

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOQUÍMICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

TESE DE MESTRADO

**ESTUDOS GEOQUÍMICOS RELATIVAMENTE À DINÂMICA DE
MARÉS NO ESTUÁRIO LAGUNAR DO RIO PARAGUAÇU –
BAHIA – BRASIL**

Por

MARIA ANGÉLICA BARRETO RAMOS

Orientador: Prof. Dr. Jorge Falcão Paredes

**Salvador –Bahia
Dezembro de 1993**

**ESTUDOS GEOQUÍMICOS RELATIVAMENTE À DINÂMICA DE
MARÉS NO ESTUÁRIO LAGUNAR DO RIO PARAGUAÇU
BAHIA – BRASIL**

por

MARIA ANGÉLICA BARRETO RAMOS

Bacharel em Geologia pela Universidade Nacional de Brasília, 1989.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de

MESTRE EM GEOCIÊNCIAS

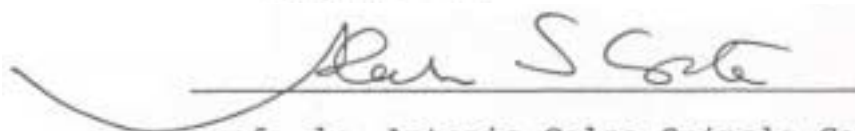
(Área de Concentração: Geoquímica)

Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da UFBA.

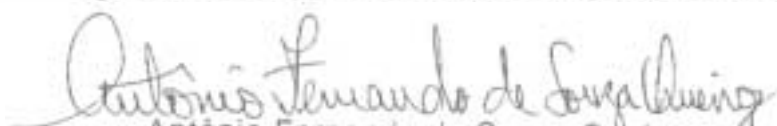
Data Defesa Pública: 19/12/1993.

Data de Homologação pelo Colegiado: 19/04/1994.

*Imptalcaã Paredes
Golge Falcão Paredes*



prof. dr. Antonio Celso Spinola Costa


Antônio Fernando de Souza Queiroz
Doutor em Geoquímica Ambiental (ULP-França)

RESUMO

O presente estudo foi realizado no Estuário Lagunar do Rio Paraguaçu, em cinco observações nos meses de junho, agosto, setembro e outubro de 1992, em uma estação de amostragem fixa, próxima a Ilha do Francês, localizada no deságue da Baía de Iguape com o Canal de São Roque. Todos os parâmetros químicos analisados estiveram relacionados à dinâmica de marés, que compreendeu também a monitoragem da Temperatura, da Salinidade, do pH, Índice Fótiico e velocidades das correntes tanto no fluxo como no refluxo das marés.

As condições hidrodinâmicas da região estuarina apresentaram simetria com seis horas de fluxo e seis horas de refluxo de maré durante as marés de sizígia monitoradas, mas este comportamento é totalmente alterado durante as marés de quadratura, estando possivelmente este fato, relacionado aos baixos valores ou a total ausência de descarga defluentes do Rio Paraguaçu ao nível da Barragem de Pedra do Cavalo, ocasionando assim uma maior influência dos aportes de água da Baía de Todos os Santos para dentro do estuário.

Os teores médios para os metais pesados analisados nos sedimentos ativos mostraram para o Fe valores de (0,21 %), Mn (266,7), Zn (45,06), Cu (40,65), Pb (51 ,38), Cd (< 1 ,3) e Hg (0,202). Os sedimentos em suspensão apresentaram nas marés de sizígia valores médios para o Fe de (12.353 µg/g), Mn (164 µg/g), Zn (2.588 µg/g), Cu (< 2,03 µg/g), Pb (< 0,064 µg/g), Cd (<13,75 µg/g) e Hg (28, 13 µg/g). Nas marés de quadratura os valores médios encontrados para o Fe foi de (6.304 µg/g), Mn (188 µg/g), Zn (3.156 µg/g). O Cu, o Pb e o Cd estiveram na mesma faixa de concentração determinada para as marés de sizígia.

Nas marés de sizígia, os Sólidos Totais em Suspensão (TSS), apresentaram valores médios de 26,20, a Matéria Orgânica Particulada (POM), concentrações de 8,2 e para a Matéria Orgânica Dissolvida (DOM) valores de 219. Nas marés de quadratura os valores para os (TSS) situaram-se em torno de 24,76, a (POM) com 9,98 e a (DOM) com 303,47.

As concentrações encontradas para os metais nos sedimentos de fundo, parecem estar relacionadas à grande quantidade de matéria orgânica presente nos sedimentos e aos fatores antropogênicos que afetam a região, enquanto que as diferenças observadas tanto na carga de Sólidos Totais transportados (TSS), nas concentrações dos metais nos sedimentos em suspensão, e na quantidade de Matéria Orgânica Particulada (POC) e Dissolvida (DOM), estão relacionadas aos aportes de água da Baía de Todos os Santos e as pequenas vazões defluentes ao nível da Barragem de Pedra do Cavalo durante o fluxo e refluxo das correntes na dinâmica de marés.

A grande quantidade de Matéria Orgânica tanto na forma particulada como dissolvida, seria o resultado de uma intensa atividade biológica dentro do estuário.

ABSTRACT

The Paraguaçu River Lagoonal Estuary has been studied through five field observations in June, August, September and October 1992. Data have been collected in a fixed sampling station close to Frances Island, which is located in the confluence of São Roque Channel and Iguape Bay. All the analysed chemical parameters are related to local tidal dynamics. Temperature, Salinity, pH, Photic Index and stream velocity during inflow and outflow have also been monitored.

Estuarine area hydrodynamics has shown itself to be symmetric, with inflow and outflow periods of six hours during neap tide nevertheless, this behaviour totally changes during spring tide, possibly due to the influence of the Pedra do Cavalo Dam upstream, the low value to absent effluent discharges at the Dam allowing strong inflow from the Todos os Santos Bay inwards.

The average heavy metal contents in bottom sediment are: Fe (0.21 %), Mn (266.7ppm), Zn (45.06ppm), Cu (40.65), Pb (51.38), Cd < 1.3) and Hg (0.202). The suspended load has been analysed in neap and spring tides. Average contents obtained in samples of suspended load collected during spring tide are: Fe (12,353.00 µg/g), Mn (164.00 µg/g), Zn (2,588.00 µg/g), Cu (< 2.03 µg/g), Pb (< 0.064 µg/g), Cd (< 13.75 µg/g). In neap tide the average contents obtained are: Fe (6,304.00 µg/g), Mn (188.00 µg/g), Zn (3,156.00 µg/g) and Hg (28.13 µg/g). Cu, Pb and Cd have not shown significant differences from the results obtained in spring tide.

In spring tide, Total Suspended Solids (TSS), contents averaged 26.20, Particulate Organic Matter (POM), average contents were 8.20 and Dissolved Organic Matter (DOM), average values are 219.00. During neap tide, TSS values around 27.76 have been obtained, POM values averaged 9.98, and DOM was found to be around 303.47.

The metal contents obtained in bottom sediment seem to be related to the high volume of organic matter present as well as to anthropic factors. The observed different values of TSS, metal contents of Suspended sediment, particulate and dissolved Organic Matter (POM and DOM respectively), can be related to water inflow from the Todos os Santos Bay and to small effluent outflow from the Pedra do Cavalo Dam upstream during current inflow and outflow related to tidal dynamics.

The high volume of Organic Matter both in the dissolved and particulate form reflects the intensive biological activity in the estuary.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, "Força Criadora da Vida em Todo o Universo" e que me concedeu a oportunidade de estudar a Geociências e as pessoas colocadas em meu caminho como instrumento de Sua Bondade.

Em especial:

Aos meus pais Casimiro e Terezinha, ao meu marido José Carlos e a minha filha Jade.

Aos Professores do Instituto de Geociências da Universidade Nacional de Brasília que influenciaram decisivamente meu caminho no estudo das Ciências da Terra.

Ao meu orientador, Professor Dr. Jorge Falcão Paredes por toda ajuda dispensada em todas as etapas deste trabalho e ensinamentos que dele pude obter.

Ao Professor Dr. Ilson Guimarães Carvalho pelo auxílio indispensável na doação dos reagentes para realização das análises químicas, pelo incentivo constante e ensinamentos recebidos.

Ao Professor Dr. Antônio Fernando Queiroz pelo apoio, sugestões e disponibilidade em auxiliar na parte de informática, o que permitiu a agilização desta monografia.

Ao Professor Dr. Pedro Linhares pela orientação, ensinamentos e auxílio constante durante minha permanência nos Laboratórios de Geoquímica do IGUFBA para realização das análises químicas.

A amiga Valdinéia Vinhas Teles pelo carinho e paciência dispensados durante todo o acompanhamento dos trabalhos de laboratório.

Ao Corpo Técnico dos Laboratórios de Geoquímica do IGUFBA e amigas Rita Nano, Vanice Maria Silva Fontes, Mônica da Cunha Garcia e ao amigo Edgar Vinhas Teles pelo auxílio dispensado em todas as etapas de laboratório.

Aos Técnicos do Laboratório de Geoquímica do CEPED, especialmente Rui Garcia pela colaboração dispensada.

Aos amigos Juçara Carneiro de Lima, Emerson Lopes de Araújo e Marco Antônio Albuquerque pela participação efetiva nas etapas de campo.

Ao Professor Dr. Lucedino Paixão Ribeiro pelo auxílio na interpretação dos Difractogramas de Raio-X e sugestões recebidas.

A amiga e Professora Rosângela Leal pelas informações recebidas através de proveitosas discussões e ajuda na área de informática.

A amiga e Professora Dra. Maria da Glória da Silva, pelas sugestões e ajuda dispensada nas etapas finais do trabalho.

Ao Professor Dr. Ronaldo Montenegro Barbosa pela colaboração dispensada.

Aos órgãos financeiros deste trabalho, CNPq, Fundação Mac Arthur e CEPED.

Ao Departamento de Geologia e Geofísica Aplicada do IGUFBA, especialmente ao Professor Olivar Lima de Lima e ao funcionário Joaquim Bonfim, pelo colaboração nos trabalhos de impressão.

Aos funcionários do Departamento de Geociências do IGUFBA e amigos Itanajara José Muniz da Silva, Edilza de Santana Costa, Edson Monteiro Santos, Francisco Miguêz Pereira e Jairo Torquato pela disponibilidade e boa vontade em me auxiliar durante todo o curso.

Aos amigos Renato Bordini, Paulo Fernandes e Isa Veiga pela disponibilidade sempre frequente nas traduções.

A amiga Suzelita Guimarães pelo carinho e apoio nas horas de dificuldade.

As amigas Francisca da Cruz e Ivonete da Cruz por cuidarem tão bem de minha filha e da casa para que eu pudesse ter tranquilidade em relação ao desenvolvimento deste trabalho.

Em fim a todos os Professores, Funcionários e Colegas de curso do Instituto de Geociências pelo apoio e colaboração recebidos.

1. A ÁREA DE ESTUDOS

1.1 INTRODUÇÃO

1.1.1 Generalidades e Justificativas

A bacia do Rio Paraguaçu drena uma área de aproximadamente 56.000km², situando-se entre as latitudes 11°11'S e 13°42'S e longitude 38°40'W e 42°07'W. Esta comporta 42 municípios totalmente incluídos e 41 parcialmente incluídos, e uma população de 2.500.000 habitantes. Situados dentro desta bacia, estão 14 reservatórios, num total em torno de 5.453 milhões de m³ de capacidade de armazenamento, sendo o maior deles, o reservatório de Pedra do Cavalo, localizado no Rio Paraguaçu (CEPED, 1980).

A bacia do Rio Paraguaçu acumula uma descarga total de 39 x 10⁸m³/ano, com uma vazão média de 125m³/s, porém muito irregular e com período de alta descarga concentrada nos meses de novembro a maio. Apesar de apresentar um quadro de razoável disponibilidade hídrica, defronta-se com problemas de degradação das cabeceiras na região de Mucugê, fruto da existência de acentuada atividade de mineração e uso intensivo da irrigação ao longo de todo o percurso do rio principal e afluentes, comprometendo inclusive

o abastecimento humano na região (CEPED,1980).

A barragem de Bananeiras, localizada a 30km a montante do estuário represou durante várias décadas um reservatório alimentado pelos rios Paraguaçu e Jacuípe, sendo este último tributário do primeiro. Posteriormente, em 1980, a poucos quilômetros a jusante da barragem das Bananeiras, foi levantada a Barragem de Pedra do Cavalo que represou um novo reservatório de 86km² com a cota máxima de 120m acima do nível do mar e que incorporou o então reservatório de Bananeiras (PAREDES e CARVALHO, 1993).

A partir de 1980 com a implantação do grande reservatório da Barragem de Pedra do Cavalo e diminuição drástica da descarga defluentes, a região do estuário do Rio Paraguaçu que juntamente com o estuário do Rio Guai formam a Baía de Iguape, passam a uma situação anual próxima daquela que antes só ocorria no período de baixa descarga quando pouca água ou mesmo nenhuma era transferida através da Barragem de Bananeiras.

A região do baixo Paraguaçu, cujo trecho terminal é caracterizado por um complexo estuarino lagunar, ainda se acha num estado de industrialização incipiente com destaque para o Centro Industrial de Subaé, em Feira de Santana, afeto ao afluente Jacuípe, rio que deságua no lago artificial gerado pela Barragem de Pedra do Cavalo e, bem assim, para algumas indústrias de beneficiamento de fumo, sisal e de aguardente de cana. De maneira geral caracteriza-se por uma área essencialmente voltada para as atividades agro-pastoris e pesqueira, sendo que a maior contribuição antropogênica estaria relacionada com os pesticidas e agrotóxicos (CEPED, 1980).

O Estuário Lagunar do Rio Paraguaçu por ser ambiente transicional com grande potencial em matéria orgânica e sujeito a intensas variações decorrentes dos componentes fluviais e marinhos e pelas transformações e intervenções antropogênicas, constitui um bom fundamento para estudos ambientais.

O Estuário Lagunar forma a Baía de Iguape, que se comunica com a Baía de Todos os Santos através do Canal de São Roque, recebendo os aportes de água dos rios Guai e Paraguaçu, sendo a contribuição deste último a mais importante. Esta região caracteriza-se por florestas de manguezais e intensa atividade biológica refletida na grande quantidade de matéria orgânica presente na forma particulada e dissolvida.

A Baía de Todos os Santos representa uma importante fonte de alimentação para a população do Estado da Bahia e apresenta um grande potencial para a pesca. Para os organismos governamentais de controle dos recursos ambientais, esta região é constantemente objeto de preocupações, devido a numerosas atividades industriais que se desenvolveram em redor da baía e que são fontes poluentes de diversas naturezas (QUEIROZ, 1992).

As principais fontes de poluição na região da Baía de Todos os Santos são representadas pelos portos de Salvador, Aratú, Madre de Deus, Base Naval de Aratú, pela refinaria e terminal de petróleo em Mataripe, pelos estaleiros da Petrobrás, assim como as fábricas de cimento Cocisa e Aratú, pelas usinas de purificação de papel como a de Santo Amaro, além de todo o esgoto urbano da cidade de Salvador.

Face ao interesse sócio-econômico que a região desperta, o presente trabalho tem como principal objetivo o diagnóstico da área estuarina do rio Paraguaçu face aos teores de Matéria Orgânica, Particulada (POM) e Dissolvida (DOM), Matéria Inorgânica Particulada (PIM) e alguns metais pesados como: Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd e Hg presentes nos sedimentos em suspensão e também nos sedimentos de fundo.

Esses dados estarão relacionados à dinâmica de marés, a qual compreenderá também a monitoragem da Temperatura, Salinidade, pH, Índice Fótico e Velocidade das Correntes.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Por serem ambientes transicionais e constituírem um importante meio de interação entre mar, rio, homem e suas atividades econômicas, os estuários são para pesquisadores de diversos países inclusive o Brasil, áreas de investigações científicas inesgotáveis.

A Petrobrás em 1954 efetuou o mapeamento geológico e de superfície da área em estudo na escala de 1:25.000.

TRICART e CARDOSO DA SILVA (1959 e 1968), em estudos sobre o vale do rio Paraguaçu e o Recôncavo Baiano, abordam apenas aspectos geomorfológicos e hidrológicos regionais.

GOLDBERG (1971), estimou que 1.8×10^{16} g/ano de Sólidos em Suspensão das descargas dos rios são transportados através dos estuários para os oceanos.

DYER (1972/1973), faz uma revisão sobre as propriedades sedimentares e físicas dos estuários.

BRICHTA (1974), estudou os sedimentos recentes da foz do Rio Paraguaçu, principalmente no que se refere a aspectos texturais, sendo que do ponto de vista composicional, ele mencionou a existência de quartzo, micas, fragmentos biogênicos (expressos em % de CaCO_3) e chamosita.

PALMA (1977), estudou os sedimentos recentes da foz do Rio Paraguaçu, destacando a distribuição quantitativa de minerais pesados nos sedimentos de três ambientes de sedimentação que integram a foz do rio Paraguaçu e a proveniência desses elementos.

O Centro de Pesquisa e Desenvolvimento do Estado da Bahia – CEPED (1980), apresenta um estudo do meio ambiente físico e biológico na área de influência da Barragem de Pedra do Cavalo.

MARTINS (1982), com bases nas análises quantitativas obtidas de amostras do Rio Niger durante o período de 1980/1982 mostra que são por este transportados anualmente para o oceano cerca de $19,4 \times 10^6$ t de sedimentos em suspensão.

O Centro de Estatística e Informações do Estado da Bahia - BAHIA-CEI (1982), em pesquisas realizadas em várias áreas da Baía de Todos os Santos, faz uma abordagem sobre a influência dos metais pesados na região.

PAREDES et al (1983), em estudos sobre a relação do Carbono Orgânico Particulado (POC) e o Nitrogênio na zona estuarina cercada por mangues na Baía de Todos os Santos, concluíram que o alto conteúdo de

Matéria Orgânica em suspensão e a baixa produtividade primária mostraram que os detritos das plantas representam a maior fonte de Matéria Orgânica.

KEMPE (1985), com bases nos estudos desenvolvidos nos maiores rios do mundo pelos participantes do Projeto Internacional SCOPE/UNEP apresentou uma coleta dos dados sobre as descargas e o transporte de carbono e outros nutrientes maiores, além de sólidos totais em suspensão (TSS) e dissolvidos (TDS).

SUBRAMANIAM et al (1985), ao analisar as amostras de sedimentos em suspensão coletadas no Rio Ganges e Brahmaputra (Ásia), encontraram para o Carbono e o Nitrogênio Particulado valores médios em torno de 2% do total do material em suspensão.

SUBRAMANIAM et al (1988), apresenta um estudo sobre a composição dos sedimentos estuarinos de fundo e em suspensão em relação as concentrações de metais traços do Rio Ganges na Índia.

PESTANA e LACERDA (1989), fazem um estudo comparativo entre as concentrações de metais traços e sólidos em suspensão transportados pelos Rios do Frade e da Guarda no estado do Rio de Janeiro, sendo que este último apresenta acentuada ação antropogênica.

QUEIROZ (1989), apresenta um estudo sobre a influência antropogênica no ecossistema de manguezal instalado no estuário do Rio Jacuípe, sendo que em relação às concentrações de Fe, Mn, Zn, Cd, Pb e Cu estas apresentaram-se comparativamente com valores abaixo aos dos teores verificados nos folhelhos padrões e que a deposição dos metais está associado à deposição dos sedimentos finos.

QUEIROZ (1992), em estudos nos mangues das regiões de Maragojipe e Santo Amaro destaca as influências antrópicas sofridas por essas áreas, abordando aspectos do ambiente natural, sedimentológico, mineralógico e geoquímico dos sedimentos.

PAREDES e CARVALHO (1993), apresentam um estudo sobre os componentes orgânicos e inorgânicos transportados pelos Rios Paraguaçu e Jacuípe e transferidos pelo reservatório de Bananeiras. Este estudo está particularmente empenhado em referenciar os principais dados do anterior Complexo ao tempo do reservatório das Bananeiras o qual foi incorporado ao novo Complexo de Pedra do Cavalo, a fim de possibilitar sua posterior comparação.

1.3 ASPECTOS NATURAIS

1.3.1 Situação

O Estuário Lagunar do Rio Paraguaçu localiza-se no bordo ocidental da Baía de Todos os Santos, comunicando-se com esta através do canal de São Roque. As coordenadas geográficas são 38°52'-38°42' de longitude oeste e 12°46'-12°52' de latitude sul. Esse estuário abrange uma área de aproximadamente 80km (Figura 1).

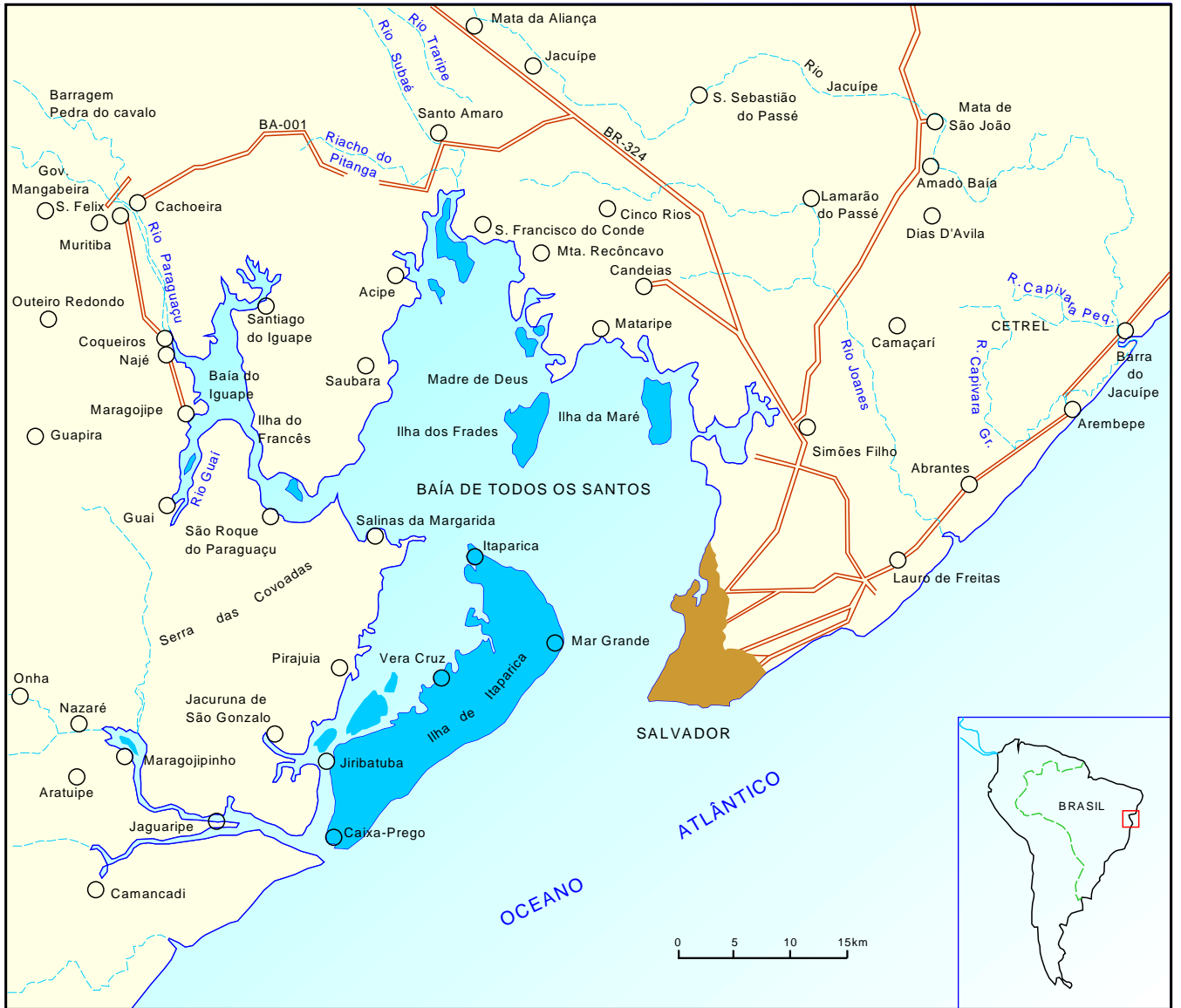


Figura 1 - Situação geográfica da área de estudo

Legenda:

- Cidade
- == Estrada
- Drenagem

Denomina-se Baía do Iguape, a baía interior formada pela conjunção dos estuários dos rios Guai e Paraguaçu sendo deste o último a maior contribuição.

