



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GEOLOGIA**

CARLA MELO SILVA

**ESTUDO GEOQUÍMICO DE SEDIMENTOS SUPERFICIAIS
DA BAÍA DE CAMAMÚ-BA**

**SALVADOR
2010**

CARLA MELO SILVA

**ESTUDO GEOQUÍMICO DE SEDIMENTOS SUPERFICIAIS
DA BAÍA DE CAMAMÚ-BA**

Monografia apresentada ao Curso de Geologia,
Instituto de Geociências, Universidade Federal da
Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau
de Bacharel em Geologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Olga Maria Fragueiro Otero
(IGEO/UFBA)

SALVADOR
2010

TERMO DE APROVAÇÃO

CARLA MELO SILVA

**ESTUDO GEOQUÍMICO DE SEDIMENTOS SUPERFICIAIS
DA BAÍA DE CAMAMÚ-BA**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia, Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Olga Maria Fragueiro Otero - IGEO/UFBA – Orientadora

Prof^a. Dr^a. Olívia Maria Cordeiro de Oliveira - IGEO/UFBA

Prof. Dr. Eduardo Luiz Vianna Dória – Diretor do Oceanbyte Estudos e Projetos, Brasil

SALVADOR
2010

***A Deus por ter me ajudado nessa caminhada
que foi árdua e difícil, mas não impossível.
Aos meus Pais e minha filha por serem minha fortaleza.***

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me concedido a vida e muita saúde.

Aos meus Pais Maria Raimunda e João Carlos que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade, que iluminaram caminhos obscuros com afeto e dedicação, para que trilhasse sem medo e com esperança a direção certa e que renunciaram aos seus sonhos para que muitas vezes, eu pudesse realizar os meus.

Aos meus irmãos Cristiane Melo Silva, Washington Luis Melo Silva e João Paulo Melo Silva (*in memoriam*), que sempre confiaram em mim.

A minha filha Isabelle estrela maior da minha vida e minha maior alavanca de ensinamentos, desejos e renovações. Ao meu namorado Luciano Silva pela força nos momentos difíceis.

Agradeço, especialmente, a minha orientadora Olga Maria Fragueiro Otero pela grande contribuição para minha formação profissional no sentido de busca do conhecimento, bem como os seus valiosos ensinamentos, conselhos e apoio que ela me concedeu durante esta jornada.

À Universidade Federal da Bahia pela oportunidade e conquista alcançada através de uma longa caminhada. Ao apoio da RECUPETRO/ PROAMB, pelas análises químicas desta Monografia.

Agradeço também pelo companheirismo dos colegas que cursaram juntamente comigo várias disciplinas, dividindo momentos alegres e de muito trabalho. Em especial Joilma, Ana, Thaiza, Thiene, Fabiane, Vanessa, Giselle, Ana Carolina, Adelino, Verônica, Anderson, Murilo, Antonia, Jessica, Nelize e Michele.

Aos professores que repartiram comigo os seus conhecimentos, colocando em minhas mãos as ferramentas com as quais abrirei novos horizontes rumo a satisfação plena dos meus ideais profissionais e humanos.

Aos funcionários do instituto de geociências que souberam dar sua parcela de contribuição nessa jornada e procuraram na amizade e termo comum de diálogo.

Por fim agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para construção deste trabalho, com certeza, cada um de vocês, tornou possível meu sonho.

RESUMO

A determinação de metais pesados em sedimentos de estuário constitui um dado importante para o estabelecimento de critérios de qualidade e de controle da poluição. Nos países industrializados, predominantemente em regiões temperadas, esse tipo de estudo é bastante freqüente.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar geoquimicamente os sedimentos de manguezais na Baía de Camamú, litoral sul do Estado da Bahia, fornecendo estudos e subsídios que contribuam para o monitoramento e preservação deste importante ecossistema costeiro. Foram escolhidas 9 (nove) estações de amostragem em diferentes profundidades (0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm; 20-40 cm e 40-60 cm), totalizando 45 amostras, que foram acondicionadas em sacos plásticos e preservadas dentro de uma caixa de isopor com gelo. Os parâmetros físico-químicos, não conservativos, como pH, Eh, Salinidade, Oxigênio Dissolvido, Condutividade e Temperatura da água foram registrado em *in situ*. Após a fase de campo iniciaram-se as etapas de tratamento e análises das amostras, com pré-tratamento das amostras para análise; digestão parcial das amostras (secas) em meio ácido, através do forno microondas, determinando-se, posteriormente, os metais pesados, pelo Método Espectrométrico; Além da determinação de Matéria Orgânica Total, pelo Método Walkey-Black; e do Nitrogênio Total pelo Método Kjeldahl.

Os resultados encontrados, de uma maneira geral, demonstraram que os sedimentos de manguezais da baía de Camamú não apresentam teores de metais elevados.

Palavras-chave: Metais Pesados, Sedimentos de Manguezal.

ABSTRACT

The evaluation of heavy metals in mangrove sediments is of great importance for the establishment of quality criteria and pollution control policies. This type of study is often carried out in industrialised countries, particularly those in the temperate zone.

The main aim of the present work is to produce a geochemical assessment of the mangrove sediments in Camamú Bay, (state of Bahia), thus generating subsidies to contribute to the monitoring and preservation of this valuable coastal ecosystem. Nine sampling stations were selected and the sediment samples collected from 5 different depths (0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm; 20-40 cm e 40-60 cm) totalizing 45 samples, which were placed in plastic bags and stored cold until required. Physical-chemical parameters such as pH, Eh, salinity, conductivity, dissolved oxygen, and water temperature, were determined *in situ*. In laboratory, the dry sediment samples were partially digested in acid using a microwave oven and their heavy metal contents were then determined by spectrometry. In addition, the total organic matter and the total nitrogen were determined using the Walkey-Black and the Kjeldahl methods, respectively.

Overall, the results indicate that the mangrove sediments in Camamú Bay do not show high levels of heavy metals.

Key words: heavy metals; mangrove sediments

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE FOTOGRAFIAS	x
LISTA DE TABELAS	xi

CAPÍTULO I

	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo Geral	3
1.1.2 Objetivo Específico	3
1.2 Justificativa	3
1.3 Caracterização da área	4
1.3.1 Histórico da Região	4
1.3.2 Localização e vias de acesso	4
1.3.3 Geomorfologia	6
1.3.3.2 Aspectos fisiográficos e geomorfológicos	6
1.3.4 Clima	7
1.3.5 Vegetação	8
1.3.6 Hidrografia	10
1.3.7 Aspectos Edafológicos Regionais	10
1.3.7 Geologia Regional e Local	12

CAPÍTULO II

	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 O comportamento de metais pesados em zonas de manguezal	17
2.2 Particularidades dos metais pesados	18
2.2.1 Chumbo	19

2.2.2 Cádmo	19
2.2.3 Cobalto	20
2.2.4 Cobre	21
2.2.5 Manganês	21
2.2.6 Zinco	23
2.2.7 Níquel	23
2.2.8 Cromo	24
2.2.9 Ferro	25
CAPÍTULO III	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 Escolha da Área e Identificação dos Pontos	28
3.2 Coleta e Armazenamento das Amostras	30
3.3 Análises Químicas das Amostras	32
3.3.1 Etapas Analíticas	33
3.3.1.1 Nitrogênio	33
3.3.1.2 Matéria Orgânica	33
3.3.1.3 Metais	34
CAPÍTULO IV	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1 Parâmetros Físico-Químicos em água superficial	36
4.1.1 Oxigênio Dissolvido	36
4.1.2. Salinidade	38
4.1.3. pH (potencial hidrogeniônico)	39
4.1.4. Eh	40
4.1.5. Condutividade	41
4.1.6. Temperatura	41
4.2. Sedimento	42
4.2.1. Matéria Orgânica	42
4.2.2. Carbono Orgânico	45
4.2.3. Nitrogênio	46
4.2.4 Metais Pesados	48

	CAPÍTULO V	52
5. CONCLUSÕES		53
	CAPÍTULO VI	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		56
	CAPÍTULO VII	63
7. ANEXOS		64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de situação e localização da baía de Camamú - BA	5
Figura 2	Mapa geomorfológico regional (adaptado de BAHIA, 1995).	7
Figura 3	Mapa da Tipologia Climática do Estado da Bahia (Fonte SEI/SEPLANTEC).	8
Figura 4	Mapa de vegetação regional (adaptado de BAHIA, 1995)	9
Figura 5	Mapa de solos da região (adaptado de BAHIA, 1995).	12
Figura 6	Mapa geológico da baía de Camamu - BA (adaptado de Netto, 1977).	15
Figura 7	Mapa de localização das estações de amostragem na Baía de Camamu - BA	29
Figura 8	Variação do O.D encontrado nas águas superficiais dos pontos amostrados.	38
Figura 9	Variação da salinidade encontrada nas águas superficiais dos pontos amostrados.	39
Figura 10	Variação do pH encontrado nas águas superficiais dos pontos amostrados.	40
Figura 11	Variação do Eh encontrado nas águas superficiais dos pontos amostrados.	40
Figura 12	Variação da condutividade encontrada nas águas superficiais dos pontos amostrados.	41
Figura 13	Variação da temperatura encontrada nas águas superficiais dos pontos amostrados.	42
Figura 14	Percentuais de Matéria Orgânica verificados para os pontos amostrados	44

Figura 15	Percentuais de Carbono Orgânico verificados para os pontos amostrados.	46
Figura 16	Percentuais de Nitrogênio verificados para os pontos amostrados.	48
Figura 17	Concentração de Cobalto em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	65
Figura 18	Concentração de Cobre em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	66
Figura 19	Concentração de Níquel em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	67
Figura 20	Concentração de Cromo em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	68
Figura 21	Concentração de Cádmiu em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	69
Figura 22	Concentração de Chumbo em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	70
Figura 23	Concentração de Zinco em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	71
Figura 24	Concentração de Manganês em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	72
Figura 25	Concentração de Ferro em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	73
Figura 26	Concentração de Alumínio em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	74
Figura 27	Concentração de Bário em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	75
Figura 28	Concentração de vanádio em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.	76

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1	Vista panorâmica da Baía de Camamu	29
Foto 2	Amostragem	31
Foto 3	Testemunho sendo fatiado depois da coleta	31
Foto 4	Amostras ensacadas	31
Foto 5	Amostras no gelo	31
Foto 6	Verificação do pH e Eh	31
Foto 7	Verificação da Salinidade	31
Foto 8	Amostras secas	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Parâmetros físico-químicos notificados durante as coletas na região da Baía de Camamu	36
Tabela 2	Limite de detecção do método (LDM) para as regiões da Baía de Camamú.	51
Tabela 3	Valores de referência de metais em sedimentos do NOAA, 1999 e da CETESB, 2001.	51
Tabela 4	Comparação entre as concentrações médias dos elementos Pb, Al, Co, Cu, Ba Zn, Cr, Fe , V, Cd e Mn, nos sedimentos do manguezal da Baía de Camamu com a de outras zonas de manguezal estudadas.	51
Tabela 5	Concentração de Matéria Orgânica, Carbono Orgânico e Nitrogênio.	78
Tabela 6	Concentração de metais: Pb, Cd, Co, Cu, Mn, Zn, Ni, Cr, Ba e Va em µg/g e Fe e Al em % por extração parcial.	79

Capítulo I

Neste capítulo serão abordados os seguintes aspectos: a introdução, objetivos gerais e específicos, e a justificativa. Será mostrada também a localização e vias de acesso da área de pesquisa, assim como os principais aspectos fisiográficos, geomorfológico e geológico.

1. INTRODUÇÃO

A Baía de Camamú, importante pólo turístico, pesqueiro e mineiro é bordejado por extensa floresta de manguezal e tem se tornado alvo de uma série de estudos geoambientais. Esse acidente geográfico, que se constitui na terceira maior baía navegável do Brasil, possui um formato aproximadamente circular. No seu interior, podem ser vislumbradas numerosas ilhas, sendo as principais a ilha Grande e Pequena, na parte mais central. No entorno da baía, extensas áreas de manguezal ocupam mais de 40km² e são consideradas de grande importância, no contexto da região sul do litoral do Estado da Bahia, como fator econômico de produção primária, com fornecimento de pescado para consumo da própria população local e comercialização pelas comunidades que habitam as margens dessa região (Oliveira, 2000).

Uma das grandes preocupações ecológicas da atualidade é atribuída ao impacto ambiental causado por metais traço em diversos ambientes naturais, despertando assim, o interesse da comunidade científica (Seeliger & Knak, 1982; Salomons & Förstner, 1980; Paredes et al., 1995; Jesus *et al.*, 2004) em aprimorar estudos que subsidiem um melhoramento da qualidade dessas áreas. Os metais podem ser disponibilizados no ambiente a partir de fontes naturais (litologia local) ou antrópicas, sendo que grande parte dos metais, tanto na forma dissolvido e/ou particulado incorporados aos sistemas aquáticos, tendem a ser remobilizados e indo constituir uma fonte de contaminação secundária (Mallns *et al.*, 1984; Jesus *et al.*, 2004), afetando a qualidade da água e favorecendo a biodisponibilidade, bioacumulação e biomagnificação dos mesmos, (Baird, 1998; Gomes *et al.*, 2000, Siqueira *et al.*, 2005). As atividades antrópicas produzem resíduos de elementos metálicos, notadamente os metais traço, que podem provocar problemas ambientais, pois apresentam caráter tóxico e podem ser acumulativos na biota (Günther, 1988).

Nas últimas décadas, os manguezais têm sofrido constante degradação ambiental proveniente da ocupação desordenada, das atividades industriais, atividades agropecuárias e de atividades portuárias. As indústrias petroquímicas, juntamente com aquelas ligadas à cadeia de petróleo (exploração produção, refino e transporte), tem contribuído para os impactos que essas áreas tem sofrido, colocando em risco as condições básicas dos manguezais e ecossistema adjacentes.

1. 1 Objetivos

1.1.1 Geral

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar geoquimicamente os sedimentos de manguezais na Baía de Camamú, litoral sul do Estado da Bahia, fornecendo estudos e subsídios que contribuam para o monitoramento e preservação deste importante ecossistema costeiro.

1.1.2 Específicos

Determinar as concentrações de alguns metais traço (Pb, Cd, Co, Cu, Mn, Zn, Ni, Cr, Fe, Al, Ba, Va), os teores de matéria orgânica (M.O.), carbono orgânico (C.O.) e nitrogênio total (N), além de registros dos parâmetros físico-químicos da água superficial de cada estação, demonstrando as possíveis correlações entre esses dados (e analisando o nível de contaminação nessa área), bem como identificar as possíveis fontes desses metais para a prevenção e controle da poluição antrópica.

1.2 Justificativa

Os estudos geoquímicos de metais em sedimentos vêm se mostrando uma das mais importantes ferramentas para avaliar os níveis de contaminação em ambientes costeiros, pois além de servir como indicador de qualidade, pode também auxiliar nos estudos da poluição inorgânica, através das concentrações “naturais” desses metais.

1.3 Caracterização Da Área

1.3.1 Histórico da Região

Camamu é uma das mais antigas cidades brasileiras. Ela foi construída em dois andares como Salvador, capital da Bahia. Na cidade alta estão as antigas igrejas e casas coloniais, na cidade baixa, o porto e os comércios. A região era inicialmente habitada pelos índios Macamamus. A origem de Camamu remonta a 1560, quando jesuítas ergueram a capela de Nossa Senhora da Assunção de Macamamu, dando nome à aldeia. O povoado chegou a ser o maior produtor de farinha de mandioca do Brasil, rico, foi alvo da cobiça de piratas e invasores. De 1624 a 1627 a aldeia sofreu vários ataques dos holandeses. Para se proteger de novas invasões, a população obstruiu a passagem para o porto com pedras enormes que ficaram até hoje, obrigando os barcos a ziguezaguear no canal para atingir o porto. Em 1693 a aldeia foi elevada à condição de vila e recebeu o nome de Camamu. Em 1782, por ordem da Coroa Portuguesa, o bandeirante João Gonçalves da Costa abriu a primeira estrada ligando Camamu ao sertão baiano. Pela sua importância para a vida econômica da província, ficou conhecida por Estrada das Nações. Camamu foi elevada à condição de cidade em 1891, e em 1961, seu território foi desmembrado para formar o município de Ibirapitinga. Atualmente o município conta com mais de 32.000 habitantes e ocupa uma área de 885,20 km². Camamú tem a Terceira maior baía do Brasil.

1.3.2 Localização e Vias de Acesso

A Baía de Camamu está localizada na Região Litoral Sul do Estado da Bahia a 335km a sul da cidade de Salvador, capital do Estado da Bahia (Figura 1), possuindo um formato aproximadamente circular e uma área interna de 85Km². Ao redor deste imenso corpo hídrico, estão instaladas as sedes dos municípios de Ituberá, Igrapiúna, Camamu e Maraú. Em sua parte interna, a Baía de Camamu abriga numerosas ilhas, sendo as principais delas a Ilha Grande e Pequena. A confluência dos rios Maraú, Conduru, Acaraí, Pinaré, Igrapiúna e Serinhaém, com o Oceano Atlântico, formam a área estuarina-lagunar desse acidente geográfico. O

principal acesso partindo-se de Salvador é pela BR 324 até as imediações de Amélia Rodrigues, tomando-se então a BR 101 até o entroncamento com a BA 542, seguindo-se a partir daí em direção a Valença e dessa cidade toma-se então a BA 001 até a cidade de Camamu; O outro trajeto possível é partindo de Salvador através de “ferry-boat” chega-se até a Ilha de Itaparica e a partir daí toma-se a BA 001, até a cidade de Camamu. Para se percorrer o interior da Baía, podem ser utilizadas diversas embarcações de pequeno porte, que tem possibilidade de sair de diferentes localidades, a exemplo da sede do município.

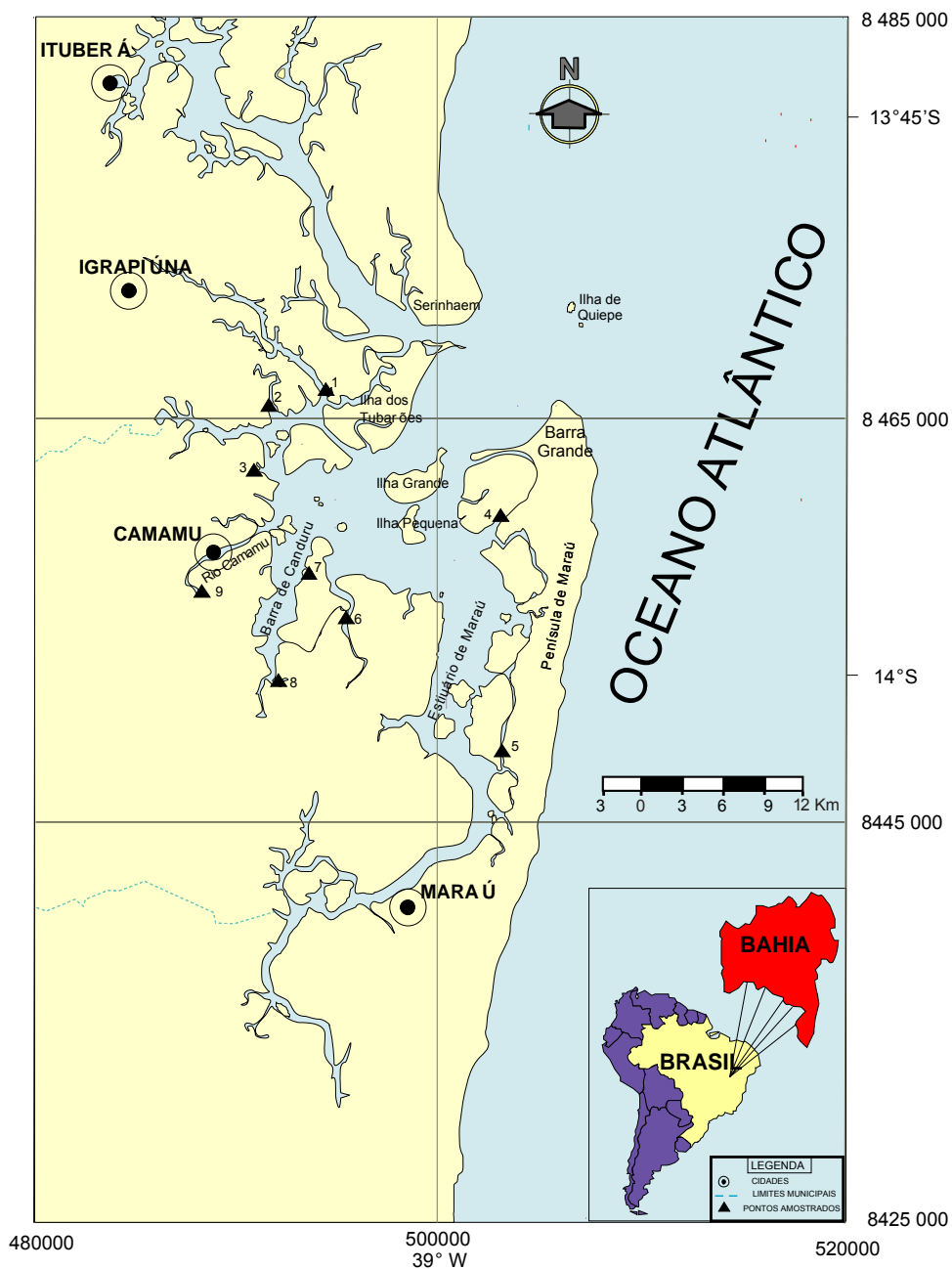


Figura 1 - Mapa de situação e localização da baía de Camamu - BA

1.3.3 Geomorfologia

1.3.3.1 Aspectos Fisiográficos e Geomorfológicos

Segundo BAHIA (1995), as características fisiográficas e geomorfológicas da região podem ser reconhecidas através da associação das características topográficas, litoestruturais e de drenagem (Figura 2), que caracteriza por:

- Planícies Litorâneas, que compreendem planícies marinhas e fluvio marinhas. Essas áreas correspondem às áreas planas, resultantes de acumulação marinha ou fluvial, com presença de praias, cordões litorâneos, dunas, rios, manguezais e deltas;
- Baixada Litorânea, trata-se de colinas rebaixadas e restos de tabuleiros. Essa unidade é atravessada por várias falhas, evidenciadas por alinhamento no relevo;
- Tabuleiros Pré-Litorâneos apresentam um relevo bastante uniforme. Os interflúvios geralmente correspondem a outeiros e morros de vertentes convexas e convexo-côncavas e topos abaulados, que em certos trechos compõem uma paisagem *mar de morros*.

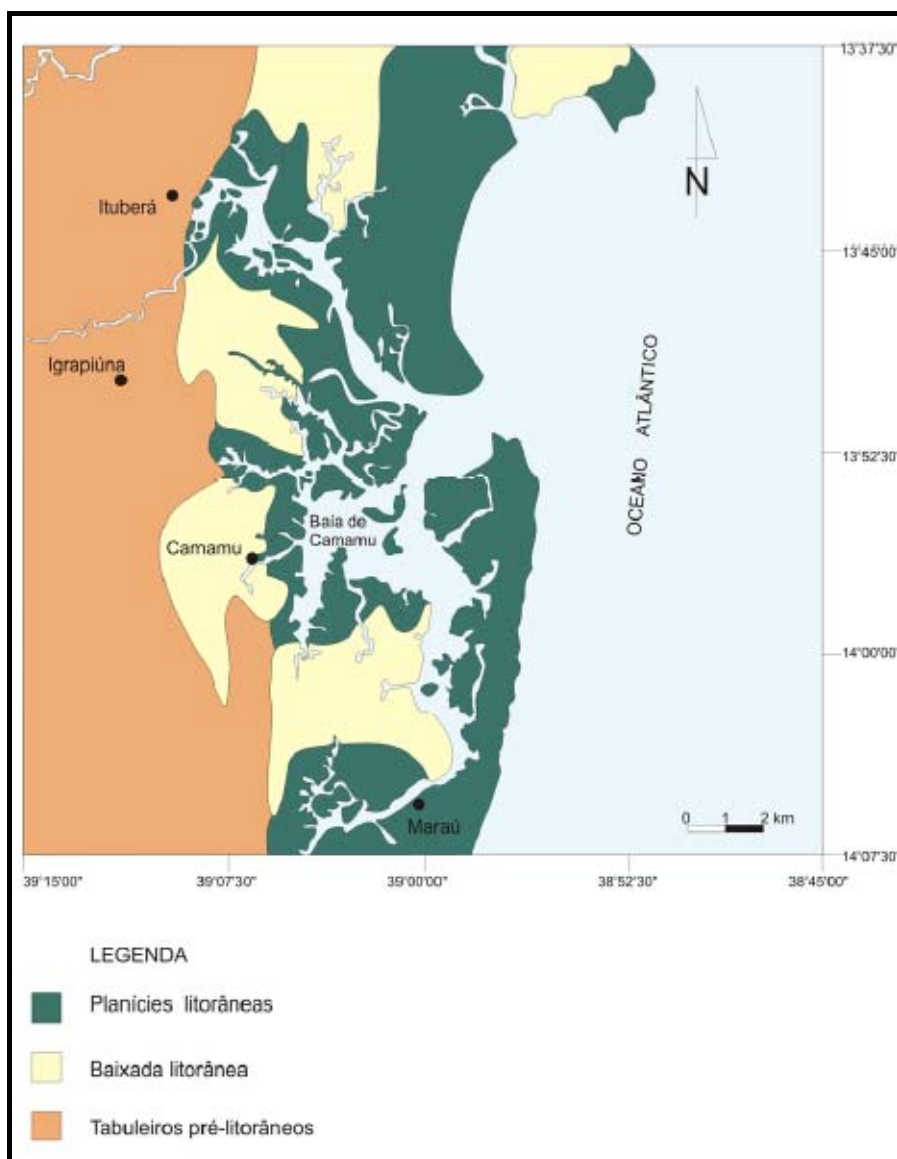


Figura 2 - Mapa geomorfológico regional (adaptado de BAHIA, 1995).

