo a rodovias no município de Lages (Tabela 5). Entretanto, não foram encontrados na literatura a relação entre tráfego rodoviário e teor de Mn em plantas e solos. As principais fontes do metal são a indústria metalúrgica, fertilizantes, pilhas, tintas e pigmentos.

Construindo um cenário hipotético em que um adulto do sexo masculino ingeriria de 250 ml da infusão de *Achyrocline satureioides* coletada no município de Lages e comparando os valores obtidos com os valores diários recomendados (VDR) observa-se que a contribuição nutricional dos elementos essenciais é significativa.

A contribuição de Ca pela infusão de *Achyrocline satureioides* é de 28,25% (Tabela 6). O Ca exerce um papel importante na formação e manutenção dos ossos e dentes, e ainda desempenha funções reguladoras nos processos bioquímicos, atua na contração muscular, controla a permeabilidade da membrana celular e é um fator indispensável na coagulação sanguínea, etc, (OLIVEIRA; MARCHINI, 2008).

Tabela 6 - Ca, Mg Zn, Fe e Mn em 250 ml de infusão de *Achyrocline satureioides* e valores diários recomendados (VDR).

Elemento	Infusão	Mg	*VDR
Ca	282,50		1000

Mg	674,75	400
Zn	11,06	11
Fe	3,94	8
Mn	133,44	2,3

*Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorous, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride (1997); Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc (2001). Estes relatórios podem ser acessados via www.nap.edu.

FONTE: Elaborada pela autora, 2018..

Na infusão de *Achyrocline satureioides* a contribuição nutricional de Fe é de 49,25%. Nos alimentos de origem vegetal a biodisponibilidade do Fe é menor que o teor total no tecido, pois, além da necessidade de reduzido do Fe^{3+} para Fe^{2+} para ser absorvido, ele pode ainda formar complexos com o fitatos (KRAUSE; MAHAN, 1993) tornando-se indisponível. Para fontes vegetais a absorção pode ser aumentada por vitamina C, açúcares, ácido clorídrico do estômago, ácido cítrico e láctico nos alimentos; e diminuída pelos fitatos, fibras, polifenóis (presentes em chás), oxalatos, cálcio e fósforo no leite, e outros metais essenciais.

O teor de Mn foi muito superior ao VDR. Segundo Nordberg et al. (2007) as concentrações de Mn tendem a ser mais elevada em alimentos de origem vegetal, como por exemplo os chás. Alguns trabalhos descritos na literatura indicam uma elevada concentração de manganês em infusões de plantas medicinais (AMARANTE et al., 2011). Segundo Fiorini (2008) o manganês é constituinte de diversas enzimas e atua como ativador de várias outras, dentre essas as que participam do metabolismo dos carboidratos, aminoácidos e colesterol, é antioxidante e faz parte da formação da cartilagem e ossos. Em doses elevadas, o Mn é neurotóxico, alguns sintomas característicos desse quadro são alterações de humor, agitação, depressão, dificuldade de processar informações, e principalmente sintomas de parkinsonianos (tremores e rigidez corporal) (ASCHNER et al, 2007).

6.2 TEORES DE ELEMENTOS NÃO ESSENCIAIS

Os teores de Pb na infusão não apresentaram diferença significativa entre municípios e nem entre locais de coleta. Os teores variaram entre 0,03 mg L⁻¹ para plantas do Capão Alto e 0,05 mg L⁻¹ para as de Lages e Palmeira.

Para Karak e Bhagat (2010) infusões que contenham teores de Pb que excedem o limite estabelecido pela Organização Mundial da Saúde para água potável de 0,05 mg L⁻¹ (WHO, 2003) oferecem risco a saúde a longo prazo.

Os teores médios de Ni (Tabela 7) variaram entre 0,98 e 2,93 mg L⁻¹, sendo que a infusão das plantas coletadas no município de Lages em local com influência de tráfego rodoviário apresentaram os maiores teores de Ni. O município de Palmeira as plantas coletas em local sem influência de tráfego rodoviário apresentaram os maiores teores. Como o teor de Ni no solo após a extração foi inferior ao LDQ (0,96 mg kg⁻¹) não há como relacionar o teor na infusão com o teor no solo, nem tão pouco identificar a fonte, antropogênica ou natural. Para tanto é necessário a determinação do teor total e a quantificação em espectrometria de absorção atômica com forno de grafite.

