



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA

FORTALEZA, CEARÁ  
AGOSTO DE 1999

**B S L C M**

**ESTUDO SEDIMENTOLÓGICO E BATIMÉTRICO DO  
ESTUÁRIO DO RIO PACOTI, CE.**



**THAÏS MARIA DE MENDONÇA TROMPIERI**

**AGOSTO  
1999**



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- T766e Trompieri, Thais Maria de Mendonça.  
Estudo sedimentológico e batimétrico do estuário do Rio Pacoti, Ce / Thais Maria de Mendonça Trompieri. – 1999.  
41 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 1999.  
Orientação: Prof. Dr. Geoge Satander Sá Freire.
1. Sedimentologia. 2. Estuários. I. Título.

CDD 639.2

---

---

PROFESSOR ORIENTADOR  
Prof. Adj. Geoge Satander Sá Freire

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Adj. Patrícia Rodriguez de Carvalho Pinheiro

---

Prof. Adj. Cassiano Monteiro Neto

---

Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca  
Prof. Adj. Luís Pessoa Aragão

---

Coordenador do Curso de Engenharia de Pesca  
Prof. Adj. Selma Ribeiro Viana

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. George Satander Sá Freire, pelo apoio e paciência.

Aos colegas do Lgma: Serginho, Silvania, Ângela, Andréa Claudiane, Orlando, Denise, André, Ivanildo, Ronaldo, Rodrigo, Geraldo, Aucilene e Sávio, pela amizade.

A Leonardo e Rafael , pela amizade e enorme paciência e ajuda para que o trabalho fosse terminado.

Ao Departamento de Engenharia de Pesca e todos os seus professores.

A Leni e Seu Edílson.

Aos meus pais, Nádía e Nicolino, pela dedicação e amor.

Aos meus irmãos Nicolino, Daniel e Gudu.

A minha irmã Natália e meu cunhado Jesper.

Aos meus amigos de agora, de antes e de sempre.



## SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	7
2 – MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1 - Coleta das Amostras	11
2.2 - Análise Textural	11
2.2.1 - Peneiramento Úmido	15
2.2.2 - Peneiramento Seco	16
2.2.3 – Pipetagem	17
2.3 - Análise de Carbonato de Cálcio (Ca CO <sub>3</sub> )	20
2.4 – Análise de Matéria Orgânica (MO)	21
2.5 – Estudo Batimétrico	23
2.6 – Confecção de Mapas e Tabelas	23
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.1 - Resultados das Análises	24.a
3.1.1 – Códigos da Tabela de Resultados	24.b
Mapas	
Pontos de amostragem de sedimentos no estuário do rio Pacoti, CE	25.a
Mapa de Análise Textural do estuário do rio Pacoti, CE	25.b
Teores de carbonato de cálcio no estuário do rio Pacoti, CE	26.a
Teores de matéria orgânica no estuário do rio Pacoti, CE	28.a
Mapa batimétrico do estuário do rio Pacoti, CE	29.a
4 – CONCLUSÕES	31
5 – BIBLIOGRAFIA	32
Fotos	
Foto 1	34
Foto 2	34
Foto 3	35
Foto 4	35

## RESUMO

No Brasil há ocorrência de várias áreas estuarinas ao longo de seu litoral. São ambientes de transição que sofrem ação das marés, propício para pesca e cultivo. A sedimentologia é utilizada para a caracterização dos substratos, que interagem de forma seletiva nos ambientes aquáticos na presença, alimentação e reprodução dos organismos aquáticos. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar, através da sedimentologia e batimetria, o estuário do Rio Pacoti, localizado no município de Aquiraz, CE. Para realização deste trabalho foram coletadas amostras sedimentares do referido estuário. O estudo batimétrico foi realizado com um ecobatímetro e um GPS, seguindo a linha de coleta de amostras. Os perfis de coleta foram realizados em malha tipo grega, utilizando um amostrador do tipo Van Veen. Em campo as amostras foram georreferenciadas, ensacadas e etiquetadas. Em laboratório foi feita a análise textural (peneiramento seco, peneiramento úmido e pipetagem) das amostras. Foi utilizado um programa estatístico, baseado nos parâmetros de Folk-Ward, para tratamento dos dados obtidos. Em laboratório as amostras foram submetidas também à análises de teores de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), utilizando o método do calcímetro de Bernard, e determinação da matéria orgânica (MO) pelo método de Walkey-Black. A análise textural revelou uma predominância de areia com cascalho esparsos (48,2%) e areia (30,4%); principalmente nas amostras coletadas próximo à foz, seguidos pela areia lamosa com cascalho esparsos (14,3%) das amostras do interior do estuário. O cascalho presente se trata de fragmentos organógenos. Os resultados para matéria orgânica e carbonato de cálcio obtidos expressam uma média de  $\text{CaCO}_3$  de 8,17%, com valores máximos e mínimos de 38,18% e 3,64%, respectivamente. Os valores de MO obtiveram média de 0,34%, com valores máximos e mínimos de 2,83% e 0,025%, respectivamente.