O acesso a área pode-se fazer de duas maneiras: por via marítima, a partir do porto da cidade do Salvador, atravessando a Baía de Todos os Santos em direção oeste noroeste até a entrada do Canal de São Roque, seguindo por este até a Baía de Iguape; ou por (via terrestre a partir da cidade de Salvador, tomando a BR-324 até o entroncamento com a BA-001 e continuando por esta, até a cidade de Maragogipe. A partir deste ponto chega-se ao local de amostragem na Baía de Iguape, tomando-se uma embarcação.

Os estudos de monitoramento das marés foram realizados em uma estação fixa na Baía de Iguape próximo a Iha do Francês.

1.3.2 Vegetação

Na área estudada, a vegetação encontrada é a típica do ambiente de manguezal. Este tipo de vegetação é característica de regiões fluviais que sofrem influência das marés.

TRANSLEY & CHIPP (1926), baseados em critérios estruturais e ambientais incluíram o manguezal na formação florestal densa.

BURT-DAVY (1938), também o considera uma formação florestal; entretanto classifica-o como "floresta aberta dos mangues" e RIZZINI (1963), "floresta paludosa marítima".

ELEMBERG & MUELLER-DOMBOIS (1965/1966), propuseram à UNESCO um novo sistema de classificação fisionômico ecológico para os manguezais classificando como "floresta densa sempre verde e ombrófila".

A vegetação de Mangue apresenta algumas particularidades adaptativas, como a capacidade de se expandir fixando-se ao substrato emerso pouco consistente, além de suportar elevado grau de salinidade proporcionado pelo fluxo das marés. Devido as condições de pouca aeração do solo, associado a uma lama rica em matéria orgânica, proveniente da decomposição da própria vegetação ai existente, a aeração das raízes é feita através das partes superficiais. (QUEIROZ, 1989).

(QUEIROZ (1992), identificou próximo ao centro administrativo da cidade de Maragogipe representantes de *Rhizophora mangle* associados à densa vegetação de *Langularia racemosa*. Restos de tronco de *Rhizophora mangle* foram encontrados nos testemunhos de sondagem e interpretados como vestígios de uma época precedente ao período atual onde a *Languculária racemosa* substitui *Rhizophora mangle* em respostas às modificações ambientais, antes ocorridas.

1.3.3 Geologia Regional

INDA e BARBOSA (1978), dividem o Estado da Bahia em sete domínios geotectônicos/geocronológicos, cada um apresentando um determinado padrão geocronológico com um importante significado geotectônico. Assim na sua faixa costeira e regiões vizinhas a Bahia esta representada por dois grandes domínios:

a) O escudo oriental da Bahia, incluso no Cráton do São Francisco

b) A região de dobramentos Araçuaí.

O escudo oriental da Bahia que engloba a região da bacia do rio Paraguaçu, corresponde a uma zona crustal que sofreu deformações durante eventos geodinâmicos no fim do Proterozóico Inferior, entre 1.9 a 2.1 bilhões de anos (deformação regional Transamazônica), não tendo sido encontradas evidências de qualquer evento geodinâmico significativo no Mesoproterozóico ou mais recente. Trata-se de um domínio plataformal predominantemente arqueano que é julgado ter adquirido condições de ortoplateforma a partir do Proterozóico Médio. Há uma predominância de plutônitos ácidos de composições mesa e catazonal. De uma maneira subordinada, são encontrados complexos constituídos por rochas epimetamórficas de origem sedimentar e vulcânica.

Na bacia do Rio Paraguaçu, ocorrem intrusões básicas discordantes e concordantes com a orientação metamórfica das (rochas que compõem o embasamento cristalino. São rochas de alto grau de metamorfismo, as quais foram divididas em complexos granulítico e metamórfico-migmatítico de idade Pré-Cambriana (CPRM-PROSPEC-DNPM, 1974 in CEPED, 1980).

Durante o Jurássico implantou-se a grande depressão, conhecida com "Depressão Afro Brasileira", onde começou haver uma extensa sedimentação, essencialmente não marinha, acompanhada de movimentos que resultaram em falhas normais e que evoluíram no início do Cretáceo

Inferior a um sistema de falhas marginais que hoje delimita ambas as bordas das bacias de Tucano e Recôncavo (INDA E BARBOSA 1978).

Durante o Mioceno a Bacia do Recôncavo sofreu uma breve incursão marinha.

O Plioceno é representado por uma sedimentação detrítica muito importante, constituída de sedimentos arenosos e argilosos, que são enquadrados sob a categoria de formação Barreiras.

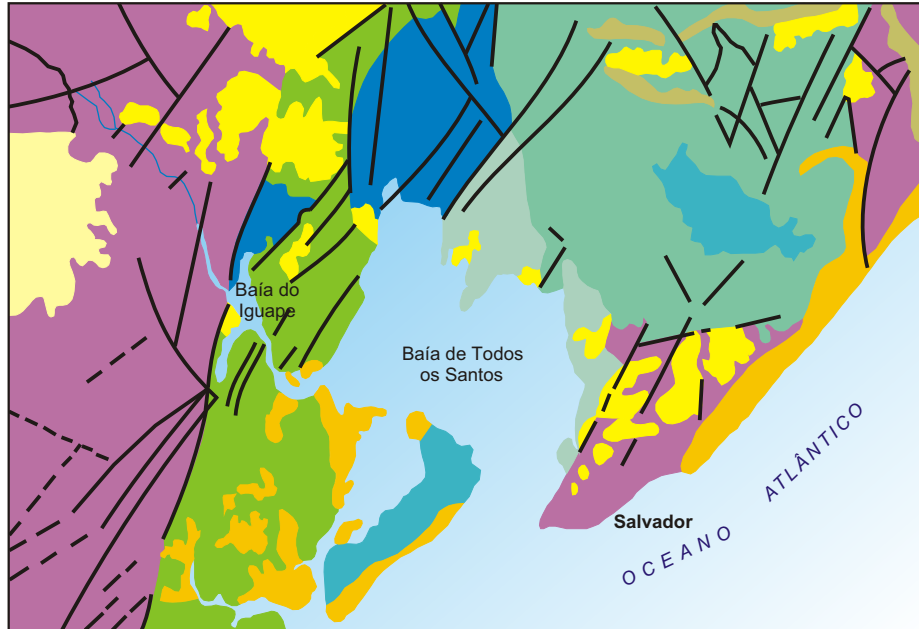
O Quaternário foi um período marcado por grandes variações climáticas e bem acima do nível dos oceanos. Esses eventos traduziram-se pela formação de depósitos sedimentares que são encontrados ao longo da costa do estado da Bahia. Esses sedimentos podem ser englobados em dois grandes tipos:

a) depósitos marinhos deixados por grandes episódios transgressivos.

b) depósitos continentais, ligados a mudanças climáticas que tiveram lugar durante os períodos regressivos.

A Baía de Todos os Santos está situada sobre rochas sedimentares encaixadas em rochas cristalinas, o que favorece a hipótese de uma origem por erosão, diferencial para a mesma.

O estuário do rio Paraguaçu, está situado na Bacia do Recôncavo e do ponto de vista litoestratigráfico, afloram na área as seguintes formações do Super Grupo Bahia (Figura 2):



Escala 1:1.000.000
 0 10 20 30km

LEGENDA













- | | |
|---|---|
|  Depósitos marinhos e Continentais Costeiros |  Grupo Ilhas |
|  Cobertura Detríticas |  Grupo Santo Amaro |
|  Depósitos aluvionares e de Terraço |  Grupo Brotas |
|  Formação Barreiras |  Complexo Cristalino |
|  Formação Marizal |  Falhas Geológica |
|  Formação São Sebastião |  Rio |

Figura 2 - Esboço Geológico da Região do Recôncavo

a) O grupo Brotas - (formação Aliança e formação Sergi constituída por folhelhos, arenitos e conglomerados,

b) Depósitos aluvionares holocênicos, representado, na área por depósitos de mangue, na zona de influência das marés constituídos predominantemente de materiais argilo-siltosos ricos em matéria orgânica.

1.4 AS REGIÕES ESTUARINAS: UMA SÍNTESE DE ORDEM EXPLICATIVA

Os estuários, ambientes de transição por excelência, apresentam variações no tempo e no espaço, e estão em constante processo evolutivo, constituindo o meio de interação entre mar, rio, e atividades antrópicas e por isso constituem áreas de investigações inesgotáveis (LE DAUREC, 1978).

Geomorfologicamente, um estuário possui uma forma afunilada com abertura do rio para o mar. Hidrograficamente, um estuário é caracterizado por movimentos de fluxo e refluxo das marés, mistura entre a água do mar e a do rio e conseqüente estratificação dessas águas de mistura.

PRITCHARD (1967), define um estuário como sendo um corpo de água semi-incluso no litoral em conexão com o mar aberto, dentro do qual a água do mar está incessantemente sendo misturada e diluída pela água da vazão de drenagem do rio.

Há várias classificações de estuários baseadas em parâmetros tais como: topografia, salinidade, padrão de estratificação e circulação.

O estuário do Rio Paraguaçu, juntamente com o Rio Guaí formam uma laguna interior denominada Baía de Iguape que se comunica com a Baía de Todos os Santos através do Canal de São Roque.

1.4.1 Dinâmica dos Estuários

Além de ser uma área de confluência e mistura entre água salgada e doce, os estuários são um estágio importante no transporte de produtos de intemperismo das rochas da crosta terrestre, que são por eles levados aos oceanos por uma variedade de mecanismos que inclui transporte fluvial, eólico e glacial. Estimativas de material sólido levado aos oceanos por esses agentes são muito difíceis de quantificar. Contudo, GOLDBERG (1971), estimou que 1.8×10^{16} g/ano de Sólidos em Suspensão das descargas dos rios são transportados através de estuários para os oceanos, enquanto que a contribuição de sólidos pelo transporte atmosférico diretamente para os oceanos está entre 1 a 5×10^{14} g/ano. Já o transporte pelo gelo está restrito a regiões polares e são por isso escassos os dados. Parece que os rios são de longe os agentes mais importante no transporte de sólidos para os oceanos. Os estuários são assim um importante estágio no ciclo sedimentar global, visto que neles os sólidos ficam sujeitos a mecanismos próprios desses sistemas.

As propriedades sedimentares e físicas dos estuários, foram revistas por DYER (1972, 1973). Geologicamente, os estuários possuem uma vida relativamente curta. Estão constantemente sendo alterados pela deposição e erosão dos sedimentos, sofrendo grandes modificações durante pequenas variações no nível dos oceanos. A maior dificuldade no modelamento dos processos estuarinos reside nas modificações bruscas das

condições ambientais que podem ser mais importantes do que as modificações ao longo prazo em condições ambientais normais. Assim, o rápido fluxo de um rio pode transportar um maior aporte de material detrítico para um estuário num curto período de tempo, do que em vários anos sob condições normais.

Em termos de sedimentação, os estuários são ambientes muito complexos, ou estritamente, séries de ambientes. Uma razão principal para isto, é que os sedimentos podem ter várias origens. Estes sedimentos incluem fontes fluviais e marinhas. GORSLINE (1967), concluiu que a maioria dos sedimentos nos estuários é derivada de fontes marinhas e que quando sedimentos transportados pelos rios são dominantes num estuário, este progredirá para um delta. Devido a essas várias fontes sedimentares e ao próprio movimento de fluxo e refluxo das marés que proporciona a ressuspensão e redeposição do material já depositado, fica difícil e limitada a interpretação geoquímica dos processos sedimentares estuarinos. Isto é particularmente relevante na avaliação dos efeitos de poluição dos sedimentos estuarinos, porque muitos dos maiores rios do mundo são centros de desenvolvimento urbano e social. Devido a isto, os rios são usados para descarga de rejeitos industriais, rurais e urbanos, cujo destino final é o mar.

Partículas sedimentares em suspensão de tamanho relativamente pequeno, possuem uma superfície de carga negativa originadas da descontinuidade do retículo cristalino. Esta carga negativa total é balanceada por uma camada dupla de cátions hidratados. A estabilidade desse balanço de cargas é diretamente dependente da concentração iônica na água e quando a intensidade aumenta, há uma tendência para as partículas flocularem sempre

que o equilíbrio de carga é interrompido. A taxa de floculação depende da extensão das colisões das partículas e portanto da concentração das mesmas em suspensão. As partículas colidem pelo movimento *browniano* produzido pela maior turbulência (ASTON and CHESTER, 1973).

A floculação de partículas minerais de argilas, tem sido estudada por vários autores, por exemplo; DYER, 1972; ASTON and CHESTER, 1973; KIRB and PARKER, 1973. Estes estudos tem indicado, que no geral, águas de rio contém partículas de argilas não floculadas mas que a floculação ocorre nas águas salinas, onde um aumento na concentração iônica total, tende a diminuir a espessura da camada elétrica dupla. Então, abaixo de uma espessura crítica, a floculação ocorre.

WHITEHOUSE (1960) in ASTON (1972), nomeou unidade de minerais de argila que decantam numa água salina de "coacervates", que são definidas como assembléias de partículas de argilas sólidas termodinamicamente reversíveis que decantam como uma fase líquida rica em sólidos. Os "coacervates", expellem água e tornam-se mais densos quando o meio envolvente se torna mais salino. Quando as partículas floculadas acentam no fundo do estuário há uma rápida expulsão e um colapso da estrutura flocular. Floculação é portanto um fenômeno reversível e as partículas carregadas pela circulação estuarina, que por efeito do fluxo, retornam para água doce tendem a desflocular.

Nos estuários, o movimento dos argilos minerais cruzando a fronteira entre água doce e salgada e submetidos a altas velocidades de corrente, geram normalmente um transporte seletivo de diferentes espécies de

argilas (KIRB and PARKER, 1973 in: ASTON, 1972). Por exemplo: illita e caolinita flocculam mais rapidamente em baixas salinidades do que montmorilonita, enquanto em altas velocidades de correntes, as illita e caolinita podem ser depositadas enquanto montmorilonita permanece em suspensão.

1.4.2 Matéria Orgânica nos Sistemas Aquáticos

É conveniente dividir a matéria orgânica nos sistemas aquáticos em duas frações pela filtragem através de filtros com uma espessura de poro médio de 0.5 μm . A fração que passa através do filtro é denominada Matéria Orgânica Dissolvida (DOM), e seu conteúdo de carbono, Carbono Orgânico Dissolvido (DOC), mesmo que este contenha material particulado e coloidal adicional a fração verdadeiramente dissolvida. Segundo SHELDON and SUTCLIFFE (1969), in: ASTON (1972) a fração retida pelo filtro constitui a Matéria Orgânica Particulada (POM) que pode ser expresso como Carbono Orgânico Particulado (POC). Esta fração também pode estar representada por partículas menores de diâmetro de 0.5 μm . As quantidades de DOM e POM são usualmente menores que as quantidades correspondentes de material inorgânico. Este mesmo autor, apresenta o valor de 120mg/l como média do conteúdo total de material inorgânico dissolvido nas águas dos rios do mundo, o que corresponde a dez vezes mais do que conteúdo de DOM, cuja média o mesmo estima em 10mg/l. MANHEIN et al (1970), estimou que POM, de amostras litorâneas, representava entre 20 a 40% do total das partículas TDS, no entanto, esta proporção aumentava para cerca de 50 e 80% em águas oceânicas. O conteúdo de DOM das águas do mar, que geralmente variam na

faixa de 0.5 a 5mg/l é muito menor do que o conteúdo inorgânico dissolvido típico (TDS) que é de 35mg/l.

O termo "detrito orgânico", é freqüentemente usado para descrever a fração não viva do POM, resultante de processos de decomposição biológica da Matéria Orgânica nesta ou pela agregação de DOM em POM, enquanto que o detrito inorgânico – por definição geológica – é todo material produzido por processos de erosão.

O transporte entre os continentes e os oceanos não ocorre diretamente, interpondo-se entre esses, os ambientes estuarinos, onde ocorrem processos físicos, químicos e energéticos e ainda uma sucessiva e maior residência das águas de mistura, introduzindo alterações nos componentes transportados e conferindo-lhes novas características antes de sua transferência aos oceanos. Por isso os estuários são áreas de alta produtividade biológica e onde portanto ocorrem taxas elevadas de matéria orgânica dissolvida (DOM) e de matéria orgânica particulada (POM).

2. METODOLOGIA

2.1 TRABALHO DE CAMPO

Foram realizadas 5 (cinco) observações à região de estudo no 2º semestre de 1992. A primeira foi nos dias 13 e 14 de junho, a segunda nos dias 29 e 30 de agosto, a terceira nos dias 19 e 20 de setembro, a quarta no dia 19 de outubro e a quinta no dia 26 de outubro.

Com o objetivo de se identificar possíveis variações, as duas primeiras e a última monitoragem, foram realizadas durante marés de sizígia. A terceira e quarta foram realizadas durante marés de quadratura.

Os estudos de monitoramento foram realizados em estação fixa na boca do estuário (Figura 1), por um período de doze horas cada, entre as marés de enchimento e vazante.

As amostras de água foram coletadas hora a hora, em garrafas de imersão de PVC à superfície, e em seguida filtradas “in situ” através de membranas GF (fibras de vidro) de 47mm.

O material transportado em suspensão (seston) ia sendo separado de um litro de água do estuário, por filtração em membrana GF, e imediatamente fixado em estufa solar.

O filtro seco contendo este material era pesado após peso constante, e esse valor subtraído do peso do filtro antes de ser utilizado, fornecendo a quantidade de material em suspensão que circulava no estuário do Rio Paraguaçu no momento da coleta.

As amostras de água resultante da filtração eram armazenadas em frascos de polietileno, após adição de H_2SO_4 concentrado até se obter um pH 2, para preservação das mesmas.

A cada viagem foram coletados sedimentos de fundo, perfazendo um total de 5 amostras. Esses eram armazenados em sacos de plástico transparentes e guardados no congelador.

Paralelamente efetuou-se a monitoragem de hora em hora de parâmetros físicos como: temperatura e salinidade utilizando o refratômetro da marca Optical American; pH através do medidor portátil de pH HACH; índice fótico através do disco de Secchi e velocidade das correntes de acordo com o fluxo e refluxo das marés, com observações da intensidade das correntes à superfície e próximo ao fundo, com o uso de um correntômetro de Eulerian (PICKARD & EMERY, 1982), utilizando uma draga de 20 x 20cm e taras devidamente calibradas de acordo com a equação:

$$V_m/s = 2 \times V_w \cdot \text{tg } \theta$$

A

em que: **V** é a intensidade da corrente em m/s.

W é o peso em kg da tara utilizada + peso da draga quando submersos.

A é área em metros de um dos planos ortogonais.

2.2 PROCEDIMENTO ANALÍTICO

A determinação dos elementos traços tanto nos sedimentos de fundo como nos sedimentos em suspensão foi feita por Absorção Atômica. As análises de Fe, Mn, Zn, Cu, Pb e Cd foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Geoquímica do Instituto de Geociências da UFBA, utilizando-se para solubilização da amostra, ataque por ácido nítrico mais ácido clorídrico ($\text{HNO}_3 + \text{HCl}$) (FLECHTER, 1981). Para a determinação de Hg, utilizou-se uma abertura com HNO_3 concentrado, super puro. Essa abertura foi realizado nos laboratórios do departamento de Geoquímica do Instituto de Geociências da UFBA de acordo com a metodologia descrita pela (EPA, 1974), enquanto que a leitura das soluções foi feita nos laboratórios do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento – CEPED.

O método de Espectrometria de Absorção Atômica é baseado na absorção de energia por átomos, utilizando-se da propriedade atômica denominada emissão espectral, que corresponde a uma emissão de energia luminosa pelos átomos dos elemento que está sendo analisado. A dosagem química do elemento por Absorção Atômica, é possível, na medida em que exista uma correlação entre o grau de absorção e a quantidade total de átomos desse elemento, ou seja, sua concentração, e em que haja possibilidade de medição desse (TRECASSES, 1984 in: QUEIROZ, 1989).

2.2.1 Sólidos em Suspensão

Na Matéria Inorgânica Particulada (PIM) dos Sólidos em Suspensão, retida em membrana, procedeu-se a determinação dos teores de metais pelo método de Absorção Atômica.

O procedimento de abertura das amostras para determinação de Fe, Mn, Zn, Cu, Pb e Cd obedeceu as seguintes etapas e cuidados:

Toda a vidraria utilizada foi lavada com detergente não fosfatado, ácido clorídrico 1:1 e posteriormente lavagem com água deionizada em abundância, para uma limpeza o mais eficiente possível.

As membranas foram colocadas em formas de alumínio e levadas a mufla a 500°C por duas horas.

Foi preparado um branco de reagentes e um branco de membrana.

