



## Teores de Cr, Cu, Hg, Pb e Zn em solos sob manguezais do Rio Botafogo, Pernambuco<sup>(1)</sup>

**Paula Renata Muniz Araújo<sup>(2)</sup>; Djennyfer Karolaine de Melo Ferreira<sup>(3)</sup>; Caroline Miranda Biondi<sup>(4)</sup>; Wildson de Moraes Silva<sup>(5)</sup>; Isadora Barros Moura de Carvalho<sup>(6)</sup>; Tereza Cristina Sidrone Luiz<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da CAPES e FACEPE.

<sup>(2)</sup> Doutoranda em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco; Recife, Pernambuco; e-mail: paula\_agronomia11@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Estudante de graduação do curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(4)</sup> Professora Adjunta do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(5)</sup> Mestrando em Ciência do Solo na Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(6)</sup> Estudante de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(7)</sup> Estudante de graduação em Biologia da Universidade Federal de Pernambuco.

**RESUMO:** Os manguezais do rio Botafogo são berçários de diversas espécies configurando uma importante fonte de recursos naturais para a população do estado de Pernambuco. Devido ao direcionamento de efluentes industriais e urbanos para este local, ocorre a contaminação do solo por metais pesados, podendo causar distúrbios no ecossistema e danos aos seres humanos. Neste contexto, este estudo objetivou avaliar os teores dos metais pesados Cu, Cr, Hg, Pb e Zn em solos sob manguezais do rio Botafogo, bem como verificar relações entre os metais e atributos físicos e químicos do solo. Para tanto foram coletadas amostras em três pontos da área e em cada ponto foi retirada uma seção de solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm. Para fins de comparação, também foi realizada coleta em área de referência. Foram realizadas análises de carbono orgânico total (COT), carbonatos e granulometria. Para a avaliação de metais pesados foi utilizado o método de digestão USEPA 3051A e Cu, Cr, Pb e Zn foram determinados por meio de espectrometria de emissão óptica e o Hg por espectrofotômetro de absorção atômica. Verificou-se que os teores de todos os metais avaliados foram superiores àqueles encontrados na área de referência, indicando provável contaminação. O teor de mercúrio ultrapassou o valor de prevenção preconizado pelo CONAMA. Correlações positivas foram verificadas entre metais (Pb, Cr, Zn e Hg), COT e argila.

**Termos de indexação:** Contaminação, elemento-traço, estuário.

### INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema bastante dinâmico, funciona como berçário para várias espécies, além de proteger a área costeira contra os processos erosivos e ser fonte de recursos naturais para as populações ribeirinhas (Tavares e Coelho-Jr., 2013). Entretanto, o intenso desenvolvimento

urbano e industrial tem gerado resíduos que são descartados neste ambiente, provocando contaminações por diversas substâncias tóxicas, dentre as quais os metais pesados.

Solos sob manguezal são acumuladores de metais pesados mais eficientes que as águas da mesma área, devido à tendência de ligarem-se fortemente às argilas e outras partículas do solo, a exemplo da matéria orgânica. Funciona, muitas vezes, como um filtro natural da contaminação (Bastami et al., 2014; Bodin et al., 2013).

Nos manguezais do entorno do rio Botafogo, situado no litoral norte de Pernambuco, há uma intensa atividade industrial e urbana, observando-se indústrias de soda-cloro, fertilizantes e atividades agrícolas (CPRH, 2012) que têm descartado seus efluentes na área. Estudos prévios realizados pela CETESB e CPRH (1981) indicaram contaminação por Hg em sedimentos do estuário do Rio Botafogo devido ao despejo de indústria de soda-cloro no ambiente.

Baseado nesta realidade, este trabalho objetivou determinar os teores ambientalmente disponíveis de Cu, Cr, Hg, Pb e Zn em solos de mangue do rio Botafogo, no litoral norte de Pernambuco, bem como verificar relações entre os metais e atributos físicos e químicos do solo. Os resultados deste estudo deverão auxiliar no direcionamento de estudos futuros na área.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Coleta e preparo das amostras

Foram selecionados três pontos de coleta ao longo do curso do rio Botafogo, sob vegetação de *Rhizophora mangle*. Amostras deformadas e não deformadas foram coletadas na profundidade de 60 cm. Para fins de comparação, também foi realizada coleta de solos na reserva Barra de Mamanguape (PB), área de referência adotada por se tratar de um



local preservado, e de contexto geológico semelhante ao manguezal em estudo.

