

# DETERMINAÇÃO DE NUTRIENTES MINERAIS EM PLANTAS MEDICINAIS<sup>1</sup>

Maria Mozarina Beserra ALMEIDA<sup>2</sup>, Maria de Fátima Gomes LOPES<sup>2</sup>, Célia Maria Diógenes NOGUEIRA<sup>2</sup>,

Carlos Emanuel de Carvalho MAGALHÃES<sup>2,\*</sup>, Noélia Maria Tavares de MORAIS<sup>2</sup>

## RESUMO

O uso de vegetais tem-se difundido largamente nos últimos anos para fins alimentícios, medicinais e cosméticos. Devido à importância do estudo da composição inorgânica desses vegetais, o presente trabalho se propõe a analisar a ocorrência de minerais com comprovadas funções no metabolismo humano em dez ervas de popular uso terapêutico. As amostras estudadas foram tratadas por dois métodos distintos: calcinação seguida de tratamento ácido ou infusão para a obtenção dos chás. Posteriormente, os metais foram determinados quantitativamente utilizando-se espectrofotometria de absorção atômica (Ca, Mg, Mn e Zn), espectrofotometria de absorção molecular (Al e Fe) e fotometria de chama (K e Na). Comparando-se os resultados encontrados no presente trabalho com os valores diários recomendados pela RDA e WHO, sugere-se estudos para a utilização de *Chenopodium ambrosioides* L. como uma fonte alternativa complementar de Na, K, Mg e Zn, e do *Ageratum conyzoides* L. como fonte de Ca, Mg e Fe na dieta alimentar. Embora *Lippia alba* e *Justicia gendarussa* L. tenham apresentado elevados valores de Ca, recomenda-se uma certa prudência quanto ao uso desse vegetal, devido aos significativos teores encontrados para Al.

**Palavras-chave:** plantas medicinais; minerais; espectrofotometria.

## SUMMARY

DETERMINATION OF MINERALS IN MEDICINAL PLANTS. The use of vegetables has become widely spread as nourishment, medicinal and cosmetic purposes in recent years. Due to the importance of the analytical study of this class of plants, and considering the growing interest about their inorganic composition that can be represented by the significant number of publications during the last years, the present work intended to analyze the occurrence of some minerals in ten herbs of popular therapeutic use that play important roles in the human metabolism. The studied samples were treated by two different methods: 1) dry ashing followed by acid treatment and 2) as tea by infusion of leaves in boiling water. Next, the metals were quantitatively determined by atomic absorption spectrophotometry (Ca, Mg, Mn and Zn), molecular absorption spectrophotometry (Al and Fe) or flame photometry (K and Na). By comparing the results found in this work with those of the daily recommended values by RDA and WHO, studies are suggested with respect to the use of *Chenopodium ambrosioides* L. as an alternative source of Na, K, Mg and Zn. Likewise, *Ageratum conyzoides* L. could be a complementary source of Ca, Mg and Fe in the human diet. Although *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown and *Justicia gendarussa* L. have presented high Ca levels, caution should be recommended to some extent concerning the use of this vegetable in view of its significant Al levels.

**Keywords:** medicinal plants; minerals; spectrophotometry.

## 1 – INTRODUÇÃO

Mundialmente têm sido pesquisadas as virtudes das plantas para fins alimentícios, medicinais e cosméticos. Apesar do nosso país apresentar reconhecida biodiversidade e de nossa herança indígena quanto à utilização da flora nacional, apenas uma fração diminuta de nossas plantas nativas foi devidamente estudada. Entretanto, desde a década passada, vários grupos de pesquisa têm demonstrado um interesse crescente quanto à determinação de minerais em espécies vegetais, haja visto o aumento significativo de trabalhos na literatura nos últimos anos [3, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 33].

