

Leandro da Conceição Luiz^{1,2}
Andresa de Souza Costa³
Deborah Demarque
Martins da Silva³
Rafaela Tavares Batista⁴
Renato Pereira de Freitas⁵

¹Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Física. Juiz de Fora, MG, Brasil.

²Faculdade Bezerra de Araújo, Faculdades de Farmácia e Enfermagem. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³Universidade Estácio de Sá, Pós-graduação em Farmácia Magistral. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁵Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Paracambi, RJ, Brasil.

Correspondência

Leandro da Conceição Luiz
mrleandroluiz@hotmail.com

Caracterização de um grupo de ervas medicinais comercializadas no estado do Rio de Janeiro através de espectroscopia por XRF

Characterization of a group of medicinal herbs commercialized in Rio de Janeiro state through XRF spectroscopy

Resumo

O uso de plantas medicinais pela população brasileira é uma prática tradicional, sendo muitas vezes o único recurso utilizado na atenção básica de saúde. No contexto das novas técnicas analíticas instrumentais, a espectroscopia por fluorescência de raios X se destaca, sendo utilizada principalmente para áreas em que a obtenção de rápido perfil de constituintes é indispensável. As amostras incluíram plantas medicinais de uso comum, a saber: arnica brasileira (*Solidago microglossa* D. C.), camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert), boldo do Chile (*Peumus boldus* Molina), capim cidreira (*Cymbopogon citratus* D. C. (Stapf)) e ginseng brasileiro (*Pfaffia paniculata* (Martius) Kuntze). Este trabalho tem como objetivo analisar qualitativamente, por meio de fluorescência de raios X, a composição elementar das plantas medicinais selecionadas que são

comumente comercializadas no Estado do Rio de Janeiro. Por meio dos espectros de energia gerados, foram observados Ca, K, Fe, Zn, Ni, entre outros. As amostras de boldo do Chile, camomila e arnica apresentaram grande número de contagens de fótons para Ca e K; já o capim cidreira apresentou elevado número de fótons para Fe e Ni. No entanto, uma das amostras de boldo do Chile se destacou como preocupante, devido a um pico, no espectro, referente à energia que corresponde ao metal pesado, chumbo (Pb).

Palavras-chave: Fluorescência. Raios X. Fitoterapia.

Abstract

The use of medicinal plants by the Brazilian population is a traditional practice, and is often the only resource used in basic health care. Within the context of the new instrumental analytical techniques, X-ray fluorescence spectroscopy stands out, being used mainly for areas where the rapid profile of constituents is indispensable. The medicinal plants used in this study were: Brazilian arnica (*Solidago microglossa* D. C.), chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert), Chilean boldo (*Peumus boldus* Molina), lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and Brazilian ginseng (*Pfaffia Paniculata* (Martius) Kuntze). This work aims to qualitatively analyze, through X ray fluorescence, the elemental composition of selected medicinal plants that are commonly marketed in the state of Rio de Janeiro. By means of the generated energy spectra, Ca, K, Fe, Zn, Ni, among others, were observed. The Chilean boldo, camomila and arnica samples presented a large number of photon counts for Ca and K, while the lemongrass showed a high number of photons for Fe and Ni. However, one of Chilean boldo samples was highlighted as worrying, due to peak in the spectrum, referring to energy that corresponds to a heavy metal, lead (Pb).

Keywords: Fluorescence. X Rays. Phytotherapy.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, o homem busca na natureza formas de melhorar sua condição de vida. Primeiramente, observou que podia utilizar as plantas como alimento; com o passar do tempo, passou a usá-las também para fins curativos na medicina natural, administrando-as em forma de chás, tintura, pó, pomada, gotas, comprimidos, trazendo benefícios ao organismo e podendo recuperá-lo de enfermidades.¹

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define planta medicinal como “todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos ou que sejam precursoras de fármacos semissintéticos”.²

O uso de plantas medicinais pela população brasileira é uma prática tradicional,^{3,4} sendo muitas vezes o único recurso na atenção básica de saúde.² A Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde (SUS) aceita a premissa de que não deve ser subestimado o conhecimento popular sobre plantas medicinais. Afirma ainda que este só deva ser repassado depois da confirmação das propriedades atribuídas às plantas e do estabelecimento do uso seguro.⁵