Tabela 7 - Teores médios de Ni, Al em infusão de plantas de *Achyrocline satureioides* coletadas nos diferentes municípios.

Município	Local	Ni	Al
		mg L ⁻¹	
Capão Alto	Sem tráfego	1,44 a	7,17 b
	Com tráfego	0,98 a	15,18 a
Lages	Sem tráfego	1,16 b	3,22 b
	Com tráfego	6,42 a	13,46 a
Palmeira	Sem tráfego	2,93 a	4,17 b
	Com tráfego	1,32 b	15,33 a

Letras minúsculas comparam locais com e sem influência de tráfego rodoviário dentro do Município.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Os teores médios de Al variaram de 3,22 a 15,33 mg L⁻¹ (Tabela 7). Silveira, et al. (2009) encontrou teores de 2,4 mg L⁻¹ de Al em *Alternanthera tenella*, conhecida popularmente com enxuga. Já Dors (2017), reporta teores de 5,0 a 15,6 mg L⁻¹ na infusão de erva mate muito semelhantes ao encontrado no presente estudo.

Uma das vias de exposição do ser humano ao Al são os produtos de origem agrícola, já que em solos ácidos o alumínio encontra-se na forma

trocável, na solução do solo e disponível para ser absorvido pelas plantas (TATSCH et al.,2010). A concentração de Al na parte aérea, flores e frutos depende do grau e dos mecanismos de tolerância da planta e dos teores de Al trocável no solo. A concentração de Al trocável aumenta em valores de pH inferiores a 5,5, sendo que os solos coletados no presente estudo apresentaram valor de pH de 5,2 para Capão Alto, 4,8 para Lages e 4,7 para Palmeira não apresentando diferença entre locais com e sem influência de tráfego. Os teores de Al nos solos (tabela 3) diferiram entre Municípios, porém não apresentaram diferença entre locais com e sem influência da rodovia.

Nos três municípios os teores de Al na infusão foram maiores em locais com influência de tráfego rodoviário. Aumento do teor de Al na infusão pode estar relacionado a deposição de material particulado sobre a vegetação próximo as rodovias. Thorpe e Harrison (2008) apresentam um resumo das concentrações de metais presentes nas lonas de freio e emissão de poeira de freio no mundo e o teor de Al emitido na forma de poeira de freio alcança 2500 mg kg⁻¹. A deposição seca dessas poeiras ocorre as margens das rodovias e seu alcance depende da direção e velocidade dos ventos.

Construindo novamente um cenário hipotético em que um adulto do sexo masculino ingeriria de 250 ml da infusão de *Achyrocline satureioides* coletada no município de Lages e comparando os valores obtidos com o limite máximo tolerável (LMT) observa-se que o teor de Ni em 250 ml de infusão (Tabela 6) apresentou-se superior ao LMT. Entretanto o níquel é considerado um constituinte normal das dietas e seus compostos são geralmente reconhecidos como seguros, quando, usado como ingrediente direto na alimentação humana (CEMPEL e NIKEL, 2006). Em humanos, 27% de Ni é absorvido quando da ingestão de água contaminada, enquanto que em alimentos apenas 0,7 % da dose de Ni é absorvida (diferença de 40 vezes) (Sunderman, et al., 1989, Cempel e Nickel, 2006). Em geral, devido à lenta absorção de compostos de Ni pelo trato gastrointestinal, esses não são considerados tóxicos.

Para Al, a infusão de *Achyrocline satureioides* apresentou teor próximo ao LMT. O Alumínio tem efeito neurotóxico, e é considerado muito tóxico a pacientes em diálise, devido à insuficiência renal crônica, embora também existam relatos de neuro e osteotoxicidade semelhantes também em pacientes

sem insuficiência renal (FLATEN, 2002). A exposição ao Al representa um problema de saúde para a população em geral. Entretanto, a questão mais controversa é se a exposição ao Al está associada à doença de Alzheimer, embora existam evidências consideráveis para tal relação, ainda está em aberto o debate sobre onexo causal (FLATEN, 2002).

Tabela 8 - Teores de Ni e Al em 250 ml de infusão de *Achyrocline satureioides* comparado com os Limites Máximos Toleráveis (LMT).

Elemento	Infusão	LMT
	Mg	
Ni	1,6	1,00*
Al	3,36	3,10**

*Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc (2001).

** Ellen et al., 1990

FONTE: Elaborada pela autora, 2018.

