

**DETERMINAÇÃO DE NUTRIENTES INORGÂNICOS NAS FOLHAS E RAMOS
DO *Croton floribundus* Spreng (EUPHORBIACEAE), POR ESPECTROMETRIA DE EMISSÃO
ATÔMICA SEQUENCIAL ACOPLADA AO PLASMA DE ARGÔNIO INDUZIDO (ICP-AES)***

Maria Isabel VALLILO**

RESUMO

Quatorze elementos inorgânicos foram determinados nas folhas e ramos do *Croton floribundus* Spreng, em diferentes épocas fenológicas da planta, visando avaliar o potencial das folhas como fonte de minerais para a alimentação do bugio (*Alouatta fusca* Geof.). As amostras foram coletadas na região da Pedra Grande, (Parque Estadual da Cantareira, SP) e submetidas a solubilização ácida (HNO₃ conc. e H₂O₂ a 30% v/v), através de aquecimento por radiação de microondas. Utilizou-se como técnica analítica a Espectrometria de Emissão Atômica utilizando o Plasma de Argônio Induzido (ICP-AES). Dentre os macronutrientes, foram verificadas altas concentrações de Ca (0,69 a 1,15 g.100g⁻¹) e K (1,15 a 2,06 g.100g⁻¹) nas folhas e, nos ramos (0,58 a 1,45 g.100g⁻¹) e (0,99 a 1,65 g.100g⁻¹), respectivamente. Com relação aos micronutrientes, a espécie acumula altos teores de Fe nas folhas e de Ba nos ramos e de Mn, nas folhas e ramos, estando este na faixa de concentração para os macronutrientes (0,01 a 0,21 g.100g⁻¹). Para os elementos Cd, Cr, Cu e Ni, a faixa de concentração encontrada foi de 1 a 30 µg.g⁻¹ nas folhas e ramos, independentemente da época de coleta. Os resultados obtidos evidenciam que as folhas constituem-se em fonte completa de minerais para a dieta alimentar do bugio.

Palavras-chave: *Croton floribundus* Spreng; nutrientes; radiação de microondas; ICP-AES; *Alouatta fusca* Geof.

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Croton floribundus* Spreng (capixingui) é uma Euphorbiaceae representativa da vegetação de transição entre Mata Atlântica e de Planalto, que cobre a Serra da Cantareira, São Paulo (BAITELLO *et al.*, 1993).

ABSTRACT

Fourteen inorganic elements present in leaves and branches of *Croton floribundus* Spreng, were determined in the different phenological seasons of the plants (4) to look at chemistry characterization and to evaluate the potential as a source of minerals for primate's diet (*Alouatta fusca* Geof.). The samples were collected in Pedra Grande site, in Parque Estadual da Cantareira, São Paulo city and submitted to the acid wet digestion (HNO₃ and H₂O₂ at 30% v/v) conducted by microwave radiation. The inorganic elements were determined by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES). Among the macronutrients finding higher proportion of Ca (0.69 to 1.15 g.100g⁻¹) and K (1.15 to 2.06 g.100g⁻¹) in the leaves and Ca (0.58 to 1.45 g.100g⁻¹) and K (0.99 to 1.65 g.100g⁻¹) in the branches, respectively. For the micronutrients, the species studied accumulated Fe in the leaves and the Ba in the branches and the Mn in both samples were present concentration range for the macronutrients (0.01 to 0.21 g.100g⁻¹). For the elements Cd, Cr, Cu, and Ni, concentration range from 1 to 30 µg.g⁻¹ in the leaves and branches, independently of the sampling period and of the tree studied. The results showed that the leaves are source of minerals for the howler monkey's diet.

Key words: *Croton floribundus* Spreng; nutrients; microwave radiation; ICP-AES; *Alouatta fusca* Geof.

Esta espécie é pouco conhecida quimicamente, mas tem um papel importante sob o ponto de vista ecológico, visto que suas folhas fazem parte do cardápio alimentar do bugio (*Alouatta fusca* Geof.), primata em vias de extinção e que tem nessa região, o seu habitat natural, conforme as observações feitas por VASCONCELLOS & AGUIAR (1982).

(*) Parte da Dissertação de Mestrado apresentada em 25/09/1995, ao Instituto de Química da USP e aceito para a publicação em agosto de 1998.
(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

Até o momento, as investigações químicas sobre essências nativas florestais, direcionam os estudos para a identificação e caracterização dos metabólitos secundários, dando pouca ênfase aos elementos inorgânicos ou nutrientes essenciais presentes nas plantas. No entanto, COLEY *et al.* (1985) enfatizam a importância desses metais na biossíntese de macro e micromoléculas, interferindo na natureza e na quantidade de compostos fenólicos. Segundo esse autor, a carência de nutrientes inorgânicos leva a um maior conteúdo de metabólitos secundários.

