



Geoquímica de Sedimentos do Ecossistema Maguezal na região de São Francisco do Conde - Bahia

Idembergue Barroso Macedo de Moura^a, Diolande Ferreira Gomes^b, George Satander Sá Freire^b, Inácio Ocinaí de Lima Neto^c

Recebido em 25 de agosto de 2009 / Aceito em 28 de abril de 2010

Resumo

O estudo foi desenvolvido na zona de manguezal da região estuarina a nordeste da Baía de Todos os Santos (BTS) – BA, objetivando contribuir com os estudos que visam avaliar os níveis de contaminação da área, através da determinação de metais pesados em testemunhos (T01 e T02) de até 1 m. Foram realizadas análises granulométricas, de matéria orgânica (0,33 % a 5,05 %), carbono orgânico (0,19 % a 2,93 %), e dos metais Fe (3.850,58 a 12.047,69 ppm), Mn (25,83 a 146,63 ppm), Cd (teor abaixo do limite de detecção do aparelho a 3,88 ppm), Cr (8,13 a 56,97 ppm), Cu (6,60 a 18,85 ppm), Ni (3,25 a 15,31 ppm), Pb (2,65 a 17,06 ppm), V (7,60 a 49,69 ppm) e Zn (8,20 a 25 ppm). A análise geral sugere que o aporte de contaminantes na área do T01, é maior do que na área do T02.

Palavras-chave: Manguezal; Metais; Concentrações Naturais; São Francisco do Conde – BA; Baía de Todos os Santos – BA.

Abstract

The study was developed in the zone of mangrove of the estuary region the northeast of the Baía de Todos os Santos (BTS) – BA, objectifying to contribute with the studies that they aim at to evaluate the levels of contamination of the area, through of the heavy metals determination in sediment cores (T01 e T02) of until 1 m. Grain sized analyses had been carried through, organic matter (0.33 % 5.05 %), organic carbon (0.19 % 2.93 %), and of the metals Fe (3.85 the 12.05 ppm), Mn (25.83 the 146.63 ppm), Cd (text below of limit of detention of the device the 3.88 ppm), Cr (8.13 the 56.97 ppm), Cu (6.60 the 18.85 ppm), Ni (3.25 the 15.31 ppm), Pb (2.65 the 17.06 ppm), V (7.60 the 49.69 ppm) and Zn (8.20 the 25 ppm). The general analysis suggests that the entered of contaminants in the area of the T01, is bigger than in the area of the T02.

Word-key: Mangrove; Metals; Background; São Francisco do Conde – BA; Baía de Todos os Santos - BA.

^aPrograma de Pós-Graduação em Geologia – UFC. E-mail: idembergue@pop.com.br ^bDepartamento de Geologia/CC/ UFC. E-mail: diolande@ufc.br; freire@ufc.br, ^cCurso de Graduação em Geologia – UFC. E-mail: inacioneto@ufc.br

1. Introdução

A área estudada encontra-se a nordeste da Baía de Todos os Santos – BA, e está localizada a 50 Km a NW de Salvador, inserida no município de São Francisco do Conde, com uma área de aproximadamente 16 km² (Fig. 01). A região costeira do Estado da Bahia é bordejada por extensa área de manguezal, estando mais preservadas aquelas localizadas ao Sul do Estado.

Na Baía de Todos os Santos, os manguezais ocupam grandes áreas do litoral, possuindo, dessa forma, fundamental importância na manutenção de estoques pesqueiros da região, dentre outros aspectos ambientais e sócio-econômicos. Nesta Baía, nas últimas décadas, tem sido grande a alteração dos padrões de uso do solo em função da exploração do petróleo, implantação de distritos e centros industriais (Oliveira, 2004). Como maior exemplo na região de São Francisco do Conde, Bahia, tem-se a RLAM (Refinaria Landulpho Alves) que pertence a Petrobrás.

A cadeia produtiva de petróleo quando mal gerenciada, se constitui em uma das principais fontes

de poluição, seja diretamente, seja através da combinação dos seus compostos com outros, gerando uma infinidade de novos compostos químicos. Deve-se relacionar a degradação ambiental e suas fontes causadoras para se fazer um bom diagnóstico e entender o problema de forma global, assim, a realização de estudos básicos e levantamentos geoambientais sistemáticos dessas áreas são justificados.

A presente pesquisa está inserida em um programa de monitoramento ambiental, intitulado “ PROAMB - Protocolos de Avaliação e Recuperação de Ambientes Impactados por Atividades Petrolíferas” no âmbito da Rede Cooperativa em Recuperação de Áreas Contaminadas por Atividades Petrolíferas (RECUPETRO).

A caracterização ambiental do estuário do Rio São Paulo promoverá um melhor conhecimento dos agentes e processos ambientais nele presentes e ajudarão de forma preponderante nos casos de intervenção antrópica com o objetivo de amenizar os problemas advindos da atividade antrópica.

