

# **AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO CHUMBO EM SOLO DE SANTO AMARO DA PURIFICAÇÃO (BA) APÓS A APLICAÇÃO DE FOSFATO**

- ✓ **Luiz Carlos Bertolino (CETEM)**
- ✓ Maria Luiza Marques Kede (UERJ)
- ✓ Alexandre Malta Rossi (CBPF)
- ✓ Daniel Pérez Vidal (EMBRAPA-Solos)
- ✓ Elena Mavropoulos (CBPF)
- ✓ Josino Costa Moreira (FIOCRUZ)

[icbertolino@cetem.gov.br](mailto:icbertolino@cetem.gov.br)

# **Estudo de caso 1: Latossolos contaminados artificialmente por chumbo e tratados com fosfatos**

## **Objetivo do tratamento do solo com fosfatos**

- ▶ Analisar o comportamento do Pb em solos contaminados antes e após tratamentos com rocha fosfatada brasileira e ácido fosfórico. Estes tratamentos visam imobilizar o chumbo em fases mais estáveis quimicamente diminuindo a sua biodisponibilidade.

- ▶ Os solos foram submetidos a três tratamentos:  
(T1) ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ );  
(T2) Rocha fosfatada (RF);  
(T3) Mistura de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e rocha fosfatada.
- ▶ Nos tempos de 60, 120 e 270 dias após os tratamentos foram coletas alíquotas dos solos para análises.

# Tratamentos dos solos

Tratamentos dos Latossolos		
Fontes de fósforos	Número de vasos/Solo	
	LA	LV
T0 - contaminado (controle)	5	5
T1 - H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	5	5
T2 - rocha fosfatada	5	5
T3 - 50% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + rocha	5	5
Total	20	20



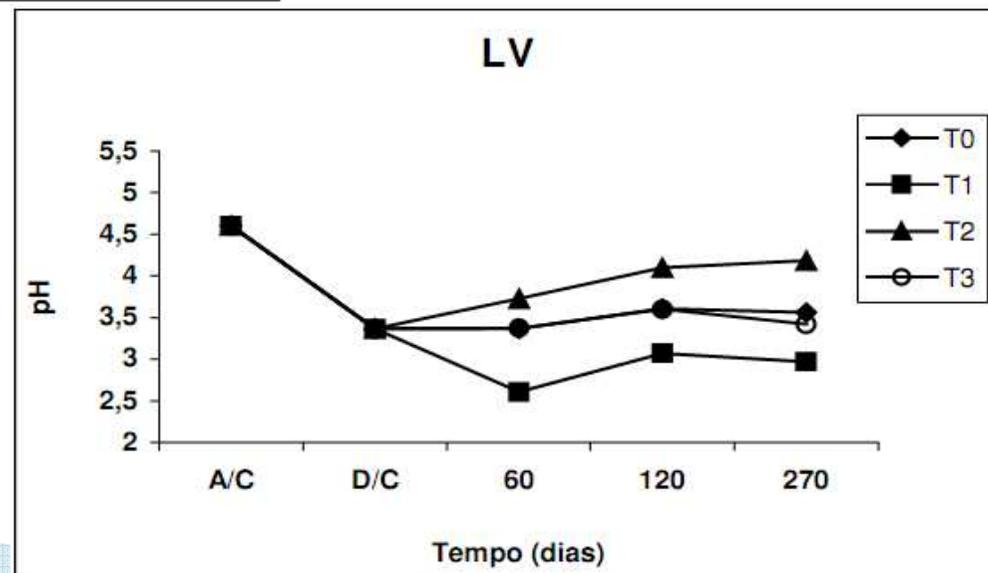
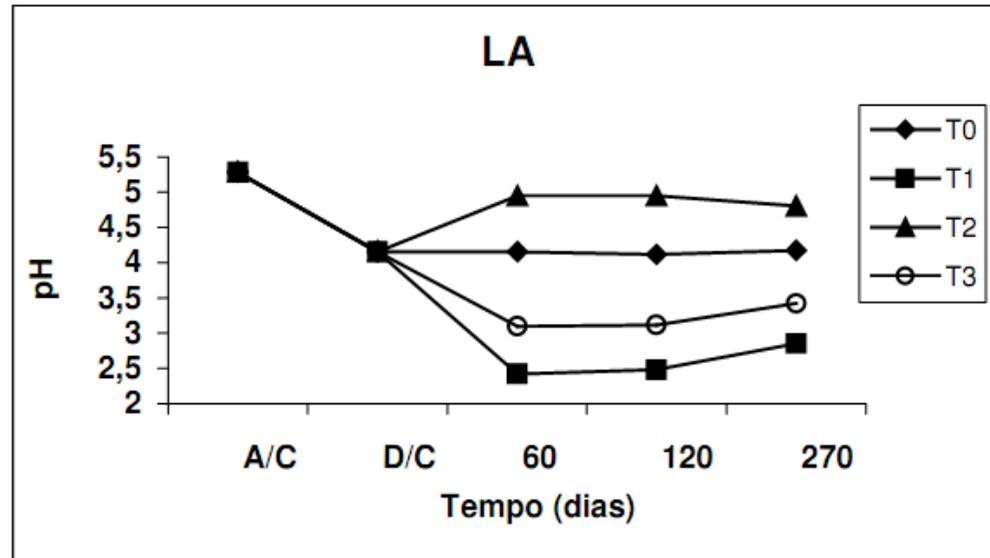
**Latossolos do RJ (LA) e da região de Lavras (LV).**