Após a calcinação, as membranas foram colocadas em becker de 100 ml onde foram adicionados 5ml de HCl 6M + 2ml de HNO₃ concentrado e cobertas com vidro de relógio após o que foram submetidas à placa de aquecimento para eliminação dos vapores nitrosos. Posteriormente, retirou-se o vidro de relógio para redução do volume até próximo à secura.

Adicionou-se então 5ml de HCl 2M, seguido de fervura até a dissolução dos sais.

Só então foi retirada a membrana, antes lavada com HCl 2M, completando-se o volume para balão de 25ml.

A seguir procedeu-se à leitura dessas soluções em Espectrofotômetro de Absorção Atômica Perkin Elmer Modelo 403.

Para a determinação de Hg foram obedecidas as seguintes etapas e cuidados.

Toda a vidraria utilizada foi lavada com detergente não fosfatado e ácido nítrico 1:1 e posteriormente lavagem com água deionizada em abundância.

As membranas foram transferidas para cadinhos de teflon que antes de serem utilizados eram exaustivamente fervidos com ácido nítrico 20%. A seguir foram acrescentados 5ml de HNO₃ concentrado super puro. O cadinho contendo membrana + ácido, foi conservado por três horas em capela de exaustão de fases.

Posteriormente os cadinhos de teflon eram colocados dentro das bombas de Berner e levados para a estufa a 110-120°C por um período de 12 horas.

Só então foi retirada a membrana, antes lavada com água deionizada, completando-se o volume para balão de 100ml.

Após, acrescentou-se 2ml de H₂SO₄ concentrado + 5ml de KMnO₄.

Para eliminar o excesso de KMnO₄, foi adicionado 5ml de cloridato de hidroxilamina.

Após umas duas horas, depois da adição do cloridrato de hidroxilamina foi acrescentado 5ml de cloreto estanoso 5% e em seguida foi feita a leitura no analisador de Hg modelo Coleman 50 Perkin Elmer.

2.2.2 Análise dos Sedimentos de Fundo

A análise dos sedimentos incluiu uma caracterização mineralógica e química das cinco amostras coletadas.

2.2.2a. Mineralogia

Foram realizadas cinco análises de Difractometria de Raio-X para uma caracterização mineralógica dos sedimentos de fundo do estuário na estação fixa localizada próximo a ilha do Francês (Figura 1).

O equipamento utilizado foi da marca NEREL, utilizando tubo de cobre e filamento de níquel.

2.2.2b. Análises Químicas

O procedimento analítico para a determinação de Fe, Mn, Zn, Cu, Pb e Cd atendeu as seguintes etapas e cuidados:

Todos os cadinhos e a vidraria utilizada foi lavada com detergente não fosfatado, ácido clorídrico 1:1 e por fim bastante água deionizada para uma limpeza o mais eficiente possível.

Foram pesadas 1g de cada amostra e transferidas para cadinhos de porcelana previamente calcinados e tarados a 500°C por duas horas. Foram pesados cadinho + amostra.

Levou-se o conjunto (cadinho + amostra) para calcinar por duas horas a 500°C. Após esfriar em dessecador até peso constante foi efetuado a pesagem dos mesmos.

As amostras foram então transferidas para becker de 250ml, onde se acrescentou 10ml de HCl 6M + 4ml de HNO₃ concentrado.

Em seguida, as soluções obtidas, depois de cobertas com vidro de relógio, foram submetidas a fervura em placa de aquecimento para remoção dos vapores nitrosos.

Após esta etapa é retirado o vidro de relógio para redução do volume até próximo a secura.

Nesta altura adicionou-se 5ml de HCl 2M mantendo-se a fervura para dissolução dos sais.

Esta solução é submetida a filtragem em papel quantitativo, e a lavagem do resíduo com HCl 2M, até completar o volume de 50ml.

Finalmente procedeu-se a leitura desta solução no Espectrofotômetro de Absorção Atômica Perkin Elmer Modelo 403.

Para a determinação de Hg foi utilizada 1g de amostra de sedimento do fundo do estuário + 5ml de HNO₃ concentrado super puro e seguiu-se procedimento idêntico ao realizado para as análises de Hg nas membranas como descrito no item 2.2.1.

2.2.3 Matéria Orgânica Particulada (POM) e Matéria Inorgânica Particulada (PIM)

Após a oxidação das membranas GF de 47mm em forno mufla modelo Carbolite por duas horas á 500°C, contendo os sedimentos em suspensão, procedeu-se à análise gravimétrica para o cálculo do POM e PIM:

2.2.4 Matéria Orgânica Dissolvida (DOM)

Para a extração da Matéria Orgânica Dissolvida, foram utilizados balões de decantação de 250ml onde foram colocados 200ml de água filtrada correspondente a cada amostra coletada. A seguir adicionou-se 25ml de clorofórmio em 3 etapas, correspondendo as duas primeiras etapas a 10ml cada e a última a 5ml, para a remoção da matéria orgânica dissolvida no clorofórmio (KHAILOV and FINENKO, 1973).

A cada etapa de adição de clorofórmio, seguia-se a uma agitação do balão decantador para uma eficiente extração; posteriormente a fração de clorofórmio com a matéria orgânica era separada em placas de petrii previamente secas a 105°C durante duas horas, e taradas.

Estas placas de petri contendo o material orgânico extraído eram submetidas a uma secagem total em placas de aquecimento a 500°C, até peso constante. A diferença de peso obtido correspondia a Matéria Orgânica Dissolvida (DOM), extraída por amostra de um litro.

3. RESULTADOS

3.1 PARÂMETROS FÍSICOS

Os resultados das medições de Velocidade das Correntes, Temperatura, Índice Fótico, Salinidade, pH e Sólidos em Suspensão na água obtidos, nas cinco monitoragens realizadas na estação fixa encontram-se nas Tabelas I e II.

O reservatório de Pedra do Cavalo drena atualmente $66,8 \times 10^8 \text{m}^3/\text{ano}$ no período de alta descarga, renovando suas águas a cada meio mês, enquanto no período de baixa descarga drena $25,5 \times 10^8 \text{m}^3/\text{ano}$, renovando suas águas a cada um mês e meio, dados baseados nas médias reguladoras de $79 \text{m}^3/\text{s}$ e $8 \text{m}^3/\text{s}$ do vertedouro (PAREDES e CARVALHO, 1993).

As Figuras de 3 a 7 apresentam os valores de descarga defluentes da Barragem de Pedra do Cavalo no ano de 1992 e nos meses que corresponderam aos trabalhos de monitoramento na estação fixa. Todas estas monitoragens tiveram lugar no período de baixa descarga (abril a outubro), quando, em decorrência também, ocorreram os menores repasses de água através dos vertedouros (vazões defluentes), como é mostrado na figura 3. Os

menores repasses ocorreram nos meses de agosto, setembro e outubro, com vazões defluentes correspondentes (Figuras 5, 6 e 7).

Para o ano de 1992 a descarga anual defluente ao nível dos vertedouros apresentou um pico em fevereiro, próximo de $1.400\text{m}^3/\text{s}$, logo seguido por um outro, em novembro, mas que não chegou a $400\text{m}^3/\text{s}$. Em janeiro, março e dezembro as descargas rondam os $200\text{m}^3/\text{s}$. Os restantes meses do ano constituíram o período de baixa descarga que obedecem a um padrão $< 15\text{m}^3/\text{s}$, com uma única exceção referente ao mês de junho, quando a descarga defluente atingiu o valor médio de $38\text{m}^3/\text{s}$.

Apesar das variações da Salinidade terem comportamento semelhante em marés diferentes, seus valores médios não são iguais. No primeiro monitoramento referente a maré de sizígia, que correspondeu aos dias 13 e 14 de junho, não foi possível obter informações sobre dados de Salinidade e pH por falha instrumental. A Segunda monitoragem nos dias 29 e 30 de agosto, e a quinta no dia 26 de outubro, ocorreram também em marés de sizígia, exibindo salinidades médias de $30,45\text{‰}$ e $32,9\text{‰}$ respectivamente. Assim a salinidade média para os ciclos de maré de sizígia foi de $31,5\text{‰}$. A terceira monitoragem, referente aos dias 19 e 20 de setembro, e a quarta, durante o dia 19 de outubro, corresponderam a marés de quadratura com valores médios de $30,1\text{‰}$ e $32,2\text{‰}$ respectivamente, ficando a salinidade média para estes ciclos de maré de quadratura em $31,17\text{‰}$.

Portanto, as faixas de salinidade apresentadas nas Tabelas I e II devem corresponder aos valores máximos anuais, sendo regulados obviamente pela dinâmica de marés, quer de sizígia quer de quadratura. Há

Tabela I – Parâmetros Físicos nos Ciclos de Maré de Sizígia

Data	Hora	Velocidade da Corrente m/s	Sentido da Corrente	Índice Fótico (m)	T°C	°Soo	pH	Sólidos em Suspensão mg/l
13/06/91	1º	Superfície 0 m/s 8 m 0.13	Enchimento	2,30	27,00	-0-	-0-	24,00
	2º	Superfície 0.3 8 m 0.46		2,00	27,00	-0-	-0-	18,80
	3º	Superfície 41 8 m 0.64		1,00	27,00	-0-	-0-	22,00
	4º	Superfície 41 8 m 0.64			27,00	-0-	-0-	20,10
	5º	Superfície 0 8 m 0.1			27,00	-0-	-0-	21,00
14/06/92	1º	Superfície 0 8 m 0.1	Vazante	1,70	27,00	-0-	-0-	19,80
	2º	Superfície 0 8 m 0.1		1,90	27,00	-0-	-0-	19,00
	3º	Superfície 0.28 8 m 0.23		1,90	27,00	-0	-0	20,00
	4º	Superfície 0.4 8 m 0.33		2,10	27,00	-0-	-0-	20,70
	5º	Superfície 0.5 8 m 0.36		2,20	27,00	-0-	-0-	19,20
	6º	Superfície 0.33 8 m 0.33		2,10	27,00	-0-	-0-	21,40
29/08/92	1º	Superfície 0.25 8 m 0.20	Enchimento	1,50	27,00	28,20	8,20	38,40
	2º	Superfície 0.25 8 m 0.28		2,00	27,50	28,50	8,20	37,50
	3º	Superfície 0.48 8 m 0.51		2,00	27,50	30,00	8,20	39,30
	4º	Superfície 0.62 8 m 0.71		1,50	27,00	32,00	8,20	32,10
	5º	Superfície 0.55 8 m 0.51		1,00	27,00	32,00	8,20	39,40
	6º	Superfície 0.45 8 m 0.58		0,80	27,50	32,00	8,20	39,50
30/08/92	1º	Superfície 0.29 8 m 0.14	Vazante	1,00	27,00	32,00	7,70	26,40
	2º	Superfície 0.67 8 m 0.49		1,30	27,00	31,00	7,60	27,50
	3º	Superfície 1.0 8 m 1.0		1,00	27,50	30,00	7,55	33,40
	4º	Superfície 1.0 8 m 1.0		1,00	27,50	30,00	7,60	32,80
	5º	Superfície 0.50 8 m 0.28		1,00	27,50	30,00	7,55	27,40
	6º	Superfície -0- 8 m -0-		1,00	27,50	30,00	7,60	26,00
26/10/92	1º	Superfície 0.47 8 m 0.44	Enchimento	1,75	31,50	32,00	7,06	19,60
	2º	Superfície 0.62 8 m 0.56		2,00	31,30	32,00	7,13	23,00
	3º	Superfície 0.54 8 m 0.59		2,00	31,00	34,00	7,26	23,00
	4º	Superfície 0.56 8 m 0.46		2,00	30,90	33,00	7,24	23,00
	5º	Superfície 0.29 8 m 0.39		1,00	30,20	33,00	7,26	21,60
	6º	Superfície 0.19 8 m -0-	Vazante	1,00	30,60	34,00	7,23	23,00
	7º	Superfície 0.49 8 m 0.6			29,40	33,50	7,13	26,30
	8º	Superfície 0.50 8 m 0.30			30,00	32,50	7,13	28,70
	9º	Superfície 0.31 8 m 0.19			30,40	32,00	7,10	28,00
	10º	Superfície 0.14 8 m -0-			30,50	32,00	7,13	24,00
MÉDIA (X)					27,30	31,50	7,56	26,20

Tabela II – Parâmetros Físicos nos Ciclos de Maré de Quadratura

Data	Hora	Velocidade da Corrente m/s	Sentido da Corrente	Índice Fótico (m)	T°C	°S ₀₀	pHh	Sólidos em Suspensão mg/l
19/09/92	1 ^o	Superfície 0.34 8 m 0.28	Enchimento	3,50	29,00	30,00	7,80	23,00
	2 ^o	Superfície 025 8 m 0.16		3,20	29,00	30,00	7,80	20,70
	3 ^o	Superfície 0.28 8 m 0.19		3,00	28,00	30,50	8,00	18,60
	4 ^o	Superfície 0.11 8 m 0.11		2,00	28,00	30,00	8,00	19,10
	5 ^o	Superfície 0.11 8 m 0.11		-0-	28,00	30,00	8,00	22,00
	6 ^o	Superfície 0.11 8 m 0.11		-0-	28,00	31,00	8,00	18,70
20/09/92	1 ^o	Superfície 0.1 8 m 0.1	Vazante	5,50	29,00	29,00	7,80	30,20
	2 ^o	Superfície 0.1 8 m 0.1		5,00	28,50	28,50	8,00	23,00
19/10/92	1 ^o	Superfície 0.1 8 m 0.1	Vazante	4,00	31,40	33,80	8,13	28,90
	2 ^o	Superfície 0.1 8 m 0.1		4,00	31,60	31,80	8,14	24,60
	3 ^o	Superfície 0.1 8 m 0.1		4,00	31,90	32,00	8,11	23,00
	4 ^o	Superfície 0.1 8 m 0.1		3,00	31,40	32,00	8,07	21,10
	5 ^o	Superfície 0.1 8 m 0.1		3,00	30,40	32,00	8,03	26,80
	6 ^o	Superfície 0.1 8 m 0.1	Enchimento	2,50	30,40	32,00	8,14	23,10
	7 ^o	Superfície -0- 8 m 0.1		-0-	-0-	-0-	-0-	-0-
	8 ^o	Superfície 0.26 8 m 0.24		-0-	29,90	31,80	8,13	40,50
	9 ^o	Superfície 0.3 8 m 0.3		-0-	29,90	32,00	8,13	23,50
	10 ^o	Superfície 0.32 8 m		-0-	29,70	32,50	8,06	26,40
	11 ^o	Superfície 0.14 8 m 0.31		-0-	29,40	32,20	8,11	21,60
MÉDIA (X)					29,58	31,17	8,03	24,77

BARRAGEM DE PEDRA DO CAVALO
DESCARGA DEFLUENTES - ANO DE 1992

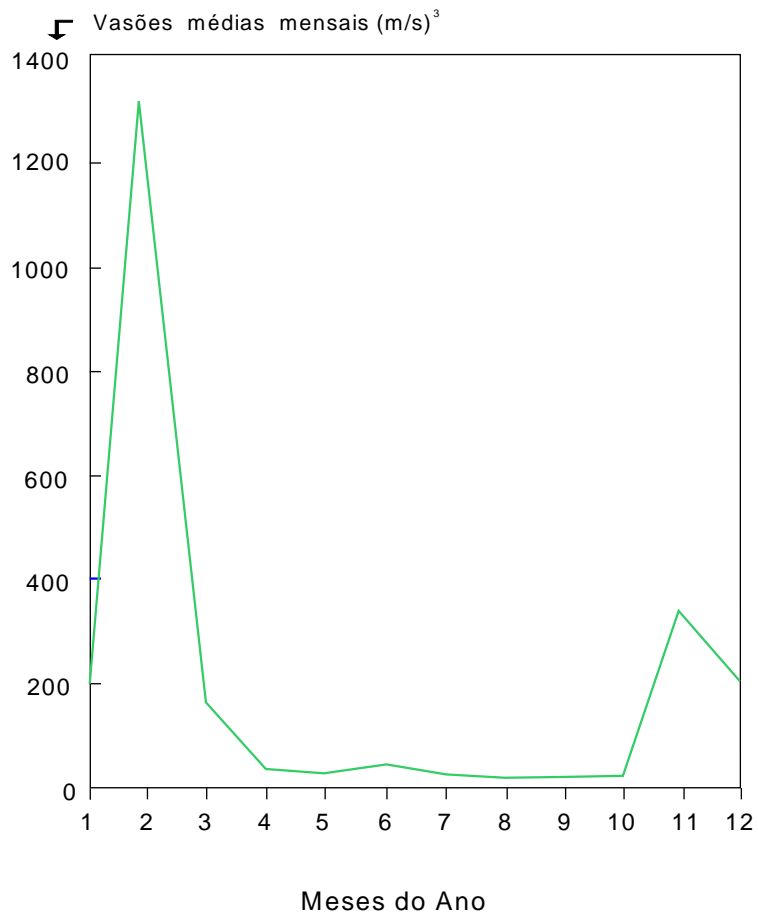


Figura 3 - Barragem de Pedra do Cavallo - Descarga Defluentes
Ano de 1992 (Dados fornecidos pela EMBASA).

BARRAGEM DE PEDRA DO CAVALO
DESCARGA DEFLUENTES - JUNHO DE 1992

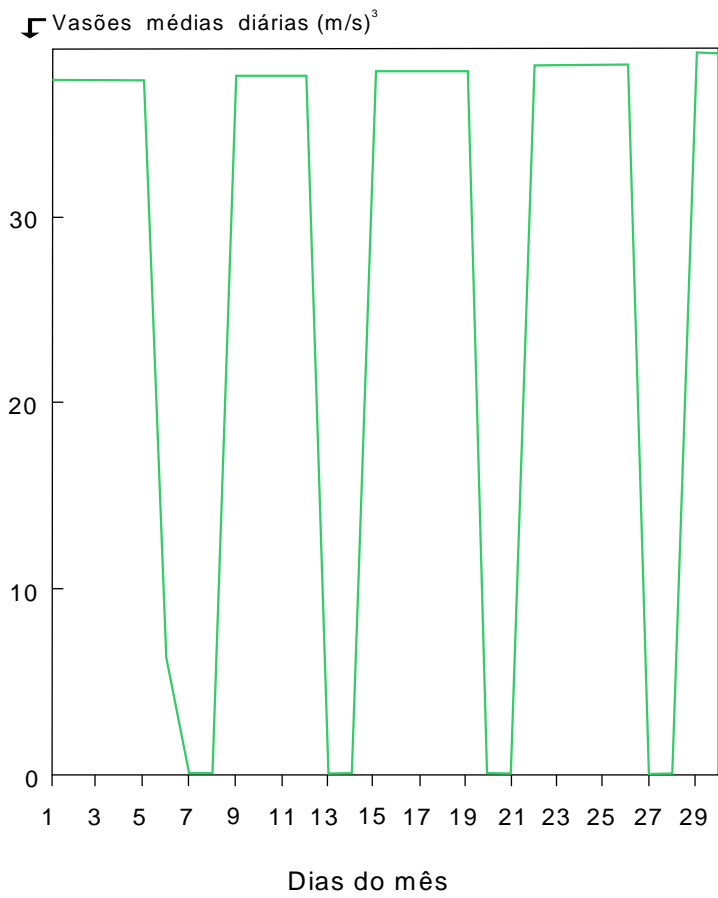


Figura 4 - Barragem de Pedra do Cavallo - Descarga Defluentes junho de 1992 (Dados fornecidos pela EMBASA).

BARRAGEM DE PEDRA DO CAVALO DESCARGA DEFLUENTES - AGOSTO DE 1992

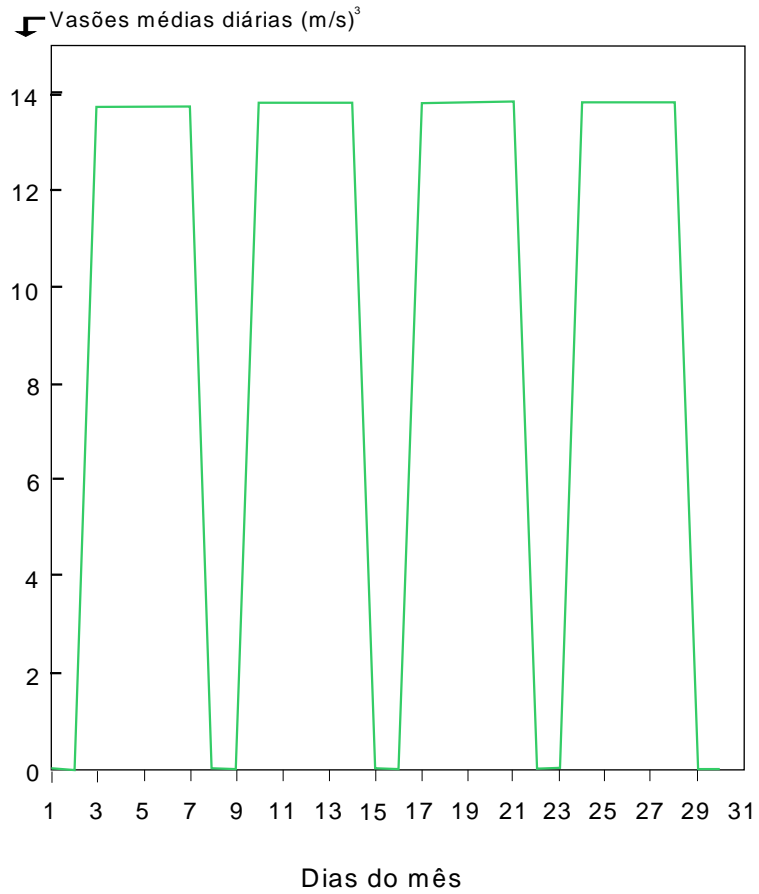


Figura 5 - Barragem de Pedra do Cavallo - Descarga Defluentes Agosto de 1992 (Dados fornecidos pela EMBASA).

