



Avaliação da transferência de micronutrientes e contaminantes inorgânicos em chás para bebida

Letícia K. **Silvestre**^{1a}; Raquel F. **Milani**^{2a}; Fábio F. **Silva**^{2b}; Marcelo A. **Morgano**³

Nº 14218

RESUMO – No Brasil, o chá vem sendo cada vez mais consumido principalmente por conter em sua composição substâncias benéficas ao homem, como os antioxidantes. Em contrapartida, também podem existir nas folhas de chás elementos nocivos, como os contaminantes inorgânicos, que podem ser provenientes do solo e da planta; da contaminação ambiental ou do processamento das folhas de chá. Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram: avaliar a transferência dos elementos inorgânicos Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se e Zn presentes nas folhas de chá mate, verde, preto, branco e vermelho para a bebida preparada por infusão e estimar a % de adequação do consumo de micronutrientes minerais provenientes da bebida de chá através dos valores de Ingestão Diária Recomendada (IDR). Para a determinação dos elementos inorgânicos foi usada a técnica analítica de espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS). O elemento com maior porcentagem de extração para a bebida foi o Ni, enquanto o elemento com maior contribuição para a IDR foi o Mn. Os contaminantes Cd e Pb encontrados em teores superiores ao máximo permitido pela legislação nacional nas folhas de chá do tipo vermelho e mate não foram quantificados nas bebidas, indicando baixa transferência destes elementos.

Palavras-chaves: Chá, *Camellia sinensis*, infusão, micronutrientes, ICP-MS.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia Química, UNICAMP, Campinas-SP; leticiakis@yahoo.com.br

2 Colaborador: ^aITAL e ^bAgilent Technologies Brazil Inc

3 Orientador: Pesquisador do ITAL, Campinas-SP; morgano@ital.sp.gov.br



ABSTRACT

Tea consumption in Brazil has been increasing mainly due to tea composition that includes some substances, antioxidants for example, associated to health benefits and diseases prevention. However, inorganic contaminants may also be found in tea leaves, being preventient from soil and plant, environment contamination or caused by process conditions. Therefore, the objectives of this study were: to evaluate the transference of inorganic elements Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se and Zn from the black, green, mate, oolong and black tea leaves to the beverages prepared by leaves infusion and to estimate the percentage of mineral intake from beverages consumption through the daily recommended ingestion (IDR) values using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) as analytical technique. The highest values for the extraction from the leaves to the beverage were found to Ni, while Mn presented the most important contribution to the IDR. Although Cd and Pb were found in high levels in the oolong and mate tea leaves, they were not detected in tea beverages.

Key-words: Tea, *Camellia sinensis*, infusion, micronutrients, ICP-MS.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o chá é definido como o produto constituído de uma ou mais partes de espécies vegetais inteiras, fragmentadas ou moídas, com ou sem fermentação, tostadas ou não, constantes do Regulamento Técnico de Espécies Vegetais para o Preparo de Chás (Brasil, 2005).

A *Camellia sinensis* é a principal planta utilizada como matéria prima para o chá e atualmente existem 4 tipos básicos deste chá: branco, preto, verde e vermelho. Estes tipos são diferenciados pelo tipo de processamento, beneficiamento e idade das folhas. O chá branco é preparado a partir de folhas jovens e o processo consiste na secagem, desidratação e aquecimento (Silva *et al.*, 2010). O chá verde não é fermentado e é preparado a partir de folhas jovens, que são expostas a vapor d'água e a altas temperaturas com a finalidade de inativar as enzimas e parar a oxidação das folhas enquanto que chá preto é totalmente fermentado. O chá *oolong*, também conhecido como chá vermelho, é submetido a um processo de fermentação mediana (intermediária entre o chá verde e o preto) (Alonso, 1998; Balentine *et al.*, 1997).

A presença de elementos inorgânicos no chá pode ser devida à origem da planta, contaminação ou condições do solo, do ar ou da água; decorrente da etapa de processamento, quando as espécies vegetais ficam em contato com os utensílios metálicos; da utilização de fertilizantes contendo altas concentrações de contaminantes, ou por deposição de partículas



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

atmosféricas oriundas de emissões industriais (Han *et al.*, 2005). Também, pode ocorrer a contaminação do chá durante a etapa de industrialização da matéria-prima (Garcia *et al.*, 1997).