Dessa forma, a análise química dos tecidos vegetais, além de colaborar na caracterização química da espécie e de elucidar problemas nutricionais não detectados visualmente, pode identificar interações e antagonismos entre os elementos. Além disso, avalia a distribuição e a mobilidade desses elementos nas várias partes da planta, bem como, as variações sazonais e o seu comportamento como traçadores e poluentes químicos nos ecossistemas florestais.

Um dos fatores que dificulta a determinação precisa de alguns desses metais, é a baixa concentração em que se encontram numa amostra, exigindo procedimentos analíticos que as solubilizem completamente, propiciando resultados exatos e reprodutíveis para um grande número de elementos. Nesse sentido, o uso da radiação de microondas para auxiliar a decomposição de materiais biológicos vem tendo um grande progresso e uma larga aplicação (BETTINELLI *et al.*, 1989; GILMAN & ENGELHART, 1989; BEAUCHEMIN *et al.*, 1994). Entretanto, este procedimento é fortemente dependente das condições experimentais e é influenciado, principalmente, pelo tipo e configuração dos equipamentos utilizados, da natureza das amostras, das concentrações e do volume das soluções digestoras, conforme estudos realizados por KINGSTON & JASSIE (1988).

Para a determinação multielementar dos elementos numa amostra é indicada a técnica da Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma de Argônio Induzido (ICP-AES), bastante precisa e sensível, porém sujeita à algumas interferências de matriz e espectrocópicas, exigindo um estudo prévio e a otimização de parâmetros adequados para que possam ser minimizadas (MONTASER & GOLIGHTLY, 1992; HOLCLAJTNER-ANTUNOVIC & TRIPKOVIC, 1993; TRIPKOVIC & HOLCLAJTNER-ANTUNOVIC, 1993).

As poucas informações dos constituintes inorgânicos presentes em essências nativas florestais e, a utilização das folhas do *C. floribundus* na alimentação de primatas (bugios) de hábitos alimentares folívoros arborícolas, motivou a realização desse estudo visando fornecer subsídios para a caracterização química inorgânica dessa espécie, para a avaliação de seu potencial como fonte de nutrientes minerais para a dieta de animais silvestres em áreas florestais do Estado de São Paulo e, verificar a eficácia das adaptações feitas no método de solubilização.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de folhas e ramos do *Croton floribundus* Spreng foram coletadas no Parque Estadual da Cantareira do Instituto Florestal de São Paulo. A área está localizada ao norte da região metropolitana da cidade de São Paulo, nas coordenadas geográficas de 23°22' de latitude Sul (S) e 46°26' de longitude Oeste (W), ocupando uma área de 7900 ha, abrangendo trechos dos municípios de Guarulhos, Caieiras e Mairiporã.

O clima dessa região é definido como mesotérmico úmido, com temperaturas médias e precipitações pluviométricas anuais de 18°C e 1570 mm respectivamente, não apresentando estações secas definidas (BRASIL, Ministério das Minas e Energia, 1983).

Dentre as árvores selecionadas, coletou-se material de duas (02) árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) de 40,10 e 24,20 cm, respectivamente.

Os ramos com as folhas foram retirados da parte superior da copa das árvores, em diferentes épocas do ciclo fenológico da planta: março a setembro de 1992 (fase sem floração e frutificação); dezembro de 1992 (fase com inflorescência), e fevereiro de 1993 (fase com frutificação). As folhas que apresentaram pontos cloróticos, amarronzados e aspectos disformes foram descartadas para evitar o comprometimento do experimento.

As exsiccatas do material em estudo estão depositadas no Herbário D. Bento Pickel da Seção de Madeiras e Produtos Florestais do Instituto Florestal de São Paulo.

VALLILO, M. I. Determinação de nutrientes inorgânicos nas folhas e ramos do *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae), por espectrometria de emissão atômica seqüencial acoplada ao plasma de argônio induzido (ICP-AES).

O material, depois de seco em estufa a 40°C, foi triturado em moinho de faca tipo Willey, com suporte de tela de 20 mesh, sendo que as primeiras moagens foram descartadas para cada amostra processada.

A digestão ácida das amostras foi realizada em forno de microondas convencional, acoplado a um microcomputador, através das adaptações realizadas nos métodos propostos na literatura (WHITE & DOUTHIT, 1985; MILESTONE COOKBOOK OF MICROWAVE APPLICATION NOTES, 1993). As condições de trabalho modificadas para a solubilização das amostras no forno de microondas foram editadas no "software" do computador, conforme descrita a seguir: 0,8 g de amostra; 8,0 mL de HNO₃ conc.- 65% (m/v) e 0,5 mL de H₂O₂ 30% em volume. A potência aplicada foi de 300W; tempo de digestão de 15 minutos e intervalos de temperatura e pressão de: 127 a 132°C e 120 a 165 psi, respectivamente.

