



## Contaminação de solos de manguezais por chumbo antropogênico na Bacia do Subaé, Bahia, Brasil<sup>(1)</sup>.

**Joseane Nascimento da Conceição<sup>(2)</sup>; Jorge Antonio Gonzaga Santos<sup>(3)</sup>; Marcela Rebouças Bomfim<sup>(4)</sup>; Edson de Souza dos Santos<sup>(5)</sup>; Maria da Conceição de Almeida<sup>(6)</sup>; Oldair Vinhas Costa<sup>(7)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq e CAPES.

<sup>(2)</sup> Graduada em Engenharia Florestal; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas, Bahia. Rua Rui Barbosa, 710. joseanenascimento13@gmail.com

<sup>(3)</sup> Professor Associado; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas, Bahia. Rua Rui Barbosa, 710. gonzaga.jorgeas@gmail.com

<sup>(4)</sup> Pós doctor; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas, Bahia. Rua Rui Barbosa, 710. reboucas.marcela@gmail.com

<sup>(5)</sup> Graduando em Biologia Bacharelado; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas, Bahia. Rua Rui Barbosa, 710. edson\_1006@hotmail.com

<sup>(6)</sup> Pós doctor; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas, Bahia. Rua Rui Barbosa, 710. marycalmeida@yahoo.com.br

<sup>(7)</sup> Professor Associado; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas, Bahia. Rua Rui Barbosa, 710. oldair@ufrb.edu.br

**RESUMO:** Os manguezais tem recebido elevadas cargas de metais pesados, provenientes de rejeitos de atividades de mineração e industrial. Este estudo objetivou investigar a distribuição de Pb em três perfis de solos de manguezais na Bacia do Rio Subaé. As características químicas, determinação de Pb e granulometria dos solos foram determinadas. Os solos apresentaram frações mais finas com predomínio de argila e silte. As condições de hidromorfismo caracterizaram os solos como subóxicos com pH moderadamente ácido a alcalino; e todos os perfis apresentaram níveis de Pb superiores aos níveis da Legislação Americana para sedimentos marinhos, considerados prejudiciais à comunidade biológica.

**Termos de indexação:** Metal pesado, frações finas e mineração.

### INTRODUÇÃO

Os manguezais tem recebido elevadas cargas de contaminantes nas últimas décadas, principalmente metais pesados, provenientes de rejeitos de mineração e industrial (Silva, 2011). Características como hidromorfismo, pobreza em oxigênio, aporte orgânico pelas espécies vegetais típicas, deposição de partículas mais finas contribuem com o acúmulo de metais, que passam a participar dos ciclos biogeoquímicos, acumulando-se nos solos, plants e animais.

Os valores econômicos e sociais dos manguezais são afetados pelos efeitos negativos da sua degradação, com a contaminação de alimentos, redução da renda e emprego para diversas famílias (Spalding et al., 2010). Exemplo desta degradação foi a poluição ambiental no município de Santo

Amaro, Bahia, Brasil, onde por 33 anos as atividades de processamento de chumbo (Pb) que contaminou solo, água, sedimento e manguezais (CETEM, 2012), atingindo a população com efeitos deletérios.

O estudo dos impactos ambientais em manguezais tem sido o grande desafio para compreender os efeitos da poluição por metais (He et al., 2001), principalmente o chumbo que apresenta caráter tóxico e é reconhecido pela Organização Mundial da Saúde como um dos mais perigosos à saúde (Who, 1999). Devido a importância dos manguezais e os efeitos que sua contaminação podem gerar, este trabalho buscou investigar o teor de chumbo em três perfis de solos de manguezais da Bacia do Subaé, Santo Amaro, Bahia.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em manguezais ao longo do Bacia do Subaé, abrangendo os municípios de Santo Amaro e São Francisco do Conde. A região apresenta clima do tipo Af, segundo classificação de Köppen, tropical úmido a subúmido e seco a subúmido, com temperatura média anual de 25,4 °C e pluviosidade média anual variando de 1000 a 1700 mm (Anjos, 2003).