A preparação dos chás se dá por infusão ou decocção, sendo a infusão o método de preparação no qual é feita a adição de água fervente à planta, permanecendo em repouso e sendo abafada por 2 a 3 minutos (Brasil, 2010). O teor de contaminantes inorgânicos e micronutrientes depende de alguns parâmetros, como a temperatura da água utilizada, o tempo de infusão, das características da água e a relação folha-água, que influenciam no mecanismo de extração e na complexação dos elementos na infusão (Khokhar & Magnusdottir, 2002).

Frente ao exposto, existe uma preocupação em relação à presença de elementos inorgânicos no chá e na infusão, devido aos efeitos adversos que podem provocar ao consumidor, principalmente pelo fato desses elementos poderem se acumular no organismo e/ou apresentarem potencial carcinogênico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras

Foram estudadas amostras (n=39) de chás industrializados da planta *Camellia sinensis* (branco, preto, verde e vermelho) e da planta *Ilex paraguariensis* (mate).

2.2 Reagentes e soluções

Todos os reagentes usados foram grau analítico ou superior. A água utilizada foi obtida por sistema de osmose reversa apresentando resistividade menor que 18,2 MΩ cm. O ácido nítrico usado foi previamente purificado em sistema de destilação (Sub-Boiling Distillacid, Berghof, Eningen, Germany). Soluções padrão de Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn (Merck, Darmstadt, Germany) e de Ge, Sc, Y (Specsol, São Paulo, Brasil) foram preparados a partir de padrões analíticos de 100 e 1000 mg L⁻¹. Todas as vidrarias utilizadas neste trabalho foram previamente descontaminadas em solução de HNO₃ 20 %.

2.3 Metodologia analítica

2.3.1 Preparo das amostras de folhas de chás

Foi utilizado o método de abertura de amostra em sistema fechado de micro-ondas com ácido nítrico e peróxido de hidrogênio (Silvestre *et al.* 2013).



2.3.2 Preparo das amostras de chás para a determinação do teor de micronutrientes e contaminantes inorgânicos em infusões

As infusões foram preparadas em triplicata utilizando a proporção de 1,5 g de chá para 200 mL de água. A amostra foi pesada e submetida ao contato com água desionizada (18,2 MΩ) em ebulição durante 3 min (Brasil, 2010). Em seguida, a solução foi transferida para balão volumétrico com o auxílio de uma membrana polimérica de malha de 250 µm e acidificada com ácido nítrico 0,2 % (v/v) (Özcan *et al.*, 2008).

2.3.3 Curvas Analíticas

As soluções utilizadas na construção da curva analítica foram preparadas a partir de soluções-padrão 1000 mg L⁻¹ contendo Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se e Zn (Merck, Darmstadt, Alemanha) em meio de HNO₃ 0,2% (v/v). A faixa de concentração de 10 a 2000 µg L⁻¹ foi utilizada para Al, Ba, Fe e Zn e de 0,1 a 100 µg L⁻¹ para os demais elementos. Como padrão interno foi utilizada solução padrão de concentração 250 µg L⁻¹ de Y, Sc e Ge (Specsol, Brasil).