De modo geral a infusão de *Achyrocline satureioides* apresentou teores de Mn superior ao recomendado o que pode produzir danos à saúde humana. Além disso os teores de chumbo na infusão das plantas coletadas em Lages e Palmeira coincidem com o valor máximo permitido para água potável, o que demanda cuidado com o consumo diário, já que o chumbo é acumulativo. Por fim, o teor de Al na infusão coincidindo com o LMT aliado as várias fontes desse elemento ao qual os seres humanos encontram-se expostos reforçam que este chá não deve ser consumido diariamente.

7 CONCLUSÃO

Os teores de Ca, Mg e Zn em infusão de *Achyrocline satureioides* não ultrapassam os valores diários recomendados.

Os teores de Mn em infusão de *Achyrocline satureioides* ultrapassam os valores diários recomendados.

Os teores de Ni em infusão de *Achyrocline satureioides* ultrapassam os limites máximos toleráveis de ingestão diária segura.

Os teores de Al em infusão de *Achyrocline satureioides* coincidem com o limite máximo tolerável de ingestão diária segura e o teor de Pb incide com o máximo permitido em água potável.

Os teores de Zn, Al e Ni na infusão em amostras coletadas em locais com influência de tráfego foram superiores as coletadas em locais sem tráfego.

REFERÊNCIAS

AKISUE, M. K. **Análise do óleo essencial de *Achyrocline satureioides* DC.** Compositae. Revista Farmácia Bioquímica Universidade de São Paulo, v. 9, p. 107- 114, 1971.

AKSUNER, N. et al. **Determination of essential and non-essential elements in various tea leaves and tea infusions consumed in Turkey.** Food Additives and Contaminants: Part B, v. 5 nº 2. p. 126–132, 2012.

ALLOWAY, B. J.; AYERS, D. C. **Chemical Principles of Environmental Pollution. Water, Air, and Soil Pollution,** An International Journal of Environmental Pollution, v.102, n. 1-2, p.216, 1998.

ALMEIDA ER 1993. **Plantas medicinais Brasileiras, conhecimentos populares e científicos.** São Paulo. Ed. Hemus Ltda., 341 p.

ALMEIDA, MARIA MOZARINA BESERRA ET AL. **Determinação de nutrientes minerais em plantas medicinais.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 22, p. 94-97, jan./abr. 2002. Alternative and Complementary Medicine, 11(3), 521–528.

AMARANTE, C. B.; SILVA, F. C.; MULLER, C. S.; MULLER, A. H. **Avaliação da composição mineral do chá da folha senescente de *Montrichardia linifera* (arruda) schott (araceae) por espectrometria de absorção atômica com chama (faas).** Revistas Quim. Nova, Vol. 34, No. 3, 419-423, 2011.

AMOROS, M.; SIMÕES, C.M.A.; GIRRE, L.; CORMIER, M. **Synergistic effect of flavones and flavonols against herpes simplex virus type 1 in cell culture. Comparison with the antiviral activity of propolis.** Journal of Natural Products, v.55, n.12, p.1732-1740, 1993.

ANDERSON, D. **Male-mediated developmental toxicity.** Toxicology and Applied Pharmacology, New York, v.207, n.2, p. 506-513, 2005.

ANDERSON, K.A. **Analytical techniques for inorganic contaminants.** Gaithersburg: AOAC International, 1999. 316p.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotechnologia industrial.** São Paulo: Ed.Blücher. v. 4, p. 523, 2001.
ASCHNER M, GUILARTE TR, SCHNEIDER JS, ZHENG W. 2007. **Manganese: recent advances in understanding its transport and neurotoxicity.** Toxicol Appl Pharmacol 221:131–147.

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.

AWASOM, I. (2011). **Tea**. Journal of Agricultural & Food Information, 12(1), 12–22.

BARBOSA, J. F. et al. **Toxicology of Metals and Metalloid**. [Editorial]. BioMed Research International, Vol. 2014, Article ID 253738, may., 2014.

BASTIANELLO, C.P.C.; FRIES, L.L.M.; TERRA, N.N.; DE CAMPOS, R.M.L. **The influence of *Achyrocline satureioides* ("Marcela") extract on the lipid oxidation of salami**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.31, n.1, p.101-105, 2011.

BIAZZI, E. **O Maravilhoso poder das plantas**. Casa Publicadora Brasileira Tatuí-SP. 14 edição, 2003. 126p.