Grande parte da comercialização de plantas medicinais é feita em farmácias e lojas de produtos naturais, onde preparações vegetais recebem rotulagem industrializada. Em geral, essas preparações não possuem certificado de qualidade e são produzidas a partir de plantas cultivadas, o que descaracteriza a medicina tradicional, que utiliza plantas da flora nativa.² Em sua maioria, essas plantas são ricas em metais que podem ser benéficos ou não para a saúde, sendo alguns de maior utilização industrial e, por isso, são os mais estudados do ponto de vista toxicológico.⁶

No contexto das novas técnicas analíticas instrumentais, a espectroscopia por fluorescência de raios X (XRF) ocupa lugar de destaque, sobretudo para aquelas áreas com rápido perfil de constituintes metálicos e não metálicos.⁷ A XRF está fundamentada nos raios X característicos, pois ao identificá-los e medi-los, identifica-se o elemento químico de sua origem.⁸

Este trabalho tem como objetivo analisar qualitativamente, identificando, no limite de detecção do equipamento, elementos que vão do sódio (Na) ao urânio (U), nas seguintes ervas: *Solidago microglossa* D.C (arnica brasileira), *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert (camomila), *Peumus boldus* Molina (boldo do Chile), *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf (capim cidreira) e ginseng brasileiro (*Pfaffia Paniculata* (Martius) Kuntze), comercializados no Rio de Janeiro. Assim, pretende-se disponibilizar mais informações ao consumidor, bem como à sociedade, por meio de argumentos científicos, sobre a composição química, dentro do limite de detecção do equipamento das plantas citadas.

MÉTODOS

Para escolha das amostras, realizou-se levantamento bibliográfico nas bases de dados científicos (Biblioteca Virtual em Saúde, PubMed/Medline, Scielo, Periódico Capes, Web of Science, Scholar), no período de agosto de 2014 a março de 2015, com leituras referentes às ervas fitoterápicas de uso frequente no tratamento das patologias mais comuns. Verificou-se sua diversidade disponível no mercado. São elas:

Arnica Brasileira (*Solidago Microglossa* D. C.): É popularmente conhecida como arnica, arnica brasileira, erva-lanceta, arnica silvestre, espiga de ouro, lanceta, macela miúda, marcela miúda, rabo de rojão, sapé macho.^{9,10} Na medicina popular brasileira, tem sido utilizada como diurético, apresentando também propriedades anti-inflamatórias, analgésicas, estomáquica, adstringente, cicatrizante e vulnerária.¹¹ Topicamente, é utilizada para o tratamento de ferimentos, escoriações, traumatismos e contusões.¹⁰ Em sua composição química, nas partes aéreas encontra-se a quercitrina, que é um flavonoide glicosídico, taninos, saponinas, resinas, óleo essencial. Nas raízes: diterpenos como inulina e rutina, ácido quínico, ramnosídeos, ácido caféico, clorogênico, hidrocínâmico e seus derivados.¹¹ São poucos os estudos sobre a toxicidade desta planta, o que evidencia a necessidade de realizar ensaios toxicológicos para determinação da sua segurança.¹²

Camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert): é a planta medicinal de uso mais universal, muito consumida no cotidiano em forma de chás. Ela é sedativa, anti-inflamatória, analgésica, age contra cólicas do estômago e do intestino, além de estimular a menstruação. É ainda muito utilizada em cosméticos. Seu nome científico é *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert, e destaca-se pelas propriedades farmacológicas da sua flor, em especial aquelas relacionadas aos constituintes químicos contidos no seu óleo essencial, tais como atividades anti-inflamatória e calmante.¹³⁻¹⁶ As partes utilizadas da planta são as flores, cuja composição química apresenta óleos essenciais contendo camazuleno, bisabolol, colina, flavonoide, cumarina e sais minerais.¹⁷