## 1 – INTRODUÇÃO

Atualmente todas as pesquisas e estudos ambientais que se queira realizar devem ser conduzidos de forma multidisciplinar. Podemos afirmar que as questões ambientais se encontram intimamente interligadas e são interdependentes entre si, de forma que todas e quaisquer alterações provocadas no ambiente trarão conseqüências em cadeia. A distribuição sobre o planeta dos organismos vivos são determinados por fatores ambientais. A caracterização física e química dos ambientes nos ajuda a compreender o comportamento dos organismos e detectar alterações que possam ocorrer em virtude do dinamismo do ambiente, pois este não é estático, e da atuação do homem de forma direta ou indireta

O estudo sedimentológico é amplamente utilizado para caracterização de ambientes. Os fenômenos de intemperismo e desintegração, erosão e transporte aos quais os sedimentos estão sujeitos em ambientes subaquáticos e subaéreos, dão origem aos mais variados tipos de substrato. A classificação dos sedimentos quanto suas propriedades físicas e químicas é usado na caracterização dos ambientes e quais fatores predominaram na formação dos sedimentos locais. Diversos fatores que atuam em uma região podem ser conhecidos através do estudo sedimentológico e correlacionados com a distribuição dos organismos vivos e suas atividades no ambiente (reprodução, alimentação, desenvolvimento). A granulometria dos sedimentos nos permite caracterizar o substrato de uma região através das propriedades físicas de dimensões e tempo de decantação dos grãos.

Para uma melhor qualificação dos sedimentos é feito o estudo químico dos mesmos. Usualmente se faz a determinação dos teores de Matéria Orgânica





e Carbonato de Cálcio nos sedimentos.

Os estuários são ambientes de transição por excelência, apresentam variações no tempo e no espaço e estão em constante processo evolutivo (LE DAUAREC, 1978). Segundo SOUZA *et. al.* (1994) os ambientes de transição possuem tendências estáveis e instáveis e possuem uma vulnerabilidade ambiental de moderada a forte. Segundo BRANDÃO (1995) os ambientes estuarinos ou de planícies flúvio- marinhas são ambientes de uso compatível para reservas biológicas, tendo preservação compulsória e permanente de sua biodiversidade.

Nos ambientes estuarinos ou de planícies flúvio marinhas formam-se depósitos sílticos- argilosos, ricos em matéria orgânica, que sustentam uma vegetação de mangue. Não se restringem apenas às desembocaduras desenvolvendo-se também nos baixos cursos dos rios até onde se faz sentir a influência marinha (BRANDÃO, 1995). Os teores de carbonato de cálcio e matéria orgânica, e a análise granulométrica, são largamente utilizados na caracterização de ambientes estuarinos.

Os estuários constitui-se de uma região topograficamente baixa, plana e modelada pelas interações dos agentes marinhos e fluviais. O contato da água doce com a salgada provoca a floculação de argilas, resultando na deposição de material escuro e lamacento. Caracteriza-se ainda pelo desenvolvimento de uma vegetação de espécies lenhosas e perinofólias, adaptadas às variações de temperatura, altas taxas de salinidade, aeração deficiente e grande mobilidade dos solos lamacentos devido ao regime misto de água doce e água salgada provocado pela ação das marés. Esta vegetação é formada por espécies próprias dos mangues.

Nos mangues do nordeste são encontradas as espécies *Rhizophora mangle* (mangue vermelho ou verdadeiro), *Avicennia shaueriana* e *Avicennia germinans*. (mangue siriúba ou mangue preto), *Laguncularia racemosa* (mangue

branco) e *Cornocapus erecta* (mangue manso ou de botão). A ocorrência dos diferentes tipos de mangues ao longo dos cursos de água, é determinada pelas necessidades de cada espécie em relação a salinidade e temperatura.