1.3.4 Clima

A região apresenta um clima quente úmido, sem estação seca, segundo o modelo de Köppen (1948), apresentada por Martin *et al.* (1980) na Carta dos Tipos Climáticos do Estado da Bahia (Figura 3). A umidade relativa do ar é elevada, sendo a média anual da ordem de 75% a 85% (Soares *et al.*, 1980). A temperatura média anual é da ordem de 24°C. As oscilações durante o ano são pequenas, com temperaturas máximas de 26°C e mínimas de 20°C (Soares *et al.*, 1980). A precipitação pluviométrica média mensal em 20 anos (1978 a 1997) foi de 165,2mm e máxima de 618,5mm.

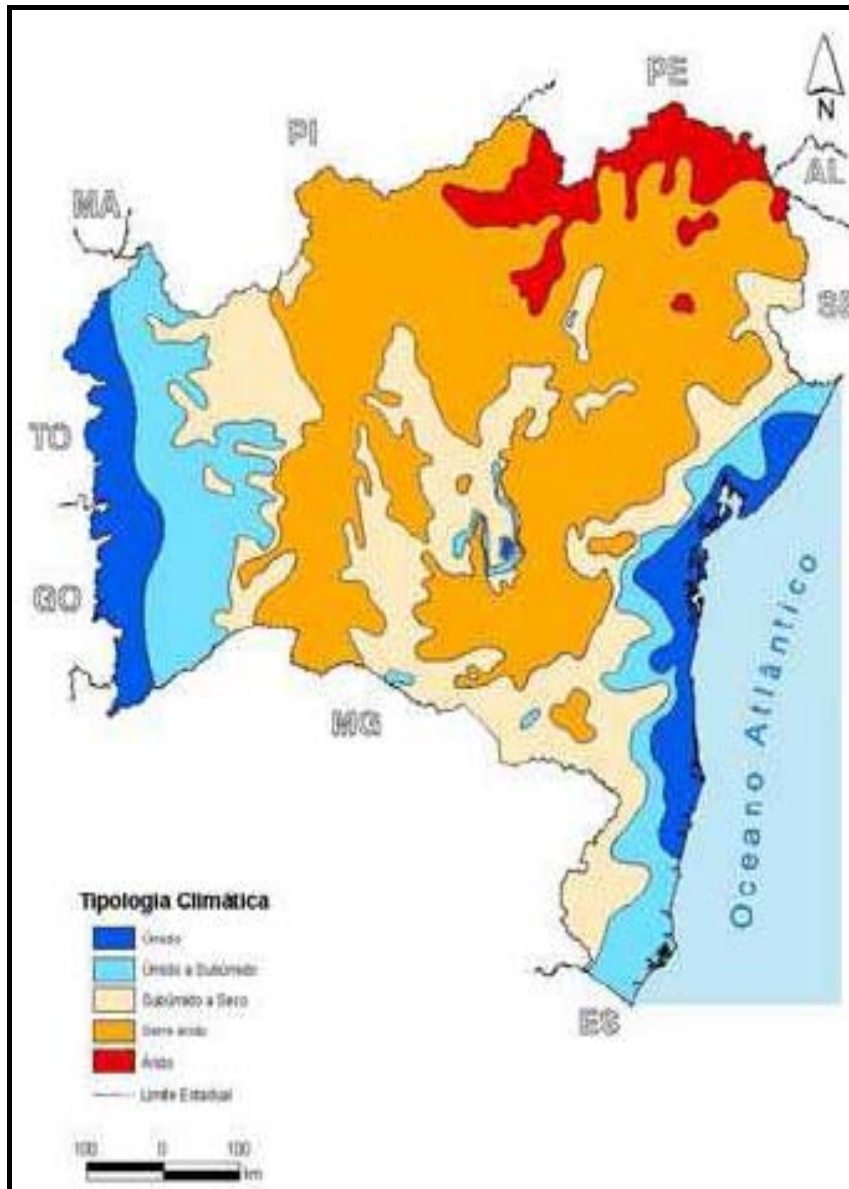


Figura 3 - Mapa da Tipologia Climática do Estado da Bahia (Fonte SEI/SEPLANTEC).

1.3.5 Vegetação

A área de estudo apresenta 2 regiões fitoecológicas Segundo RADAMBRASIL adaptado de BAHIA (1995): a Região da Floresta Perenifólia e a Região das Formações Edáficas (Figura 4), os quais passam a ser descrito a seguir:

Região da Floresta Perenifólia inclui áreas de Mata Atlântica, vegetação secundária e zonas de pastagem. Dentro desta tipologia vegetal identificam-se localmente duas unidades de mapeamento: “Vegetação Secundária, cultura permanente, semi-permanente e pastagem” e “Cultura permanente e semi-

permanente (cacau, seringueira, dendê, piaçava, pimenta, cravo, guaraná, pupunha, mangustão e outros), vegetação secundária e pastagem”.

A Região das Formações Edáficas, inclui áreas de influência fluvio-marinha. Nesse âmbito distinguem-se duas unidades de mapeamento com características vegetais específicas: “Restinga arbórea e arbustiva” e “Mangue”.

Os manguezais são constituídos por comunidade de porte sub-arbóreo ou arbustivo, espécies vegetais que variam de médio a grande porte. Em zonas onde é intensa a atividade antrópica, a vegetação é incipiente, com uma distribuição irregular, em locais onde a ação do homem é menos presente pode se encontrar maciços arbóreos com até 8m de altura. Predominam em toda a Baía, a *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (mangue branco) e *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman (mangue preto).



Figura 4 – Mapa de vegetação regional (adaptado de BAHIA, 1995).

1.3.6 Hidrografia

O sistema hidrográfico que compõe a zona de influência direta deste estudo é formado por diversas bacias e sub-bacias que alimentam a Baía de Camamu. A região pesquisada faz parte da Bacia do Recôncavo Sul, a qual abrange 44 municípios em uma área de 17.540Km² (BAHIA, 1995). Entre os principais rios que alimentam a baía estão:

O sistema hidrográfico de Maraú é constituído por pequenas bacias, cujo canal principal é o rio Maraú, com curso aproximado S-N, e profundidade máxima de 20m. Dentro deste sistema, merecem destaque igualmente os rios: Veados, Ambuba, Serra e Santa Inês.

A bacia de Igrapiúna forma um sistema, cujo rio principal possui mesmo nome. Esse rio Igrapiúna tem um curso aproximadamente NW-SE.

A bacia do Sorojó, é composta pelo rio Pinaré, com curso aproximadamente NW-SE; pelo rio Acaraí, com curso W-E, o qual forma o canal de acesso para a Baía, a partir da cidade de Camamu; e pelo rio Conduru, de curso S-N.

A bacia de Ituberá, tem como representante principal o rio Serinhaém. Esse constitui um canal de grande porte, que entretanto possui uma relação indireta com as águas da Baía de Camamu. O rio Serinhaém desemboca na Região da Barra do Serinhaém, localizada numa zona mais influenciada pelas águas do Oceano Atlântico, e suas águas adentram a Baía de Camamu, principalmente já misturadas às águas marinhas, durante a fase de enchente da maré.

1.3.7 Aspectos Edafológicos Regionais

Segundo BAHIA (1995), a classificação dos solos (Figura 5) que está mais diretamente ligada à região é:

Latossolo Variação Una Álico – Compreendem solos minerais com horizonte B latossólico. Apresentam um alto teor de ferro total (11 a 25%), são produtos da alteração de granulitos pertencentes ao embasamento cristalino, ricos em minerais ferromagnesianos. A fertilidade natural desse solo é baixa, permitindo a instalação de culturas do tipo: seringa, cacau, cravo-da-índia e banana. Em função dessa baixa fertilidade, são indicadas aplicações de calcário, para corrigir a acidez e adubos para aumentar a disponibilidade de nutrientes.

Latossolo Vermelho-Amarelo Álico – Compreendem solos com horizonte B latossólico, não hidromórficos. Também são derivados das rochas do embasamento. A textura dominante é argilosa a muito argilosa com relevo plano a montanhoso. O uso agrícola está relacionado a pastagens, cacauicultura, horticultura, cravo-da-índia e culturas de subsistência.

Podzólico Vermelho-Amarelo Álico – São solos minerais, não hidromórficos. São desenvolvidos a partir de materiais de origens diversas. Possuem baixa fertilidade e pouca reserva de nutrientes disponíveis, ao mesmo tempo em que possuem altos teores de alumínio. Possuem textura argilosa com relevo ondulado a suave ondulado. O uso dominante é a pastagem.

Podzol Hidromórfico – São solos minerais hidromórficos, devido ao encharcamento que estes apresentam, durante vários meses do ano. São derivados de sedimentos recentes e apresentam textura arenosa com relevo plano e suave ondulado. Devido a suas características físicas e a baixa fertilidade natural, apresentam baixo potencial agrícola, sendo utilizados para pastagens e em menor proporção para o cultivo de coco, dendê e piaçava.

Areias Quartzozas Álicas – Compreende solos, com textura arenosa, excessivamente drenados, muito profundos, fertilidade natural baixa e fortemente ácidos. São ocupados esparsamente por culturas de piaçava, coco e caju.

Areias Quartzozas Marinhas – São compostas de material arenoso de origem marinha e ocorrem na faixa litorânea da área. Estão associadas ao relevo plano e suave ondulado. Seu potencial agrícola está restrito a cultura de coco, em virtude da baixa fertilidade e baixa capacidade de armazenamento de água.

Solos indiscriminados de mangue – Desenvolvidos a partir de sedimentos recentes. Ocorrem na região litorânea, junto à desembocadura dos rios sob influência das marés. A presença de elevados teores de sais, compostos de enxofre e a inundação regular, tornam-os inaptos aos principais tipos de agriculturas tradicionais da região.

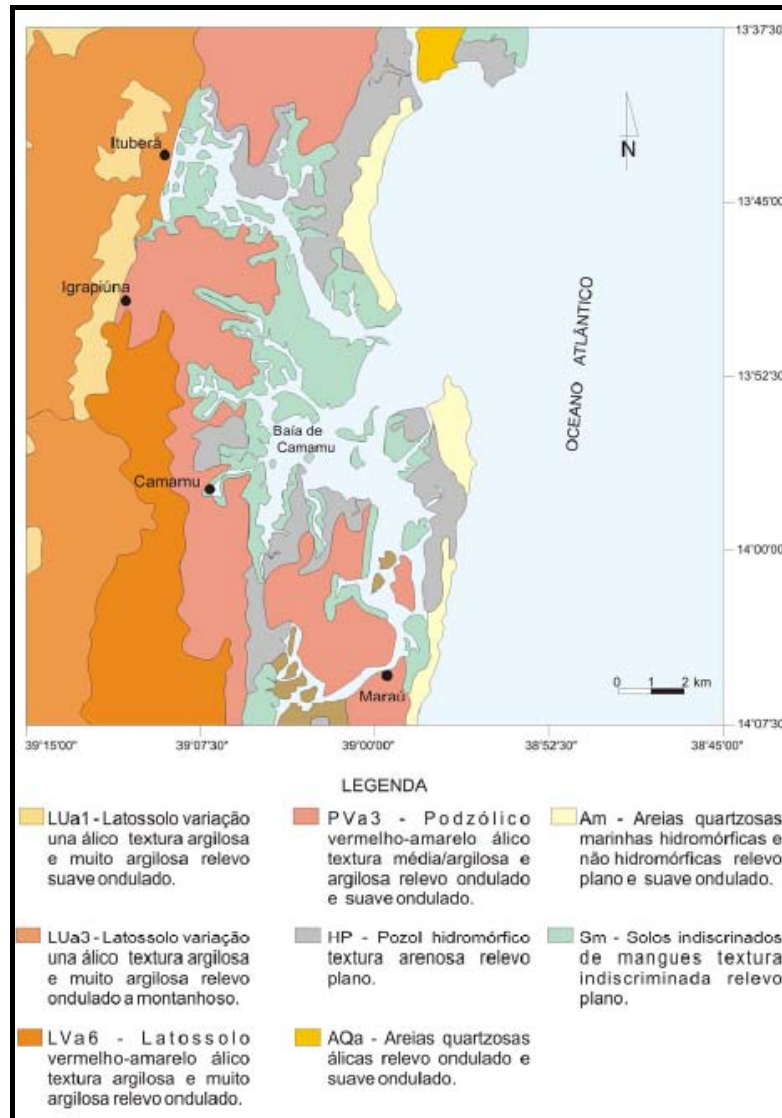


Figura 5 - Mapa de solos da região (adaptado de BAHIA, 1995).

1.3.8 Geologia Regional e Local

A Baía de Camamu está inserida no compartimento estrutural definido como Bacia de Camamu. A Bacia de Camamu pertence ao conjunto formado pelas bacias meso-cenozóicas da margem continental brasileira, o que apresenta história evolutiva e composição estratigráfica comum umas às outras. Esta bacia está relacionada ao processo de estiramento crustal que culminou com a ruptura do continente Gondwana e a formação do Oceano Atlântico (Gonçalves, 2001).

A Bacia de Camamú possui uma evolução tectono-sedimentar compartimentada em três eventos distintos: pré-rifte, sin-rifte e pós rifte (Chang *et al.*, 1992). O preenchimento sedimentar da bacia é predominantemente siliciclástico, porém ocorrem depósitos evaporíticos e carbonáticos na seção. (Caixeta *et al.*, 2007) (Figura 6).

Na fase inicial pré-rifte predomina um estilo de sinéclise intracontinental no período Neojurássico a Neocomiano Inferior, no Gondwana que ainda não se fragmentou, agrupando os sedimentos flúvio-lacustres, juro-eocretáceos das formações Aliança, Sergi e Itaípe. A deposição é basicamente caracterizada como uma intercalação de pacotes predominantemente arenosos com pacotes de folhelhos (em escala de formações). (Caixeta *et al.*, 2007).

A fase rifte é representada pelos depósitos lacustres eocretáceos das formações Morro do Barro e Rio de Contas. Está correlacionado ao longo, de praticamente, toda a margem brasileira e riftes interiores, utilizando os andares Rio da Serra (145 – 135 Ma), Aratu (135 – 128 Ma), Buracica (128 – 126 Ma), Jiquiá (126 – 123 Ma) e Alagoas (123 – 111 Ma) como marcadores cronológicos da evolução do sistema de riftes que geram a abertura do Oceano Atlântico. A quebra do Gondwana deu-se a partir de grandes lineamentos proterozóicos e paleozóicos, os quais são reconhecidos atualmente em cinturões de dobramentos, províncias e crátons proterozóicos e bacias sedimentares continentais paleozóicas. Devido a esta evolução interligada com outras bacias marginais, pode-se afirmar que a bacia de Camamu encontra-se no sistema de riftes que marcaram o início da separação entre os continentes, Sul-Americano e Africano, iniciada a cerca de 143 milhões de anos (Rio da Serra, Neocomiano Inferior), até a total separação em cerca de 115 milhões (Alagoas, Aptiano), (Caixeta *et al.*, 2007).

A fase rifte foi constituída por um regime distensivo e intenso, até a quebra do Gondwana (Neocomiano a Aptiano, ou Rio da Serra a Alagoas), a qual é admitida como assimétrica da Bacia de Santos. O preenchimento sin-rifte é inicialmente caracterizado pela decomposição de clásticos grosseiros, conglomerados e arenitos associados a sistemas aluvionares / fluviais na porção norte do sistema de bacias rifte preservado na margem brasileira, enquanto que na porção sul ocorre apenas rochas vulcânicas com registros e raros sistemas aluvionares (Chang *et al.*, 1992). Já no andar Rio da Serra / Aratu, na porção sul, a deposição clástica aumenta, e na porção norte começa a ocorrer sistemas lacustres com sistemas deltáticos

marginais. No andar Buracica / Jiquiá a deposição de rochas vulcânicas concentra-se em zonas fraturas e ocorre o desenvolvimento de margens carbonáticas lacustres com sistemas deltaicos marginais. No andar Buracica / Jiquiá a deposição de rochas vulcânicas concentram-se em zonas fraturadas e ocorre o desenvolvimento de margens carbonáticas lacustres com sistemas aluvionares posicionados anteriormente, os quais são característicos na região sul e norte do sistema de riftes. Por fim, no andar Alagoas ocorre uma deposição clástica extremamente localizada, e a ocorrência de grandes depósitos evaporíticos, indicando ambientes marinhos rasos com clima árido e alta taxa de evaporação para praticamente toda a margem brasileira. (Caixeta *et al.*, 2007)

Na região da Bacia de Camamu localiza-se o ponto de bifurcação da junção tríplice oriunda do sistema de riftes que antecederam a abertura do Oceano Atlântico e separação de América do Sul e da África. Esta junção tríplice teve um dos braços abortados, gerando o aulacógeno das bacias do recôncavo, Tucano e Jatobá, enquanto que nos braços onde a deformação concentrou-se, ocorreu a quebra e formou-se o sistema de margem passiva atual (Dias, 1999).

Por fim, um período pós-rifte, que compreende os sedimentos transicionais aptianos da Formação Taipus-Mirim e os estratos marinhos cretáceos e terciários, das formações Algodões, Urucutuca, Rio Doce e Caravelas (Gonçalves, 2000). Este período, de deriva continental e instalação de uma margem passiva, se iniciaram no Albiano e segue até os dias de hoje (Netto *et al.*, 1997), com uma clara definição dos componentes geomorfológicos das margens passivas: uma plataforma marinha, a oeste, com uma batimetria média de 20 a 100 metros, uma região de talude, que se originou a partir da zona de charneira da fase rifte, e uma região abissal, com uma batimetria média de 2.000 metros.

O pós-rifte inicia-se com carbonatos, de idade Albiana, que se depositaram em toda a margem brasileira, com a ocorrência de sistemas clásticos deltaicos / aluvionares proximais. Os carbonatos albianos de pós-rifte atualmente são de pequena expressão, pois foram intensamente erodidos no período Santoniano-Coniaciano, evento registrado como uma discordância correlacionável em várias bacias. Acima da discordância é depositado o pacote pós-rifte marinho transgressivo, denominado Megassequência marinha Transgressiva (Chan *et al.*, 1992), que tem como controle principal a variação do nível do mar. Por fim, ocorre um pacote

marinho regressivo (Chang *et al.*, 1992) com Mega seqüência marinha Regressiva, controlado principalmente pelo aporte sedimentar.

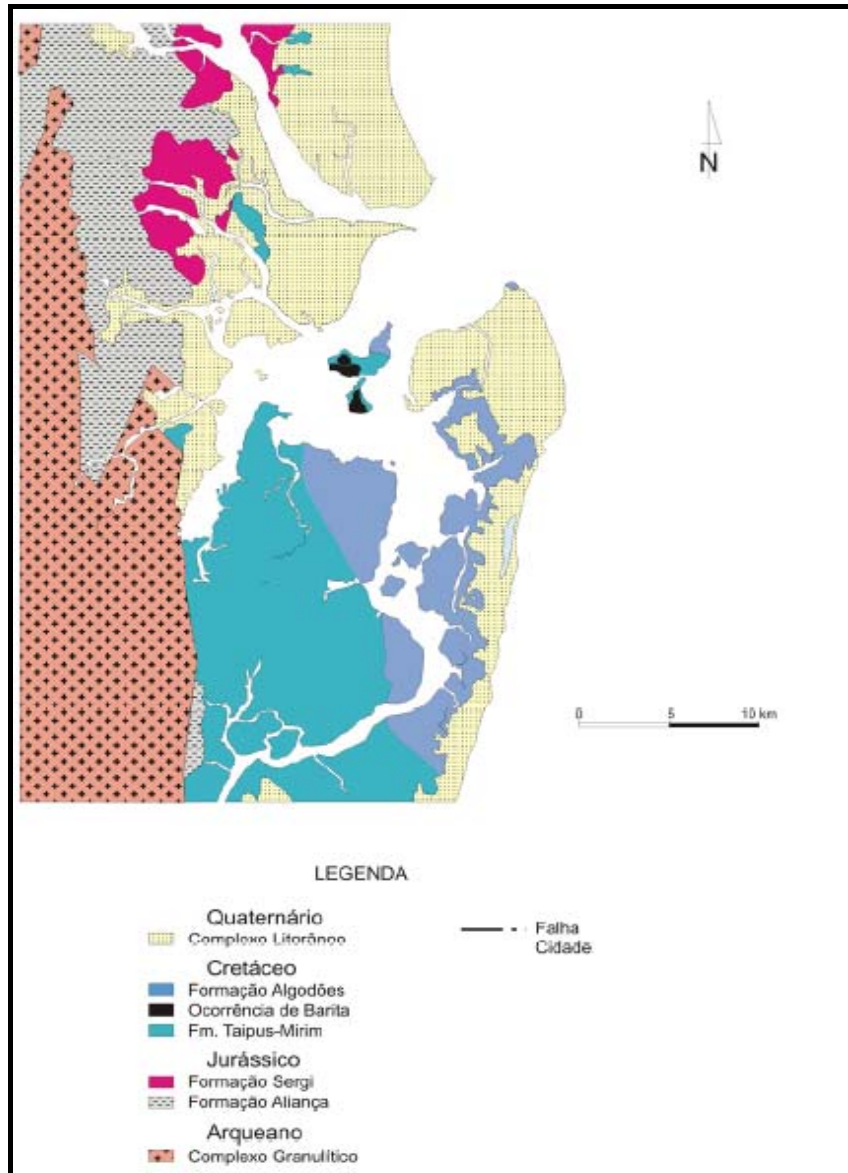


Figura 6 - Mapa geológico da baía de Camamu - BA (adaptado de Netto, 1977).

Capítulo II

Neste capítulo será feita uma breve revisão da literatura, onde serão abordados o comportamento de metais pesados em zonas de manguezal e as particularidades dos metais pesados estudados.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 – O comportamento de metais pesados em zonas de manguezal

A associação de metais traço com argilas, óxidos e hidróxidos de Fe e Mn e matéria orgânica, permite que zonas de manguezais, ricas nesses elementos, funcionem como verdadeiros filtros para todos os materiais carregados do mar para o continente e do continente para o mar. Esse conjunto filtrante forma, portanto, regiões extremamente propícias ao aprisionamento de elementos químicos provenientes das mais diversas atividades antropogênicas desenvolvidas em suas cercanias (Oliveira, 2000).

Existem elementos químicos, chamados de metais traço, que são comumente encontrados em sedimentos de manguezal. Estes elementos fazem parte de uma classe com características especiais, muitos dos quais são venenosos para os seres humanos e apresentam riscos ambientais em razão do seu uso intenso, toxicidade e ampla distribuição. Em alguns casos, os metais são transportados de um local para outro por via aérea, seja como gases ou como espécies adsorvidas ou absorvidas em material particulado em suspensão (Colinbaird, 2002).

O grau de enriquecimento em metais traço é fortemente dependente do tamanho da partícula do sedimento e do conteúdo de matéria orgânica. Granulometrias finas do tamanho silte ou argila e sedimentos ricos em material orgânico, tendem a favorecer processos geoquímicos de adsorção, absorção e de complexação envolvendo cátions metálicos (Bubb & Lester, 1995).

O termo metal pesado refere-se a uma classe de elementos químicos, muitos dos quais venenosos para os seres humanos. Os metais diferenciam-se dos compostos orgânicos tóxicos por serem absolutamente não-degradáveis, de maneira que podem acumular-se nos componentes do ambiente onde manifestam a sua toxicidade. Os locais de fixação final dos metais pesados são os solos e sedimentos. Os metais pesados estão situados, na Tabela Periódica, perto da parte inferior, sendo suas densidades altas em comparação a de outros elementos comuns (Baird, 2002).

Embora ao se pensar nos metais pesados como poluentes da água e como contaminantes de nossos alimentos, eles são em sua maioria transportados de um

lugar para outro por via aérea, seja como gases ou como espécies adsorvidas sobre ou absorvidas em material particulado (Baird, 2002).

Segundo Lacerda (1998), os metais pesados podem ser encontrados como material em suspensão em águas estuarinas, ligados a sólidos inorgânicos, sólidos orgânicos e microorganismos ou, como material dissolvido, apresentando reação com a água.

As concentrações de metais pesados podem proceder de vários aportes: (1) pelo intemperismo das rochas e fragmentos de rochas em leitos de rios; (2) pela precipitação ou solubilização de substâncias adsorvidas e conseqüentes mudanças das características físico-químicas das águas; (3) originados de resíduos biológicos e produtos de decomposição de substâncias orgânicas, de conchas calcárias e silicosas; (4) a precipitação atmosférica próxima às áreas urbanas e industriais, e (5) decorrentes de processos de descargas dos dejetos urbano-industriais.

O destino final dos metais pesados e também de muitos compostos orgânicos tóxicos é sua deposição e soterramento em solos e sedimentos. Os metais pesados acumulam-se freqüentemente na camada superior do solo, sendo então acessíveis para as raízes das plantas cultivadas em plantações (BAIRD, 2002).

