

Estudo químico do chá de partes aéreas de amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.)

Chemical study of love-grown aerial parts tea (*Portulaca pilosa* L.)

DOI:10.34117/bjdv6n11-663

Recebimento dos originais: 03/10/2020

Aceitação para publicação: 30/11/2020

Mariana Sarkis Müller da Silva

Doutora em Química pela Universidade Federal do Pará - PPGQ
Instituição: Universidade da Amazônia - Umarizal
Endereço: Av. Alcindo Cacela, 287 – Umarizal, Belém – Pará, Brasil.
E-mail: msarkismuller@gmail.com

Charles Alberto Brito Negrão

Doutorando em Química pela Universidade Federal do Pará - PPGQ
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 – Guamá, Belém – PA, Brasil
E-mail: tharcys_cp@hotmail.com

Marcelo de Oliveira Lima

Doutor em Química pela Universidade Federal do Pará - PPGQ
Instituição: Instituto Evandro Chagas – Laboratório de Toxicologia.
Endereço: Rodovia BR-316 KM 7, s/n, Ananindeua – PA, Brasil
E-mail: marcelolima@iec.gov.br

Regina Celi Sarkis Müller

Doutora em Química Analítica pela Universidade São Paulo – São Carlos
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 – Guamá, Belém – PA, Brasil
E-mail: reginamuller60@gmail.com

Antonio dos Santos Silva

Doutor em Química pela Universidade Federal do Pará - PPGQ
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 – Guamá, Belém – PA, Brasil
E-mail: ansansilva47@gmail.com

Milton Nascimento da Silva

Doutor em Química pela Universidade Federal de São Carlos
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 – Guamá, Belém – PA, Brasil
E-mail: yumilton@yahoo.com.br

RESUMO

Plantas medicinais são consumidas em formas de chás pelo ser humano desde tempos remotos, nas mais diversas civilizações. Um chá de determinada planta medicinal pode ser útil no combate aos males que afligem a população, sendo, muitas vezes, o único recurso terapêutico disponível, principalmente para os integrantes das classes menos favorecidas da população, porém pode apresentar também algum malefício ao seu consumidor. Esse consumo sempre se baseou no conhecimento empírico das pessoas, sendo ainda escassos trabalhos científicos que colaborem com estudos sobre suas propriedades químicas, e, em especial, teores de metais em chás. Neste trabalho, teores dos elementos minerais Al, Ba, Ca, K, Mg, Mn, Cr, Cu, Fe, Ni, Sr e Zn foram analisados em amostras de chás das partes aéreas da espécie amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.), coletadas em períodos pluviométricos diferentes. As concentrações destes minerais foram determinadas via espectrometria de emissão ótica por plasma acoplado indutivamente (ICP OES). A composição mineral do chá nos dois períodos analisados (chuvoso e seco) apresentaram valores dentro dos limites permitidos para o consumo humano, a partir da ingestão de no máximo uma xícara de chá de 200 mL por dia, levando-se em consideração fatores dietéticos e a biodisponibilidade destes minerais em cada organismo.

Palavras-Chaves: Metais, biodisponibilidade, ICP-OES.

ABSTRACT

Medicinal plants have been consumed in tea forms by humans since ancient times, in the most diverse civilizations. A tea from a specific medicinal plant can be useful in combating the ills that afflict the population, and it is often the only therapeutic resource available, especially for members of the less favored classes of the population, but it can also present some harm to its consumer. This consumption has always been based on people's empirical knowledge, and there are still few scientific works that collaborate with studies on its chemical properties, and, in particular, metal contents in teas. In this work, contents of the mineral elements Al, Ba, Ca, K, Mg, Mn, Cr, Cu, Fe, Ni, Sr and Zn were analyzed in tea samples from the aerial parts of the amor-grown species (*Portulaca pilosa* L.) , collected in different rainfall periods. The concentrations of these minerals were determined via inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP OES). The mineral composition of the tea in the two analyzed periods (rainy and dry) showed values within the limits allowed for human consumption, from the ingestion of a maximum of 200 mL of tea per day, taking into account dietary and nutritional factors. the bioavailability of these minerals in each organism.

Keywords: Metals, bioavailability, ICP-OES.

1 INTRODUÇÃO

Uma das mais antigas formas de prática medicinal é a utilização de plantas para tratamento e prevenção de males da saúde. No entanto, torna-se necessário obter conhecimento prévio de seus componentes químicos, devido a presença de substâncias com efeitos desconhecidos que podem até assumir natureza tóxica (VEIGA JUNIOR; PINTO; MACIEL; 2005).

Mundialmente têm sido pesquisadas as virtudes das plantas para fins alimentícios, medicinais e cosméticos. Apesar de o nosso país apresentar reconhecida biodiversidade, apenas uma fração diminuta de nossas plantas nativas foi devidamente estudada. Entretanto, desde a década passada, vários grupos de pesquisa têm demonstrado interesse crescente quanto à determinação de minerais em espécies vegetais (AMARANTE et al, 2011), haja visto o aumento significativo de trabalhos na

literatura nos últimos anos (SILVA, 2020; SOUZA, 2020). Existem plantas que são venenos por conterem toxinas poderosas que podem levar à morte. Algumas são, inclusive, incompatíveis com o uso de certos medicamentos. A sociedade tem a percepção de que todo produto natural é seguro e desprovido de efeitos colaterais, mas, em alguns casos, os efeitos dos produtos naturais são apenas psicológicos e, em outros, causam danos irreversíveis à saúde (NEWMAN; GRAGG, 2007).

A presença de elementos traço nos diversos chás de ervas, ocorre geralmente, em consequência da contaminação do solo por fertilizantes ou pela água de esgotos poluídos, pela ação industrial ou de mineração, pelo ar atmosférico contaminado, pela emissão de resíduos das grandes indústrias poluidoras ou durante a etapa de processamento dos chás, quando as espécies vegetais ficam em contato com os utensílios industriais (HAN et al., 2007).

Entre as espécies de plantas medicinais temos a *Portulaca pilosa* L. que é uma espécie rasteira pertencente ao gênero *Portulaca*, família Portulacaceae, que tem distribuição principalmente pantropical, em regiões tropicais e subtropicais da África, havendo também algumas espécies na Austrália, Europa e Ásia. As plantas constituintes desta família possuem hábito herbáceo e arbustivo na maioria das vezes suculentas e comumente apresentam mucilagem nas células paraquêmicas do caule e das folhas (COELHO; GIULIETTI, 2010). É conhecida popularmente como amor-crescido, sendo uma planta medicinal utilizada em todo o Brasil, principalmente no Norte, como estomáquica, diurética, cicatrizante, analgésica em casos de doenças hepáticas e no tratamento de úlceras (SILVA et al., 1998). As folhas são usadas em compressas para serem aplicadas no tratamento de queimaduras e erisipelas. O chá das folhas de amor-crescido é muito utilizado no fortalecimento do sangue (MORS; RIZZINI; PEREIRA; 2000).