A energia aplicada no aparelho e a energia absorvida pela amostra foram calculadas pelas equações da termodinâmica (1) e (2), descritas a seguir:

$$E = P \times t \quad (1) \quad (J)$$

$$P_{\text{aparente}} = C_p \cdot K \cdot \Delta T \cdot m / t \quad (2), \quad (W) \text{ sendo:}$$

K = fator de conversão de calorías para Watts (1W = 14,33 cal.min⁻¹);

C_p = capacidade calorífica do HNO₃ a 25°C (cal.g⁻¹);

ΔT = variação da temperatura (°C);

m = massa do ácido (g), e

t = tempo (s).

Dados de temperaturas iniciais e finais foram obtidos da FIGURA 1.

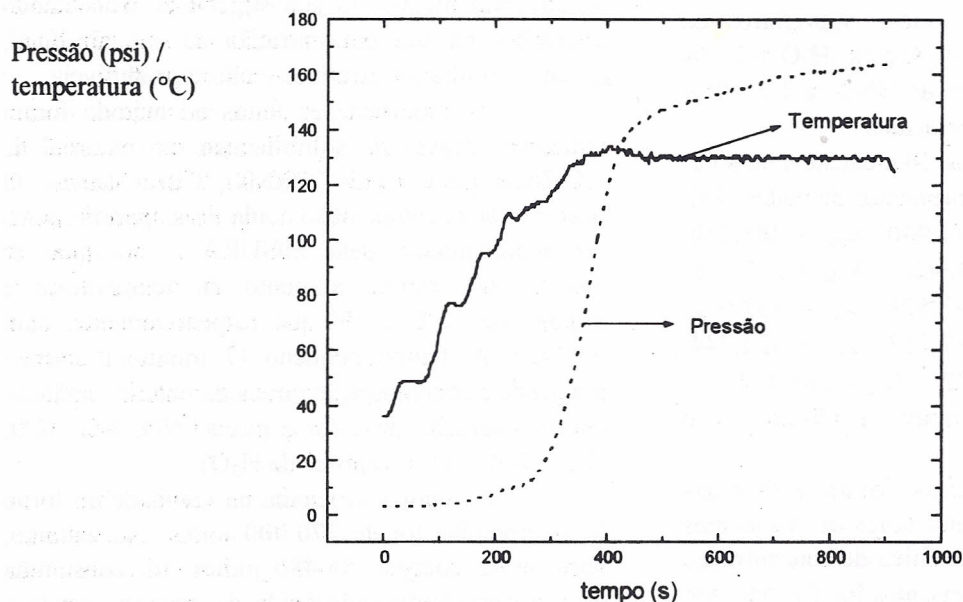


FIGURA 1 - Comportamento da pressão e da temperatura na solubilização por forno de microondas, do padrão Citrus leaves.

Utilizou-se o material de referência certificado internacionalmente Citrus leaves nº 1572, para testar a exatidão das novas condições de trabalho.

A determinação quantitativa dos elementos químicos foi feita utilizando o Espectrômetro de Emissão Atômica Seqüencial Acoplado ao Plasma de Argônio Induzido (ICP-AES), Spectroflame da Spectro (montagem Rowland), no Laboratório de Espectrometria Atômica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, equipado com corretor de radiação de fundo automático e gerador de rádio com frequência de 27,12 MHz. As condições de operação do equipamento foram: potência do plasma de 1,1 kW; fluxo do gás de argônio refrigerante de 12 L.min⁻¹; pressão do gás de argônio no nebulizador de 26 bars; fluxo do gás auxiliar de 1,0 L.min⁻¹; velocidade de introdução das amostras de 1,5 mL.min⁻¹; altura de observação de 14 mm acima da bobina de indução de cobre e tempo de integração de 10 segundos.

Para os testes de otimização do ICP-AES e aplicações, utilizaram-se os seguintes reagentes: soluções estoques dos elementos Ba, Ca, Mg, K, P, Ni, Cd, Fe, Mn, Al, Zn, Cu e Al, na concentração de 1000 µg.mL⁻¹, em meio nítrico a 10% (v/v), a partir de metais, sais ou óxidos suprapuros da Spex; HNO₃ PA a 65% (m/v), Merck; H₂O₂ a 30 % em volume, Merck; soluções de HNO₃ a 1 e 10 % (v/v); e água destilada e desionizada.

Foram determinados 14 elementos no solubilizado, nos seguintes comprimentos de ondas (λ s), expressos em nm: $\lambda_{Ca} = 317,940$; $\lambda_{Mg} = 285,210$; $\lambda_{K} = 404,723$; $\lambda_{P} = 214,902$; $\lambda_{Mn} = 257,615$; $\lambda_{Cd} = 214,422$; $\lambda_{Ba} = 233,523$; $\lambda_{Ni} = 232,002$; $\lambda_{Fe} = 239,562$; $\lambda_{Cr} = 267,717$; $\lambda_{Cu} = 324,744$; $\lambda_{Zn} = 334,503$; $\lambda_{Al} = 236,902$, e $\lambda_{Mo} = 386,404$.