Boldo do Chile (*Peumus boldus* Molina): muito comum nas residências brasileiras, é usado principalmente como chá para problemas de estômagos e fígado. Há diferentes espécies de boldos: boldo, boldo-comum ou falso-boldo (*Coleus barbatus*), boldo-do-campo ou doce-amargo-do-campo (*Pterocaulon polystachium*), boldo-do-Chile (*Peumus boldus*). As árvores de *Peumus boldus* (boldo-do-Chile) apresentam, em sua composição química, óleos essenciais (ascaridol, cineol, ésteres, aldeídos, cetonas e hidrocarbonetos), alcaloides (boldina, isoboldina e outros), glicosídeos e outros (flavonoides, ácido cítrico, goma, açúcares, taninos, minerais, lipídeos, etc.). As cascas são mais ricas em alcaloides. As concentrações de óleos essenciais e alcaloides variam muito conforme cada região produtora, inabilitando determinadas regiões

para seu plantio.¹⁸ Já as plantadas no Brasil não produzem princípios ativos (boldina) suficientes para justificar seu emprego terapêutico, e as partes utilizadas são as folhas.¹⁸

Capim cidreira (*Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf): conhecida também como capim-limão, capim-santo ou capim-cidrão, ou no exterior como *lemongrass*.¹⁹ Apresenta atividade farmacológica para vários distúrbios, tais como insônia, nervosismo, má-digestão, flatulência, além de antiespasmódico de tecidos uterinos e intestinais, diaforético, antitérmico, diurético, antialérgico e analgésico,^{20,21} tendo sido relatadas, ainda, suas propriedades inseticidas, sobretudo larvicida e repelente de insetos. Seu principal componente é o citral (óleo essencial), uma mistura dos isômeros neral (*cis*-citral) e geranial (*trans*-citral). Com o uso das folhas, já foram constatadas atividades sedativa, depressora do sistema nervoso central, analgésica, antimicrobiana e fungistática.²²⁻²⁵

Ginseng brasileiro (*Pfaffia Paniculata* (Martius) Kuntze): pertence à família *Amaranthaceae* e possui três espécies mais conhecidas, o *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen, *Pfaffia iresinoides* (Sprengel) e o *Pfaffia paniculata* (ginseng brasileiro). A parte utilizada é a raiz, e o mais comercializado é o *Pfaffia paniculata*, pois apesar de ser brasileiro, é muito confundido com outro ginseng, o importado. Os constituintes do princípio ativo do *Pfaffia paniculata* são o ácido pfáico (noriterpenóide); saponinas: pfaosídeos A, B, C, D, E, F, que possuem potencial antitumoral; alantoína; fitosteróis: sitosterol e estigmasterol; sais naturais: fósforo, cálcio, ferro e potássio; aminoácidos; mucilagens, indicadas nos tratamentos circulatórios, estresse, anemia, diabetes e astenia. Através de alguns estudos, pode-se confirmar a atividade do ácido pfáico e dos pfaosídeos inibindo o crescimento de células tumorais cultivadas, como a melanoma B-16. Estimula e tonifica o organismo, eliminando a fadiga física e mental, aliviando estados de estresse e depressão; sua ação farmacológica contribui no fortalecimento do coração, melhorando o processo circulatório e aumenta o número de glóbulos vermelhos e o nível de hemoglobina; possui também ação hipoglicêmica, além de potencializar a ação da insulina.

As amostras foram adquiridas em locais distintos da capital do Rio de Janeiro (Campo Grande, Bangu, Tijuca, Barra da Tijuca, Santa Cruz), bem como em cidades próximas do município do Rio de Janeiro (Niterói e Paracambi). Foram coletadas seguindo o critério de não repetir os mesmos fornecedores e em seguida foram preparadas no Laboratório de Farmacotécnica da Faculdade Bezerra de Araújo, no Rio de Janeiro-RJ.

Primeiramente elas foram submetidas à estufa para processo de desidratação. Então cada uma foi cuidadosamente triturada e macerada. Após a preparação de cada uma, teve-se a cautela de limpar e descontaminar todos os equipamentos, para que resíduos das amostras não ficassem na amostra posterior. Uma vez a amostra em pó, ela foi levada ao Laboratório de Instrumentação e Simulação Computacional Científica Aplicada (LISComp) do Instituto Federal

de Educação Ciência e Tecnologia (IFRJ), campus Paracambi, para confecção de três pastilhas de cada amostra. Para tanto, foram usados um compactador e uma prensa hidráulica SPECAC. Cada amostra foi submetida a oito toneladas de pressão durante três minutos.