Os poluentes (orgânicos ou inorgânicos) associados com sedimentos são aprisionados por matrizes orgânicas ou inorgânicas por processos de adsorção. Para os metais, os principais processos de adsorção são: a co-precipitação e a co-reação com óxidos e hidróxidos de Fe e Mn, ácidos húmicos, estruturas argilosas e sulfetos. Esses processos químicos eventualmente controlam a biodisponibilidade de metais com os quais estão associados (Luoma, 1983; Perin *et al.*, 1997).

2.2 – Particularidades dos metais pesados.

A seguir, algumas particularidades dos metais pesados analisados neste trabalho:

2.2.1. Chumbo

Há mais de 4.000 anos o chumbo é utilizado sob várias formas, principalmente por ser uma fonte de prata. Antigamente, as minas de prata eram de galena (minério de chumbo), um metal dúctil, maleável, de cor prateada ou cinza-azulada, resistente à corrosão. Os principais usos estão relacionados às indústrias extrativa, petrolífera, de baterias, tintas e corantes, cerâmica, cabos, tubulações e munições.

O teor de chumbo no solo é muito influenciado por atividades antropogênicas e pelo transporte do metal através do ar, oriundo de fontes variadas. Tanto a deposição seca quanto a úmida é importantes vias de contaminação (Who, 1995).

As maiores fontes naturais de chumbo são emissões vulcânicas, intemperismo geoquímico e névoas aquáticas. As maiores fontes geológicas de chumbo são as rochas ígneas e metamórficas (Who, 1995).

Estima-se que as taxas de emissão natural do chumbo são da ordem de 19.000 toneladas por ano (NRIAGU, PACINA, 1988), com fontes vulcânicas sendo responsáveis por 6.400 toneladas por ano (Who, 1995).

2.2.2. Cádmio

O cádmio é encontrado na natureza quase sempre junto com o zinco, em proporções que variam de 1:100 a 1:1000, na maioria dos minérios e solos. É um metal que pode ser dissolvido por soluções ácidas e pelo nitrato de amônio. Quando queimado ou aquecido, produz o óxido de cádmio, pó branco e amorfo ou na forma de cristais de cor vermelha ou marrom. É obtido como subproduto da refinação do zinco e de outros minérios, como chumbo-zinco e cobre-chumbo-zinco.

O cádmio pode participar de reações de troca iônica em superfícies negativamente carregadas de minerais argilosos. Em solos ácidos, a reação é reversível. Entretanto, a adsorção aumenta com o pH e pode-se tornar irreversível.

Desde 1950, quando os riscos por exposição ocupacional ao cádmio foram reconhecidos, quantidades substanciais de informações foram geradas com relação aos seus efeitos tóxicos. A toxicidade do cádmio é similar em humanos e animais.

Pequenas quantidades de cádmio são lançadas ao meio ambiente por fontes naturais: através das rochas, incêndios acidentais em florestas e vulcões, mas, principalmente, por meio de atividades humanas: por queima de carvão mineral,

resíduos industriais e domésticos, processos de mineração e refino de metais e através do uso alguns fertilizantes.

Outra fonte importante de contaminação é a incorporação de fertilizantes contaminados por cádmio e adição de composto de lixo através do solo.

Parte do cádmio pode ser levada pela água, ou se fixar no solo, mas sempre haverá resíduo do metal nesta água contaminada. O Cd no solo pode existir na forma solúvel ou complexada com constituintes orgânicos ou inorgânicos insolúveis, além disso, tende a ser mais disponível quando o pH do local é baixo (ATSDR, 1997).

2.2.3. Cobalto

O cobalto é um metal duro, ferromagnético, de coloração branca azulada. Sua temperatura de Curie é de 1388 K. Normalmente é encontrado junto com o níquel, e ambos fazem parte dos meteoritos de ferro. É um elemento químico essencial para os mamíferos em pequenas quantidades. O Co-60, um radioisótopo, é um importante traçador e agente no tratamento do câncer

O Co-60 é radioativo e a exposição a sua radiação pode provocar câncer. Na ingestão de Co-60 ocorre a acumulação de alguma quantidade nos tecidos, que é eliminada muito lentamente. Numa eventual guerra nuclear, a emissão de neutrons converteria o ferro em Co-60 multiplicando os efeitos da radiação após a explosão, prolongando no tempo os efeitos da contaminação radioativa. Com este propósito se desenham algumas armas nucleares denominadas *armas sujas* (do inglês *dirty bomb*). Na ausência de guerra nuclear, o risco provém da inadequada manipulação ou manutenção das unidades de radioterapia.

O cobalto em pequena quantidade é um elemento químico essencial para numerosos organismos, incluindo os humanos. A presença de quantidades entre 0,13 e 0,30 ppm no solo melhora sensivelmente a saúde dos animais de pastoreio. O cobalto é um componente central da vitamina B12 (cianocobalamina). Sulfatos, cloretos, acetatos e nitratos podem ser úteis para corrigir algumas deficiências minerais em animais.

O metal não é encontrado em estado nativo, mas em diversos minerais, razão pela qual é extraído normalmente junto com outros produtos, especialmente como subproduto do níquel e do cobre.

O cobalto metálico em pó finamente dividido é inflamável. Os compostos de cobalto geralmente devem ser manipulados com cuidado devido à ligeira toxicidade do metal.

2.2.4. Cobre

O cobre é um elemento que ocorre naturalmente em praticamente todo ambiente, bem como nos organismos. A contaminação por cobre causa uma disfunção genética, fato conhecida como Doença de Wilson. O processo de contaminação geralmente ocorre em feto cuja mãe apresenta altas concentrações de cobre no organismo.

Além da água, a população pode estar exposta ao cobre pelo ar e pela ingestão de alimentos contaminados. A intensidade da absorção de cobre por via pulmonar depende do tamanho da partícula (poeira, fumo ou névoa), concentração e frequência respiratória.

O cobre é amplamente distribuído na natureza no seu estado elementar, como sulfetos, arsênios, cloretos e carbonatos. A principal fonte natural de cobre são as poeiras. Outras fontes naturais, em ordem de importância, são os vulcões, os processos biogênicos, incêndios florestais e névoas aquáticas.

Como outros metais, é também distribuídos através do meio ambiente pela precipitação e fluxo das águas que transportam as partículas. Dependendo deste fluxo, as partículas se depositam e fixam-se nos sedimentos. Uma fonte importante de cobre nos sedimentos aquáticos oceânicos são os organismos mortos (Who, 1998).

2.2.5. Manganês

O manganês é um metal cinza semelhante ao ferro, porém mais duro e quebradiço. Os óxidos, carbonatos e silicatos de manganês são os mais abundantes na natureza e caracterizam-se por serem insolúveis na água. O composto ciclopentadienila-tricarbonila de manganês é bem solúvel na gasolina, óleo e álcool etílico, sendo geralmente utilizado como agente anti-detonante em substituição ao chumbo tetraetila.

O manganês é um elemento essencial tanto para animais quanto para humanos. A deficiência deste é extremamente incomum ao homem devido a sua dieta alimentar.

O manganês pode se apresentar como um sólido, frágil, quebradiço, lustroso ou como um pó branco-acinzentado. Aparece em quatro formas alotrópicas (alfa, beta, gama e delta) (Who, 1981; Barceloux, 1999). Geralmente, forma óxido-composto como produtos de combustão e decomposição térmica e, quando em concentração suficiente, na forma de finas partículas dispersas, tem potencial de incêndio considerado moderado, podendo formar misturas explosivas no ar. Reage com carbono, fósforo, antimônio e arsênico (HSDB, 2000).

As concentrações de manganês que ocorrem naturalmente no ar são baixas, mesmo estando presente sob diversas formas na atmosfera. A corrente de ar, seco ou úmido, contendo carbonatos, hidróxidos ou óxidos de manganês em baixas concentrações pode transportar o metal para os diversos compartimentos do ecossistema.

O transporte do manganês é favorecido, principalmente, pelas variações de pH, estudos demonstram que em meio ácido, circula na forma livre podendo atingir águas subterrâneas e se precipitar, quando níveis médios de pH são atingidos, resultando num aumento de manganês no sedimento (Who, 1981).

O significado dos níveis de manganês no solo depende, em grande proporção, dos tipos de compostos presentes e das características do solo, tais como pH e potencial de redox. Em geral, a acumulação ocorre no subsolo, sendo que, de 60 a 90% do total encontrado estão na fração arenosa do solo. Em áreas drenadas, o conteúdo do metal em sedimento fluvial, rochas e solos são comparáveis. Em áreas de pouca drenagem, o conteúdo nos sedimentos dos córregos pode estar aumentado (Who, 1981; Ramachandran, D'Souza, 1998; Who, 1999).

O descarte de líquidos e/ou resíduos sólidos de produtos contendo Mn pode contribuir para a contaminação do ar, do solo e da água. Por exemplo, os resíduos sólidos contendo manganês que são usados na produção de fertilizantes. Sua presença em quantidades excessivas é indesejável em mananciais de abastecimento público devido ao seu efeito no sabor, tingimento de instalações sanitárias, aparecimento de manchas nas roupas lavadas e acúmulos de depósitos em locais de distribuição (CETESB, 2001).

2.2.6. Zinco

É considerado o 25º elemento mais abundante na crosta terrestre, ocorre em vários minerais e em diferentes formas (sulfetos ou carbonatos de Zn), seu maior uso é na galvanização de produtos de ferro (Fe), proporcionando uma cobertura resistente à corrosão. É utilizado em baterias, fertilizantes, aros e rodas de veículos, tintas, plásticos, borrachas, em alguns cosméticos como pós e bases faciais e produtos farmacêuticos como, por exemplo, em complexos vitamínicos (Moore & Ramamoorthy, 1984; Lester, 1987).

Os depósitos de zinco estão dispersos por todo o mundo, sendo muito comum encontrar massivos depósitos de zinco com bastante ferro misturado (UFRJ, 2005).

O zinco metálico é usado na produção de ligas ou na galvanização de estruturas de aço. Este processo consiste na eletrodeposição de uma fina película de zinco sobre as peças a proteger. Utiliza-se a galvanização para proteger estruturas de edifícios ou partes constituintes de automóveis e barcos. Além disso, pode também ser um aditivo de certas borrachas e tintas. Uma das ligas mais importantes de zinco é o bronze, que consiste na mistura deste elemento com o cobre. O zinco pode ainda ser utilizado como eletrodo nas vulgares pilhas secas. Os principais compostos de zinco são o óxido (ZnO), utilizado nas indústrias cerâmica e das borrachas e ainda na fabricação de tintas. O sulfato de zinco (ZnSO₄) tem aplicação na indústria têxtil e no enriquecimento de solos pobres em zinco. O cloreto de zinco (ZnCl₂) é usado para preservar madeiras, bem como desodorizante em diversos fluidos. Este composto pode também ser usado em pilhas em tintas (UFRJ, 2005).

2.2.7. Níquel

É o 24º metal em abundância na crosta terrestre, as mais importantes fontes de níquel são os minérios na forma de sulfeto de níquel, o processamento de minerais, assim como a produção e o uso do níquel tem causado contaminação ambiental por este metal (McGrath & Smith, 1990). O principal uso do níquel é na produção de ligas, na indústria de galvanoplastia, fabricação de baterias (baterias de Ni-Cd), produtos de petróleo, pigmentos e como catalisadores (Moore & Ramamoorthy, 1984).

Devido à sua proximidade com o ferro e com o cobalto na tabela periódica, as propriedades do níquel são bastante semelhantes às daqueles. O níquel e os seus compostos não apresentam reações tóxicas. Pensava-se que a ingestão de alimentos preparados com utensílios de cozinha feitos de ligas de níquel fosse perigosa. No entanto, investigações cuidadosas mostraram que tal não acontece.

Os compostos de Ni (0) são estáveis, tendo particular interesse o carbonilo $\text{Ni}(\text{CO})_4$, líquido incolor muito volátil que se utiliza na niquelagem de diversos materiais. O estado de oxidação +2 é o normal, conhecendo-se um grande número de compostos em que o metal se encontra neste estado, nomeadamente o hidróxido $\text{Ni}(\text{OH})_2$, o óxido NiO , sais de todos os ácidos inorgânicos e de grande número de ácidos orgânicos. Entre estes, salientam-se o sulfato, normalmente usado nas soluções de niquelagem; o acetato, usado como catalisador para a indústria têxtil; o formiato, intermediário na produção de catalisadores; o isodecilortofosfato e o naftenato, aditivos de óleos de motores e de lubrificantes, além de muitos outros com aplicações diversas nos laboratórios e na indústria química (GOES, 1991).

2.2.8. Cromo

O cromo é obtido do minério cromita, metal de cor cinza que reage com o ácido clorídrico e sulfúrico. Além dos compostos bivalentes, trivalentes e hexavalentes, o cromo metálico e ligas também são encontrados no ambiente de trabalho. Entre as inúmeras atividades industriais, destacam-se: galvanoplastia, soldagens, produção de ligas ferro-cromo, curtume, produção de cromatos, dicromatos, pigmentos e vernizes. A absorção de cromo por via cutânea depende do tipo de composto, de sua concentração e do tempo de contato. O cromo absorvido permanece por longo tempo retido na junção dermo-epidérmica e no estrato superior da mesoderme.

Entre as fontes naturais de contaminação ambiental estão os incêndios florestais e as erupções vulcânicas. As principais atividades humanas, na qual o cromo e seus compostos são liberados para o meio ambiente, são: emissões decorrentes da fabricação do cimento; construção civil; soldagem de ligas metálicas; fundições; manufatura do aço e ligas; lâmpadas; minas; lixos urbanos e industriais; incineração de lixo; cinzas de carvão; curtumes; fertilizantes; entre outros (HSDB, 2000; ATSDR, 2000; Who, 1988).

O cromo está presente na atmosfera na forma particulada, o seu transporte e distribuição dependem do tamanho e da densidade da partícula. As partículas são depositadas na terra e na água por sedimentação ou através das chuvas.

No homem e em animais, o cromo trivalente é um nutriente essencial que desempenha papel importante no metabolismo de glicose, gorduras e proteínas.

Acredita-se, que a forma biologicamente ativa do complexo de cromo orgânico facilite a interação da insulina com seus receptores celulares.

A velocidade de absorção depende do diâmetro aerodinâmico da partícula, da solubilidade do composto nas membranas celulares e do número de oxidação do cromo no composto, além da atividade dos macrófagos alveolares. A absorção diminui com o aumento do diâmetro da partícula e aumenta com a hidrossolubilidade do composto de cromo (Who, 1988).

2.2.9. Ferro

A quantidade de ferro num solo, sem interferência antropogênica, depende da proximidade deste com rochas naturais e do grau de intemperismo ao longo do tempo. O tipo de solo tem um papel importante na distribuição de elementos metálicos. Solos com elevado teor de argila tendem a reduzir a mobilidade e disponibilidade dos metais para os vegetais (Warman, Cooper, 2000).

A disponibilidade de ferro para as raízes das plantas é afetada pelo conteúdo de ferro e de fosfato do solo e pelo pH do meio. As plantas têm capacidade de alterar a distribuição do ferro para o topo do vegetal, aumentando ou diminuindo a concentração de um agente no interior da planta ou na raiz (Huebers, 1991).

O ferro é o elemento mais abundante, compondo 30% da massa total do planeta. Constitui 80% do núcleo e é o quarto elemento mais abundante da crosta terrestre depois do oxigênio, silício e alumínio (Cox, 1997; Sienko, 1997).

Comparado com a maioria dos outros metais, o ferro é um bom agente redutor, mas inferior aos elementos de transição precedentes. Reage com ácidos não oxidantes, liberando H₂ (Sienko, 1977).

A maior parte do ferro na crosta terrestre está presente como Fe²⁺, mas é rapidamente oxidado na superfície da Terra a Fe³⁺. Nesta última forma, o ferro é insolúvel em água (Cox, 1997).

Constitui as fontes naturais de contaminação do ferro o desgaste natural das rochas, contendo minérios de ferro, os meteoritos e o escoamento superficial do metal por processos erosivos (Kroschwitz, 1995).

Entre as fontes antropogênicas de ferro (origem urbana) estão os efluentes de esgotos municipais e industriais e o escoamento superficial urbano (Abuhilal, Badran, 1990). O uso de fertilizantes na agricultura é outro fator relevante de contaminação ambiental de origem antropogênica (SCHARMA, 2000).

O ferro e seus compostos (principalmente na forma de óxidos) são liberados para a atmosfera, principalmente na forma de material particulado (Cercasov, 1998). As concentrações de ferro no ar geralmente tendem a ser maiores em áreas urbanas comparativamente às áreas rurais. É removido por sedimentação ou pela água das chuvas, sendo essa remoção relacionada com o tamanho das partículas e as condições meteorológicas do local: temperatura do ar, velocidade dos ventos, entre outros (Cercasov, 1998).

Capítulo III

Neste capítulo serão descritos os materiais e métodos que foram utilizados para o desenvolvimento da pesquisa.

3. Materiais e Métodos

Para atingir os objetivos propostos, os trabalhos foram desenvolvidos seguindo-se as etapas descritas abaixo:

3.1 Escolha da Área e Identificação dos Pontos

- Etapa 1 – Pré-Campo

Essa etapa tem como objetivo o levantamento bibliográfico da área de estudo, com consultas a publicações sobre a temática.

Um levantamento aerofotogramétrico foi realizado, utilizando-se fotos e imagens de satélite, além de mapas topográficos existente, escolhendo-se diferentes áreas de manguezal da região da Baía de Camamú, onde as amostragens foram realizadas. Essa escolha, preliminar, teve como orientativo à discriminação de locais onde puderam ocorrer contribuições antrópica pelas proximidades de agrupamentos urbanos e áreas impactadas por atividades agropecuárias, permitindo uma melhor avaliação da qualidade dos sedimentos amostrados. De posse desses dados foram selecionadas as estações para as coletas das amostras.

A área escolhida para amostragem faz parte do Município de Camamu que está localizada na Região Litoral Sul do Estado da Bahia (Foto 1).

Depois de escolhida a área, foi feito um pré-campo, no intuito de escolher e marcar os possíveis pontos de coleta das amostras.

Foram selecionados 09 (nove) pontos de coleta no sedimento de manguezal a fim de representar o máximo possível à área estudada (Figura 7).

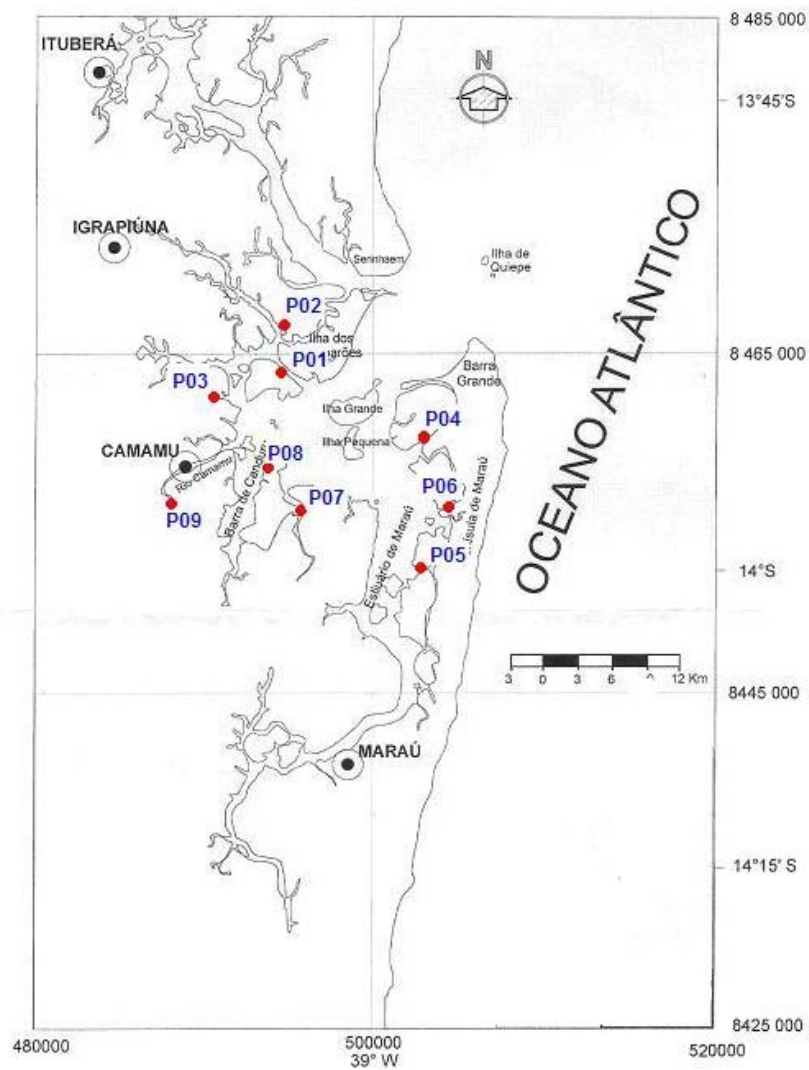


Figura 7 - Mapa de localização das estações de amostragem na Baía de Camamu - BA



Foto 1- Vista panorâmica da Baía de Camamu

3.2 Coleta e Armazenamento das Amostras

Esta fase teve como objetivo realizar trabalho de campo com o intuito de fazer o reconhecimento da geologia local da área de estudo e coletar amostras.

As amostragens foram realizadas com a maré baixa no período de verão, coletando-se 5 amostras por estação (Foto 2), em diferentes profundidades (0-5 cm (profundidade 1); 5-10 cm (profundidade 2); 10-20 cm (profundidade 3); 20-40 cm (profundidade 4) e 40-60 cm (profundidade 5)), a amostragem foi feita com um testemunhador com 1,0 metro, em aço-inox (Foto 3), para evitar a contaminação das amostras, em seguida foram acondicionadas em saco plástico (Foto 4) e colocadas dentro de isopor com gelo (Foto 5), a fim de preservar as amostras

Em cada estação foram medidos os parâmetros físico-químicos, não conservativos: pH (potencial hidrogeniônico) (Foto 6), por meio de um medidor de pH portátil, digital, marca SCHOTT – GERATE; Oxigênio Dissolvido (O.D), por meio de um oxímetro WTW OXI 3151, portátil, digital, marca SCHOTT-GERATE; Condutividade, por meio de um condutivímetro portátil marca HANDYLAB; Temperatura; e Salinidade da água, por meio de um salinômetro portátil marca ATAGO (Foto 7) .



Foto 2 – Amostragem



Foto 3 – testemunho sendo fatiado depois da coleta



Foto 4 – Amostras ensacadas



Foto 5 – Amostras no gelo



Foto 6 - Verificação do pH e Eh



Foto 7 – Verificação da Salinidade

3.3 Análises Químicas das Amostras

- Etapa 3 – Pós-Campo

Esta etapa consistiu na obtenção dos resultados analíticos, que foram realizados no Núcleo de Estudos Ambientais (NEA) / Instituto de Geociências (IGEO) / Universidade Federal da Bahia (UFBA).

No laboratório foram utilizadas as técnicas mais difundidas cientificamente para este trabalho, ou seja: digestão parcial das amostras (secas) em meio ácido, utilizando-se a técnica de extração parcial com ácido nítrico (HNO_3 1:1) em forno microondas, segundo a metodologia D 5258-92 do *Standard Pratic for Acid - Extraction of Elements from Sediments Using Closed Vessel Microwave Heating* (ASTM, 1992), quantificados por Espectrometria de Absorção Atômica com chama (EAA-Chama), marca VARIAN, modelo AA 220FS e corretor de fundo com lâmpada de deutério; Matéria Orgânica Total, pelo Método Walkey-Black; e Nitrogênio Total pelo Método Kjeldahl.

O primeiro passo foi colocar as amostras em *Placas de Petri* para secar a uma temperatura média de 19°C 9 (Foto 8).

Depois de secas, as amostras foram devolvidas aos mesmos sacos e desagregadas. Em seguida, passaram pelo processo de peneiramento, com dois tipos de granulometria: 250 mesh (0,063 mm), destinada para as análises de metais, matéria orgânica, carbono orgânico e nitrogênio; e 9 mesh (2,0 mm), destinada à análise granulométrica.



Foto 8 - Amostras secas

3.3.1 Etapas Analíticas

3.3.1.1. Nitrogênio

O método utilizado para a determinação do Nitrogênio presente nas amostras foi o *Kjeldahl*, adaptado, onde:

Pesou-se, em um tubo digestor, uma quantidade de amostra equivalente a 0,7 g e uma quantidade aproximada a 1,0 g de mistura digestora. Adicionou-se, em cada tudo, 3,0 mL de ácido sulfúrico concentrado.

Colocou-se em um bloco digestor, a uma temperatura aproximada de 360°C, os tubos contendo a amostra com os seus respectivos “dedos-frios”.

Chegado ao fim do processo de digestão das amostras inicio-se a etapa de destilação a vapor e posterior titulação, onde, através de cálculos, determinaram-se as concentrações de nitrogênio presentes nas amostras.

3.3.1.2. Matéria Orgânica

Para a determinação da matéria orgânica, utilizou-se o *Método de Walkey-Black*.

- 1 – Pesar 0,5 g de amostra em erlenmeyer de 500 mL, de vidro;
- 2 – Preparar um ensaio em branco para a padronização das amostras;
- 3 – Adicionar 10 mL de solução $K_2Cr_2O_7$, 1N (utilizando bureta) e 20 mL de H_2SO_4 concentrado com Ag_2SO_4 (Foto 3.13);
- 4 – Manter sob agitação por 1 minuto, garantindo a completa mistura entre o reagente e o sedimento;
Após a mistura, aguardar por 30 minutos (os frascos devem estar devidamente tampados);
- 5 – Após os 30 minutos, adicionar 200 mL de água destilada, 10 mL de H_3PO_3 85% e aproximadamente 0,2g de NaF;
- 6 – Adicionar 0,5 mL do indicador de difenilamina;
- 7 – Proceder com a titulação com sulfato ferroso amoniacal até o aparecimento de uma coloração verde brilhante.