Neste trabalho, foi selecionada a espécie medicinal *Portulaca pilosa* L., cultivada em uma horta localizada em Ananindeua, no Estado do Pará. Este local foi escolhido, devido ser um dos grandes fornecedores da espécie para diversas farmácias de manipulação da região metropolitana de Belém, comunidade local e para a Farmácia Escola da Universidade Federal do Pará, a qual dispensa medicamentos para a Farmácia Universitária - UFPA.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a composição mineral de chás produzidos a partir das partes aéreas de *Portulaca pilosa* L. em diferentes sazonalidades, e analisar o teor presente destes elementos em uma xícara de chá de 200 mL.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 AMOSTRAS

A planta foi coletada em Ananindeua, um município brasileiro do Estado do Pará, localizado na grande Belém (01° 19' 43,2"S; 048° 22' 29,7"W). Foram realizadas duas coletas no período chuvoso

(fevereiro/maio) e duas coletas no período seco (agosto/novembro). A primeira coleta foi realizada em fevereiro, cujas amostras foram chamadas de PC (Primeira Coleta), a segunda coleta em maio que foram chamadas de SC (Segunda Coleta) e assim sucessivamente até QC (Quarta Coleta). A obtenção do material botânico em todos os períodos foi feita pela manhã, após as 9 h, com temperatura entre 32° C e 38° C, e umidade relativa entre 58 % e 70 %. As partes aéreas foram acondicionadas dentro de isopor com gelo. Foram coletadas 5 amostras em cada período, totalizando 20 amostras. Ao chegar ao Laboratório de Controle de Qualidade e Meio Ambiente (LACQUAMA - Universidade Federal do Pará), o material botânico foi imediatamente higienizado com solução de hipoclorito de sódio a 10 % (v/v) e água destilada para limpeza e retirada das impurezas. Após esta etapa, as partes aéreas foram secas em estufa com temperatura controlada a 45° C e circulação de ar, sendo posteriormente divididas e pulverizadas em moinho de facas, com rotação de 14.000 rpm.

Uma exsiccata da espécie foi preparada e enviada à Embrapa Amazônia Oriental, em Belém do Pará, para identificação botânica, onde foi realizada comparação com uma amostra depositada no *Herbarium* IAN, e registrada sob o número 191830.

2.2 PREPARO DOS CHÁS

Foram preparadas infusões com amostras das partes aéreas secas e pulverizadas em triplicata correspondente as quatro coletas. Em erlenmeyers de 125 mL foram pesados 1 g de amostra e adicionados 25 mL de água deionizada fervente (100° C \pm 5° C), tampando-se as vidrarias para diminuir as perdas de água. Após 15 minutos, as amostras foram transferidas para tubos de polipropileno e adicionados 1 mL de HNO₃ concentrado (65 %), realizando em seguida a aferição para 50 mL. Posteriormente as infusões foram centrifugadas a 2000 rpm por 5 minutos para retirada do sobrenadante, transferindo-se as amostras para outros tubos devidamente identificados (PEREIRA-JÚNIOR; DANTAS, 2016; SILVA et al., 2020; SOUZA et al., 2020).

2.3 DETERMINAÇÃO DE TEORES MINERAIS POR ICP-OES

Os parâmetros operacionais utilizados para a determinação dos metais (Al, Ba, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Sr, Zn), estão na Tabela 1. O espectrômetro utilizado foi o modelo Vista- MPX CCD simultâneo (Varian, Mulgrave, Austrália), com configuração axial, e equipado com um sistema de amostragem automática (SPS - 5), pertencente ao Instituto Evandro Chagas. O controle das condições operacionais do ICP OES foi realizado com o software ICPEXpert Vista.

Tabela 1. Parâmetros operacionais utilizados no ICP-OES

Parâmetro	Condições de operação do ICP OES
Potência	1000,00 W
Fluxo do plasma	15,0 L/min
Fluxo auxiliar	15,0 L/min
Fluxo do nebulizador	0,70 L/min
Tempo de leitura	5,00 s
Tempo de Estabilização	20,00 s
Tempo de captação da amostra	35,00 s
Velocidade relativa da bomba	25,00 rpm
Lavagem da bomba	10,00 s

A técnica de adição e recuperação foi utilizada para realizar a validação da metodologia. Foram determinados os limites de detecção (LOD), de quantificação (LOQ) e o percentual de recuperação para cada um dos elementos estudados.

2.4 ESTATÍSTICA

Aos dados obtidos dos teores dos doze elementos analisados nos chás foram aplicadas duas técnicas estatísticas multivariadas: análise de componentes principais (ACP) e análise hierárquica de agrupamentos (AHA). Para a aplicação dessas técnicas foram padronizados os dados em virtude deles apresentarem escalas distintas. A ACP foi desenvolvida para se obter uma transformação mais representativa e compacta das amostras.

Os componentes são individualmente responsáveis pela variância dos dados. Geralmente a maior parte da variância pode ser explicada por um número reduzido de componentes, sendo possível o descarte do restante sem perda significativa de informação. A partir da ACP puderam ser extraídos os autovalores e os autovetores da matriz de covariância do grupo de variáveis originais (LACERDA et al., 2010). Os componentes principais (CPs) são as variáveis descorrelacionadas, obtidas multiplicando-se as variáveis correlacionadas originalmente com os autovetores (*loadings*). Os autovalores dos PCs são as medidas das discrepâncias associadas à participação das variáveis originais nos CPs. Os elementos de transformação das novas variáveis são chamados de escores (SANTOS et al., 2008).

A aplicação de AHA se deu através do método hierárquico aglomerativo de ligação direta e com distância euclidiana simples, adotando-se uma escala de similaridade entre as amostras, com resultados exposto em um dendrograma.

Para a verificação se o teor de elemento metálico ingerido em uma xícara de chá (200 mL) varia conforme o período de coleta do material vegetal, foi desenvolvida uma ANOVA, seguida de teste de Tukey, se considerando uma significância de 95 %.

As análises estatísticas foram desenvolvidas via emprego do programa MINETAB 17.

3 RESULTADO E DISCURSSÃO

3.1 VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA DE LEITURA

A Tabela 2 apresenta os comprimentos de onda (nm), os limites de detecção (LOD), os limites de quantificação (LOQ), e os percentuais de recuperação obtidos, para cada um dos doze elementos químicos analisados. Os resultados mostram que todos os elementos determinados apresentaram recuperação acima de 90 %, confirmando que a metodologia de adição padrão para a infusão foi validada.