A análise qualitativa, destinada a identificar elementos químicos presentes nas amostras, foi feita mediante a irradiação, em que se utilizou o equipamento de espectroscopia por fluorescência de raios X *Bruker Tracer IV SD*, instalado no LISComp/IFRJ, em Paracambi. Esta análise permite, por meio da excitação atômica, obter informações acerca dos elementos químicos constituintes da amostra, mediante a detecção dos raios X característicos emitidos pela mesma.

Cada amostra foi colocada na parte superior do equipamento; em seguida, colocou-se uma cúpula, que serve de blindagem para que não haja exposição ocupacional oriunda do feixe de raios X secundário. Os parâmetros radiográficos foram então dosados durante 300 segundos, com 40 kV e 10 mA, com as amostras sendo irradiadas em três pontos distintos. A energia (em quilo elétron-volt, keV) e as contagens (em fótons por segundo) foram então obtidas. Uma vez em posse dos dados, fez-se a média dos três pontos analisados em cada amostra para a construção do espectro. A análise espectral foi feita através *software OriginPro versão 8*. Em seguida, definiu-se cada elemento (Si, Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, As, Pb, Kr,) através de uma carta de linhas de emissão (K α , K β , L α e L β) fornecida pelo equipamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras abaixo mostram os espectros de XRF, referentes a cada amostra analisada.

Figura 1. Espectro de energia referente a amostra de arnica (*Solidago microglossa* D.C)

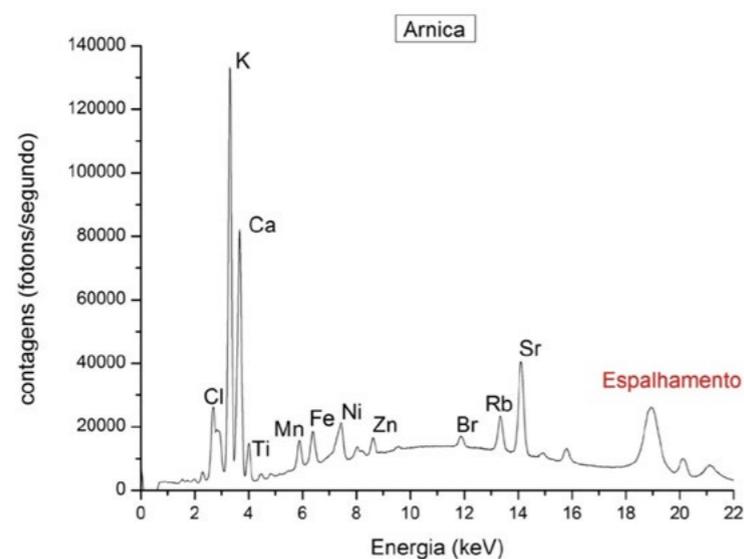


Figura 2. E Espectro de energia referente a amostra de boldo-do-Chile (*Peumus boldus* Molina)

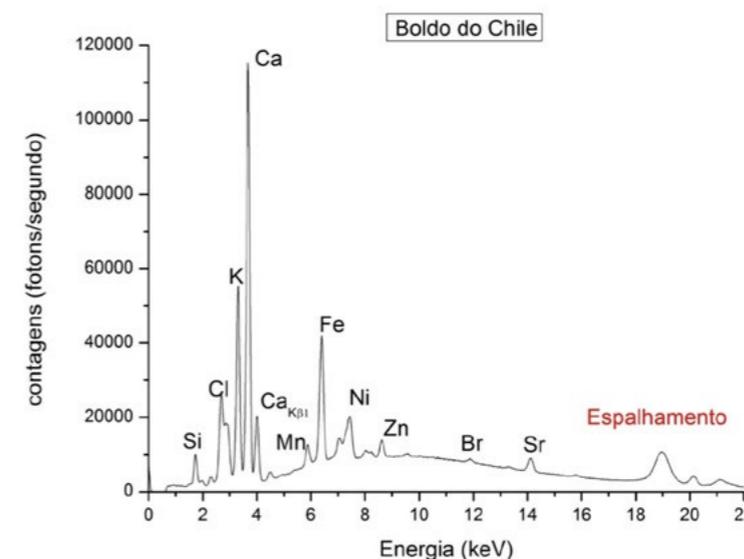


Figura 3. Espectro de energia referente à amostra de camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert)