3.3.1.3. Metais

Para a determinação dos metais utilizou-se a técnica de extração parcial com ácido nítrico (HNO₃ 1:1) em forno microondas, segundo a metodologia D 5258-92 do *Standard Pratic for Acid - Extraction of Elements from Sediments Using Closed Vessel Microwave Heating* (ASTM, 1992).

A programação do forno de microondas marca Provecto, modelo DGT 100 plus, seguiu a metodologia número 13 do manual do equipamento, adaptada. O método consiste em pesar 1,0 g da amostra em peso seco diretamente na camisa de teflon, adicionar 10 mL de HNO₃ 1:1 e 10 mL de água deionizada.

Todas as amostras foram analisadas em duplicata, além da utilização da prova em branco (um a cada rodada) e do padrão de referência internacional "STSD-4" (Stream Sediment Samples).

A programação analítica do forno de microondas, constando do tempo e potência utilizada para as cinco etapas.

Após a extração as amostras foram passadas em filtro quantitativo (0,80 µm), avolumados em balão volumétrico de 50 mL e armazenadas em frascos plásticos de 100 mL para posterior determinação dos teores de metais.

As concentrações dos metais foram determinadas por Espectrometria de Absorção Atômica com chama (EAA-Chama), marca VARIAN, modelo AA 220FS e corretor de fundo com lâmpada de deutério.

Capítulo IV

Neste capítulo serão apresentados os resultados e discussões da pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Parâmetros Físico-Químicos em água superficial

Neste estudo, os parâmetros físico-químicos considerados foram: Oxigênio dissolvido, Salinidade, Ph, Eh, Condutividade e Temperatura, todos registrados “*in situ*” (Tabela 1), com o intuito de se verificar as possíveis influências destes sobre os processos biológicos e geoquímicos do meio. O estudo destes parâmetros é de extrema importância, pois os processos hidrogeoquímicos capazes de controlar a estabilidade de fases minerais em solução e retirar parte dos metais da coluna d’água estão relacionados com os parâmetros físico-químicos da água (Laybauer, 1995).

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos notificados durante as coletas na região da Baía de Camamu.

Pontos e coordenadas (UTM)		Parâmetros Físico-químicos					
		O.D. (%)	Salinidade	Ph	Eh (mV)	Condutividade (mS/cm)	Temperatura (°C)
P1	S 13° 53'990"	39	30,5	7,5	-6	39	25,9
	W 39° 02'824"						
P2	S 13° 52'560"	57	29,3	7,1	11	57	27,6
	W 39° 03'055"						
P3	S 13° 53'601"	67	27,8	7,2	7	43,1	26,5
	W 39° 04'832"						
P4	S 13° 54'538"	62	32,3	7,16	11	49,3	26,4
	W 39° 04'038"						
P5	S 13° 59'968"	57	30	6,93	25	45,7	30,1
	W 38° 57'955"						
P6	S 13° 59'970"	83	31,1	7,34	5	47,5	29,5
	W 38° 57'955"						
P7	S 13° 57'369"	50	29,4	7,19	8	45,3	26,3
	W 39° 01'238"						
P8	S 13° 56'438"	74	23,9	7,18	8	37,6	27,6
	W 39° 03'424"						
P9	S 13° 57'716"	75	0	8,05	-22	52,2	27,2
	W 39° 06'907"						

4.1.1 Oxigênio Dissolvido

Oxigênio Dissolvido é a quantidade, em mg/L, de oxigênio dissolvido na água. O índice OD é um dos mais importantes para se avaliar a capacidade de um corpo hídrico em suportar atividade biológica de organismos aquáticos. Nas águas naturais de superfície o índice OD varia de 0 a 19 mg/L, mas um teor de 5 a 6 mg/L já é o

suficiente para suportar uma população variada de peixes. Em águas subterrâneas a quantidade de oxigênio dissolvido é muito baixa pelo fato de estar fora do alcance da atmosfera. Normalmente a quantidade de oxigênio dissolvido na água é dada como porcentagem da quantidade máxima de oxigênio possível de ser dissolvido. Esta quantidade máxima é chamada de nível de saturação, varia com a temperatura da água e pode ser medida em laboratório, sendo de 11,5 mg/L a 10 °C; 9 mg/L a 20 °C e 7,5 mg/L a 33 °C.

O oxigênio dissolvido na água origina-se de duas fontes: do oxigênio da atmosfera dissolvido diretamente e no oxigênio proveniente da fotossíntese de plantas aquáticas.

Os fatores que influenciam o OD da água são: Temperatura: quanto mais fria uma água mais ela pode dissolver oxigênio; Altitude: Em regiões de baixa altitude, a pressão atmosférica é maior e permite que mais oxigênio seja dissolvido na água. Contrariamente, em altas altitudes este índice diminui; Velocidade e tipo de fluxo: quanto maior a velocidade e mais turbulento o fluxo d'água, mais oxigênio pode dissolver; Estação do ano: Devido à temperatura, no inverno as águas contêm mais oxigênio do que no verão; Quantidade de matéria em suspensão: Oxigênio é mais facilmente dissolvido em águas limpas, isto é, com pouco material em suspensão; Quantidade de nutrientes: quanto maior a quantidade de nutrientes na água, maior é o crescimento de algas; Profundidade: águas pouco profundas são mais aquecidas e perdem oxigênio. Isto ocorre freqüentemente com os corpos d'água que estão sendo assoreados, como lagos, baías, etc.; Arborização: - a mata ciliar atua como um anteparo para os raios solares impedindo o aquecimento da água, mantendo seu nível de OD; Poluição: - uma grande parte da poluição que é lançada nos corpos hídricos (rios, lagos, mares, etc.) é composta de matéria orgânica proveniente dos esgotos domésticos.

A análise do oxigênio dissolvido fornece informações a respeito da forma de degradação da matéria orgânica presente na água, determinando se o processo é aeróbico ou anaeróbico. Isto é de grande importância, uma vez que os produtos obtidos por degradação aeróbica são inócuos, enquanto que a degradação por processo anaeróbico, além de mais lenta, gera compostos nocivos como ácido sulfídrico e metano (Oliveira, 1987).

Os valores de oxigênio dissolvido presente nas águas superficiais variam de 39% (ponto 1) e 83% (ponto 6) (Figura 8) , sendo que os menores valores foram

encontrados em pontos onde a profundidade era pequena, em função da maré baixa no momento da coleta, e os valores mais altos são caracterizados por ocorrerem uma maior circulação da água.

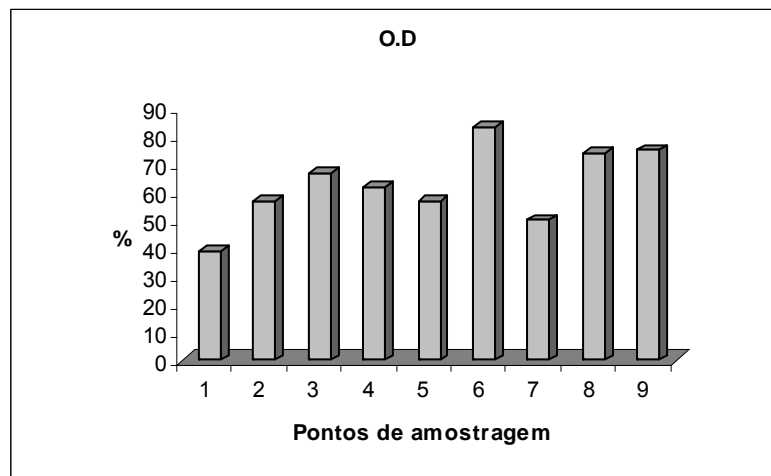


Figura 8 - Variação do O.D encontrado nas águas superficiais dos pontos amostrados.

4.1.2 Salinidade

A salinidade mede a quantidade de sais dissolvidos nas águas dos lagos e reservatórios. Enquanto nas águas salobras a unidade de medida da Salinidade é o ppm ou "partes por milhão", nas águas doces, uma unidade usual é o ppb (partes por bilhão) ou mesmo o ppt ou "partes por trilhão". Na água do mar, a Salinidade costuma ser de 35 ppt, enquanto na água doce, é comum 0,5 ppt. A Salinidade é maior no Verão e menor no Inverno. A evaporação pode, também, aumentar a Salinidade. Por outro lado, as chuvas costumam diminuir a Salinidade.

Os valores de salinidade variaram de 23,9% no ponto 8, a 32,3% no ponto 4 (Figura 9). A variação dos valores de salinidade é em função de modificações nos parâmetros fluviais e marinhos. A relativa alta concentração de salinidade em pontos internos do sistema estuarino demonstra a penetração da cunha salina característica deste sistema (valores de salinidade de 8 a 30% na superfície, e de 24 a 32% no fundo).

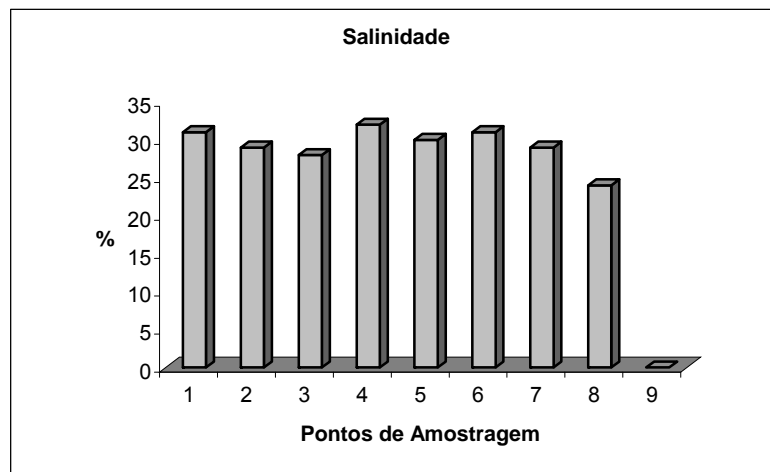


Figura 9 - Variação da salinidade encontrada nas águas de superfície dos pontos amostrados.

4.1.3 pH (potencial hidrogeniônico)

O pH é um dos fatores determinantes da especiação geoquímica dos metais, ou seja, para sua distribuição entre as fases dissolvidas e particulada, e conseqüentemente, para sua maior ou menor biodisponibilidade (Jenne & Luoma, 1975). Em pH neutro e básico, os metais predominam na forma particulada e coloidal, favorecendo a decantação, podendo ficar retido ou pouco disponível no compartimento sedimentar (Bourg, 1983). Em pH ácido, predominam as formas iônicas do metal, na fase dissolvida, favorecendo sua disponibilidade para a coluna d'água. Os valores de pH na área em estudo mostraram um caráter neutro a levemente básico, denotando influência marinha, principalmente, além de possibilitar a retenção da maioria dos metais no ambiente sedimentar.

Os valores de pH variaram de 6,93 no ponto 5, a 8,05 no ponto 9 (Figura 10). Os valores encontrados são condizentes com os “valores característicos para ambientes que sofrem influência marinha”. Geralmente tais valores ficam em torno de 7 e 8. Isso pode ser justificado pelo fato destes pontos estarem geograficamente mais próximos do oceano, resultando em uma contribuição maior de água salgada que mantém o pH nesta escala (Queiroz, 1992).

Oliveira (2000), estudando zonas de manguezal na Baía de Camamu observou que os valores de pH na área em estudo mostraram um caráter neutro a levemente básico, denotando influência marinha, principalmente, além de possibilitar a retenção da maioria dos metais no ambiente sedimentar.

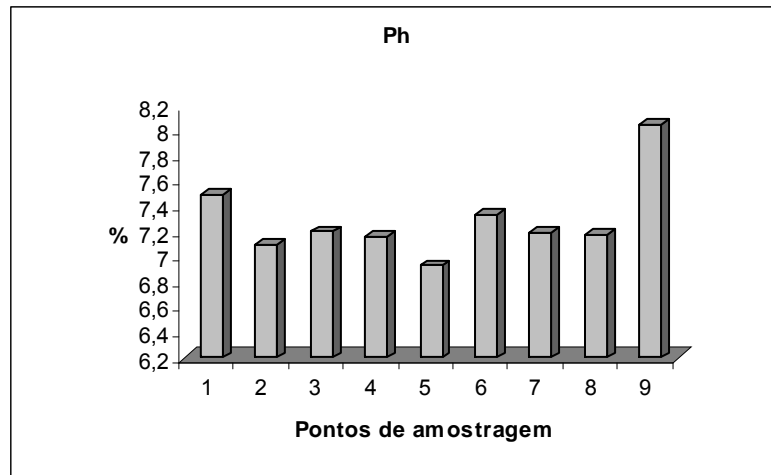


Figura 10 - Variação do pH encontrado nas águas de superfície dos pontos amostrados.

6.1.4 Eh

O Eh é um parâmetro importante na delimitação das condições de oxidação e redução do meio, pois uma boa parte das reações observadas na natureza envolve processos de oxidação e redução (Brookins, 1988). Em ambientes de manguezal, ocorre um intenso consumo de oxigênio dissolvido nas águas de inundação, pela decomposição da matéria orgânica mediada por bactérias, tornando esses ambientes, via de regra, redutores (Aragon, 1997).

Os valores de Eh variaram de -22% no ponto 9, a 25% no ponto 5 (Figura 11). Os valores de Eh nas águas superficiais mostraram um comportamento predominantemente redutor.

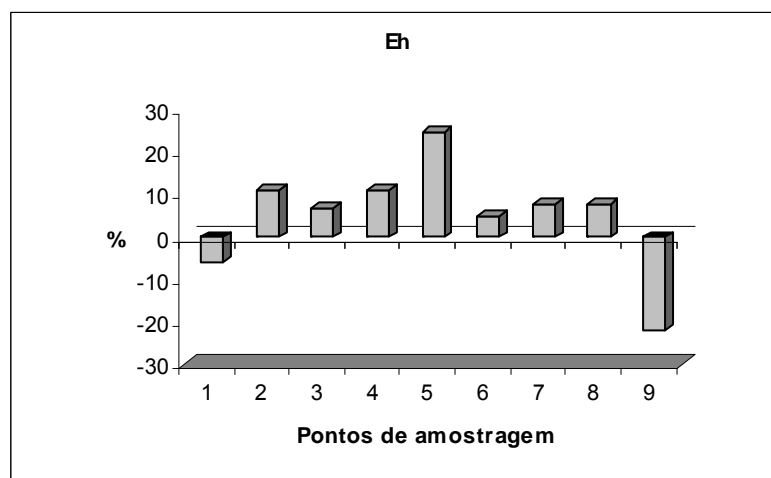


Figura 11 - Variação do Eh encontrado nas águas superficiais dos pontos amostrados.

4.1.3 Condutividade

Condutividade elétrica (σ) é usada para especificar o caráter elétrico de um material. Ela é simplesmente o recíproco da resistividade, ou seja, inversamente proporcionais e é indicativa da facilidade com a qual um material é capaz de conduzir uma corrente elétrica.

A elevação da condutividade pode ser atribuída a constituintes dissolvidos de origem natural e àqueles de origem antrópica, provenientes da contaminação industrial ou urbana (Mestrinho, 1998).

A condutividade elétrica da água é dependente do seu conteúdo iônico, onde uma elevada condutividade elétrica pode indicar uma forte influência marinha.

Os valores de condutividade medidos nas águas superficiais das zonas de manguezal da Baía de Camamu variam sendo que os maiores resultados encontrados correspondem àqueles medidos nos pontos 4 e 9, cujos valores variaram de 49,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 52,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 12), sugerindo que esta zona, próxima as atividades locais de mineração, apresenta uma maior concentração de íons dissolvidos na água em relação às demais estações estudadas

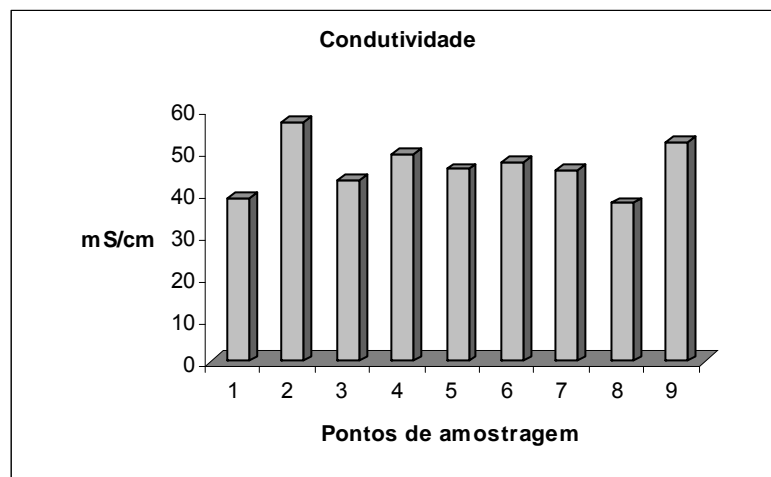


Figura 12 - Variação da condutividade encontrada nas águas superficiais dos pontos amostrados.

4.1.4 Temperatura

Temperatura é uma grandeza física que mensura a energia cinética média de cada uma das partículas de um sistema em equilíbrio térmico. Esta definição é análoga a afirmar-se que a temperatura mensura a média das energias cinéticas das partículas de um sistema em equilíbrio térmico em um certo instante. É um

parâmetro importante, pois influi em algumas propriedades da água (densidade, oxigênio dissolvido e viscosidade), com reflexos na cinética química do corpo d'água e sobre a vida aquática (CETESB, 2000 apud Mendes, 2002).

Observar - se que a temperatura da água mostrou-se aproximadamente constante, tendo um aumento no ponto 5 (Figura 13), este aumento de temperatura esta relacionado com o horário em que as coletas foram realizadas.

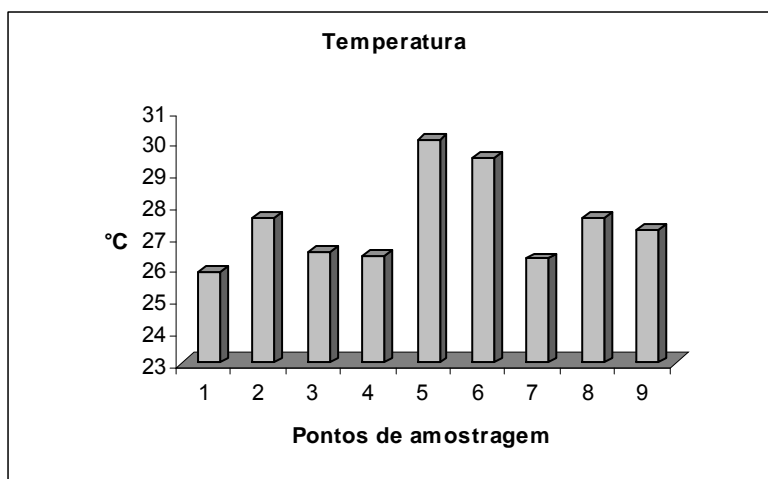


Figura 13 - Variação da temperatura encontrada nas águas superficiais dos pontos amostrados.

4.2. Sedimento

As análises detalhadas deste estudo encontram-se no Anexo 7.

4.2.1 Matéria Orgânica

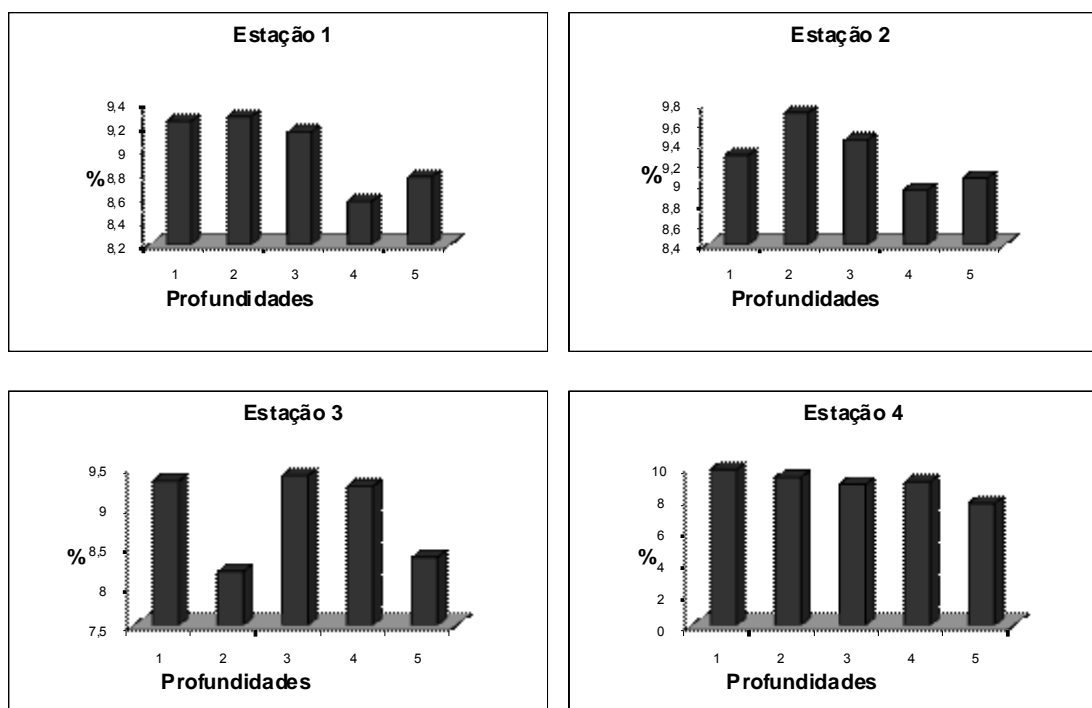
A matéria orgânica no solo desempenha um papel de suma importância do ponto de vista químico, físico e biológico. A sua origem, as transformações no solo, a composição química e suas diferentes funções vêm sendo objeto de muitos estudos. Em sedimentos de granulometria mais fina a associação da matéria orgânica é mais fácil que em sedimento com granulometria mais grossa, já que neste caso a matéria orgânica é facilmente lixiviada. A matéria orgânica (M.O.) observada nos substratos de manguezais é derivada principalmente das folhas, raízes e troncos das árvores de mangue. A acumulação dessa M.O. é facilitada pelas características intrínsecas do ambiente. Os troncos e folhas das árvores de mangue após a queda e decomposição, serão degradados durante o metabolismo de bactérias em condições geralmente redutoras e incorporados à superfície do

substrato, enquanto as raízes decompostas podem propiciar a adição de M.O. ao sedimento a várias profundidades (Lacerda *et al.*, 1995).

A repartição da matéria orgânica pode se apresentar desordenada em virtude das diferentes texturas granulométricas encontradas nos perfis. Em sedimentos de manguezais o teor de M.O. tende a diminuir do topo para a base da seqüência. Essa maior acumulação nos extratos superficiais se deve na maioria das vezes, ao acúmulo de folhas e raízes dentro de uma zona freqüentemente inundada Segundo (Marius.,1985).

Os teores de matéria orgânica identificados nas análises estão apresentados na Tabela 5, estes resultados podem ser analisados através dos gráficos de distribuição de M.O. nos sedimentos, como mostrado na Figura 14. Observar-se que os valores de matéria orgânica foram relativamente altos na maioria dos pontos.

Oliveira (2000), estudando zonas de manguezal na Baía de Camamu verificou que a maioria das estações apresentou teores relativamente mais elevados de M.O. nos extratos mais superficiais dos testemunhos coletados. Observou-se ainda, que as estações localizadas no compartimento das ilhas apresentaram, a grosso modo, em ambas as fases de coleta, teores médios de M.O. inferiores àqueles determinados nos testemunhos coletados na região do entorno da Baía.