As amostras foram analisadas em triplicatas.

As curvas analíticas foram elaboradas através de soluções multielementares dos elementos Ni, Cd, Cr, Cu, Mn e Zn (na faixa de concentração de 0-50 µg.mL⁻¹); para os elementos Ba, Ca, Mg, Mo e P (na faixa de concentração de 0-100 µg.mL⁻¹); Fe (na faixa de concentração de 0-250 µg.mL⁻¹), e para o Al e K (na faixa de concentração de 0-500 µg.mL⁻¹), através de diluições sucessivas partindo-se das soluções estoques. Os limites de detecção foram obtidos a partir do "software" do equipamento (ICP-AES), sendo calculados como três vezes o

desvio padrão do branco (HNO₃ a 10% v/v), expresso em concentração µg.mL⁻¹ e descritos para os seguintes elementos como sendo: Ni (0,012); Cd (0,018); Cr (0,005); Cu (0,004); Mn (0,004); Zn (0,008); Ba (0,005); Ca (0,014); Mg (0,081); Mo (0,006); V (0,022); P (0,087); Fe (0,019); Al (0,043) e K (0,033).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método adaptado e proposto neste trabalho para a solubilização das amostras, mostrou-se eficiente para a maioria dos elementos pesquisados, diferindo dos métodos originais sugeridos na literatura (WHITE & DOUTHIT, 1985; MILESTONE COOKBOOK OF MICROWAVE APLICATION NOTES, 1993), quanto a quantidade de amostra tratada e reagentes utilizados, do tempo e no número de etapas de digestão. Observou-se no entanto, a formação de grumos brancos na solução final, evidenciando uma incompleta solubilização da amostra. A explicação para esse fato, deve-se à provável presença de Si na forma de sílica (SiO₂), não solúvel em HNO₃. Esses óxidos têm a propriedade de adsorver metais em sua superfície, acarretando alterações na sua concentração na solução final, gerando resultados erráticos e não reprodutíveis.

As modificações feitas no método foram validadas através da solubilização do material de referência padronizado (SRMs), Citrus leaves. O processo de decomposição ácida desse padrão, pode ser acompanhado pela FIGURA 1, no qual se observa um rápido aumento da temperatura e pressão de 93°C e 130 psi respectivamente, num intervalo de tempo pequeno (7 minutos), correspondendo à decomposição nítrica da matéria orgânica, com a liberação de calor e gases (NO, NO_x, CO, CO₂, H₂, O₂, O_x e vapores de H₂O).

A energia fornecida na cavidade do forno de microondas foi de 270.000 joules. No entanto, parte dessa energia, 85.480 joules, foi consumida no processo de digestão ácida da amostra, sendo o restante refletido internamente no aparelho, não entrando no processo em si. Esse fato sinaliza que novos estudos deverão ser conduzidos, onde os parâmetros tempo e potência deverão ser melhor equacionados em relação à quantidade, ao tipo de amostra e, aos reagentes utilizados neste tipo de solubilização.

VALLILO, M. I. Determinação de nutrientes inorgânicos nas folhas e ramos do *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae), por espectrometria de emissão atômica seqüencial acoplada ao plasma de argônio induzido (ICP-AES).

Os resultados obtidos para o material de referência Citrus leaves (TABELA 1), estão dentro da faixa de concentração dos valores certificados

internacionalmente, evidenciando a validade das adaptações feitas no método de solubilização utilizado para as amostras em questão.

TABELA 1 - Teores de macro e microelementos encontrados pelos métodos adaptado e certificado para o padrão Citrus leaves.*

Elementos	Valores Encontrados	Valores Certificados	Erro relativo
		(g.100g ⁻¹)	(%)
Ca	3,14 ± 0,06	3,15 ± 0,10	- 0,32
Mg	0,57 ± 0,04	0,58 ± 0,03	- 1,72
K	1,86 ± 0,09	1,82 ± 0,06	2,19
P	0,10 ± 0,03	0,13 ± 0,02	- 23,08
		(µg.g ⁻¹)	
Cd	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	- 33,33
Ba	24,00 ± 2,00	21,00 ± 3,00	14,28
Ni	0,70 ± 0,20	0,60 ± 0,30	16,67
Fe	92,00 ± 15,00	91,00 ± 10,00	2,22
Mn	20,00 ± 3,00	23,00 ± 2,00	- 13,04
Cr	0,90 ± 0,30	0,80 ± 0,20	12,50
Cu	13,00 ± 3,00	16,50 ± 1,00	- 21,21
Zn	31,00 ± 2,00	29,00 ± 2,00	6,89
Al	108,00 ± 10,00	92,00 ± 15,00	17,39
Mo	0,20 ± 0,10	0,17 ± 0,09	17,65

(*) Média de 4 valores e respectivos desvios padrões.