Tabela 2. Comprimento de onda (λ), limites de detecção e de quantificação, e percentual de recuperação para os chás de folhas de amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.)

Metal	λ (nm)	LOD ($\mu\text{g g}^{-1}$)	LOQ ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Recuperação (%)
Al	396,152	0,0069	0,0231	98,72
Ba	455,403	0,0030	0,0100	99,77
Ca	396,847	0,0017	0,0058	99,86
Cr	267,716	0,0017	0,0056	99,93
Cu	327,395	0,0105	0,0351	98,85
Fe	238,204	0,0017	0,0058	99,97
K	766,491	0,0279	0,0929	100,00
Mg	279,553	0,0030	0,0100	100,00
Mn	257,610	0,0017	0,0058	97,80
Ni	231,604	0,0030	0,0100	99,88
Sr	421,552	0,0030	0,0100	97,91
Zn	213,857	0,0096	0,0321	97,13

3.2 TEORES DOS ELEMENTOS

O consumo diário de chás e infusões de ervas contribui significativamente para a ingestão alimentar de elementos essenciais para a saúde humana (AKSUNER et al., 2012). Deve-se destacar também que a biodisponibilidade dos elementos desempenha um papel importante. O conhecimento da concentração de elementos essenciais e tóxicos é de grande relevância para consumidores e produtores (HAN et al., 2007).

A acumulação e absorção de metais variam de uma espécie de planta para outra (ARAO; ISHIKAWA, 2006). Isso pode resultar em diferenças na capacidade de retenção do elemento absorvido nas raízes, e/ou variação da carga no xilema (SHAW, 1989). Outros fatores, tais como estágio de desenvolvimento da planta, tempo de exposição ao metal e as diferentes espécies químicas dos elementos, podem também interferir nesses aspectos, refletindo nos teores dos metais nas diferentes partes da planta (ALLOWAY, 1993).

A Tabelas 3 apresenta os valores obtidos dos metais dos chás a partir das partes aéreas secas de *Portulaca pilosa* L. das quatro coletas. A primeira e a segunda coleta (PC e SC) foram realizadas no período de maior precipitação na região (fevereiro a maio), ou seja, no período chuvoso. A terceira

e quarta coleta foram realizadas no período de menor precipitação (agosto a novembro), isto é, no período seco.

Tabela 3. Teores de metais presentes nos chás de *Portulaca pilosa* L.

Amostras	Teores de metal ($\mu\text{g g}^{-1}$)					
	Al	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe
PC1	0,04 ± 0,00	0,14 ± 0,00	99,75 ± 6,06	0,003 ± 0,00	0,29 ± 0,01	0,94 ± 0,01
PC2	0,04 ± 0,01	0,14 ± 0,00	96,07 ± 1,20	0,002 ± 0,00	0,29 ± 0,00	0,94 ± 0,00
PC3	0,03 ± 0,01	0,13 ± 0,00	101,80 ± 1,07	0,004 ± 0,00	0,29 ± 0,00	0,95 ± 0,01
PC4	0,04 ± 0,00	0,14 ± 0,00	94,63 ± 0,84	0,002 ± 0,00	0,29 ± 0,00	0,94 ± 0,00
PC5	0,04 ± 0,00	0,13 ± 0,00	103,78 ± 2,89	0,002 ± 0,00	0,29 ± 0,00	0,93 ± 0,00
Geral	0,04 ± 0,01	0,14 ± 0,00	99,21 ± 3,83	0,002 ± 0,00	0,29 ± 0,00	0,94 ± 0,00
SC1	0,10 ± 0,01	0,24 ± 0,00	63,73 ± 4,57	0,006 ± 0,00	0,37 ± 0,01	1,85 ± 0,09
SC2	0,09 ± 0,01	0,23 ± 0,00	60,75 ± 1,68	0,006 ± 0,00	0,36 ± 0,00	1,77 ± 0,00
SC3	0,07 ± 0,02	0,24 ± 0,00	60,50 ± 1,12	0,005 ± 0,00	0,37 ± 0,00	1,85 ± 0,02
SC4	0,08 ± 0,02	0,24 ± 0,00	65,57 ± 2,38	0,006 ± 0,00	0,37 ± 0,00	1,91 ± 0,02
SC5	0,09 ± 0,02	0,24 ± 0,00	65,63 ± 1,65	0,006 ± 0,00	0,37 ± 0,00	1,79 ± 0,01
Geral	0,09 ± 0,01	0,24 ± 0,01	63,23 ± 2,50	0,006 ± 0,00	0,37 ± 0,00	1,85 ± 0,06
TC1	0,07 ± 0,09	0,16 ± 0,00	41,74 ± 5,05	0,009 ± 0,00	0,51 ± 0,02	2,37 ± 0,18
TC2	0,07 ± 0,02	0,15 ± 0,00	38,32 ± 2,01	0,008 ± 0,00	0,52 ± 0,00	2,22 ± 0,07
TC3	0,09 ± 0,02	0,15 ± 0,00	44,15 ± 2,53	0,010 ± 0,00	0,50 ± 0,00	2,48 ± 0,03
TC4	0,08 ± 0,01	0,16 ± 0,00	42,61 ± 3,14	0,010 ± 0,00	0,51 ± 0,00	2,37 ± 0,12
TC5	0,08 ± 0,01	0,15 ± 0,00	42,81 ± 2,45	0,010 ± 0,00	0,50 ± 0,00	2,44 ± 0,02
Geral	0,08 ± 0,01	0,15 ± 0,00	41,93 ± 2,19	0,010 ± 0,00	0,51 ± 0,01	2,37 ± 0,10
QC1	0,05 ± 0,07	0,14 ± 0,00	50,29 ± 0,23	0,003 ± 0,00	0,52 ± 0,02	1,77 ± 0,05
QC2	0,05 ± 0,01	0,14 ± 0,00	51,10 ± 0,16	0,005 ± 0,00	0,51 ± 0,00	1,73 ± 0,00
QC3	0,04 ± 0,02	0,14 ± 0,00	50,49 ± 0,08	0,004 ± 0,00	0,53 ± 0,00	1,79 ± 0,04
QC4	0,05 ± 0,01	0,14 ± 0,00	50,83 ± 0,16	0,002 ± 0,00	0,52 ± 0,01	1,79 ± 0,01
QC5	0,04 ± 0,01	0,14 ± 0,00	51,33 ± 0,58	0,003 ± 0,00	0,53 ± 0,00	1,79 ± 0,01
Geral	0,05 ± 0,09	0,14 ± 0,00	50,81 ± 0,43	0,003 ± 0,00	0,52 ± 0,01	1,79 ± 0,03
Amostras	K	Mg	Mn	Ni	Sr	Zn
PC1	737,72 ± 3,33	90,90 ± 0,83	0,51 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,40 ± 0,01	4,20 ± 0,08
PC2	740,28 ± 0,68	90,31 ± 0,25	0,51 ± 0,01	0,00 ± 0,00	0,39 ± 0,00	4,18 ± 0,03
PC3	737,10 ± 1,92	91,58 ± 0,14	0,49 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,40 ± 0,00	4,26 ± 0,02
PC4	736,07 ± 2,43	91,60 ± 0,13	0,51 ± 0,01	0,00 ± 0,00	0,40 ± 0,00	4,19 ± 0,03
PC5	737,97 ± 2,97	91,07 ± 0,13	0,50 ± 0,01	0,00 ± 0,00	0,39 ± 0,00	4,24 ± 0,02
Geral	737,72 ± 1,56	91,07 ± 0,54	0,50 ± 0,01	0,00 ± 0,00	0,40 ± 0,00	4,21 ± 0,04
SC1	1261,50 ± 34,95	97,98 ± 2,12	0,68 ± 0,02	0,02 ± 0,00	0,39 ± 0,02	3,53 ± 0,00
SC2	1264,23 ± 13,43	95,95 ± 0,10	0,69 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,37 ± 0,00	3,52 ± 0,00
SC3	1261,23 ± 29,23	99,52 ± 0,50	0,66 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,39 ± 0,01	3,53 ± 0,00
SC4	1232,72 ± 5,53	99,47 ± 1,05	0,68 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,40 ± 0,00	3,53 ± 0,00
SC5	1260,22 ± 22,94	100,07 ± 0,03	0,68 ± 0,01	0,02 ± 0,00	0,38 ± 0,01	3,53 ± 0,00
Geral	1261,23 ± 13,09	99,47 ± 1,67	0,68 ± 0,01	0,02 ± 0,00	0,38 ± 0,01	3,52 ± 0,00
TC1	1532,33 ± 37,38	88,68 ± 2,22	0,70 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,27 ± 0,02	2,56 ± 0,16
TC2	1510,72 ± 14,46	89,12 ± 2,17	0,71 ± 0,01	0,04 ± 0,00	0,25 ± 0,00	2,61 ± 0,09
TC3	1519,42 ± 38,30	88,68 ± 1,40	0,71 ± 0,03	0,04 ± 0,01	0,26 ± 0,01	2,45 ± 0,05
TC4	1553,97 ± 16,30	87,45 ± 0,75	0,71 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,28 ± 0,01	2,63 ± 0,08
TC5	1531,85 ± 10,18	90,65 ± 0,91	0,69 ± 0,00	0,05 ± 0,01	0,26 ± 0,02	2,47 ± 0,10
Geral	1531,85 ± 16,33	88,68 ± 1,15	0,70 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,26 ± 0,01	2,54 ± 0,08
QC1	1441,63 ± 10,18	98,70 ± 1,91	0,68 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,29 ± 0,00	3,19 ± 0,13
QC2	1436,78 ± 5,12	96,98 ± 0,25	0,69 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,29 ± 0,00	3,28 ± 0,03
QC3	1449,80 ± 2,14	100,07 ± 0,53	0,69 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,28 ± 0,00	3,14 ± 0,05
QC4	1441,93 ± 8,55	99,07 ± 1,04	0,68 ± 0,01	0,04 ± 0,00	0,28 ± 0,00	3,27 ± 0,02
QC5	1439,53 ± 9,67	97,80 ± 0,36	0,68 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,29 ± 0,00	3,16 ± 0,05
Geral	1441,63 ± 4,85	98,70 ± 1,18	0,68 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,29 ± 0,00	3,21 ± 0,07