BOHLMANN, F.; BURKHARDT, T.; ZDERO, C. **Naturally Occurring Acetylenes**. Academic Press: London, 1973.

BOSCOLO, O.H.; VALLE, L. S. **Plantas de uso medicinal em Quissama**, Rio de Janeiro, Brasil. IHERINGIA, v. 63, n.2, p.263-77, 2008.

BRANDÃO MGL, COSENZA GP, MOREIRA RA, MONTE-MOR RLM 2006. **Medicinal plants and other botanical products from the Brazilian Official Pharmacopoeia**. Rev Bras Farmacogn 16: 408-420.

BRANDELLI, C.L.C.; GIORDANI, R.B.; DE CARLI, G.A.; TASCA, T. **Indigenous traditional medicine: in vitro anti-giardial activity of plants used in the treatment of diarrhea**. Parasitology Research, v. 104, 1345–49, 2009.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria n. 6 de 31 de janeiro de 1995.** Diário Oficial da União de 31 de Janeiro de 1995. Brasília.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada nº 27, de 6 de agosto de 2010. **Dispõe sobre as categorias de alimentos e embalagens isentos e com obrigatoriedade de registro sanitário.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 de ago. 2010.

BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada nº 277, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico para café, cevada, chá, erva-mate e produtos solúveis.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de set. 2005b.

BRASIL. **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 ementa não oficial: Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional.** Diário Oficial da União, Brasília, de 26 de dezembro de 2003.

BROUSSALIS A. M.; FERRARO, G. E.; GURNI, A.; COUSSIO, J. D. **Phenolic constituents of four Achyrocline species.** Biochemical Systematics and Ecology, v. 16, p. 401-402, 1988.

BURTON, B. T. 1979. **Nutrição Humana.** Mc Graw-Hill do Brasil, São Paulo.

CASTRO LO, CHEMALE VM 1995. **Manual de identificação e cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas.** Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Agronômicas, p.78.

CHAN, E. W. C., SOH, E. Y., TIE, P. P., & LAW, Y. P. (2011b). **Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of Camellia sinensis.** Pharmacognosy research, 3(4), 266–72.

CHE, C.T. **Plants as a source of potential antiviral agents. Economical and Medicinal Plant Research,** v.5, p.167-251, 1991.

DAL MAGRO, J.; RENK, M.H.; GARCIA, F.R.M.; YUNES, R.A.; MAGRO, D. **Eficiência de repelentes à base de extratos de Achyrocline satureioides e Cucurbita pepo sobre simulídeos.** XV Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil, Águas de Lindóia, Anais do Congresso, p.163, 1998.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. Trad. de Adriano Brandelli et al. Ed 4. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 409444.

DESMARCHELIER C, COUSSIO J, CICCIA G 1998. **Antioxidant and free radical scavenging effects in extracts of the medicinal herb *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC ("Marcela")**. Braz J Med Biol Res 31: 1163-1170.

DIACONU D, DIACONU R, NAVROTESCU T. **Estimation of heavy metals in medicinal plants and their infusions**, Universitatii "Ovidius" Constanta - Seria Chimie. 2012; 23 (1): 115–120.

DICKEL, M.L.; RATES, S.M.K.; RITTER, M.R. **Plants popularly used for loosing weight purposes in Porto Alegre**, South Brazil. Journal of Ethnopharmacology, Lausanne, v. 109, p. 60–71, 2007.

DO CARMO, G.M.; BALDISSERA, M.D.; VAUCHER, R.A.; RECH, V.C.; OLIVEIRA, C.B.; SAGRILLO, M.R.; BOLIGON, A.A.; ATHAYDE, M.A.; ALVES, M.P.; FRANCA, R.T.; LOPES, S.T.A.; SCHWERTZ, C.I.; MENDES, R.E.; MONTEIRO, D.G.; DA SILVA, A.S. **Effect of the treatment with *Achyrocline satureioides* (free and nanocapsules essential oil) and diminazene aceturate on hematological and biochemical parameters in rats infected by *Trypanosoma evansi***. Experimental Parasitology, v. 149, S/N, p.39-46, 2015.

DORS, P. **Teor de elementos em infusão de erva-mate em diferentes temperaturas**. Dissertação de mestrado da Universidade de estado de Santa Catarina UDESC. 2017.