2.3.4 ICP-MS

Para a quantificação dos elementos inorgânicos utilizou-se um ICP-MS (7700x, Agilent Technologies, Tóquio, Japão). Os parâmetros utilizados no ICP-MS foram: potência da rádio-frequência, 1550 W; vazão de argônio, 15 L min⁻¹; vazão de argônio auxiliar, 0,9 L min⁻¹ e vazão do gás de nebulização, 1,08 L min⁻¹. A célula de colisão/reação octopolar foi utilizada em três modos diferentes: sem gás (*No Gas Mode*), utilizando gás hélio com vazão de 5 mL min⁻¹ (*He Mode*) e 10 mL min⁻¹ (*HEHe Mode*). O número de replicatas de leitura foi 3 com tempo de integração entre 0,3 a 1,0 s. O sistema de introdução de amostra do instrumento é composto por auto amostrador de 89 posições, bomba peristáltica de 3 canais, sistema de padronização interna *on line*, sistema de amostragem discreta com duas bombas peristálticas e uma válvula trocadora de fluxo de solução (ISIS DS, Agilent Technologies, Tóquio, Japão) com alça de amostragem de 30 cm, nebulizador concêntrico (*Micromist*) e câmara de nebulização de duplo passo em quartzo e resfriamento *Peltier*. Os isótopos monitorados foram: ²⁷Al; ⁵²Cr; ⁵⁵Mn; ⁵⁶Fe; ⁶⁰Ni; ⁶³Cu; ⁶⁶Zn; ⁷⁵As; ¹¹¹Cd; ¹³⁸Ba, e ²⁰⁶Pb.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados obtidos para os elementos inorgânicos nas folhas e infusões de chás

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos para os elementos inorgânicos nas amostras de chá e em suas bebidas preparadas por infusão. Os elementos inorgânicos e contaminantes mais abundantes nas infusões dos chás estudados foram Al e Mn. Segundo Szymczycha-Madeja *et al.* (2012), o Al e o Mn são os metais predominantes na infusão de chá (teores da ordem de mg kg^{-1}) e Cu, Fe, Ni e Zn são encontrados teores da ordem de $\mu\text{g kg}^{-1}$. Estes resultados foram concordantes com este estudo.

Tabela 1. Teor médio e intervalo concentração para os elementos inorgânicos presentes nas amostras de chás (mg kg^{-1}) e nas infusões destas amostras ($\mu\text{g L}^{-1}$)

Elemento	Amostra	Chá Preto(n=9)	Chá Mate(n=9)	Chá Vermelho(n=3)	Chá Branco(n=9)	Chá Verde(n=9)
Al	Chá (mg kg^{-1})	1872 (750 -3937)	542 (367 -690)	2045 (1997-2135)	1702 (1305-2063)	2219(1613-3468)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	5085 (2061-9647)	163 (85-334)	954 (882-1033)	3216 (2168-4468)	5103 (3823-6222)
As	Chá (mg kg^{-1})	0,04 (<0,02-0,17)	0,08 (0,03-0,12)	0,74 (0,34-1,29)	0,29 (0,08-0,71)	0,06 (0,02-0,11)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	< 0,46	< 0,46	0,76 (<0,46-1,8)	0,06 (<0,46-0,51)	< 0,46
Ba	Chá (mg kg^{-1})	56,9 (28,7-87,4)	75,2 (60,9-89,3)	35,3 (31,7-41,4)	38,1 (25,2-48,7)	68,0 (53,8-101,0)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	36,3 (7,9-61,9)	79,6 (58,1-110,2)	15,2 (12,9-19,7)	16,9 (10,4-23,7)	32,5 (20,4-53,6)
Cd	Chá (mg kg^{-1})	0,013 (0,010-0,020)	0,57 (0,25-0,77)	0,066 (0,061-0,075)	0,05 (0,02-0,09)	0,013 (<0,004-0,019)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	< 0,053	0,3 (0,1-0,6)	< 0,053	< 0,053	< 0,053
Cr	Chá (mg kg^{-1})	1,52 (0,45-2,98)	1,27 (0,95-1,78)	4,0 (3,3-4,5)	1,34 (0,90-1,65)	1,94 (1,5-2,3)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	4,0 (<0,29-10,6)	1,0 (<0,29-2,3)	0,7 (0,6-0,8)	1,1 (0,40-2,5)	3,9 (2,0-6,7)
Cu	Chá (mg kg^{-1})	12,1 (11,2-12,8)	11,0 (9,5-12,2)	23,7 (21,8-26,5)	19,3 (14,0-34,5)	12,4 (11,0-15,7)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	21,5 (16,8-28,3)	1,7 (<1,7-2,7)	6,3 (4,5-9,7)	31,8 (18,8-47,7)	16,8 (9,5-27,3)
Fe	Chá (mg kg^{-1})	102 (84-125)	489 (141-1159)	1092 (974-1318)	225 (135-365)	203 (78-634)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	8,1 (6,1-10)	16,8 (9,2-29,4)	64,6 (47,2-80,9)	35,8 (21,8-54,6)	22,6 (11-34)
Mn	Chá (mg kg^{-1})	1123 (108-1960)	1405 (1155-1811)	932 (800-1036)	1169 (1007-1264)	1323 (1118-1642)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	1651 (173-3111)	2312 (1551-3651)	1020 (951-1131)	1828 (1433-2464)	2409 (1612-3223)
Ni	Chá (mg kg^{-1})	3,53 (0,88-6,04)	2,98 (2,14-4,12)	5,30 (4,8-5,7)	4,22 (3,65-4,72)	4,64 (3,09-8,02)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	18,1 (2,5-42,1)	11,3 (9,1-19,1)	18,4 (16,0-21,6)	28,9 (24,4-34,6)	32,9 (19,8-57,3)
Pb	Chá (mg kg^{-1})	0,16 (0,13-0,20)	0,39 (0,14-0,82)	2,05 (1,54-2,41)	1,45 (0,29-2,85)	0,20 (0,05-0,37)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	0,35 (<0,39-0,7)	0,3 (<0,39-0,7)	0,78 (<0,39-1,27)	0,61 (<0,39-1,50)	<0,39
Se	Chá (mg kg^{-1})	0,08 (0,05-0,14)	0,05 (0,03-0,11)	0,10 (0,07-0,11)	0,10 (0,04-0,18)	0,07 (0,05-0,11)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zn	Chá (mg kg^{-1})	20,9 (17,2-24,7)	80,6 (40,3-104,8)	43,5 (40,8-46,3)	30,0 (24,9-33,6)	20,0 (17,2-22,5)
	Infusão ($\mu\text{g L}^{-1}$)	21,5 (<35-49,5)	69,9 (<35-171,2)	29,8 (<35-45,2)	70,1 (60,8-79,2)	44,9 (<35-62,1)