Legenda: PC = amostras da primeira coleta; SC = amostras da segunda coleta; TC = amostras da terceira coleta; QC = amostras da quarta coleta. Valores expressões como média de 3 leituras seguida de ± desvio padrão das leituras.

Os teores de Al tiveram grande variação, partindo-se de $0,40 \mu\text{g g}^{-1}$ na primeira coleta, alcançando o máximo de $0,90 \mu\text{g g}^{-1}$ no final do período chuvoso com uma diminuição para $0,82 \mu\text{g g}^{-1}$ no início do período seco e queda abrupta para $0,51 \mu\text{g g}^{-1}$ na quarta coleta. Flaten (2002) afirma que o teor de Al em chá de determinadas plantas pode variar em função da idade da planta, da distribuição do Al dentro da planta e das interações que podem ocorrer entre o Al e Mn ou entre Al e P.

Os elementos Ba, Cr, Cu, Ni e Sr em todas as coletas apresentaram baixos teores, não chegando a $0,60 \mu\text{g g}^{-1}$, já os teores de Fe variaram bastante partindo de $0,94 \mu\text{g g}^{-1}$ na PC e chegando a $2,37 \mu\text{g g}^{-1}$ na TC. De acordo com a literatura, os metais em amostras de chás podem ser classificados em três grupos; altamente extraíveis, como K e Ni, com extração $> 55 \%$; moderadamente extraíveis, como Cu, Cr, Mn e Zn com extração entre 20% e 55% ; fracamente extraíveis, como Ba, Ca, Fe, Sr com extração $< 20 \%$. O número de elementos transferidos para infusões depende principalmente se o composto está ligado fortemente a matriz orgânica (flavonóis, taninos, polifenóis) ou mais solúvel na solução. Outros parâmetros como a temperatura, o tempo de extração, o pH, o tipo de chá e a força iônica podem alterar a composição elementar da extração (SZYMCZYCHA-MADEJA; WELMA; POHL, 2012).

Para todos os metais analisados os mais abundantes foram Ca, Mg e K, com Mg e Ca apresentando valores bem próximos sendo os menores valores destes elementos encontrados no terceiro período de coleta (TC). O K, elemento com os maiores valores encontrados, mostrou comportamento linear até a terceira coleta, com $1.531,85 \mu\text{g g}^{-1}$ com decréscimo para $1.441,63 \mu\text{g g}^{-1}$ na quarta coleta.

Pouca variação foi observado nas amostras com relação a quantidade de Mn encontrada, que ficou no intervalo de $0,50 \mu\text{g g}^{-1}$, em PC, a $0,70 \mu\text{g g}^{-1}$, em TC. Comportamento bem diferente apresentado pelas amostras em relação ao Zn com menor valor na TC ($2,54 \mu\text{g g}^{-1}$) e maior na PC ($4,21 \mu\text{g g}^{-1}$).