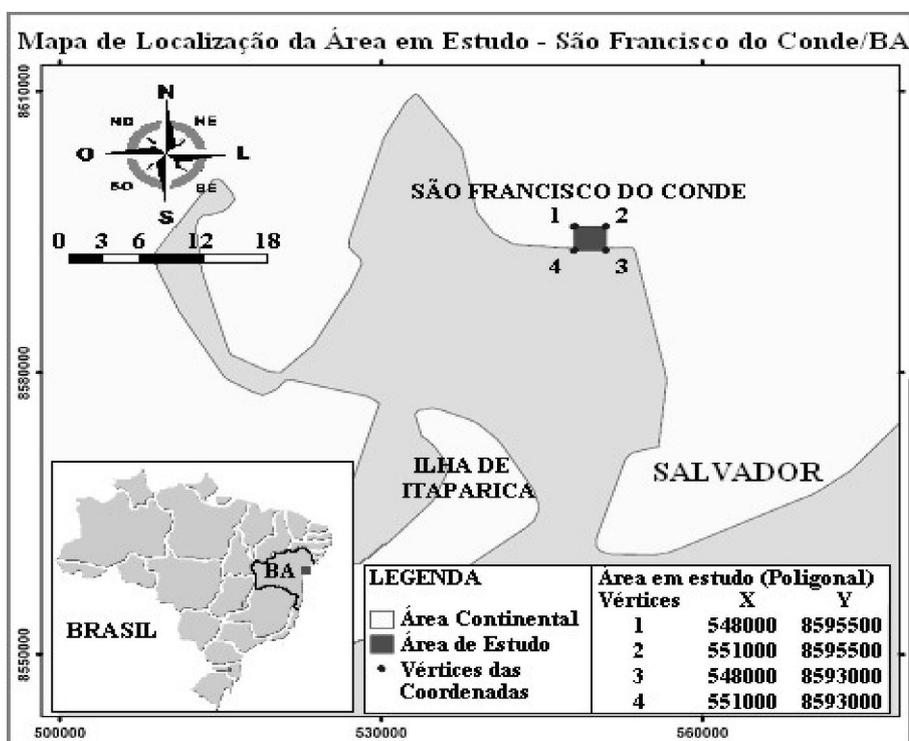


Fig. 1 - Mapa de localização da área pesquisada, região de São Francisco do Conde, BA.

2. Objetivo Geral

A área encontra-se inserida na Bacia do Recôncavo Baiano, sendo representada pelos depósitos quaternários, incluindo leques aluviais e depósitos de manguezais que ocorrem nas margens da baía, especialmente na sua metade ocidental, mais rasa. Os leques aluviais são restritos à vizinhança das colinas existentes nos arenitos na metade ocidental da baía. Tal bacia cobre toda região da Baía de Todos os Santos (BTS) e a parte a norte de Salvador, onde estão situados vários dos importantes campos petrolíferos do estado da Bahia (Lessa *et al.*, 2000).

3. Geologia Local

A área encontra-se inserida na Bacia do Recôncavo Baiano, sendo representada pelos depósitos quaternários, incluindo leques aluviais e depósitos de manguezais que ocorrem nas margens da baía, especialmente na sua metade ocidental, mais rasa. Os leques aluviais são restritos à vizinhança das colinas existentes nos arenitos na metade ocidental da baía. Tal bacia cobre toda região da

Baía de Todos os Santos (BTS) e a parte a norte de Salvador, onde estão situados vários dos importantes campos petrolíferos do estado da Bahia (Lessa *et al.*, 2000).

4. Materiais e Métodos

Os dados atuais foram adquiridos numa campanha de campo, em abril de 2006, onde foram realizadas testemunhagens e coletas de água. A metodologia utilizada para a aquisição, realização e análise desses parâmetros foi realizada seguindo os padrões normais de uma metodologia clássica, dividida em trabalho de gabinete, trabalho de campo, trabalho laboratorial e tratamento estatístico. A fase de campo contou com o auxílio de um GPS (*Global Position System*) modelo portátil da marca Garmim para a localização exata das estações de amostragem anteriormente estabelecidas. A coleta das amostras ocorreu durante o período de maré mais baixa. Os locais de amostragens às margens do Rio São Paulo (Tab. 01 e Fig. 02) foram selecionados de forma a se obter a melhor representatividade possível da área de estudo, relacionada às influências das atividades industriais e urbanas que se desenvolvem na região, com vista a atender o objetivo da pesquisa.

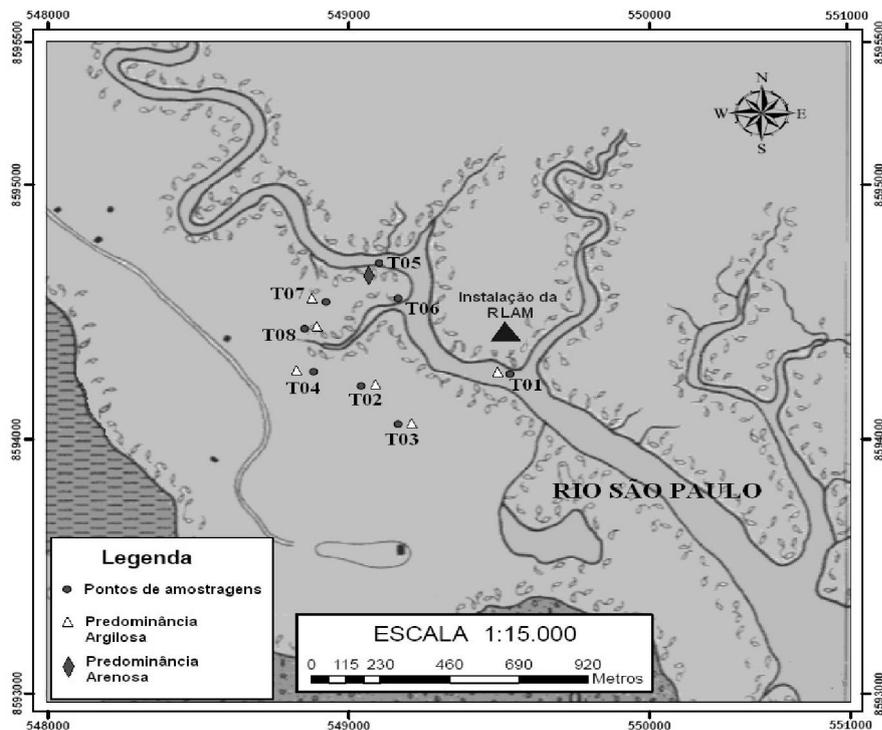


Fig. 02 – Mapa da área estudada, com a localização das estações de amostragens.