Os resultados obtidos na determinação dos elementos inorgânicos nas folhas e ramos do *C. floribundus* constam na TABELA 2. Verificou-se que os valores para os macronutrientes estavam dentro da mesma faixa de concentração para as amostras de folhas e ramos.

O elemento Mn, encontrado em pequenas quantidades (µg.g⁻¹) nos tecidos vegetais apresentou neste caso, teores de macroconstituente (g.100g⁻¹), estando num intervalo de concentração maior para as folhas do que para os ramos, independentemente da época de coleta. Este fato não é comum em espécies vegetais, sendo relatado na literatura

somente altos teores para nozes e cereais (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1993). Os valores mais elevados foram encontrados nos meses sem floração e frutificação da planta (fase de senescência), como podem ser observados na TABELA 2 e na FIGURA 2. Comportamento idêntico foi mostrado para os elementos Mg e P, sendo que no caso do K, houve um aumento nos teores nas fases de inflorescência e frutificação da planta (dezembro a fevereiro) e, uma diminuição na concentração de Ca nas amostras coletadas em setembro, fase sem floração e frutificação da planta (TABELA 2).

VALLILO, M. I. Determinação de nutrientes inorgânicos nas folhas e ramos do *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae), por espectrometria de emissão atômica sequencial acoplada ao plasma de argônio induzido (ICP-AES).

TABELA 2 - Teores de macro e microelementos nas folhas (F) e ramos (R) do *C. floribundus* nas diversas épocas do ciclo fenológico da planta, expressos para 100 g de matéria seca.

Elementos	10/03/92		09/09/92		09/12/92		08/02/93	
	F	R	F	R	F	R	F	R
Ca	1,15 ± 0,04	1,24 ± 0,03	0,69 ± 0,01	0,58 ± 0,01	1,05 ± 0,15	1,45 ± 0,03	0,89 ± 0,01	0,86 ± 0,01
Mg	0,37 ± 0,01	0,28 ± 0,01	0,37 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,37 ± 0,02	0,26 ± 0,01	0,43 ± 0,01	0,18 ± 0,01
K	1,66 ± 0,03	1,15 ± 0,02	1,15 ± 0,01	0,99 ± 0,01	2,06 ± 0,06	1,65 ± 0,05	1,95 ± 0,06	1,30 ± 0,11
P	0,23 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,25 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,24 ± 0,01	0,10 ± 0,01
Mn	0,16 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,10 ± 0,01
	(µg.g ⁻¹)							
Cd	2,22 ± 0,21	4,73 ± 0,07	25,86 ± 0,12	4,08 ± 0,85	1,36 ± 0,39	5,93 ± 0,28	26,78 ± 0,06	4,69 ± 0,26
Ba	23,74 ± 0,01	50,13 ± 0,23	11,39 ± 0,03	5,85 ± 0,40	17,42 ± 0,95	87,97 ± 5,53	11,26 ± 0,01	45,16 ± 0,57
Ni	3,19 ± 0,64	4,21 ± 0,52	3,49 ± 0,16	2,27 ± 0,05	7,49 ± 0,61	6,17 ± 0,66	3,79 ± 0,64	8,03 ± 0,05
Fe	73,38 ± 0,04	49,26 ± 1,87	203,0 ± 0,28	48,73 ± 11,70	101,8 ± 17,0	98,42 ± 21,10	103,4 ± 12,8	154,1 ± 2,40
Cr	1,11 ± 0,22	27,52 ± 0,47	1,49 ± 0,42	<C _L	1,78 ± 1,21	27,46 ± 1,02	26,36 ± 0,50	2,49 ± 0,45
Cu	12,13 ± 0,05	15,67 ± 0,42	29,69 ± 0,23	30,27 ± 0,01	13,02 ± 0,86	14,71 ± 0,08	7,20 ± 0,09	7,09 ± 0,09
Zn	39,50 ± 2,91	28,36 ± 1,64	22,47 ± 0,05	24,99 ± 1,59	28,79 ± 1,51	45,73 ± 2,24	18,33 ± 0,68	30,17 ± 1,02
Al	33,50 ± 41,9	70,66 ± 32,24	164,2 ± 21,2	43,16 ± 1,65	317,9 ± 0,00	77,03 ± 4,28	18,79 ± 10,01	15,66 ± 7,47
Mo	25,85 ± 0,38	<C _L	25,35 ± 0,05	<C _L	26,10 ± 10,10	<C _L	25,18 ± 0,02	0,67 ± 0,11

C_L - Limite de detecção.

