

GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS DE MANGUEZAIS DO ESTUÁRIO DO RIO SAUÍPE, LITORAL NORTE DA BAHIA, BRASIL

Daniela REITERMAJER ¹
Jefferson Cerqueira VIANA ¹
Antônio Fernando de Souza QUEIROZ ²
Joil José CELINO ³

¹ Biólogos. MSc. Geoquímica e Meio Ambiente. ONG PANGAEA - Centro de Estudos Socioambientais. E-mail: reiter@ufba.br, viana@ufba.br

² Geólogo, Dr Geoquímica. Prof. do Depto. de Geoquímica, Instituto de Geociências - IGEO, Universidade Federal da Bahia - UFBA. E-mail: queiroz@ufba.br

³ Geólogo, Dr Geologia Regional. Prof do Depto. de Geologia e Geofísica Aplicada, IGEO/UFBA. E-mail: joil@ufba.br

RESUMO. Para a caracterização geoquímica de uma porção do litoral norte do Estado da Bahia, foco de grandes investimentos públicos e privados de incentivo ao turismo, foram delimitadas estações ao longo do rio Sauípe para a coleta de amostras de sedimento com o objetivo de analisar os elementos C, N, K, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Al, Mn, Cr, Cu, Cd e Pb, os teores de matéria orgânica e a granulometria. A partir dos estudos granulométricos, foi verificado que o sedimento do manguezal apresentou constituição mais arenosa que o esperado, o que pode vir a ser reflexo da erosão das margens do rio e assoreamento da região à montante. Do ponto de vista geoquímico, o manguezal do rio Sauípe foi classificado como dentro dos padrões de normalidade para manguezais do litoral norte da Bahia, não tendo sido evidenciados teores de metais traços ou nutrientes que indicassem poluição por fontes difusas.

Palavras-chaves: geoquímica, manguezal, metais traços, sedimento, Bahia.

ABSTRACT. Geochemistry of the mangrove's sediments in the Sauipe river estuary, North coast of Bahia State, Brazil. For the geochemical characterization, six sample stations were delimited on Sauípe's river in the North Coast of Bahia state (Brazil) that represents a current focus of many public and private investments in tourism. After the collection of sediment, the samples were analysed in laboratory. The following chemical elements were measured: C, N, K, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Al, Mn, Cr, Cu, Cd and Pb, yonder organic matter and granulometry. From the granulometry studies, it was observed that the sediment of the mangrove showed a constitution more sandy than the waited one, what can be a result of erosion and siltation of the river margin. Through this study, it was observed that mangrove is in the normality standards waited for mangroves in North Coast of Bahia, and it was not evidenced metal or nutrients concentrations that indicated diffused sources pollution.

Key words: geochemistry, mangrove, traces metals, sediment, Bahia.

INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema que possui grande importância ecológica e econômica, constituindo-se em um dos ecossistemas mais agredidos na atualidade (VANE et al., 2009; LECTURER, 2004; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990; SCHAEFFER-NOVELLI, 1989).

Dentre os principais impactos ao manguezal estão aqueles causados pela mineração, indústrias, desmatamentos, aterros e barragens, alargamento da foz para construção de portos, marinas, e o tratamento inadequado de resíduos domésticos (CUONG et al., 2005; HUANG et al., 2003; ZHENG et al., 2000). A presença dessas atividades em zonas de manguezais ou próximas denota o descaso com esse ambiente, mesmo em uma época em que se observa grande preocupação com as inter-relações entre os diversos ecossistemas e as consequências que

um desequilíbrio ecológico possa gerar para o homem.

Os metais traços constituem atualmente, junto ao excesso de nutrientes, os poluentes que mais preocupam os pesquisadores. Durante muito tempo, a emissão destes metais foi causada principalmente pela emissão de poluentes industriais. Com o decréscimo na emissão de poluentes industriais, as fontes difusas de poluentes como o despejo de resíduos sólidos urbanos, esgotos e uso intensivo de agroquímicos, se tornaram as maiores vias de muitos agentes poluidores; em particular de metais, micro-poluentes orgânicos e excesso de nutrientes, que podem causar problemas ao meio ambiente, mesmo após o controle ou o fim da fonte poluidora (QUEIROZ; CELINO, 2008; LACERDA, 1998; BEHRENDT, 1993; GARCIA, 1989). Os metais acumulados nos substratos de manguezais permanecem sob uma forma química com baixa biodisponibilidade (ONOFRE et al.,

2008), porém os contaminantes não estão necessariamente fixos permanentemente nesses substratos, podendo ser remobilizados, quando as condições físico-químicas mudam, transformando o manguezal em um fornecedor de poluentes, que estão, muitas vezes, acumulados há anos.