Sabe-se que um grande número de elementos minerais são essenciais para a nutrição humana e de outros mamíferos, desempenhando funções específicas no organismo [8, 9]. Pode-se mencionar, como exemplo, o cálcio e o magnésio, que atuam na formação de ossos, dentes e tecidos. O potássio, quando associado ao sódio, regulariza o funcionamento do sistema muscular e os batimentos cardíacos [8]. Alguns dos elementos minerais são encontrados em quantidades relativamente bai-

xas no corpo humano e são chamados de oligoelementos, como é o caso do zinco, ferro, cobalto, manganês, níquel, flúor, etc [7]. 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 [4]. O alumínio também é um oligoelemento, porém, não essencial para os seres vivos, sendo que a intoxicação por este metal parece estar relacionada com uma variedade de distúrbios neurológicos e comportamentais [16, 18], como por exemplo, o mal de Alzheimer, demência pré-senil, esclerose amiotrófica lateral e mal de Parkinson [18]. Em grandes quantidades, o alumínio pode interferir na absorção de fosfato, levando ao raquitismo. A maior parte do alumínio absorvido pelo ser humano é oriundo dos alimentos e da água; estima-se que sua dose diária pode variar de 2,5 a 13mg [34].

Dessa forma, objetivando-se a caracterização de minerais ou inorgânicos em alguns vegetais, bem como

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 27/06/01. Aceito para publicação em 26/10/01.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará – Depto. de Química Analítica e Físico-Química, Campus do Pici s/n, Bloco 940, CEP 60455-760, Fortaleza-CE. E-mail: cecmagal@ufc.br

\* A quem a correspondência deve ser enviada.

dando continuidade a outros estudos realizados ao longo de alguns anos por este grupo de pesquisa [21, 30], determinou-se os teores de Na, K, Ca, Mg, Fe, Al, Mn e Zn em dez plantas medicinais: anador grande (*Justicia gendarussa* L.), capim-santo (*Cymbopogon citratus* Stapf.), cidreira (*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown), colônia (*Alpinia speciosa* Schum), eparema (*Costus aff. Discolor* Roscoe), hortelã rasteira (*Mentha x vilosa* Huds), malvariço (*Plectraanthus amboinicus* (Lour.) Spreng.), malva-santa (*Plectranthus barbatus* Andr.), mastruço (*Chenopodium ambrosioides* L.), mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.).

Todas as amostras foram coletadas no “Horto de Plantas Medicinais” da Universidade Federal do Ceará (UFC), levando-se em consideração algumas de suas propriedades curativas popularmente conhecidas. Parte dos minerais que ocorrem nas plantas são extraídos das folhas quando submetidos à infusão, e em seguida ingeridos [9]. Nesse sentido, também foi realizado um estudo comparativo dos teores dos referidos minerais das amostras tratadas com ácido e as obtidas na forma de chá.

## 2 – MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Coleta

As folhas dos vegetais foram coletadas a partir dos talos de diversas plantas da mesma espécie, situadas em um único canteiro. A seguir foram lavadas com água de torneira, água destilada e depois, secas à temperatura ambiente em sala ventilada durante cerca de 12h. Em seguida, foram picotadas e submetidas a diferentes métodos de análises, conforme a conveniência da técnica, pesando-se, para esse propósito, massas de amostra da ordem de 10g.

### 2.2. Determinação de minerais

As amostras foram calcinadas a 580-600°C durante 10-12h, até que se constatasse a decomposição de toda a matéria orgânica. As cinzas obtidas foram

solubilizadas em ácido clorídrico 1:1 (v/v) e transferidas para balões volumétricos, completando-se o volume de 100mL com água desionizada. As amostras, sob a forma de chá, foram obtidas por aquecimento de 10g de folhas em água desionizada à ebulição por 10min, sendo, em seguida, filtradas e recolhidas em balões volumétricos de 100mL e completando-se o volume com água desionizada [1].

A análise qualitativa das amostras mineralizadas foi feita seguindo a sistemática clássica [2]. Os metais com presença evidenciada nas amostras calcinadas e de chá foram determinados quantitativamente empregando-se espectrofotometria de absorção atômica (Perkin-Elmer Modelo 3030) para **Ca**, **Mg**, **Zn** e **Mn**, espectrofotometria de absorção molecular (Varian series 634) para **Al** e **Fe** e fotometria de chama (Micronal β-262) para **Na** e **K**. As condições experimentais das análises são descritas na Tabela 1.

