

# Partição Geoquímica do $^{137}\text{Cs}$ em Solos Altamente Intemperados

Guilherme de Rezende Souza e Maria Angélica Vergara Wasserman  
Instituto de Engenharia Nuclear - IEN

## INTRODUÇÃO

Os Latossolos, juntamente com Nitossolos e Argissolos, compõem a categoria dos solos denominados altamente intemperizados. Estes solos, típicos do clima tropical úmido, diferem dos solos de regiões temperadas principalmente em sua mineralogia, pois apresentam essencialmente argilas de baixa atividade, dominadas por óxido-hidróxidos de ferro e alumínio e minerais silicatados do tipo 1:1 (caulinita), em contraste com as argilas de elevada atividade (do tipo 2:1) presentes em quantidades significativas nos solos menos intemperizados e com elevado potencial de sorção. Desse modo, a composição da fração argilosa de um solo pode influenciar significativamente o destino de poluentes, isto é, sua fitodisponibilidade, sorção e transporte. A metodologia de extração química sequencial tem sido uma das ferramentas analíticas utilizadas para se verificar a partição relativa de poluentes entre os diversos componentes do solo e sua mobilidade e fitodisponibilidade potencial [1]. Essa partição fornece uma avaliação da percentagem da concentração total dos elementos que se encontram associados a compostos como a matéria orgânica, os carbonatos, os óxidos de Fe, etc., podendo ser liberados para o meio aquoso e/ou incorporados em organismos vivos, de acordo com as condições físico-químicas predominantes no meio.

## OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar, através da extração química sequencial, a mobilidade potencial e a fitodisponibilidade do  $^{137}\text{Cs}$  em solos brasileiros altamente intemperizados, considerando o efeito das propriedades dos solos na evolução temporal destes processos.

## METODOLOGIA

Para este estudo foram selecionados os seguintes solos: Latossolo com predominância de gipsita na fração argilosa (Latossolo-Al); Latossolo, com predominância de hematita (Latossolo-Fe); Nitossolo e Argissolo. O Nitossolo estudado foi coletado na área subtropical do Brasil, não sendo, portanto considerado um típico solo altamente intemperizado, como os demais. Todos os solos foram contaminados com  $^{137}\text{Cs}$ , porém em épocas diferentes. A evolução temporal da partição geoquímica foi avaliada com interstício de 2 anos entre a primeira e a segunda extração. A definição operacional do protocolo de extração sequencial utilizado está descrita em Wasserman et al. [1]. A interpretação geoquímica das fases consideradas está resumida na tabela I. A determinação do  $^{137}\text{Cs}$  nas amostras de solo e de solução do solo foi realizada por espectrometria gama utilizando um detector de Ge hiperpuro. As análises pedológicas foram efetuadas nos laboratório de fertilidade dos solos da EMBRAPA-SOLOS.

**Tabela I.** Condições físico-químicas e interpretação geoquímica correspondente às fases de extração.

Fases	Condições físico-químicas	Interpretação geoquímica
Levemente ácida	pH=5	Elementos fitodisponíveis
Facilmente redutível	Deficiente em $\text{O}_2$	Elementos associados aos óxidos de Mn
Oxidável	Rico em $\text{O}_2$	Elementos associados à matéria orgânica lábil
Alcalina	pH=12	Elementos associados aos óxidos de Fe e à matéria orgânica mais refratária
Resistente (tempo pedológico)	Fortemente ácido	Elementos associados à compostos mais refratários

## RESULTADOS

De acordo com esta tabela II podemos verificar que, com exceção do Nitossolo, esses solos apresentam propriedades típicas de solos altamente intemperizados, a saber: ausência de argilas de alta atividade, baixos teores de nutrientes, baixo pH e baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e matéria orgânica (MO).