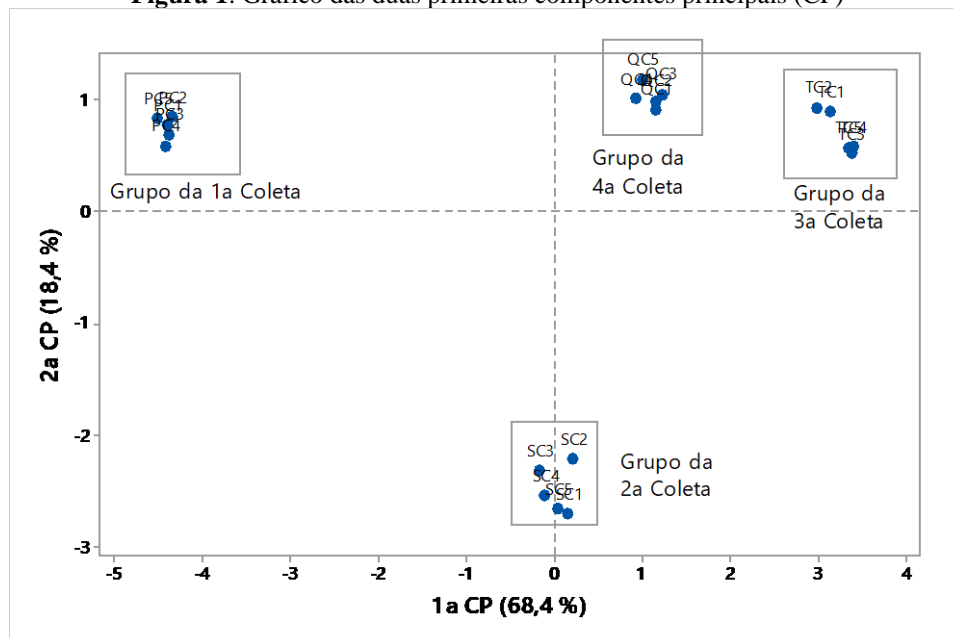
A concentração dos elementos químicos nas folhas está fortemente relacionada a mecanismos de absorção e de retranslocação (MORAIS, 2010). A influência da sazonalidade na variação dos elementos pode estar relacionada as mudanças ambientais e climáticas que ocorrem na Amazônia. Estudos afirmam que a dinâmica de nutrientes nas plantas varia em função de vários fatores, tais como, a espécie, idade fonológica, manejo, condições edafoclimáticas e conteúdo de nutrientes no solo (MENDES, 2012).

3.3 ANÁLISE MULTIVARIADA

A aplicação da ACP gerou a Figura 1 e a Tabela 4. Os resultados da variância proporcional (Tabela 04) mostraram que o primeiro componente principal (1ª CP) explica 68,40 % da variância total dos dados obtidos e a 2ª CP explica 18,40 %. A somatória dessas duas componentes principais é de

86,80 % do valor total de variação. De acordo com Mardia et al. (1979), em uma análise de componentes principal onde os dois, ou três, primeiros componentes reúnem um valor percentual em geral acima de 70 % da variação total, podendo ser considerado como um esclarecimento da variabilidade despontada entre as diferenças avaliadas. Apenas dois componentes principais foram satisfatórios para elucidar 86,80 % da variância total disponível entre as variáveis estudadas. Sendo assim, são considerados aceitáveis para delinear os resultados de variância e covariância total dos dados obtidos. Observa-se claramente a formação de quatro grupos bem definidos, conforme a coleta realizada das partes aéreas de amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.). Assim, ficou evidente que as variações dos teores de minerais influenciam na separação dos agrupamentos ao longo das componentes 1 e 2, conforme a Figura 1. As variáveis que mais contribuíram na formação da 1ª CP foram Ca, Cu, Fe, K, Mn, Ni e Zn, sendo que as variáveis Ca e Zn foram as que contribuíram mais na separação das amostras da primeira coleta (lado esquerdo da Figura 1) em relação as amostras da terceira e quarta coletas (lado direito da Figura 1), sendo que as amostras da segunda coleta pouco foram afetadas pela 1ª CP (encontram-se ao centro do gráfico). Em termos de 2ª CP, as variáveis Al e Ba foram as que mais contribuíram para a formação dessa CP, e a variável K não foi envolvida (Tabela 4). A 2ª CP se mostrou eficiente na separação das amostras da segunda coleta em relação as mostras referentes as outras coletas.

Figura 1. Gráfico das duas primeiras componentes principais (CP)



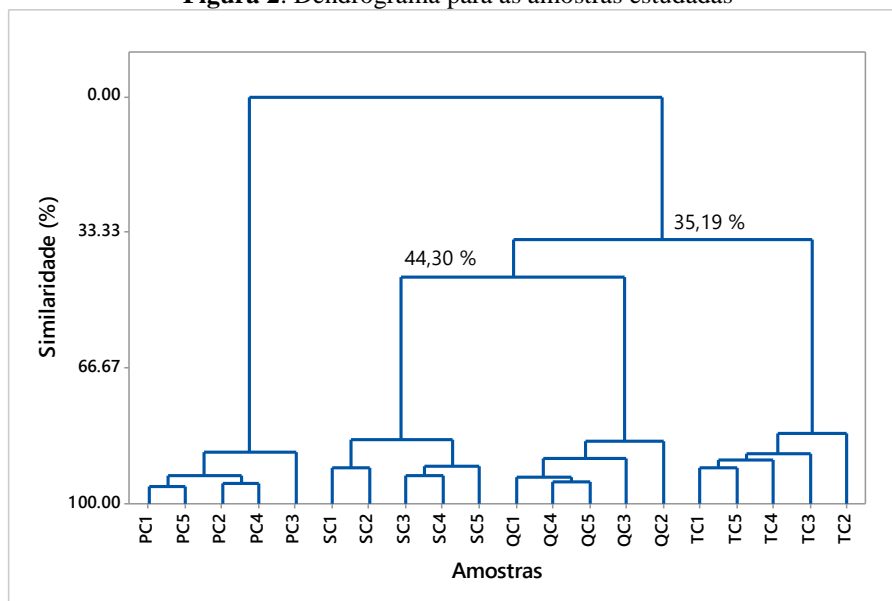
Legenda: PC = amostras da primeira coleta; SC = amostras da segunda coleta; TC = amostras da terceira coleta; QC = amostras da quarta coleta. Valores expressões como média de 3 leituras seguida de ± desvio padrão das leituras.

Tabela 4. Contribuições das variáveis para a formação das 5 primeiras PC's percentuais de explicação.