Os estuários com formações de mangue são ricos em matéria orgânica, proveniente da decomposição dos vegetais, elo fundamental na cadeia alimentar de diversos organismos. Suas variações e instabilidade proporcionam ambiente ideal para reprodução, alimentação e proteção de diversas espécies de peixes, crustáceos e moluscos de valor econômico. Servem de abrigo para alimentação, reprodução, descanso de aves aquáticas e são também fornecedores de grandes quantidades de matéria orgânica para o mar, enriquecendo suas águas, proporcionando melhor desenvolvimento dos organismos aquáticos costeiros.

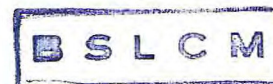
Segundo BRANDÃO (1995) os mangues funcionam como filtros naturais, retendo os sedimentos oriundos das áreas erodidas e substâncias poluidoras como metais tóxicos e pesticidas. Fornecem ainda, ao longo dos rios, proteção contra as enchentes, diminuindo a força das inundações e preservando os campos agricultáveis adjacentes.

Além de favorecer ao desenvolvimento de diversas espécies vegetais e animais, as comunidades adjacentes à área estuarina tem neste ecossistema uma fonte muito importante para sua alimentação, moradia e renda. Podem ser utilizados para pesca racional, para o desenvolvimento da aquicultura, cultivo de ostras, plantas ornamentais e desenvolvimento de atividades turísticas, recreativas e educacionais.

Apesar da enorme importância dos estuários e mangues para o perfeito equilíbrio ambiental, poucos estudos são realizados nestas áreas, que mesmo sendo protegidas pela legislação do meio ambiente, sofrem diversas agressões, como aterro, drenagem, corte de árvores, despejo de esgotos e lixo, desvio de seus cursos de água, dentre outros tipos de degradação ambiental.

Segundo BRANDÃO (1995) o rio Pacoti nasce na vertente norte-





oriental da serra de Baturité e possui um curso de cerca de 130 km, seguindo, aproximadamente, a direção sudoeste- nordeste. Possui uma área de 717,06 km<sup>2</sup>, sendo uma das bacias hidrográficas de maior destaque devido a construção do sistema de açudes Pacoti-Riachão e Acarape do Meio (este fora dos limites da região metropolitana). A maior parte de seu trecho ( médio e alto cursos) está contida em terrenos cristalinos e ao penetrar na região metropolitana de Fortaleza, após constituir parte de seu limite sudeste, passa a drenar terrenos sedimentares. Os contribuintes de maior porte são os riachos Baú e Água Verde, ambos afluentes pela margem esquerda do Rio Pacoti.

O estuário do Pacoti está dentro da região metropolitana de Fortaleza, no município de Aquiraz, nas coordenadas 3° 48' 31" S e 38° 25' 31" W. O encontro do rio com mar esta situado dentro da COFECO (Colônia de Férias da Coelce). Na área do estuário observa-se dunas fixas e móveis. Ocorre formação de mangue, e apesar de sua importância esta área já se encontra bastante modificada quanto à qualidade de seu conjunto paisagístico e de seus componentes ambientais. Os elevados índices de antropização provocam uma série de alterações sócios-ambientais que causam prejuízos tanto ao meio natural quanto à qualidade de vida populacional. A conservação e exploração racional do mangue e áreas costeiras próxima ao estuário do Pacoti é necessário para manutenção da estabilização costeira e da produtividade pesqueira próximo à área.

No intuito de se contribuir, neste sentido, foi realizado este trabalho, tendo como objetivo caracterizar e analisar, através de estudos sedimentológicos, o estuário do rio Pacoti.



## **2 – MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 - Coleta das amostra**

As amostragens dos sedimentos do estuário do rio Pacoti foram feitas em perfis com malha tipo grega ao longo do curso do estuário com uma lancha motorizada ( motor Mercury 15 HP) Leve Fort e auxílio de um ecobatímetro Lowrance, através de um amostrador pontual do tipo Van Veen. As amostras coletadas foram georreferenciadas com auxílio de um GPS Garmin 45, ensacadas e etiquetadas e levadas para o laboratório.

Em laboratório as amostras brutas foram secas à temperatura de 60°C, para não ocorrer alteração dos argilo-minerais e matéria orgânica. As amostras secas foram utilizadas na análise textural, determinação de teor de carbonato de cálcio e matéria orgânica.