VALLILO, M. I. Determinação de nutrientes inorgânicos nas folhas e ramos do *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae), por espectrometria de emissão atômica seqüencial acoplada ao plasma de argônio induzido (ICP-AES).

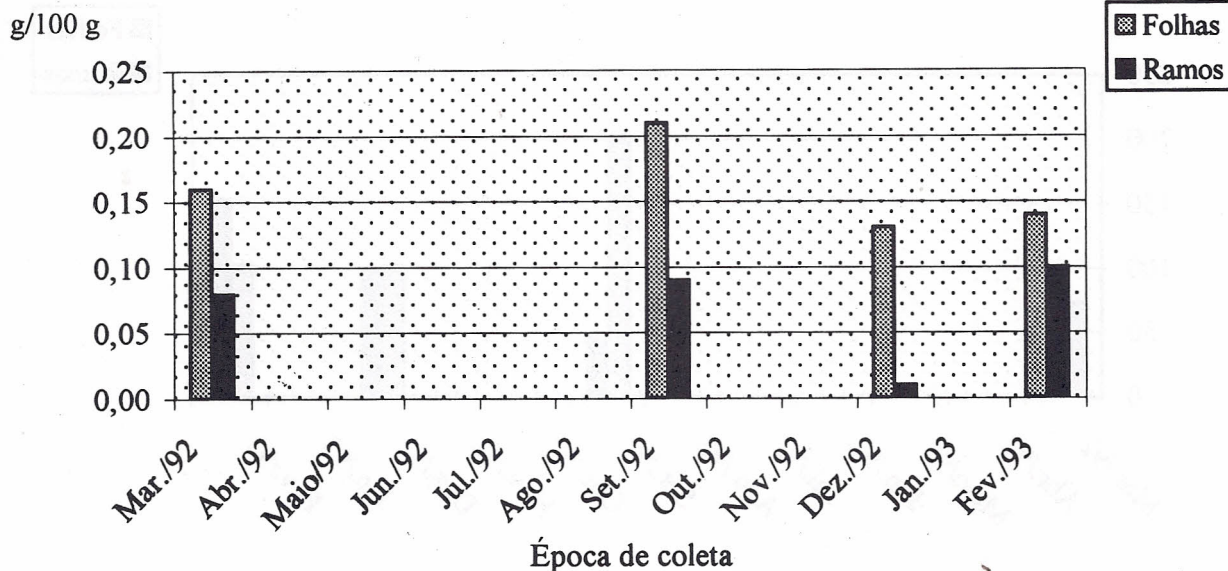


FIGURA 2 - Variação dos teores de Mn nas folhas e ramos do *C. floribundus*, nas diversas épocas de amostragens.

Com relação aos microconstituintes, o elemento Ba apresentou valores três vezes mais elevados nos ramos que nas folhas, exceto para o mês de setembro, período em que a planta está na fase vegetativa (sem floração e frutificação). Este comportamento pode estar relacionado com as fases

fenológicas da planta e para tanto necessitando estudos mais detalhados a respeito (FIGURA 3).

No tocante ao Fe, apresentou valores altos nas folhas em todo o ciclo fenológico da planta, exceto para a fase de frutificação (fevereiro) como mostrado na FIGURA 4.