BARRAGEM DE PEDRA DO CAVALO DESCARGA DEFLUENTES - SETEMBRO DE 1992

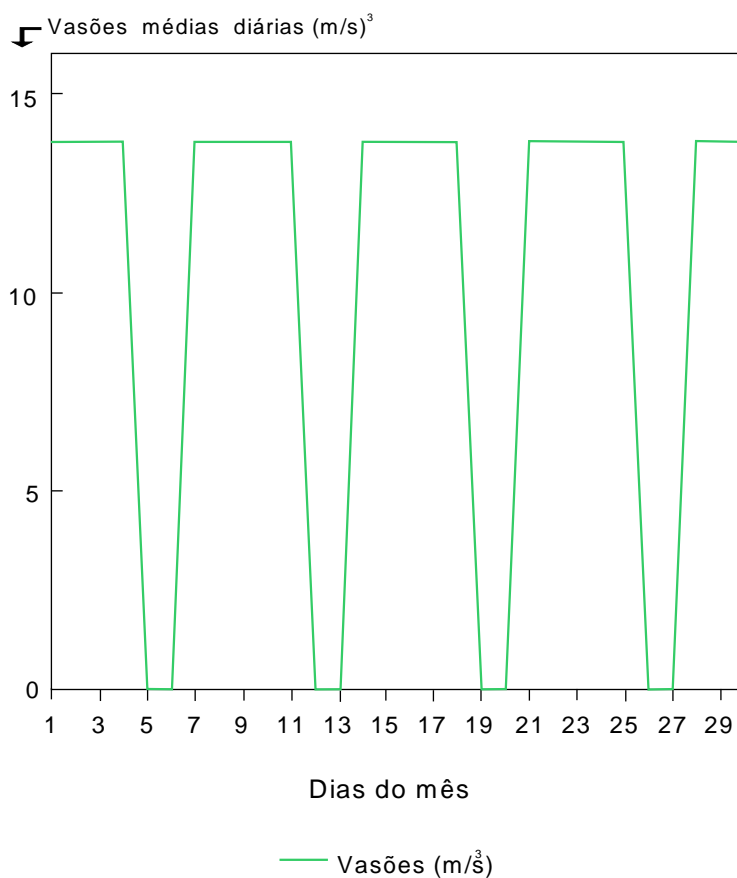


Figura 6 - Barragem de Pedra do Cavallo - Descarga Defluentes
Setembro de 1992 (Dados fornecidos pela EMBASA).

BARRAGEM DE PEDRA DO CAVALO
DESCARGA DEFLUENTES - SETEMBRO DE 1992

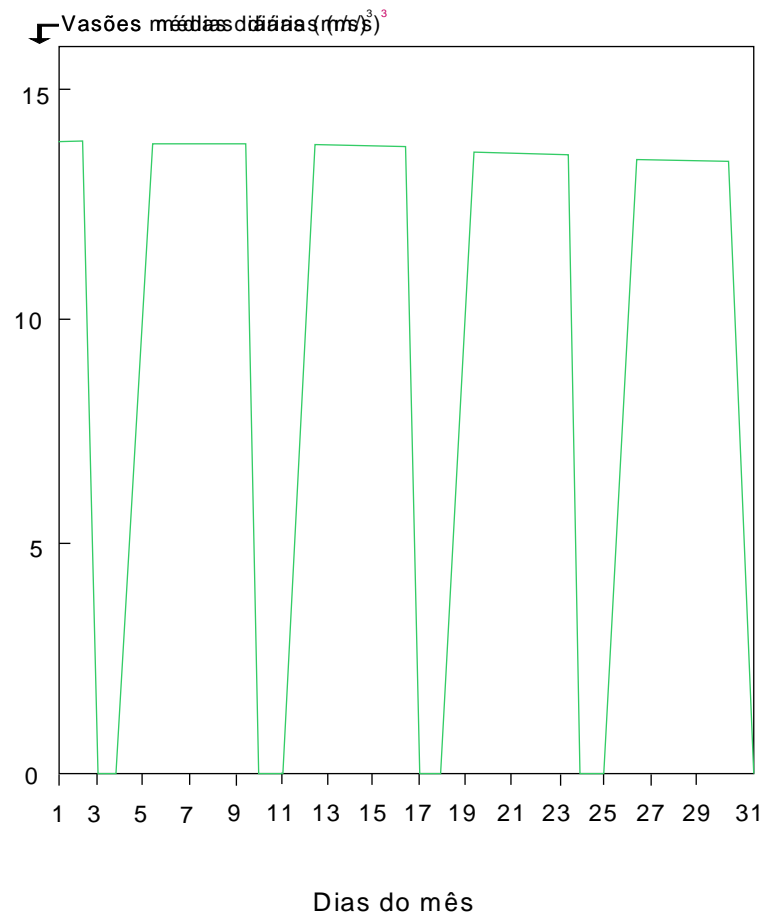


Figura 7 - Barragem de Pedra do Cavallo - Descarga Defluentes Outubro de 1992 (Dados fornecidos pela EMBASA).

porém que ressaltar, que além da descarga regulada do Paraguaçu ao nível da Barragem de Pedra do Cavalo, o estuário recebe ainda a descarga não regulada do rio Guaí, embora esta seja de pequena vazão, mas que mesmo assim, pode influir no comportamento do estuário precisamente durante o período de baixas descargas defluentes na Barragem de Pedra do Cavalo.

Os valores médios de pH para a segunda e quinta monitoragem referentes às marés de sizígia foi de 8,0 e 7,1 respectivamente. A média destes foi de 7,56. A terceira e quarta monitoragem que ocorreram em marés de quadratura apresentaram valores de 8,0 e 8,1 respectivamente, sendo a média para as marés de quadratura de 8,02. Os valores de pH acima de 8,0 denotam influência marinha, enquanto os pH na faixa de 7,0 a 7,2 nas condições supra referidas, devem refletir intensa fase de decomposição da matéria orgânica na área estuarina.

As figuras de 8 a 11, mostram a variação da Salinidade e do pH durante a dinâmica das diferentes marés monitoradas de hora em hora, tanto nos ciclos de maré de sizígia quanto nos ciclos de maré de quadratura. No ciclo de maré de sizígia dos dias 29 e 30 de agosto durante o período de enchente, a Salinidade aumentou enquanto o pH permaneceu constante, já no período de vazante com a diminuição do valor da Salinidade, o pH também diminuiu. No ciclo de maré de sizígia do dia 26 de outubro a Salinidade aumenta no período de enchente e diminuiu na vazante, enquanto os valores de pH apresentaram um pequeno aumento na enchente e uma pequena diminuição na vazante. O ciclo de maré de quadratura dos dias 19 e 20 de setembro de um modo geral apresenta um aumento na Salinidade e no pH com a enchente, enquanto na

Data 29 a 30/08/1992 - Maré de Sizígia

Sentido da corrente - Enchente/Vazante

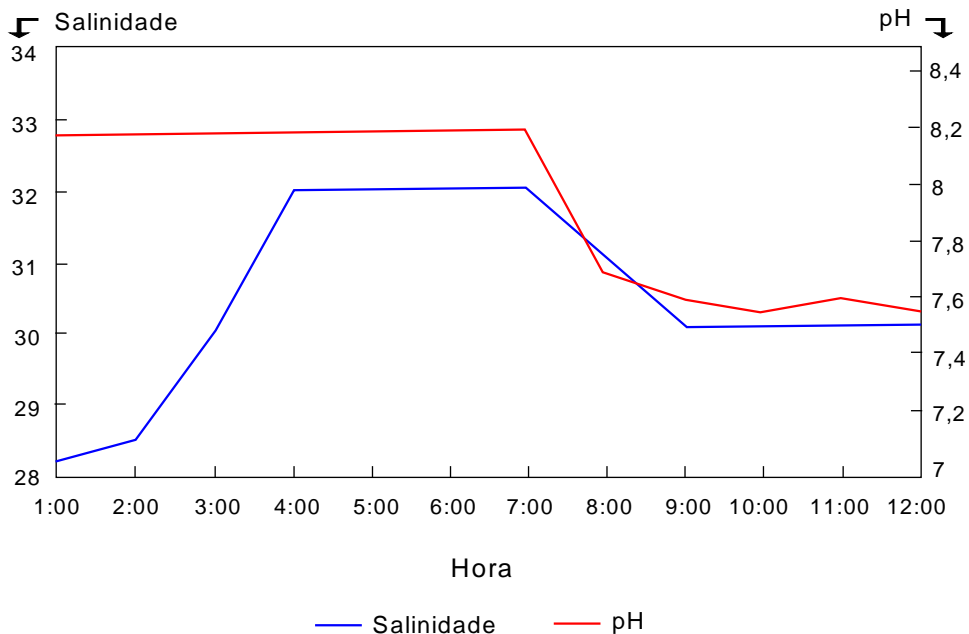


Figura 8 - Diagrama de variação da Salinidade e do pH durante o monitoramento da maré de sizígia correspondente aos dias 29 e 30 de agosto de 1992.

Data 26/10/1992 - Maré de sizígia

Sentido da corrente - Enchente/Vazante

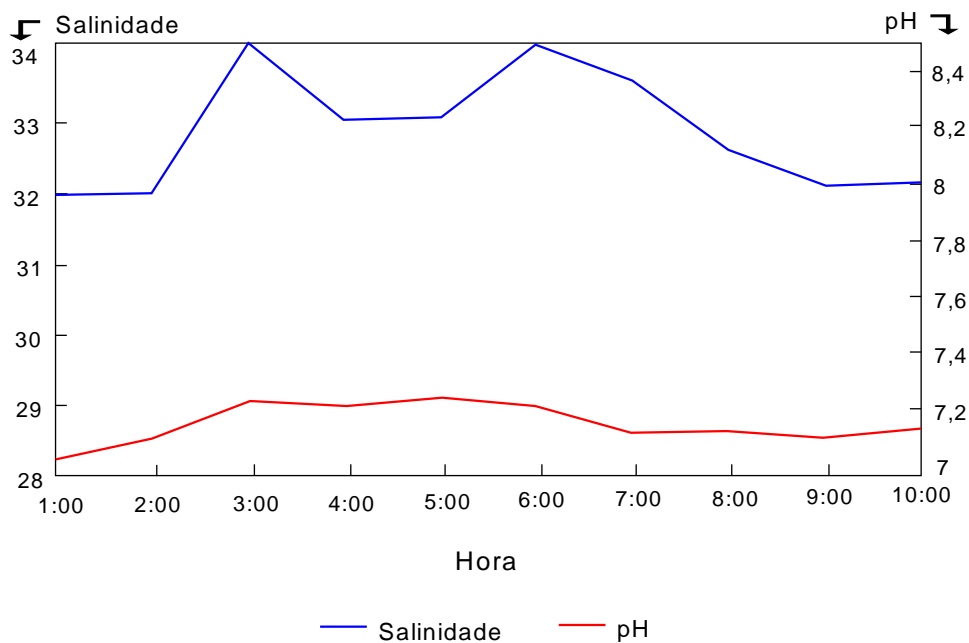


Figura 9 - Diagrama de variação da Salinidade e do pH durante o monitoramento da maré de sizígia correspondente ao dia 26 de outubro de 1992.

Data 19 a 20/09/1992 - Maré de Quadratura

Sentido da corrente - Enchente/Vazante

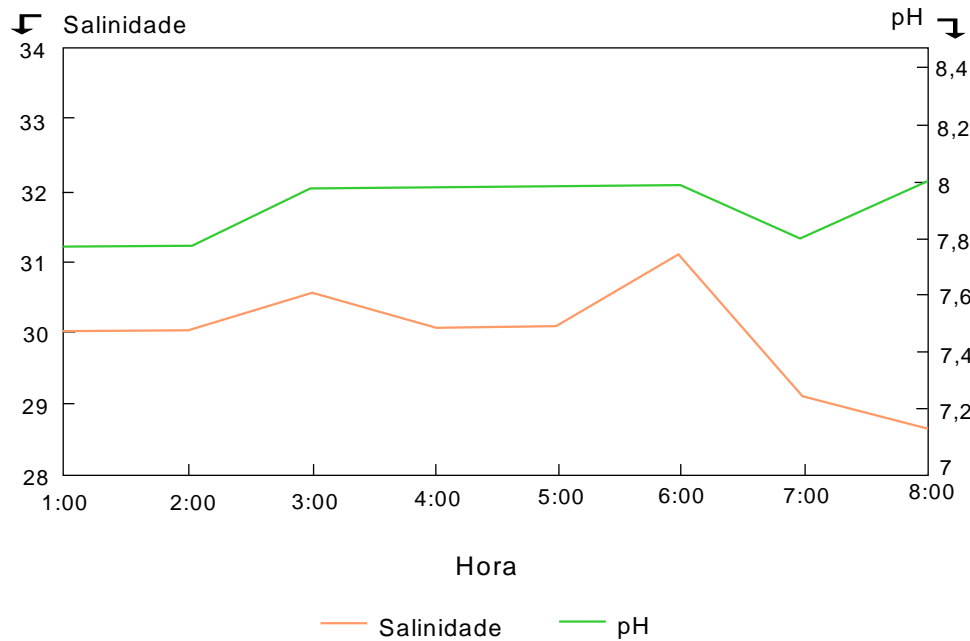


Figura 10 - Diagrama de variação da Salinidade e do pH durante o monitoramento da maré de quadratura correspondente aos dias 19 e 20 de setembro de 1992.

Data 19/10/1992 - Maré de Quadratura

Sentido da corrente - Enchente/Vazante

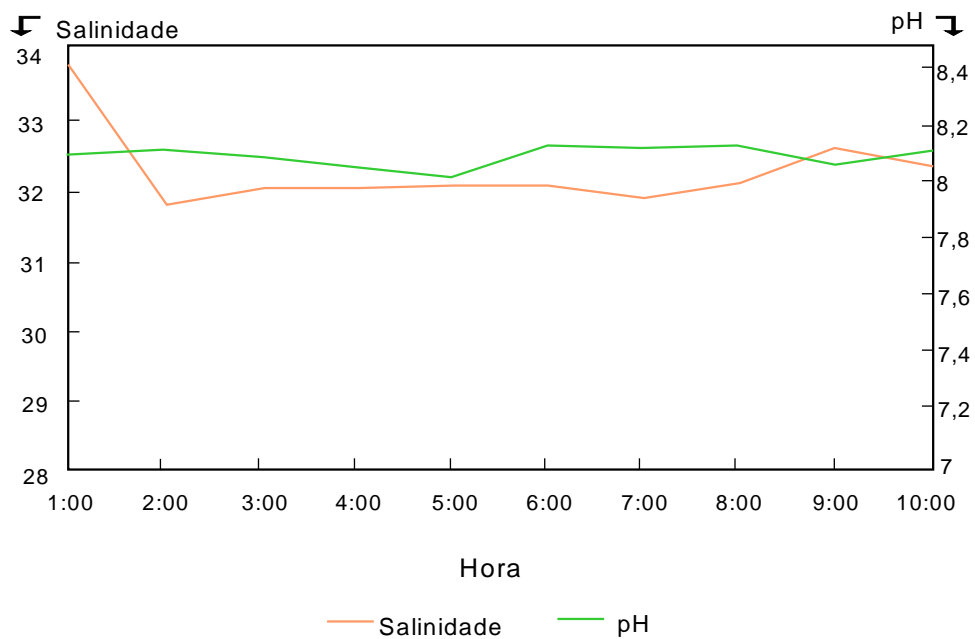


Figura 11 - Diagrama de variação da Salinidade e do pH durante o monitoramento da maré de quadratura correspondente ao dia 19 de outubro de 1992.

vazante a Salinidade diminui e o pH apresenta um ligeiro aumento. Na maré de quadratura do dia 19 de outubro, tanto a Salinidade quanto o pH tiveram pouca variação no decorrer do fluxo e refluxo.

A distribuição da Salinidade tanto nas marés de sizígia quanto nas de quadratura, varia conforme as flutuações de fluxo e refluxo da maré, podendo-se observar que a Salinidade sobe e desce de acordo com o nível de maré.

De uma maneira geral, tanto os valores de Salinidade, quanto os de pH durante os fluxos de maré evidenciam a influência das águas marinhas da Baía de Todos os Santos no estuário.

A temperatura da água variou de acordo com a temperatura atmosférica. Assim as temperaturas mais baixas (27 e 27,5°C), tiveram lugar nos meses de junho e agosto que corresponderam aos meses mais frios, enquanto as mais altas (30,5 a 31,5°C), ocorreram nos meses de setembro e outubro (primavera).

A concentração de Sólidos em Suspensão no estuário do Rio Paraguaçu, variou nas marés de sizígia de 18,8mg/l até 39,5mg/l (Tabelas I e II), por conta de uma maior faixa de variação.

A hidrodinâmica do estuário apresenta características de simetria com seis horas de fluxo e seis de refluxo nas marés de sizígia, mas este comportamento apresenta-se totalmente irregular quando das marés de quadratura. Este comportamento foi bem evidenciado na maré de quadratura dos dias 19 e 20 de agosto, com quase nove horas de fluxo e três de refluxo pondo em evidência a persistência de pequenas vazões defluentes ao nível da

Barragem de Pedra do Cavalo. A maré de quadratura do dia 19 de outubro também apresentou um comportamento irregular mas com fluxo em torno de cinco horas e refluxo em torno de quatro horas e meia. Estas irregularidades nas marés de quadratura estão obviamente relacionadas as irregularidades de descarga defluentes do reservatório de Pedra do Cavalo que foi ausente nos dias 19 e 20 de setembro e teve uma pequena vazão de $14\text{m}^3/\text{s}$ no dia 19 de outubro, o que faz com que os aportes das águas da Baía de Todos os Santos exerçam maior influência no estuário e onde a própria morfologia lagunar do estuário com extensas margens úmidas deve contribuir para este comportamento.

Para as marés de sizígia, de acordo com o gráfico da figura 12 que relaciona a intensidade das correntes tanto em superfície quanto em profundidade durante os períodos monitorados, observa-se que durante os períodos de enchente, as correntes em profundidades são mais intensas, sendo que os maiores picos são registrados na 3^a e 4^a hora, com as maiores velocidades entre 0,6 e 0,7m/s. Na vazante, a intensidade das correntes de fundo são menos intensas, sendo que no mês de agosto a intensidade das correntes tanto em superfície quanto em profundidade chegam a 1,0m/s, superando largamente as intensidades das correntes registradas durante os períodos de vazante monitorados (Tabela III).

Durante as marés de quadratura (Figura 13), a intensidade das correntes durante os períodos de enchente apresenta os maiores picos de velocidade entre a 1^a e a 4^a hora, sendo que as maiores intensidades foram registradas em superfície com velocidades em torno de 0,35m/s. As menores

ESTUARY OF THE PARAGUAÇU RIVER

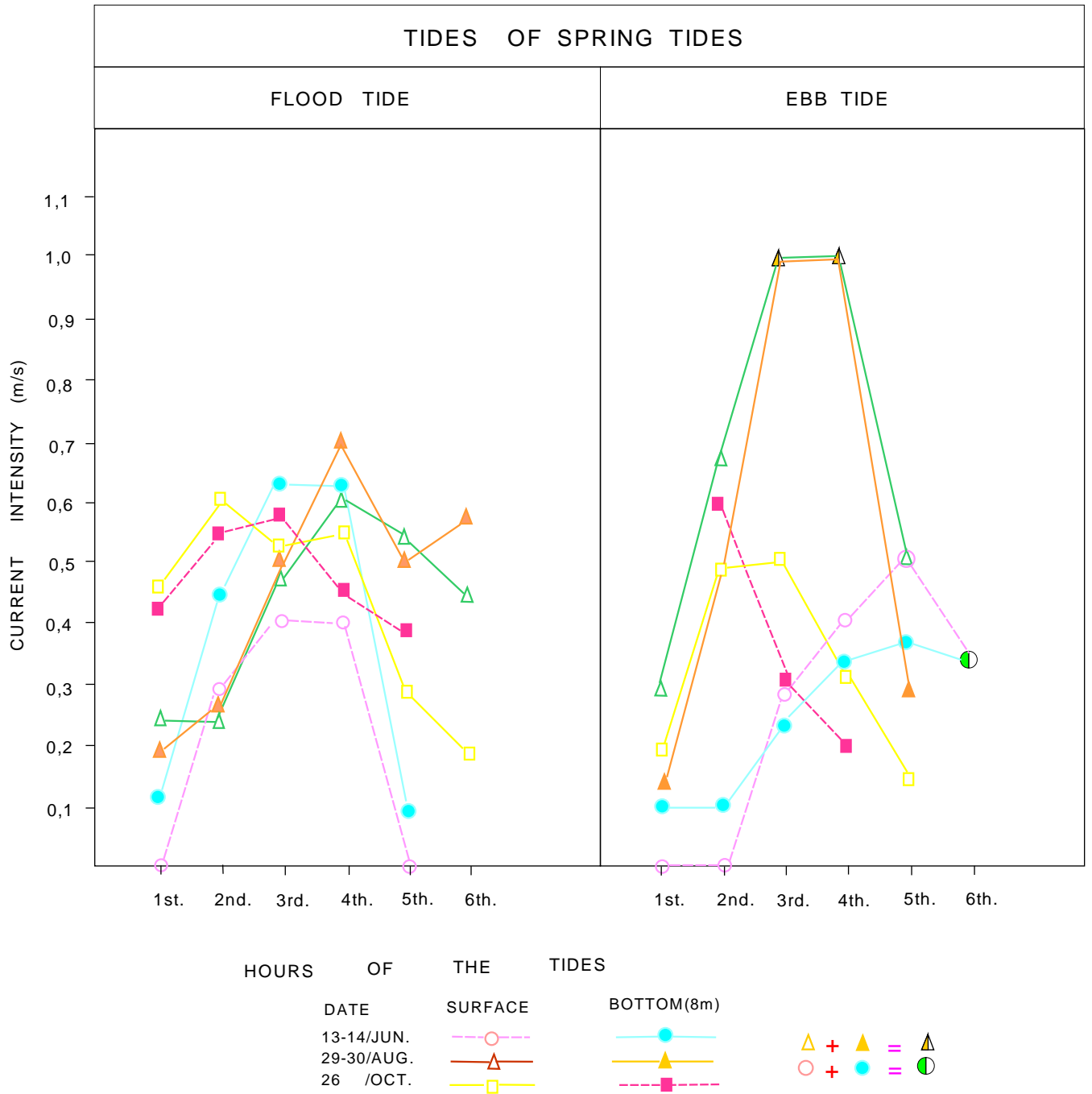


Figura 12 - Diagrama de variação de intensidade das correntes durante o monitoramento nos ciclos de maré de sizígia.