Foram amostrados solos de três perfis de Gleissolos Tiomórficos órticos, denominados de P1, P2 e P3. Foram medidos in loco, pH e potencial de óxido-redução (Eh); e em laboratório foram determinadas as frações granulométricas pelo método da pipeta (Embrapa, 2011) na TFSA; e os teores de carbono orgânico (C. org.) pela mufra (Embrapa, 2013), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Embrapa, 2011) e



Chumbo (Pb) (USEPA,1996) nos solos em condições de campo, ou seja, úmidos.

Os dados foram avaliados pelo programa Sisvar e as correlações de Pearson pelo Statistica (7.0).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização do Solos de Manguezais

A distribuição das frações granulométricas dos três perfis demonstrou pouca variação (**Tabela 1**), predominando as frações mais finas (argila e silte). O teor de argila variou no P1 entre 400,57 g kg<sup>-1</sup> (3Agn) a 455,43 g kg<sup>-1</sup> (Agn); em P2 entre 285,80 g kg<sup>-1</sup> (4Agnj) a 897,77 (Agn); e em P3 entre 565,60 g kg<sup>-1</sup> (4Agn) a 679,87 g kg<sup>-1</sup> (Agn), classificados respectivamente como Franco Argilosa, Muito Argilosa e Argilosa. Manguezais recebem sedimentos de partículas finas, devido oscilação das marés (Souza-Júnior et al., 2007).

Nos solos de manguezais a afinidade com metais pesados oscila com as condições físico-químicas principalmente pelo pH e Eh, atributos medidos in loco e apresentados para os três perfis na **Figura 1**. Os valores de pH em campo variaram entre moderadamente ácido nos horizontes Agn (6,3) e 2Agnj (6,4) de P2 a praticamente neutro (6,7 a 7,0) nos demais horizontes (Embrapa, 2013), similares aos de Barrêdo et al., (2008) na Costa Amazônica.

As condições redox obtidas nos três perfis evidenciaram condições subóxicas (100 > Eh < 350), reduzindo com a profundidade em P1 (315 a 268 mV) e P2 (298 a 265 mV) (**Figura 1**). Redução em profundidade é comum em ambientes estuarinos (Otero et al., 2009), entretanto as condições hidromórficas permitem identificar valores anóxicos (Eh < 100 mV), diferente aos identificados neste estudo.

Os teores de C. org. deste estudo oscilaram no P1 entre 10,95 g kg<sup>-1</sup> (4Agn) a 15,98 g kg<sup>-1</sup> (Agn); em P2 entre 10,25 g kg<sup>-1</sup>(2Agnj) a 13,85 g kg<sup>-1</sup> (Agn); e em P3 12,23 g kg<sup>-1</sup> (2Agn) a 16,37 g kg<sup>-1</sup> (Agn) (**Figura 2**), apresentando descontinuidade em todo o perfil, oriundo da presença de raízes, algas e restos de animais em decomposição (Silva et al., 2011).

Os teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> variaram no P1 entre 0,65 (5Agn) a 0,88% (4Agn); P2 entre 0,95 (4Agnj) a 2,31% (4Crnj); e em P3 entre 0,63 (4Agn) a 0,72% (2Agn) (**Figura 2**), valores similares aos encontrados por Gomes (2002) em manguezais no município de Ilhéus, Bahia.

### Concentração de Pb e relação com os atributos do solo

As concentrações de Pb variaram no P1 entre 186,30 (5Agn) a 374,01 mg kg<sup>-1</sup> (Agn) (**Figura 3a**);

no P2 entre 439,24 (4Agnj) a 509,36 mg kg<sup>-1</sup> (Agn) (**Figura 3b**); e em P3 entre 294,02 (4Agn) a 462,18 mg kg<sup>-1</sup> (Agn) (**Figura 3c**), considerando que estes solos foram quantificados em condição úmida. De maneira geral, os solos de manguezais da Bacia do Subaé apresentaram teores de metais pesados superiores ao limite PEL (112 mg kg<sup>-1</sup>) preconizados pela NOAA (1999), ou seja, causam efeitos adversos à comunidade biológica.