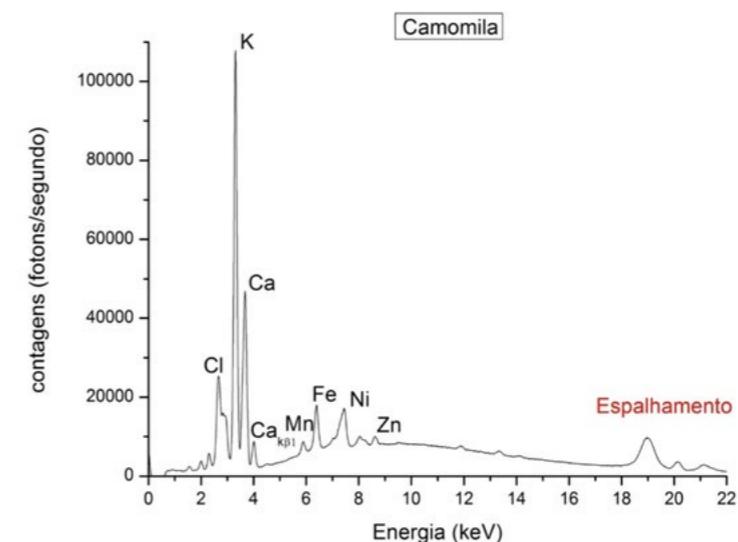


Figura 4. E Espectro de energia referente a amostra de capim cidreira (*Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf)

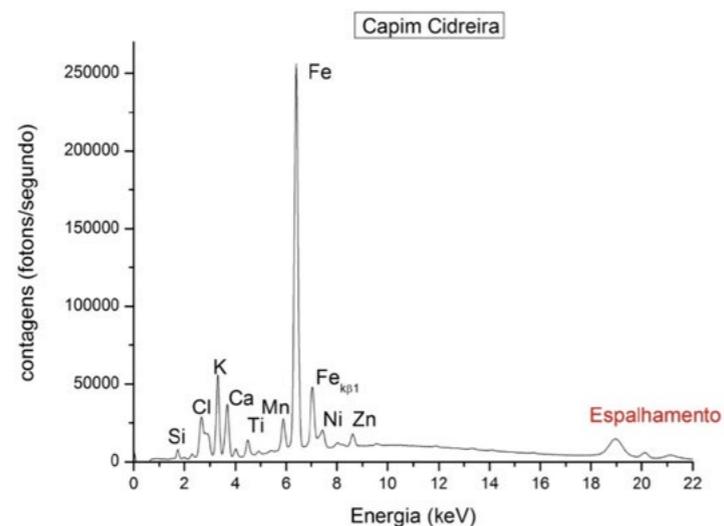


Figura 5. Espectro de energia referente a uma das amostras de boldo do Chile (*Peumus boldus* Molina) coletado na capital do Rio de Janeiro