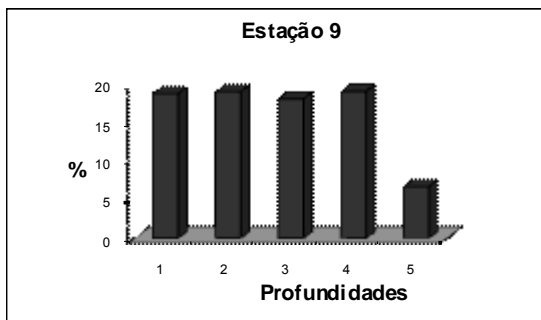
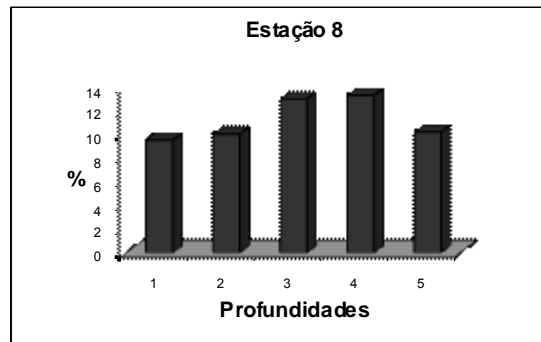
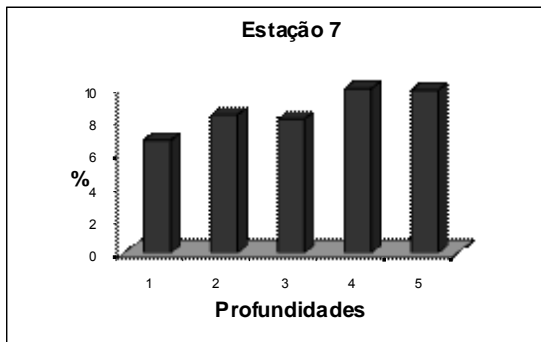
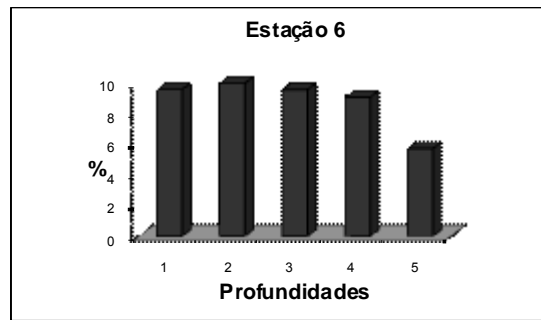
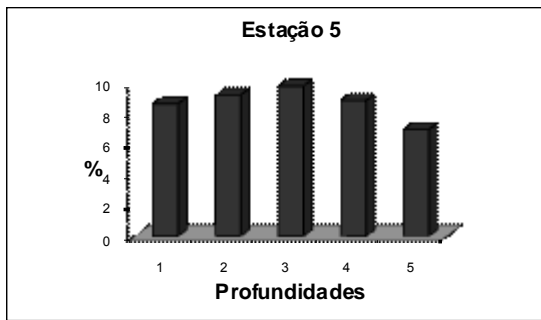
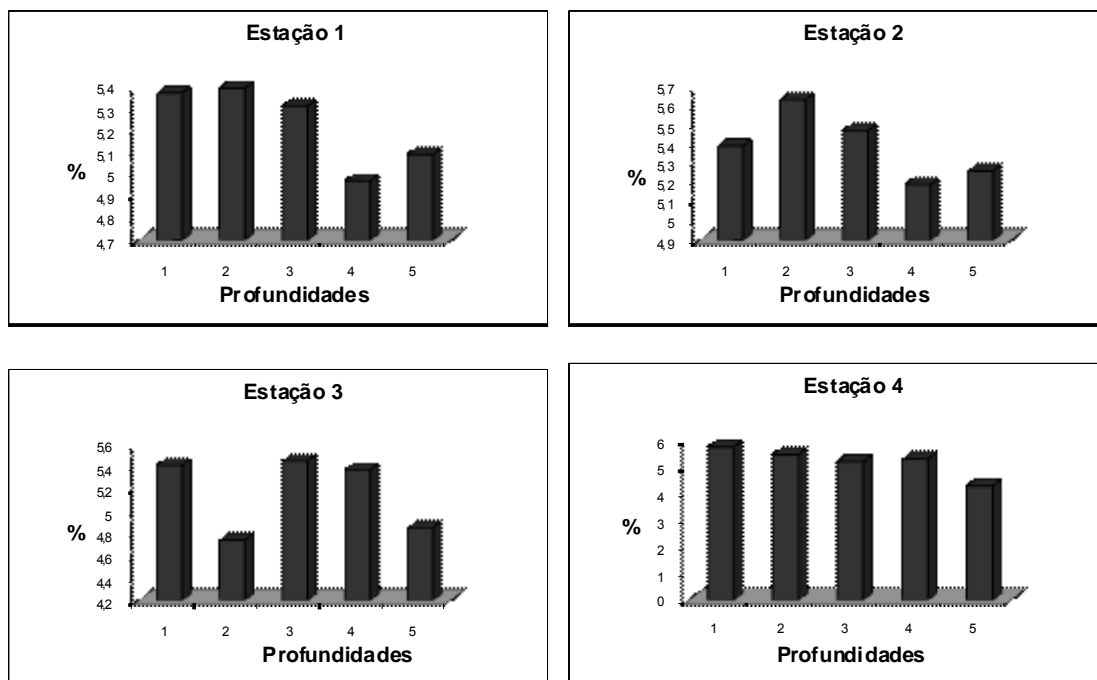


Figura 14 - Percentuais de Matéria Orgânica verificados para os pontos amostrados.

4.2.2 Carbono Orgânico

O conteúdo de carbono orgânico nos sedimentos superficiais depende de fatores como características granulométricas, produtividade da coluna d'água, taxa de degradação microbiana e condições oceanográficas locais. A maioria das bacias oceânicas, principalmente as de mares abertos, é caracterizada pela baixa concentração de carbono orgânico, enquanto que os sedimentos próximos à costa são geralmente enriquecidos deste constituinte (BARCELLOS, 2005).

Os valores da determinação da C.O. nos sedimentos de manguezais, estão apresentados na tabela 5, esses resultados podem ser avaliados a partir dos gráficos de distribuição de C.O. nos sedimentos, como mostrado na figura 15. Os teores de carbono orgânico encontrado foram proporcional à concentração de matéria orgânica, o que condiz com esperado já que esta relação é diretamente proporcional, uma vez que o percentual de carbono foi obtido da quantidade de M.O. determinada.



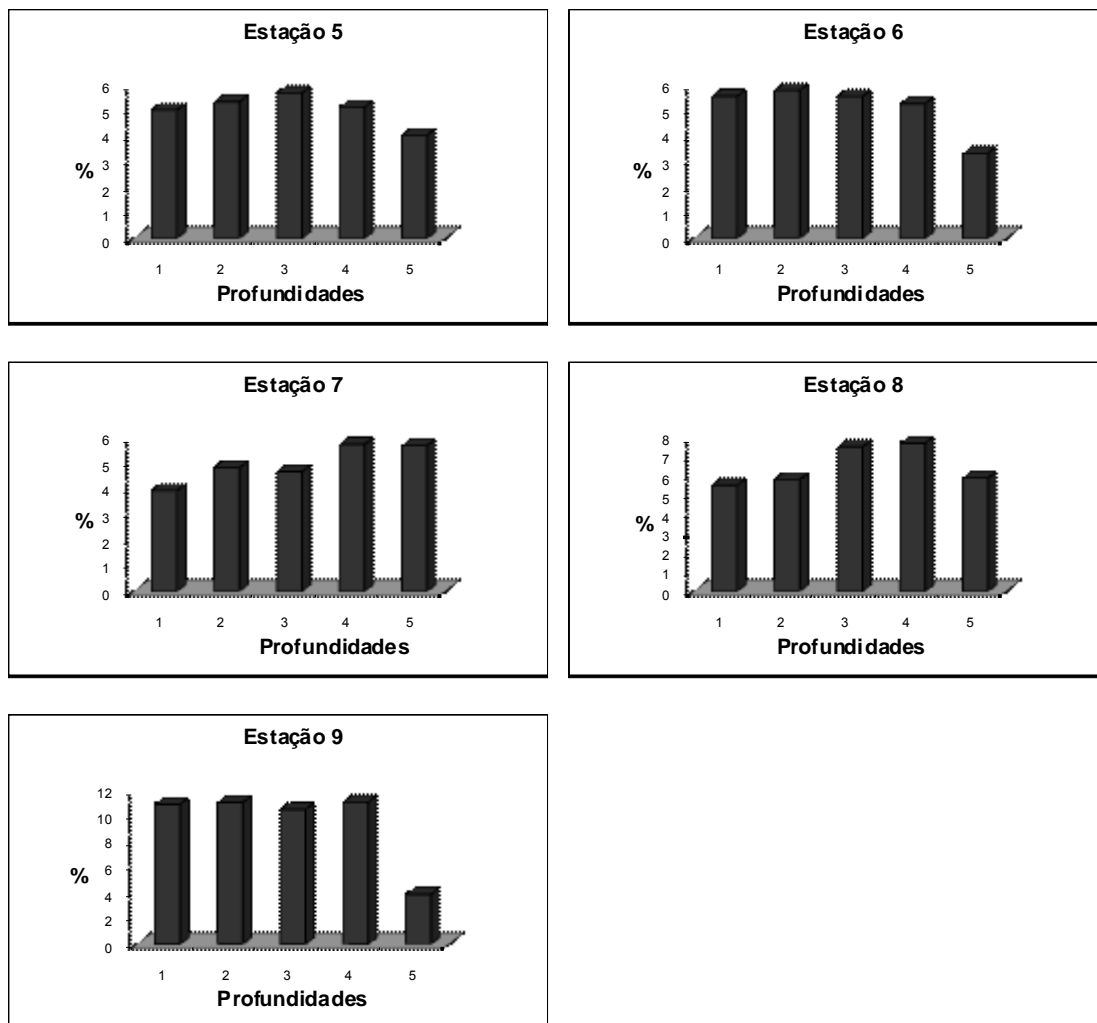


Figura 15 - Percentuais de Carbono Orgânico verificados para os pontos amostrados.

4.2.3 Nitrogênio

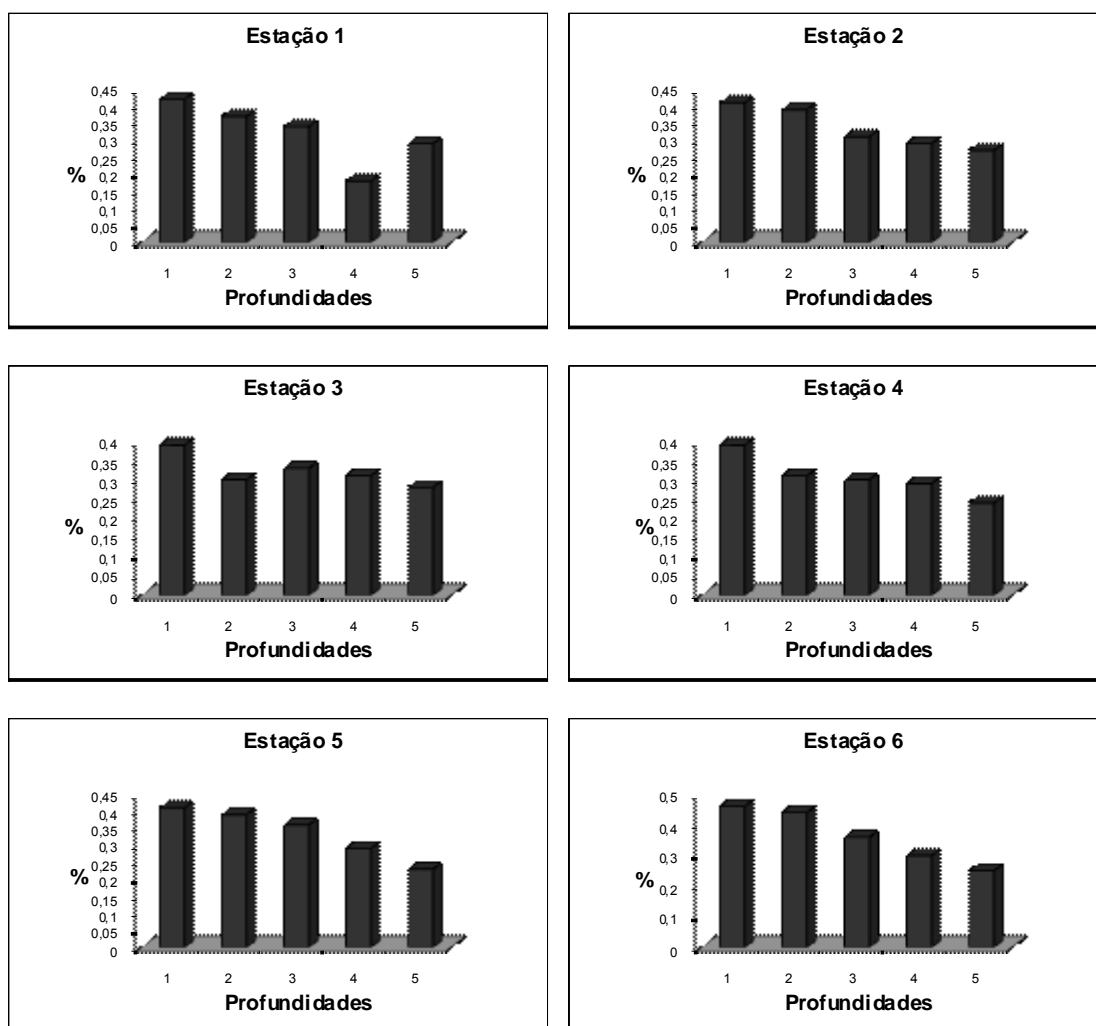
O ciclo biogeoquímico do nitrogênio tem sua importância voltada para a ciclagem de compostos nitrogenados. Nos oceanos, as concentrações de nitrogênio aumentam em direção às áreas costeiras, principalmente em regiões de ressurgência de águas profundas (MEYERS, *et al*, 1993).

O teor de nitrogênio dos solos está sujeito a variações associadas ao tipo de vegetação, topografia, regimes pluviométricos e temperatura da região, tendo em vista a influência do calor e da umidade sobre a atividade microbiana. De um modo geral, esses teores aumentam nas épocas quentes e chuvosas e diminuem nas épocas de frio, quando a precipitação pluviométrica se reduz. Essa variação poderá também ser mais ou menos acentuada, dependendo das características do solo, particularmente aquelas relacionadas a sua textura e estrutura. Sendo iguais as

demais condições, os solos mais arenosos deverão ter menores concentrações (MONIZ, 1975).

Em sedimentos de manguezais, as concentrações de nitrogênio são decorrentes principalmente dos processos de degradação de restos vegetais, como folhas, raízes e galhos, aliado a um substrato com elevada capacidade de retenção de água. (Oliveira 2000)

Os valores da determinação de nitrogênio nos sedimentos de manguezais estão apresentados na Tabela 5, esses resultados podem ser avaliados a partir dos gráficos de distribuição de nitrogênio nos sedimentos, como mostrado na figura 16, As concentrações de Nitrogênio verificadas variam de 0,18% a 58%, esses valores têm comportamento muito semelhante ao da M.O, sendo que os valores mais elevados são encontrados na superfície diminuindo com a profundidade.



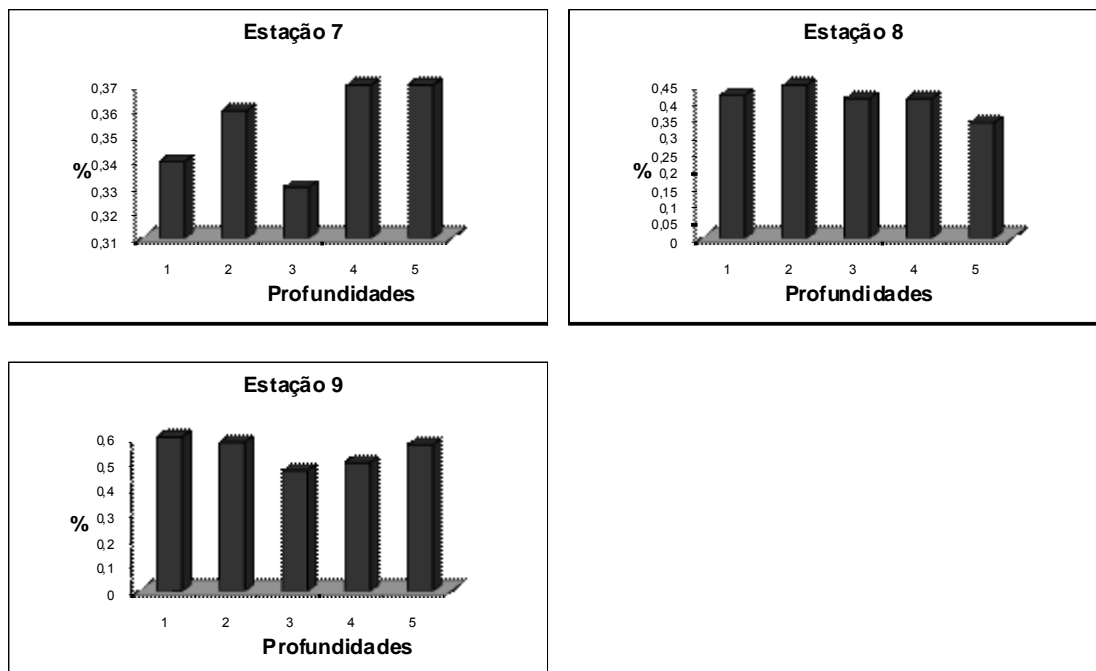


Figura 16 - Percentuais de Nitrogênio verificados para os pontos amostrados.

4.2.4 Metais Pesados

A fração dos metais nos sedimentos considerada biodisponível é aquela que se encontra na fase dissolvida, ou seja na água intersticial. Assim, sedimentos ricos em sólidos que retêm os metais de interesse sob formas pouco solúveis, não devem produzir respostas toxicológicas ou reações brandas (Di Toro et al., 1992). A distribuição dos metais entre sedimento e água intersticial é controlada, basicamente, pela presença de partículas finas, pela quantidade e qualidade da matéria orgânica e pela produção de sulfetos. A degradação microbiana aliada à grande quantidade de matéria orgânica no sedimento geralmente remove todo o oxigênio molecular abaixo da camada superficial, criando condições ideais para a redução do sulfato a sulfeto (Harbison, 1986).

Certos metais (níquel, zinco, cádmio, cobre, entre outros) acumulam-se na fase de sulfetos devido ao íon sulfeto competir com os outros ligantes, tanto na fase particulada como dissolvida, para formar sulfetos insolúveis (Jacobs et al., 1985). Como os produtos de solubilidade destes são tão baixos, a atividade do metal fica inferior àquela que causa toxicidade aos organismos expostos. Segundo Di Toro et al. (1992), a razão molar SEM/AVS pode auxiliar na avaliação da biodisponibilidade destes metais no sedimento. Para valores desta razão inferiores a 1, o sedimento

não apresenta toxicidade aguda. Estudos mostram que a mortalidade de espécies aumenta com a razão molar na faixa entre 1,5 e 2,5 (Casas e Creselius, 1994).

Os teores dos metais Pb, Cd, Co, Cu, Mn, Zn, Ni, Cr, Fe, Al, Ba e Va estão apresentados na Tabela 6, e podem ser analisados nas Figuras (17 a 28).

O cobalto apresentou teores maiores em relação ao limite de detecção do método (tabela 2), sendo que na metade das estações analisadas eles apresentaram valores iguais ao limite de detecção do método. Os teores variam de 2,80 µg/g a 7,11 µg/g

O cobre apresentou valores com distribuição irregular à profundidade, sendo que na estação 6 os teores são mais elevados na superfície, diminuindo com a profundidade. Os valores variam de 4,0µg/g a 13,9µg/g.

O níquel apresentou teores que variam de 22,2µg/g a 11,51µg/g, sendo esses valores maiores em relação ao limite de detecção do método (Tabela 2), sendo que a estação 1 possui os teores mais elevados deste compartimento.

O cromo não apresenta um padrão bem definido, distribuíram-se irregularmente com a profundidade, apresentam valores que variaram de 20,44µg/g a 44,92µg/g, sendo os maiores valores situados na estação 9.

Cádmio mostrou em todos os pontos teores iguais ao limite de detecção do método (Tabela 2).

O chumbo apresentou teores mais elevados nos extratos superficiais, diminuindo com a profundidade, sendo que nas estações 1, 3, 7 e 8 os teores distribuísem irregularmente.

O zinco distribuiu-se de forma irregular, com valores que variam de 26,54µg/g a 60,4µg/g sendo que nas estações 2 e 6 os teores mais elevados encontram-se na superfície, diminuindo com a profundidade.

O manganês apresentou teores que variam de 32,23µg/g a 134,81µg/g, sendo que os maiores valores encontra-se na estação 2, e os menores valores encontra-se na estação 4.

O ferro apresentou teores que variaram de 1,70% a 4,80%, não apresentando grandes variações com a profundidade em todas as estações.

O alumínio apresenta um padrão irregular, com teores que variam de 0,63% a 2,57%, apresentando pequenas variações com a profundidade em todas as estações.

O bário na maioria das estações apresentou um padrão irregular, sendo que nas estações 2, 3 5 e 7 os teores são mais elevados na superfície, diminuindo com a profundidade, e na estação 9 os teores são correspondentes ao do limite de detecção do método (Tabela 2), os valores de concentração do bário variam de 10µg/g a 206,50µg/g.

O vanádio mostrou-se com uma distribuição irregular com a profundidade, sendo que seus teores variam de 024,73µg/g a 94,84µg/g sendo que os maiores valores encontra-se na estação 9.

Os resultados de uma maneira geral demonstram que os sedimentos de manguezais da baía de Camamu não apresentam teores de metais tóxicos elevados (Pb, Cd, Co, Cu, Mn, Zn, Ni, Cr, Fe, Al, Ba e Va), comparados com os valores de referência de metais em sedimento do NOAA 1999 e da CETESB 2001 (Tabela 3).

Estudos comparativos entre os dados obtidos nesse estudo com aqueles realizados em outras áreas de manguezal do Estado da Bahia (Tabela 4) permitiram constatar que a baía de Camamu apresenta teores de metais mais baixo em relação à Baía de Todos os Santos estudada por Otero *et al.*, 2009. Devido à baía de Camamu esta próxima a grande cidade de Salvador comparada com a de Camamu. E os estudos realizados por Oliveira em 2000 na baía de camamu apresentou valores abaixo dos encontrados nesse estudo, isto pode estar associado ao aumento da população durante esses 10 anos.

Tabela 2 - Limite de detecção do método (LDM) para a região da Baía de Camamu.

Metais (mg kg ⁻¹)	Co	Cu	Ni	Cr	Cd	Pb	Zn	Mn	Fe	Al	Ba	Vn
LDM	2,80	4,00	5,00	1,60	0,50	1,50	3,00	5,00	10,0	10,0	10,0	25,0

Tabela 3 - Valores de referência de metais em sedimentos do NOAA, 1999 e da CETESB, 2001.

Metais	Baía de Camamu	NOAA, 1999	CETESB, 2001
Pb(mg.Kg ¹)	2,01 – 34,83	4,0 -17,0	5,0 - 23,5
Al (mg.Kg ¹)	7000,4 – 22773,7	2600	1700 - 117100
Co(mg.Kg ¹)	2,82 - 7,27	10,0	7,5 - 65
Cu(mg.Kg ¹)	4,08 – 14,12	10,0 - 25,0	3 - 393
Ba(mg.Kg ¹)	10,07 - 221	700	5,0 - 223
Zn(mg.Kg ¹)	26,39 – 63,01	7,0 - 38,0	1,5 - 200
Ni (mg.Kg ¹)	10,65 – 22,42	9,9	1,55 - 73,5
Cr (mg.Kg ¹)	20,28 – 44,77	7,0 - 13,0	2,2 - 172,5
Fe(mg.Kg ¹)	17036,4 – 48452,3	9900 - 18000	500 - 198500
V (mg.Kg ¹)	29,79 – 97,38	50,0	85 - 818
Cd(mg.Kg ¹)	<0,5	100 -300	<0,5
Mn(mg.Kg ¹)	32,14 – 141,15	400	5 - 2330

Tabela 4 - Comparação entre as concentrações médias dos elementos Pb, Al, Co, Cu, Ba, Zn, Cr, Fe, V, Cd e Mn, nos sedimentos do manguezal da Baía de Camamu com a de outras zonas de manguezal estudadas.

Metais	Baía de Camamu	Baía de Todos os Santos, Otero et.al, (2009)	Baía de Camamu região das ilhas, Oliveira (2000)	Baía de Camamu região do entorno, Oliveira, (2000)
Pb(mg.Kg ¹)	2,01 – 34,83	10,55 – 74,31	156,0	28,0
Al (mg.Kg ¹)	7000,4 – 22773,7	-	-	-
Co(mg.Kg ¹)	2,82 - 7,27	2,32 – 10,55	-	-
Cu(mg.Kg ¹)	4,08 – 14,12	4,89 – 42,62	20,2	16,5
Ba(mg.Kg ¹)	10,07 - 221	-	-	-
Zn(mg.Kg ¹)	26,39 – 63,01	2,96 – 81,19	81,0	45,8
Ni (mg.Kg ¹)	10,65 – 22,42	1,98 – 17,36	-	-
Cr (mg.Kg ¹)	20,28 – 44,77	6,09 – 116,45	29,2	44,1
Fe(mg.Kg ¹)	17036,4 – 48452,3	3267 - 83079	-	-
V (mg.Kg ¹)	29,79 – 97,38	-	-	-
Cd(mg.Kg ¹)	<0,5	<0,5	<1,0	<01,0
Mn(mg.Kg ¹)	32,14 – 141,15	42,00 – 1209,86	114,4	700

Capítulo V

Este capítulo terá como escopo as conclusões a respeito de diagnóstico geoquímico de sedimentos na baía de camamú-ba.

5. CONCLUSÕES

Os estudos realizados na Baía de Camamu fornecem subsídios importantes para a eficácia do gerenciamento adequado da zona costeira, sobre tudo em relação às interpretações futuras dos resultados nos programas de monitoramento, de conservação e de proteção nos manguezais.

O estudo da qualidade do sedimento de manguezal teve como suporte a interpretação dos resultados geoquímicos adquiridos “*in situ*” e em laboratório, além de um amplo acervo bibliográfico, possibilitando assim uma melhor interpretação dos dados obtidos, bem como sua comparação com resultados de estudos anteriores considerados com referência em estudos geoquímicos.

Os aspectos fisiográficos (clima, vegetação, hidrografia, geologia, geomorfologia e aspectos edafológicos), contribuíram de forma direta ou indiretamente para influenciar ou modificar o ambiente natural.

Em alguns pontos os valores de oxigênio dissolvido foram baixos, em função da maré baixa no momento da coleta, sendo que os valores, mas altos são característicos por ocorrerem uma maior circulação da água.