Em estudo de manguezais contaminados por lixão no município de Santos – SP, Fortunato (2009), identificou até 402,31 mg kg<sup>-1</sup>, segundo o autor a adsorção desta quantidade foi influenciada pela composição mineralógica e elevados teores de matéria orgânica.

Em geral, os metais apresentam alta afinidade com óxidos/hidróxidos de Fe e Mn. No P1, não houve correlação do Pb com quaisquer dos atributos avaliados, entretanto, correlações positivas foram observadas entre a argila e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (r=0,99, p<0,01) e C.org (r=0,75, p<0,01) e correlação inversa e significativa entre o pH e Eh (r= -0,94, p<0,01), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (r=-0,96, p<0,01) e C.org. (r=-0,78, p<0,01) (dados não apresentados).

A afinidade do Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> com o teor de Pb foi significativa em P2 (r=0,65, p<0,01). O acúmulo de Pb no sedimento ocorre em função de sua baixa solubilidade e tendência à precipitação, particularmente na elevação da matéria orgânica e partículas muito finas, como as argilosas (Buschle et al., 2010), tornando-se menos biodisponível na água. Neste perfil correlações positivas significativas ocorreram entre argila e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (r= 0,85, p<0,01) e negativa entre pH e Eh (r= -0,81, p<0, 01). A correlação inversa entre pH e Eh, deve-se a presença de óxidos de Fe, receptores de elétrons mais comuns em solos saturados, cuja redução tende a tamponar o Eh por várias semanas, e graças ao consumo de prótons, que elevam o pH (Curi & Kampf, 2012).

A afinidade de metais traço com óxidos em solos é reconhecida na literatura, diferentemente o que ocorreu em P3, ambiente de maior influência marítima, onde ocorre maiores processos de perdas pelo arraste da maré. Neste perfil o Pb correlacionou inversamente com o Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (r=-0,78, p<0,01), além do Eh (r= -0,88, p< 0,01), o C. org (r=-0,78, p< 0,01) (dados não apresentados).

## CONCLUSÕES

Nos solos deste estudo predominaram as frações mais finas (silte+argila).

As condições de hidromorfismo caracterizaram os solos como subóxicos com pH moderadamente ácido a alcalino.



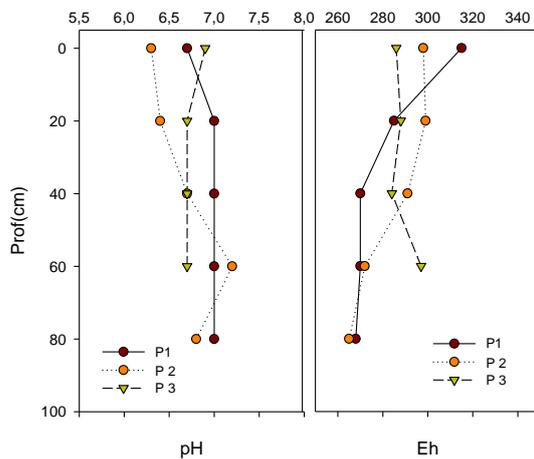
Os três perfis apresentaram níveis de Pb superiores aos da Legislação para sedimentos, considerados prejudiciais à comunidade biológica.

