

# BIOGEOQUÍMICA DE ELEMENTOS-TRAÇO (ETR e Ti) EM CERRADO DESENVOLVIDO SOBRE O MANTO DE INTEMPERISMO DAS ROCHAS ALCALINO-CARBONATÍTIAS DO COMPLEXO DE SALITRE, MG.

Ceccantini, G.C.T.<sup>1</sup>, Figueiredo, A. M. G.<sup>2</sup>, Sondag, F.<sup>3</sup>, Soubiès, F.<sup>3,4</sup>, Melfi, A. J. M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Anatomia Vegetal, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, IB/USP.

<sup>2</sup> Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN/CNEN-SP

<sup>3</sup> Laboratoire de Formations Superficiales, UR-12, TOA, ORSTOM, Bondy, França

<sup>4</sup> Laboratoire de Minéralogie, Université Paul Sabatier, UPS, Toulouse, França

<sup>5</sup> Departamento de Geofísica do Instituto Astronômico e Geofísico, IAG/USP e Núcleo de Pesquisa em Geoquímica e Geofísica da Litosfera, NUPEGEL/USP.

## Introdução

O complexo ultramáfico-alcálico de Salitre, localizado nas proximidades da cidade de Patrocínio, (MG) e constituído, principalmente, por piroxenito micáceo (bebedourito), peridotito e carbonatitos, faz parte da Província alcalino-carbonatítica do Alto Paranaíba, de idade cretácica superior (Ulbrich & Gomes, 1981).

O intemperismo químico profundo dessas rochas deu origem a uma espessa cobertura laterítica (50-100m), que recobre a maior parte do complexo. Encravada neste manto laterítico ocorre uma importante depressão pantanosa (Lagoa Campestre), entulhada por sedimentos cenozóicos.

O estudo da cobertura laterítica (solo e alterita), nas proximidades da Lagoa Campestre, evidenciou a existência de uma paragênese complexa formada por hematita, goethita, gibbsita, caolinita, quartzo, anatásio, apatita, crandalita, perovskita e calzirtita. Devido à existência desta mineralogia particular, a cobertura laterítica apresenta altos teores em  $TiO_2$  (>30%), ETR (>5%Σ  $R_2O_3$ ),  $ZrO_2$  (>1%) e  $Nb_2O_5$  (>1%).

Sobre esta cobertura de intemperismo ocorre um mosaico de fisionomias de floresta estacional semi-decídua e cerrado, altamente modificado pela atividade humana (cafeicultura, pastagem, carvoaria, etc).

O clima da região é tropical, caracterizado por temperatura média anual de aproximadamente 20°C e pluviosidade de 1500 mm/ano, distribuída em duas estações distintas, sendo uma seca de julho a novembro e outra úmida de dezembro a maio.

Foi objetivo do presente trabalho verificar o papel que a vegetação de cerrado apresenta na dispersão secundária de alguns elementos-traço, em particular os ETR e o Ti.

## Material e métodos

No presente trabalho foram determinados os teores de elementos-traço nas espécies vegetais, mais representativas do cerrado local, e nos diferentes horizontes de um perfil latossólico, solo dominante na região estudada. A amostragem (plantas e solos) foi realizada em uma área situada à margem da Lagoa Campestre com cobertura secundária de cerrado "sensu stricto".

## Plantas

As amostras de plantas foram coletadas durante a estação seca (agosto 1993). Foram selecionadas 14 das espécies mais frequentes (7 árvores, 5 arbustos, 2 ervas) com ampla variação de grupos botânicos (1 pteridófito, 12 famílias de angiospermas). Foram coletadas folhas, caules e raízes (caules e raízes ainda não analisados) de maneira a obter-se 50-100 g de matéria vegetal seca. As identificações foram confirmadas por "vouchers" incluídos no herbário SPF. Cada amostra foi lavada sucessivas vezes em água deionizada, sendo posteriormente seca e triturada. O material moído foi colocado em cadinhos de porcelana, seco a 105 °C por 24 h, pesado e calcinado em mufla (450 °C por 12 h). As cinzas foram pesadas e divididas para Análise por Ativação Neutrônica (AAN) e ICP-AES.