Após a coleta, as amostras não deformadas foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo. No laboratório, as amostras foram divididas nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, transferidas para potes plásticos e refrigeradas a 4°C.

Para as análises granulométricas, as amostras deformadas foram seccionadas em profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, sendo as repetições homogeneizadas e, em seguida, acondicionadas em sacos. Para a realização das análises, as amostras foram secas ao ar, homogeneizadas e passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha.

### **Análises físicas e químicas**

Para a análise granulométrica foram realizados pré-tratamentos para eliminação de matéria orgânica e sais. Posteriormente, o solo foi agitado com o dispersante hexametáfosfato de sódio, adotando-se o método do densímetro preconizado pela Emprapa (2011).

Para a determinação da matéria orgânica, as amostras de solo foram submetidas a pré-tratamento com ácido clorídrico (HCl) a 6M para a eliminação de carbonatos (Bisutti et al., 2004). Posteriormente, procedeu-se à oxidação da matéria orgânica por via seca (Goldin, 1987).

Para carbonatos, as amostras foram submetidas à oxidação por via seca em mufla a 550°C por 3 horas sem o pré-tratamento com HCl. Por meio dos dois métodos e uso dos fatores de conversão foi possível quantificar o carbono inorgânico por diferença entre essas duas determinações.

### **Teores de metais pesados ambientalmente disponíveis**

A análise dos teores ambientalmente disponíveis de metais pesados foi realizada utilizando-se o método 3051A (USEPA, 1998).

Para o controle de qualidade das análises, foi realizado mesmo procedimento de digestão com amostra de solo certificado (NIST MONTANA I – 2710a).

A determinação dos teores de Cu, Cr, Pb e Zn ocorreu por meio de espectrometria de emissão óptica. O elemento Hg foi determinado por espectrofotômetro de absorção atômica.

### **Análise dos dados**

Foram calculados os teores médios de metais

pesados na camada 0-5 cm e comparados com os teores encontrados na área de referência e valores de prevenção. Para verificar relações entre metais e atributos físicos e químicos do solo, foram estabelecidas correlações de Pearson, com análise prévia da normalidade dos dados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram verificados teores elevados de Cr, Cu, Pb, Hg e Zn nas camadas de 0-5 cm dos três pontos da área de coleta (Tabela 1), salientando que o ponto 1 apresentou valores de Hg, Zn, Cr e Cu quase duas vezes menor que os outros dois pontos. Para o Pb, os valores nos três pontos foram próximos.

Ao comparar com a área de referência adotada, observou-se que todos os metais analisados apresentam valores ambientalmente superiores (Figura 1). O teor de chumbo no estuário do rio Botafogo, por exemplo, chega a ser três vezes maior que o da área de referência, indicando que, além da contribuição litológica, a presença do metal está associada ao descarte de efluentes industriais e domésticos na área, conferindo um estado de contaminação do local.

Cobre, cromo e zinco apresentaram teores médios na camada de 0-5 cm cerca de 1,9; 2 e 2,4 vezes maior que a área de referência. Contudo, ao observar os teores nos pontos 2 e 3 do estuário do Botafogo, esta diferença é maior, mostrando que a área apresenta distribuição variável do metal em superfície. Este fato pode ser explicado pelas relações estabelecidas entre metais e atributos físicos e químicos do solo.

Cromo e zinco, por exemplo, foram maiores nos pontos 2 e 3. Nestes pontos também foi verificado os maiores valores de argila e COT, variáveis que apresentam reconhecida afinidade por metais, fato corroborado pelas correlações positivas verificadas neste estudo (Tabela 2).

Também foram observadas relação direta positiva do Pb, Hg e Zn com os teores de COT e argila. O Pb e zinco apresentaram relação negativa com o teor de areia, fato esperado pela baixa capacidade de adsorção apresentada por frações do solo de maior tamanho.