**TABELA 1.** Condições operacionais utilizadas nos métodos de análise para a determinação dos minerais estudados

| Elemento | Técnica* | Faixa Linear (mg l <sup>-1</sup> ) | λ <sub>nm</sub> | Observação                                   | Ref. |
|----------|----------|------------------------------------|-----------------|--|------|
| Al       | EAM      | 0,2-2,0                            | 525,0           | Interferência da coloração na análise do chá | 1,27 |
| Ca       | EAA      | 1,0-4,0                            | 422,7           | Uso de supressor de ionização                | 32   |
| Fe       | EAM      | 1,0-5,0                            | 510,0           | Interferência da coloração na análise do chá | 5    |
| K        | FC       | 1,0-5,0                            | –               | –  | 1    |
| Mg       | EAA      | 0,1-0,4                            | 285,2           | –  | 32   |
| Mn       | EAA      | 1,0-4,0                            | 279,5           | –  | 32   |
| Na       | FC       | 3,0-15,0                           | –               | –  | 1    |
| Zn       | EAA      | 0,4-1,6                            | 213,9           | –  | 32   |

\*EAA = Espectrofotometria de Absorção Atômica  
EAM = Espectrofotometria de Absorção Molecular  
FC = Fotometria de Chama

## 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as análises foram realizadas em triplicata e apresentaram desvios padrões relativos em torno de 2%. Os teores dos elementos minerais encontrados nas amostras foram calculados a partir da construção de curvas de calibração específica para cada elemento com

**TABELA 2.** Teores de minerais (mg/100g) encontrados nas amostras calcinadas

| Amostra          | Na          | K          | Ca        | Mg         | Fe            | Al              | Mn            | Zn            |
|------------------|-------------|------------|-----------|------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|
| Anador           | 3,70 ± 0,07 | 40,0 ± 0,7 | 941 ± 18  | 156 ± 3    | ND*           | 33,2 ± 0,6      | 0,272 ± 0,005 | 0,503 ± 0,010 |
| Capim-santo      | 32,0 ± 0,5  | 212 ± 4    | 278 ± 5   | 89,6 ± 1,7 | 1,032 ± 0,021 | 3,17 ± 0,07     | 0,040 ± 0,008 | 0,045 ± 0,009 |
| Cidreira         | 40,0 ± 0,6  | 248 ± 5    | 1388 ± 25 | 170 ± 3    | 0,132 ± 0,008 | 47,9 ± 0,1      | 0,305 ± 0,006 | 0,341 ± 0,007 |
| Colônia          | 24,0 ± 0,4  | 88,0 ± 1,2 | 159 ± 3   | 37,2 ± 0,6 | 0,154 ± 0,003 | 2,92 ± 0,05     | 1,13 ± 0,02   | 0,285 ± 0,006 |
| Eparema          | 30,0 ± 0,6  | 82,0 ± 1,0 | 134 ± 2   | 42,0 ± 0,8 | 2,152 ± 0,041 | 3,76 ± 0,07     | 0,089 ± 0,002 | 0,019 ± 0,001 |
| Hortelã-rasteira | 82,0 ± 1,1  | 268 ± 6    | 207 ± 4   | 108 ± 2    | 0,247 ± 0,012 | 3,36 ± 0,06     | 0,161 ± 0,035 | 0,402 ± 0,007 |
| Malvariço        | 24,0 ± 0,4  | 72,0 ± 1,4 | 344 ± 6   | 81,0 ± 1,4 | 0,385 ± 0,011 | ND <sup>§</sup> | 0,150 ± 0,004 | 0,072 ± 0,001 |
| Malva-santa      | 19,8 ± 0,4  | 12,0 ± 0,2 | 409 ± 8   | 132 ± 2    | ND*           | 2,79 ± 0,05     | 0,100 ± 0,018 | 0,026 ± 0,001 |
| Mastruço         | 124,0 ± 2,5 | 396 ± 7    | 541 ± 10  | 205 ± 4    | 1,197 ± 0,020 | 7,80 ± 0,14     | 0,889 ± 0,019 | 1,16 ± 0,02   |
| Mentrasto        | 24,0 ± 0,3  | 74,0 ± 1,3 | 854 ± 16  | 244 ± 5    | 3,476 ± 0,068 | 11,68 ± 0,21    | 0,233 ± 0,005 | 0,192 ± 0,004 |