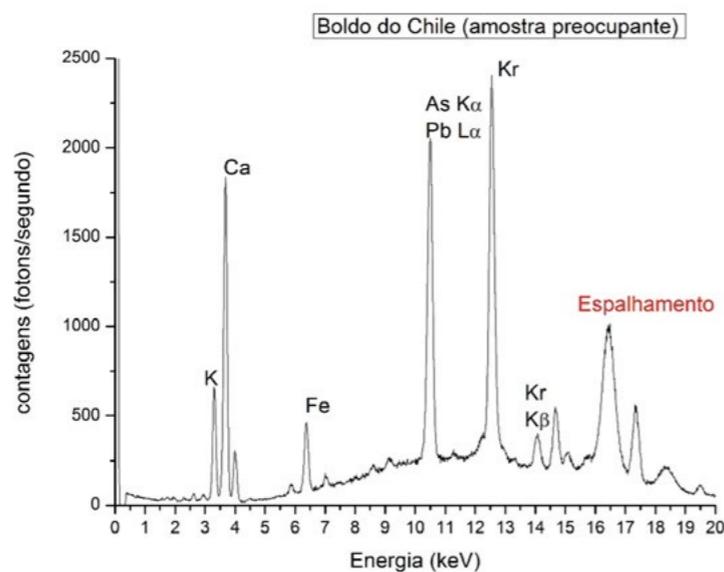
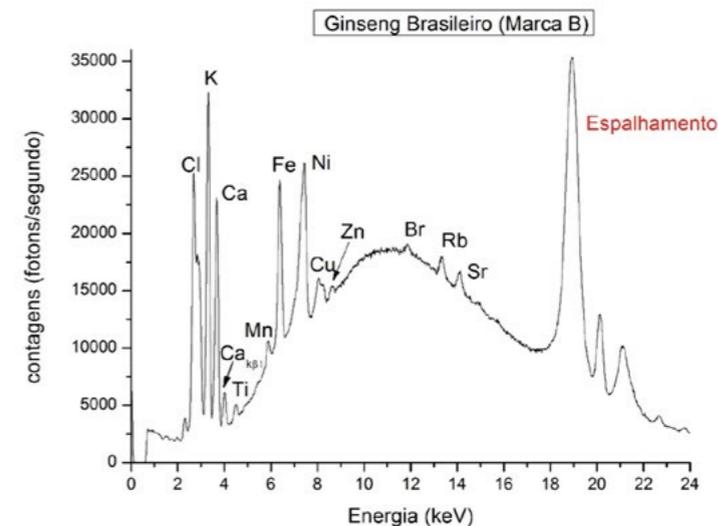


Figura 6. Espectro de energia referente a amostra de ginseng brasileiro



A figura 5 representa o espectro de energia de XRF de uma das amostras coletadas em um dos locais da região metropolitana do Rio de Janeiro. Ela foi destacada como amostra preocupante, por ter aparecido um pico referente à energia que corresponde ao metal pesado, chumbo (Pb). Esta amostra foi cuidadosamente preparada para que não houvesse contaminação, e irradiada novamente nas mesmas condições. Depois irradiou-se em condições diferentes, ou seja, alterando a técnica (kV, mA e o tempo). Mesmo assim, o pico referente à energia de 10,51 keV foi verificado.

Segundo a carta de linhas de emissão, esta energia está muito próxima do Pb na linha L_α (10,54 keV). No entanto, a linha K_α do arsênio (As) também se refere ao mesmo valor de energia, 10,54. A comprovação do elemento viria através das linhas K_β e L_β, mas esses espectros estão sobrepostos e sua identificação se tornou indisponível.

A amostra foi irradiada em outro equipamento, utilizando outra técnica analítica, a microvarredura eletrônica com espectroscopia por energia dispersiva (MEV/EDS)²⁶ do IFRJ/Paracambi, e verificaram-se as mesmas linhas espectrais. Como foram preparadas outras pastilhas da mesma amostra, em locais e pessoal diferentes, mas seguindo as mesmas condições de preparo, descarta-se a hipótese de contaminação durante o processo de preparação e manuseio. O solo é um fator de grande importância na absorção de metais,²⁷ pois as plantas podem transferir para a cadeia alimentar os metais que se acumulam em todos os tecidos vegetais.²⁸

O quadro 1 mostra os elementos encontrados em cada amostra analisada.

Quadro 1. Amostras das plantas medicinais analisadas com os respectivos elementos químicos encontrados, dentro do limite de detecção do equipamento. Rio de Janeiro/2015.

Amostras	Elementos
Arnica	Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Zn, Br, Rb, Sr
Camomila	Cl, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Zn
Boldo do Chile	Si, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Zn, Br, Sr
Capim Cidreira	Si, Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Zn
Ginseng	Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr
Boldo do Chile*	K, Ca, Fe, As, Pb, Kr

*amostra preocupante

Em todas as amostras, foi encontrado cálcio, sobretudo no boldo do Chile e na arnica, o que é esperado, pois as plantas medicinais transferem para a cadeia alimentar elementos essenciais que se acumulam em seus tecidos, trazendo assim benefícios para a saúde. Contudo, mesmo sendo essenciais, esses elementos devem estar em equilíbrio no organismo, para que não causem malefícios à saúde.