Tab. 01 – Localização das 08 (oito) estações de amostragens, na região de São Francisco do Conde – BA.

PONTOS DE AMOSTRAGENS	LONGITUDE	LATITUDE
T01	8594255	549536
T02	8594207	549042
T03	8594058	549165
T04	8594263	548884
T05	8594690	549103
T06	8594552	549164
T07	8594538	548925
T08	8594432	548854

Os sedimentos foram coletados em locais de deposição lamosa, na parte do manguezal mais próxima às zonas marginais, em locais geralmente inundáveis pela maré alta. As amostras foram coletadas com auxílio de um testemunhador, que consta de um trado de aço inox e capacidade para coletar testemunhos de até 100 cm.

Na etapa laboratorial foram tratados todos os parâmetros dos trabalhos de campo, em sedimento e água. As amostras dos testemunhos foram submetidas à secagem a 60°C em estufa, homogeneização e quarteamento (para as análises granulométricas). Para as análises químicas incluiu-se a etapa de maceramento em grau e pistilo de ágata.

As análises de matéria orgânica e carbono orgânico total dos sedimentos coletados, em sua maioria foram realizadas no Laboratório de Geoquímica Ambiental (LGA) da Universidade Federal do Ceará (UFC). A análise granulométrica foi realizada no Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), e as análises de metais foram realizadas no Laboratório de Estudos em Química Analítica (Departamento de Química Analítica/ UFC). Todas as análises químicas foram feitas em duplicatas.

A análise granulométrica foi realizada segundo o método tradicional de peneiragem (vibrador “rot up” da PRODUTEST e um conjunto de 12 peneiras numa seqüência de malhas de 0,062 a 2,830 mm) e pipetagem (Suguio, 1973).

A fração maior que 0,062 mm de diâmetro foi passada por sucessivas peneiras com diferentes tamanhos de malha. Já a fração fina dos sedimentos (menor que 0,062 mm de diâmetro) foi separada por decantação, seguido por sucessivas pipetagens e classificado com o auxílio do programa ANASED 5.0 (Lima et al., 2001) a partir de Sheppard (1954).

Para determinação do teor de CaCO_3 foi utilizado um *Calcímetro de Bernard*. Um calcímetro permite medir o volume de CO_2 desprendido pela ação do ácido clorídrico sobre o carbonato de cálcio de uma amostra de sedimento (Sciences de la vie et de la terre, 2007).

Para esta análise, o sedimento foi inicialmente seco à 60°C em estufa, fracionado 5,0g e acondicionado num erlenmeyer adaptado a um tubo de ensaio, sendo ligado a um sistema de provetas parcialmente preenchidas com solução saturada de NaCl, para evitar a solubilização do CO_2 na água. Os teores de matéria orgânica foram determinados nos sedimentos de acordo com a metodologia de Walkey-black (1947), adaptado e modificado por Jackson (1958), apud Loring & Rantala (1992).

Este método se baseia nas reações exotérmicas, calor e oxidação com dicromato de potássio e H_2SO_4 concentrado na amostra, seguida de titulação do excesso de dicromato (que não reagiu), com 0,5N de sulfato ferroso amoniacal e indicador para identificação do ponto final. O teor do carbono orgânico das amostras foi calculado através da equação:

A determinação dos metais pesados foi realizada através de extração parcial e total.

4.1. Extração parcial de metais pesados

A extração parcial ocorreu segundo a metodologia *Strong Acid Leachable Metals* (SALM): As amostras foram secas em estufa a 60°C e peneiradas na fração de 10 – mesh (2,0 milímetros). Em seguida, 1,0 g de amostra foi digerida com a combinação de HNO₃ e HCl concentrados 1:3 (Água Régia) sob aquecimento a 90°C em bloco digestor digital, modelo – TE015/1 Bombonas, segundo o método 8, CSR – ANALYTICAL British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks (2001). Em seguida, os extratos foram diluídos para um volume de 50 ml.

4.2. Extração total de metais pesados

As amostras foram secas em estufa a 60°C e peneiradas na fração de 10 – mesh (2,0 milímetros). Em seguida, em virtude da elevada concentração de M.O. adicionou-se 5 ml da combinação de HNO₃ e HCl concentrados 3:1 (água régia invertida) em 0,2 g de sedimentos, deixando reagir por uma noite.

Na manhã seguinte, deixou-se as amostras sob aquecimento a 120°C por 3 horas em bloco digestor digital, após este passo, deixou-se esfriar para ser adicionado 2 ml de HF (ácido fluorídrico) e voltar a aquecer as amostras por 3 horas a 120°C em bloco digestor digital, modelo – TE015/1 Bombonas, segundo Loring & Rantala (1992). Em seguida, os extratos foram aferidos para um volume de 25 ml.

Posteriormente as concentrações dos metais foram determinadas por espectrômetro de emissão ótica com fonte de plasma (ICP), ICPOES de marca Optima 4300, modelo Perkin Elmer do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará (UFC).

5. Resultados e Discussão

5.1. Análise Textural e Carbonato de Cálcio

Os resultados para análise textural e carbonato de cálcio estão mostrados na Tab. 02, com exceção do T06, cuja quantidade de amostra coletada, não permitiu sua análise com segurança. As amostras (Tab. 02) apresentaram predominância de finos (siltes e argilas), cerca de 66,5 %, característico de sedimento de ambiente de baixa energia. Segundo Oliveira (2004), estes sedimentos podem ser derivados principalmente da erosão marginal e da desagregação das rochas sedimentares do Super Grupo Bahia, formadas dentre os mais frequentes por folhelhos e siltitos cinza esverdeados e arenitos finos, os quais se alteram em argilas em clima tropical sempre úmido. O carbonato de cálcio (Tab. 02) presente no sedimento lamoso provém de fragmentos de conchas de moluscos e algas calcárias, e representa cerca de 0,9 (amostra T3, profundidade de 40 – 60 cm) a 4,4 % (amostra T7, profundidade de 40 – 60 cm) na amostra.