Os valores de salinidade foram altos em alguns pontos, demonstrando a penetração da cunha salina, característica deste sistema (valores de salinidade de 8 a 30‰ na superfície, e de 24 a 32‰ no fundo).

Os valores de pH encontrados são condizentes com os “valores característicos para ambientes que sofrem influência marinha”. Geralmente tais valores ficam em torno de 7 e 8.

Os valores de Eh nas águas superficiais mostraram um comportamento predominantemente redutor.

Nas estações 4 e 9 os valores da condutividade medidos nas águas foram altos sugerindo que esta zona, próxima as atividades locais de mineração, apresenta uma maior concentração de íons dissolvidos na água em relação às demais estações estudadas .

Ocorreu um aumento de temperatura em algumas estações, que estão relacionados com o horário em que as coletas foram realizadas.

Os valores de matéria orgânica foram relativamente altos na maioria dos pontos.

Os teores de carbono orgânico e nitrogênio encontrado foram proporcional à concentração de matéria orgânica, o que condiz com esperado já que esta relação é diretamente proporcional, uma vez que o percentual de carbono e nitrogênio foi obtido da quantidade de M.O., determinada.

Estudos comparativos entre os dados obtidos nesse estudo com aqueles realizados em outras áreas de manguezal do Estado da Bahia permitiram constatar que a baía de Camamu apresenta teores de metais mais baixo em relação à Baía de Todos os Santos estudada por Otero et al., 2009. Devido à baía de Camamu esta próxima a grande cidade de Salvador comparada com a de Camamu. E os estudos realizados por Oliveira em 2000 na baía de camamu apresentou valores abaixo dos encontrados nesse estudo, isto pode estar associado ao aumento da população durante esses 10 anos.

Os resultados de uma maneira geral demonstram que os sedimentos de manguezais da baía de Camamu não apresentam teores de metais tóxicos elevados (Pb, Cd, Co, Cu, Mn, Zn, Ni, Cr, Fe, Al, Ba e Va) comparados aos valores de referência no NOA e da CETESB, portando os resultados obtidos neste trabalho fornecerão subsídios para monitoramento, conservação e proteção do ecossistema de manguezais da baía de Camamu.

Capítulo VI

Neste capítulo serão listados os livros, artigos de revista e teses de doutorado, que auxiliaram na construção deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-HILAL, A H.; BADRAN, M. M. Effect of pollution sources on metal concentrations in sediment cores from the Gulf of Aqaba (Red Sea). *Marine Poll.Bull.*, v. 21, n. 4, p. 190-197, 1990.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1992) Standard practice for Extraction of Trace Elements From Sediments, 11.

ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for chromium. Syracuse: U.S. Department of Health & Human Services, 2000.

ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for cadmium. Atlanta: ATSDR, 1997. 347 p.

BAHIA. Secretaria de Recursos Hídricos Saneamento e Habitação, Superintendência de Recursos Hídricos (1995) Plano Diretor de Recursos Hídricos. Bacia do recôncavo Sul. Salvador, v. I, 125p.

BAIRD, C. (1998) *Environmental Chemistry*. 2º ed. Nova Iorque: W.H. Freeman and Company, 628p.

BARCELLOS, R. L. Distribuição da material orgânica sedimentar atual do sistema estuarino – lagunar de Cananéia-Iguape. São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, USP, 2005. Tese de doutorado, 185p

BARCELOUX, D. G. Manganese. *Clin. Toxicol.*, New York, v. 37, n. 2, p. 293-307, 1999.

BOURG, A. (1983) *Modélisation du Comportement des Métaux Traces à L'interface Solide-liquide dans les Systèmes Aquatiques*. BRGM, nº 62, 171p.

BUBB, J.M. & LESTER, J.N. (1995) Factors controlling the accumulation of metals within fluvial systems. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 41, p. 87-105.

CHANG, H. K.; KOWSMANN, R. O.; FIGUEREDO, A. M. F. & BENDER, A. A. Tectonics and stratigraphy of the East Brazil rift system: an overview. *Tectonophysics*, 1992, v. 213, p. 97–138.

CAIXETA, José Maurício et al. Bacia de Camamu. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p. 455-461, maio 2007.

Casas, A.M.; Creselius, E.A. 1994. Relationship between acid-volatile sulfide and the toxicity of zinc, lead and copper in marine sediments. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 13 (3): 529-536.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental "Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo" - CETESB; 2001.

CERCASOV, V.; PANTELICA, A.; SALAGEAN, M.; SCHREIBER, H. Comparative evaluation of some pollutants in the airborne particulate matter in Eastern and Western Europe: two-city study, Bucharest-Stuttgart. *Environ. Poll.*, v. 101, p.331-337, 1998.

COX, P. A. *The elements on earth*. Oxford: Oxford University Press, 1997. p. 105-280.

DIAS, M. A., ROCHA, K Petroleum concessions with extendible options using mean reversion with jumps to model oil prices. In: 3rd International Conference on Real Options, *Proceedings...* The Netherlands, 1999, June 6-8, p. 1-27.

Di Toro, D.M.; Mahony, J.; Hansen, D.; Scott, K.; Carlson, A.; Ankley, G. 1992. Acid Volatile Sulfide predicts the acute toxicity of cadmium and Nickel in sediments. *Environmental Science & Technology*, 26: 96-101.

GOMES, A.S.; PALMA, J.J.C.; SILVA, C.G. (2000) Causas e conseqüências do impacto ambiental da exploração dos recursos minerais marinhos. *Rev. Bras. Geof.*, 18 (3):447-454.

GONÇALVES, F.T.T.; BEDREGAL, R.P.; COUTINHO, L.F.C.; MELLO, M.R. Petroleum system of the Camamu-Almada Basin: a quantitative modeling approach. In: M.R. Mello & B.J. Katz (Eds.), Petroleum Systems of South Atlantic Margins. American Association of Petroleum Geologists Memoir, n. 73, p. 257-271, 2000.

GÜNTHER, W.M.R. (1998) Contaminação ambiental por disposição inadequada de resíduos industriais contendo metais pesados - estudo de caso. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 140p.

HARBINSON, P. Diurnal variation in the chemical environment of a shallow tidal inlet, Gulf St. Vincent, South Australia: Implications for water quality and trace metal migration. Marine Environmental Research, 1986.

HSDB - HAZARDOUS SUBSTANCES DATA BANK. Manganese. National Library Medicine. Canadian Center for Occupational Health and Safety 2000-4 (November, 2000).

HUEBERS, H. A. Iron. MERIAN, E. (Ed.). Metals and their compounds in the environment - occurrence, analysis and biological relevance. Weinheim: VCH, 1991. cap. II. 14, p. 745-955.

Jacobs, L.; Emerson, S.; Skei, J. 1985. Partitioning and transport of metals across the O₂/H₂S interface in a permanently anoxia basin, Framvaren Fjord, Norway. Geochimica Cosmochimica Acta, 49, 1433-1444.

JENNE, E.A. & LUOMA, S.N. (1975) Forms of trace elements in soils, sediments and associated waters: a overview of their determination and biological availability. In: LIFE SCIENCES SYPOSIUM, BIOLOGICAL IMPLICATION OF METAL IN THE ENVIRONMENT. Papers. p. 110-135.

JESUS, H.C.; COSTA, E.A.; MENDONÇA, A.S.F; ZANDONADE, E. (2004) Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da Ilha de Vitória-ES. Química Nova, 27:378-386.

KÖEPPEN, W. (1948) *Climatologia, com un estudio de los climas de la Tierra*. Buenos Aires: Ed. Fundo de Cultura Econômica, 478p.

KROSCHWITZ, J. I. (Ed.). *Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology*. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. v. 14.

LACERDA, L.D. (1998) *Trace Metals Biogeochemistry and Diffuse Pollution in Mangrove Ecosystems*. Okinawa: ISME. 65p. *Mangrove Ecosystems occasional papers*, 2.

LACERDA, L.D.; ITTEKKOT, V.; PACHINEELAM, S.R. (1995) *Biogeochemistry of mangrove soil organic matter: A comparison between Rhizophora and Avicennia soil in Southeastern Brazil*. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* V. 40, p. 713-720.

LAYBAUER, L. (1995) *Análise das transferências de metais pesados em águas e sedimentos fluviais na região das Minas do Camaquã, RS*. Porto Alegre. 164p. *Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul*.

LUOMA, N.S., 1983. *Bioavailability of trace metals to aquatic organisms. A review*. *Sci. Tot. Environ.* 28, 1–22.

MALLNS, D.C.; MCCAIN, B.B.; BROWN, D.W.; CHAN, SIN-LAM; MYERS, M.S.; LANDAHL, J.T.; PROHASKA, P.G.; FRIEDMAN, A.J.; RHODES, L.D.; BURROWS, D.O.; GRONIUND, W.D.; HODGLNS, H.O. (1984) *Chemical Pollutants in Sediments and Diseases of Bottom-Dwelling Fish in Puget Sound, Washington*. *Environ. Sci. Technol.*, 18: (9)705-713.

MARIUS, C. (1985) *Mangroves du Sénégal et de la Gambie. Ecologie, Pédologie, Géochimie. Mise en valeur et aménagement*. *Trav. Et Doc. ORSTOM*. 357p.

MESTRINHO, S.S.P. (1998) *Estudo do Comportamento Geoquímico dos Metais Pesados nos Sedimentos da Região Estuarina do Rio Paraguaçu - Bahia*. São

Paulo, 158p. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Universidade de São Paulo.

MONIZ, A.C. (1975) Elementos de Pedologia. Rio de Janeiro: Ed. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 459p.

NETTO, A.S.T. (1977) Barita de Camamu: Considerações sobre sua Gênese. B. Téc. da Petrobrás, Rio de Janeiro, v 20, n. 2, p. 77-92.

NOOA-National Oceanic and Atmospheric Administration. 1999. Screening Quick Reference Tables. National Oceanic and Atmospheric Administration. Seattle, USA, 12p.

OLIVEIRA, O.M.C.; QUEIROZ, A.F.S.; DAMASCENO, R.N.; FONTES, V.M.S.; FREITAS, U.R. (1998) Extração Sequencial de Metais Pesados em Sedimentos de Manguezais da Baía de Camamu-BA. In: CONG. BRAS. DE GEOLOGIA, 15, 1998, Belo Horizonte. Resumos. p. 20.

OLIVEIRA, O.M.C. *Diagnóstico geoambiental em zonas de manguezal da baía de Camamu - BA*. Niterói: Universidade Federal Fluminense. 2000. 249p. (Tese de Doutorado em Geoquímica Ambiental).

PAREDES, J.F.; QUEIROZ, A.F.S.; CARVALHO, I.G.; RAMOS, M.A.S.B.; SANTOS, A.L.F.; MOSSER, C. (1995) Heavy Metals in Sediments: Mangrove Swamps of The Subaé and Paraguaçu Tributary Rivers of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. Rio De Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, Série Tecnologia Ambiental, 15P. N.9.

Perin, G.; Fabris, R.; Manente, S.; Rebello Wagener, A.; Hamacher, C.; Scotto, S. 1997. A five-year study on the heavy-metal pollution of Guanabara bay sediments (Rio de Janeiro, Brazil) and evaluation of the metal bioavailability by means of geochemical speciation. *Water Research*, 31(12): 3017-3028.

QUEIROZ, A.F.S. *Mangroves de la baia de Todos os Santos - Salvador - Bahia - Brésil: ses caractéristiques et l'influence anthropique sur as géochimie*. Strasbourg: Université Louis Pasteur, 1992. 148p. (Tese de Doutorado).

SALOMONS, W. & FÖRSTNER, U. (1980) Trace metal analysis on polluted sediments. Parte II: Evaluation of environmental impact. *Environ. Technol. Lett.*, 10: 506-517.

SEELIGER, U. & KNAK, R.B. (1982) Estuarine metal monitoring in southern Brazil. *Mar. Pollut Bull.*, 13: 253-254.

SIENKO, M. J.; PLANE, R. A. Elementos de transição II. (Eds.) *Química*. 5. ed. São Paulo: Nacional, 1977. cap. 21, p. 436-454.

SIQUEIRA, G.W.; BRAGA, E.S.; PEREIRA, S.F.P.; SILVA, E. (2005) Distribuição do mercúrio em sedimentos de fundo no Estuário de Santos SP/Brasil. *Rem: Rev. Esc. Minas*, 58(4):309-316.

SOARES, T.D.; GLASER, I.; BAHIA, S.J.V.; ALMEIDA, L.F.S.; LEUTERMAN, A.J.J. (1980) Projeto Barita da Ilha Pequena, Baía de Camamu. Relatório Técnico. Dresser Mineração. v. 1, 106 p.

SHARMA, V. K.; RHUDY K. B.; CARGILL, J. C.; TACKER, M. E.; VAZQUEZ, F. G. Cases and solutions: metals and grain size distribution in soil of the middle Rio Grande basin, Texas, USA. *Environ. Geology*, v. 39, v. 6, p. 698-704, 2000

WARMAN, P R.; COOPER, J. M. Fertilization of a mixed forage crop with fresh and composted chicken manure and NPK fertilizer: effects on soil and tissue Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn. *Can. J. Soil Sci.*, v. 80, p. 345-352, 2000.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION e UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Pollution Prevention and Abatement Handbook*, 1998: Toward Cleaner Production World bank, 1999.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. The impact of cemeteries on the environment and public health. An introductory briefing. Copenhagen, Denmark, WHO Regional Office for Europe. 11p (Receipt. EUR/ICP/EHNA 010401(A)), 1998.

Capítulo VII

Neste capítulo encontram-se dispostos os anexos do trabalho.

7. ANEXOS

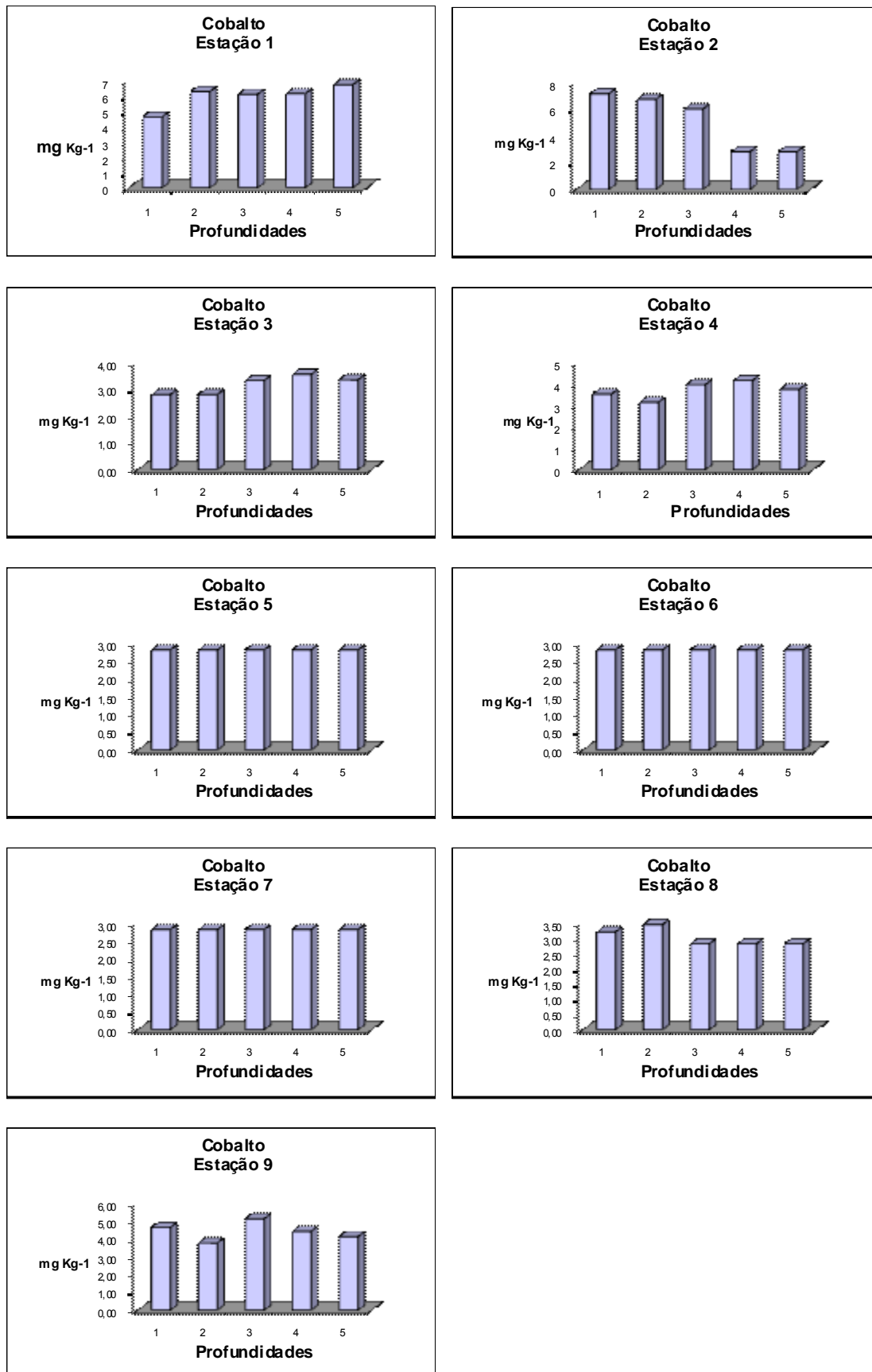


Figura 17 – Concentração de Cobalto em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.

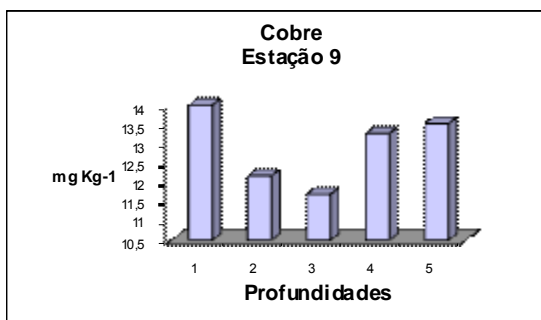
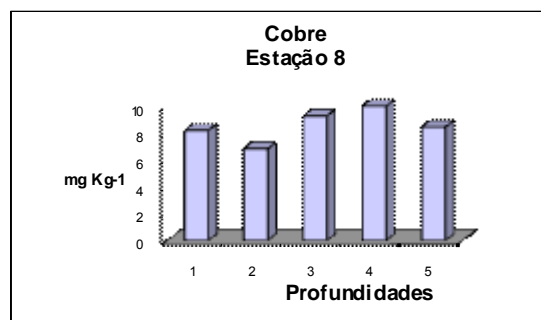
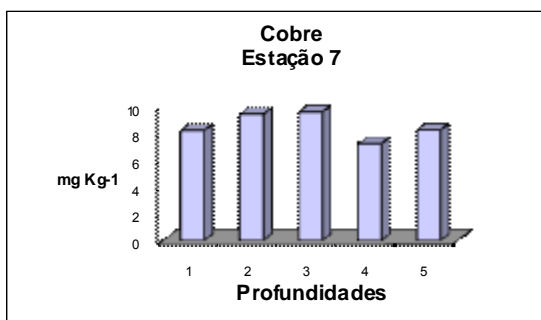
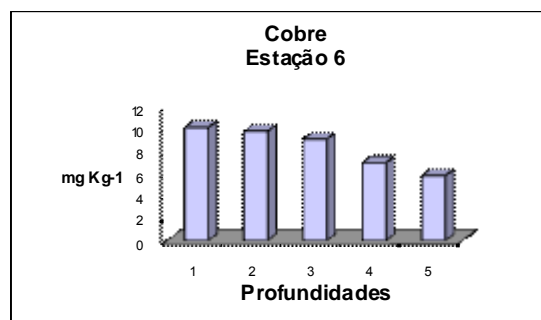
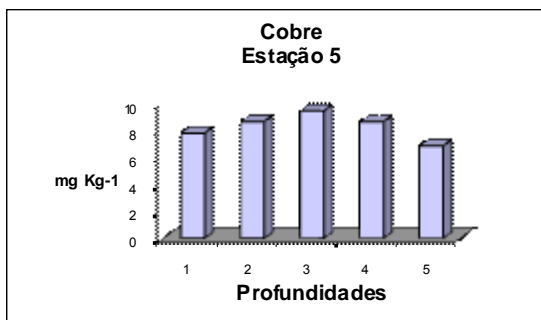
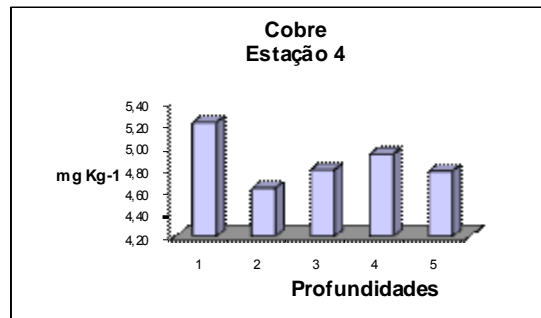
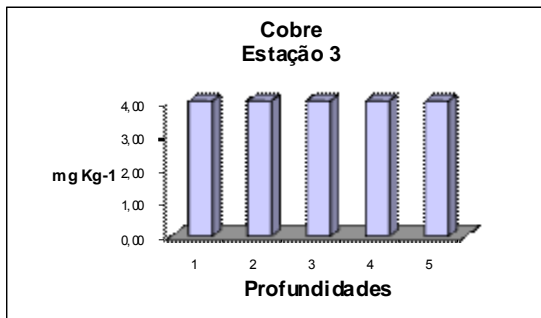
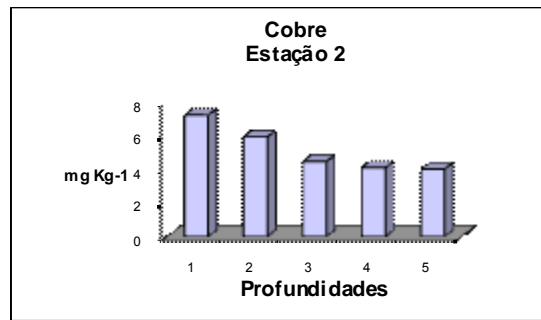
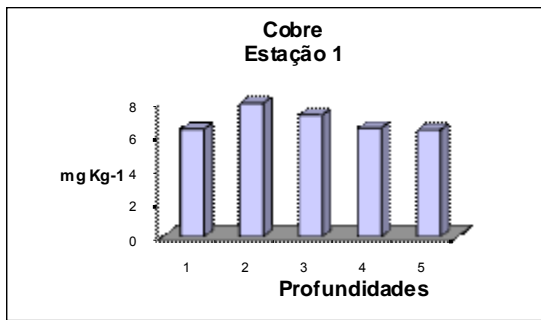


Figura 18 – Concentração de Cobre em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu – Ba.