O cálcio pode ser um grande aliado em indivíduos que apresentam baixos níveis deste elemento no organismo, podendo ser uma opção para aqueles que procuram repor este elemento do leite, por exemplo, e apresentam intolerância à lactose. Já em indivíduos que apresentam níveis elevados, este pode causar cálculo renal, entre outros.

Na amostra preocupante de boldo do Chile, a técnica analítica de XRF detectou a presença de metal pesado (Pb) em sua composição, mostrando a eficiência e rapidez da técnica, assim como sua empregabilidade para controle de qualidade nesse tipo de alimento.

Verificou-se que todas as amostras têm, em sua composição, elementos que desempenham papel fundamental para o corpo humano, como Ca, Fe, Zn, etc.

CONCLUSÃO

Com o presente trabalho, conseguiu-se alcançar o objetivo de verificar, por meio de uma técnica precisa, rápida e confiável, a composição química de amostras de ervas ou plantas medicinais de uso comum. Com a XRF, foi possível verificar uma variedade de elementos, inclusive indicar a presença do metal pesado (Pb) na amostra preocupante, que foi confirmada com o MEV.

Como a análise foi qualitativa, fornecendo apenas o elemento químico e não sua concentração, não se pode afirmar que o Pb detectado se encontra ou não dentro do limite máximo

permitido por legislação em chás (0,60 mg/kg), segundo a Resolução-RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013.²⁹

Assim, este estudo se limita apenas à obtenção do elemento químico, e sugere-se a realização de estudos complementares destinados à análise quantitativa, buscando obter a concentração.

REFERÊNCIAS

1. Franco MJ, Caetano ICS, Caetano J, Dragunski DC. Determinação de metais em plantas medicinais comercializadas na região de Umuarama-PR. Paraná: Arquivo de Ciências da Saúde UNIPAR; 2011. p. 121-127.
2. Veiga Junior VF, Pinto AC, Maciel AM. Plantas medicinais: cura segura? São Paulo: Revista Química Nova; 2005. p. 519-28.
3. Ritter MR, Sobierajski GR, Schenkel EP, Mentz LA. Plantas usadas como medicinais no município de Ipê, RS, Brasil. Curitiba: Revista Brasileira de Farmacognosia; 2002. p. 51-62.
4. Azevedo VM, Kruehl VSF. Plantas medicinais e ritualísticas vendidas em feiras livres do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil: estudo de caso nas zonas Norte e Sul. Minas Gerais: Acta Botânica Brasília; 2007. p. 263-75.
5. Brasil. Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica. A fitoterapia no SUS e o Programa de Pesquisa de Plantas Medicinais da Central de Medicamentos. Brasília: Ministério da Saúde; 2006. p. 148.
6. Tavares TM, Carvalho FM. Avaliação da exposição de populações humanas a metais pesados no ambiente: exemplos do Recôncavo Bahiano. São Paulo: Revista Química Nova; 1992. p. 147-153.
7. Nagata N, Bueno MIMS. Métodos matemáticos para correção de interferências espectrais e efeitos interelementos na análise quantitativa por fluorescência de raios x. São Paulo: Revista Química Nova; 2001. p. 531-539.
8. Luiz LC, Batista RT, Oliveira LF, Santos RS, Nascimento S, Brandão DL, et al. O uso da fluorescência de raios X como técnica complementar para análise da composição química de medicamentos genéricos e referência. São Paulo: Physicae; 2014. p. 26-32.
9. Oliveira F, Akisue G, Akisue MK. Farmacognosia. São Paulo: Atheneu; 1991.
10. Lorenzi H, Matos FJA. Plantas medicinais no Brasil: nativa e exóticas. São Paulo: Instituto Plantarum; 2000.