5.2. Matéria Orgânica Oxidável (M.O.) e Carbono Orgânico (C.O.)

Os resultados das concentrações de M.O. e C.O. estão apresentados na Tab. 03 e na Fig. 03. Nos testemunhos de sedimentos, observou-se que a M.O. está presente em todos os níveis de profundidade dos testemunhos de 100 cm, com concentrações entre 0,33 (amostra T8, profundidade de 60 – 80 cm) a 5,05 % (amostra T7, profundidade de 0 – 20 cm), que corresponde a 0,19 e 2,90 % de carbono orgânico, respectivamente. Observou-se que em relação a localização da estação de amostragem, o comportamento de diminuição do teor (superfície à profundidade) desses parâmetros que ocorre nos testemunhos T01, T03, T06 e T08, deve-se aos processos naturais que predominam no ecossistema manguezal onde as acumulações de material proveniente da vegetação de mangue (folhas e caules) permanecem acumulados em níveis mais superficiais e submetidos a condições anaeróbicas de decomposição em um ambiente frequentemente inundado pelas variações das marés.

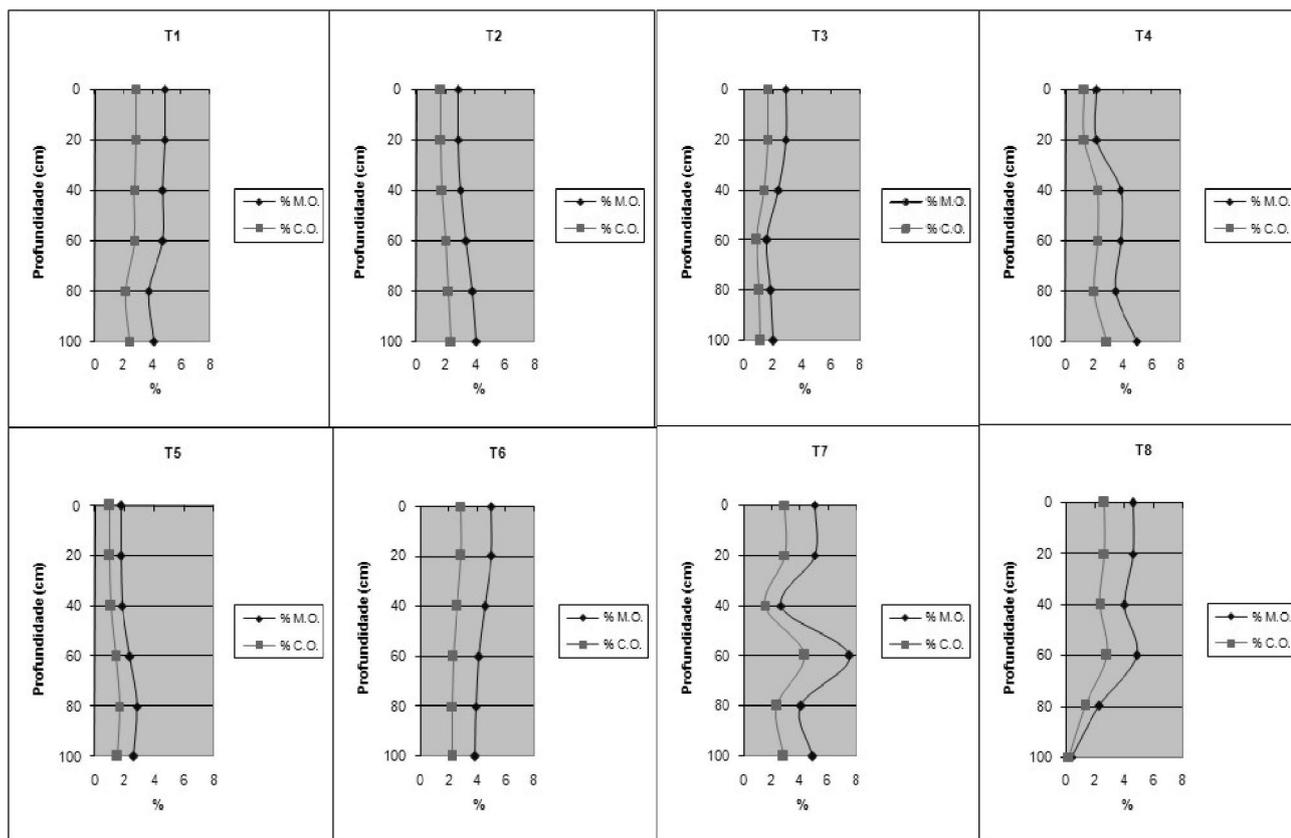


Fig. 03 – Variação vertical da M.O. e C.O. nos sedimentos do manguezal na região de São Francisco do Conde – BA

Já o comportamento de aumento do teor da superfície à profundidade de M.O. e C.O. nos testemunhos T02, T04, T05 e T07 deve-se ao fato de ocorrer variações nas oscilações dos níveis de maré onde em épocas pretéritas foi propícia a acumulação desse material que compõe o substrato lamoso desses manguezais e de ocorrer uma certa preservação sem ter a completa oxidação do mesmo.