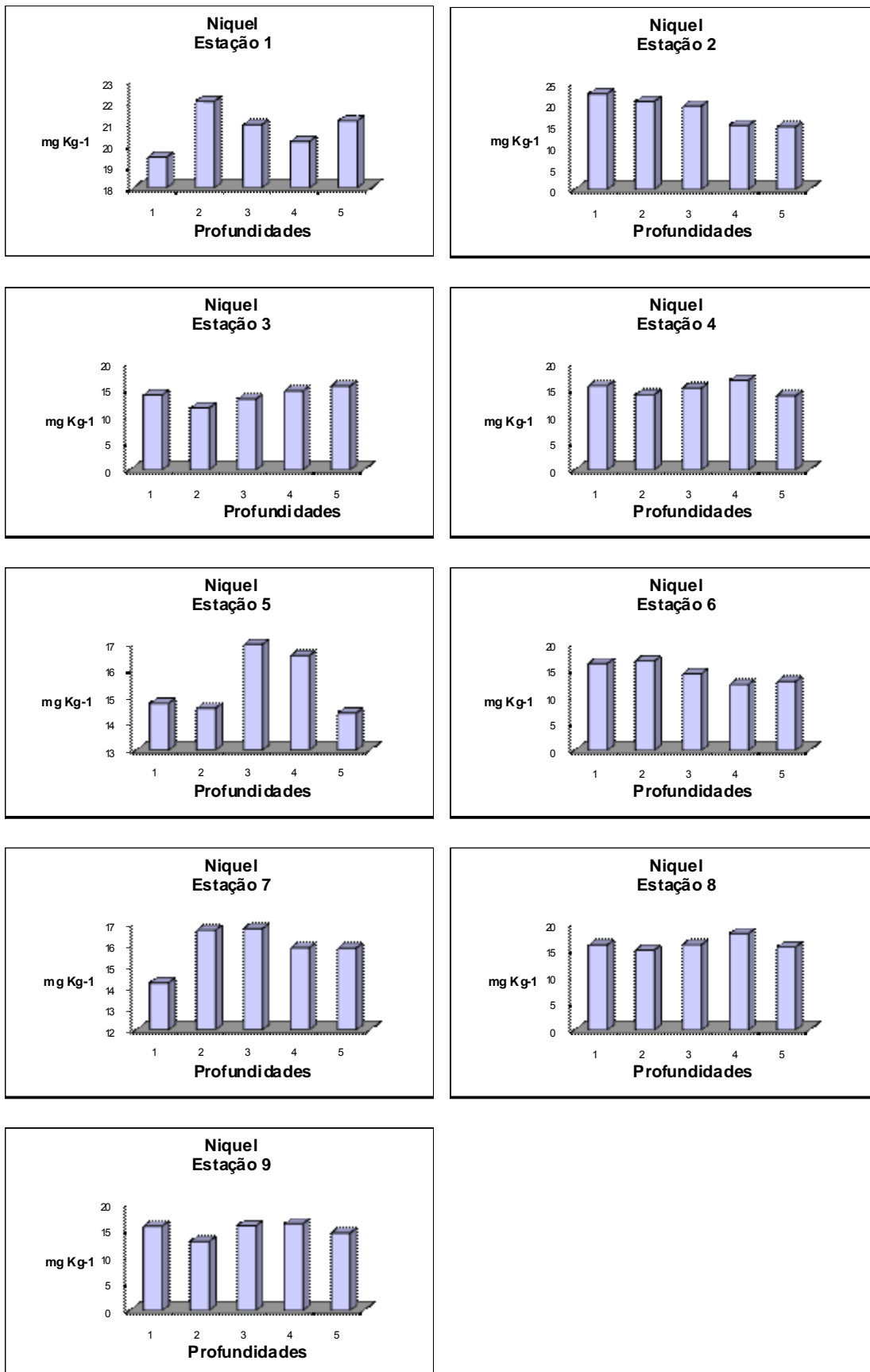


Figura 19 – Concentração de Níquel em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu - Ba

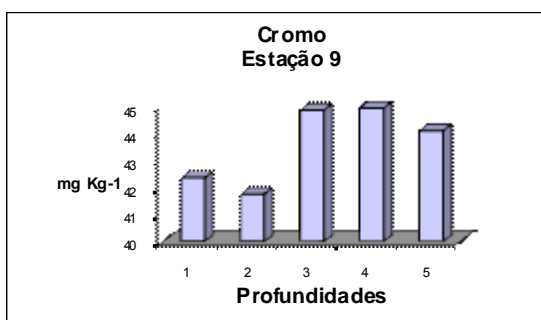
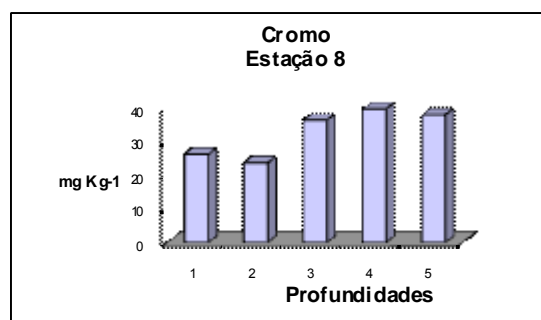
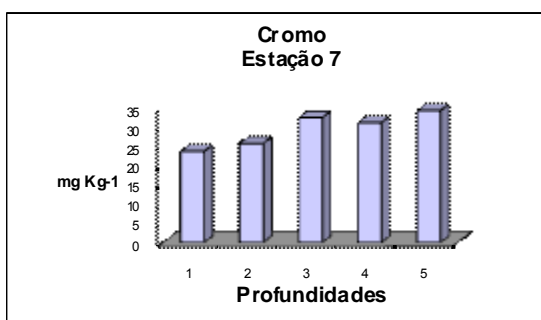
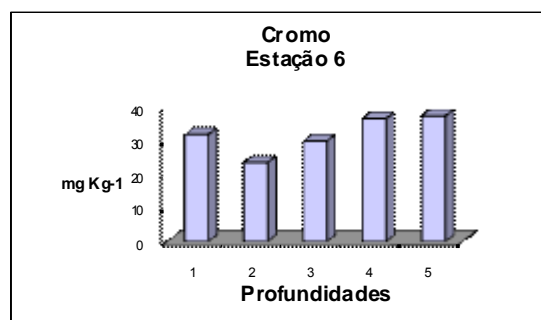
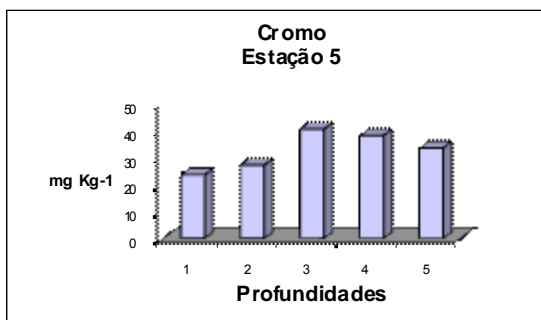
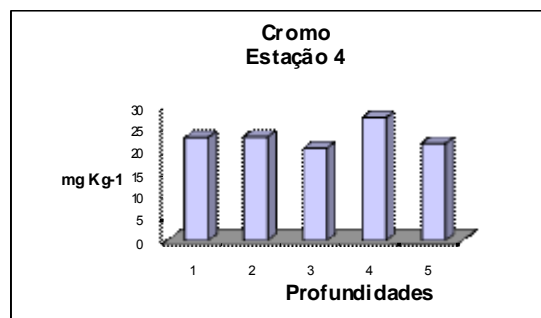
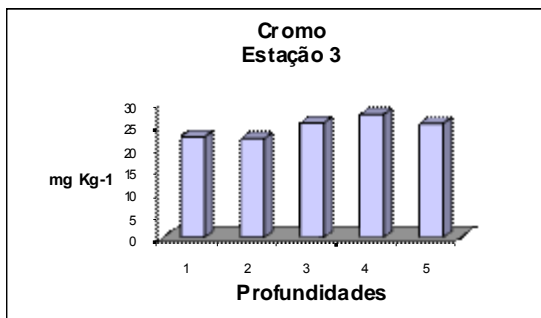
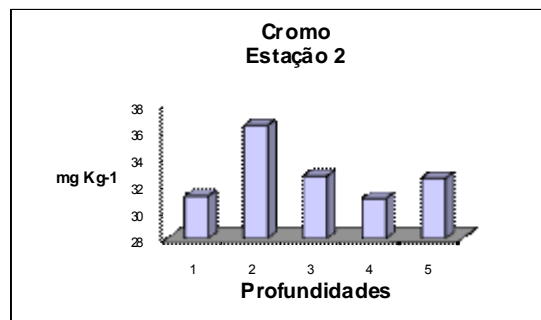
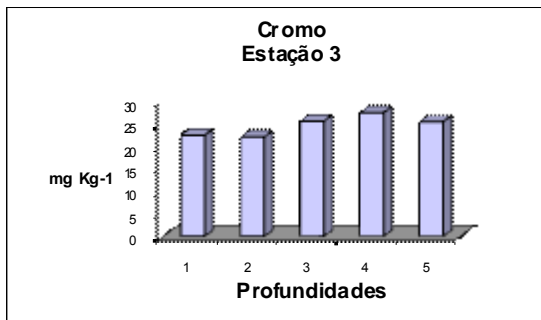


Figura 20 – Concentração de Cromo em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu - Ba

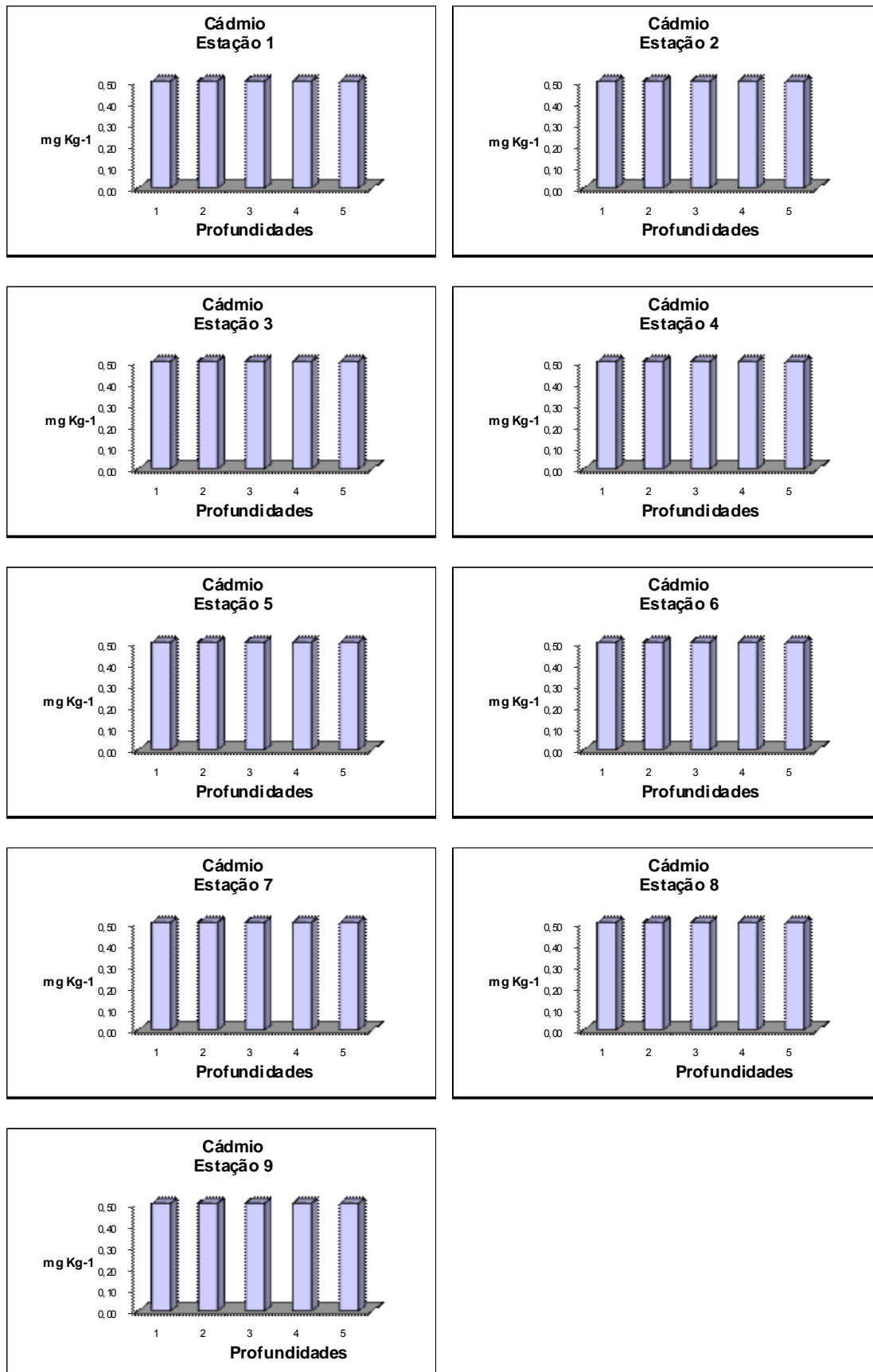


Figura 21 – Concentração de Cádmio em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu - Ba

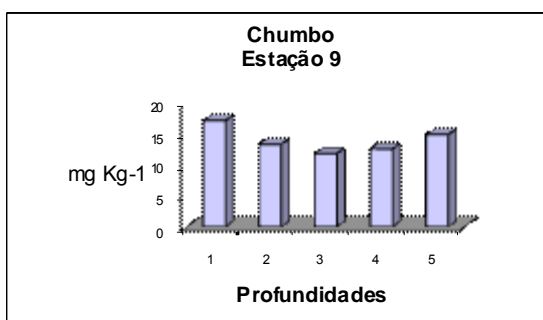
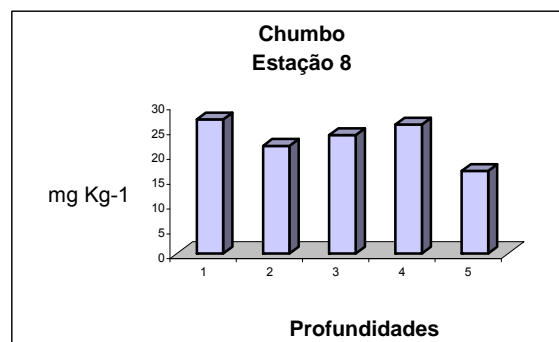
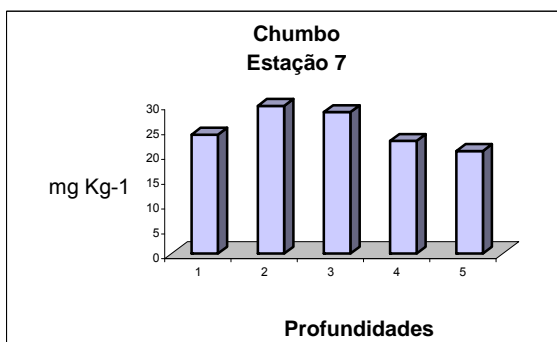
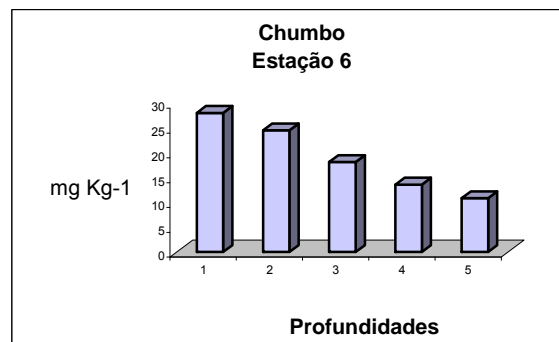
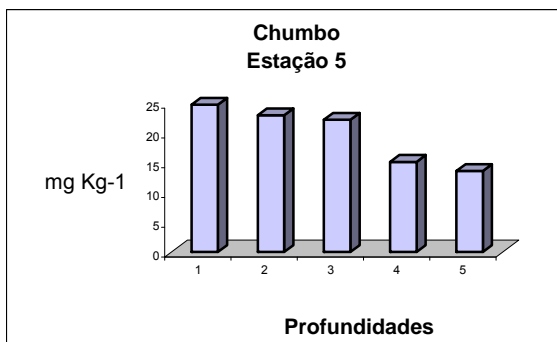
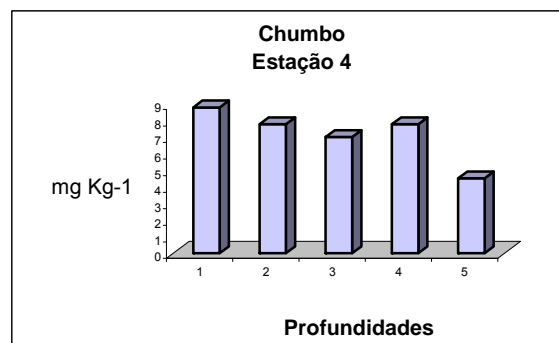
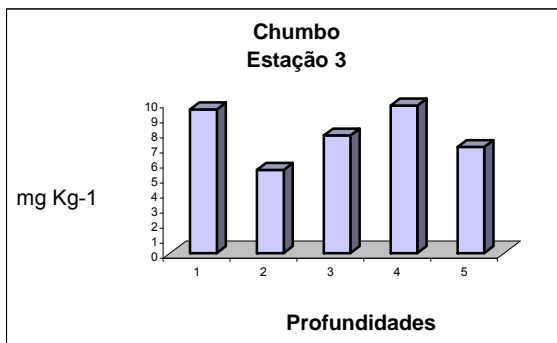
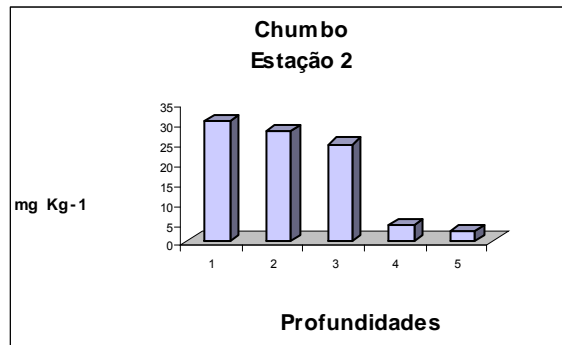
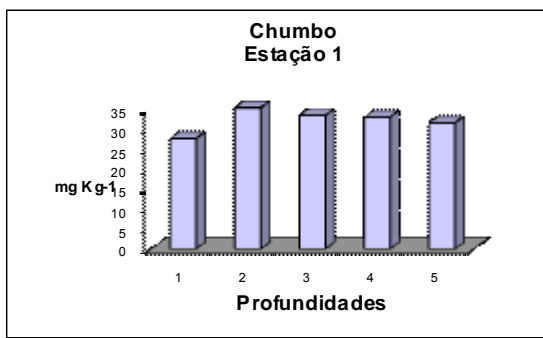


Figura 22 – Concentração de Chumbo em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu - Ba 70

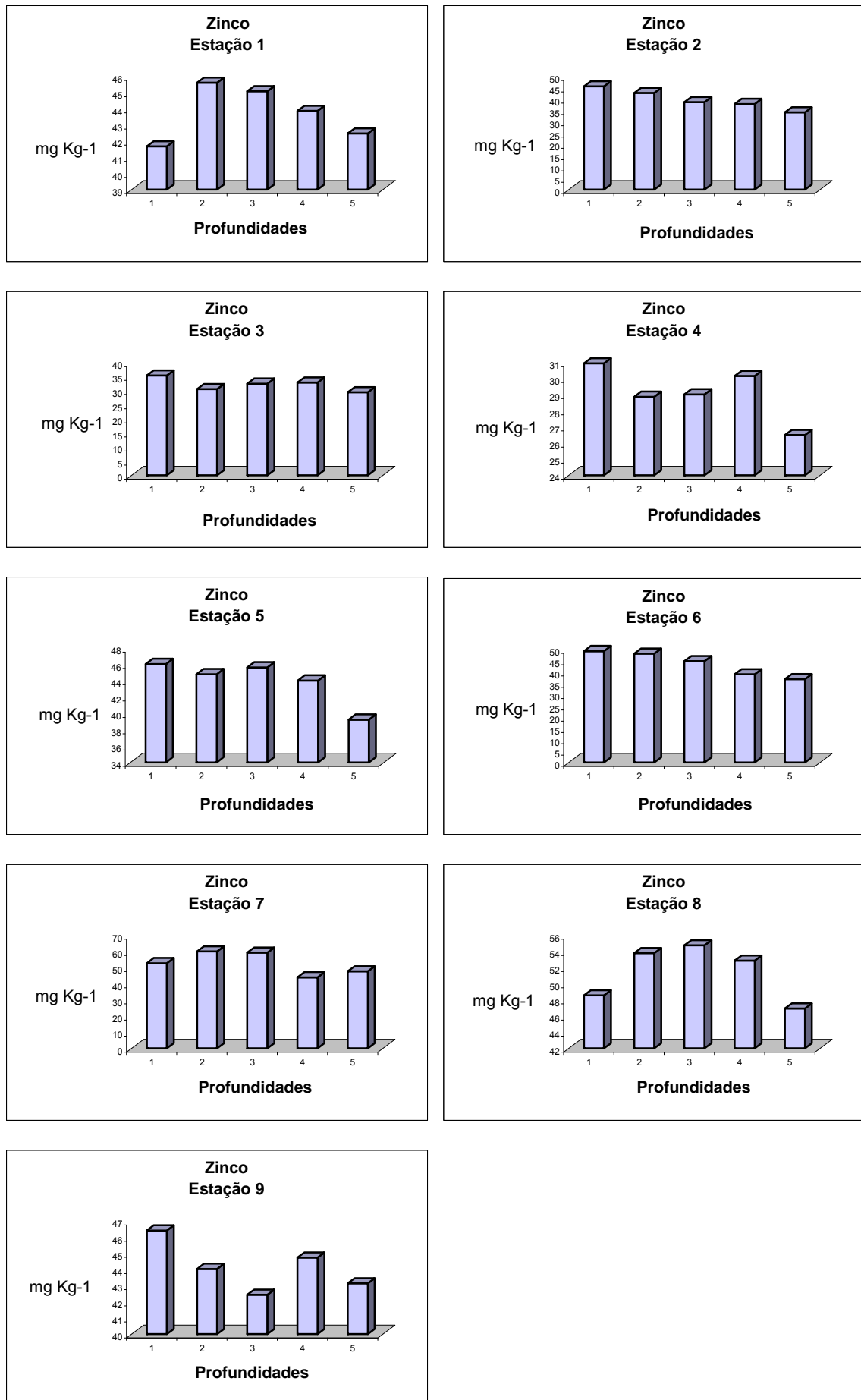


Figura 23 – Concentração de Zinco em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu - Ba

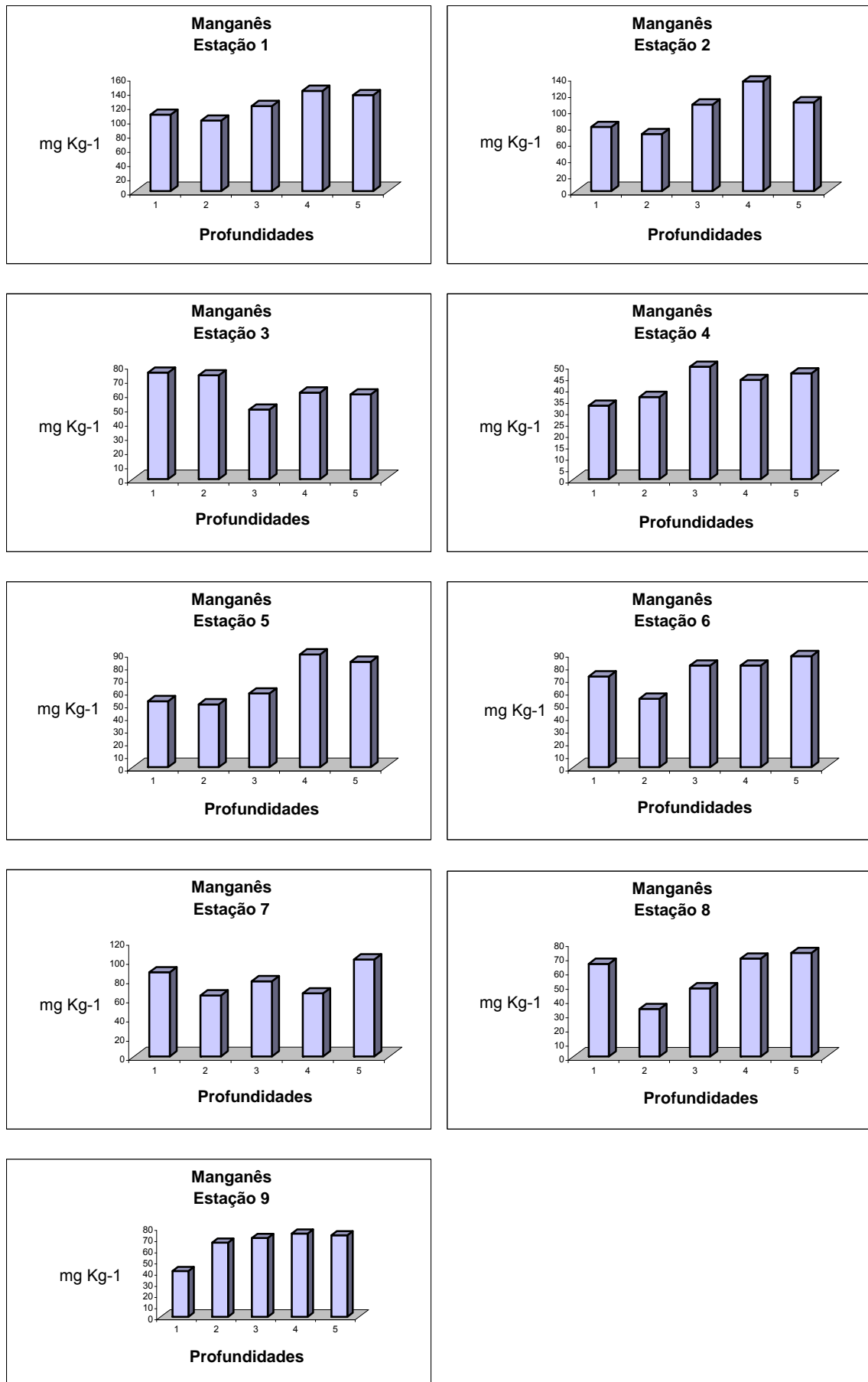


Figura 24 – Concentração de Manganês em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu - Ba