\*ND: Não detectável (<0,02 mg/100g)

§ND: Não detectável (<0,06 mg/100g)

um total de, no mínimo, 5 pontos e apresentando um coeficiente de regressão linear superior a 0,998.

Mostram-se, nas Tabelas 2 e 3, os resultados obtidos para as determinações quantitativas de Na, K, Ca, Mg, Fe, Al, Mn e Zn, nas amostras calcinadas e chá, respectivamente. Para validação da metodologia empregada, testes de recuperação foram realizados nas amostras. De um modo geral, os elementos foram recuperados de 93-103%.

**TABELA 3.** Teores de nutrientes minerais (mg/100g) nas amostras de chás.

| Amostra          | Na            | K            | Ca              | Mg         |
|------------------|---------------|--------------|-----------------|------------|
| Anador           | 0,075 ± 0,002 | 8,80 ± 0,15  | 161,76 ± 3      | 74,3 ± 1,5 |
| Capim-santo      | 0,075 ± 0,003 | 21,0 ± 0,5   | 257 ± 5         | 56,0 ± 1,0 |
| Cidreira         | 0,075 ± 0,002 | 19,9 ± 0,4   | 165 ± 3         | 45,2 ± 1,1 |
| Colônia          | 1,60 ± 0,03   | 8,90 ± 0,16  | 11,0 ± 0,2      | 22,3 ± 0,6 |
| Eparema          | 0,025 ± 0,006 | 5,00 ± 0,08  | ND <sup>†</sup> | 33,0 ± 0,7 |
| Hortelã-rasteira | 0,373 ± 0,008 | 13,75 ± 0,31 | 184 ± 3         | 83,8 ± 1,6 |
| Malvariço        | 0,125 ± 0,003 | 11,25 ± 0,21 | 199 ± 2         | 34,3 ± 0,6 |
| Malva-santa      | 0,125 ± 0,002 | 6,25 ± 0,11  | 121 ± 2         | 47,3 ± 1,2 |
| Mastruço         | 0,148 ± 0,032 | 24,0 ± 0,4   | ND <sup>†</sup> | 132 ± 3    |
| Mentrasato       | 0,904 ± 0,019 | 5,00 ± 0,07  | 316 ± 6         | 110 ± 2    |

<sup>†</sup> ND: Não detectável (<0,01 mg/100g)

Analisando-se os resultados da Tabela 2 e comparando-se com os valores de necessidades diárias de minerais recomendadas pela WHO [34] e RDA [22] (Tabela 4), constatou-se que, tanto o *mastruço* como a *hortelã*, vegetais reconhecidamente utilizados em afecções do trato respiratório [19, 20], mostraram possuir elevados teores de **Na** e **K**. Verificou-se ainda que no *mentrasato*, *mastruço*, *anador* e *cidreira*, que têm uso popular como calmante, tônico, fortificante e expectorante, respectivamente [33,34] foram encontradas grandes quantidades de **Ca** e **Mg**. Vale acrescentar que o *mentrasato* também apresentou uma concentração relativamente elevada de **Fe**. Em um caso a parte, *anador* e *cidreira* apresentaram altos teores de **Al**, elemento não essencial e tóxico para o ser humano [16, 18].