5.3. Metais

O impacto de um determinado contaminante no ambiente depende de seu tempo de residência, toxicidade, biodisponibilidade e concentração (SALOMONS & FÖRSTNER, 1984). Devido a limitação de recursos financeiros e de tempo, apenas dois testemunhos foram usados para identificação e quantificação de metais pesados. Selecionou-se o T01 e T02 devido suas proximidades com a RLAM e por estarem em ambientes relativamente distintos. A estação T01 mais próxima ao Rio São

Paulo, ou seja, em um ambiente mais dinâmico, e a estação T02 mais distante do Rio São Paulo, em um ambiente menos influenciado pela maré.

Na Fig. 04 são apresentados os resultados das estações T01 (0 – 100 cm, para extração parcial e 0 – 80 cm, para extração total) e T02 (0 – 100 cm, para extrações parcial e total).

Para as extrações parcial e total dos metais ferro, manganês, cromo, níquel, chumbo, vanádio e zinco, o T01 apresenta um comportamento oscilante (irregular) em relação a profundidade, já o T02 apresenta uma tendência crescente (regular) com a profundidade (Fig. 04). Para o cádmio, o T01 apresenta um comportamento levemente decrescente (regular) em relação a profundidade, e o T02 apresenta uma tendência decrescente (irregular) com a profundidade.

E para o cobre, o T01 apresenta um comportamento oscilante decrescente (irregular) em relação a profundidade, e o T02 apresenta uma

Tab. 02 – Classificação Textural e teor de CaCO_3 dos sedimentos da zona de manguezal em estudo da região de São Francisco do Conde – BA.

AMOSTRAS	CASCACILHO(%)	AREIA(%)	SILTE(%)	ARGILA(%)	CARBONATO(%)	CLASSIFICAÇÃO
T1 (0-20)	4,3	34,3	2,6	58,9	2,8	ARGILA GROSSA
T1(20-40)	2,0	30,5	2,1	65,5	2,7	ARGILA MÉDIA
T1 (40-60)	3,8	25,5	1,2	69,5	2,7	ARGILA MÉDIA
T1 (60-80)	12,4	34,3	1,4	52,0	2,2	SILTE MUITO FINO
T1 (80-100)	15,6	21,6	1,2	61,6	2,4	SILTE MUITO FINO
T2 (0-20)	0,3	17,1	1,4	81,3	1,7	ARGILA MÉDIA
T2 (20-40)	0,3	14,2	2,2	83,3	1,7	ARGILA MÉDIA
T2 (40-60)	0,2	13,1	1,9	84,9	2,0	ARGILA MÉDIA
T2 (60-80)	0,6	13,6	2,0	83,8	2,2	ARGILA MÉDIA
T2 (80-100)	4,7	12,1	2,2	81,0	2,9	ARGILA MÉDIA
T3 (0-20)	0,7	25,0	2,1	72,2	1,7	ARGILA MÉDIA
T3(20-40)	0,5	21,1	2,8	75,7	1,4	ARGILA MÉDIA
T3(40-60)	0,1	16,7	2,0	81,2	0,9	ARGILA MÉDIA
T3(60-80)	0,1	20,7	0,6	78,6	1,1	ARGILA MÉDIA
T3(80-100)	2,2	18,2	0,8	78,8	1,2	ARGILA MÉDIA
T4(0-20)	0,4	19,8	1,3	78,5	2,2	ARGILA MÉDIA
T4(20-40)	2,0	20,5	1,3	76,2	2,2	ARGILA MÉDIA
T4(40-60)	0,1	19,7	2,6	77,6	2,2	ARGILA MÉDIA
T4(60-80)	0,1	17,6	1,3	81,0	2,0	ARGILA MÉDIA
T4(80-100)	0,6	18,5	1,7	79,3	2,9	ARGILA MÉDIA
T5(0-20)	0,6	60,5	0,5	38,4	1,0	SILTE FINO
T5(20-40)	0,3	74,1	0,7	24,5	1,1	SILTE MÉDIO
T5(40-60)	0,1	67,8	0,8	31,4	1,4	SILTE FINO
T5(60-80)	9,8	82,6	0,8	6,8	1,6	AREIA FINA
T5(80-100)	0,5	64,3	0,9	34,4	1,5	SILTE FINO
T7(0-20)	1,1	20,3	1,2	77,4	2,9	ARGILA GROSSA
T7(20-40)	0,1	7,3	1,6	91,0	1,6	ARGILA MÉDIA
T7(40-60)	0,9	8,0	1,1	90,0	4,4	ARGILA MÉDIA
T7(60-80)	0,3	8,8	0,4	90,5	2,4	ARGILA MÉDIA
T7(80-100)	28,9	13,8	0,8	56,6	2,9	SILTE FINO
T8 (0-20)	1,4	38,4	1,9	58,2	2,7	SILTE MUITO FINO
T8 (20-40)	2,6	56,4	0,9	40,0	2,4	SILTE GROSSO
T8 (40-60)	1,4	38,4	1,2	58,9	2,8	SILTE MÉDIO
T8 (60-80)	9,8	29,0	2,2	59,1	1,3	SILTE MÉDIO
T8 (80-100)	9,2	23,6	3,3	63,9	1,9	SILTE MÉDIO
TOTAL (%)	3,3	28,2	1,5	65,0	2,0	100 %

tendência crescente (regular) com a profundidade.