O mercúrio foi o metal de maior valor (2,14 mg kg<sup>-1</sup>) quando comparado à área de referência (0,05 mg kg<sup>-1</sup>), quase 43 vezes superior ao valor adotado como natural. Este resultado corrobora estudos anteriores realizados no local, indicando contaminação causada por indústria produtora de soda cáustica e cloro que utiliza células eletrolíticas de Hg na etapa de separação do cloro e sódio (Miranda & Silva, 2011; Ekau & Knoppers, 1999).



Estudo comparando teores de Hg no sedimento do Rio Botafogo ( $2,7 \text{ mg kg}^{-1}$ ) com o de outros estuários do Brasil (média:  $0,185 \pm 0,3$ ) mostrou valores quase 15 vezes maiores, constatando que os teores do metal no estuário pernambucano são os mais elevados de toda a porção leste e sul da costa brasileira (Marins et. al., 2004).

Ao confrontar os resultados dos teores ambientalmente disponíveis deste estudo com os valores de prevenção estabelecidos pelo CONAMA (420/2009), apenas o Hg ultrapassou em 4 vezes o parâmetro prescrito na legislação ( $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ), indicando que há necessidade de monitoramento da área objetivando impedir adições do metal que elevem os teores a valores que inviabilizem o uso do solo.

### CONCLUSÕES

Cobre, cromo, chumbo e zinco apresentaram teores superiores aos da área de referência, contudo, não ultrapassaram os valores de prevenção.

Os teores de mercúrio do estuário do rio Botafogo estão acima do valor de prevenção e, possivelmente, são uma consequência de vários anos de atividade de indústria de soda-cloro.

Estes dados poderão auxiliar em ações mitigadoras de contaminações nesta área.

### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (CPRH). Estudo de mercúrio nas águas e estuário do rio Botafogo-Pernambuco: fase 1- Estudo preliminar, 1981.

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (CPRH). Relatório de monitoramento da qualidade da água de bacias hidrográficas do estado de Pernambuco em 2012. 104p. 2012.

BASTAMI, K. D.; BAGHERI, H.; KHEIRABADI, V.; ZAFERANI, G. G.; TEYMORI, M. B.; HAMZEHPOOR, A.; SOLTANI, F.; HAGHPARAST, S.; HARAMI, S. R. M.; GHORGHANI, N. F.; GANJI, S. Distribution and ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments along southeast coast of the Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 81: 262-267, 2014.

BISUTTI, I.; HILKE, I.; RAESSLER, M. Determination of total organic carbon—an overview of current methods. *Trends Anal Chem.*, 23(10-11): 716-726, 2004.

BODIN, N.; N'GOM-KÂ, R.; KÂ, S.; THIAW, O. T.; TITO DE MORAIS, L.; LOC'H, F. L.; ROZUEL-CHARTIER, E.; AUGER, D.; CHIFFOLEAU, J. F. Assessment of trace metal contamination in mangrove ecosystems from Senegal, West Africa. *Chemosphere*, 90: 150-157, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Manual de métodos de análise de solo. 2ª edição. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 225p., 2011.

EKAU, W.; KNOPPERS, B. An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. *Arch Fish Mar Res* 47: 113-132, 1999.

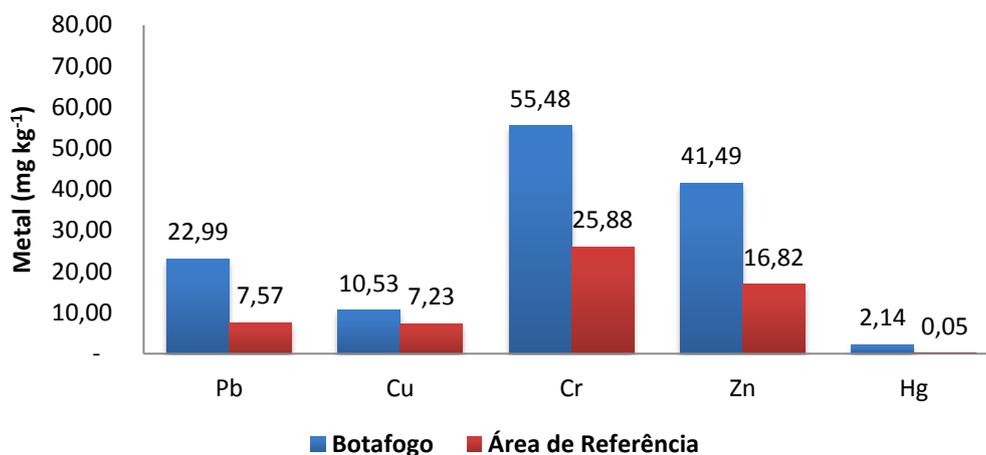
GOLDIN, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.*, 18:1111-1116, 1987.