ESTUARY OF THE PARAGUAÇU RIVER

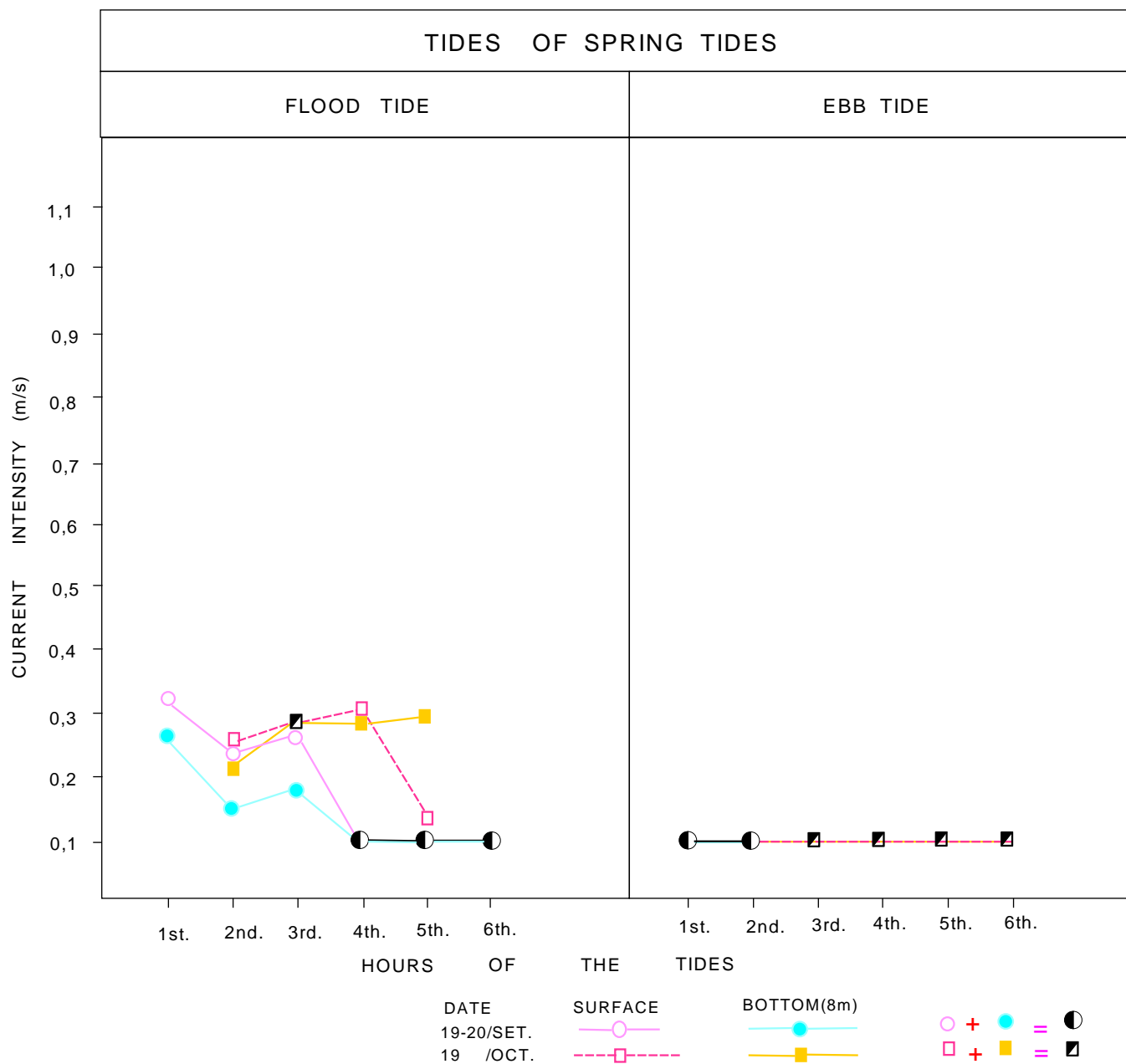


Figura 13 - Diagrama de variação de intensidade das correntes durante o monitoramento nos ciclos de maré de quadratura.

Tabela III – Velocidade das Correntes

a. Maré de Sizígia – Dias 13 e 14 de junho (amplitude no Porto de Salvador)

Velocidade da Corrente m/s	Enchente		Vazante	
	Superfície	Profundidade (8 m)	Superfície	Profundidade (8 m)
Máxima	0.50	0.36	0.49	0.64
Mínima	0.10	0.10	0.10	0.10

b. Maré de Sizígia – Dias 29 e 30 de agosto (amplitude no Porto de Salvador)

Velocidade da Corrente m/s	Enchente		Vazante	
	Superfície	Profundidade (8 m)	Superfície	Profundidade (8 m)
Máxima	0.62	0.17	1.00	1.00
Mínima	0.25	0.20	0.29	0.14

c. Maré de Quadratura – Dias 19 e 20 de setembro (amplitude no Porto de Salvador)

Velocidade da Corrente m/s	Enchente		Vazante	
	Superfície	Profundidade (8 m)	Superfície	Profundidade (8 m)
Máxima	0.34	0.28	0.10	0.10
Mínima	0.11	0.11	0.10	0.10

d. Maré de Quadratura – Dia 19 de outubro (amplitude no Porto de Salvador)

Velocidade da Corrente m/s	Enchente		Vazante	
	Superfície	Profundidade (8 m)	Superfície	Profundidade (8 m)
Máxima	0.32	0.31	0.10	0.10
Mínima	0.14	0.24	0.10	0.10

e. Maré de Sizígia – Dia 26 de outubro (amplitude no Porto de Salvador)

Velocidade da Corrente m/s	Enchente		Vazante	
	Superfície	profundidade	Superfície	Profundidade (8 m)
Máxima	0.62	0.59	0.50	0.60
Mínima	0.19	0	0.14	0

intensidades de corrente foram registradas durante a vazante tanto em profundidade quanto em superfície não ultrapassando 0,1m/s (Tabela III).

A distância do vertedouro da Barragem até o ponto de amostragem no estuário é em torno de 20km.

A turbidez das águas está diretamente relacionada com a quantidade de Matéria Orgânica Dissolvida e Sólidos em Suspensão e o Índice Fóótico adotado para estimar a quantidade de material em suspensão, constitui um método de certa aproximação e bom valor relativo. Através dos gráficos das figuras 14 e 15 pode-se observar que as maiores concentrações de Sólidos em Suspensão estão relacionadas a baixos valores de Índice Fóótico. De uma maneira geral, nos ciclos de maré de sizígia, durante os períodos de maior luminosidade, a penetração da luz não ultrapassava a faixa dos dois metros, enquanto que nos ciclos de maré de quadratura este fator chegou até cinco metros e meio, mostrando que estas marés transportam menores cargas de Matéria Orgânica Dissolvida e Sólidos em Suspensão.

A longo prazo, é difícil analisar o comportamento dos sedimentos transportados, uma vez que as observações foram limitadas a quatro meses do ano, tornando-se impossível fazer um balanço anual do transporte, o qual terá obviamente um substancial acréscimo nos períodos de maior descarga defluentes por parte do Reservatório de Pedra do Cavallo.

Cíclós de Maré de Sizígia

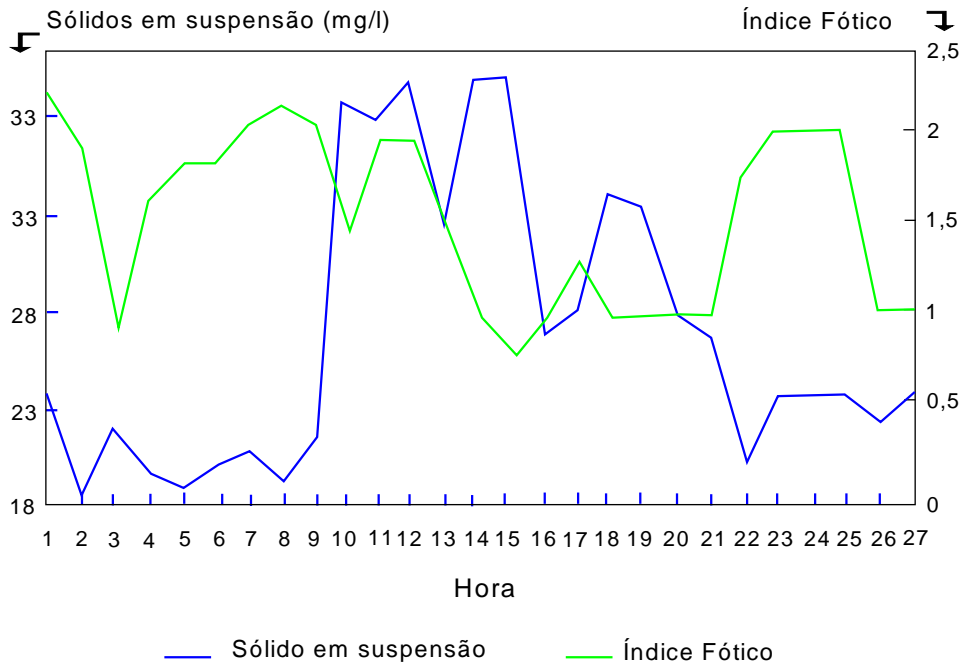


Figura 14 - Diagrama de variação da concentração dos Sólidos em Suspensão e do Índice Fótico durante os ciclo de maré de sizígia que correspondeu aos dias 28/30 de agosto e 26 de outubro de 1992.

Cíclós de Maré de Quadratura

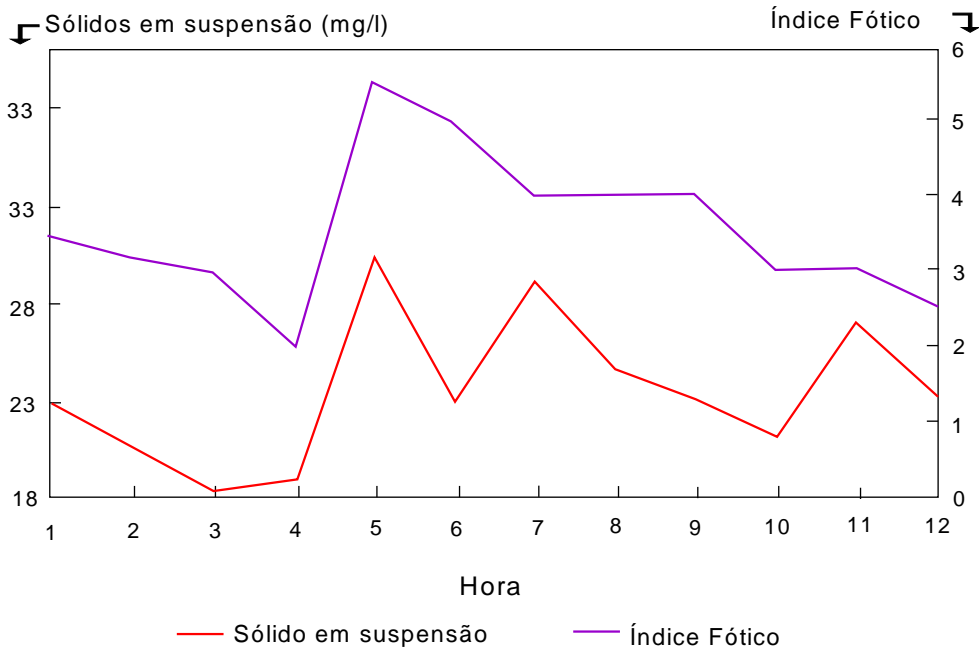


Figura 15 - Diagrama de variação da concentração dos Sólidos em Suspensão e do Índice Fótico durante os ciclos de maré de quadratura que correspondeu aos dias 19 de setembro e 19 de outubro de 1992.

3.2 PARÂMETROS MINERALÓGICOS E QUÍMICOS

3.2.1 Sedimentos de Fundo

As cinco amostras de sedimentos superficiais da área em estudo tiveram uma caracterização mineralógica e química.

3.2.1a Caracterização Mineralógica

O estudo mineralógico, sobretudo efetuado por Difractometria de Raio-X, indicou serem esses sedimentos constituídos por quartzo predominando na granulometria de areia fina e silte, caolinita e em quantidade subordinada goetita. Halita foi determinada em duas amostras.

A figura 16 apresenta os padrões dos difratogramas para as cinco amostras analisadas.

Com relação aos difratogramas, observa-se no geral um mesmo padrão para todos. As reflexões para o quartzo se apresentam típicas e em maior número (4,23A, 3,34, 2,70A, 1,81A), quando comparados a caolinita (7,19A, 4,46A, 3,56A, 2,53A), cujas reflexões estão bem menos características. Dois dos difratogramas, apresentaram picos correspondentes a goetita (2,69A) e halita (2,82A).

3.2.1b Caracterização Química

Os resultados das concentrações dos metais traços analisados nos sedimentos superficiais do Estuário do Rio Paraguaçu na área em estudo, encontram-se presentes na Tabela IV.



Legenda: K - CAOLINITA
 Q - QUARTZO
 G - GEOTITA
 H - HALITA

Radiação - Cu Ni
 40 kv 18 m A
 FSC 110 M^2

Figura 16 - Difractometria de Raio-X

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
 UFBA
 Departamento de Geoquímica

Tabela IV – Teores dos Metais Traços Analisados nos Sedimentos Superficiais do Fundo do Estuário do Rio Paraguaçu (1992).

Data coleta	Amostra	Fe₂O₃ %	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm
14/06/92	1	0,23	374,25	49,39	42,53	63,43	<1,3	0,165
	1 (repetição)	0,21	337,24	48,07	35,07	61,73	<1,3	0,180
30/08/92	2	0,20	233,57	43,13	45,11	50,90	<1,3	0,232
20/09/92	3	0,22	289,03	44,83	37,87	52,90	<1,3	0,200
20/10/92	4	0,20	240,67	43,24	33,37	44,70	<1,3	0,200
26/10/92	5	0,22	196,02	44,71	44,37	44,97	<1,3	0,216
	5 (repetição)	0,23	247,21	42,39	46,75	43,82	<1,3	0,200
	x	0,21	266,70	45,06	40,65	51,38	<1,3	0,202

Os teores médios encontrados para o Fe_2O_3 foi de (0,21%), para o Mn (266,7ppm), Zn (45,06ppm), Cu (40,65ppm), Pb (51,38ppm), Cd (< 1,3ppm) Hg (0,202ppm).

Não foi possível obter com exatidão os valores para Cd pois suas concentrações situaram-se abaixo do limite de detecção do aparelho de Absorção Atômica do Departamento de Geoquímica do IGUFBA.

3.2.2 Sedimentos em Suspensão

A concentração dos Metais Traços analisados nos Sedimentos em Suspensão nas águas do Estuário do Rio Paraguaçu tanto nas marés de sizígia quanto nas marés de quadratura encontram-se listadas nas tabelas V e VI. A tabela IX apresenta as respectivas médias e desvios padrão para os elementos analisados.

Nas marés de sizígia a concentração média para o Fe foi de (12.353 $\mu\text{g/g}$), Mn (164 $\mu\text{g/g}$) e o Zn (2.588 $\mu\text{g/g}$). Nas marés de quadratura, a concentração média para o Fe foi de 6.304 $\mu\text{g/g}$), Mn (188 $\mu\text{g/g}$) e Zn (3.156 $\mu\text{g/g}$).

Devido as baixas concentrações dos elementos Cu, Pb e Cd nos Sedimentos em Suspensão, não foi possível obter valores exatos, pelo fato dessas concentrações situarem-se abaixo do limite de detecção do aparelho de Espectrometria de Absorção Atômica do Departamento de Geoquímica do Instituto de Geociências da UFBA onde foram realizadas as análises. Pelo limite de detecção pode-se inferir para Cu (< 2,03 $\mu\text{g/g}$), Pb (< 0,64 $\mu\text{g/g}$) e Cd (< 13,75 $\mu\text{g/g}$).

Tabela V – Concentração dos Metais Traços Fé, Mn e Zn nos Ciclos de Maré de Sizígia no Estuário Lagunar do Rio Paraguaçu.

Data	Hora	Sentido da Corrente	°Soo	pHh	Fe μ g/g	Mn μ g/g	Zn μ g/g	Hg μ g/g
13/06/91	1 ^o	Enchimento	-	-	15.802	220	1.679	-
	2 ^o		-	-	29.644	278	2.174	-
	3 ^o		-	-	17.943	240	1.420	-
	4 ^o		-	-	15.237	192	1.259	-
	5 ^o		-	-	14.654	183	1.583	-
14/06/92	1 ^o	Vazante	-	-	20.039	202	1.697	-
	2 ^o		-	-	25.776	202	1.697	-
	3 ^o		-	-	17.875	192	1.411	-
	4 ^o		-	-	12.573	141	1.679	-
	5 ^o		-	-	13.281	200	1.994	-
	6 ^o		-	-	16.483	247	1.930	-
29/08/92	1 ^o	Enchimento	28,20	8,20	8.215	123	1.818	-
	2 ^o		28,50	8,20	10.073	141	2.310	-
	3 ^o		30,00	8,20	6.685	110	1.820	-
	4 ^o		32,00	8,20	8.898	139	2.073	-
	5 ^o		32,00	8,20	5.875	134	1.558	-
	6 ^o		32,00	8,20	5.196	85	714	-
30/08/92	1 ^o	Vazante	32,00	7,70	7.443	145	7.443	-
	2 ^o		31,00	7,60	10.172	140	11.804	-
	3 ^o		30,00	7,55	8.143	100	6.305	-
	4 ^o		30,00	7,60	4.977	102	1.782	-
	5 ^o		30,00	7,55	7.600	158	1.544	-
	6 ^o		30,00	7,60	10.461	129	7.286	-
26/10/92	1 ^o	Enchimento	32,00	7,06	12.525	104	3.598	-
	2 ^o		32,00	7,13	10.815	185	1.708	-
	3 ^o		34,00	7,26	10.815	206	964	-
	4 ^o		33,00	7,24	14.597	226	2.497	--
	5 ^o		33,00	7,26	10.509	196	2.659	--
	6 ^o	Vazante	34,00	7,23	-	180	-	--
	7 ^o		33,50	7,13	9.752	95	1.226	-
	8 ^o		32,50	7,13	17.064	221	1.931	-
	9 ^o		32,00	7,10	10.821	83	1.439	-
	10 ^o		32,00	7,13	5.375	117	1.736	-
MÉDIA (X)			31,50	7,57	12.353	164	2.588	-

Tabela VI – Concentração dos Metais Traços Fé, Mn e Zn nos Ciclos de Maré de Quadratura no Estuário Lagunar do Rio Paraguaçu.

Data	Hora	Sentido da Corrente	°S ₀₀	pH	Fe μ g/g	Mn μ g/g	Zn μ g/g	Hg μ g/g
19/09/92	1 ^o	Enchimento	30,00	7,80	5.065	104	1.270	58,55
	2 ^o		30,00	7,80	15.543	185	3.797	43,65
	3 ^o		30,50	8,00	7.526	206	1.408	37,55
	4 ^o		30,00	8,00	1.841	226	4.220	23,75
	5 ^o		30,00	8,00	4.522	196	1.465	10,50
	6 ^o		31,00	8,00	4.411	180	1.886	-
20/09/92	1 ^o	Vazante	29,00	7,80	2.731	95	867	-
	2 ^o		28,50	8,00	4.788	221	4.340	-
19/10/92	1 ^o	Vazante	33,80	8,13	3.278	83	627	-
	2 ^o		31,80	8,14	5.182	117	2.293	-
	3 ^o		32,00	8,11	5.880	167	2.716	-
	4 ^o		32,00	8,07	7.511	182	2.244	-
	5 ^o		32,00	8,03	8.115	161	2.519	12,70
	6 ^o	Enchimento	32,00	8,14	14.428	481	5.470	23,75
	7 ^o		-	-	-	-	-	-
	8 ^o		31,80	8,13	2.456	261	1.741	30,95
	9 ^o		32,00	8,13	4.234	143	1.457	10,50
	10 ^o		32,50	8,06	9.772	200	9.924	15,45
	11 ^o		32,20	8,06	6.193	194	8.654	18,25
MÉDIA (X)			30,64	8,03	6.304	188	3.153	28,13

O Hg nos Sedimentos em Suspensão, apresentou teores médios de 28,13 µg/g nas marés de quadratura. Não foi possível obter valores para as marés de sizígia, e esses valores obtidos são apenas aproximados pois as soluções preparadas apresentaram valores de transmitância mais altos do que os da curva de calibração, sendo necessário uma diluição a partir de uma alíquota de 30ml da solução inicial que foi, em seguida, avolumado para 100ml para a leitura no analisador de Hg.

3.2.3 Matéria Orgânica Particulada (POM), Matéria Inorgânica Particulada (PIM) e Matéria Orgânica Dissolvida (DOM)

As tabelas VII e VIII apresentam os valores para POM, PIM e DOM. Os valores das médias e desvio padrão são mostrados na tabela IX.

Os valores médio de POM nas marés de sizígia foi de (8,22mg/l) e de (9,98mg/l) nas marés de quadratura).

Os valores de POM e PIM constituem as duas frações que compõe os valores dos Sedimentos em Suspensão que foram retidos nas membranas após a filtração de um litro de água do estuário. Nas marés de sizígia os valores para os Sedimentos em Suspensão foi de (26,20mg/l) e nas marés de quadratura (24,77mg/l), evidenciando uma certa correspondência destes fatores nas situações extremas da dinâmica de marés, pelo menos ao nível dos valores médios, o que tem um sentido lógico atendendo à circunstâncias das pequenas taxas de variação da Salinidade observados entre as marés de sizígia e quadratura.

Os valores médios para DOM nas marés de sizígia foi de (219,48mg/l) e de (307,47mg/l) nas marés de quadratura. A diferença

Tabela VII – Concentração de Sólidos em Suspensão, POM, PIM e DOM nos Ciclos de Maré de Sizígia no Estuário Lagunar do Rio Paraguaçu.

Data	Hora	Sentido da Corrente	sólidos em Suspensão	POM mg/l	PIM mg/l	DOM mg/l
13/06/91	1 ^o	Enchimento	24,00	5,10	18,90	30,00
	2 ^o		18,80	3,40	15,40	46,50
	3 ^o		22,00	4,90	17,10	76,50
	4 ^o		20,20	4,20	16,00	45,00
	5 ^o		21,00	3,90	17,10	95,00
14/06/92	1 ^o	Vazante	19,80	4,10	15,70	104,50
	2 ^o		19,00	3,80	15,20	335,50
	3 ^o		20,00	3,60	16,40	224,00
	4 ^o		20,70	4,20	16,50	371,00
	5 ^o		19,20	3,10	16,10	265,00
	6 ^o		21,40	4,80	16,60	337,00
29/08/92	1 ^o	Enchimento	38,80	20,50	18,30	74,50
	2 ^o		37,50	17,00	20,50	41,00
	3 ^o		39,30	18,20	21,10	70,50
	4 ^o		32,10	6,20	24,90	191,50
	5 ^o		39,40	20,60	18,80	81,50
	6 ^o		39,50	16,10	23,40	72,30
30/08/92	1 ^o	Vazante	26,40	3,90	22,50	139,00
	2 ^o		27,50	5,80	21,70	301,00
	3 ^o		33,40	6,00	27,40	123,00
	4 ^o		32,80	7,10	25,70	286,00
	5 ^o		27,40	8,10	19,30	544,50
	6 ^o		26,00	6,30	19,70	337,00
26/10/92	1 ^o	Enchimento	19,60	10,40	9,20	341,00
	2 ^o		23,00	9,80	13,20	284,50
	3 ^o		23,00	9,40	13,60	422,00
	4 ^o		23,00	9,00	14,00	286,00
	5 ^o		21,60	9,20	12,40	283,40
	6 ^o	Vazante	23,00	8,30	14,70	273,50
	7 ^o		26,30	6,60	19,70	270,00
	8 ^o		28,70	9,90	18,80	280,40
	9 ^o		28,00	9,60	18,40	289,90
	10 ^o		24,00	8,20	15,70	320,20
MÉDIA (X)			26,20	8,22	18,00	219,48

Tabela VIII – Concentração de Sólidos em Suspensão, POM, PIM e DOM nos Ciclos de Maré de Quadratura do Estuário do Rio Paraguaçu.