Dentre os metais analisados, ferro e manganês são os que apresentam maiores

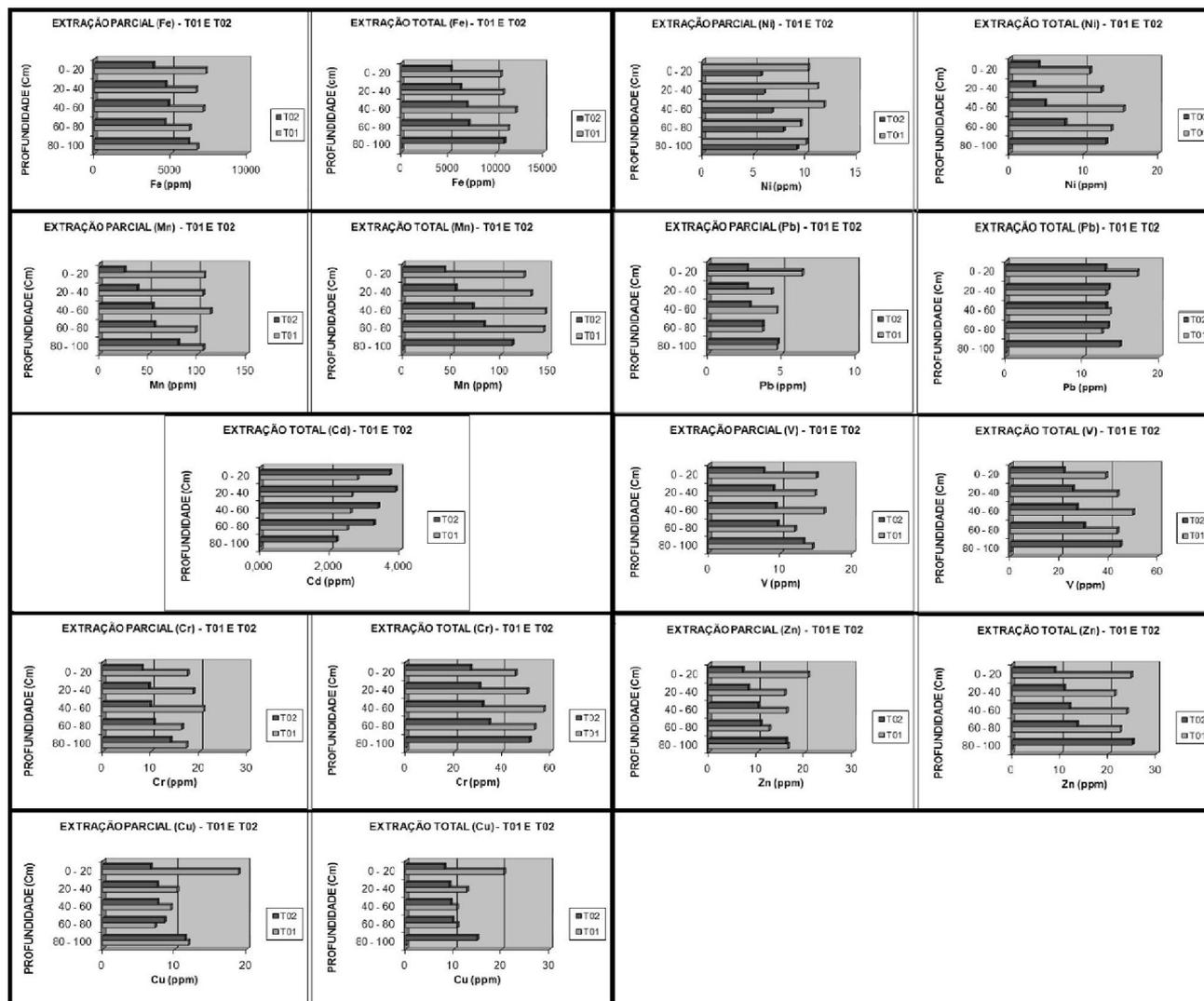


Fig. 04 – Gráficos da concentração média dos metais analisados (ppm) por profundidade (cm) em sedimentos de manguezal da região de São Francisco do Conde – BA.

concentrações, tanto na extração parcial (3.850,58 – 7274,08 e 25,83 – 113,38 ppm, respectivamente), como na extração total (5202,38 – 12047,69 e 43,00 – 146,63 ppm, respectivamente). Estes elementos são os mais abundantes na natureza, não possuindo relação direta com a atividade antrópica, e suas variabilidades estão relacionadas a fenômenos de oxirredução.

A partir dos resultados obtidos para o cádmio, pode-se deduzir que este metal compõe apenas a matriz do sedimento, não estando disponível para o ambiente (Tab. 04). A concentração de Cd, por extração total, foi muito regular, tanto em T01 como T02, pois apresenta

média de 2,63 ppm e desvio padrão de 0,12, para T01, e média de 3,28 ppm e desvio padrão de 0,66, para T02. Comparando-se os testemunhos T01 e T02, observou-se que no T01 a concentração metálica é maior, pois em todos os níveis de profundidade a concentração em metais foi sempre maior. Isto pode estar relacionado com o maior teor de matéria orgânica, favorecendo a agregação dos metais, bem como a relação de proximidade com a ação antrópica na região.

Em relação aos metais analisados, a maioria (Fe, Mn, Cd, Cr, Ni e V) apresentou seus maiores valores na profundidade de 40 a 60 cm para T01, com exceção do Zn, Pb e Cu que apresentaram seus maiores teores na profundidade de 0 a 20 cm.

Tab. 03 – Resultados das concentrações de M.O. % e C.O. %.