As infusões de chás preto, verde e branco apresentaram concentrações de Al superiores a $1000\mu\text{g L}^{-1}$ e estes valores estão acima do considerado seguro para o homem (Flaten, 2002).



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

De acordo com Fadigas *et al.* (2002) Mn e Fe são metais abundantes em solos e são esperados em altas concentrações em plantas. No entanto, nota-se que nas infusões analisadas, a concentração média de Mn variou de 1020 a 2409 $\mu\text{g L}^{-1}$ enquanto que os teores médios de Fe variaram entre 8,1 a 64,6 $\mu\text{g L}^{-1}$, demonstrando maior capacidade de transferência de Mn quando comparado ao Fe. Os metais Cu e Ni foram encontrados em concentrações de 1,7 a 32,9 $\mu\text{g L}^{-1}$ sendo que a concentração de Cu nas amostras de chá estudadas é menor do que o obtido nos estudos de Fernandez *et al.* (2002): 30-160 $\mu\text{g L}^{-1}$ para o chá preto e 40-102 $\mu\text{g L}^{-1}$ para o chá verde e Street *et al.* (2006): 129 $\mu\text{g L}^{-1}$ para chá branco. Para Cr, os níveis mais baixos foram observados nas infusões de chá vermelho (0,7 $\mu\text{g L}^{-1}$ em média), próximos aos valores observados para os tipos mate e branco (cerca de 1,0 $\mu\text{g L}^{-1}$) e nos chás preto e verde observou-se cerca de 4 $\mu\text{g L}^{-1}$. Os teores encontrados para Zn (21,5 e 44,9 $\mu\text{g L}^{-1}$ em infusões de chás preto e verde, respectivamente) também foram inferiores aos estudos de Street *et al.* (2006) em chá preto: 54 a 320 $\mu\text{g L}^{-1}$ e Fernández *et al.* (2002) em chá verde: 80 e 270 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Foi observado que os contaminantes inorgânicos As, Cd e Pb nas infusões de chás estão em níveis abaixo do máximo permitido pela legislação nacional: 0,60 mg kg^{-1} para As e Pb e 0,40 mg kg^{-1} para Cd; porém, nas folhas de chá foram obtidos níveis superiores para Cd nas amostras de chá mate e Pb no chá vermelho (Brasil, 2013).