Variável	Componente Principal (CP)				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Al	0,222	-0,458	0,271	-0,466	-0,581
Ba	0,049	-0,662	0,009	-0,026	0,454
Ca	-0,344	-0,008	0,119	0,169	-0,234
Cr	0,267	-0,112	0,496	0,732	-0,257
Cu	0,310	0,244	-0,231	0,055	-0,052
Fe	0,341	-0,082	0,111	0,072	0,331
K	0,343	-0,000	-0,147	-0,004	-0,013
Mg	0,012	-0,327	-0,730	0,379	-0,292
Mn	0,332	-0,150	-0,166	-0,160	-0,076
Ni	0,341	0,087	-0,079	0,098	0,071
Sr	-0,293	-0,356	0,044	0,173	0,260
Zn	-0,341	-0,096	-0,106	0,022	-0,244
Percentual de Explicação (%)	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Simples	68,40	18,40	11,70	0,60	0,30
Acumulada	68,40	86,80	99,10	99,40	99,70

A ACP foi confirmada através do dendrograma presente na Figura 2, que se define como a análise hierárquica (AHA) para representar a aglomeração feita em uma escala de 0 % a 100 %, e mostrar as similaridades entre as amostras agrupadas, estas por sua vez estão situadas na base do dendrograma.

Figura 2. Dendrograma para as amostras estudadas



Legenda: PC = amostras da primeira coleta; SC = amostras da segunda coleta; TC = amostras da terceira coleta; QC = amostras da quarta coleta. Valores expressões como média de 3 leituras seguida de ± desvio padrão das leituras.

Pode-se visualizar na Figura 2 que as amostras referentes à primeira coleta formam um agrupamento que apresenta total falta de similaridade com as demais coletas, ao passo que as amostras referentes à terceira coleta apresentam apenas 35,19 % com as amostras da segunda e da quarta coletas,

e, por fim, as amostras referentes à segunda e à quarta coletas apresentam apenas 44,30 % de similaridade entre si. Desta forma, todos os quatro grupos de amostras apresentam baixa similaridade entre si, indicando que as variáveis utilizadas dependem do período de coleta de partes aéreas de amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.).

3.4 ESTUDO DO CONSUMO DOS MINERAIS EM UMA XÍCARA DE CHÁ

Para avaliar se os teores de Al, Ba, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Sr e Zn encontrados nos chás estão dentro dos limites seguros para o consumo humano, assumindo que uma pessoa adulta consuma uma xícara de chá de 200 mL por dia, e, então, foram calculadas as respectivas concentrações contidas numa xícara de chá, em mg. Esses valores estão na Tabela 5 e foram comparados com os valores de referência: necessidades diárias recomendadas (*Recommended Dietary Allowances* (RDA)) fornecidos pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 1996), com o nível diário de ingestão de um nutriente considerado suficiente pela *Food and Nutrition Board* para satisfazer os requisitos de quase todos (97 % a 98 %) os indivíduos saudáveis em cada estágio da vida e do grupo de gênero e com o limite máximo tolerável de ingestão (*Tolerable Upper Intake Level*, UL).

Tabela 5. Massas de metais em uma xícara de chá (200 mL) de amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.)

Amostras	Teores de metais (mg)					
	Al	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe
PC1	0,15 ± 0,01	0,54 ± 0,00	398,9 ± 24,24	0,01 ± 0,00	1,16 ± 0,02	3,77 ± 0,04
PC2	0,16 ± 0,02	0,54 ± 0,01	384,2 ± 4,80	0,01 ± 0,00	1,17 ± 0,01	3,75 ± 0,02
PC3	0,15 ± 0,03	0,54 ± 0,00	407,1 ± 4,19	0,02 ± 0,00	1,17 ± 0,01	3,79 ± 0,03
PC4	0,15 ± 0,01	0,58 ± 0,01	378,5 ± 3,37	0,01 ± 0,00	1,15 ± 0,00	3,75 ± 0,01
PC5	0,16 ± 0,01	0,52 ± 0,01	415,1 ± 11,56	0,01 ± 0,00	1,14 ± 0,01	3,74 ± 0,01
Geral	0,16^a ± 0,03	0,54^a ± 0,02	398,9^c ± 15,32	0,01^a ± 0,00	1,16^a ± 0,01	3,76^a ± 0,02
SC1	0,41 ± 0,05	0,95 ± 0,02	254,9 ± 18,27	0,02 ± 0,00	1,46 ± 0,03	7,39 ± 0,35
SC2	0,38 ± 0,04	0,91 ± 0,02	242,9 ± 6,71	0,02 ± 0,00	1,44 ± 0,00	7,07 ± 0,01
SC3	0,31 ± 0,07	0,96 ± 0,00	241,9 ± 4,48	0,02 ± 0,00	1,47 ± 0,00	7,40 ± 0,08
SC4	0,33 ± 0,09	0,96 ± 0,00	262,2 ± 9,53	0,02 ± 0,00	1,47 ± 0,01	7,64 ± 0,08
SC5	0,36 ± 0,05	0,98 ± 0,00	262,5 ± 6,59	0,02 ± 0,00	1,48 ± 0,00	7,17 ± 0,06
Geral	0,36^c ± 0,38	0,95^c ± 0,01	252,9^c ± 10,02	0,02^b ± 0,00	1,46^b ± 0,02	7,33^b ± 0,22
TC1	0,30 ± 0,24	0,62 ± 0,00	166,9 ± 20,20	0,04 ± 0,01	2,05 ± 0,06	9,48 ± 0,72
TC2	0,34 ± 0,26	0,62 ± 0,01	153,2 ± 8,03	0,03 ± 0,00	2,09 ± 0,01	8,89 ± 0,27
TC3	0,34 ± 0,10	0,61 ± 0,00	176,6 ± 10,13	0,04 ± 0,00	2,00 ± 0,01	9,91 ± 0,11
TC4	0,33 ± 0,08	0,63 ± 0,01	170,4 ± 12,54	0,04 ± 0,00	2,03 ± 0,01	9,49 ± 0,47
TC5	0,33 ± 0,00	0,61 ± 0,01	171,2 ± 9,79	0,04 ± 0,00	2,01 ± 0,01	9,75 ± 0,07
Geral	0,32^c ± 0,33	0,62^b ± 0,01	167,7^a ± 8,77	0,04^c ± 0,00	2,04^c ± 0,04	9,50^c ± 0,39
QC1	0,22 ± 0,04	0,55 ± 0,00	201,1 ± 0,93	0,01 ± 0,01	2,08 ± 0,06	7,09 ± 0,20
QC2	0,21 ± 0,10	0,54 ± 0,00	204,4 ± 0,65	0,02 ± 0,00	2,03 ± 0,01	6,90 ± 0,01
QC3	0,18 ± 0,03	0,55 ± 0,00	201,9 ± 0,32	0,02 ± 0,00	2,13 ± 0,01	7,17 ± 0,16
QC4	0,20 ± 0,03	0,55 ± 0,01	203,3 ± 0,64	0,01 ± 0,00	2,07 ± 0,04	7,14 ± 0,03
QC5	0,19 ± 0,09	0,55 ± 0,01	205,3 ± 2,32	0,01 ± 0,00	2,11 ± 0,01	7,17 ± 0,04
Geral	0,20^b ± 0,16	0,55^a ± 0,00	203,2^b ± 1,70	0,01^a ± 0,01	2,09^d ± 0,04	7,10^b ± 0,11