AMOSTRA	% Matéria Orgânica	% Carbono Orgânico	AMOSTRA	% Matéria Orgânica	% Carbono Orgânico
T1 (0-20)	4,85	2,81	T5(0-20)	1,73	1,00
T1(20-40)	4,71	2,73	T5(20-40)	1,86	1,08
T1 (40-60)	4,60	2,67	T5(40-60)	2,37	1,37
T1 (60-80)	3,70	2,15	T5(60-80)	2,83	1,64
T1 (80-100)	4,12	2,39	T5(80-100)	2,62	1,52
T2 (0-20)	2,87	1,67	T6(0-20)	5,03	2,92
T2 (20-40)	2,98	1,73	T6(20-40)	4,53	2,63
T2 (40-60)	3,40	1,97	T6(40-60)	4,13	2,40
T2 (60-80)	3,78	2,19	T6(60-80)	3,91	2,27
T2 (80-100)	4,05	2,35	T6(80-100)	3,86	2,24
T3 (0-20)	2,89	1,67	T7(0-20)	5,05	2,93
T3(20-40)	2,41	1,40	T7(20-40)	2,72	1,58
T3(40-60)	1,60	0,93	T7(40-60)	2,32	1,35
T3(60-80)	1,86	1,08	T7(60-80)	4,10	2,38
T3(80-100)	2,07	1,20	T7(80-100)	4,82	2,79
T4(0-20)	2,18	1,26	T8 (0-20)	4,61	2,67
T4(20-40)	3,80	2,21	T8 (20-40)	1,36	0,79
T4(40-60)	3,81	2,21	T8 (40-60)	0,98	0,57
T4(60-80)	3,45	2,00	T8 (60-80)	0,33	0,19
T4(80-100)	4,94	2,86	T8 (80-100)	0,41	0,24

Tab. 04 – Concentrações de metais pesados em 02 testemunhos da região de São Francisco do Conde – BA.

AMOSTRAS	EXTRAÇÃO	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	V (ppm)	Zn (ppm)
T1(0-20)	PARCIAL	<LD	17,58	18,85	7274,08	107,33	10,25	6,35	14,95	20,75
T1(20-40)	PARCIAL	<LD	18,73	10,30	6659,08	105,63	11,15	4,30	14,75	15,80
T1(40-60)	PARCIAL	0,05	20,88	9,45	7119,08	113,38	11,80	4,65	16,00	16,15
T1(60-80)	PARCIAL	<LD	16,43	7,20	6229,08	98,48	9,50	3,70	11,90	12,60
T1(80-100)	PARCIAL	<LD	17,38	11,85	6734,08	105,78	10,05	4,65	14,40	16,45
T2(0-20)	PARCIAL	<LD	8,13	6,60	3850,58	25,83	5,65	2,65	7,60	7,05
T2(20-40)	PARCIAL	<LD	9,63	7,55	4657,58	38,73	5,95	2,65	9,00	8,20
T2(40-60)	PARCIAL	<LD	9,85	7,60	4840,08	54,15	6,73	2,85	9,28	10,28
T2(60-80)	PARCIAL	<LD	10,63	8,60	4586,58	55,98	7,85	3,70	9,55	10,75
T2(80-100)	PARCIAL	<LD	13,98	11,38	6141,33	80,18	9,18	4,73	13,18	16,08
T1(0-20)	TOTAL	2,78	45,53	20,50	10505,50	124,09	10,81	17,06	38,75	24,75
T1(20-40)	TOTAL	2,63	50,28	12,75	10741,44	130,94	12,31	13,00	43,25	21,25
T1(40-60)	TOTAL	2,59	56,97	10,56	12047,69	146,63	15,31	13,50	49,69	23,84
T1(60-80)	TOTAL	2,50	53,22	10,63	11260,81	144,56	13,63	12,44	43,06	22,44
T2 (0-20)	TOTAL	3,72	27,00	8,00	5202,38	43,00	3,88	12,84	21,72	8,81
T2 (20-40)	TOTAL	3,88	30,66	9,00	6203,31	54,13	3,25	13,38	25,13	10,75
T2 (40-60)	TOTAL	3,38	31,84	9,31	6883,31	70,81	4,75	13,00	26,81	11,94
T2 (60-80)	TOTAL	3,25	34,59	9,66	7119,56	82,75	7,47	13,28	29,72	13,47
T2(80-100)	TOTAL	2,19	51,26	14,83	10841,65	111,98	12,94	14,83	44,46	25,00

Limite de detecção (LD) para o cádmio é 0,05 ppm.

Para T02, os maiores teores se apresentaram na profundidade de 80 a 100 cm, com exceção do Cd que apresentou seus maiores teores na profundidade de 20 a 40 cm. Nota-se que para a extração parcial não foi detectado cádmio, o que sugere que este metal não compreende o grupo dos metais biodisponíveis da área, visto que o limite de detecção do aparelho é muito baixo, 0,05 ppm.

Nota-se, que em comparação com um estudo anterior realizado por Bezerra (2003) na região estuarina de São Francisco do Conde, Bahia, os teores da extração parcial de todos os metais pesados diminuíram, com exceção do Vanádio. Essa redução de teores pode está relacionada com transformações geoquímicas (estas podem precisar de muito tempo) ocorrentes no ambiente. A liberação de metais pode ser um fenômeno comum em manguezais, podendo ocorrer por oxidação da

materia orgânica ou simplesmente transportados por correntes de maré e ondas, desta forma, a diminuição do teor de metais nos sedimentos irão implicar numa redução de metais no ecossistema, visto que podem estar dissolvidos na água

No entanto uma significativa diminuição de resíduos industriais, agrícolas e domésticos despejados sobre efluentes na baía em estudo, não deve ser descartada. Assim para melhor estudar e avaliar a contaminação por metais no ecossistema pesquisado, estudos geoquímicos e criação de um centro de informações, devem ser implementados e as metodologias de análise geoquímica devem ser padronizadas.

Estão representados nas Tabs. 04 e 05 os resultados obtidos de todos os metais (Fe, Mn, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V e Zn) deste estudo e do estudo de Bezerra (2003), respectivamente.