Na Tabela 2 são apresentados os resultados médios obtidos para a transferência dos elementos inorgânicos para as infusões dos chás estudados. Os valores de % reportados foram calculados baseados nos valores médios dos elementos presentes nas folhas de chás e presentes nas infusões (Tabela 1).

Tabela 2. % média de transferência dos elementos inorgânicos presentes nas infusões de chás.

Variedade	% média de transferência para infusão												
	Chá	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
Preto		36	0	9	0	35	24	1	20	68	29	0	14
Mate		4	0	14	7	10	2	0	22	51	10	0	12
Vermelho		6	14	6	0	2	4	1	15	46	5	0	9
Branco		25	3	6	0	11	22	2	21	91	6	0	31
Verde		31	0	6	0	27	18	1	24	95	0	0	30

O chá vermelho apresentou menor eficiência de extração das folhas de chá para a bebida, enquanto o chá verde apresentou a mais alta. O elemento que teve a maior transferência para a infusão foi o Ni (46% a 95%). O Mn apresentou transferência superior a do Fe, cerca de 10 x maior.

Vale ressaltar que a água utilizada na infusão tende a reduzir a transferência de Cu e Fe devido à insolubilidade dos complexos polifenólicos destes elementos em altas temperaturas (Szymczycha-Madeja *et al.*, 2012). Este fato foi confirmado pela baixa extração de ferro, variando



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

de 1 a 2 % em todos os tipos de chás estudados. A extração do Cu foi baixa nos chás do tipo mate (2%), verde (18%) e vermelho (4%).

No trabalho de Shen & Chen (2008), para chá vermelho foi verificada extração de 52,8% de Cd ($0,05 \mu\text{g L}^{-1}$ de Cd na infusão). A concentração de Cd na infusão do chá da variedade vermelho neste estudo é próxima embora a transferência (0%) seja diferente. Neste mesmo trabalho, Shen & Chen (2008) mostraram que em amostras de chá preto, a infusão permitiu uma extração de 40% enquanto que para amostras de chá verde não houve extração deste elemento.

No trabalho de Street *et al.* (2006) foi avaliado a % de transferência de Cu, Mn, Fe e Zn para a infusão sendo encontrados os seguintes valores: 70% a 100% para Cu; 2% a 4,5% para Fe; 24% a 29% para Mn e 53% a 69% para Zn. Szymczycha-Madeja *et al.* (2012) descreve uma classificação para níveis de extração em chás: **alta** > 55%; **média** 20% a 55%; **baixa** < 20%.

De acordo com esta classificação, somente o Ni pode ser classificado como alta extração, enquanto os metais Al, Mn, Zn, Cr e Cu apresentaram, em geral, média extração. Baixa extração foi verificada para Fe, As, Ba, Cd, Pb e Se.

3.2 Ingestão diária

A resolução RDC 360 estabelece os níveis de ingestão diária recomendada (IDR) para os minerais. Para o Fe, assume-se uma IDR de 14 mg; Zn = 7 mg; Mn = 2,3 mg; Cu = 900 μg ; Se = 34 μg e Cr = 35 μg . Assim, foi calculada a contribuição destes minerais na dieta pelo consumo de 2 xícaras de chás (Tabela 3). Para os minerais estudados e que apresentam recomendação de IDR (Fe, Zn, Mn, Cu, Se e Cr) foi possível verificar que o consumo de 2 xícaras de chás apresentam um pequeno aporte dos nutrientes Cr, Cu, Fe, Se e Zn na dieta. Apenas Mn atinge de 18 a 42% da IDR. Deste modo, é possível concluir que não há consumo excessivo de nenhum dos elementos destacados pela RDC 360 ao consumir até 2 xícaras de chá por dia.

Tabela 3. Consumo diário 2 xícaras (400 mL) de chá, em μg e % IDR.