O rio Sauípe, em sua porção mais costeira, está localizado na divisa entre os municípios de Mata de São João e Entre Rios, Litoral Norte da Bahia (Figura 1), a 80 km de Salvador, capital do Estado da Bahia. Junto ao manguezal associado encontram-se dois distritos, ambos no município de Entre Rios. Um desses distritos, Canoas, caracterizado principalmente por pequenos agricultores e pescadores eventuais (REITERMAJER, 1996). Porto Sauípe, localizado no litoral, configura-se como o segundo distrito; sendo uma antiga vila de pescadores que utilizam o mar e o estuário como seu local de trabalho.

Um grande investimento financeiro tem sido feito em infra-estrutura turística na região da bacia

do rio Sauípe, prevendo a construção de sistemas viários, construção de pousadas e hotéis, a implantação de um complexo turístico de grande porte que, conseqüentemente, vêm gerando importantes modificações ambientais. Nesse sentido, buscou-se com este trabalho, fundamentar um diagnóstico geoambiental de zonas do manguezal da região, a fim de se estabelecer um prognóstico dos problemas ambientais gerados pela intensificação das atividades antropogênicas. Sendo assim objetivou-se quantificar os teores dos metais, da matéria orgânica e determinar os percentuais relativos das diferentes frações granulométricas do sedimento, permitindo estabelecer um referencial, contribuindo para uma melhor compreensão do estágio do ecossistema. Espera-se que esse conhecimento contribua para um correto gerenciamento ambiental da região, prevendo um desenvolvimento sustentável adequado, que vise um sistema efetivo de qualidade de vida para a população.



Figura 1. Situação e localização da área de estudo (adaptado de FONTES, 1999).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram definidas seis estações de coleta em zonas do manguezal localizado ao longo do estuário do rio Sauípe (Figura 2): as estações Mz1 e Mz2 no baixo estuário, Mz3 e Mz4 no médio estuário e, finalmente, Mz5 e Mz6 no alto estuário. O critério de escolha destas estações foi a representatividade, buscando manguezais com diversas tipologias. Todas as coletas foram realizadas em sedimentos de manguezal. Com o auxílio de aparelho de GPS (*Global Position System*), em cada uma das seis estações foram delimitados três pontos equidistantes no manguezal, obedecendo a um transecto imaginário, perpendicular à faixa do entre-marés. Em cada estação foram estabelecidos três pontos de amostragem, definidos da seguinte maneira: o ponto 1 de cada estação (Mz1.1, Mz2.1, Mz3.1, Mz4.1, Mz5.1, Mz6.1) foi localizado próximo ao ponto 00 da maré, ou seja, a parte do manguezal mais proximal ao rio Sauípe (Figura 2). O segundo ponto foi demarcado equidistante ao ponto 1 e ao ponto 3. Ele corresponde a uma localização intermediária no manguezal (Mz1.2, Mz2.2, Mz3.2, Mz4.2, Mz5.2, Mz6.2). O terceiro ponto, foi delimitado na parte mais distal em relação ao rio (Mz1.3, Mz2.3, Mz3.3, Mz4.3, Mz5.3, Mz6.3), onde a vegetação característica deste ecossistema dá lugar à vegetação de restinga, dunas ou, como no caso de algumas estações, a quintais de casas ou pastos (Figura 2). A distância entre os pontos de amostragem de cada uma das estações variou de acordo com a extensão do manguezal.

Em cada um dos 18 pontos amostrais, o substrato foi coletado com o auxílio de um trado. Para cada ponto foram retiradas duas amostras denominadas superfície (0 a 25cm) e

profundidade (25 a 50cm), totalizando 36 amostras. Foram coletadas com espátulas de plástico, homogêneas, transferidas para sacos plásticos *zip lock* e armazenados a 4°C. Estas análises foram realizadas no Laboratório do Núcleo de Estudos Ambientais (NEA) do Departamento de Geoquímica do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. As amostras foram divididas em duas partes, sendo a primeira utilizada para caracterizar as frações de partículas (percentagem de areia, silte e argila) e a segunda para análise de matéria orgânica (MO) e nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (EMBRAPA, 1997). Os resultados foram expressos como uma porcentagem (%) para as frações de tamanho de partículas e matéria orgânica, nitrogênio total como mg / Kg, em peso seco.