Para AAN, as amostras de cinzas e os padrões foram lacrados individualmente em pacotes de polietileno, e irradiados por 8 horas em fluxo de nêutrons térmicos de  $10^{12} \text{ ncm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , no reator IEA-R1 do IPEN/CNEN-SP. As contagens foram feitas em um detector de Ge hiperpuro, com resolução de 1,90 KeV para o pico 1332 KeV do  $^{60}\text{Co}$ , conectado a uma placa ORTEC ACE 8K. Para as análises dos espectros foi empregado o programa VISPECT, desenvolvido no IPEN. Foram feitas duas séries de medidas, após 5 e 20 dias da irradiação. Os materiais de referência utilizados foram "citrus leaves", "pine needles" (USGS).

Corpos de prova de madeira (1 cm x 1 cm x 1 cm) foram polidos com navalhas, tratados com hipoclorito de sodio, metalizados e observados em MEV acoplado à microsonda EDS.

## Solo

Os diferentes horizontes do solo foram analisados quimicamente. Os elementos maiores foram determinados por ICP-AES, apos fusão com  $\text{LiBO}_4$  e diluição em  $\text{HNO}_3$  2N, enquanto que os elementos-traço, incluindo os ETR, foram determinados por ICP-AES, apos digestão mista por  $\text{HClO}_4$ -HF.

## Resultados e discussão

Os valores de ETR nas diferentes amostras de plantas estão assinalados na Tabela 1. Devido à grande homogeneidade dos teores de ETR nos diferentes horizontes do solo (Tabela 2) os valores de ETR obtidos para plantas foram normalizados em relação aos valores médios encontrados nas amostras de solos (Figura 1).

O teor absoluto de ETR nas cinzas dos vegetais é elevado, como seria de se esperar em plantas que crescem em solos onde os teores destes elementos são elevados. Entretanto, estes valores se situam dentro da faixa usual observada por outros autores (YLIRUKANEN, 1975; ICHIASHI et al., 1992). *Diandrostachia chrysotrix* é a espécie que possui teores mais elevados em ETR. É uma gramínea que forma touceiras de aproximadamente 1m de diâmetro, com raízes fasciculadas de até 50 cm de profundidade. Como se trata de uma das espécies dominantes no estrato herbáceo na região da Lagoa Campestre, supõe-se que deve desempenhar um papel muito importante na ciclagem dos ETR na região.

Para algumas espécies de plantas, um fraco fracionamento para Ce e ETRP foi observado.

Os teores dos demais elementos-traço analisados são apresentados na Tabela 3.

