

AValiação dos Teores Totais de Terras Raras em Alguns Solos. Daniel Vidal Pérez ¹; Marcelo Francisco Costa Saldanha ¹; Neli do Amaral Meneguelli ¹; Josino Costa Moreira ²; Delmo Santiago Vaitsman ³; EMBRAPA-CNPS, Rua Jardim Botânico, 1024, cep.22460-000, Rio de Janeiro, RJ, e-mail: daniel@cnps.embrapa.br; FIOCRUZ-CESTEH, cep.21045-900; UFRJ-CT-IQ-DQA, cep.21949-900

Palavras chave: lantanídeos

Os elementos químicos denominados Terras Raras são em número de quinze, pertencem ao subgrupo IIIB da tabela periódica (Série dos Lantanídeos) e apresentam número atômico entre 57 e 71. Desses, só o Promécio (Pm) não ocorre naturalmente.

O estudo das Terras Raras é importante na interpretação de vários processos geoquímicos e pode ser utilizado na avaliação do risco de contaminação ambiental pela atividade humana. Contudo, poucas são as pesquisas sobre esses elementos em solos.

O objetivo do trabalho é, portanto, determinar o teor de Terras Raras (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) em horizontes diagnósticos superficiais (A) e subsuperficiais (B) e correlacioná-lo com outras propriedades dos solos.

Foram selecionados quinze perfis da soloteca da EMBRAPA-CNPS, cuja classificação e localização encontram-se na tabela 1.

Tabela 1: Classificação e localização dos quinze perfis de solos selecionados.

Classificação	Localização (Município, Estado)
Podzólico Vermelho-Amarelo	Tibagi, PR
Podzólico Vermelho-Amarelo	Carmópolis, SE
Podzólico Vermelho-Amarelo	Campo Alegre, AL
Podzólico Vermelho-Amarelo	Boa Vista, RR
Podzólico Vermelho-Amarelo	Tefé, AM
Latossolo variação Una	São Gotardo, MG
Latossolo Vermelho-Escuro	Goianópolis, GO
Gley Húmico	Planaltina, DF
Latossolo Bruno/Roxo	Xanxerê, SC
Latossolo Amarelo	Acará, PA
Brunizem	Corumbá, MS
Latossolo Bruno	S. Francisco de Paula, RGS
Podzólico Vermelho-Escuro	Rio Branco, AC
Podzólico Vermelho-Escuro	Catende, PE
Podzol Hidromórfico	Quissamã, RJ

Adotou-se a digestão com “água régia” e a determinação das Terras Raras foi realizada segundo a técnica de espectrometria de massa com fonte de plasma (ICP-MS). O equipamento utilizado foi o ELAN 5000 (Sciex - Perkin Elmer) da PUC-RJ e o método de calibração o “Totalquant”, onde a atualização dos fatores de resposta ($\text{ions.seg}^{-1} \cdot [\text{mg/kg}]^{-1}$) foi feito com uma solução multielementar de 32 elementos.

Os elementos Terras Raras são normalmente divididos em dois grupos: os “leves” (“light”), que são representados por La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu; e os “pesados” (“heavy”), que são os restantes. Os teores das Terras Raras “leves” são, em geral, maiores do que o das Terras Raras “pesadas”, fato que pôde ser constatado em todas as amostras analisadas. Já a relação entre os elementos “leves” e o “pesados”, que variou entre 18,6 e 176,6, foi, em média, bem superior ao que se encontra na literatura.

Os valores máximos e mínimos, além da média aritmética, obtidos para as trinta amostras analisadas encontram-se nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Valores máximos, mínimos e média aritmética dos resultados obtidos para as trinta amostras de solo, quinze de horizonte A e quinze de horizonte B, analisadas para os seis elementos Terras Raras “leves”.