Outra parte da amostra de sedimento foi utilizada para análise química, onde foram acidificadas por 30 min com uma solução de HCl 1 M para formar H₂S que foi coletado em uma solução 0,5 M NaOH. Os teores de metais foram obtidas por espectroscopia de absorção atômica com atomização por chama (AAS-F) para Al, Fe, Mn, K, Na, Ca e Mg, além de traços de metais Pb, Zn, Cu, Cr e (ASTM 5258-02) e, finalmente, uma fração foi destinada para armazenamento. Brancos foram incluídos em cada lote de análise. A precisão e exatidão da técnica de análise foram avaliadas pela análise de material de referência certificado, MESS-2 (National Research Council of Canada), com cada lote de amostras. Os resultados indicaram boa precisão analítica, mas a digestão incompleta (4,6-62%). Estes resultados não foram inesperados uma vez que o procedimento de extração não inclui HF. Resultados foram expressos em mg / kg, em peso seco. Cada amostra foi analisada em duplicata.

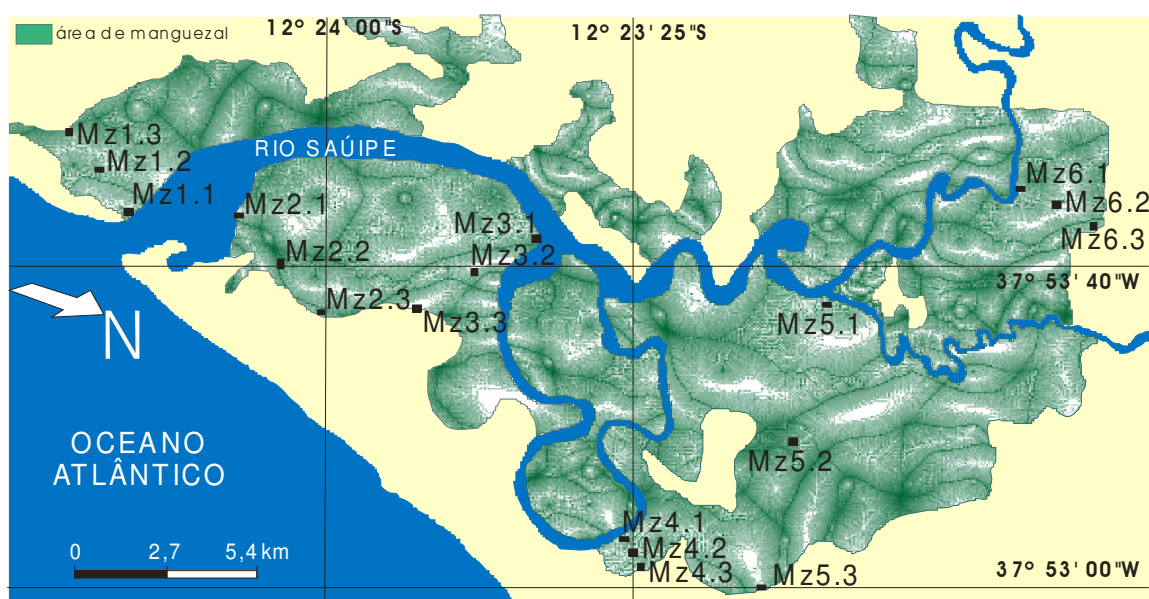


Figura 2. Mapa de localização dos pontos amostrais no manguezal do rio Sauípe, Litoral Norte da Bahia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor médio de matéria orgânica (M.O.) variou ao longo do estuário, alcançando seu máximo no médio estuário (Tabela 1). Ao longo de cada manguezal, a distribuição verificada consistiu no ponto intermediário (Mz1.2, Mz2.2, Mz3.2, Mz4.2, Mz5.2, Mz6.2), apresentando maior conteúdo de M.O., principalmente pela proteção que a vegetação oferece à força da correnteza. Esse comportamento não foi observado na estação Mz2 (ponto Mz2.2 superfície e profundidade), que não apresentou vegetação e na estação Mz5 (ponto Mz5.2), onde a quantidade de M.O. acumulada foi baixa. A M.O. no sedimento do manguezal tem origem fluvial, marinha e estuarina o que justifica o menor teor de M.O. para o alto estuário. Com o estudo do comportamento da M.O. em substratos do manguezal do estuário do rio Joanes, Litoral Norte da Bahia (SANTOS, 1997), verificou-se uma íntima associação do crescimento da M.O. com o despejo de efluentes domésticos. No estuário do rio Sauípe, o incremento da M.O. está associado às condições naturais de produção e acúmulo de material orgânico, principalmente de origem vegetal.