### **2.2 - Análise Textural**

Com as amostras secas, foi feito o peneiramento úmido e o seco, e, quando necessário, feita a pipetagem das frações finas (silte e argila). O peneiramento úmido é feito com a finalidade de separar a fração silte- argilosa (granulometria menor que 0,062mm) do restante da amostra e o peneiramento seco consiste em obter a separação dos sedimentos grosseiros da amostra (granulometria maior que 0,062mm) nas diferentes frações granulométricas de 2,830mm à 0,062mm. A pipetagem, è executada com a finalidade de obter os dados para o cálculo dos percentuais das frações 0,032; 0,016; 0,008; 0,004 e 0,002mm (de  $f_i$  de 5 a  $f_i$  de 9) para silte e argila.

As dimensões dos grãos podem ser definidas também através do  $f_i$  ( $\emptyset$ ),

que corresponde ao logaritmo negativo de base 2 da granulometria em milímetro, segundo KRUMBEIN (1934).

$$\phi = -\log_2 d$$

Onde  $d$  corresponde ao diâmetro do grão em milímetro.

Nesta escala os grãos com granulometria de 1 mm correspondem a um valor de 0  $\phi$ , os com granulometria mais finas possuem valores de  $\phi$  positivos e os com granulometria mais grosseiras possuem valores de  $\phi$  negativos. Os intervalos de classe são eqüidistantes e os valores de  $\phi$  são números inteiros que coincidem com os limites de classes da escala de Wentworth.

Os sedimentos são divididos em grosseiros e finos. Os sedimentos grosseiros são aqueles com diâmetro maior que 0,062 mm e os finos com diâmetro menor que 0,062 mm. Os sedimentos finos são formados por siltes e argilas, de acordo com as escalas propostas por Atterberg e Wentworth. Para a análise, se utilizam métodos diferentes para os finos e os grosseiros. Os sedimentos grosseiros são tratados com auxílio de um jogo de peneiras com malhas de diferentes aberturas, seguindo intervalos de  $\frac{1}{2} \phi$ . Os finos são tratados através da lei de Stokes sobre a velocidade da decantação das partículas em meio fluido, para isto se utiliza a pipetagem da amostra em solução, em diferentes tempos. Antes é necessário promover a desfloculação dos sedimentos argilosos e sílticos com uso de anti-floculantes como o oxalato de sódio, pois estas no meio ambiente sofrem formação de aglutinados de partículas pela ação de eletrólitos em suas cargas. Os dois tratamentos (peneiramento e pipetagem) devem ser utilizados em conjunto.

Os intervalos de classe são utilizados para classificação do tipo de sedimento segundo as suas dimensões, que se divide em seixo, grânulo, areia (muito grossa, grossa, média, fina, muito fina), silte (grosso, médio, fino e muito fino) e argila (argila e ultra- argila), na escala de Wentworth e bloco, seixo

(grande, médio e fino), areia (grossa, média e fina), silte (grosso, médio e fino) e argila, na escala de Atterberg.

Depois de classificados, os sedimentos são tratados pela análise estatística. Atualmente os programas estatísticos voltados para a granulometria utilizam fórmulas analíticas que permitem expressar as características em curvas de distribuição de frequência. As diferenças entre as curvas são representadas numericamente pelas medidas estatísticas.

Alguns dados característicos importantes à serem considerados na análise granulométrica são as Medidas de Tendência Central, o Grau de Seleção, o Grau de Assimetria e a Curtose. Utilizamos os parâmetros de Folk e Ward para realizar as análises estatísticas e a classificação das amostras à partir das escalas por eles sugeridas.

Uma das Medidas de Tendência Central usada é o diâmetro mediano. Define a granulometria que divide a amostra analisada em duas metades iguais de 50  $\phi$ . O diâmetro mediano não leva em consideração a distribuição granulométrica em ambos os lados. INMAN (1952) descreveu o diâmetro médio como:

$$M\phi = (1/2) \times (\phi_{16} + \phi_{84})$$

Esta é uma medida mais conveniente para análises matemáticas, porém segundo FOLK & WARD (1957) esta medida só fornece bom resultados em curvas de distribuição aproximadamente normais, sendo insatisfatória em curvas bimodais ou assimétricas. Dessa forma eles sugeriram uma forma modificada do diâmetro médio, que satisfaz estas condições:

$$MZ = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}) / 3$$

Onde:

$MZ$  – Média (segundo FOLK & WARD).

$\phi_n$  – Malha da peneira no qual  $n\%$  da amostra teria diâmetro superior.