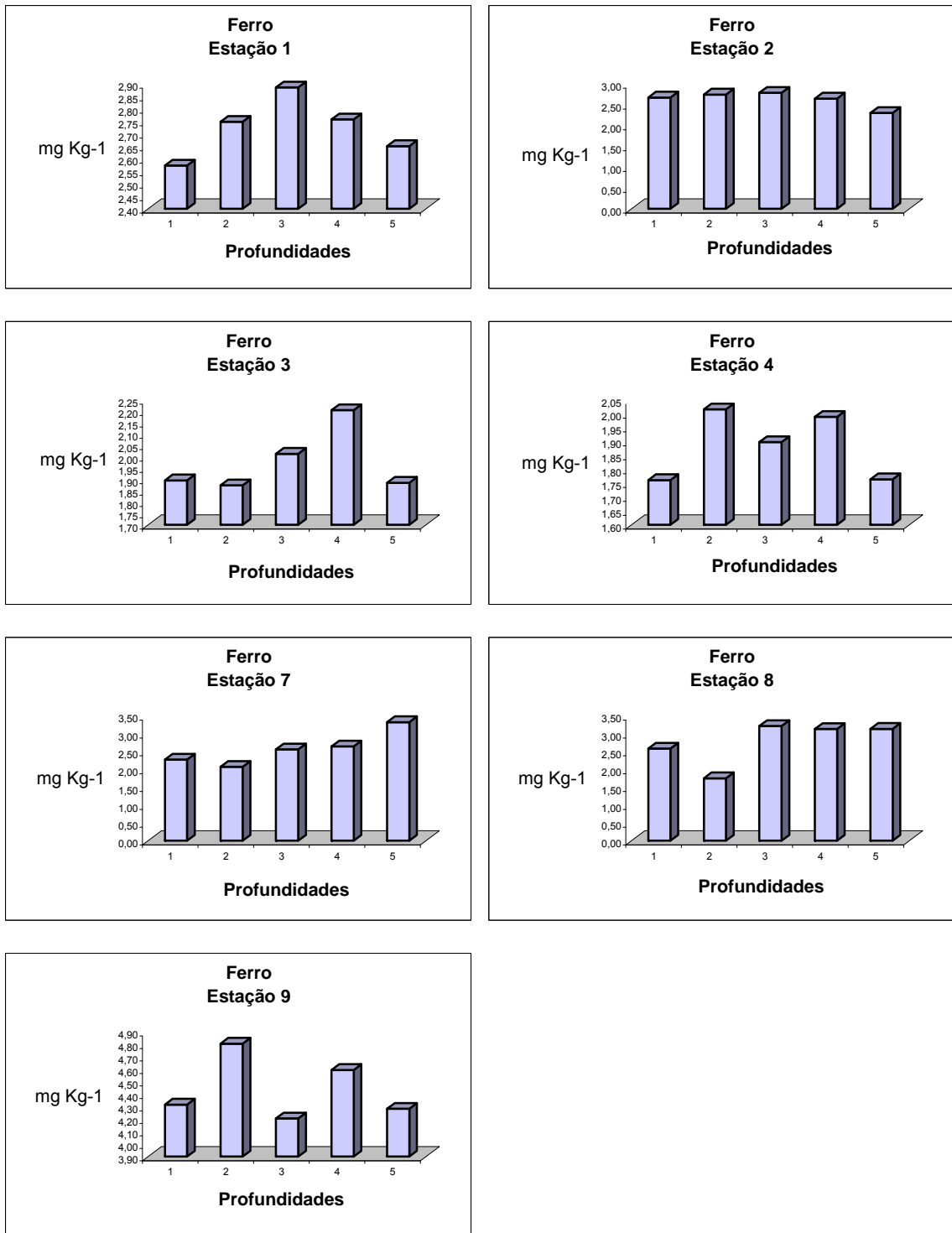


Figura 25 – Concentração de Ferro em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu - Ba

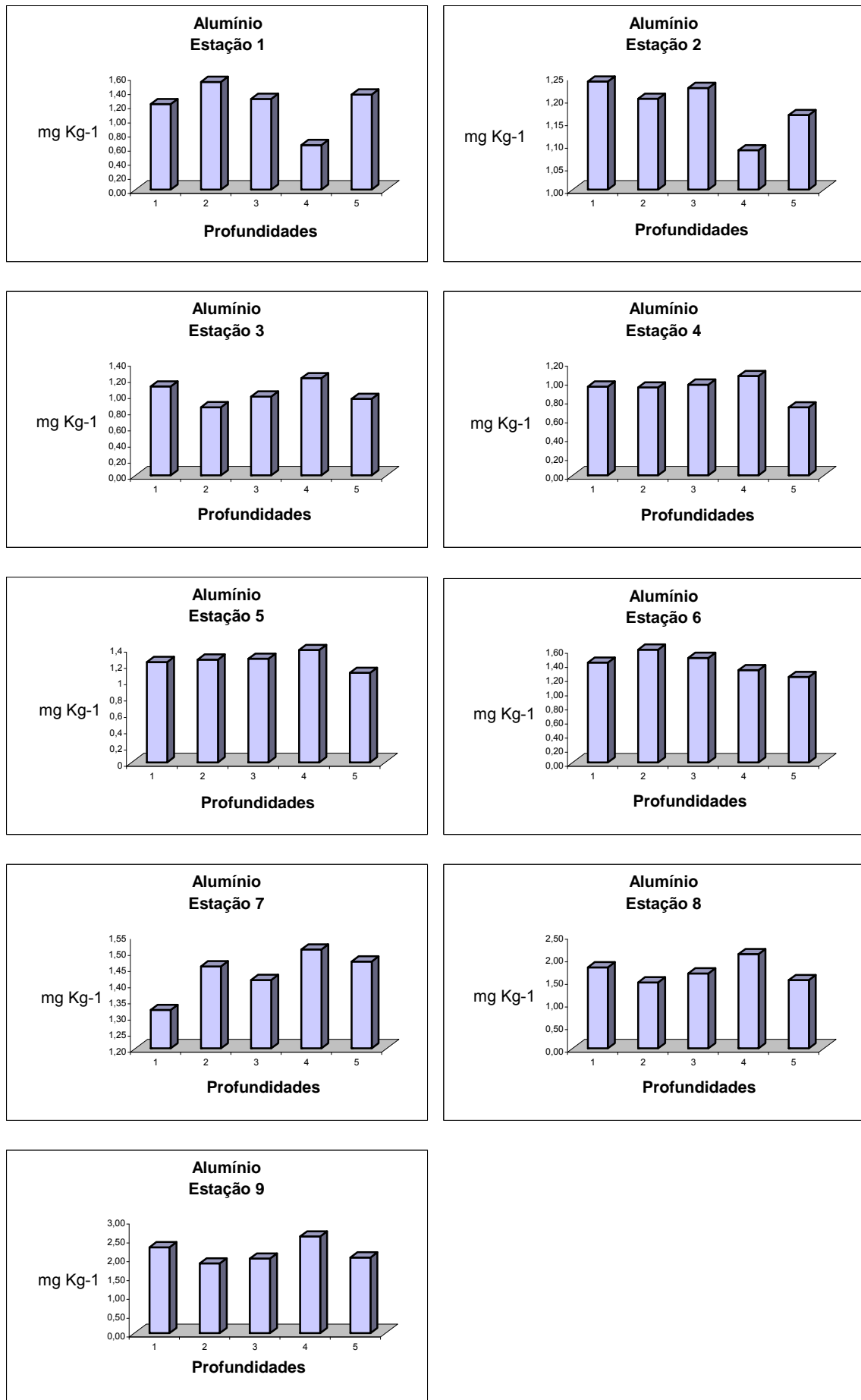


Figura 26 – Concentração de Alumínio em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu - Ba

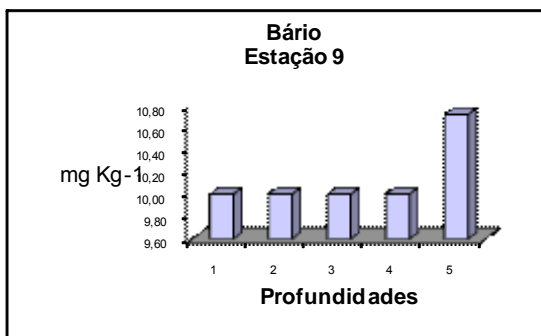
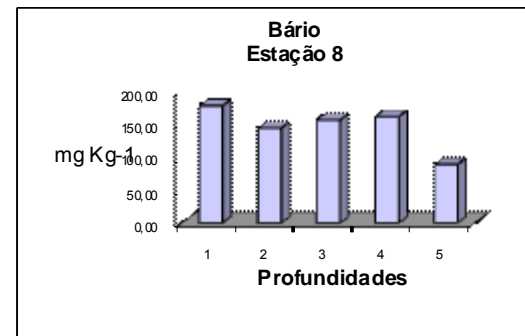
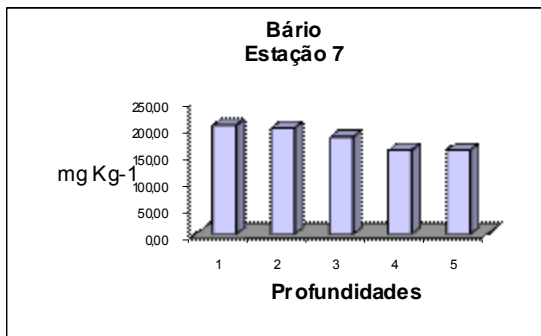
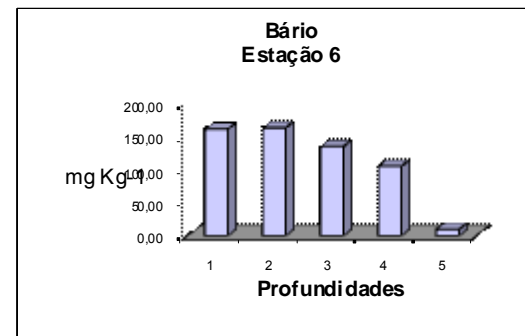
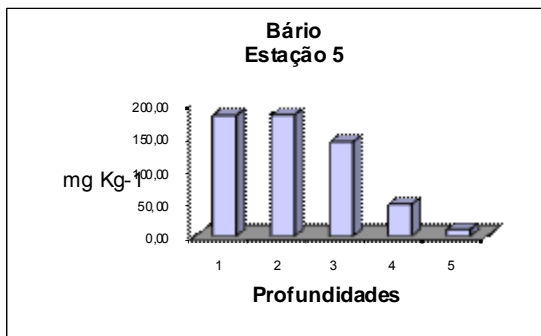
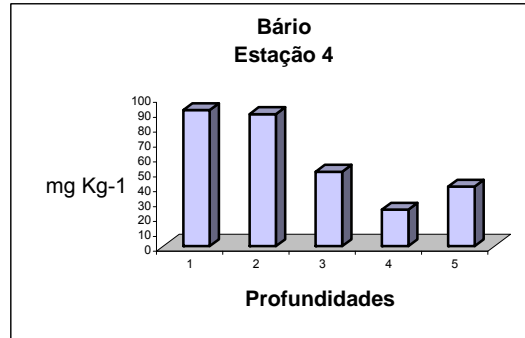
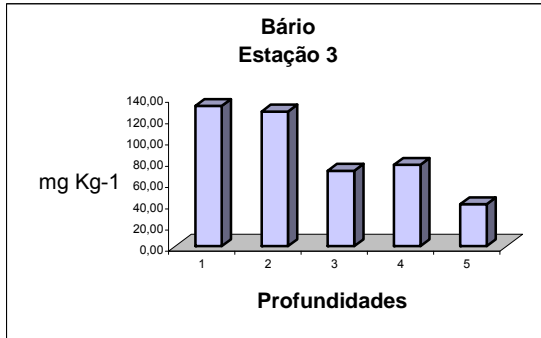
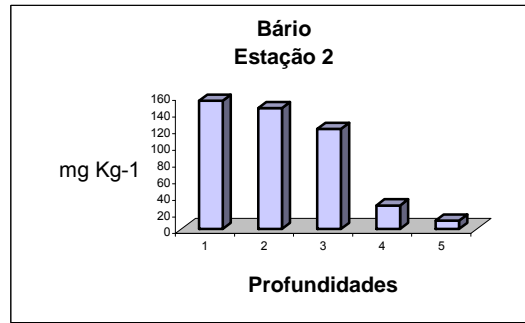
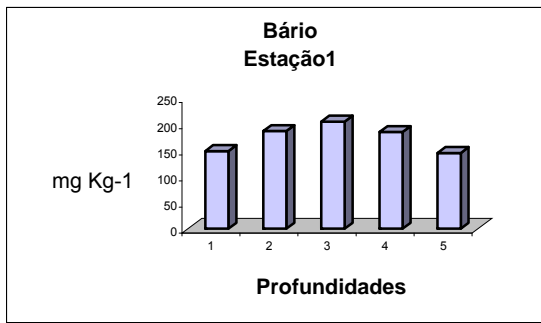


Figura 27 – Concentração de Bário em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu - Ba

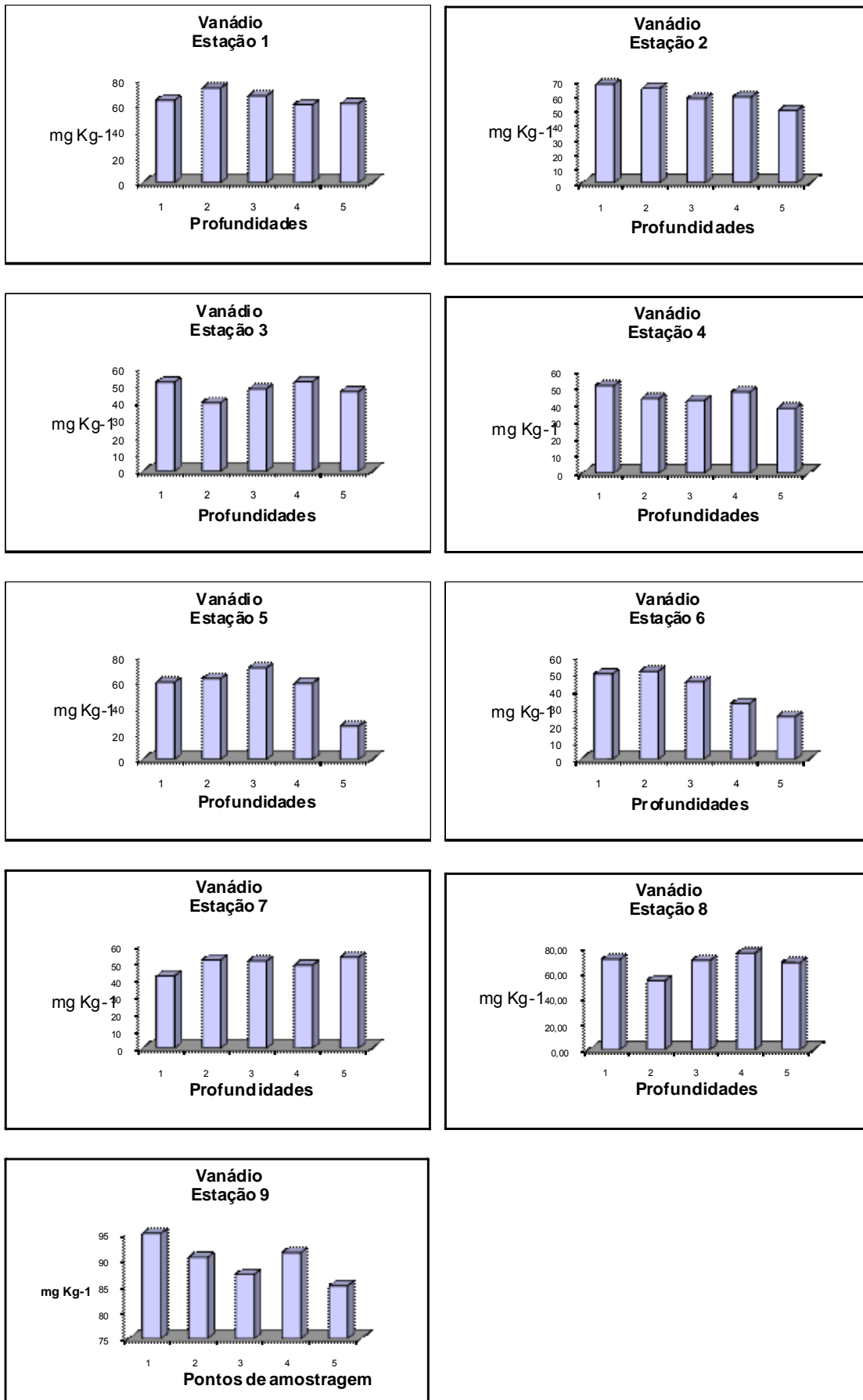


Figura 28 – Concentração de vanádio em sedimentos de manguezal da Baía de Camamu - Ba

Tabela 2 - Concentração de Matéria Orgânica, Carbono Orgânico e Nitrogênio

Concentração de Matéria Orgânica, Carbono Orgânico e Nitrogênio					
	Pontos	Profundidades	Matéria Orgânica (%)	Carbono Orgânico (%)	Nitrogênio (%)
Estação 1	Estação 1	0-5 cm	9,25	5,37	0,42
	Estação 2	5-10 cm	9,29	5,39	0,37
	Estação 3	10-20 cm	9,16	5,31	0,34
	Estação 4	20-40 cm	8,57	4,97	0,18
	Estação 5	40-60 cm	8,78	5,09	0,29
Estação 2	Estação 1	0-5 cm	9,29	5,39	0,41
	Estação 2	5-10 cm	9,71	5,63	0,39
	Estação 3	10-20 cm	9,44	5,47	0,31
	Estação 4	20-40 cm	8,94	5,19	0,29
	Estação 5	40-60 cm	9,06	5,26	0,27
Estação 3	Estação 1	0-5 cm	9,32	5,41	0,39
	Estação 2	5-10 cm	8,18	4,74	0,30
	Estação 3	10-20 cm	9,39	5,45	0,33
	Estação 4	20-40 cm	9,25	5,37	0,31
	Estação 5	40-60 cm	8,36	4,85	0,28
Estação 4	Estação 1	0-5 cm	9,81	5,69	0,39
	Estação 2	5-10 cm	9,32	5,41	0,31
	Estação 3	10-20 cm	8,88	5,15	0,30
	Estação 4	20-40 cm	9,04	5,25	0,29
	Estação 5	40-60 cm	7,68	4,25	0,24
Estação 5	Estação 1	0-5 cm	8,65	5,02	0,41
	Estação 2	5-10 cm	9,23	5,35	0,39
	Estação 3	10-20 cm	9,80	5,69	0,36
	Estação 4	20-40 cm	8,86	5,14	0,29
	Estação 5	40-60 cm	6,97	4,04	0,23
Estação 6	Estação 1	0-5 cm	9,58	5,56	0,46
	Estação 2	5-10 cm	9,98	5,79	0,44
	Estação 3	10-20 cm	9,57	5,55	0,36
	Estação 4	20-40 cm	9,08	5,27	0,30
	Estação 5	40-60 cm	5,74	3,33	0,25
Estação 7	Estação 1	0-5 cm	6,76	3,92	0,34
	Estação 2	5-10 cm	8,30	4,81	0,36
	Estação 3	10-20 cm	8,04	4,66	0,33
	Estação 4	20-40 cm	9,87	5,72	0,37
	Estação 5	40-60 cm	9,77	5,67	0,37
Estação 8	Estação 1	0-5 cm	9,48	5,50	0,42
	Estação 2	5-10 cm	10,00	5,80	0,45
	Estação 3	10-20 cm	12,94	7,50	0,41
	Estação 4	20-40 cm	13,24	7,68	0,41
	Estação 5	40-60 cm	10,14	5,88	0,34

Estação 9	Estação 1	0-5 cm	18,77	10,89	0,60
	Estação 2	5-10 cm	19,03	11,04	0,58
	Estação 3	10-20 cm	18,10	10,50	0,47
	Estação 4	20-40 cm	19,09	11,07	0,50
	Estação 5	40-60 cm	6,72	3,90	0,57

Tabela 3 - Concentração de metais: Pb, Cd, Co, Cu, Mn, Zn, Ni, Cr, Ba e V em µg/g e Fe e Al em % por extração parcial.

	Pontos	Profundidades	Co	Cu	Ni	Cr	Ca	Pb	Zn	Mg	Fe	Al	Ba	V
Estação 1	Estação 1	0-5 cm	4,61	6,37	19,43	36,94	0,50	27,21	41,68	107,3	2,57	1,21	148,4	63,74
	Estação 2	5-10 cm	6,25	7,91	22,02	37,19	0,50	34,77	45,62	99,14	2,75	1,53	186,9	73,07
	Estação 3	10-20 cm	6,08	7,21	20,94	33,17	0,50	32,89	45,09	119,52	2,89	1,28	205,1	67,04
	Estação 4	20-40 cm	6,12	6,44	20,16	40,79	0,50	32,47	43,88	140,8	2,76	0,63	185,1	60,15
	Estação 5	40-60 cm	6,71	6,33	21,11	41,17	0,50	31,03	42,48	134,74	2,65	1,35	144,8	61,05
Estação 2	Estação 1	0-5 cm	7,11	7,21	22,2	31,13	0,50	30,5	45,69	78,89	2,67	1,24	154,2	67,04
	Estação 2	5-10 cm	6,7	5,91	20,43	36,34	0,50	27,93	42,76	70,17	2,74	1,20	145,3	64,17
	Estação 3	10-20 cm	5,98	4,45	19,37	32,59	0,50	24,63	38,69	106,4	2,79	1,23	120,2	57,29
	Estação 4	20-40 cm	2,80	4,09	14,90	30,95	0,50	4,02	37,90	134,81	2,65	1,09	28,36	58,28
	Estação 5	40-60 cm	2,80	4,00	14,57	32,43	0,50	2,52	34,17	109,04	2,30	1,17	10,00	49,06
Estação 3	Estação 1	0-5 cm	2,80	4,00	13,92	22,4	0,50	9,56	35,33	74,76	1,90	1,10	131,80	51,33
	Estação 2	5-10 cm	2,80	4,00	11,51	22,01	0,50	5,53	30,55	72,88	1,87	0,85	126,60	39,45
	Estação 3	10-20 cm	3,32	4,00	13,18	25,52	0,50	7,82	32,47	48,84	2,01	0,98	70,92	47,45
	Estação 4	20-40 cm	3,55	4,00	14,66	27,39	0,50	9,81	32,85	60,81	2,21	1,20	76,50	51,55
	Estação 5	40-60 cm	3,35	4,00	15,59	25,38	0,50	7,05	29,42	59,52	1,89	0,95	39,45	45,83
Estação 4	Estação 1	0-5 cm	3,52	5,21	15,61	22,84	0,50	8,81	30,94	32,23	1,76	0,94	91,31	50,87
	Estação 2	5-10 cm	3,14	4,63	13,96	22,92	0,50	7,8	28,87	36,05	2,02	0,93	88,66	43,52
	Estação 3	10-20 cm	3,96	4,79	15,18	20,44	0,50	7,02	29,02	49,36	1,90	0,96	50,04	42,39
	Estação 4	20-40 cm	4,15	4,93	16,64	27,18	0,50	7,8	30,15	43,51	1,99	1,06	24,56	47,32
	Estação 5	40-60 cm	3,75	4,78	13,77	21,44	0,50	4,53	26,5	46,43	1,76	0,72	40,06	37,74
Estação 5	Estação 1	0-5 cm	2,80	7,77	14,74	23,65	0,50	24,73	46,06	52,12	1,94	1,23	180,60	59,56
	Estação 2	5-10 cm	2,80	8,623	14,57	27,28	0,50	22,94	44,81	49,67	2,27	1,26	181,50	62,28
	Estação 3	10-20 cm	2,80	9,414	16,94	40,63	0,50	22,21	45,64	58,2	3,57	1,27	141,10	70,67
	Estação 4	20-40 cm	2,80	8,601	16,52	38,24	0,50	15,13	44,03	89,09	2,99	1,38	47,90	58,77
	Estação 5	40-60 cm	2,80	6,822	14,38	33,66	0,50	13,59	39,25	83,3	2,27	1,10	10,00	25,67
Estação 6	Estação 1	0-5 cm	2,80	10,072	16,13	31,61	0,50	28,02	49,3	71,67	2,34	1,41	160,30	49,48
	Estação 2	5-10 cm	2,80	9,744	16,59	23,3	0,50	24,49	48,13	54,12	2,22	1,60	162,40	50,99
	Estação 3	10-20 cm	2,80	9,036	14,25	29,63	0,50	18,12	44,84	80,24	2,96	1,48	134,40	45,05
	Estação 4	20-40 cm	2,80	6,933	12,24	36,26	0,50	13,57	38,99	80,28	2,40	1,31	104,70	32,29
	Estação 5	40-60 cm	2,80	5,778	12,79	37,04	0,50	10,85	36,9	87,73	2,04	1,21	10,00	24,73
Estação 7	Estação 1	0-5 cm	2,80	8,117	14,19	23,55	0,50	23,95	52,76	87,75	2,27	1,32	206,50	41,6
	Estação 2	5-10 cm	2,80	9,33	16,64	25,59	0,50	29,76	60,04	63,52	2,07	1,45	201,40	50,69
	Estação 3	10-20 cm	2,80	9,479	16,71	32,22	0,50	28,49	59,31	78,45	2,56	1,41	184,50	50,16
	Estação 4	20-40 cm	2,80	7,141	15,82	30,96	0,50	22,71	44,02	65,73	2,64	1,51	159,60	47,69
	Estação 5	40-60 cm	2,80	8,146	15,81	34,09	0,50	20,68	47,7	101,12	3,32	1,47	159,30	52,2
Estação 8	Estação 1	0-5 cm	3,19	8,127	15,8	26,05	0,50	27,01	48,57	65,11	2,58	1,79	178,10	70,41
	Estação 2	5-10 cm	3,43	6,766	14,83	23,51	0,50	21,69	53,79	33,4	1,75	1,46	144,50	53,73
	Estação 3	10-20 cm	2,80	9,187	15,84	36,12	0,50	23,85	54,76	47,89	3,21	1,66	156,60	69,53
	Estação 4	20-40 cm	2,80	9,911	17,91	39,42	0,50	25,98	52,87	68,77	3,13	2,09	161,90	75,16
	Estação 5	40-60 cm	2,80	8,374	15,39	37,71	0,50	16,65	46,94	72,72	3,13	1,51	89,39	67,85

Estação 9	Estação 1	0-5 cm	4,62	13,999	15,66	42,35	0,50	17,15	46,42	40,94	4,32	2,28	10,00	94,84
	Estação 2	5-10 cm	3,76	12,169	12,82	41,75	0,50	13,3	44,04	66,44	4,80	1,85	10,00	90,32
	Estação 3	10-20 cm	5,11	11,692	15,71	44,85	0,50	11,83	42,44	70,65	4,21	1,98	10,00	87,09
	Estação 4	20-40 cm	4,41	13,263	16,1	44,92	0,50	12,59	44,74	74,52	4,59	2,57	10,00	91,19
	Estação 5	40-60 cm	4,11	13,516	14,39	44,09	0,50	14,87	43,15	73,02	4,28	2,01	10,71	84,94