Tabela 1. Teores médios de matéria orgânica (M.O.) e nitrogênio (N) encontrado para as estações do manguezal do rio Sauípe.

Ponto amostral	M.O. (%)	N (%)
Mz1	7,18	0,16
Mz2	5,00	0,06
Mz3	14,43	0,28
Mz4	18,81	0,35
Mz5	7,09	0,14
Mz6	11,85	0,21

A relação C/N é um parâmetro muito utilizado entre os geoquímicos, pois possibilita inferências sobre o grau de decomposição da M.O. e consequente fixação de N, processo extremamente dependente de microorganismos como as algas e as bactérias. A relação C/N neste estudo variou entre 5,57 a 62,00 (Figura 3) o que demonstra variações ao longo do estuário e do manguezal. Maiores variações entre os teores de C e N foram encontrados por QUEIROZ; CELINO (2008) na Baía de Todos os Santos, com relação C/N variando entre 21 e 109 e SANTOS (1997), que registrou para o rio Joanes valores entre 10 e 180.

Os dados da granulometria mostram que ocorreu um predomínio de sedimento franco argilo arenoso, principalmente no baixo estuário, seguido por sedimento franco arenoso, no alto estuário (Figura 4). A estação Mz1 apresentou altos índices de areia grossa em relação aos outros manguezais, sendo que o teor das areias

(fina e grossa) aumentou conforme a penetração no manguezal. Pode-se observar que contrariamente ao que ocorreu com o teor de areia grossa, houve um decréscimo do teor de argila e silte conforme a penetração no manguezal. Isso ocorre, já que a maior parte do sedimento fino é retida no sedimento quando ocorrem as primeiras árvores, cujas raízes provocam o decréscimo da velocidade da corrente e a consequente deposição por gravidade.

O teor de argila mais alto foi encontrado nos primeiros dois pontos do manguezal, decaindo no ponto mais afastado do leito do rio, denotando a influência hidrodinâmica do ecossistema. As condições geológicas locais, com predominância de cordões litorâneos de dunas, certamente influenciaram nos resultados obtidos. Além disso, o represamento de areia no baixo estuário; visível principalmente durante a maré baixa demonstrou um processo de assoreamento, consequência das ações antrópicas nas partes mais altas do rio, o que propicia a redução da velocidade do fluxo da água, permitindo o acúmulo de partículas finas nas partes mais a jusante. Santos (1997) encontrou para o rio Joanes distribuição granulométrica influenciada principalmente por sedimentos argilosos, o mesmo comportamento tendo sido relatado para o manguezal do rio Jacuípe e Canal de Itaparica (REITERMAJER et al., 1995) e Baía de Todos os Santos (QUEIROZ, 1992).

A partir da tabela 2, podem ser observados os teores dos diversos elementos para o manguezal do rio Sauípe. Os teores mais elevados de Al foram verificados no médio estuário (Mz3 e Mz4), que corresponde à região com maior quantidade de sedimentos argilosos e de M.O. Os mais altos teores de Fe foram observados nas estações MZ3 e Mz4, no médio estuário (Tabela 2).

O K é um importante constituinte de alguns alumino-silicatos, principalmente micas, como a biotita. A região estudada é fortemente influenciada por feldspatos e micas dominantes na região (LYRIO, 1996). Deve-se ressaltar ainda que a estreita relação do Zn com a argila ($r=0,6530$) (Tabela 3) e com a M.O. ($r=0,5589$) no manguezal do rio Sauípe (Tabela 3), parece indicar que o Zn está sendo fixado ao ambiente, seja por processos geoquímicos que envolvem a adsorção/absorção pelas argilas e/ou aqueles relacionados à ligação deste elemento com a M.O.

De acordo com os índices de Pearson encontrados neste estudo, expostos na Tabela 3, o Cr mostrou valor de r significativo com o Al ($r=+0,9190$). Isso parece indicar que a presença de Cr está relacionada à própria composição mineralógica local, uma vez que o Al representa o constituinte básico do cortejo mineralógico associado ao manguezal.