DUARTE MCT, FIGUEIRA GM, PEREIRA B, MAGALHÃES PM, DELARMELENA C 2004. **Atividade antimicrobina de extratos hidroalcoólicos de espécies da coleção de plantas medicinais CPQBA/UNICAMP**. Rev Bras Farmacogn 14(Supl. 1): 6-8.

EDEN, T. **The development of tea culture**. Longman, London, p. 1, 1958.

FACHINETTO, J.M.; BAGATINI, M.D.; DURIGON, J.; DA SILVA, A.C.F.; TEDESCO, S.B. **Efeito antiproliferativo das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa***. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.17, p.49-54, 2007.

FALCÃO HS, LIMA IO, SANTOS VL, DANTAS HF, DINIZ MFFM, BARBOSA-FILHO JM, BATISTA LM 2005. **Review of the plants with anti-inflammatory activity studied in Brazil.** Rev Bras Farmacogn 15: 381-391.

FAO/WHO 1998. World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Vitamin and mineral requirements in human nutrition.** Thailand: Bangkok.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas.** Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. 185 p.

FÁVARO, D. I. T. et al. **Determinação de alimentos minerais e traços por ativação neutrônica, em refeições servidas no restaurante da Faculdade de Saúde Pública/USP.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 20, n. 2, p. 176-182, 2000.

FAVIER A 1991. **Les oligoéléments en nutrition humaine.** In: CAPPUIS, P. (Ed) Les oligoéléments en medicine et biologic. Paris: Editions médicales Internacionales, p. 41-74.

FAVIER, A. **Les oligoéléments en nutrition humaine.** In: CHAPPUIS, P. (Ed) Les Oligoéléments en Medicine et Biologic. Paris: Editions Médicales Internacionales, 1991. Cap. 3, p. 41-74.

FERRARO, G. E., NORBEDO, C., COUSSIO, J. D. **Polyphenols from Achyrocline satureioides.** Phytochemistry, v. 20, n. 8, p. 2053-2054, 1981.

FERREIRA, E. R. M. C. **Química e Mineralogia de solos desenvolvidos de rochas alcalinas e ultrabásicas do Domo de Lages.** Orientador: Jaime A. de Almeida Bibliografia: p. 123-139. Tese (doutorado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveteinárias, Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo, Lages, 2013.

FIORINI, L. S. Dossiê: **Os minerais na alimentação.** Revista Food Ingredients Brasil, n. 4, p. 48-65, 2008.

FLATEN, T. **Aluminium in tea—concentrations, speciation and bioavailability.** Coordination chemistry reviews. Volume 228, Issue 2, 3 June 2002, Pages 385-395.

FOGLIO, M. A. et al. **Plantas medicinais como fonte de recursos terapêuticos: um modelo multidisciplinar**. Revista Multiciência. Construindo a história dos produtos naturais. Campinas, n. 7, out. 2006. Disponível em: <http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_07/a_04_7.pdf>. Acesso em: 05 maio 2018.

FOOD AND NUTRITION BOARD. **National Research Council, National Academy of Sciences: Recommended Dietary Allowances**, 10th ed. Washington, DC, National Academy Press, 1989.

FRANCO, F. 1998. **Tabela de Composição de Alimentos**. 9ª ed., Atheneu,, São Paulo.

FRANCO, M. J. et al. **Determinação de metais em plantas medicinais comercializadas na região de Umuarama-PR**. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, Umuarama, n. 2, v. 15, p. 121-127, 2011.

G. ELLEN, E. EGMOND, J. W. VAN LOON, E. T. SAHERTIAN & K. TOLSMA. **Dietary intakes of some essential and non-essential trace elements, nitrate, nitrite and n-nitrosamines, by dutch adults: estimated via a 24-hour duplicate portion study**. Journal food additives & contaminants. Volume 7, 1990 - Issue 2

GARCIA GH, CAVALLARO L, BROUSSALIS A, FERRARO G, MARTINO V, CAMPOS R 1999. **Biological and chemical characterisation of the fraction with antiherpetic activity from *Achyrocline flaccida***. Planta Med 65: 343-346.

GARCIA GH, CAVALLARO L, BROUSSALIS A, FERRARO G, MARTINO V, TORRES R, COUSSIO J, CAMPOS R 1995. **Antiviral activity of *Achyrocline flaccida* Wein DC aqueous extract**. Phytother Res 9: 251-254.

GOMES, E.C.; ELPO, E.R.S.; NEGRELLE, R.R.B. **Armazenagem de chás no setor supermercadista**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.27, n.4, p.675-80, 2007.