Data	Hora	Sentido da Corrente	Sólidos em Suspensão	POM mg/l	PIM mg/l	DOM mg/l
19/09/92	1 ^o	Enchimento	23,00	10,30	12,70	129,50
	2 ^o		20,70	10,80	9,90	305,00
	3 ^o		18,60	9,90	8,70	173,50
	4 ^o		19,10	9,30	9,80	207,00
	5 ^o		22,00	10,10	11,90	220,50
	6 ^o		18,70	9,50	9,20	176,00
20/09/92	1 ^o	Vazante	30,20	10,30	19,90	243,00
	2 ^o		23,00	11,00	12,00	255,50
19/10/92	1 ^o	Vazante	28,90	11,90	17,00	314,00
	2 ^o		24,60	9,70	14,90	230,00
	3 ^o		23,00	9,80	13,20	231,00
	4 ^o		21,10	10,30	10,80	355,00
	5 ^o		26,80	11,00	15,80	585,00
	6 ^o	Enchimento	23,10	9,50	13,60	221,00
	7 ^o		-	-	-	-
	8 ^o		40,50	11,30	29,20	599,00
	9 ^o		23,50	9,60	13,90	531,00
	10 ^o		26,40	7,30	19,40	401,50
	11 ^o	32,60	8,10	24,50	303,00	
MÉDIA (X)			24,77	9,98	14,80	307,47

Tabela IX – Parâmetros Físico-Químicos dos Sedimentos em Suspensão no Estuário Lagunar do Rio Paraguaçu (1992).

Maré de Sízigia	Parâmetros Estatísticos	S‰	pH	Fe	Mn	Zn	POM	PIM	DOM	TSS
	X	-	-	18118	208,8	1683	4,1	16,45	175,40	20,55
	σ	-	-	5270	36,5	270	0,6	1,02	132,82	1,52
	X	30,47	7.9	7811	125,5	3879	11,31	21,9	188,4	33,30
	σ	1,34	0.31	1888	21,8	3470	6,5	2,9	151,1	5,44
	X	32,80	7.15	11363	163,3	1973	9,04	14,9	305,09	24,02
	σ	0,82	0.08	3247	55,4	819	1,09	3,2	46,5	2,83
	X	31,53	7.56	12353	164	2588	8,2	18	219	26,2
	σ	1,62	0.47	5745	51,8	2345	4,9	3,9	131	6,6
Maré de Quadratura	Parâmetros Estatísticos									
	X	29,80	7.9	5803	176,6	2406	10,1	11,7	213,7	21,9
	σ	0,79	0.1	4278	50,2	1452	0,5	3,5	54,9	3,8
	X	32,20	8.1	6705	198,6	3755	9,8	17,2	375,2	27,05
	σ	0,59	0.03	3509	110,3	3167	1,3	5,6	148,9	5,78
	X	31,17	8.02	6304	188,8	3156	9,98	14,8	303,47	24,76
	σ	1,36	0.12	3777	87,21	2579	1,09	5,49	140,73	5,53

X = Média

σ = Desvio Padrão

registrada deve estar relacionada com o efeito diluição, pondo em evidência a relevante contribuição marinha neste parâmetro, já que o avanço das marés de sizígia nas margens úmidas relativamente às marés de quadratura levaria a admitir incorporações de Matéria Orgânica Dissolvida mais conspíquas naquelas marés.

Os gráficos das figuras de 17 a 24 e a tabela IX são uma tentativa de correlacionar as concentrações de POM e DOM com os valores de salinidade durante os horários de monitoramento das marés.

Analisando os gráficos das figuras 17 e 18 que referem-se a maré de sizígia dos dias 29 e 30 de agosto que apresentam uma discrepância temporal em relação ao fluxo e refluxo das marés, observa-se que durante a enchente as altas concentrações de POM em torno de 15mg/l, estão relacionadas a um aumento na Salinidade, enquanto que durante a vazante há uma diminuição nas concentrações de POM abaixo de 8mg/l, e um decréscimo nos valores de Salinidade. Com relação aos valores de DOM, observa-se que na enchente este apresenta baixas concentrações enquanto que na vazante há um aumento considerável.

As figuras 19 e 20 estão relacionadas a maré de quadratura dos dias 19 e 20 de setembro que apresentam uma discrepância temporal em relação ao fluxo e refluxo das correntes. Durante a enchente as concentrações de POM e os valores de Salinidade não apresentaram variações significativas, mas durante a vazante não obstante a queda da salinidade as concentrações de POM exibiram um ligeiro aumento sob efeito da incorporação do material ressuspendido. A faixa de Salinidade no final da vazante entre 28 e 29‰ foi

suficientemente elevada assegurando as condições de floculação. Só abaixo de salinidade de $10^{\circ}/_{00}$ a desfloculação assumiria significado. Os valores médios de POM estiveram em torno de 10,1mg/l enquanto os de DOM foram 213,7mg/l. Os valores de DOM durante a vazante apresentaram um aumento considerável em relação a enchente. Neste caso o aumento destacado deve-se também a incorporação da Matéria Orgânica Dissolvida ao nível das margens úmidas.

As figuras 21 e 22 relacionam a maré de quadratura do dia 19 de outubro que também apresentou um comportamento de discrepância temporal entre o fluxo e refluxo de maré. A vazante nesta maré é acompanhada por uma pequena diminuição da Salinidade e da concentração de POM, enquanto que durante a enchente há constância da Salinidade acompanhada por pequenas variações na concentração de POM. A média para os valores de POM situaram-se entre 9,8mg/l. Já as mais altas concentrações de DOM nesta maré, exibiram variações significativas durante a enchente pondo em evidência a contribuição marinha deste fator, cujo valor médio foi de 375,2mg/l. Deve-se ressaltar que a contribuição marinha há que adicionar a Matéria Orgânica dissolvida que durante as marés mais fracas persiste e se vai acumulando ao longo do Canal de São Roque.

As figuras 23 e 24 apresentam as variações da POM e da DOM relativamente à variação de salinidade durante a maré de sizígia do dia 26 de outubro, no que tange a POM revelou a tendência de uma relação inversa com a Salinidade embora pouco conspícua, o que é coerente com a pequena variação da Salinidade ao longo do período de maré monitorado. Com respeito

a DOM a variação ao longo do período de maré foi mais significativa, na primeira hora de enchente e de forma mais expressiva na terceira hora, quando quase atingiu o valor de 430mg/l, demonstrando mais uma vez a influência marinha com respeito a este fator. A partir deste pico a DOM cai mantendo-se num nível em torno do valor médio calculado que foi de 305,09mg/l. No entanto nas últimas duas horas da vazante⁴, registrou-se um aumento da DOM que atingiu a concentração de 330mg/l. O decréscimo registrado a partir da terceira hora, deve estar relacionado com a condição de diluição enquanto que o aumento nas duas últimas horas da vazante reflete a adição da Matéria Orgânica solúvel ao nível das vazas marginais.

MONITORAGEM POR MARÉ

Data 29 e 30/08/1992 - Maré de Sizígia

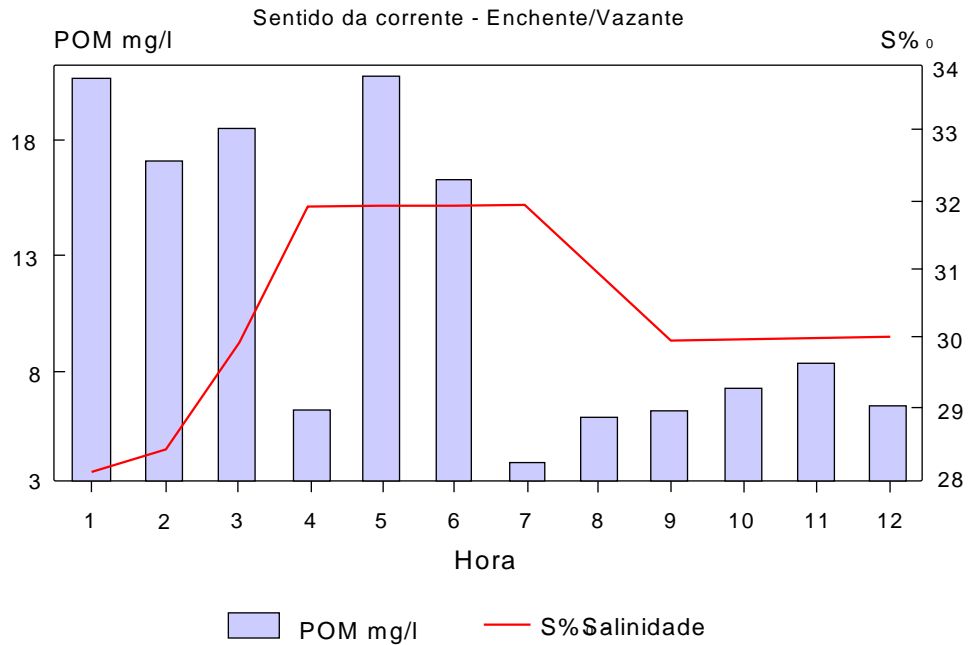


Figura 17 - Diagrama de variação da concentração de Matéria Orgânica Particulada e da Salinidade durante o monitoramento da maré e sizígia correspondente aos dias 29 e 30 de agosto de 1992.

MONITORAGEM POR MARÉ

Data 29 e 30/08/1992 - Maré de Sizígia

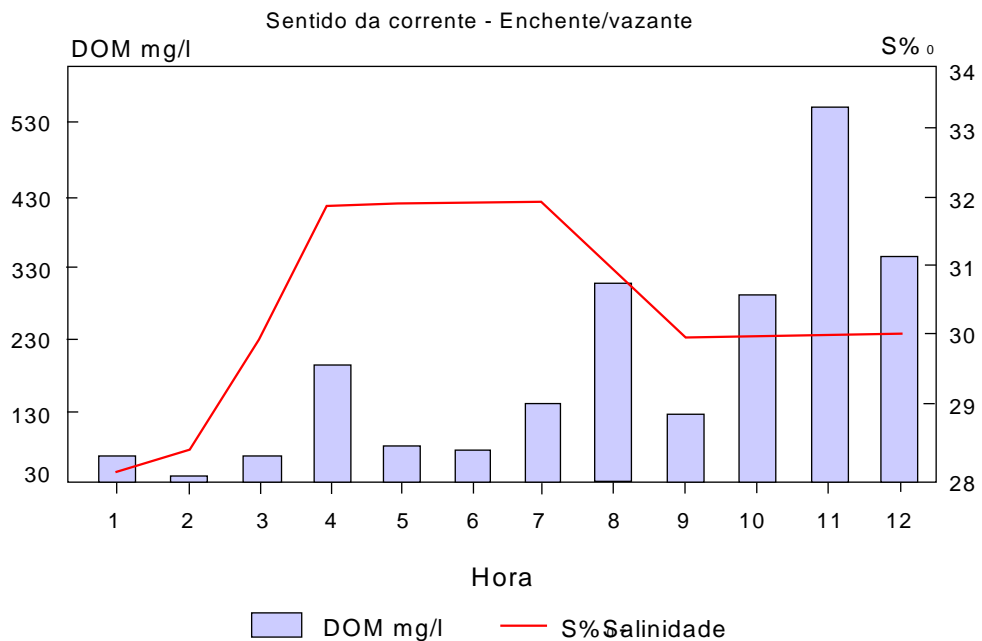


Figura 18 - Diagrama de variação da concentração de Matéria Orgânica Dissolvida e da Salinidade durante o monitoramento da maré e sizígia correspondente aos dias 29 e 30 de agosto de 1992.

MONITORAGEM POR MARÉ

Data 19 e 20/09/1992 - Maré de Quadratura

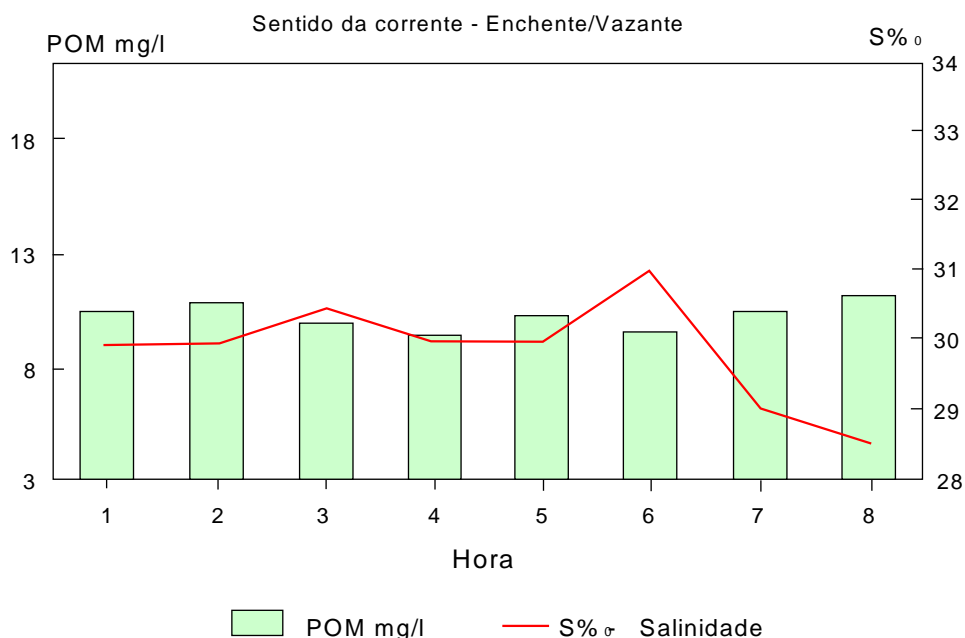


Figura 19 - Diagrama de variação da concentração de Matéria Orgânica Particula e da Salinidade durante o monitoramento da maré de quadratura correspondente aos dias 19 e 20 de setembro de 1992.

MONITORAGEM POR MARÉ

Data 19 e 20/09/1992 - Maré de Quadratura

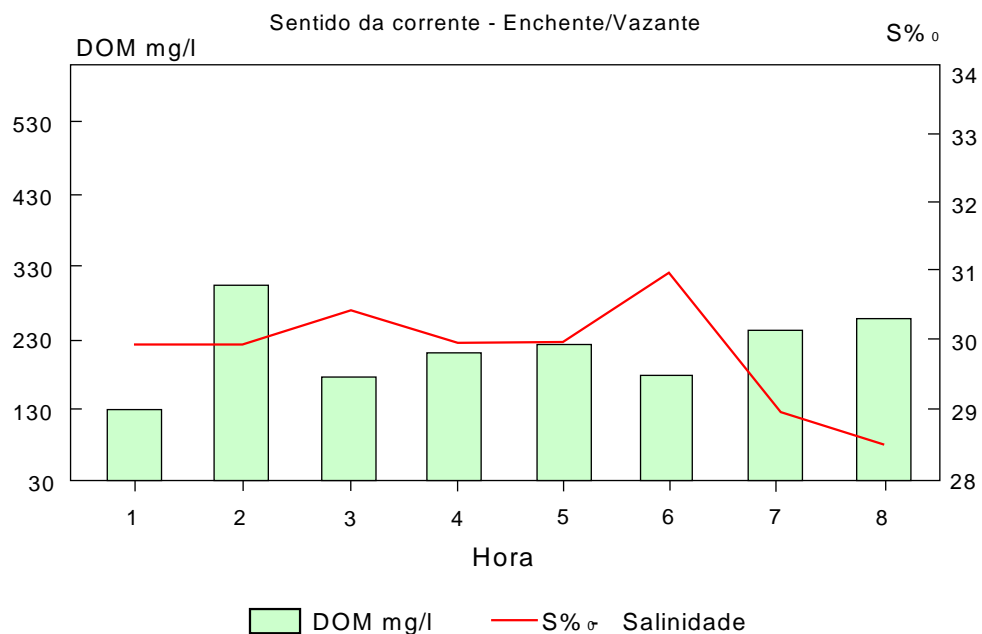


Figura 20 - Diagrama de variação da concentração de Matéria Orgânica Dissolvida e da Salinidade durante o monitoramento da maré de quadratura correspondente aos dias 19 e 20 de setembro de 1992.

MONITORAGEM POR MARÉ

Data 19/10/1992 - Maré de quadratura

Sentido da corrente - Enchente/Vazante

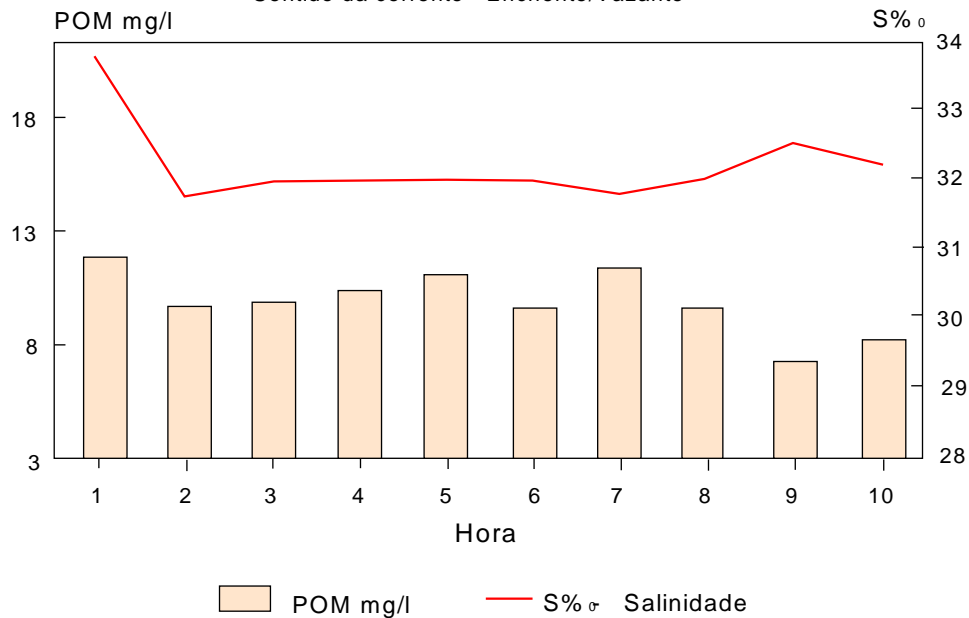


Figura 21 - Diagrama de variação da concentração de Matéria Orgânica Particulada e da Salinidade durante o monitoramento da maré de quadratura correspondente ao dia 19 de outubro de 1992.

MONITORAGEM POR MARÉ

Data 19/10/1992 - Maré de quadratura

Sentido da corrente - Enchente/Vazante

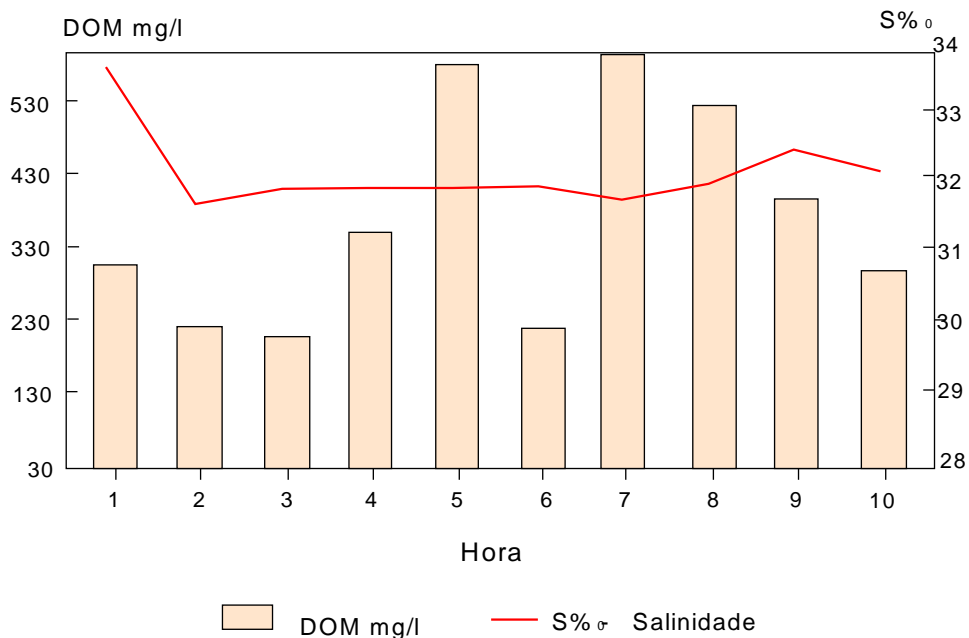


Figura 22 - Diagrama de variação da concentração de Matéria Orgânica Dissolvida e da Salinidade durante o monitoramento da maré de quadratura correspondente ao dia 19 de outubro de 1992.

MONITORAGEM POR MARÉ

Data 26/10/1992 - Maré de quadratura

Sentido da corrente - Enchente/Vazante

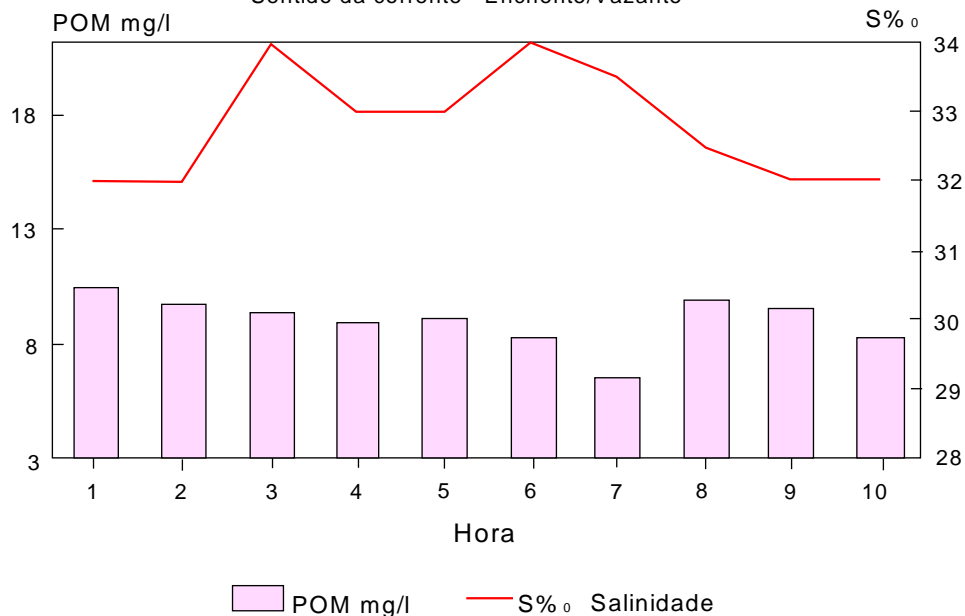


Figura 23 - Diagrama de variação da concentração de Matéria Orgânica Particulada e da Salinidade durante o monitoramento da maré de quadratura correspondente ao dia 26 de outubro de 1992.