Amostras	K	Mg	Mn	Ni	Sr	Zn
PC1	2950,8 ± 13,30	363,59 ± 3,31	2,02 ± 0,06	0,03 ± 0,01	1,59 ± 0,02	16,78 ± 0,33
PC2	2961,1 ± 2,72	361,25 ± 1,00	2,05 ± 0,06	0,03 ± 0,01	1,57 ± 0,00	16,73 ± 0,12
PC3	2948,4 ± 7,66	366,33 ± 0,54	1,97 ± 0,03	0,03 ± 0,00	1,59 ± 0,01	17,05 ± 0,06
PC4	2944,2 ± 9,70	366,40 ± 0,53	2,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	1,60 ± 0,01	16,74 ± 0,13
PC5	2951,8 ± 11,89	364,27 ± 0,50	2,02 ± 0,05	0,03 ± 0,00	1,58 ± 0,01	16,96 ± 0,08
Geral	2951,3^a ± 6,23	364,37^a ± 1,21	2,02^a ± 0,05	0,03^a ± 0,00	1,59^c ± 0,01	16,85^c ± 0,14
SC1	5046,0 ± 139,8	391,93 ± 8,49	2,71 ± 0,03	0,11 ± 0,01	1,55 ± 0,07	14,10 ± 0,01
SC2	5056,9 ± 53,71	383,80 ± 0,40	2,76 ± 0,06	0,11 ± 0,01	1,48 ± 0,02	14,09 ± 0,00
SC3	5044,9 ± 116,9	398,07 ± 2,01	2,66 ± 0,01	0,11 ± 0,00	1,55 ± 0,05	14,11 ± 0,00
SC4	4930,8 ± 22,14	397,87 ± 4,22	2,70 ± 0,01	0,11 ± 0,01	1,60 ± 0,01	14,10 ± 0,00
SC5	5040,8 ± 91,77	400,27 ± 0,12	2,70 ± 0,01	0,11 ± 0,01	1,53 ± 0,05	14,10 ± 0,01
Geral	5023,9^b ± 52,36	394,39^b ± 6,68	2,71^b ± 0,03	0,11^b ± 0,00	1,54^c ± 0,04	14,10^c ± 0,01
TC1	6129,3 ± 149,5	354,74 ± 8,87	2,80 ± 0,04	0,19 ± 0,00	1,06 ± 0,09	10,23 ± 0,64
TC2	6042,8 ± 57,83	356,47 ± 8,68	2,82 ± 0,05	0,16 ± 0,04	0,99 ± 0,01	10,44 ± 0,37
TC3	6077,6 ± 53,18	354,73 ± 5,60	2,83 ± 0,02	0,17 ± 0,01	1,03 ± 0,03	9,82 ± 0,20
TC4	6215,8 ± 65,21	349,80 ± 3,02	2,82 ± 0,12	0,21 ± 0,04	1,11 ± 0,04	10,52 ± 0,30
TC5	6127,4 ± 40,72	362,60 ± 3,65	2,77 ± 0,02	0,20 ± 0,04	1,06 ± 0,08	9,96 ± 0,41
Geral	6118,6^c ± 65,32	355,67^a ± 4,61	2,81^c ± 0,02	0,19^c ± 0,02	1,05^a ± 0,05	10,19^a ± 0,30
QC1	5766,5 ± 40,70	394,80 ± 7,63	2,74 ± 0,01	0,16 ± 0,01	1,14 ± 0,01	12,75 ± 0,51
QC2	5747,1 ± 20,46	387,93 ± 1,01	2,74 ± 0,01	0,16 ± 0,01	1,15 ± 0,01	13,13 ± 0,12
QC3	5799,2 ± 8,54	400,27 ± 2,10	2,74 ± 0,01	0,16 ± 0,01	1,14 ± 0,00	12,55 ± 0,18
QC4	5767,7 ± 34,19	396,27 ± 4,16	2,72 ± 0,02	0,16 ± 0,00	1,14 ± 0,01	13,08 ± 0,08
QC5	5758,1 ± 38,69	391,20 ± 1,44	2,72 ± 0,02	0,16 ± 0,01	1,15 ± 0,01	12,64 ± 0,21
Geral	5767,7^d ± 19,42	394,09^b ± 4,73	2,73^b ± 0,02	0,16^b ± 0,00	1,14^b ± 0,01	12,83^b ± 0,26

Legenda: PC = amostras da primeira coleta; SC = amostras da segunda coleta; TC = amostras da terceira coleta; QC = amostras da quarta coleta. Valores expressões como média de 3 leituras seguida de ± desvio padrão das leituras. Letras iguais sobre os valores das médias gerais indicam não haver diferença significativa a 95 % de significância, conforme ANOVA seguida de teste de Tukey.

O Al ingerido em uma xícara de chá de amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.) está entre 0,16 mg e 0,36 mg, o valor recomendado pela Organização Mundial da Saúde é de 0,20 mg dia⁻¹, assim, dos quatro períodos de coleta PC e QC apresentaram valores aceitáveis com SC e TC ultrapassando esse valor.

Os valores do Ba apresentados em 1 xícara de 200 mL em todas as coletas foram de 0,54 mg; 0,95 mg; 0,62 mg e 0,55 mg, respectivamente. Apenas o valor médio da SC apresentou valor inferior ao recomendado pela OMS (WHO, 1996).

As quantidades médias detectadas de Ca nas amostras de chás de amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.) foram bem inferiores aos 1000 mg dia⁻¹ sugeridos pela OMS (WHO, 1996). Com as amostras do período chuvoso (PC e SC) apresentando os maiores valores com 398,9 mg em PC e 252,9 mg em SC.

Os micronutrientes Cr, Sr e Zn estão dentro dos limites máximos permitidos tanto no período seco quanto no chuvoso. O Cr com concentrações acima do limite pode ser tóxico aos seres humanos, entretanto a sua deficiência pode causar tolerância à glicose e riscos de doenças cardiovasculares (HAN *et al.*, 2005). O Sr é um metal não essencial, entretanto como é encontrado normalmente nos ossos,

acredita-se que compartilha com o cálcio suas propriedades químicas e fisiológicas (MARIE, 2006). A quantidade de Zn consumida em uma xícara de 200 mL de chá ficou abaixo de 15 mg em 3 das 4 coletas, sendo que apenas a PC ultrapassou esse valor.