Kede, 2011

# Análises físicas e químicas dos solos

Solos	Composição granulométrica da TFSA (g/kg)			FeO g/kg	C. org. g/kg	CTC cmolc /kg		
	Areia	Silte	Argila					
LA	366	154	480	47,4	2,6	3,1		
LV	198	162	640	104,0	34,4	15,5		
Solos	Complexo sortivo cmolc/kg					pH água	Cap. Cam	MnO mg/kg
	Ca + Mg	H	Al	Na	K			
LA	1,8	1,1	0,1	0,04	0,1	5	20,8	72,5
LV	0,8	13,2	1,3	0,02	0,18	4,5	26,7	273,0

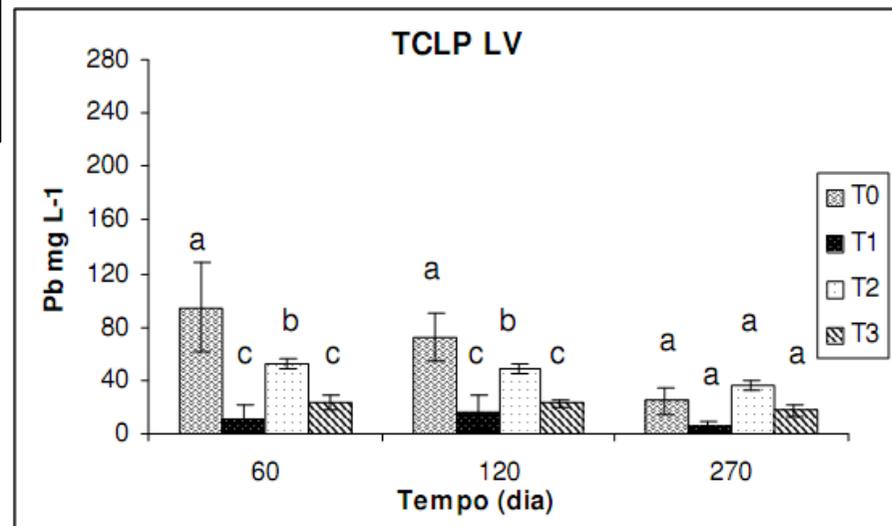
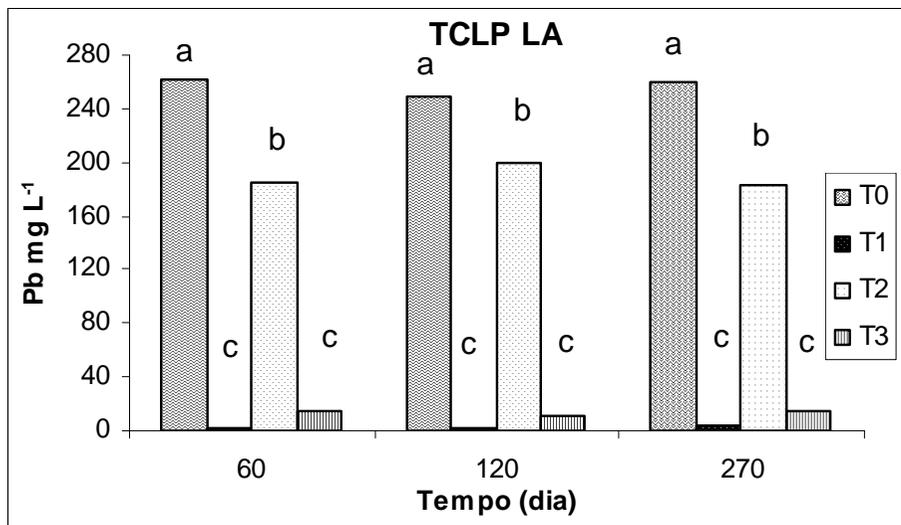
# pH dos solos



## Teste de mobilidade do metal - Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)

- ▶ Objetivo: determinar a mobilidade de um material presente num rejeito para definir o grau de perigo oferecido a saúde.
- ▶ Limite máximo na solução extratora: 5 mg Pb/L (EPA).