O Grau de Seleção é a medida de dispersão dada pelo desvio padrão, Folk e Ward sugeriram o uso de uma medida de seleção chamada de desvio padrão gráfico pela fórmula:

$$\hat{U}_1 = (\phi_{84} - \phi_{16}) / 4 + (\phi_{95} - \phi_5) / 6,6$$

Onde:

$\hat{U}_1$  – Grau de Seleção ( segundo FOLK & WARD).

$\phi_n$  – Malha da peneira no qual  $n\%$  da amostra teria diâmetro superior.

Foi sugerida também uma escala qualitativa usada para descrição do grau de seleção dos sedimentos seguindo os seguintes limites:

$\hat{U}_1$  menor que 0,35 = muito bem selecionado;

0,35 a 0,50 = bem selecionado;

0,50 a 1,00 = moderadamente selecionado;

1,00 a 2,00 = pobremente selecionado;

2,00 a 4,00 = muito pobremente selecionado;

$\hat{U}_1$  maior que 4,00 = extremamente mal selecionado.

O Grau de Assimetria de um sedimento é indicado pelo afastamento do diâmetro médio da mediana. Folk e Ward combinaram duas fórmulas de Inman em uma única fórmula denominada de assimetria gráfica exclusiva:

$$Sk_1 = \{ (\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}) / 2(\phi_{84} - \phi_{16}) \} + \{ (\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}) / 2(\phi_{95} - \phi_5) \}$$

Onde:

$Sk_1$  – Assimetria (segundo FOLK & WARD).

$\phi_n$  – Malha da peneira no qual  $n\%$  da amostra teria diâmetro superior.

Foi feita também uma escala qualitativa para descrição do grau de assimetria dos sedimentos:

$Sk_1$  entre - 1,00 e - 3,00 = assimetria muito negativa;

-0,30 e -0,10 = assimetria negativa;

-0,10 e +0,10 = aproximadamente simétrica;

+0,10 e +0,30 = assimetria positiva;

+0,30 e +1,00 = assimetria muito positiva.

A Curtose retrata o grau de agudez dos picos nas curvas de distribuição de freqüência. Folk e Ward definiram uma fórmula para o cálculo da curtose chamada de curtose gráfica:

$$K_g = (\phi_{95} - \phi_5) / 2,44(\phi_{75} - \phi_{25})$$

Onde:

$K_g$  - Curtose (segundo FOLK & WARD).

$\phi_n$  - Malha da peneira no qual  $n\%$  da amostra teria diâmetro superior.

Para classificação de uma curva segundo os valores da curtose são utilizados os seguintes limites:

$K_g$  menor que 0,67 = muito platicúrtica;

0,67 a 0,90 = platicúrtica;

0,90 a 1,11 = mesocúrtica;

1,11 a 1,50 = leptocúrtica;

1,50 a 3,00 = muito leptocúrtica;

$K_g$  maior que 3,00 = extremamente leptocúrtica.

### 2.2.1 - Peneiramento Úmido

Inicialmente fazemos a secagem da amostra bruta em estufa à 60° C. Depois de seca, a amostra foi quarteada para melhor homogeneização.

O quarteamento consiste em derramar toda a amostra sobre uma superfície limpa, dividi-la com ajuda de uma espátula em quatro partes e ir misturando continuamente uma parte com outra, até fazer a mistura de todas as quatro partes. Para melhor homogeneização se realiza duas vezes o processo de quarteamento. Depois é retirada a quantidade de amostra que se quer estudar e o



resto é novamente ensacado.

Foram separadas 100 gramas da amostra quarteada. Lavamos as 100g da amostra em uma peneira com malha 0,062mm. Nesta etapa foi feita a separação da fração fina menor que 0,062mm,. A fração retida na peneira, que é a fração grosseira (granulometria superior a 0,062mm ), é levada novamente a estufa de secagem, para após ser feito o peneiramento seco. A fração que passa da peneira é recolhida em um balde. Esta fração é a silte- argilosa, considerada fina (granulometria inferior à 0,062mm). Deixa-se esta fração da amostra em repouso dentro do balde durante alguns dias para que ocorra a decantação. Depois a água em excesso é retirada com ajuda de um sifão e a lama que ficou no fundo levada para uma proveta para se fazer a pipetagem.

### **2.2.2 - Peneiramento Seco**

A fração grosseira da amostra, depois de separada da fração fina e seca em estufa, é colocada em um jogo de 12 peneiras com malha variando de 2,830mm a 0,062mm e o fundo no qual se deposita a fração 0,062mm. O peneiramento foi feito utilizando-se um agitador mecânico do tipo "*Rot Up Sieve Shaker*". Cada fração da amostra retida nas peneiras foi pesada, etiquetada e o valor anotado em uma ficha de análise granulométrica. Do somatório de todas as frações foi feito a porcentagem da fração dos grosseiros.