MONITORAGEM POR MARÉ

Data 26/10/1992 - Maré de quadratura

Sentido da corrente - Enchente/Vazante

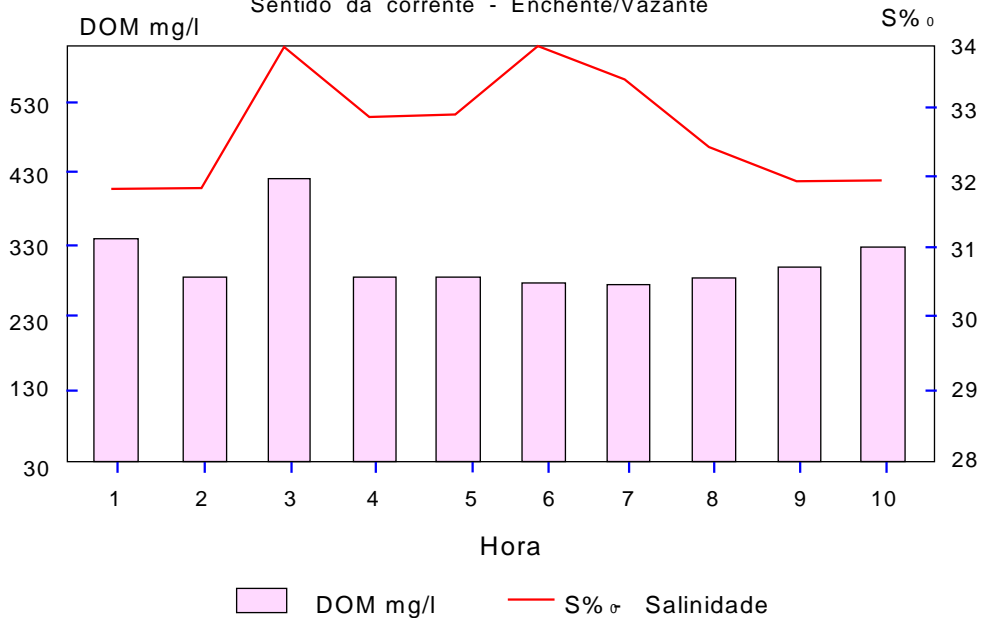


Figura 24 - Diagrama de variação da concentração de Matéria Orgânica Dissolvida e da Salinidade durante o monitoramento da maré de quadratura correspondente ao dia 26 de outubro de 1992.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O curso inferior do Rio Paraguaçu é caracterizado por um ecossistema complexo de influência fluvio-marinha que, permuta com a Baía de Todos os Santos a dinâmica de marés e a vazões fluviais reguladas pela gigante Barragem de Pedra do Cavalo (Figura 1).

A sedimentologia da área, característica de sedimentos estuarinos, varia na granulometria de areia fina a silte, onde a mineralogia é composta por minerais detríticos, sendo que em maior quantidade se destaca o quartzo e minerais argilosos do grupo da caolinita, que são subordinadamente seguidos por goethita.

A Tabela X apresenta os teores de metais pesados nos sedimentos ativos da região estuarina em estudo, e os valores encontrados em outras áreas estuarinas tanto no território nacional como em outras áreas do Globo localizadas na faixa intertropical e temperada, como também a média para “folhelho padrão”, devido a este material, apresentar características composicionais e granulométricas semelhantes aos sedimentos da área em estudo.

Tabela X – Teores médios dos Metais Traços Analisados em Sedimentos.

LOCALIZAÇÃO	Fe ₂ O ₃ (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Hg (ppm)
Território Nacional							
1 – Estuário do Rio Paraguaçu – (Ba) 1992	0,21	266,70	45,06	40,65	51,38	< 1.13	0,202
2 – Estuário do Rio do Frade – (RJ) 1989			95	45	48	< 1.0	
3 – Estuário do Rio da Guarda – (RJ) 1989			855	< 45	200	3.9	
4 – Estuário do Rio Subaé – (Ba) 1982			38,7	20	12,6	2.7	0,019
5 – Estuário do Rio Paraguaçu – 1987		333,0	37,0	17,30	12,00	0.4	0,029
Áreas de Manguesal							
6 – Jacuípe (Ba) 1989			40	14	12	0,03	
7 – Maragojipe (Ba) 1992	5.14	-	59,9	15	9,6	< 0,05	< 0,05
8 – Santo Amaro (Ba) 1992	6,02	-	84,9	56,8	95	< 0,05	< 0,05
9 – Indonésia	6,60	-	80	24	-	-	
10 – Guiana	6,08	-	103	20,2	-	-	
11 – Senegal	4,97	-	41	27	32,00	-	
Outros Países							
12 – Estuário do Rio Ganges – Índia 1988	3,1	553	71	26	29	-	
13 – Baía de Bengal – Índia 1988	4,0	529	-	64	45	-	
14 – Baía de Izmit (1990)	4,9	1.256	107	49	45	-	
15 – Estuário do Rio Loire – França (1985)	-	-	176,8	27	52,4	0,34	
16 – Composição do Folhelho Padrão	4,7	850	95	45	20	0,3	

1 – Ramos 1993

2 e 3 – Lacerda e Pestana (1989)

4 e 5 – Bahia - CEI (1987)

6 – Queiróz – (1989)

7 e 8 – Queiróz (1992)

9 e 10 – Djuwansah (1990)

11 – Kalck (1978)

12 e 13 – Subramaniam et al (1998)

14 – Saydan and Yoruck (1990)

15 – Roubbe, Marchandise et Goleau (1961)

16 – Turekian and Wedepohl (1961)

Tanto os teores de Fe (0,21%), como o Mn (266,7ppm), nos sedimentos estudados, apresentam teores mais baixos quando comparados aos teores do “folhelho padrão” (TUREKIAN) and WEDEPHOL, 1961), que é de 4,7 % para o Fe e de 850ppm para o Mn.

De uma maneira geral, os teores de Fe, nos sedimentos da área em estudo, são mais baixos quando comparados a outras áreas localizadas dentro da própria Baía de Todos os Santos, como nas regiões de manguesais de Maragojipe, que apresentou 5,14% de Fe e Santo Amaro (6,02%), segundo QUEIROZ (1991). O mesmo acontece quando os resultados obtidos para a área são comparados aos valores obtidos por SUBRAMANIAM et al (1988), para regiões estuarinas na Índia. Este autor encontrou no rio Ganges valores médios para Fe na ordem de 3,1% e de 553ppm para Mn, enquanto que a Baía de Bengala que recebe as descargas de muitos outros rios além do Ganges apresentou para Fe valores médios de 4% e 529ppm para o Mn.

Em relação ao Zn, comparando as concentrações encontradas na área em estudo com o “folhelho padrão”, observa-se que a média da concentração do Zn que é de 45,06ppm nas amostras analisadas, está sempre abaixo do “folhelho padrão” cujo valor é 95ppm. Esta condição também é observada quando essas concentrações são comparadas com dados de área de mangue dentro da própria Baía de Todos os Santos, com destaque para Maragojipe (59,9ppm) e para Santo Amaro (84,9ppm) (QUEIROZ, 1992).

No estado do Rio de Janeiro, o estuário do Rio do Frade, apresenta teores médios em Zn na ordem de 95ppm, enquanto que o estuário do Rio da Guarda que apresenta acentuada ação antropogênica atinge para o

Zn 855ppm, segundo dados de (LACERDA & PESTANA, (1989). O Rio Ganges na Índia (71ppm), (SUBRAMANIAM et al, 1988). O Rio Loire na França (176,8ppm), segundo ROBBE (1985).

A concentração média do Cu para a área em estudo de 40,65ppm, é compatível com o “folhelho padrão” (45ppm), entretanto quando comparado ao valor médio obtido pela (BAHIA-CEI, 1987), para sedimentos ativos na área a jusante do Canal de São Roque no estuário do Rio Paraguaçu que foi de 17,3ppm, observa-se um aumento na ordem de quase três vezes em relação a essa concentração. Esse incremento nas concentrações também é observado nos valores obtidos por (QUEIROZ, 1992), para a região de manguezal de Maragogipe que exibiu valores médios para Cu de 15ppm.

Os resultados obtidos para Cu na estação estudada bem como dos outros metais analisados tais como Fe, Mn, Zn, Cd, Pb e Hg, quando comparados aos valores obtidos nas regiões de manguezais de Maragogipe e Santo Amaro por (QUEIROZ, 1992), devem ser analisados com ressalva, já que na região de mangue as concentrações dos elementos analisados resultaram de uma média entre os valores obtidos para os sedimentos até uma profundidade de um metro.

Nas regiões de mangue do Senegal, os teores médios para Cu são (27ppm), (KALCK, 1978). Os valores referidos em valores médios por DJUWANSAH (19990), para a Indonésia e para Guiana, situam-se nesta faixa de valores, onde exibem respectivamente 24,0 e 20,2ppm, teores que ficam bem abaixo do teor médio obtido em nossa estação. O mesmo acontece relativamente ao estuário do Ganges, que segundo SUBRAMANIAM, (1988),

apresenta valores médios na ordem de 26ppm para Cu. Ainda segundo os mesmos autores, a Baía de Bengala que recebe os aportes de vários rios, inclusive o de rio Ganges, apresenta concentrações médias de 64ppm de Cu.

O Pb mostrou um enriquecimento considerável em sua concentração nos sedimentos superficiais de fundo da estação estudada (51,38ppm, quando comparado aos valores obtidos pela (BAHIA-CEI, 1987) para os sedimentos da região estuarina do Paraguaçu a jusante do Canal de São Roque que foi de 12ppm, apresentando um incremento da ordem de quase cinco vezes.

PESTANA & LACERDA, (1989) em estudo nos sedimentos superficiais ativos nos estuários do Rio do Frade e no Rio da Guarda, obtiveram para o Pb valores médios de 48,0 e 200ppm. O Estuário do Rio Ganges apresenta teores médios para Pb na ordem de (29ppm) e a Baía de Bengala (45ppm), SUBRAMANIAM et al, 1988).

O Hg apresentou valores muito altos (0,202ppm), quando comparados aos dados da BAHIA-CEI (1987) para a área a jusante do Canal de São Roque, parte integrante do complexo estuarino do Rio Paraguaçu, que foi de 0,029ppm, e para a região do estuário do Rio Subaé que exibiu valores de 0,019ppm. Os manguezais de Maragojipe e Santo Amaro, exibiram concentrações médias abaixo de 0,05ppm (QUEIROZ, 1992).

Os teores de Hg na estação estudada, apesar de terem seus valores situados abaixo da média de concentração para o “folhelho padrão” de 0,4ppm segundo dados obtidos por TUREKIAN and WEDEPOHL (1961), mostram similaridade com as concentrações de Hg encontradas em áreas da

Amazônia no território nacional que apresentam contaminação devido a presença de garimpos de ouro. Como exemplo, podemos citar o Rio Madeira que apresenta teores que variam de 0,05ppm até 0,28ppm segundo Lacerda et al (1987), o Rio Mutum Paraná com valores de dispersão entre 0,021 a 19,8ppm. O Rio Paraíba do Sul no estado do Rio de Janeiro, é um sistema historicamente contaminado pela intensa atividade industrial nessa região do País. Entretanto, após a introdução do garimpo de ouro nesse rio em 1985, essa atividade extrativa tornou-se a mais importante fonte de Hg para um segmento significativo do rio (PFEIFFER et al 1989).

O Rio Paraguaçu, também defronta-se com problemas de degradação das cabeceiras na região de Mucugê, Andaraí e Lençóis, como também em seu trecho médio, fruto da existência de atividades de mineração, mas principalmente, relacionada ao diamante. De acordo com o Mapa Metalogenético do Estado da Bahia – proposto por (SÁ, 1982), não há nenhuma ocorrência de garimpos de ouro ao longo do curso do Rio Paraguaçu, que pudessem justificar esses altos valores para Hg encontrados nos sedimentos estuarinos.

Com respeito as atividades industriais, a pouco mais de dez anos, a Baía de Todos os Santos abrigava os rejeitos da CQR, uma indústria química, altamente poluente, responsável pela fabricação de Cloro-Soda através de processo eletroquímico utilizando células de Hg. Atualmente essa indústria está localizada no Pólo Petroquímico da Camaçari.

O Cd na estação estudada situou seus teores numa faixa de concentração < 1,3ppm, ficando os valores exatos abaixo do limite de detecção

do aparelho de absorção atômica. A média para o “folhelho” de acordo com TUREKIAN and WEDEPHOL (1961), situam esses valores entre 0,3ppm. Os valores encontrados por Bahia-CEI (1987), para a área do estuário do Paraguaçu a jusante do Canal de São Roque mostram teores médios de 0,4ppm, enquanto os trabalhos de QUEIROZ (1992), nas regiões de manguezal de Santo Amaro e Maragojipe, refletiram valores < 0,05ppm. O estuário do Rio Subaé, que também deságua na Baía de Todos os Santos e que abriga diversas atividades industriais exibe para o Cd concentrações médias de 2,7ppm.

Os sedimentos, um dos melhores meios concentradores de metais no ambiente aquático (BADRI & ASTON, 1983), podem funcionar como reservatórios, ou fontes de metais pesados, dependendo dos agentes físicos, químicos e biológicos do meio circundante. Processos químicos e físico-químicos como adsorção, troca catiônica, precipitação, co-precipitação, complexação e floculação retêm no sedimento (SALOMONS & FORSTNER, 1980), os metais trocáveis e os associados a diversos substratos como óxidos e hidróxidos de Fe e Mn, carbonatos, sulfetos e matéria orgânica. Modificações nas pré-existentes condições físico-químicas do meio (pH, Eh, teor orgânico e salinidade), tenderiam a liberar total e parcialmente as frações metálicas potencialmente móveis associadas a esses substratos sedimentares ou ocasionariam a sua adsorção pelas partículas sólidas (TESSIER et alii, 1979).

O Estuário Lagunar do Rio Paraguaçu é uma região de alta produtividade biológica marginada por uma exuberante vegetação de mangue

responsável pela grande produção de matéria orgânica tanto na forma particulada quanto na forma dissolvida. A dinâmica de marés e as vazões fluviais reguladas pela Barragem de Pedra do Cavalo são responsáveis pela variação das condições hidrodinâmicas da região, pelas variações de Salinidade e pH desse ambiente e pela circulação das águas de mistura e de seus constituintes orgânicos e inorgânicos presentes nos Sedimentos em Suspensão e transportados ao longo de todo o curso do Rio Paraguaçu, e transferidos ao seu estuário, apesar da Barragem de Pedra do Cavalo se constituir numa grande bacia de recepção e decantação desses elementos.

A fração metálica fortemente presa no retículo cristalino dos minerais pode ser considerada quimicamente inerte (CALMANO & FORSTNER, 1983), não sendo solubilizável em escala de tempo não geológico e processos *químicos* comuns. Dentro dessa abordagem, pode-se assumir para os teores de metais pesados analisados nos sedimentos ativos da estação estudada, que a concentração residual seria assim, uma expressão das variações hidrodinâmicas do sistema estuarino, da grande quantidade de matéria orgânica que para os sedimentos estudados correspondeu em média a 20% da composição mineralógica existente e também dos fatores antropogênicos que a afetam.

O transporte de material em suspensão e deposição nos estuários é um fenômeno complexo. É função da circulação e estratificação das águas estuarinas. Além disso é freqüentemente difícil distinguir o material depositado do que está em suspensão nos estuários, porque aquele em que um estágio do ciclo de maré foi depositado, pode estar ressuspensionado num outro estágio

(ASTON and CHESTER, 1973).

Dos elementos analisados, o Fe nos Sedimentos em Suspensão nas marés de sizígia (Tabela IX), apresentou um aumento significativo na concentração média (12.353 $\mu\text{g/g}$), em relação às marés de quadratura que foi de 6.304 $\mu\text{g/g}$) quando comparado aos demais elementos analisados. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que durante as marés de sizígia há um maior aporte de água salgada dentro do estuário, invadindo conseqüentemente as regiões das várzeas, proporcionando a remobilização deste elemento do fundo.

O comportamento do Fe e do Mn nos estuários é importante devido a sua influência na remoção da matéria orgânica, na agregação de partículas suspensas e na remoção de metais pesados (HEAD, 1971).

Tanto o Mn quanto o Zn nos Sedimentos em Suspensão (Tabela IX), apresentaram um pequeno aumento na concentração durante as marés de quadratura, respectivamente de 188,8ppm para o Mn e 3.156ppm para o Zn e esse fato poderia ser explicado pelas correntes de turbulência geradas durante o fluxo e refluxo das correntes e que causariam a ressuspensão desses elementos do fundo estuário.

O Estuário do Rio Ganges na Índia (SUBRAMANIAM et al, 1988), apresenta para os Sedimentos em Suspensão teores médios para Fe na ordem de 42.111 $\mu\text{g/g}$, para o Mn 732 $\mu\text{g/g}$ e para o Zn 151 $\mu\text{g/g}$. Comparando esses valores aos da área de estudo, tanto o Fe como o Mn apresentam teores mais baixos, a exceção do Zn cujo teor é bem mais elevado.

No Estuário do Rio Saigon no sul do Mar da China, (ANIKIYEV et al, 1985), os teores dos metais pesados nos Sedimentos em Suspensão, exibiram para o Fe concentrações médias de 42.100 $\mu\text{g/g}$, para o Mn 1.280 $\mu\text{g/g}$ e Zn 236 $\mu\text{g/g}$. A Salinidade na área para essas concentrações variou de 28 a 33‰, sendo comparável às encontradas na área de estudo que apresentaram durante as marés monitoradas salinidades que variaram entre 28 e 34‰. Do mesmo modo observa-se um aumento significativo no teor de Zn na região estudada em comparação ao estuário do Rio Saigon.

Os valores de Hg nos Sedimentos em Suspensão da estação de estudo, só puderam se obtidos para as marés de quadratura, com valores médios em torno de 28, 13 $\mu\text{g/g}$, não sendo possível uma comparação com os dados para as marés de sizígia.

O Hg apresenta baixa mobilidade devido principalmente a sua estrutura química, alta densidade (13,6) e baixa mobilidade. Entretanto, MARTINELLI (1988) in: LACERDA e SALOMONS (1992), estudando os sedimentos do Rio Madeira, relataram altas concentrações de Hg em macrófitas flutuantes em lagoas marginais sazonalmente inundadas pelo rio, localizada acerca de 100km distante da fonte mais próxima de contaminação de Hg. Isto sugere um transporte de Hg a longa distâncias, associados a partículas em suspensão. Este mesmo mecanismo, poderia justificar as altas concentrações encontradas para o Hg nos Sedimentos em Suspensão da área, já que o transporte destes, está subordinado ao mecanismos de fluxo e refluxo das correntes e remobilização dos sedimentos de fundo dentro de Baía de

Todos os Santos, e conseqüentemente, sendo levados por estas mesmas correntes para dentro do estuário.

Com relação aos teores de Cu, Pb e Cd nos Sedimentos em Suspensão, obtivemos os respectivos valores de ($> 2,03 \mu\text{g/g}$) para o Cu, ($< 0,64 \mu\text{g/g}$) para o Pb e ($< 13,75 \mu\text{ppm}$) para Cd. Apesar de não termos obtido valores exatos devido a estes se situarem abaixo do limite de detecção do aparelho de absorção atômica, vemos que estas concentrações são de uma maneira geral inferiores aos teores encontrados para outras áreas impactadas. A Baía de Sepetiba, no estado do Rio de Janeiro, após a implantação do Polo Industrial de Santa Cruz, tornou-se o principal corpo receptor dos efluentes industriais de área. LACERDA and PFEIFFER (1983), estudando os Sedimentos em Suspensão da Baía de Sepetiba, encontraram para o Cu concentrações de $57 \mu\text{g/g}$, para o Pb ($131,1 \mu\text{g/g}$) e para o Cd ($4,4 \mu\text{g/g}$). A Salinidade média encontrada para a Bahia de Sepetiba foi de 34‰. Para o Rio Ganges na Índia, (SUBRAMANIAM et al, 1988), determinou para os sedimentos em suspensão, teores médios de Cu na ordem de $34 \mu\text{g/g}$ e para Pb valores de $27 \mu\text{g/g}$.

No que se refere à descarga total dos Sedimentos em Suspensão (TSS), MILLIMAN & MEAD (1983), mostraram que cerca de 70% da mesma procedem dos rios asiáticos. O Rio São Francisco transporta cerca de $21 \times 10^6 \text{ton/ano}$ de Sedimentos em Suspensão de acordo com os dados de Paredes, (1993), enquanto o Rio Paraná segundo Depetris et ali, (1985), transporta cerca de $95,3 \times 10^6 \text{ton/ano}$ de (TSS). Esses valores são muito mais baixos quando comparados aos valores de Sedimentos em Suspensão

transportados pelo Rio Ganges na Índia que é de 460×10^6 ton/ano (SUBRAMANIAM et alii, 1988).

Com relação ao Rio Paraguai, pelo fato das observações terem sido limitadas a apenas quatro meses do ano, tornou-se impossível fazer um balanço anual da carga de Sedimentos em Suspensão transportados ao longo de todo o seu curso e transferidos para dentro de seu estuário. Esse balanço de carga dos Sedimentos em Suspensão possibilitaria uma compreensão entre a quantidade de material que fica depositado na região estuarina e o que é lançado para dentro da Baía de Todos os Santos de acordo com as condições hidrodinâmicas da região submetidas a dinâmica de marés. A concentração dos sólidos em suspensão mostraram durante os períodos de marés de sizígia, valores médios na ordem de 26,20mg/l enquanto que nas marés de quadratura os valores foram um pouco mais baixos, em torno de 24,77mg/l.

Na ausência de poluição, a concentração de Matéria Orgânica Total nos estuários tende a ser intermediária entre aquelas encontradas nos rios e aquelas típicas de águas costeiras, mas a proporção de frações particuladas e dissolvidas frequentemente diferem nesses ambientes HEAD, (1976).