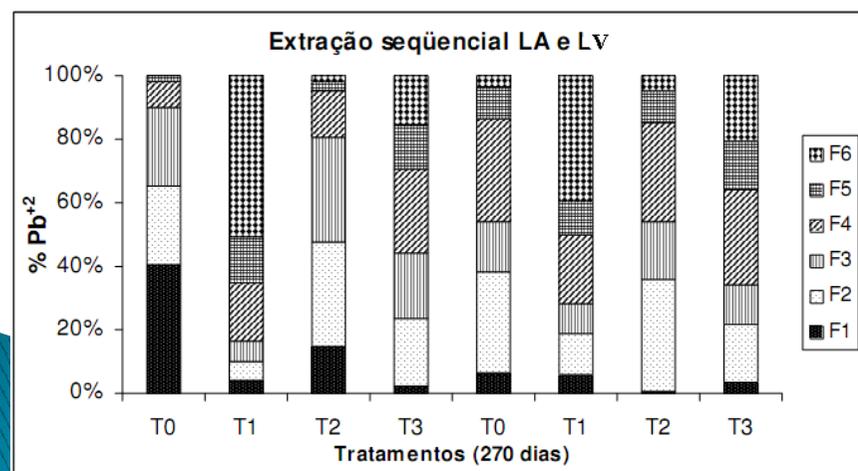
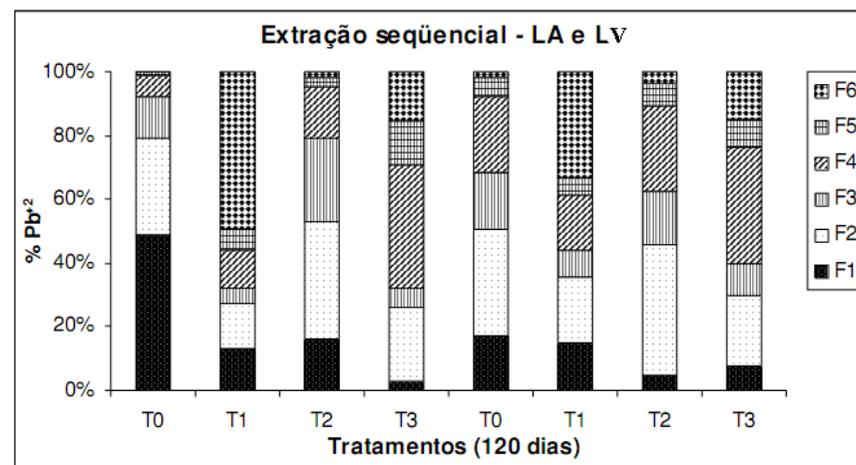
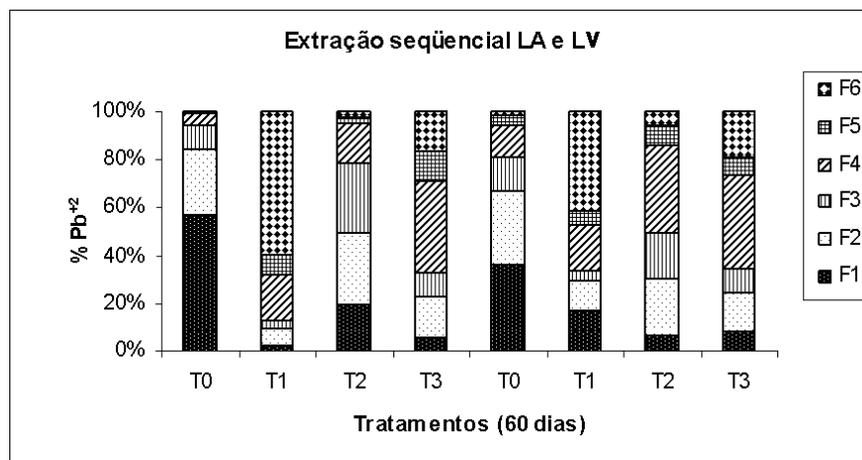
# Análise das amostras dos solos após a realização dos tratamentos



# Fracionamento Químico dos Solos

- ▶ Objetivo: avaliar o comportamento dos elementos traços no solo.
- ▶ Reagentes aplicados em sequência na mesma amostra de solo.
- ▶ Experimento: método utilizado foi o de Tessier.