Os metais Ni e Fe, também estão dentro dos limites máximos permitidos, nos períodos chuvoso e seco que são de 1,0 mg e 20 mg respectivamente. O Ni é um elemento importante para o consumo humano, faz parte da composição da enzima urease que catalisa a hidrólise da uréia, entretanto em elevadas concentrações pode ser extremamente tóxico, podendo causar reações alérgicas e contribuir para o aumento dos riscos de cancro pulmonar e nasal (HAN *et al.*, 2005).

A quantidade de Fe presente nas amostras não chegaram a 50 % (9,50 mg) do permitido, mostrando que o chá de amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.) pode ser utilizado como uma boa fonte de ferro sem riscos.

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram que o chá preparado a partir das partes aéreas do amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.) não pode ser considerado uma bebida tóxica, para os dois períodos analisados, uma vez que em pelo menos uma das coletas todos os metais estão dentro dos limites permitidos de consumo diário. Entretanto de acordo com os resultados obtidos não se deve chegar a 400 ML, ou duas xícaras, de ingestão por dia, pois os teores de alguns metais ultrapassam os valores permitidos (ÁLVAREZ *et al.*, 2005).

4 CONCLUSÃO

As técnicas estatísticas multivariadas empregadas, ACP e AHA, demonstraram que os teores de metais dos chás de partes aéreas de amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.) dependem do período de coleta das amostras. Os métodos foram úteis para mostrar que ocorre maior similaridade entre a segunda e quarta coletas.

Dentro dos limites considerados seguros para consumo humano e levando em consideração o período de coleta, o uso de uma xícara de chá de 200 mL por dia de chá de amor-crescido (*Portulaca pilosa* L.) pode ser utilizada como possível fonte de elementos sem risco de toxidez, visto que os teores de elementos encontrados não ultrapassam o limite máximo tolerável (UL) estabelecido pela Organização Mundial da Saúde.

REFERÊNCIAS

- AKSUNER, N., HENDEN, E., AKER, Z., ENGIN, E., SATIK, S. Determination of essential and non-essential elements in various tea leaves and tea infusions consumed in Turkey. *Food Addit Contam. Part B* 5, 126–132, 2012.
- ALLOWAY, B. J. Heavy metals in soils. New York: John Wiley, p. 339, 1993.
- ÁLVAREZ, E.; FERNANDÉZ-MARCOS, M. L.; MONTERROSO, C.; FERNANDÉZ-SANJURJO, M. J. **Application of aluminium toxicity indices to soils under various forest species.** *Forest Ecology and Management*, v. 211, p. 227-239, 2005.
- AMARANTE, C. B. DO; MÜLLER, R. C. S.; DA SILVA, J. C. F.; MÜLLER, 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). **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 419-423, 2011.
- ARAO, T.; ISHIKAWA, S. Genotypic differences in cadmium concentration and distribution of soybean and rice. *Japan Agricultural Research Quaterly*, v. 40, p. 21–30, 2006.
- COELHO, A. A. O. P.; GIULIETTI, A. M. O gênero *Portulaca* L. (Portulacaceae) no Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 24, p. 655-670, 2010.
- FLATEN, T. P. Aluminium in tea – Concentrations, speciation and bioavailability. *Coordination Chemistry Reviews*, 228, 385–395, 2002.
- HAN, S.-P., GAN, W.-E., SU, Q. D. On-line sample digestion using an electromagnetic heating column for the determination of zinc and manganese in tea leaf by flame atomic absorption spectrometry. **Talanta**. v 72, p. 1481, 2007.
- HAN, W. Y. *et al.* Arsenic, cadmium, chromium, cobalt, and copper in different types of Chinese tea. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, v. 75, p. 272-277, 2005.
- LACERDA J. J. J., SANTOS J.S., SHAIALA A.S., RODRIGUES G.B., SANTOS M. L. P. Influência das características físico-químicas e composição elementar nas cores de méis produzidos por *apis mellifera* no sudoeste da Bahia utilizando análise multivariada. **Química Nova**, Vol. 33, No. 5, 1022-1026, 2010.
- MARIE, P. J. Strontium ranelate: a physiological approach for optimizing bone formation and resorption. *Bone*, v. 38, p. 10-14, 2006.
- MARDIA, L.V. KENI, J.T. BIBBY, J.M. Multivariate analysis. London: Academic. p. 521, 1979.
- MENDES, A. D. R.; OLIVEIRA, L. E. M. de; NASCIMENTO, M. N. do; REIS, K. L.; BONOME, L. T. S. Concentração e redistribuição de nutrientes minerais nos diferentes estádios foliares de seringueira. *Acta Amazônica* **2012**, 42, 525.
- MORAIS, D. L. Impacto da nutrição mineral no crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, **2010**, 54.

MORS, B. W.; RIZZINI, T. C.; PEREIRA, A. N. Medicinal Plants of Brazil. Reference Publications, Inc., EUA, p.289, 2000.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M. Natural Products as Sources of New Drugs over the last 25 years. **Journal of Natural Products**. v. 70, p. 461, 2007.

PEREIRA-JÚNIOR, J. B.; DANTAS, K. G. F. Evaluation of inorganic elements in Cat's Clow teas using ICP OES and GFAAS. **Food Chemistry**, 196, 331, 2016.

SANTOS MLP, DOS SANTOS JS, DOS SANTOS JR, DE OLIVEIRA LB. Efeitos dos escoamentos urbanos e rurais na qualidade das águas do Córrego Verruga em Vitória da Conquista - Bahia, Brasil. **Química Nova**. v. 31, n°8, 1997-2003, 2008.

SHAW, A. J. Heavy metal tolerance in plants: Evolutionary aspects. New York, CRC Press, p. 355, 1989.

SILVA, A. S.; LAMEIRA, O. A.; FAIAL, K. C. F.; MÜLLER, R. C. S.; BRASIL, D. S. B. Estudo químico de chás de folhas de sabugueiro (*Sambucus australis*). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 40603-40618, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n6-556.

SILVA, F.A.; LANGELOH, A.; GONZALEZ O.G.; PETROVICK, P.R. Obtenção e caracterização de extratos de *Portulaca pilosa* (Amor-crescido). XV Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil, Águas de Lindóia, p.185,1998.

SOUZA, E. C.; LAMEIRA, O. A.; FAIAL, K. C. F.; MÜLLER, R. C. S.; BRASIL, D. S. B. Estudo químico de chás de folhas de urucuzeiro (*Bixa orellana L.*). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 49132-49148, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n7-529.

SZYMCZYCHA-MADEJA, A., WELMA, M., POHL, P. Elemental analysis of teas and their infusions by spectrometric methods. *TrAC, Trends Anal. Chem.* 35, 165–181, 2012.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 3, 519, 2005.

WHO. Trace elements in human nutrition and health. WHO: Genebra, 1996.