MARINS, R. V.; FILHO, F. J. P.; MAIA, S. R. R. Distribuição de mercúrio total como indicador de poluição urbana e industrial na costa brasileira. *Química Nova*, 27 (5):763-770, 2004

MIRANDA, J. B.; SILVA, H. K. P. Avaliação da contaminação por metais pesados nas áreas estuarinas de Pernambuco: Uma revisão bibliográfica. *Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE*, 3 (1): 109-123, 2011.

TAVARES, P. F.; COELHO-JR, C. Uma abordagem sobre a perda de áreas de manguezal pelas leis autorizativas no Estado de Pernambuco. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. 2013. Anais. Salvador/BA, 2013.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 1998. Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. Revision 1 Feb 2007. 30p. Disponível em <http://www.epa.gov/epawaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3051a.pdf>, (acessado em: março de 2015).



**Figura 1.** Teores médios ambientalmente disponíveis de Pb, Cu, Cr, Zn e Hg na camada de 0-5 cm dos solos de manguezais do Rio Botafogo e área de referência

**Tabela 1.** Teores de metais pesados, caracterização química e física dos perfis de solo

Pto	Prof. cm	Pb	Cu	Cr	Zn	Hg	COT	Areia	Silte	Arg.	Carb
		mg kg <sup>-1</sup>									
1	0-5	22,00	6,64	40,94	27,93	1,44	20,25	17,70	47,30	35,00	2,5
	5-10	19,75	5,77	37,47	25,13	1,36	21,25	17,00	38,00	45,00	2,7
	10-20	18,38	6,07	39,72	24,66	1,38	22,50	21,50	38,50	40,00	2,7
	20-40	15,28	4,94	36,42	24,81	1,10	20,07	34,70	40,30	25,00	1,3
	40-60	13,48	3,99	38,47	20,58	0,18	21,61	34,00	31,00	35,00	8,4
2	0-5	24,70	12,52	65,39	48,88	2,21	27,25	16,95	28,05	55,00	3,5
	5-10	24,48	13,47	68,72	44,78	2,19	27,75	13,15	36,85	50,00	4,0
	10-20	25,03	12,22	63,34	42,63	2,15	21,50	31,70	18,30	50,00	0,0
	20-40	21,05	13,14	60,62	44,86	3,94	21,83	49,25	10,75	40,00	0,0
	40-60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,70	13,30	40,00	0,0
3	0-5	22,28	12,42	60,12	47,66	2,75	23,23	3,80	51,20	45,00	0,5
	5-10	22,30	12,92	59,87	42,76	2,77	24,75	3,85	41,15	55,00	2,0
	10-20	22,90	13,12	60,89	39,51	2,60	25,25	3,05	46,95	50,00	3,0
	20-40	22,93	12,44	59,34	39,31	2,64	24,00	3,35	36,65	60,00	2,5
	40-60	21,05	10,77	55,72	40,21	2,93	21,25	8,75	36,25	55,00	0,5

**Tabela 2.** Correlações entre metais pesados e atributos químicos físicos dos solos

	COT	Areia	Silte	Argila	Carbonatos
<b>Pb</b>	0,80*	-0,59*	0,26	0,63*	0,06
<b>Cu</b>	0,20	0,04	-0,18	0,16	-0,13
<b>Cr</b>	0,81*	-0,47	0,07	0,67*	0,00
<b>Zn</b>	0,82*	-0,52*	0,21	0,58*	-0,00
<b>Hg</b>	0,55*	-0,38	0,05	0,55*	-0,29

\* Significativo ao nível de 5%.