# Extração sequencial após os tratamentos com fosfatos nos solos



- F1 – água**
- F2 – trocável**
- F3 – carbonato**
- F4 – FeO**
- F5 – orgânica**
- F6 – residual**

Kede, 2011

# Conclusões

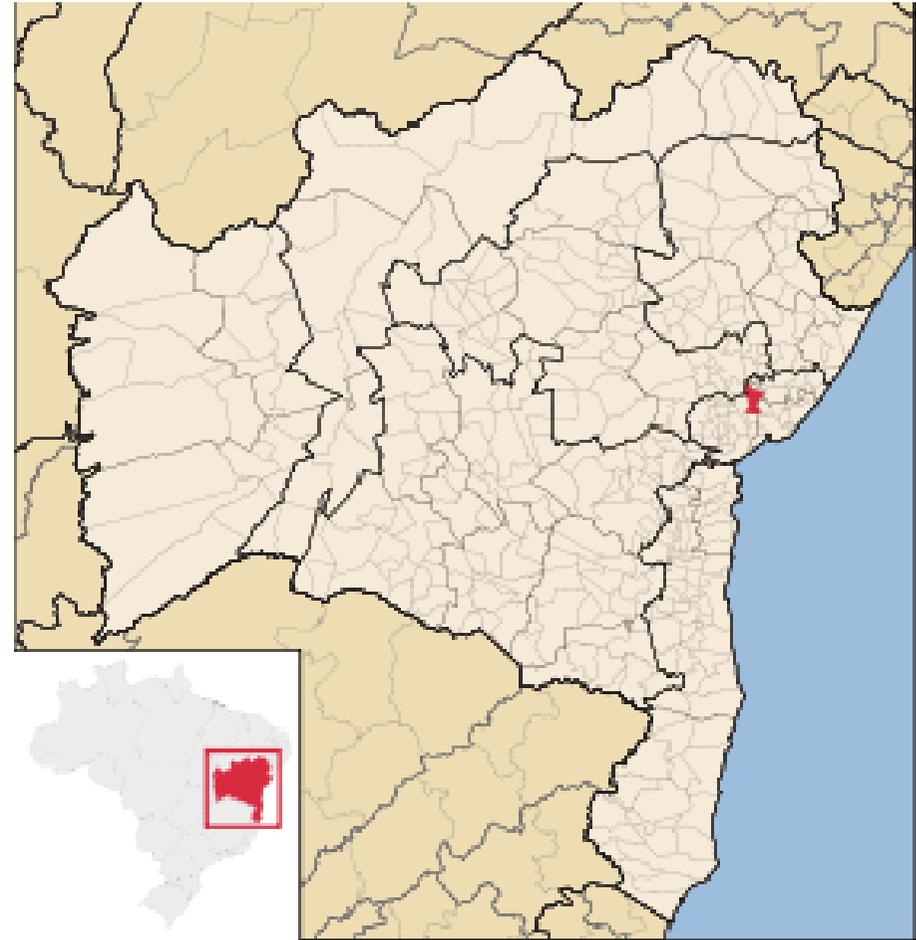
- ▶ O tratamento T1 foi o que mais reduziu o pH dos solos. O T2 possui a cinética mais lenta. O T3 apresentou uma cinética intermediária.
- ▶ TCLP: quase todos os tratamentos excederam significativamente o limite regulador. Exceção, T1 no LA. Os valores de CTC, matéria orgânica, FeO do LV interferiram na imobilização do Pb. O T1 e o T3, nos dois solos foram os mais eficientes. O T2 foi o menos eficiente.
- ▶ Extração sequencial: todos os tratamentos se mostraram eficiente em converter o Pb das formas mais solúveis para a forma menos solúvel. No T0 (controle), o solo LV por possuir elevados valores de FeO e matéria orgânica foi mais eficiente na atenuação natural do que no solo LA.

- ▶ O T1 apesar de ter se mostrado mais eficiente que os outros dois tratamentos é considerado muito agressivo ao solo. Além do risco de ocorrer eutrofização. A cinética de imobilização do Pb no T2 é dificultada por ser uma fonte sólida de fósforo.
- ▶ A capacidade de imobilização do Pb induzida por P é dependente de vários fatores, tais como: tipo de solo, tipo de fonte e de aplicação do fósforo, da razão molecular entre P/Pb...

# **Comportamento do chumbo em solo de Santo Amaro (BA) após a aplicação de fosfato**

# SANTO AMARO

- ▶ O município localiza-se no estado da Bahia, a 38 ° 42' Sul e 26° 15'Oeste.
- ▶ No município encontra-se um relevo formado por tabuleiros e planícies, e clima megatérmico úmido.
- ▶ A população é constituída por cerca de 58 mil habitantes, segundo o IBGE.