## REFERÊNCIAS

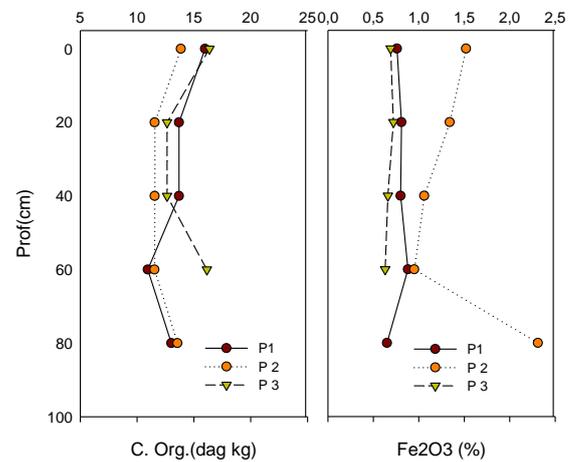
- ANJOS JASA. Estratégias para remediação de um sítio contaminado por metais pesados—estudo de caso [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1998.
- BARRÊDO JF, COSTA ML, VILHENA MPSP, SANTOS JT. Mineralogia e geoquímica de sedimentos de manguezais da costa amazônica: o exemplo do estuário do rio Marapanim (Pará). *Revista Brasileira de Geociências*. 38:26-37, 2008.
- BUSCHLE BN, PALMEIRO JK, SADE YB, MELO VF, ANDRADE MG, BATISTA AH. Cinética de Liberação de chumbo de Solos de Área De Mineração e Metalurgia de Metais Pesados. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 34: 1865-1874, 2010.
- CETEM. Centro de Tecnologia Mineral Projeto Santo Amaro – BA: aglutinando ideias, construindo soluções- diagnósticos/Eds.: Francisco Rego Chaves Fernandes, Luiz Carlos Bertolino. Silvia Egler – Rio de Janeiro: 2ª Edição.252 p.: il. 2012
- CURI, N. & KAMPF, N. Caracterização do Solo. In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. V. *Pedologia: Fundamentos*. SBCS, 2012. p. 147-170.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análises de solo, 2ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos; 2011.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos; 2013.
- FORTUNATO JM. Comportamento dos Íons Chumbo, Cobre, Níquel e Zinco em Área de Manguezal Associado a Antigo Lixão no Município de Santos - SP. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Universidade de São Paulo, 64 p. 2009.
- GOMES, F.H. Caracterização de solos de manguezais e de restinga no município de Ilhéus-Bahia. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 96p. (Tese de Mestrado)
- HE M, WANG Z, TANG H. Modeling the ecological impact of heavy metals on Aquatic ecosystems: a framework for the development fan ecological model. *The Science of the Total Environment*, 266:291-298, 2001.
- NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION - NOAA. Screening Quick Reference Tables, National Oceanic and Atmospheric Administration. Seattle, USA, 1999. 12p.
- OTERO XL, FERREIRA TO, HUERTA-DÍAZ MA, PARTITI CSM, SOUZA-JUNIOR V, VIDAL-TORRADO P, MACIAS F. Geochemistry of iron and manganese in soils and sediments of a mangrove system, Island of Pai Matos (Cananeia — SP, Brazil), *Geoderma*, 148:318–335, 2009.
- SILVA, PPG. Contaminação por metais (Cd, Cu, Pb, Cr, Mn e Hg) e avaliação do impacto genotóxico em *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ucididae), em dois manguezais do Estado de São Paulo. São Vicente, 2011. xiv, 62 p.
- SOUZA-JUNIOR VS, VIDAL-TORRADO P, TESSLER MG, PESSEDA CR, FERREIRA TO, OTERO XL, MACIAS F. Evolução quaternária, distribuição de partículas nos solos e ambientes de sedimentação em manguezais do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:753-769, 2007.
- Spalding M, Kainuma M, L Collins (2010). *World Atlas de Manguezais*. Um projeto colaborativo da ITTO, ISME, FAO, UNEP - WCMC, UNESCO - MAB, UNU - INWEH e TNC. Londres (RU): Earthscan, Londres. 2010. 319 pp.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. METHOD 3050B. Revision 2 December 1996 Disponível em: <<http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3050b.pdf>> Acesso em 10 abr 2014.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE. *World Resources 1996-1997*. Oxford University Press, Oxford, 1996, 365 p.