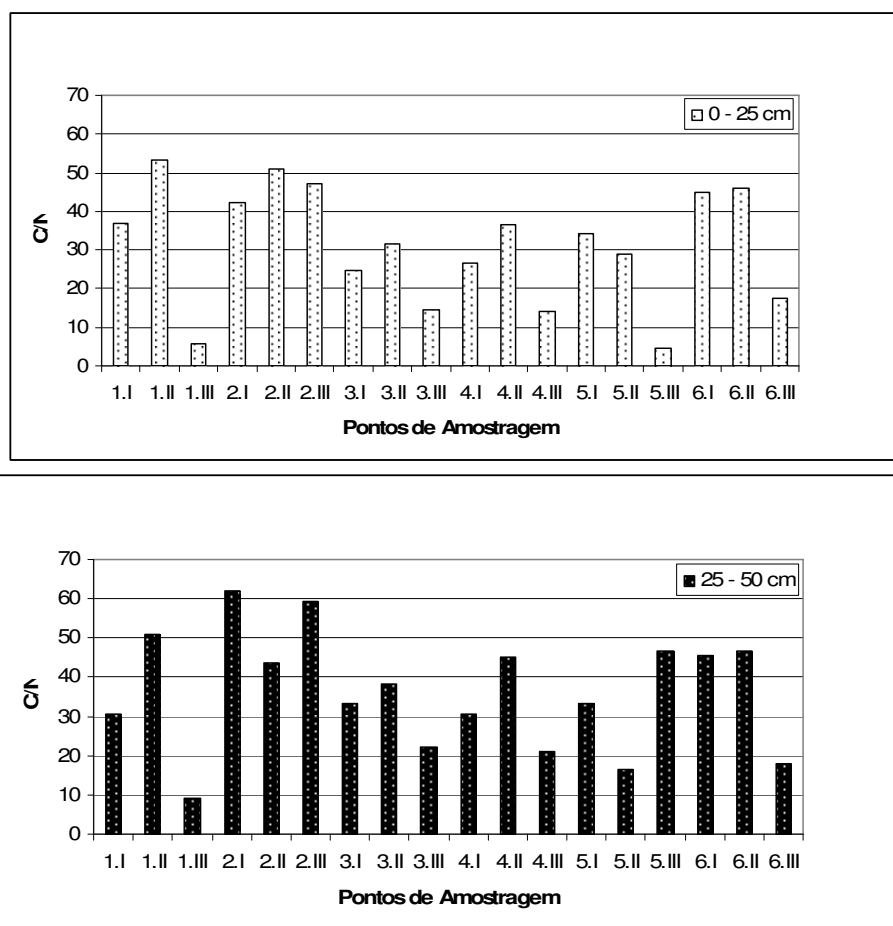


Figura 3. Relação C/N encontrada em diferentes profundidades (0-25 e 25-50 cm) no manguezal do rio Sauípe, Litoral Norte da Bahia.

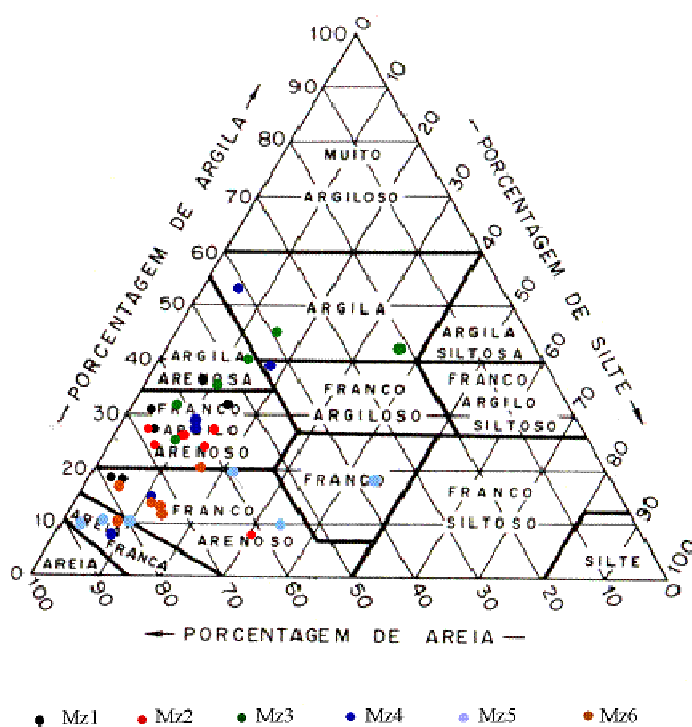


Figura 4. Diagrama de classificação textural do solo, segundo a classificação de *soil survey* (adaptado de ACIESP, 1997).