11. Mors WB, Rizzini CT, Pereira NA. Medicinal plants of Brazil. Michigan: Inc. Algonac; 2000. p. 549.
12. Smolarek FSF, Cansian PMP, Mercali FC, Carvalho JLS, Dias JFG, Miguel OG. Abordagem fitoquímica e das atividades biológicas da espécie vegetal solidago microglossa D.C. Curitiba: Visão Acadêmica; 2009.
13. Marderosian-Der AH, Libertti LE. Natural product medicine: a scientific guide to foods, drugs, cosmetics. Philadelphia: Georg. F. Stickley; 1988. p. 271- 273.
14. Salamón IS. Chamomile: a medicinal plant. The Herb, Spice and Medicinal Plant Digest. University of Massachusetts; 1992.
15. Safayhi H, Sabieraj J, Sailer ER, Ammon HP. Chamazulene: an antioxidant-type inhibitor of leukotriene B4 formation. [S.l.]: Planta Med; 1994. p. 410-413.
16. Pereira NP, Miguel OG, Miguel MD. Composição química do óleo fixo obtido dos frutos secos da [Chamomilla recutita (L.) Rauschert] produzida no município de Mandirituba-PR. Curitiba: Revista Brasileira de Farmacognosia; 2005.
17. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Brasil). Série Plantas Medicinais, Condimentares e Aromáticas. Camomila. Mato Grosso do Sul; 2006.
18. Alonso JR. Tratado de fitomedicina: bases clínicas e farmacológicas. Buenos Aires: ISIS; 1998.
19. Leal TCAB, Freitas SP, Silva JF, Carvalho AJC. Produção de biomassa e óleo essencial em plantas de capim cidreira [Cymbopogon citratus (DC.) Stapf] em diferentes idades. São Paulo: Revista Brasileira de Plantas Medicinais; 2003. p. 61-64.
20. Sousa MP. Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras. Laboratório de Produtos Naturais. Fortaleza: Edições UFC; 1991. p. 416.
21. Santos A, Paduan RH, Gazin ZC, Jacomassi E, Cortez DAG, Cortez L ER, et al. Determinação do rendimento e atividade antimicrobiana do óleo essencial de Cymbopogon citratus (DC.) Stapf em função de sazonalidade e consorciamento. Curitiba: Revista Brasileira de Farmacognosia; 2009.
22. Lorenzetti BB, Souza GE, Sarti SJ, Santos Filho D, Ferreira SH. Myrcene mimics the peripheral analgesic activity of lemon grass tea. Amsterdam: Journal of Ethnopharmacology. Elsevier; 1991. p. 43-8.
23. Mishra AK, Dubey NK. Evaluation of some essential oils for their toxicity against fungi causing deterioration of stored food commodities. Washington: Applied Environmental Microbiology; 1994. p. 1101-5.
24. Lewinsohn E, Dudai N, Tadmor Y, Katzir I, Ravid U, Joel DM, et al. Histochemical localization of citral accumulation in lemongrass leaves (Cymbopogon citratus (D.C.) Staff. Poaceae). England: Oxford



University Press. Annals of Botany; 1998. p. 35-9.

25. Viana GS, Vale TG, Pinho RS, Matos FJ. Antinociceptive effect of the essential oil from Cymbopogon citratus in mice. Amsterdam: Journal of Ethnopharmacology. Elsevier; 2000. p. 323-7.
26. Luiz LC, Varella CSF, Silva DDM, Brandão DL, Batista RT. Utilizando Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS) para comparação de medicamentos genéricos e similar com sua referência. Brasil: Revista Brasileira de Ciências da Saúde; 2015. p179-186.
27. Malavolta E, Leão HC, Oliveira SC, Junior JL, Moraes M, Cabral CP, Malavolta M. Repartição de nutrientes nas flores, folhas e ramos da laranjeira cultivar natal. Brasil: Revista Brasileira de Fruticultura; 2006. p. 506-511.
28. Franco MJ, Caetano ICS, Caetano J, Dragunski DC. Determinação de metais em plantas medicinais comercializadas na região de Umuarama-PR. Brasil: Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR; Umuarama, 2011. p. 121-127.
29. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução - RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013. Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. Diário Oficial da União 30 de agosto de 2013; Seção 1.

Colaboradores

Luiz LC trabalhou em todas as etapas, desde a concepção do estudo até a revisão final. Costa AS participou da preparação das amostras da análise e interpretação dos dados. Demarque DDM participou da preparação das amostras e da análise e interpretação dos dados. Batista RT participou da realização das medidas e análise de dados; e Freitas, R.P, da análise e interpretação dos dados.

Conflitos de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Recebido: 17 de agosto de 2018

Revisado: 24 de outubro de 2018

Aceito: 15 de janeiro de 2019