Elemento (μg)	IDR (μg)	Chá Branco		Chá Mate		Chá Preto		Chá Verde		Chá Vermelho	
		400mL	%IDR	400mL	%IDR	400mL	%IDR	400mL	%IDR	400mL	%IDR
Cr	35	0,44	1	0,4	1	1,6	5	1,6	5	0,3	1
Cu	900	14,0	2	0,69	0	8,6	1	6,72	1	2,5	0
Fe	14000	14,3	0	6,72	0	3,2	0	9,0	0	25,8	0
Mn	2300	732	32	924	40	660	29	963	42	408	18
Se	34	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Zn	700	28,0	4	28,0	4	8,6	1	18,0	3	11,9	2

IDR = Ingestão diária recomendada.



4 CONCLUSÃO

O elemento que apresentou a maior transferência para a bebida foi o Ni em todos os tipos de chás estudados, seguido pelo Al, Mn e Zn. Nas infusões de chás preto, verde e branco foram encontrados altos teores de Al. O consumo de 2 xícaras de chá verde diária pode contribuir com até 42% da IDR para Mn. Os contaminantes inorgânicos Cd e Pb encontrados nas folhas de chás mate e vermelho em teores acima do máximo permitido pela legislação nacional não foram encontrados em níveis elevados nas infusões indicando baixa transferência para a bebida.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP (proc. n. 2012/19142-7), a Capes, a Agilent Technologies Brazil e ao CNPq.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso JR. **Tratado de fitomedicina: bases clínicas y farmacológicas**. Buenos Aires, Argentina: ISIS Ediciones. S. R. L.; p. 350-354; 1998.
- Balentine DA, Wiseman SA, Bouwens LC. The chemistry of tea flavonoids. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.37, p. 693-694, 1997.
- Brasil. **Resolução RDC n. 42**, de 29 de agosto de 2013. Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos.
- Brasil. **Resolução RDC n. 277**, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para café, cevada, chá, erva-mate e produtos solúveis.
- Brasil. **Informe Técnico nº 45**, de 28 de dezembro de 2010. Esclarecimento sobre a regulamentação de chás.
- Brasil. **Resolução RDC nº 360**, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional
- Fadigas, F.S, Sobrinho, N.M, Mazur, N., Anjos, L.H.C., Freixo, A.A. Solos e irrigação. Concentrações naturais de metais pesados em algumas classes de solos brasileiros. **Bragantia**, v. 61, n.2, p.151-159. 2002.
- Fernández-Cáceres, P.L., Martín, M.J., Pablos, F., González, A.G. Differentiation of tea (*Camellia sinensis*) varieties and their geographical origin according to their metal content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.10, p.4775-4779, 2001.
- Flaten, T. P. Aluminium in tea – Concentrations, speciation and bioavailability. **Coordination Chemistry Reviews**, v.228, p.385–395, 2002.
- Han, W.Y.; Shi Yz, M.A.L.F.; Ruan, J.Y. Arsenic, cadmium, chromium, cobalt, and copper in different types of Chinese tea. **Bulletins of Environmental Contamination and Toxicology**, v.75, p.272-277, 2005.
- Khokhar, S., Magnusdottir, S. G. M. Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50. n.3, p.565–570, 2002.
- Özcan, M. M., Ünver, A., Uçar, T., and Arslan, D. Mineral content of some herbs and herbal teas by infusion and decoction. **Food Chemistry**, v.106, p. 1120–1127, 2008.
- Shen, F., Chen, H. Element composition of tea leaves and tea infusions and its impact on health. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v.80, p.300–304, 2008.
- Silvestre, L.K.; Milani, R.F.; Silva, F.F.; Morgano, M.A. Avaliação da presença de micronutrientes e contaminantes inorgânicos em chás. IN: **VII CIIC 2013**, 13 a 15/08/2013, Campinas, SP.
- Street R., Szakova, J., Drabek O., Mladkova, L. The status of micronutrients (Cu, Fe, Mn, Zn) in tea and tea infusions in selected samples imported to the Czech Republic. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 24, n.2. p. 62–71, 2006.
- Szymczycha-Madeja, A.; Welna, M.; Pohl, P. Elemental analysis of teas and their infusions by spectrometric methods. **Trends in Analytical Chemistry**, v.35, p.165-181, 2012.