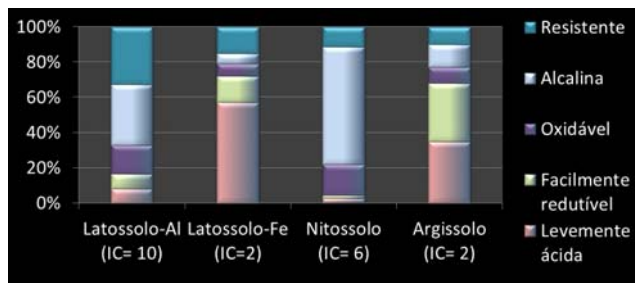
**Tabela II.** Propriedades químicas e físicas dos solos estudados

	Latossolo- Al	Nitossolo	Latossolo- Fe	Argissolo
Argilo- minerais	Gipsita, caulinita	Hematita, goetita, vermiculita	Hematita goethita	Caulinita
<sup>137</sup> Cs **	7.0E+03	6.8E+03	7.1E+03	3.3E+03
IC (anos)	10	6	2	2
K trocável*	0.12	0.18	0.06	0.08
Ca trocável*	3.9	4.0	0.8	1.0
CTC*	4.8	6.1	5.2	6.3
pH em KCl	6.3	4.2	4.5	5.4
MO (%)	2.1	2.1	1.6	0.5
Argila (%)	18	49	77	9
Areia (%)	71	10	19	82
Al O <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	11	10	30	4
Fe O <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	3	13	23	2

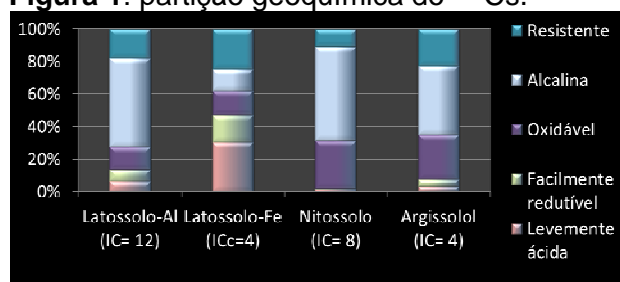
\* Unidades em cmol kg<sup>-1</sup>; \*\* Bq kg<sup>-1</sup>; IC= idade da contaminação

De acordo com os resultados apresentados nas Figuras 1 e 2, ambos os Latossolos apresentam elevado percentual de <sup>137</sup>Cs prontamente disponível para as plantas (fase ligeiramente ácido) vários anos após a contaminação e sua partição evolui com o tempo, favorecendo a associação do <sup>137</sup>Cs com os óxidos de Fe e compostos orgânicos refratários. A fitodisponibilidade do <sup>137</sup>Cs no Nitossolo é baixa (~1%) com discreta evolução no tempo da partição, provavelmente devido à presença neste solo, de vermiculita: mineral argiloso do tipo 2:1, capaz de realizar de modo irreversível a fixação do <sup>137</sup>Cs. A importante diminuição observada na concentração de <sup>137</sup>Cs fitodisponível no Argissolo, entre os dois

períodos analisados, foi atribuída à textura arenosa deste solo (tabela II), que pode determinar uma absorção rápida de raiz ou perda de radionuclídeo para camada mais profunda dos solos, devido à baixa capacidade de sorção da fração arenosa.



**Figura 1:** partição geoquímica do <sup>137</sup>Cs.



**Figura 2:** Evolução no tempo da partição geoquímica do <sup>137</sup>Cs.

## CONCLUSÕES

O envelhecimento da contaminação modificou a partição geoquímica do <sup>137</sup>Cs nos solos altamente intemperizados, favorecendo o aumento da concentração de <sup>137</sup>Cs nas fases alcalinas e resistentes, evidenciando a importância de óxidos de ferro e de compostos orgânicos mais refratários como suporte geoquímico para o <sup>137</sup>Cs na ausência de argilo-minerais do tipo 2:1.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Wasserman, M.A.V.; Kedziorek, MAM et al., 2008. A Single Chemical Extraction Scheme for the Simultaneous Evaluation of the Potential Mobility of Metalloid (As) and Metallic Elements (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) in Contaminated Soils and Mine Wastes. In: Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security. Springer, v. 1, p. 263-280.

**APOIO FINANCEIRO AO PROJETO:**  
CNPq