RILEY and CHESTER (1971) in: ASTON (1972), para áreas temperadas, sugerem que os níveis de Carbono Orgânico Dissolvido (DOC), que constitui a fração mais importante da Matéria Orgânica Dissolvida DOM, podem alcançar 20mg/l, mas valores mais altos que 5mg/l são geralmente associados a situações poluídas. Em regiões tropicais, MARTINS (1983), referiu para o Rio Niger, concentrações médias de 3,0mg/l de DOC, enquanto

CADÉE (1982), reporta para outro rio africano, o Rio Zaire, concentrações de 8,45mg/l de DOC/l que se aproxima da referida por BESSA e PAREDES (1990), relativamente ao Rio São Francisco (8,58mg/l). RICHEY et alli (1982), cita para o Rio Amazonas concentrações ainda mais elevadas (9,9mg/l). MEYBECK (1982), por sua vez atribui aos rios tropicais uma faixa de variação entre 2-15mg/l.

Para a região estuarina em estudo, os valores médios de DOM nas águas salinas, foi de 219,48mg/l nas marés de sizígia e de 307,47mg/l nas marés de quadratura, são muito mais elevados do que a média para as águas doces dos rios de áreas temperadas e tropicais.

Estuários são áreas de alta produtividade biológica, onde grandes quantidades de DOM e POM são produzidas HEAD (1976). No campo foi bem observado a grande produtividade orgânica presente na região estuarina estudada, quando das correntes de fluxo e refluxo, onde grandes quantidades de folhas, galhos e troncos de árvores eram transportados, além da enorme quantidade de espumas.

Segundo EISMA (1985) , cerca de 30 a 70% da fração orgânica particulada que é transportada para os oceanos fica retida na região estuarina e em águas costeiras. O mesmo autor refere que, os rios asiáticos e da oceania carregam para os oceanos as maiores quantidades de Carbono Orgânico Particulado (POC), enquanto os rios da América do Sul carregam mais Carbono Orgânico Dissolvido (DOC).

Os altos valores de Matéria Orgânica Particulada (POM), na área estudada, que nas marés de sizígia exibiram valores médios na ordem de

8,2mg/l e nas marés de quadratura 9,98mg/l estão relacionadas à degradação das plantas, a flocculação da Matéria Orgânica devido aos altos valores de Salinidade dessas águas que variaram na faixa entre 28 e 34‰ e da ressuspensão dos sedimentos de fundo sob a atuação do fluxo e do refluxo das correntes na dinâmica de marés. De modo geral a Matéria Orgânica Particulada (POM), representa em média 31% da carga de Sólidos em Suspensão transportados.

Na maioria dos ambientes aquáticos e em especial nas águas costeiras, os valores de DOM são muito maiores do que os valores de POM, mas nas águas estuarinas as quantidades são geralmente similares. Esta situação provavelmente resulta de uma combinação de fatores físico-químicos e biológicos. A maioria das águas dos rios são soluções ácidas ou neutras de baixa intensidade iônica e misturando-se com as águas estuarinas mais alcalinas e de intensidade iônica mais alta, remoção de alguns constituintes orgânicos e inorgânicos podem ocorrer HEAD, (1976).

Na área estudada, os valores médios de DOM, tanto nas marés de sizígia quanto nas marés de quadratura são muitos maiores quando comparados aos valores de POM e isto poderia estar relacionado a maior influência das águas salinas da Baía de Todos os Santos dentro da Baía de Iguape, sendo esta situação demonstrada, através dos diagramas de variação da DOM em relação à Salinidade durante o período de monitoramento das marés.

Com relação ao PIM, este constitui a parte inorgânica dos Sólidos em Suspensão transportados e através das tabelas VII e VIII observa-se que

este apresenta valores médios de (18mg/l) nas marés de sizígia e (14,8mg/l) nas marés de quadratura maiores quando comparados aos valores de POM de (8,22mg/l) nas marés de sizígia e de (9,98mg/l) nas marés de quadratura.

5. CONCLUSÕES

A partir da caracterização mineralógica e das análises químicas dos sedimentos superficiais do fundo do estuário e dos sedimentos em suspensão, bem como da determinação da Matéria Orgânica nas formas dissolvida e particulada, relacionados à dinâmica de marés que compreendeu a monitoração da S‰, pH, Índice Fótico, Temperatura e Velocidade das Correntes, podemos concluir para o estuário de Rio Paraguaçu que:

A Salinidade e o pH da água variam durante o período de fluxo e refluxo das correntes de maré, variando a Salinidade entre 30 e 32‰ nas marés de sizígia e entre 32 e 34‰ nas marés de quadratura, enquanto o pH variou de 7,1 a 8,2 nas marés de sizígia e de 7,8 a 8,14 nas marés de quadratura.

A temperatura da água variou de acordo com a temperatura atmosférica, com as temperaturas mais altas nos meses de setembro e outubro (primavera).

A hidrodinâmica do estuário apresenta simetria com seis horas de fluxo e seis horas de refluxo de maré quando das marés de sizígia, mas este comportamento é totalmente alterado durante as marés de quadratura, estando

possivelmente este fato relacionado aos baixos valores ou a total ausência de descarga defluentes do Rio Paraguaçu ao nível da Barragem de Pedra do Cavalo, ocasionando assim uma maior influência dos aportes de água da Baía de Todos os Santos para dentro do estuário, como foi demonstrado pelos valores de Salinidade e pH para a área.

A composição mineralógica desses sedimentos reflete as litologias dominantes na região, o embasamento cristalino, os sedimentos do grupo Brotas e os depósitos aluvionares holocênicos (Figura 2).

A alta salinidade variando entre 28‰ e 34‰, explica a formação de cristais de halita nos sedimentos pela evaporação da água.

Dos metais analisados nos sedimentos superficiais do fundo do estuário, na estação estudada, tanto o Cu como o Pb e o Hg apresentaram valores elevados, sendo que o Hg e o Zn nos Sedimentos em Suspensão também exibiram altas concentrações. Estes metais são transportados usualmente na forma particulada (complexos-argilo-orgânico-metálicos), podendo também serem transportados na forma dissolvida e eventualmente na forma coloidal (hidróxidos). A residência destes metais nos sedimentos onde decantariam ou a sua ressuspensão, fica dependendo da remobilização física, química ou biológica.

O Fe e o Zn apresentam valores baixos nos sedimentos de fundo ao contrário dos altos valores encontrados para os sedimentos em Suspensão. Isto poderia ser explicado pelo aporte de água salgada durante as enchentes dentro das zonas de vazas ou pelas correntes de turbulência durante as

vazantes, e que seriam responsáveis pela resuspensão desses elementos do fundo do estuário.

A explicação para os altos valores dos metais pesados analisados nos sedimentos estuarinos tanto de fundo, a exemplo do Cu, Pb e o Hg como os dos sedimentos em suspensão tais como Fe e Zn podem residir no fato da grande quantidade de matéria orgânica presente na região, tanto na forma particulada que correspondeu cerca de 20% de peso dos sedimentos, como na forma dissolvida, já que esta apresenta grande capacidade de assimilação por parte desses metais. Outro fator aliado a esse, e que precisa ser considerado, seria uma consequência do crescimento desordenado da população e das atividades industriais, tanto na região do baixo Paraguaçu como na Baía de Todos os Santos. Esses elementos acompanham os processos industriais, como os das indústrias de papel, petroquímica e refinarias de petróleo, além dos processos de fabricação de fertilizantes, sendo que a Baía de Todos os Santos abriga todas essas atividades industriais.

Dentre os metais analisados nos sedimentos de fundo, apenas o Pb apresentou concentrações mais elevadas do que a média estabelecida para o "Folhelho Padrão" de acordo com os dados fornecidos por (TUREKIAN and WEDEPHOL, 1961). Provavelmente este incremento estaria relacionado aos rejeitos das refinarias de petróleo da Petrobrás presentes na região da Baía de Todos os Santos do que propriamente relacionado ao tráfego terrestre ou marítimo na região da Baía de Iguape, que é pouco significativo.

O Hg, apesar de apresentar para os Sedimentos Ativos, valores médios abaixo do que os estabelecidos para o "Folhelho Padrão", nos

Sedimentos em Suspensão estes valores se apresentam mais elevados. Provavelmente esses altos valores são uma consequência dos mecanismos de circulação e transporte dos sedimentos em suspensão que através das correntes marinhas dentro da Baía de Todos os Santos são levados para dentro da região estuarina.

A origem das prováveis fontes de contaminação por parte dos metais na área, é motivo no momento de muita discussão. Os resultados estiveram relacionados a apenas uma estação, pois o objetivo principal deste trabalho foi o monitoramento dos parâmetros físico-químicos como já citados anteriormente da região estuarina, de acordo com a dinâmica de marés. Serão necessários estudos mais detalhados nesses sedimentos de fundo ao longo de todo o percurso do complexo estuarino do Rio Paraguaçu, incluindo os sedimentos da Baía de Todos os Santos próximos a desembocadura do Canal de São Roque, como também um levantamento de todas as atividades industriais atuantes na região.

A correspondência entre os valores médios da Matéria Orgânica Particulada (POM), reflete as pequenas taxas de variação da Salinidade entre as marés de sizígia e quadratura, enquanto a diferença registrada para as concentrações da Matéria Orgânica Dissolvida (DOM), com maior média registrada nos períodos de maré de quadratura, evidenciam uma maior contribuição marinha neste parâmetro, já que o avanço das marés de sizígia nas margens úmidas relativamente às marés de quadratura levariam a admitir incorporações de Matéria Orgânica Dissolvida mais conspícuas naquelas marés.

Finalmente, os altos valores encontrados para a Matéria Orgânica tanto particulada como dissolvida seriam o resultado de uma intensa atividade biológica dentro do estuário, correspondentes a valores toleráveis desde quando se atenda a que se trata de um ecossistema marginado por intensas florestas de mangue.

6. BIBLIOGRAFIA

ANIKIYEV, V. V.; BADTIYEVA, S. O.; SHUMIIN, N. The Behavior of Heavy Metals in the Mixing of River and Sea water: The riverine part of an estuary and the migration of suspended and dissolved forms of heavy metals. *Geokhymya*, p. 1014-1024, 1985.

ASTON, S. R.; CHESTER, R. The influence of suspended particles on the (precipitation of iron in natural waters. *Estuarine Coastal Mar. Sci*, n. 1, p 25-231, 1973.

ASTON, S. R. *Some aspects of the analyses and geochemistry of marine particulates*. 1972. 193 p. Tese (Doutorado) - University of Liverpool, Liverpool.

AZEVEDO, P. S. I.; MARTINS, S.J. Geoquímica e sedimentologia da lagoa de Guarapina (Rio de Janeiro-Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1984, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG, 1984. p. 231-243.

BADRI, M. A.; ASTON, S. R. Observation on heavy metal geochemical associations in polluted and non-polluted estuarine sediments. *Environ. Poll (Series B)*, n. 6, p. 181-93, 1983.

CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES. *Qualidade Ambiental na Bahia: Recôncavo e regiões limítrofes*. Salvador, 1987. 48 p.

BAHIA. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Atlas climatológico do Estado da Bahia: o clima como recurso natural básico à organização do espaço geográfico*. Salvador, 1978. 191 p.

BESSA, M.; PAREDES, J. F. Transporte do Carbono e do Nitrogênio Orgânico e Inorgânico Dissolvidos no Rio São Francisco, Brasil, durante o ano hidrológico (1984-1985). *Geochm. Brasil.*, v. 4, n. 1, p. 17-31, 1990.

BLOOM, H.; AYLING, G. M. Heavy metais in the Derwent Estuary. *Environ. Geol.*, n. 2, p. 3-22, 1977.

BRICHT, A. A. A. *Sedimentação na foz do rio Paraguaçu, Bahia*. 1977. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

CALMANO, W.; FORSTNER, U. Chemical extraction of heavy metais in polluted river sediments in Central Europe. *Sci. Total Environ.*, n. 2, p. 77-90, 1983.

CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. *Estudos dos Aspectos Físicos e Biológicos na Área de Influência da Barragem de Pedra do Cavalo*. Projeto Básico. Relatório Final. Salvador, 1980. 170 f.

DJUWANSAH, M. *Mangroves de la zone équatoriale: étude sédimentologique, minéralogique et géochimique*. 1990. 124 p. Tese (Doutorado) - l'Université, Université Louis Pasteur, Strasbourg.

DYER, K. R. Sedimentation in estuaries. In: BARNES, R. S. K.; GREEN, J. (Eds.). *The Estuarine Environment*. London: Applied Science, 1972. p. 10-32.

ELLENBERG, H.; MUELLER-DOMBOI, D. Tentative physiognomic-ecological classification on plant formations of the Earth. *Bericht Uber das Geobotanische*, n. 37, p. 21-55, 1965/1966.

ERIN, M.; EDIGER, V.; BODUR, M. N. et al. A review of modern sedimentacion in the Golde Hon Estuary (Sea of Marmara), Turkey. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, v. 8, n. 2, p. 135-151, 1990.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Office of Technology Transfer* Washington D.C. 20460, 1974. p 134-197.

EISMA, D. Supply of suspended from the Zaire Rivers. In: TRANSPORT of carbon and minerals in major world rivers. Hamburg: Inst. Univ. Hamburg, 1985. p. 419-428. (Sonderband, Heft 52).

FLECHTER, W. K. Analytical methods. In: GEOCHEMICAL Prospecting.. Vancouver: University of British Columbia, 1981. p. 109-136.

GOLDBREG, E. D. Atmospheric dust, the sedimentary cycle and man. *Comments Earth Sci. Geophys.*, n. 1, p. 117-132, 1971.

GORSILINE, D. S. Contrasts in Coastal by sediments on the gulf and Pacific coasts. In: LAUFF, G. H. (Ed.). *Estuaries* Washington, D.C.: America Association for the Advancement of Science, 1967. p. 219-225.

HEAD, P. C. Organic processes in Estuaries. In: BURTON, J. D. *Estuarine Chemistry*. Less: Academic J Press, 1976. p. 53-87.

INDA, H. A.; BARBOAS, J. F. *Texto explicativo para o Mapa Geológico do Estado da Bahia*. Escala 1:1.000.000. Salvador: SME/CPM, 1978. 137 p.

JENNE, E. A. Tracé elements sorption by sediments and soilsites and processes. In: CHAPPEL, W.; PETERSEN, K. (Eds.). *Symposium on Molybdenum*. New York: Marcel Dekker, 1976. v. 2, p. 425-553.

JING, Z.; WEI-WENJ, H. Concentrations of trace metals in the Qiantang-jiang river and its estuary southern China. *Ambio*, v. 17, n. 1, p. 36-39, 1988.

KALCK, Y. *Evolution des zones à mangroves du Sénégal au Quaternaire récent, études géologiques et géochimiques*. 1978. 122 p. Tese (Doutorado) - Université Louis Pasteur, Strasbourg.

KEMPE, S. H. et al. Compilation of carbon and nutrient discharge I from major World Rivers. In: TRANSPORT of carbon and minerals in major world rivers. Hamburg: Inst. Univ. Hamburg, 1985. p. 29-32. (Sonderband, Heft 58).

KHAILOV, K. M.; FINENKO, Z. Z. Institute of the BIOLOGY of the Southern Seas. Academy of Sciences of the Ukraine SSR. In: Marine Food Chains. Ed. by J.H. Streeke, Oliver Boyd reprint Otto koeltz Antiquariat, 1973.

KOEPPEN, W. *Climatologiaf con un estudio de los climas de la Tierra*. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478 p.

KRAUSKOPF, K. B. *Introdução à geoquímica*. São Paulo: EDUSP, 1972. 294 p.

LACERDA, L. D.; PFEIFFER, W. C. Monitoring of heavy metal Pollution Trough the Critical Pathways Aproach: a case study in Sepetiba Bay Brasil. *Int Conf on Heavy Metals in the Enviroment.*, Heidelberg, Germany, p. 1-9, 1983.

LACERDA, L. D.; SALOMONS, W. *Mercúrio na Amazônia - Uma Bomba Química?* Rio de Janeiro: CETEM, [19??]. v. 3.

Le DOUREC, P. *L'intrusion saline dans l'estuarine interne de la Loire. Étude du front de salinité et ses variations saisonnieres*. 1978. 197 p. Tese (Doutorado) - l'U.E.R. de Sciences de la Nature, l'Université de Nantes, Nantes.

LUOMA, S. V.; BRYAN, G. W. A statical asociation of the from of trace metais in oxidized estuarine sediments employing chemical extractants. *The Science of the Total Environment*, n. 17, p. 165-96, 1981.

MARIUS, C. Mangroves du Senegal et de la Gambia. L'ORSTOM. Institut Français de Recherche Scientifique pour le Developpement en Coopération. *Ecologie-Pedologie- Geochimie: Mise en valeur et aménagement*. Paris, 1985. p. 91-131.

MARTINS, O. Transport of carbon in the Niger River. In: TRANSPORT of carbon and mineraais in major world rivers. Hamburg: Inst. Univ. Hamburg, 1985. p. 397-418. (Sonderband, Heft 52).

MILLIMAN, J. D.; MEAD, R. H. World - wide delivery of river sedíment to the ocean. *Geol.*, n. 91, p. 1- 21, 1983.

PALMA, F. S. Estudos de Corpos de Rochas Máficas e Ultramáficas na Bacia do Médio Paraguaçu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., 1977, Belém. *Anais...* Belém: SBG, 1977.

PAREDES, J. F.; CARVALHO, V. M.; BRITO, R. R. C. Relationship between particulate organic carbon and nitrogen in estuarine mangrove area of the Bay of "Todos os Santos" (Bahia State, Brazil). In: TRANSPORT of carbon and minerals in major world rivers. Hamburg: Inst. Univ. Hamburg, 1985. p. 203-214. (Sonderband, Heft 55).

PAREDES, J. F.; CARVALHO, I.G. Componentes Orgânicos e Inorgânicos Transportados pelos Rios Paraguaçu e Jacuípe e Transferidos pelo Reservatório de Bananeiras. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM PERSPECTIVES FOR ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY IN TROPICAL COUNTRIES, Niteroi, 1993. No prelo.

PAREDES, J. F.; FREITAS, R. R. Dosagem do Fe nos sedimentos e interpretação da formação de espuma no estuário do Rio Jacuípe quando da ocorrência das cheias. *Rev. Cien. e Cultura*, v. 32, n. 1, p. 84-87, 1980.

PAREDES, J. F. TOC and other hydrochemical parameters of the Paraguaçu/Bahia, Brazil, before the building of the Pedra do Cavalo. In: TRANSPORT of carbon and minerals in major world rivers. Hamburg: Inst. Univ. Hamburg, 1985. p. 379-388. (Sonderband, Heft 52).

PESTANA, H. M.; LACERDA, D. L. *Especiação geoquímica aplicada a estudo de mobilização de metais pesados em sedimentos estuarinos dos rios do Frade e da Guarda*. Rio de Janeiro. 1989.

PICKARD, G.; EMERY, W. J. *Descriptive Physical Oceanography: An Introduction*. London: Pergamon Press, 1982.

PRITCHARD, W. D.; CAMERON, M. W. Estuaries. *The sea*. 1967. v. 2, p. 306-323.

QUEIROZ, A. F. S. *Estudos geoquímicos e sedimentológicos no manguezal do estuário do rio Jacuípe, Camaçari, Bahia*. 1989. 227 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

QUEIROZ, A. F. S. *Mangroves de la Bahia de Todos os Santos – Salvador - Bahia-Brasil: Ses caracteristiques et L'influence Antropique sur sa geoquimie*. 1992. 148 p. Tese (Doutorado) - L'Université Louis Pasteur, Strasbourg.

RICHEY, J. E. et al. *Organic Carbon: Oxidation and Transport by the Amazon System: A Biogeochemical Model*. Hamburg: SCOPE/UNEP, 1982. P. 365-378. (Sonderband, 52).

ROBBE, D.; MARCHANDISE, P.; GOULEU, D. Heavy metais in the sediments of the loire estuary. *Water Res.*, v. 19, n. 12, p. 1555-1563, 1985.

ROBBIN, F. M.; OTTMANN, F. Comparative study of the fixation of inorganic mercury on the principal clay minreals and the sediments of the loire estuary. *Reprinted from Estuarine and Coastal Marine Science*, n. 7, p. 425-436, 1978.

SÁ, H. J. S. *Mapa Metalogenético do Estado da Bahia*. Texto Explicativo. Salvador: SME/CPM, 1982.

SALOMONS, W.; FORSTNER, U. Trace metais analysis on polluted I sediments. II. Evaluation of Enviromental impact. *Environ. Technol.*, p. 506-517, 1980.

SAYDAM, C.; LATIF, M. A.; SALIHOGLU, I. et al. Golden horn oceanographic investigations - first annual report. Turkey: Inst. Mar. Sci., METV, Erdemli, 1986. 92 p.

SUBRAMANIAN, V.; RICHEY, J. E.; ABBAS, N. Geochemistry of river baisins of India - Part II - Preliminary studies on the particulate C and N in the ganges - Brdamapture River Sistem. In: TRANSPORT of carbon and mineraais in major world rivers. Hamburg: Inst. Univ. Hamburg, 1985. p. 513-518. (Sonderband, Heft 53).

SUBRAMANIAN, V.; ITTA, P. K.; GRIEKAN, R. V. Heavy metais in the ganges estuary. *Mar. Pollut. Bull.*, v. 19, n. 6, p. 290-293, 1988.

SUGUIO, K. *Rochas sedimentares: propriedades, gênese e importância econômica*. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. cap. 4, p. 188.

TESSIER, S.; CAMPBELL, P. G. C.; BISSON, M. Sequential extration procedure li for the speciation of particulate trace metais. *Analytical Chemistry*, v. 51, n. 7, p. 884-51, 1979.

THOMAS, A. J. C.; MARTINS, J. M. Chemical composition of river suspended sediments Yang - Tse, Mackenzie, Indres, Orinoco, Paraná and French Rivers (Serne, Loire, Garone, Dordone, Rhone Hefft 52:555-564, Mai, 1982.

TRICART, J.; CARDOSO. *Programa de estudos geomorfológicos para o Vale do Paraguaçu*. Salvador: UFBA, 1959.

TUREKIAN, K. K.; WEDEPOHL, K. H. Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. *Geol. Soc. of Am. Bull.*, v. 72, p. 175-192, 1861.

VASCONCELOS, P. F.; FREIRE, S. G. Estudo preliminar dos aspectos hidrodinâmicos e sedimentológicos do Estuário do Rio Cocó, Estado do Ceará. *Arq. Ciên. Mar*, n. 24, p. 81-87, 1985.