# SANTO AMARO

- ▶ A empresa Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda., deixou para trás cerca de 490.000 toneladas de escória contendo metais pesados, principalmente chumbo e cádmio, resultando em contaminação da população e do meio ambiente nas proximidades.
- ▶ A escória foi depositada a céu aberto sendo utilizada pela Prefeitura de Santo Amaro para fins como a pavimentação de quintais, pátios de escola e estradas, além da distribuição de filtros das chaminés para serem usados como tapetes, disseminando ainda mais contaminação.





Fotos: Jaqueline R. M. Braga

Escória depositada no pátio da Plumbum

## Objetivo do estudo

- ▶ Avaliar o comportamento do chumbo no solo do município de Santo Amaro através da adição de fosfato, um natural (rocha fosfatada) e outro sintético (dihidrogenofosfato de potássio –  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) na tentativa de imobilizar o chumbo no solo e, assim diminuir o risco que hoje é oferecido à saúde humana e ao meio ambiente.

## Materiais e Métodos

- ▶ Coleta do solo:
  - ✓ Amostras deformadas foram coletas em dois pontos distintos.
  - ✓ Em quatro profundidades: 0 – 10, 10 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm entorno da antiga empresa, em Santo Amaro.
- ▶ Tratamentos:
  - ✓ Em copos de plástico foram pesados 20 g de solos.
  - ✓ Para cada profundidade foram utilizados 3 copos: uma amostra sem tratamento (T0), tratamento com  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (T1) e tratamento com rocha fosfatada (T2).
  - ✓ Por serem 4 profundidades, para cada tipo de solo foram usados 12 copos, totalizando 24 copos.

Ao final de 60 e 120 dias, as amostras dos solos foram analisadas em triplicatas.



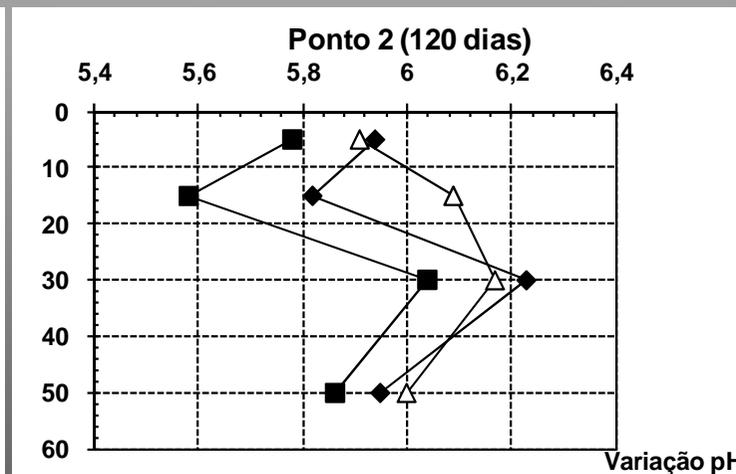
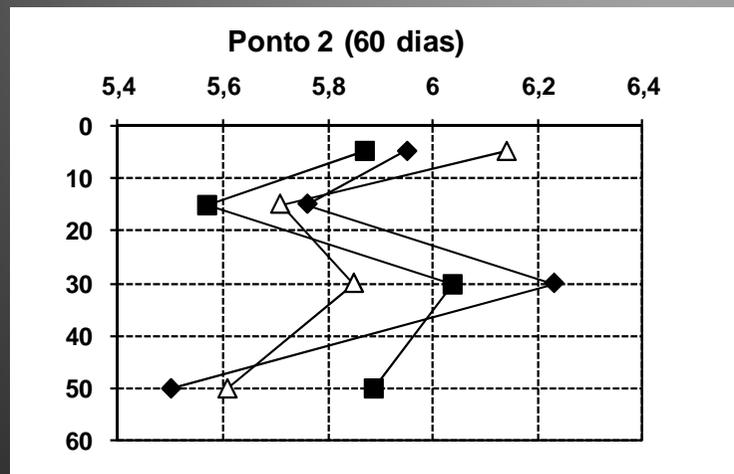
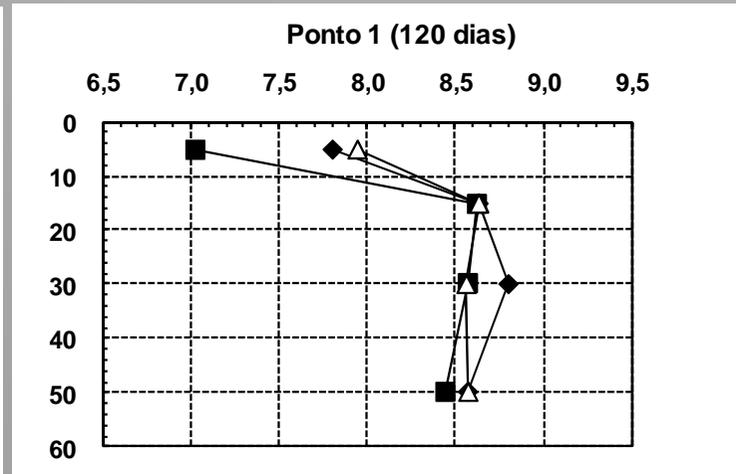
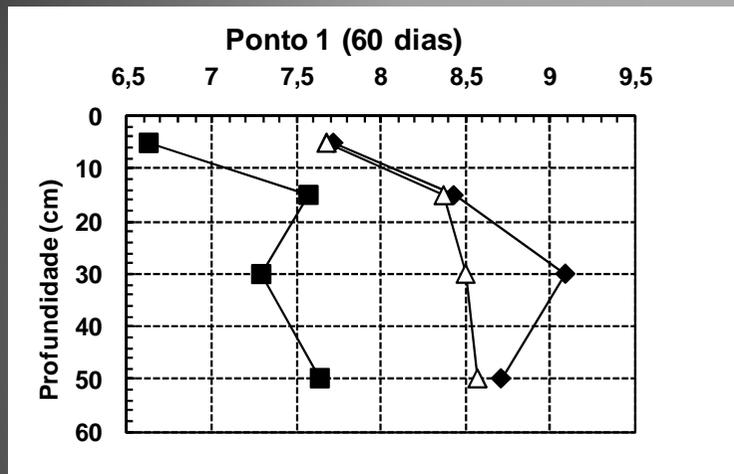
Kede, 2011