Quando a porcentagem dos grosseiros for inferior a 85% da amostra analisada então sua fração fina é considerada significativa. Utiliza-se, portanto, a pipetagem, que é feita com os sedimentos finos silte e argila (granulometria menor que 0,062mm), resultantes da etapa do peneiramento úmido.



### 2.2.3 – Pipetagem

Para se proceder a pipetagem é necessário colocar os sedimentos que ficaram no balde após o peneiramento úmido (silte e argila) em uma proveta de 1000ml e adicionar 0,67g de Oxalato de Sódio (um anti-floculante), e em seguida completa-se o volume da proveta com água destilada.

Deixamos a solução em descanso até que se verifique que o sedimento não esta floculado. Pesa-se para cada amostra, cinco frascos vazios, devidamente etiquetados de 1 a 5 e o número da amostra. Os valores são anotados. Mexe-se bem o conteúdo da proveta e com uma pipeta coleta-se 20 ml da amostra a uma profundidade de 10 cm da borda da proveta em diferentes espaços de tempo, sem tornar a misturar a solução. Cada coleta é posta nos respectivos frascos , seguindo as relações Tempo x Queda da **Tabela 01**. Em seguida os frascos são colocados na estufa para que a água evapore e reste somente os sedimentos. Depois de secos os frascos são novamente pesados e o peso de cada frasco anotado. Em cada frasco encontraremos frações de sedimentos com diferentes diâmetros como relacionado na **Tabela 01**.

Amostra 1 (g)	Relação Tempo x Queda	Diâmetro do Grão (mm)
Frasco 1	00:00:58	0,032
Frasco 2	00:03:52	0,016
Frasco 3	00:07:44	0,008
Frasco 4	00:31:00	0,004
Frasco 5	02:03:00	0,002

**Tabela 01** - Velocidade de decantação de partículas pequenas - Lei de Stokes.

Pequenas partículas decantam com velocidades constantes em água ou outros fluidos. Este fenômeno ocorre quando a resistência do fluido iguala-se à

força gravitacional que age sobre o grão e quando as moléculas do fluido são muito pequenas em relação as partículas sólidas em queda. Os fatores que influenciam na menor ou maior velocidade de decantação das partículas são o raio do grão, forma, densidade e textura de sua superfície e densidade e viscosidade do fluido.

A lei clássica para estudos de velocidade de decantação de pequenas partículas é Lei de Stokes, onde o tamanho do grão está relacionado com o tempo de queda. À rigor esta lei está relacionada com o estudo de esferas perfeitas, porém vários experimentos comprovaram que as diferenças entre as velocidades de grãos com formas variando desde angulares a esferas perfeitas e placas é muito pequena, não sendo portanto a esfericidade do grão um fator limitante desta lei.

Outros fatores que devem ser considerados para aplicação, desta lei são a rigidez da partícula, ausência de atrito entre a partícula e o fluido, uso de cilindro contendo o fluido com no mínimo 5 cm de diâmetro (para se considerar a extensão do fluido infinita em relação a partícula), partículas de tamanho pequeno, não excedendo à 0,05 mm. Partículas muito maiores que 0,05 mm decantam com velocidades maiores e, em caso de partículas grandes, não atingem velocidades constantes em provetas de tamanho normal.

O diâmetro dos grãos é conhecido através da velocidade de decantação, utilizando-se a lei de Stokes, que tem como fórmula empírica:

$$R = 6\pi \times r \times \eta \times v$$

Onde:

$R$  – Resistência à queda em g.cm/s<sup>2</sup>

$r$  - Raio da esfera em cm.

$\eta$  – Viscosidade do fluido em dinas.

$v$  – Velocidade da queda em cm. s<sup>-1</sup>

Para cálculo dos finos, devemos conhecer o valor da fração superior a 0,062 mm (peso total da fração grosseira) e inferior a 0,062 mm (peso da fração fina), além dos valores dos pesos dos vidros cheios e secos. Para estes cálculos se faz o seguinte procedimento:

Encontra-se os valores de X1, X2, X3, X4 e X5 referentes aos vidros 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Onde **a** é o peso do vidro com sedimento já seco e **b** o peso do vidro seco, sem sedimento (**Tabela 02**).