Tabela 2. Teores médios (mg Kg^{-1}) para os diversos elementos e matéria orgânica – M.O. (%) analisados nas amostras de diferentes profundidades do substrato do manguezal do rio Sauípe, Litoral Norte da Bahia.

Prof. (cm)	Ponto	Al ($\times 10^{-3}$)	Fe ($\times 10^{-3}$)	Mn ($\times 10^{-2}$)	K ($\times 10^{-2}$)	Na ($\times 10^{-3}$)	Ca ($\times 10^{-4}$)	Mg ($\times 10^{-3}$)	Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	M.O. (%)
0 - 25	Mz 1	3,24	7,84	0,50	9,17	7,12	0,63	2,41	8,04	1,06	0,10	22,82	15,54	6,05
	Mz 2	2,70	7,94	1,08	6,04	2,92	4,63	4,05	16,08	1,01	0,33	8,97	12,57	5,00
	Mz 3	4,17	13,23	0,57	9,40	3,26	0,85	2,68	6,58	1,26	0,20	13,85	17,22	14,28
	Mz 4	4,56	15,50	0,49	9,04	5,11	0,32	2,81	10,24	1,47	0,20	16,92	20,49	18,18
	Mz 5	2,42	7,23	0,33	4,49	1,76	0,08	1,11	4,39	0,94	0,13	10,00	10,98	6,60
	Mz 6	2,42	9,01	0,29	3,04	0,95	0,09	1,12	2,92	0,81	0,10	11,03	12,37	10,36
25 - 50	Mz 1	3,63	11,46	0,53	10,35	7,63	0,52	2,69	14,62	1,16	0,70	34,10	19,10	8,31
	Mz 2	2,67	8,39	0,98	5,88	2,92	4,57	3,95	14,62	0,96	0,37	8,72	11,58	5,00
	Mz 3	5,38	13,91	0,68	10,11	4,60	0,81	2,65	8,04	1,54	0,23	14,11	20,59	14,59
	Mz 4	4,96	14,83	0,43	9,85	6,21	0,26	2,85	10,97	1,29	0,10	15,90	20,19	19,45
	Mz 5	2,93	8,03	0,33	4,92	1,94	0,08	1,16	4,39	0,78	0,13	10,52	11,48	7,58
	Mz 6	2,95	11,21	0,27	3,99	1,64	0,09	1,20	3,65	1,05	0,13	12,31	14,94	13,35

Tabela 3. Índices de correlação linear (Pearson) para diversos elementos e M.O. no substrato do manguezal do rio Sauípe, Litoral Norte da Bahia. Em negrito os valores mais significativos.

	Al	Fe	Mn	K	Na	Ca	Mg	Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	M.O.
Al	1,00												
Fe	0,90	1,00											
Mn	0,42	0,41	1,00										
K	0,84	0,74	0,41	1,00									
Na	0,29	0,14	-0,02	0,62	1,00								
Ca	-0,10	-0,12	0,76	-0,02	-0,11	1,00							
Mg	0,42	0,38	0,81	0,56	0,33	0,77	1,00						
Pb	0,17	0,12	0,61	0,37	0,45	0,68	0,81	1,00					
Zn	0,81	0,78	0,48	0,73	0,20	0,04	0,49	0,25	1,00				
Cd	-0,03	0,01	0,17	0,14	0,36	0,25	0,33	0,67	0,05	1,00			
Cu	0,13	0,07	-0,19	0,32	0,67	-0,23	0,07	0,40	0,11	0,74	1,00		
Cr	0,91	0,87	0,30	0,84	0,34	-0,18	0,36	0,19	0,78	0,05	0,27	1,00	
M.O.	0,71	0,85	0,17	0,50	0,01	-0,24	0,16	-0,12	0,56	-0,17	-0,05	0,71	1,00

Além disso, o fato do Cr ter apresentado correlação positiva significativa também com o K ($r=0,8387$) e com o Fe ($r=0,8770$), além do Al, pode indicar ainda uma estreita relação do Cr com as micas potássicas (principalmente biotita), remarcadas na zona de alimentação por LYRIO (1997). Entretanto, o alto índice de correlação de Pearson verificado entre Cr e a M.O. ($r=0,7067$), indica que o Cr também pode estar sendo fixado neste ecossistema por processos geoquímicos relacionados à complexação organo-metálica.