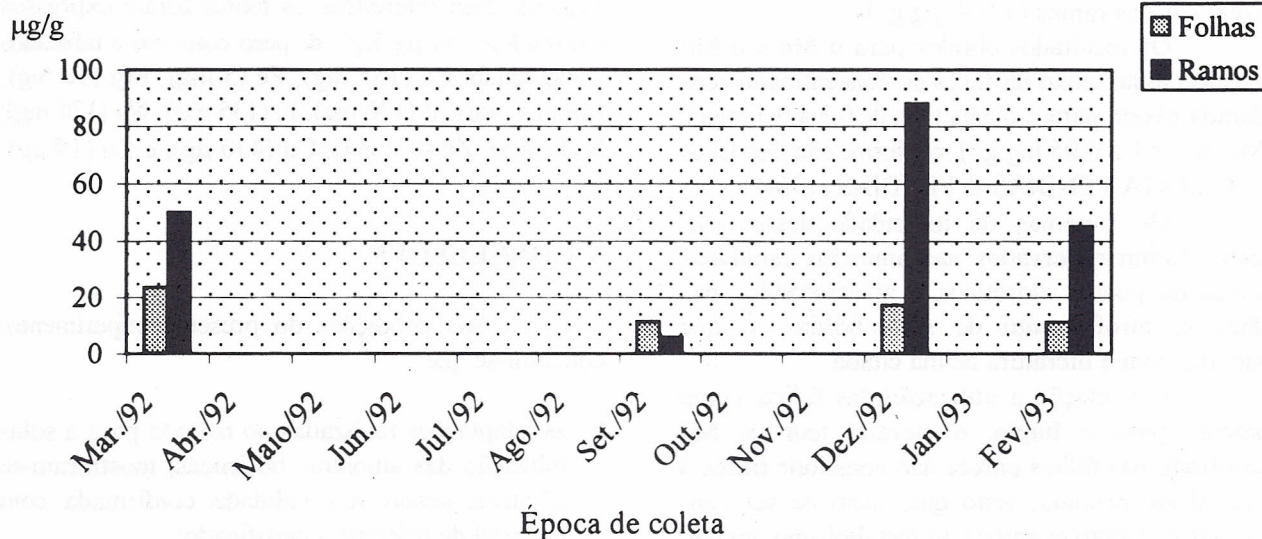


FIGURA 3 - Variação dos teores de bário nas folhas e ramos do *C. floribundus* nas diversas épocas de amostragens.

VALLILO, M. I. Determinação de nutrientes inorgânicos nas folhas e ramos do *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae), por espectrometria de emissão atômica seqüencial acoplada ao plasma de argônio induzido (ICP-AES).

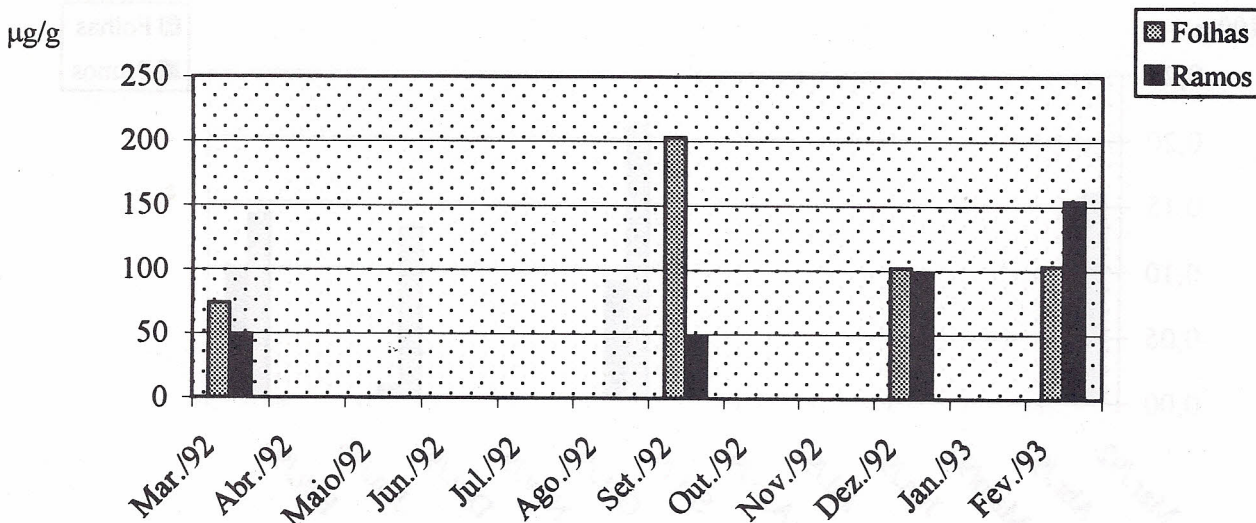


FIGURA 4 - Variação dos teores de ferro nas folhas e ramos do *C. floribundus* nas diversas épocas de amostragens.

Ainda na TABELA 2, pode-se verificar que os elementos Cd, Cr, Cu e Ni, estão na faixa de concentração entre 1 a 30 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ nas folhas e ramos, independentemente da época de coleta, indicando uma heterogeneidade de distribuição desses elementos no material botânico. O mesmo ocorreu com o Al, que apresentou-se em uma faixa de concentração maior para as folhas (17-170 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) do que para os ramos (15-90 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Os resultados obtidos para o Mn e o Mo no tecido foliar estão na faixa de concentração considerada tóxica para a planta (Mn de 0,3 a 0,5 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ e Mo de 0,01 a 0,05 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$), conforme citações feitas por KABATA-PENDIAS & PENDIAS (1984).

Os sintomas de toxicidade desses elementos foram observados nas amostras estudadas através de pontos cloróticos e amarronzados nas folhas e, atrofiamento de suas bordas, o que concorda com a literatura acima citada.

Em relação a utilização das folhas como alimento para o bugio, o elevado teor de Mn encontrado nas folhas parece não constituir riscos à saúde desse primata, visto que, além de ser considerado elemento essencial ao metabolismo animal, apresenta baixa toxicidade em organismos biológicos (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1993). Quanto ao Mo, pouco se sabe sobre seus efeitos em animais silvestres.