**Tabela 1**– Classificação textural dos perfis de solos de manguezais na Bacia do Subaé.

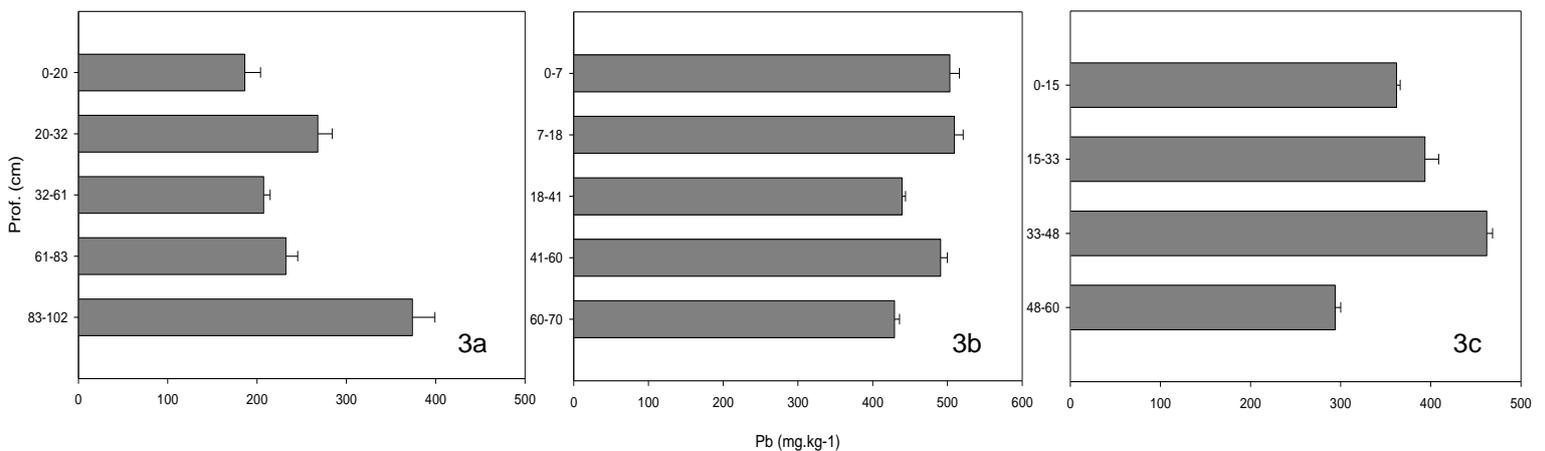
	Horizonte	Prof. cm	Argila	Areia $g\ kg^{-1}$	Silte	Classe textural
<b>Perfil 1</b>	Agn	0-20	455,43	196,61	347,97	Franco Argilosa
	2Agn	20-32	406,72	194,63	398,65	Franco Argilosa
	3Agn	32-61	400,57	243,76	355,68	Franco Argilosa
	4Agn	61-83	405,72	259,55	334,84	Franco Argilosa
	5Agn	83-102	409,60	236,68	353,72	Franco Argilosa
<b>Perfil 2</b>	Agn	0-7	897,77	22,31	79,92	Muito Argilosa
	2Agnj	7-18	832,62	34,04	133,34	Muito Argilosa
	3Agnj	18-41	841,80	41,83	116,38	Muito Argilosa
	4Agnj	41-60	285,80	92,09	622,11	Argilo Siltosa
	4Crgnj	60-70	382,52	114,99	502,50	Argilo Siltosa
<b>Perfil 3</b>	Agn	0-15	679,87	174,29	145,84	Argilosa
	2Agn	15-33	619,59	215,04	165,37	Argilosa
	3Agn	33-48	645,95	215,66	138,39	Argilosa
	4Agn	48-60	565,60	282,80	151,61	Argilosa



**Figura 1** – Distribuição de pH e Eh



**Figura 2** – Distribuição de C.Org. e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



**Figura 3** – Distribuição de Pb nos perfis dos solos de manguezais.