# Concentração de Pb nas amostras dos solos

Pontos de coleta	Profundidade(cm)	g Pb/kg solo
<b>Ponto 1</b>	<b>0 – 10</b>	<b>7,88</b>
	<b>10 – 20</b>	<b>17,15</b>
	<b>20 – 40</b>	<b>24,55</b>
	<b>40 – 60</b>	<b>16,75</b>
<b>Ponto 2</b>	<b>0 – 10</b>	<b>37,57</b>
	<b>10 – 20</b>	<b>34,77</b>
	<b>20 – 40</b>	<b>17,06</b>
	<b>40 – 60</b>	<b>5,52</b>

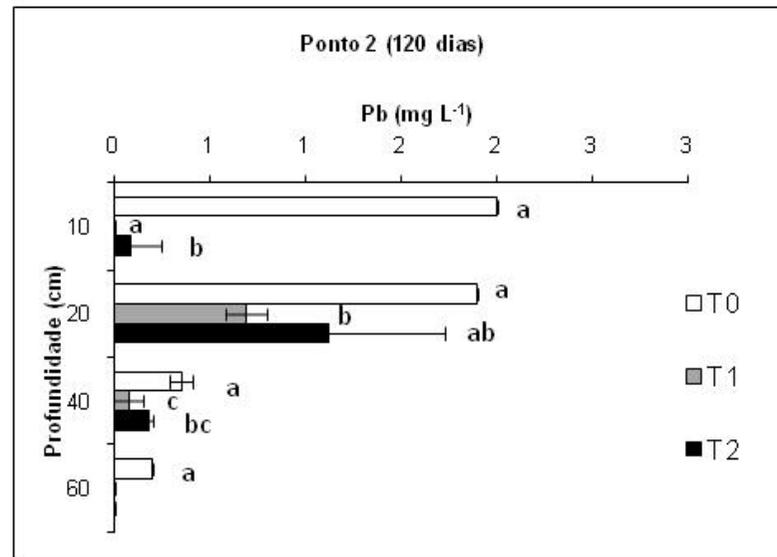
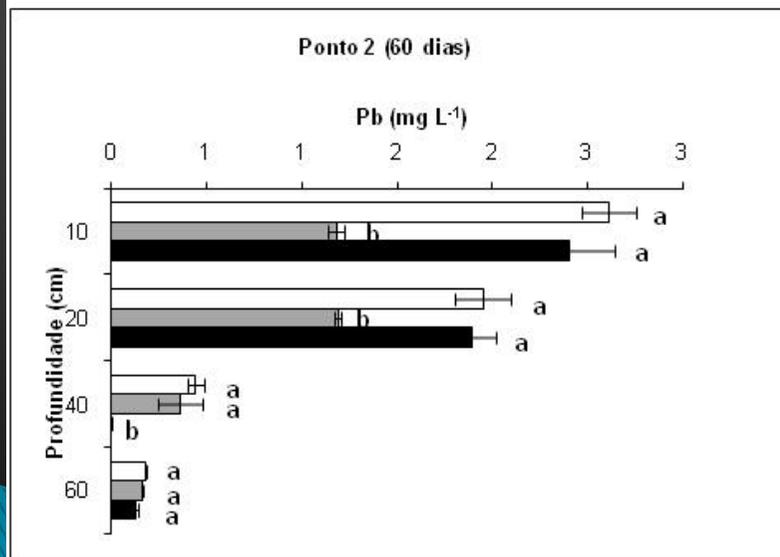
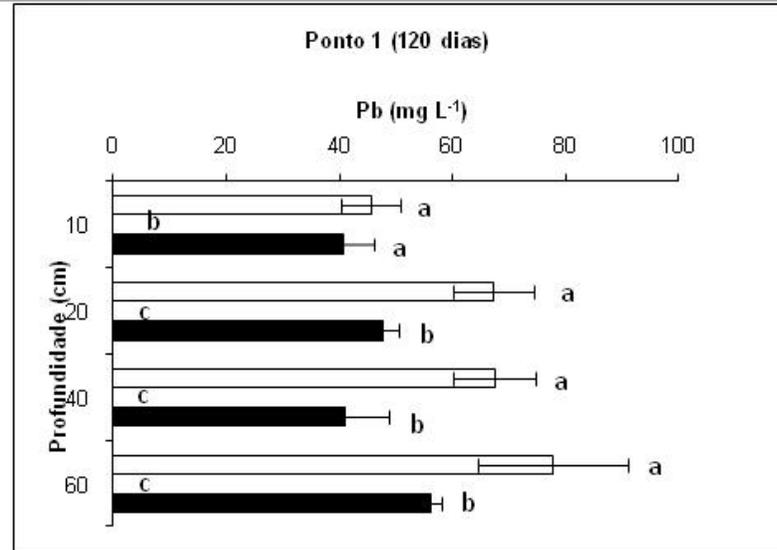
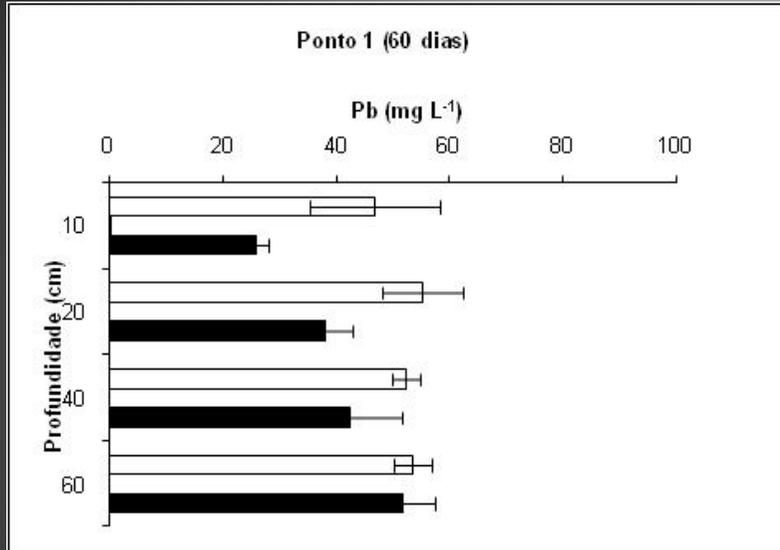
Kede, 2011