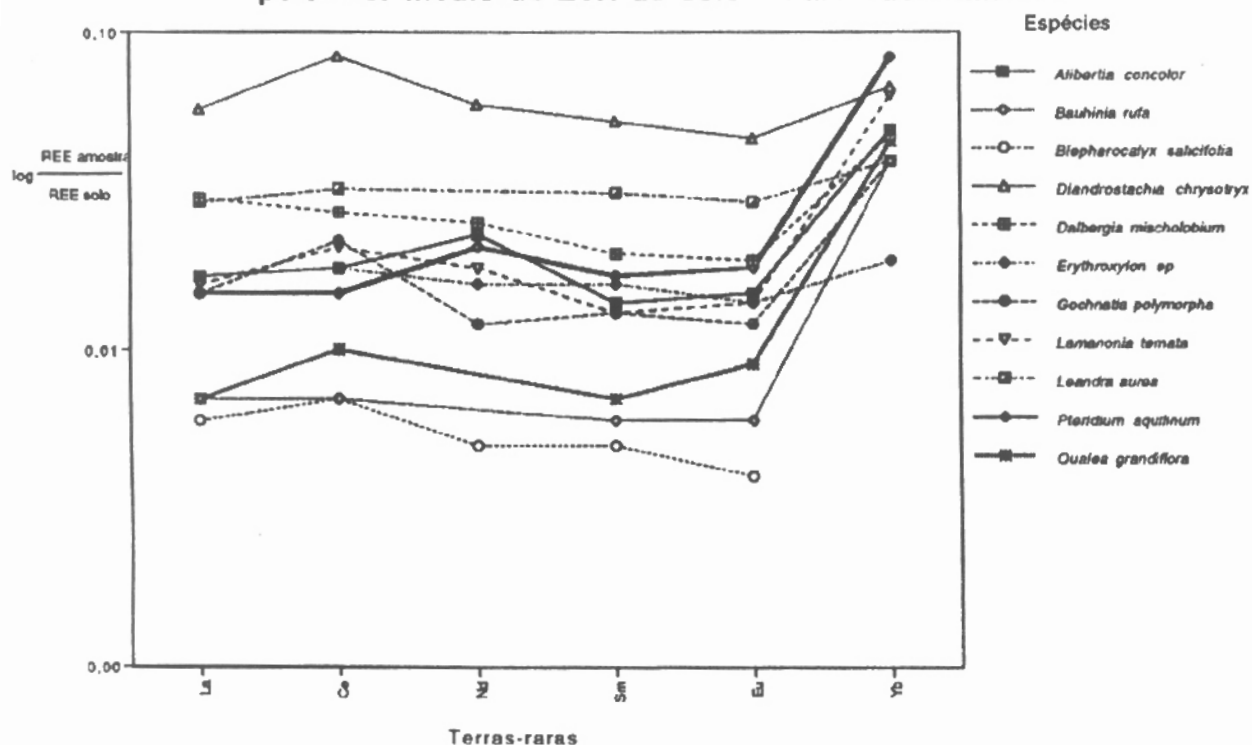
Os altos teores em titânio apresentados pela *Alibertia concolor*, *Gochnatia polymorpha*, *Lamanonia ternata* e *Qualea grandiflora* indicam, provavelmente, que essas espécies são acumuladoras de Ti. De fato, o gênero *Qualea*, bem como as demais Vochysiaceae, são conhecidos como acumuladores de alumínio.

Foram observadas mineralizações intracelulares, provavelmente silicatos e oxalatos, associadas a acumulação de Ti. As mineralizações apresentam algumas feições microcristalinas semelhantes às concreções observadas nas turfas existentes na região. A definição da estrutura e composição dessas mineralizações requer ainda estudos específicos, que se encontram em andamento.

## Bibliografia

- ICHIASHI, H. et al., 1992, *Environ. Pollut.*, 76: 157-162;  
ULBRICH, H e GOMEZ, C.B., 1981, *Earth Sci. Rev.*, 17: 135-154  
YLIRUKANEN, I., 1975, *Ann.Acad.Scient. Fenn.*, Ser. A2, 176: 28 p.

**Figura 1- Teores de ETR das cinzas de plantas do cerrado normalizados pelo teor medio de ETR do solo da area do lisimetro**



**Tabela 1. Teores de ETR nas cinzas das plantas do cerrado nas imediações da Lagoa Campestre, Salitre.**

Species	ELEMENTOS TERRAS RARAS							
	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
<i>Alibertia concolor</i>	12,0	25,00	13,00	1,40	0,34	0,18	0,30	0,05
<i>Bauhinia rufa</i>	5,3	10,00		0,57	0,14	0,11	0,24	
<i>Blepharocalyx salicifolia</i>	13,0	33,00	13,00	1,30	0,35	0,12	0,30	0,06
<i>Dalbergia mischobolium</i>	21,5	36,70	14,00	1,90	0,43	0,15	0,29	0,04
<i>Diandrostachia chrysotryx</i>	41,0	115,00	33,00	5,00	1,03	0,45	0,41	0,08
<i>Erythroxyton sp</i>	12,0	24,00	9,00	1,50	0,30	0,11	0,12	0,02
<i>Gochnatia polymorpha</i>	11,0	30,00	7,00	1,30	0,27		0,24	0,05
<i>Lamanonia ternata</i>	11,6	29,00	10,00	1,30	0,31	0,13	0,39	0,01
<i>Leandra aurea</i>	21,0	44,00		3,00	0,64	0,18	0,24	0,04
<i>Pteridium aquilinum</i>	11,0	21,00	12,00	1,60	0,40	0,60	0,51	0,10
<i>Qualea grandiflora</i>	5,3	14,00		0,65	0,21		0,28	0,08