GONZALEZ, A. **Biological screening of uruguayan medicinal plants**. Journal of Ethnopharmacology, v.39, n. 3, p. 217-220, 1993.

GUPTA, M. P. 270 **Planta Medicinales Iberoamericanas**. Santa Fé Bogotá: Andrés Bello, 1995.

HAMILTON-MILER, J., & SHAH, S. (2005). **Medicinal benefits of green tea**. J. Alternative and Complementary Medicine, 11(3), 521–528.

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.

KARAK T, BHAGAT RM. **Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion: A review**. Food Research International. 2010; 43: 2234-2252
KARAK T, BHAGAT RM. **Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion: a review**. Food Research International. 2010;43:2234–2252. doi: 10.1016/j.foodres.2010.08.010.

KOCH, V. **Estudo Etnobotânico das Plantas Medicinais na Cultura Ítalobrasileira no Rio Grande do Sul – Um Modelo Para o Cultivo Comercial na Agricultura Familiar**. Tese de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 152 p., 2000.

KRAUSE, M. V.; MAHAN, L. K. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, p.981, 1993.

LAMATY, G.; BÈSSIERE, J. M.; SCHENKEL, E. P.; SANTOS, M.; BASSANI, V. L. **The chemical composition of some Achyrocline satureioides and Achyrocline alata oils from Brazil**. Brazilian Journal of Essential Oil Research, v.3, p. 317-332, 1991.

LAPA AJ, SOUCCAR C, LIMA-LANDMAN MTR, GODINHO RO, NOGUEIRA TCML 2003. **Farmacologia e toxicologia de produtos naturais**. In: Simões.

LOPES MFG, ALMEIDA MMB, NOGUEIRA CMD, MORAIS NMT, MAGALHÃES CEC 2002. **Estudo mineral de plantas medicinais**. *Rev Bras Farmacogn* 12: 115-116.

LOPEZ P, BROUSSALIS A, RODRÍGUEZ M, COUSSIO J, FERRARO G 1996. **Análisis de muestras comerciales de "marcela" (Achyrocline satureioides)**. *Acta Farm Bonaerense* 15: 243-249.

LORENZI, HARRI; MATOS, FRANCISCO JOSÉ DE ABREU. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

LOUGH, G. C.; CHAUER, J. J.; PARK, J. S.; SHAFER, S. M.; DEMINTER, J; WEINSTEIN, J. **Emissions of metals associated with motor vehicle roadway , Environment Science Technology**. v. 39, n. 3, p. 826-836, 2005.

M. Cempel, G. Nickel. **Nickel: A Review of Its Sources and Environmental Toxicology** . Polish J. of Environ. Stud. Vol. 15, No. 3 (2006), 375-382.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MARTINS, D.G.; SANTOS, E.R.; MACIEL, G.G.M.; DIV, M.B.S.; NASCIMENTO, S.C. **Estudos toxicológicos, microbiológicos e in vitro de Achyrocline satureioides**. X Simpósio de Plantas Mediciniais do Brasil, São Paulo, Resumo 29, Anais do Congresso, p.719, 1988.

MARTINS, A. S; ALVES, C. N; LAMEIRA, O. A; SANTOS, A. S; MULLER, R. C. **Avaliação de minerais em plantas medicinais amazônicas**. Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy 19(2B): 621-625, Abr./Jun. 2009

MELO, J. G. **Controle de qualidade e prioridades de conservação de plantas medicinais comercializadas no Brasil**. 2007. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2007.

MESQUITA, A. A. L.; CORREA, D. B.; PADUA, A. P.; GUEDES, M. L. O., GOTTLIEB, O. R. **Flavonoids from four Compositae species**. Phytochemistry, v.25, p. 1255-1256, 1986.

MIDIO, A. F., MARTINS, D. I., **Toxicologia de Alimentos**, São Paulo: Varela, 2000. 295p.

NELSON, J.L., BOAWN, L.C. & VIETS Jr., F.G. **A method for assessing zinc status of soils using acid-extractable zinc and "titratable alkalinity" values**. Soil Sci., 88:275-283, 1959.

OLIVEIRA, J. E. D., MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais: aprendendo a aprender**. 2ª Ed. São Paulo: Sarvier, 2008.

PANIZZA, S.; PEREIRA, E.B.C.; PEREIRA, A.V.; SILVA, D.B. **Plantas que curam: cheiro do mato**. 19. ed. São Paulo: IBRASA, 1998, 279 p.