Conforme dados reunidos no COMMITTEE ON THE HANDBOOK OF BIOLOGICAL DATA (1954), pode-se inferir que as folhas da espécie estudada, englobam os principais minerais exigidos para as necessidades nutricionais do bugio (*A. fusca*) quando comparados os seus valores, com as quantidades diárias de nutrientes necessárias para a dieta alimentar de macacos do gênero *Rhesus*. Segundo essa referência, os teores foram expressos em $\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ou $\mu\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ de peso corpóreo e tabelados como sendo: Ca (155 mg); Fe (5 mg); Mg (10 mg); Mn (1,6 mg); P (170 mg); K (135 mg); Na (130 mg); S (14 mg); Zn (0,9 mg); Cu (430 μg), e Co (19 μg).

4 CONCLUSÕES

Nas condições do presente experimento, concluiu-se que:

- as adaptações realizadas no método para a solubilização das amostras botânicas, mostraram-se eficazes, sendo sua validade confirmada com material de referência certificado;
- a espécie *C. floribundus* acumula teores mais elevados de Mn nas folhas que nos ramos, independentemente da época de coleta;

VALLILO, M. I. Determinação de nutrientes inorgânicos nas folhas e ramos do *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae), por espectrometria de emissão atômica seqüencial acoplada ao plasma de argônio induzido (ICP-AES).

- c) o *C. floribundus* tem tendência a acumular Fe nas folhas e Ba nos ramos, independentemente da época de coleta, evidenciando uma possível característica da espécie, e
- d) os macro e microconstituintes encontrados nas folhas do *C. floribundus*, estão dentro dos elementos necessários para a dieta alimentar de *A. fusca*.

5 AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Elisabeth de Oliveira pelo acompanhamento do trabalho durante a permanência da autora no Laboratório de Espectrometria de Emissão Atômica do IQ-USP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAITELLO, J. B. *et al.* 1993. Estrutura fitossociológica da vegetação arborea da Serra da Cantareira (SP) - Núcleo Pinheirinho, São Paulo. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 5(2):133-161.
- BEAUCHEMIN, J. C. *et al.* 1994. Plasma emission spectrometry. *Anal. Chem.*, Washington, DC, 66(12):462R-499R.
- BETTINELLI, M.; BARONI, U. & PASTORELLI, N. 1989. Microwave oven sample dissolution for the analysis of environmental and biological materials. *Anal. Chim. Acta*, Amsterdam, 225:159-174.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. 1983. *Folhas SF 23/24. Rio de Janeiro/Vitória*. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia. 780p. (Levantamento de Recursos Naturais, 32)
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. 1993. *Fats, oils and related products*. 2. cd. Rome, FAO/WHO. v. 8. p. 29. (CODEX STAN, 25, 1981)
- COLEY, P. D.; BRYANT, J. P. & STUART CHAPIN III, F. 1985. Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science*, Washington, 230(4728):895-899.
- COMMITTEE ON THE HANDBOOK OF BIOLOGICAL DATA. 1954. *Standard value in nutrition and metabolism*. Errett C. Albritton, ed. Philadelphia, American Institute of Biological Sciences, National Research Council. fasc. 2. 380p.
- GILMAN, L. B. & ENGELHART, W. G. 1989. Recent advances in microwave sample preparation. *Spectroscopy*, Oregon, 4(8):14-21.
- HOLCLAJTNER-ANTUNOVIC, I. D. & TRIPKOVIC, M. R. 1993. Study of matrix effects of easily and non-easily ionizable elements in inductively coupled argon plasma. (Part II). *J. Anal. At. Spectrom.*, London, 8:359-365.
- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. 1984. *Trace elements in soil and plants*. New York, CRC. Press Inc. 315p.
- KINGSTON, H. M. & JASSIE, L. B. 1988. *Introduction to microwave sample preparation; theory and practice*. Washington, DC, America Chemical Society. 236p.
- MILESTONE COOKBOOK OF MICROWAVE APPLICATION NOTES. 1993. *Manual*. Italy. 102p.
- MONTASER, A. & GOLIGHTLY, D. W. 1992. *Inductively coupled plasmas in analytical atomic spectrometry*. New York, VCH. 660p.
- TRIPKOVIC, M. R. & HOLCLAJTNER-ANTUNOVIC, I. D. 1993. Study of the matrix effects of easily and non-easily ionizable elements in an inductively coupled argon plasma. (Part I). *J. Anal. At. Spectrom.*, London, 8:349-357.
- VASCONCELLOS, L. E. M. & AGUIAR, O. T. 1982. A alimentação de *Alouatta fusca* Geof. (PRIMATES, CEBIDAE). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos de Jordão-SP, set. 12-18, 1982. *Silvic. São Paulo*, São Paulo, 16A:1727-172. *Anais...* Pt. 3. (Edição Especial)
- WHITE, R. T. Jr. & DOUTHIT, G. E. 1985. Use of microwave oven and nitric acid-hydrogen peroxide digestion to prepare botanic materials for elements analysis. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, Washington, DC, 68(4):766-769.