**Tabela 2. Teores de ETR (ppm) nos diferentes horizontes (profundidade em cm) do perfil latossólico das imediações da Lagoa Campestre, Salitre e valores médios para os solos da região**

<b>Horizontes</b>	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Nd</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Dy</b>	<b>Er</b>	<b>Eb</b>
<b>0 - 10</b>	653	1204	487	85	19	28	26	5
<b>10 - 25</b>	677	1260	516	89	20	30	27	5
<b>25 - 45</b>	715	1319	550	93	22	31	28	5
<b>45 - 85</b>	729	1352	551	96	22	34	29	5
<b>85 - 120</b>	727	1329	545	88	21	32	33	5
<b>Média dos solos das imediações (N = 20)</b>	725	1370	563	97	22	36	33	6

Tabela 3. Teores de elementos - traço nas cinzas de plantas do cerrado nas imediações da Lagoa Campestre, Salitre, MG

Espécies	Elementos - traço																	
	Na %	K %	Rb ppm	Cs ppm	Mg %	Ca %	Sr ppm	Ba ppm	Sc ppm	Ti ppm	Zn ppm	Hf ppm	Co ppm	P %	Th ppm	U ppm	Ash % dm	Ti ppm dm.
<i>Alibertia concolor</i>	0.12	12.2 0	217	15.0	4.65	13.5 7	259 1	491 9	2.5	278	192	1.10	1.6	11.3 0	2.5		5.44	15
<i>Bauhinia rufo</i>	0.08	3.52			1.78	10.2 3	624	612 2		94	569			7.48			5.44	5
<i>Blepharocalyx salicifolia</i>	0.20	17.8 7	214	18.0	4.78	10.1 0	195 5	153	2.3	666		1.23	3.4	3.78	2.3	0.64	0.97	6
<i>Dalbergia miscolobium</i>	0.21	14,8 7	451	28,0	7,61	18,3 0	518 6	167 1	2.3	668	631	0.75	7.8	5.42	2.4	0.32	1.03	7
<i>Dianthrostachia chrysothrix</i>	0.26	6,64	286	41,0	1,51	3,12	221	930	4.4	138	230	2.70	6.7	4.28	7.4	1.30	3.33	5
<i>Erythroxylon sp</i>	0,09	2,06	72	12,0	1,63	4,74	137	191 8	1.5	46	109	0,61	1,6	4,40	2,3	0,32	1,21	1
<i>Gochnatia polymorpha</i>	0.23	18,4 4	540	13,4	4,52	9,20	466	233 7	1,6	876	980	0,82	2,2	3,20	2,1	0,40	3,09	27
<i>G. polymorpha - stem</i>	0,17	21,9 0			4,73	7,42	112 4	273 4		131 0				4,79				
<i>Lamnoria ternata</i>	0.23	15,9 2	251	6,0	6,45	17,3 8	421 1	210 1	2,6	971		1,07	11,4 0	8,32	2,7	1,30	3,28	32
<i>Leanda aurea</i>	0.05	4,47			2,40	10,8 2	158 3	459 3		75				2,28			5,44	4
<i>Pteridium aquilinum</i>	0.14	5,82	761	0,4	2,22	4,33	245	148 7	1,3	44	199	2,70	2,3	3,76	1,6	0,37	2,52	1
<i>Qualea grandiflora</i>	0.13	11,3 4	274	33,0	1,96	7,14	321 1	997	0,5	469		0,52	1,4	6,04	1,4	0,48	4,23	20
<i>Rapanea cf lancifolia</i>	0.24	25,6 4			6,52	12,6 6	139 4	470		433				2,95			3,28	14
<i>Stryphnodendron sp</i>	0.18	22,9 5			7,93	9,81	908	334		376				6,69			3,23	12
<i>Zanthoxylon obscurum</i>	0.13	22,3 2			5,65	9,64	252 4	154		292				8,13			6,67	19