<b>X1</b>	$50 \times (a1 - b1 - 0,013)$
<b>X2</b>	$50 \times (a2 - b2 - 0,013)$
<b>X3</b>	$50 \times (a3 - b3 - 0,013)$
<b>X4</b>	$50 \times (a4 - b4 - 0,013)$
<b>X5</b>	$50 \times (a5 - b5 - 0,013)$

**Tabela 02** - Cálculo para os valores de **X**

Com os valores de X podemos encontrar os valores de *fi* 5, 6, 7, 8 e 9 (**Tabela 03**).

<b>Phi 4.5 (0,044 mm)</b>	PF - X1
<b>Phi 05 (0,031 mm)</b>	X1 - X2
<b>Phi 06 (0,016 mm)</b>	X2 - X3
<b>Phi 07 (0,008 mm)</b>	X3 - X4
<b>Phi 08 (0,004 mm)</b>	X4 - X5
<b>Phi 09 (0,002 mm)</b>	X5

**Tabela 03** - Cálculo para os valores de **fi**.

Após estas etapas os dados foram tratados no Programa para cálculo de parâmetros estatísticos e construção de histogramas para amostras sedimentares baseados no método de Folk, para a classificação da amostra, adaptado de parte da subrotina Sieve usada pela Petrobrás.



### 2.3 - Análise de Carbonato de Cálcio ( $\text{CaCO}_3$ )

Para a análise de carbonato de cálcio utilizamos um equipamento chamado Calcímetro de Bernard modificado. O equipamento consiste em uma armação de dois tubos graduados interligados (fig 2) e um erlenmeyer adaptado à

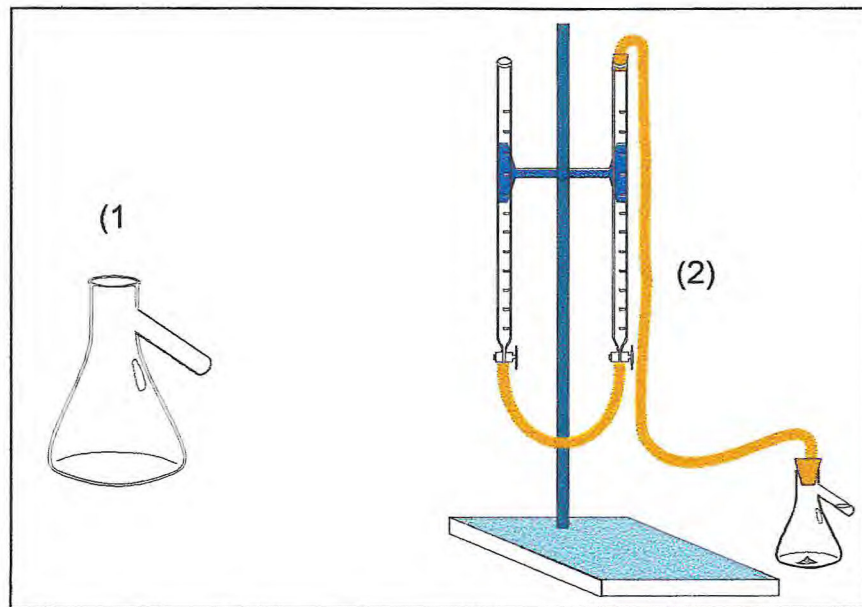


fig. 01 - (1) Erlenmeyer adaptado a um tubo de ensaio. (2) Calcímetro de Bernard, modificado.

um tubo (fig 1).

Para se proceder a determinação do carbonato de cálcio seguiu-se as seguintes etapas:

- Pesou-se 0,5g da amostra bruta seca em um erlenmeyer adaptado, devidamente etiquetado
- Em seguida separou-se dois erlenmeyers adaptados com as etiquetas B1 e B2 (branco 1 e branco 2) com 0,5g de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) com teor conhecido. Nestes dois erlenmeyers seguiu-se o mesmo

procedimento do utilizado com os erlenmeyers que continham sedimentos.

- Nos tubos de ensaios acoplados a cada erlenmeyer adicionou-se 2,0ml de HCl a 10%, tendo o devido cuidado para não molhar a amostra.
- Nos tubos da armação colocou-se 35,0ml de água destilada.
- Acoplou-se o erlenmeyer adaptado à um dos tubos da armação, tendo o cuidado para não derramar o HCl na amostra.
- O Calcímetro de Bernard foi zerado colocando-se o nível da coluna de água na graduação zero.
- Virou-se vagarosamente o erlenmeyer adaptado para que o ácido atacasse a amostra de sedimento e a reação ocorresse.