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
----- µg/kg -----						
Mínimo ^(A)	10,47	33,08	1,08	1,36	0,26	0,03
Máximo ^(A)	32.320,00	53.220,00	5.043,00	16.330,00	2.224,00	533,40
Média ^(A)	9.033,35	18.360,63	1.246,25	3.873,52	522,18	108,24
Mínimo ^(B)	34,74	179,10	5,13	16,37	2,48	0,42
Máximo ^(B)	50.950,00	62.620,00	8.315,00	26.080,00	3.454,00	810,00
Média ^(B)	12.240,21	21.587,39	1.707,06	5.249,30	699,25	148,63

(A) quinze amostras de horizonte A; (B) quinze amostras de horizonte B.

Tabela 3: Valores máximos, mínimos e média aritmética dos resultados obtidos para as trinta amostras de solo, quinze de horizonte A e quinze de horizonte B, analisadas para os oito elementos Terras Raras “pesados”.

	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
----- µg/kg -----								
Mínimo ^(A)	0,29	0,03	0,10	0,02	0,04	ND	ND	ND
Máximo ^(A)	1.489,00	171,30	800,30	151,20	387,90	47,78	300,70	38,95
Média ^(A)	357,27	42,01	180,04	30,48	76,60	8,85	55,12	7,21
Mínimo ^(B)	1,46	0,14	0,52	0,08	0,18	0,02	0,12	0,01
Máximo ^(B)	2.214,00	239,10	998,00	158,50	401,00	41,79	267,80	34,69
Média ^(B)	444,11	52,09	219,87	36,57	94,29	10,78	68,74	8,97

(A) quinze amostras de horizonte A; (B) quinze amostras de horizonte B.

ND = não determinado por estar abaixo dos limites de detecção

O conteúdo total de Terras Raras variou entre 60,09 a 152.763,08 µg/kg, sendo, em média, menores que os valores encontrados em alguns solos da China (entre 134 e 588 mg/kg) e do Japão (entre 47 e 107 mg/kg).

Com respeito à variação em profundidade, todos os quatorze elementos analisados mostraram uma franca tendência em se concentrar no horizonte B, o que sugere uma relação com a argila ou o ferro, conforme já observado por outros autores. Considerando todas as trinta

amostras analisadas, encontraram-se correlações positivas e altamente significativas ($P < 0,001$) tanto entre o teor de ferro e o de Terras, como também entre o teor de argila e o de Terras Raras, corroborando, assim, a observação anterior (Tabela 4).

Tabela 4: Coeficiente de correlação de Pearson (r) calculado entre os elementos Terras Raras (divididos em Total, “Leves” e “Pesados”) e os teores de argila e ferro das trinta amostras em estudo.

	“Leves”	“Pesados”	Total
Argila	0,6563 ***	0,4933 **	0,6543 ***
Ferro	0,8515 ***	0,7309 ***	0,8514 ***

** significativo a 99%; *** significativo a 99,9%

Duas importantes regras, derivadas de outros trabalhos em solo e rocha, também puderam ser constatadas em todas as amostras: 1) Terras Raras, cujos valores do peso atômico são pares, tendem a ser mais abundantes que os seus vizinhos ímpares; 2) a abundância das Terras Raras diminui com o aumento do peso atômico, tanto para os pares como para os ímpares. As tabelas 2 e 3 ilustram bem essas duas observações.

Como alguns autores sugerem que o conteúdo total de qualquer elemento no material de origem reflete no seu conteúdo no solo, buscou-se relacionar a presença, em maior ou menor teor, das Terras Raras, divididas em “leves” e “pesadas”, com o material de origem descrito na classificação dos perfis.

De maneira geral, observa-se que os maiores teores obtidos dos elementos Terras Raras “pesados” ($> 1\text{mg/kg}$), tanto no horizonte A como no B, estão associados aos solos cujo material originário descrito é basalto ou migmatito. Os menores valores estão relacionados, em sua maioria, a solos derivados de sedimentos ou rochas sedimentares.

Os elementos Terras Raras “leves” apresentam comportamento similar, sendo que os maiores teores ($> 40\text{mg/kg}$), além de serem encontrados em solos originados de basalto e migmatito, também são encontrados em um solo derivado de tufito. Os menores valores também estão associados, mais frequentemente, a solos derivados de sedimentos ou rochas sedimentares.