PEDRO, F.G.G.; ARRUDA, G.L.; OLIVEIRA, J.C.; SANTOS, A.D.; SIGARINI, K.S.; HERNANDES, T.; VILLA, R.D.; OLIVEIRA, A.P. **Composição centesimal e mineral de plantas medicinais comercializadas no mercado do Porto de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil**. Rev. Bras. Pl. Med., Campinas, v.18, n.1, supl. I, p.297-306, 2016.

PEREIRA, A.A; BORGES, J.D; LEANDRO, W.M. **Metais pesados e micronutrientes no solo e em folhas de *Brachiaria decumbens* às margens de rodovias**. Biosci. J., Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 347-357, May/June 2010.

PESSOA, C 2000. **Antiproliferative effects of compounds derived from plants of Northeast Brazil** *Phytother Res* 14: 187-191.

PETENATTI, E.M.; NIEVAS, C.M.; PETENATTI, M.E.; DEL VITTO, L.A. **Medicamentos Herbarios en el Centro-oeste Argentino, IV. “Marcelas” y “Vira-viras” en Muestras Comerciales**. Acta Farm. Bonaerense, v.23, n.4, p.484-91, 2004.

PETROVICK, P. R.; ORTEGA, G.; BASSANI, V. L. **From a medicinal plant to a pharmaceutical dosage form. A (still) long way for the Brazilian medicinal plants**. Journal of the Brazilian Association Advancement Science, v. 49, p. 364-369, 1997.

PINTO, N; VILAS, B.B.M; CARVALHO, V.D. 1999. **Caracterização mineral das folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott)**. Cienc e Agrotec 23: 57-61.

PIRKER, H.; HASELMAIR, R.; KUHN, E.; SCHUNKO, C.; VOGL, C.R. **Transformation of traditional knowledge of medicinal plants: the case of Tyroleans 135 (Austria) who migrated to Australia, Brazil and Peru**. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, vol.8, n.44, 2012.

R CORE TEAM (2016). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em://www.R-project.org/.

RATES SMK 2001. **Promoção do uso racional de fitoterápicos: uma abordagem no ensino de Farmacognosia**. Ver Bras Farmacogn 11: 57-69.

RETTA, D.; DELLACASSA, R.; VILLAMIL, J.; SUÁREZ, S.A.; BANDONI, A.L. **Marcela, a promising medicinal and aromatic plant from Latin America: A review**. Industrial Crops and Products, vol. 38, 27– 38, 2012.
RITTER MR, SOBIERAJSKI GR, SCHENKEL EP, MENTH LA. **Plantas usadas como medicinais no município de Ipê, RS**, Brasil.Rev Bras Farmacogn 12: 51-62.

RIVERA F, GERVAZ E, SERE C, DAJAS F 2004. **Toxicological studies of the aqueous extract from Achyrocline satureioides (Lam.) DC (Marcela)**. J Ethnopharmacol 95: 359-362.

ROCHA, M.; FULGÊNCIO, S. F.; RABETTI, A. C.; NICOLAU, M.; POLI, A.; SIMÕES, C. M.; RIBEIRO DO VALE, R. M. **Effects of hydroalcoholic extracts of Portulaca pilosa and Achyrocline satureioides on urinary sodium and potassium excretion**. Journal of Ethnopharmacology, v. 43, n. 3, p. 179-183, 1994.

ROJAS, A.; FERRO, E.; INCHAUSTI, A.; ASCURRA, M.; ACOSTA, N.; RODRIGUEZ, E.; FOURNET, A. **Mutagenicity, insecticidal and trypanocidal activity of some Paraguayan Asteraceae**. Journal of Ethnopharmacology, v.45, p.3541, 1995.

SAGGESE, D. **Medical herb of Argentina**. 10th ed. Rosario: Antognazzi & Co., 1959.189 p.

SANTIAGO; MARINS, D; TEIXEIRA, G. C. B.; SOUZA, R. R. **Teores de cádmio, chumbo e zinco em plantas medicinais cultivadas em solos contaminados**. Perquirere - Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão e da Pós-Graduação do Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas: UNIPAM, n. 8, v. 1, p. 195-202, jul. 2011.