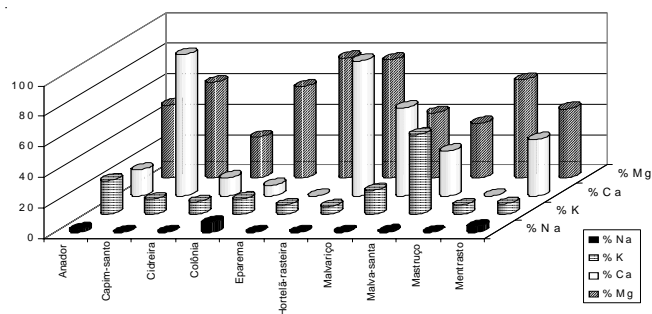
**TABELA 4.** Necessidades diárias de alguns minerais recomendadas pela WHO [34] e RDA [22].

| Elemento | WHO [34] (mg)                         | RDA [22] (mg)                           |
|----------|---------------------------------------|---|
| Al       | –                                     | –                                       |
| Ca       | 400-500                               | 800-1200                                |
| Fe       | 10 <sup>(H)</sup> , 20 <sup>(M)</sup> | 10 <sup>(H)</sup> , 15 <sup>(M)</sup>   |
| K        | –                                     | 2000                                    |
| Mg       | 300                                   | 350 <sup>(H)</sup> , 280 <sup>(M)</sup> |
| Mn       | 2-3                                   | 2-5                                     |
| Na       | –                                     | 500                                     |
| Zn       | 10-15                                 | 15 <sup>(H)</sup> , 12 <sup>(M)</sup>   |

<sup>(H)</sup> recomendado para homem  
<sup>(M)</sup> recomendado para mulher

Com relação aos resultados das amostras na forma de chá (Tabela 3), pode-se destacar valores significati-

vos de **Ca** encontrados no *mentrasato*, *capim-santo* e *malvariço*, enquanto os maiores teores de **Mg** apresentaram-se para *mastruço*, *mentrasato* e *hortelã*. Dentre os vegetais analisados, os chás de *mastruço* e *capim-santo* destacaram-se por suas maiores concentrações de **K**. Ao se comparar o perfil de extração dos minerais nos chás (Figura 1), observou-se, de um modo geral, que na maioria dos vegetais analisados, a tendência que os metais têm de se desprenderem da matriz orgânica obedece a seguinte ordem: **Mg**>**Ca**>**K**>**Na**. As determinações de **Al** e **Fe** não foram realizadas em decorrência de sérias interferências químicas que impossibilitaram as medidas por espectrofotometria de absorção atômica, bem como a intensa coloração dos chás também inviabilizou a análise espectrofotométrica. Pode-se ainda observar que os teores de **Mn** e **Zn** não foram detectados pelo método utilizado.



**FIGURA 1.** Teores extraídos de Na, K, Ca e Mg (%) encontrados nos chás das plantas estudadas

#### 4 - CONCLUSÕES

- Dentre os vegetais estudados, as quantidades dos minerais determinados nos chás mostraram possuir um comportamento uniforme de extração com relação aos seus teores originais determinados nas amostras calcinadas, obedecendo, de um modo geral, a seguinte ordem: **Mg**>**Ca**>**K**>**Na**.
- Comparando-se os resultados obtidos com as necessidades diárias de ingestão desses minerais, recomenda-se estudos para a utilização de *mastruço* como fonte de **Na**, **K**, **Mg** e **Zn**, e de *mentrasato* como fonte de **Ca**, **Mg** e **Fe** na dieta alimentar como suprimento auxiliar dos referidos nutrientes estudados.
- Embora *cidreira* e *anador* tenham apresentado teores bastante elevados de **Ca**, macroelemento de grande importância nutricional, deve-se considerar uma certa prudência em relação ao consumo destes vegetais, visto que os teores de **Al**, elemento de reconhecida toxidez [18], mostraram-se significativamente elevados quando comparados aos vegetais estudados neste trabalho, assim como em outros realizados anteriormente por este grupo de pesquisa [21, 23].