# pH do solo

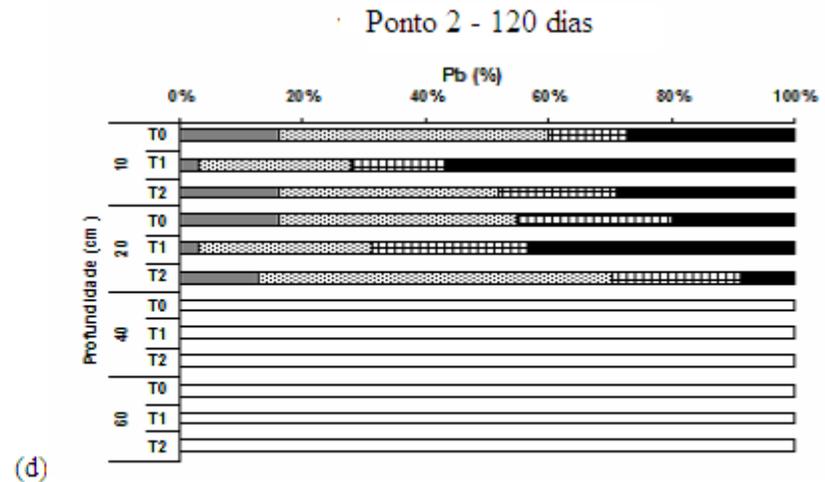
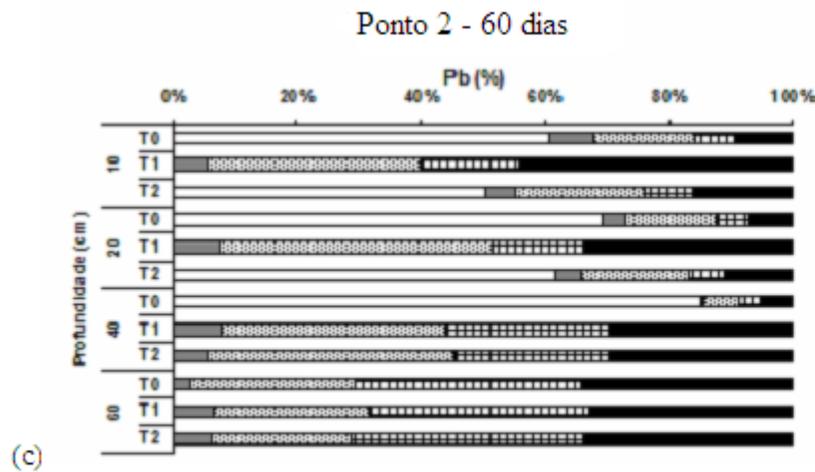
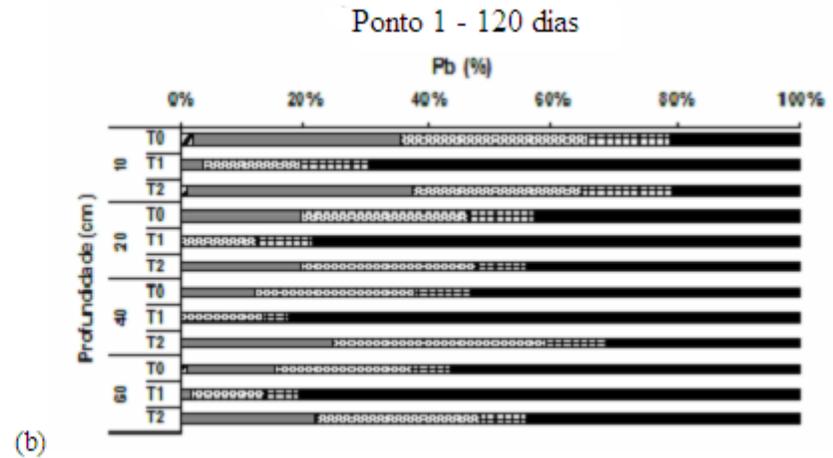
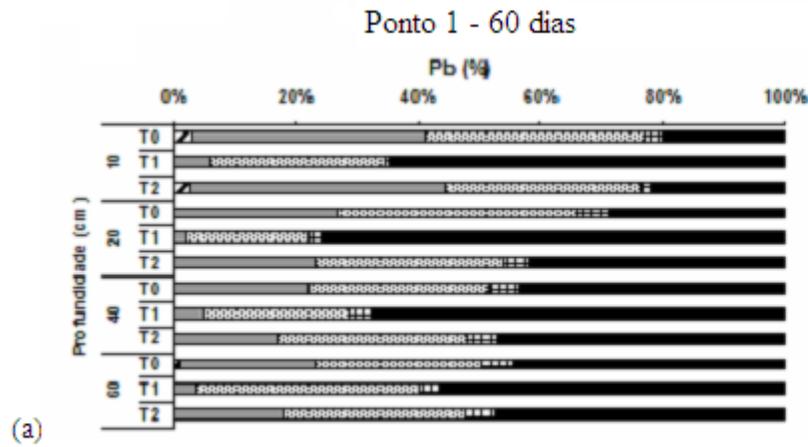


T0(♦), T1(■) e T2(Δ). Kede, 2011

# TCLP após os tratamentos



# Extração sequencial



□ F1 ▨ F2 ■ F3 ▩ F4 ▤ F5 ■ F6

T0 – sem tratamento, T1 –  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  e T2 – RF

Kede, 2011

# Conclusão

- ▶ Os tratamentos mostraram-se eficientes na redução do Pb, transferindo-o para fases menos biodisponível.
- ▶ O tratamento com  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  foi o mais eficiente na imobilização do Pb.
- ▶ O pH do solo com este fosfato não foi tão reduzido a ponto de torná-lo ácido demais como observado com  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .
- ▶ O tratamento com rocha fosfatada apresenta bons resultados na imobilização do chumbo e mantém o pH do solo próximo ao pH original.
- ▶ Nas análises de TCLP o fosfato sintético se mostrou eficiente, pois, em todas as profundidades o Pb encontra-se abaixo do limite estipulado pela EPA.
- ▶ Na extração sequencial os dois tratamentos se mostram eficientes para converter o Pb da forma mais solúvel para formas menos solúvel.