SANTOS, P. G; BERTOL, I; MIQUELLUTI, D. J; ALMEIDA, J. A; MAFRA, A,L. **Agrupamento de pedons de cambissolos húmicos com base em atributos**

físicos e químicos utilizando a estatística multivariada. R. Bras. Ci. Solo, 39:350-360, 2015.

SILVA, M. L. S. **Avaliação do comportamento de elementos traço essenciais e não essenciais em solo contaminado sob cultivo de plantas.** Tese de Doutorado da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2006.

SILVEIRA, L. M. S.; OLEA, R. S. G.; JUNIOR, O. P. A.; MARIZ, S. R. **Extração de minerais em planta de uso medicinal através da infusão e digestão por micro-ondas.** Rev. Bras. Farm.,. 90(2) 144-147, 2009.

SIMÕES, C.M; SCHENKEL, E.P; BAUER, L; LANGELOH, A. 1988. **Pharmacological investigations on Achyrocline satureioides (Lam.) DC, Compositae.** J Ethnopharmacol 22: 281-293.

SIMÕES, C. M. O 1984. **Investigação químico-farmacológica de Achyrocline satureioides (Lam.) DC. Compositae (Marcela).** Porto Alegre, 186p. Dissertação de Mestrado em Farmácia, Curso de Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas da UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande de Sul.

SBCS (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo). **Manual e adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: SBCS – Núcleo Regional Sul. 2004. 394 p.

SMITH R. D; OSTERLOH, J.D; FLEGAL, A.R. **Use of endogenous, stable lead isotopes to determine release of lead from skeleton.** Environmental Health Perspectives 104(1):60-66. 1996.

SOUZA, Y.L.N.; SILVA, M. D. B.; DANTAS, K. G. F.; DINIZ, V. W. B. **Análise elementar de cinco plantas medicinais comercializadas no mercado do Ver-o-Peso em Belém Pará, Brasil.** Scientia Plena. 2016. Vol 12.

SUNDERMAN F.W., HOPFER S.M., SWEENEY K.R., MARCUS A.H., MOST B.M., CREASON J. **Nickel absorption and kinetics in human volunteers.** Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 191, 5, 1989.

TATSCH, F. R. P; GONÇALVES, V; MEURER, E. J. **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.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5)

THORPE, A. HARRISON, R. **Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: a review**. Science of The Total Environment Volume 400, Issues 1–3, 1 August 2008, Pages 270-282.

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

UCHIMA, A.S.; DUARTE, P.C. M.; MAGALHÃES, M.P.; FIGUEIRA, M.G.; JÚNIOR, M.L.; QUEIROGA, C.L. **Avaliação do potencial antimicrobiano de *Achyrocline sp.* contra *Bacillus subtilis***. 22ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas, Anais do Congresso, v.2, 1999.

VENDRUSCOLO, G.S.; RATES, S.M.K.; MENTZ, L.A. **Dados químicos e farmacológicos sobre plantas utilizadas como medicinais pela Comunidade do bairro Ponta Grossa, Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.15, n.4, p.360-72, 2005

VERNARELLI, J. A, & LAMBERT, J. D. 2012. **Tea consumption is inversely associated with weight status and other markers for metabolic syndrome in US adults**. European journal of nutrition.

WERKENTHIN, M. KLUGE, B. WESSOLEK, G. **Metals in european roadside soils and soil solution – a review**. ENVIRONMENTAL POLLUTION. Volume 189, June 2014, Pages 98-110.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Lead in drinking-water, background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality**.2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Trace Elements in Human Nutrition and Health.Environmental Health Criteria**. Geneva,1996.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Traditional medicine strategy 2002-2005**. 2002. Genova: World Health Organization

YEMANE, M.; CHANDRAVANSHI, B. S & WONDIMU, T. **Levels of essential and non-essential metals in leaves of the tea plant (*Camellia sinensis*L.) and soil of Wushwush farms, Ethiopia.** Food Chemistry, v. 107, p. 1236,2008.

ZAYACHKIVSKA, O.S.; KONTUREK, S.J.; DROZDOWICZ, D.; KONTUREK, P.C.; BRZOZOWSKI, T.; GHEGOTSKY, M.R. **Gastroprotective effects of flavonoids in plant extracts.** Journal of Physiology and Pharmacology, v.56, suppl. 1, p.219-31, 2005.

ZHENG, H. et al. **Analysis of Trace Metals and Perfluorinated Compounds in 43 Representative Tea Products from South China.** Journal of Food Science, v. 79, n. 6, 2014.