O Cd apresentou concentrações mais elevadas na região do baixo estuário (Tabela 2). Deve-se ressaltar que a análise do Cd mostrou que esse elemento apresentou teores muito próximos do limite de detecção (0,03 mg/Kg) do aparelho utilizado. O Cd apresentou um alto índice de correlação com o Pb ($r= 0,6670$) e com o Cu ($r=0,7397$), indicando a possibilidade da ocorrência de afinidade entre os mecanismos reguladores desses elementos no ambiente.

O Pb apresentou elevada correlação positiva com o Mg ($r= 0,8105$) e com Ca ($r=0,6746$) (Tabela 3), corroborando com a hipótese de que o Pb tem uma forte relação com a água marinha, rica em Mg e Ca que alcança o manguezal. O índice de correlação de Pearson entre os elementos Pb e Mn ($r=0,6071$) permite deduzir que o Mn tem grande importância para a fixação de Pb no substrato do manguezal através de processos geoquímicos de co-precipitação, envolvendo os oxí-hidróxidos de Mn (ALLOWAY,1990).

Conforme pode ser observado na tabela 3, o Cu apresentou correlações positivas significativas com o Na ($r=0,6945$) e com o Cd ($r=0,7397$), possibilitando inferir que o Cu esteja sendo influenciado pelos mesmos processos de transporte e fixação que nortearam o Cd e o Pb. As baixas correlações entre o Cu e a M.O e o Cu e a argila (Tabela 3), mostram que a deposição do Cu não é controlada primariamente por estes fatores no estuário do rio Sauípe.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste estudo, observou-se a distribuição dos elementos no baixo, médio e alto estuário, apresentou uma variação de concentração dos diversos elementos devido principalmente às alterações físico-químicas decorrentes do regime hidrológico, além da fonte de origem do elemento analisado. K, Mg, Na, Fe, Zn, Al, Cr e Cu, M.O. e teor de argila, apresentaram maiores teores no médio estuário, sendo geralmente mais baixos no alto estuário. Já a distribuição dos elementos dentro de uma mesma estação amostral variou bastante de acordo com as características de cada elemento analisado e as condições físico-químicas e hidrológicas.

Os oxí-hidróxidos de Fe e Mn não são os principais controladores de metais no substrato do manguezal do estuário do rio Sauípe, papel que parece estar sendo exercido pelas argilas, o que ocorreu particularmente com o Zn e o Cr. Estudos complementares devem ser realizados para a compreensão da dinâmica de Cd, Pb e Cu, que parecem alcançar o estuário do rio Sauípe principalmente através do ecossistema marinho.

Os estudos granulométricos nos sedimentos revelaram uma constituição mais arenosa, o que pode ser reflexo da erosão das margens do rio e assoreamento na região à montante. A presença de esgoto doméstico e a utilização do manguezal como depósito de resíduos sólidos podem gerar problemas de saúde coletiva caso não sejam tomadas medidas efetivas de controle, além de interferir no equilíbrio geoquímico do manguezal, o que pode culminar com o comprometimento de todo o estuário.

REFERÊNCIAS

- ACIESP. **Glossário de ecologia**. 2. ed. São Paulo, SP: Ed. Acad. de Ciên. do Est. de São Paulo, 1997.
- ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils**. Glasgow, UK: Ed. Blackie Academic & Professional, 1990.
- BEHRENDT, H. Separation of point and diffuse loads of pollutants using monitoring data of rivers. **Water Science & Technology**, v. 28, p.165-175, 1993.
- CUONG, D.T., BAYEN, S., WURL, O., SUBRAMANIAN, K., SHING WONG, K.K., SIVASOTHI, N., OBBARD, J.P. Heavy metal contamination in mangrove habitats of Singapore. **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, p. 1732-1738, 2005.
- EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. Ed. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
- ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Interciência/FINEP, 1988.
- FONTES, E. de O. **Alterações sócio-ambientais resultantes do turismo: caso de Imbassaí e Porto Sauípe - Litoral Norte da Bahia**, 1999. 142p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA.
- GARCIA, H. G. **Estudio de la contaminación marina por metales pesados en algunas áreas urbanas**. 1989. 68p. (PhD Thesis) - Centr. Nac. Investigaciones Científicas, La Habana, Cuba.