## 5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 13<sup>a</sup> ed., Washington, D.C., 1980.
- [2] BACCAN, N.; ALEIXO, L.M.; STEIN, E., GODINHO, O.E.S. 1995. **Introdução à Semimicroanálise Qualitativa**. 6<sup>a</sup> ed., EDUCAMP, Campinas.
- [3] BELAKOVA, M.; HAVRANEK, E.; BUMBALOVA, A. Heavy metals and some other elements in medicinal plants determined by x-ray fluorescence. **J. Radioanal. and Nucl. Chem.**, v. 201, n. 5, p. 431-437, 1995.
- [4] BURTON, B. T. 1979. **Nutrição Humana**. Mc Graw-Hill do Brasil, São Paulo.
- [5] CHRISTIAN, G.D. 1994. **Analytical Chemistry**. 5<sup>a</sup> ed., John Wiley & Sons, New York.
- [6] DIAZ, O.D.; PORTUONDO, M.C.; VALDES, M.G.; CHANG, R.R.; HANDAL, E. Comparison of various digestion methods for the determination of different metals in *Petiveria Alliacea* Lynn (Anamu) by flame absorption spectrometry. **Quím. Anal.**, v. 15, n. 2, p. 123-128, 1996.
- [7] FAVIER, A. Les oligoéléments en nutrition humaine. In: CHAPPUIS, P. (Ed) **Les Oligoéléments en Médecine et Biologie**. Paris: Editions Médicales Internationales, 1991. Cap. 3, p. 41-74.
- [8] FRANCO, F. 1998. **Tabela de Composição de Alimentos**. 9<sup>a</sup> ed., Atheneu, São Paulo.
- [9] HARPER, H. A.; RODWELF, V.W.; MAYES, R.A. 1982. **Manual de Química Fisiológica**. 5<sup>a</sup> ed., Atheneu, São Paulo.
- [10] JAIN, N; SHAHOO, R.K.; SONDHAI, S.M. Analysis for mineral elements of some medicinal plants. **Indian Drugs**, v. 29, n. 4, p. 187-190, 1992.
- [11] KAR, A.; CHOUDHARY, B.K.; BANDYOPADHYAY, N.G. Preliminary studies on the inorganic constituents of some indigenous hypoglycaemic herbs on oral glucose tolerance test. **J. Ethnopharmacology**, v. 64, n. 2, p. 179-184, 1999.
- [12] LOPES, M.F.G.; MORAIS, N.M.T.; NOGUEIRA, C.M.D.; VASCONCELOS, N.M.S.; SILVA, W.C.; GONZAGA, M.L.C. Determinações Analíticas em Alfavaca, Quebra-Pedra, Sábugeiro, Eucalipto e Cajá-Umbu. **Anais Assoc. Bras. Quím.**, v. 45, n. 4, p. 155-157, 1996.
- [13] LOPES, M.F.G.; VASCONCELOS, N.M.S.; ALMEIDA, M.M.B.; NOGUEIRA, C.M.D.; MORAIS, N.M.T.; SÁ, M.J.H.C. Caracterização Analítica de Plantas Medicinais. **Rev. Bras. Farm.**, v. 79 n. 3-4, p. 88-89, 1998.
- [14] LOVKOVA, M.Y.; SOKOLOVA, S.M.; BUZUK, G.N.; BYKHOVSKY, V.Y.; PONOMAREVA, S.M. Specific features of the elemental composition of medicinal plants synthesizing phenolic compounds. **Appl. Biochem. and Microbiol.**, v. 35, n. 5, p. 514-524, 1999.
- [15] LOVKOVA, M.Y.; SOKOLOVA, S.M.; PONOMAREVA, S.M.; BUZUK, G.N.; BYKHOVSKY, V.Y.; KLIMENT'EVA, N.I. Specificity of elemental compositions of medicinal plants synthesizing alkaloids. **Appl. Biochem. and Microbiol.**, v. 35, n. 1, p. 68-75, 1999.
- [16] MAGALHÃES, C.E.C. Emprego de Técnicas Espectroscópicas de Análise para a Determinação de Alumínio e Selênio em Amostras Alimentícias/Ambientais na Forma Líquida ou em Suspensões. Campinas, 2000. 99p. Tese de Doutorado. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- [17] MAJID, A.A.; SARMANI, S.; YUSOFF N.I.; WEI Y.K.; HAMZAH F. Trace elements in Malaysian medicinal plants. **J. Radioanal. and Nucl. Chem.**, v. 195, n. 1, p. 173-183, 1995.