Tab. 5 – Concentrações de metais pesados na estação Ilha das Fontes, Bezerra (2003).

PROFUNDIDADE	EXTRAÇÃO	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	V (ppm)	Zn (ppm)
0 a 20 cm	Parcial	0,81	18,91	25,38	25794,87	237,61	14,31	32,62	3,42	69,69
20 a 40 cm	Parcial	0,57	24,66	26,48	24877,78	170,44	19,11	17,15	4,55	59,75
40 a 60 cm	Parcial	0,07	27,50	24,97	29609,06	116,24	20,32	13,78	4,96	54,72

6. Conclusões e Recomendações

A análise geral dos perfis sedimentares demonstra que no Testemunho 01 (T01) ocorre uma diminuição da superfície à profundidade na concentração dos metais, o que sugere que o aporte de contaminantes na área do T01, é maior do que na área do T02.

Deve-se observar que a distribuição dos metais nos perfis tem praticamente o mesmo padrão nos dois métodos de extração, o que indica que na extração parcial os elementos da matriz mineral estão sendo removidos, e numa mesma proporção, devendo, então, ser aplicado ataque ácido fraco para liberação dos biodisponíveis.

Os sedimentos de testemunhos presentes na região de Materipe são em sua grande maioria que compostos de material fino (silte e argila, com

66,5 %), variando de areia fina a argila muito grossa com a predominância da classe textural argila média, o que caracteriza um ambiente de baixa energia hidrodinâmica.

Além das fontes naturais de matéria orgânica para o sedimento, fontes antrópicas podem estar contribuindo, como o lançamento de esgoto sanitário. Comparações entre os dados obtidos neste estudo, com dados de outro trabalho realizado em áreas de manguezal do Estado da Bahia, inclusive na mesma região em estudo, permitiram que fosse verificado que as concentrações dos elementos ferro, manganês, cromo, cobre, cádmio, níquel, chumbo e zinco, em sua maioria estão abaixo dos teores já verificados.

Mesmo assim pôde-se observar que três elementos (Mn, Cu e V) apresentaram maior teor médio.

Como a variação dos dados tem inúmeras causas, a habilidade para discriminar as tendências reais é muito difícil, assim como distinguir entre o intemperismo geológico natural e o enriquecimento do metal devido às atividades humanas. São diversas as fontes associadas às atividades poluentes da região. Por exemplo, metais como o Cd, Cr, Cu, Pb, Zn, Fe e Mn estudados nesse trabalho, são utilizados em campos diversos como refinamento de petróleo, aço, produção de fertilizantes etc.

Assim sendo cada área deve ser estudada com relação as suas interferências particulares.

Com o intuito de contribuir para a melhoria crescente da qualidade ambiental na região de São Francisco do Conde – BA e conseqüentemente para a melhoria da qualidade de vida da população em seu entorno, tem-se que tentar seguir um conjunto de recomendações, como:

- Ampliar o monitoramento com a inclusão de um plano que permita aumentar o conhecimento atual sobre o aporte de metais pesados na BTS, e a sua potencial poluição atmosférica.
- Criar um centro de informações onde se tenha acesso ao banco de dados, com valores de referências regionais para concentrações de metais pesados em sedimentos a partir de estudos em baías não contaminadas.
- Levantamento das áreas contaminadas por lançamentos de esgotos e águas pluviais poluídas.
- Ampliar as campanhas de educação ambiental na região São Francisco do Conde - BA e demais cidades e localidades entorno desta região, visando dar conhecimento das condições ambientais da Baía de Todos os Santos (BTS) e conseguir a participação da população na sua preservação e recuperação.

Agradecimentos

Ao PROAMB - Protocolos de Avaliação e Recuperação de Ambientes Impactados por Atividades Petrolíferas.

Referencias Bibliográficas

- Bezerra, R. G., 2003, Aspectos ambientais e hidrodinâmicos da região estuarina de São Francisco do Conde, Bahia - Uma preocupação frente aos acidentes da indústria do petróleo. Relatório de Graduação, Universidade Federal do Ceará – UFC.
- Lessa, G.C., Lima, G.M., Carvalho, J.B., Oliveira, V., 2000, Oceanografia física e geologia da BTS, Disponível em: <<http://www.cpgg.ufba.br/~glessa/bts>>. Acesso em: Janeiro de 2002.
- Oliveira, L. C. C., 2004, Geoquímica dos solos de manguezais da Região estuarina da Baía de Todos os Santos. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará – UFC.
- Lima, S.F., Silva Filho, W.F., Pinheiro, R.D., Freire, G.S.S., Maia, L.P. & Monteiro, L.H.U., 2001, ANASED – Programa de Análise, Classificação e Arquivamento de Parâmetros Sedimentológicos. 7º Congresso da ABEQUA, Imbé – RS, Resumo Expandido, 59-60.
- Loring, D. H., Rantala, R. T. T., 1992, Manual for the geochemical of marine sediments and suspended particulate matter. Earth Science, Amsterdam, v. 32, p. 235-283.
- Salomons, W. & Förstner, U., 1984, Metals in the Hydrocycle. Berlin: Springer- Verlag. 349p.
- Sciences de la vie et de la terre, **Utiliser un calcimètre de Bernard. Disponível em:** <<http://www.ac-versailles.fr/pedagogi/svt/docpeda/banques/Limay/docs/calci.htm>>. Acesso em: Agosto de 2007.
- Sheppard, F. D., 1954, Revised Nomenclature for depositional Features. Amer. Ass. Per. Geol. Bull., Tulsa. V 36, n. 10.
- Suguio, K., 1973, Introdução à Sedimentologia. São Paulo, Editora Edgard Blucher, Universidade de São Paulo, 317p.