- HUANG, L., TAN, Y., SONG, X., HUANG, X., WANG, H., ZHANG, S., DONG, J., CHEN, R., The status of the ecological environment and a proposed protection strategy in Sanya Bay, Hainan Island, China. **Marine Pollution Bulletin**, v. 47, p. 180–186, 2003.
- LACERDA, L. D. de. Trace metals biogeochemistry and diffuse pollution in mangrove ecosystems, **ISME Mangrove Ecosystems Occasional Papers**, n. 2, International Society for Mangrove Ecosystems, 1998.
- LECTURER, N.W.O. Changes in Habitat Conditions and Conservation of Mangrove Ecosystem in Myanmar: A Case Study of Pyindaye Forest Reserve, Ayeyarwady Delta. **Status Report for MAB Young Scientist Award**, 2004.
- LYRIO, R. S. **Modelo Sistêmico Integrado para a Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte do Estado da Bahia**. 1996. 87p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA.
- ONOFRE, C. R. E.; ARGOLO, J. L.; CELINO, J. J.; QUEIROZ, A. F. S.; NANO, R. M. W. . Sulfetos voláteis acidificados (SVA) e metais extraídos simultâneos (MES) em sedimentos de manguezais da Baía de Todos os Santos. In: QUEIROZ, A.F.S.; CELINO, J.J. (Org.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos**. 1. ed. Salvador: EDUFBA, 2008, p. 134-148.
- QUEIROZ, A.F. de S. **Estudo geoquímico e sedimentológico no manguezal do estuário do rio Jacuípe**. 1989. 227p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA.
- QUEIROZ, A. F. de S. **Mangroves de la Baía de Todos os Santos – Salvador – Bahia – Brésil: ses caracteristiques et l'influence anthropique sur as géochemie**. 1992. 148p. PhD. (Doctorat Géochimie) - Université Louis Pasteur, Paris, France.
- QUEIROZ, A. F. de S.; CELINO, J. J. (Org.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos**. 1. ed. Salvador: Editora da UFBA, 2008. 300 p.
- REITERMAJER, D., VIANA, J.C., SANTOS, J.J. **Dimensionamento e gradiente da vegetação e população animal do manguezal em áreas sob impacto ambiental e não impactadas**. Relatório iniciação científica – CNPq, Universidade Federal da Bahia, 22p. 1995.
- REITERMAJER, D. **Comunidade extrativista do manguezal de Porto Sauípe, Entre Rios - BA: uma abordagem ecológica e social**. 1996. 77p. Monografia (Bacharelado em Recursos Ambientais) - Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA.
- SALOMONS, W., KERDIJK, H., van PAGU, H., KLOMP, R., SCHREUR, A. Behaviour and impact assessment of heavy metals in estuarine and coastal zones, In: SALOMONS, W.; FORSTNER, U. (Org.) **Metals in coastal environments of Latin America**, Springer-Verlag, Berlin, p.: 157-198. 1988.
- SANTOS, A. L. F. **Manguezais do estuário do rio Joanes – Lauro de Freitas – Bahia, estudos de caracterização geoquímica como subsídios para um gerenciamento ambiental adequado**, 1997. 226p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o sistema manguezal**. São Paulo: IOC/USP, v. 7, p. 1–16. 1989. (Publicação Especial do Instituto Oceanográfico).
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y., CINTRON, G., ADAIME, R.R., CAMARGO, T.M. Variability of the mangrove ecosystem along the Brazilian coast. **Estuaries**, v. 13, n. 2, p. 204–219, 1990.
- VANE, C.H., HARRISON, I., KIM, A.W., MOSS-HAYES, V., VICKERS, B.P., HONG, K. Organic and metal contamination in surface mangrove sediments of South China. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, p. 134–144. 2009.
- ZHENG, G.J., LAM, M.H.W., LAM, P.K.S., RICHARDSON, B.J., MAN, B.K.W., LI, A.M.Y., Concentrations of persistent organic pollutants in surface sediments of the Mudflat and Mangroves at Mai Po Marshes Nature Reserve, Hong Kong. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, p. 1210–1214. 2000.