- [18] MASSEY, R.; TAYLOR, S. 1991. **Aluminium in Food and the Environment**. Royal Society of Chemistry, London.
- [19] MATOS, F.J.A. 1998. **Farmácias Vivas**. 3<sup>a</sup> ed., Edições UFC, Fortaleza.
- [20] MATOS F.J.A. 1989. **Plantas Medicinais**. v. I e II, IOCE, Fortaleza.
- [21] MORAIS, N.M.T.; NOGUEIRA, C.M.D.; LOPES, M.F.G.; VASCONCELOS, N.M.S.; SÁ, M.J.H.C. Estudo Inorgânico Analítico de Plantas Medicinais. **Anais Assoc. Bras. Quím.**, v. 44, n. 4, p. 14-19, 1995.
- [22] NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Recommended Dietary Allowances (RDA)** 10<sup>th</sup> edn., National Academy of Science, Washington, D.C., 1989.
- [23] NOGUEIRA, C.M.D.; LOPES, M.F.G.; MORAIS, N.M.T.; ALMEIDA, M.M.B.; VASCONCELOS, N.M.S.; SÁ, M.J.H.C. Determinações de Elementos Minerais em Plantas Medicinais. **Anais Assoc. Bras. Quím.**, v. 47, n. 1, p. 22-24, 1998.
- [24] RAJURKAR, N.S.; DAMAME, M.M. Elemental analysis of some herbal plants used in the treatment of cardiovascular diseases by NAA and AAS. **J. Radioanal. and Nucl. Chem.**, v. 219, n. 1, p. 77-80, 1997.
- [25] RAJURKAR, N.S.; DAMAME, M.M. Mineral content of medicinal plants used in the treatment of diseases resulting from urinary tract disorders. **Appl. Radiation and Isotopes**, v. 49, n. 7, p. 773-776, 1998.
- [26] SAIKI, M.; VASCONCELOS, M.B.A.; SERTIE, J.A.A. Determination of inorganic components in Brazilian medicinal plants by neutron activation analysis. **Biol. Trace Elem. Res.**, v. 26-7, p. 743-750, 1990.
- [27] SANDELL, E.B. 1959. **Colorimetric metal Analysis**. 3<sup>a</sup> ed., Interscience Publishers Inc., New York.
- [28] SARMANI S.B.; ABUGASSA, I.; HAMZAH, A.; YAHYA, M.D. Elemental analysis of herbal preparations for traditional medicines by neutron activation analysis with the k(0) standardization method. **Biol. Trace Elem. Res.**, v. 71-2, p. 365-376, 1999.
- [29] SATHIYAMOORTHY, P.; VAN DAMME, P.; OVEN, M.; GOLANGOLDHIRSH, A. Heavy metals in medicinal and fodder plants of the Negev desert. **J. Environ. Science and Health (part A)**, v. 32, n. 8, p. 2111-2123, 1997.
- [30] VASCONCELOS, N.M.S.; ALMEIDA, M.M.B.; LOPES, M.F.G.; NOGUEIRA, C.M.D.; MORAIS, N.M.T. Plantas Medicinais: Um estudo analítico. **Anais Assoc. Bras. Quím.**, v. 49, n. 3, p.115-118, 2000.
- [31] ZUCCHI, O.L.A.D.; DIAS, A.D.; NASCIMENTO, V.F.; SALVADOR, M.J. Characterization of two medicinal plants by X-ray spectrometry.
- [32] WELZ, B. 1985. **Atomic Absorption Spectrometry**. 2<sup>a</sup> ed., VCH, Deerfield.
- [33] WESOŁOWSKI, M.; KONIECZYNSKI, P.; ULEWICZ, B. Influence of the elemental composition of medicinal fruits on the results of their thermal analysis. **J. Thermal Anal. and Calorimetry**, v. 60, n. 1, p. 299-304, 2000.
- [34] WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Trace Elements in Human Nutrition and Health**, Geneva, 1996.