O gás  $\text{CO}_2$  liberado pela reação do ácido com o sedimento provoca o deslocamento da coluna de água no Calcímetro de Bernard. A graduação em que o nível da água se encontra no calcímetro é o volume deslocado. Os dados de volume deslocado obtidos para cada amostra, são comparados com a média de B1 e B2 (branco), amostras analisadas com teor de 99,00% de  $\text{CaCO}_3$ . Devendo lembrar que a diferença do deslocamento entre B1 e B2 não deve ultrapassar a 01 ml na coluna de água.

## **2.4 – Análise de Matéria Orgânica (MO)**

Para determinação de Matéria Orgânica foi utilizado o método de Walkey-Black, que consiste na oxidação da matéria orgânica por dicromato e ácido sulfúrico concentrado, que nos dá a concentração de carbono na amostra.. O procedimento para a determinação foi o seguinte:

- Pesou-se 0,5g da amostra.
- Colocou-se 5,0ml da solução de dicromato de potássio (1N).

- Colocou-se 2,0ml de solução de ácido sulfúrico +  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ .
- Agitou-se por um minuto e tampou-se o erlenmeyer.
- Deixou-se descansar por 30 minutos.
- Adicionou-se 200ml de água destilada.
- Adicionou-se 10ml de ácido fosfórico concentrado.
- Adicionou-se aproximadamente 0,2g de fluoreto de sódio.
- Adicionou-se 15 gotas de difenilamina.
- A solução foi titulada com sulfato ferroso (0,5 N) amoniacal até se obter cor verde.

#### Preparação das soluções

- **Dicromato de Potássio** - 49,04 g de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  diluído em 1 l d'água.
- **Solução de Ácido Sulfúrico +  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$**  - 2,5 g de  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  para 1 litro de solução de ácido sulfúrico.
- **Difenilamina** - (0,5 g de reagente difenilamina em 20 ml de água e 100 ml de ácido sulfúrico concentrado).
- **Sulfato Ferroso Amoniacal** - 196,1 g de sulfato ferroso amoniacal em 800ml de água destilada contendo 20 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , e dilu[ir] tudo em 1 l d'água.

Deve-se fazer dois brancos, ou seja, seguir os mesmos procedimentos de determinação sem utilizar amostra de sedimento. Para o cálculo da porcentagem de matéria orgânica foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\%MO = 5 \times (1 - V1/Vb) \times 1,03$$

Onde:

**V1** - Volume necessário para titular a amostra;

**Vb** - Média dos volumes necessários para titular os brancos.

**%MO** - Porcentagem da matéria orgânica da amostra.



## **2.5 - Estudo Batimétrico**

O estudo batimétrico do estuário do rio Pacoti foi feito utilizando-se linhas de nível do mapa do estuário do rio Pacoti do IPLAM, do ano de 1995, em escala de 1:5000. As linhas de nível foram plotadas no mapa já digitalizado em conjunto com as profundidades dos pontos conseguidas através de um ecobatímetro Lowrance.

O posicionamento dos pontos foi feito utilizando-se um GPS GARMIN 45 com leituras tomadas em sincronia com o registro do ecobatímetro. O perfil foi realizado em malha tipo grega e as correções da altura de maré feita com o Zero da régua e o horário de maré do local.

## **2.6 – Confecção de Mapas e Tabelas**

Os mapas foram feitos à partir da digitalização de um mapa da área do estuário do rio Pacoti, do ano de 1995 do IPLAM, com escala de 1:5000. A área digitalizada e utilizada está entre as seguintes coordenadas:

3° 48' 31" S	3° 50' 57" S
38° 25' 31" W	38° 25' 31" W
3° 50' 57" S	3° 50' 57" S
38° 25' 31" W	38° 24' 44" W

### **3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A granulometria é a especificação da dimensão dos grãos e, segundo SUGUIO (1973) a análise granulométrica nos permite qualificar e quantificar os materiais de caráter fragmentar, granular e pulverizado, sendo utilizada para caracterizar e classificar os sedimentos, correlacionar os sedimentos de áreas diferentes através de tratamento estatístico, dar idéias relativas aproximadas sobre os diferentes valores de permeabilidade e porosidade, inferir idéias relativas ao modo de transporte e deposição de sedimentos clásticos (detríticos) e preparar os sedimentos para outros tipos de estudo.

Segundo SUGUIO (1973) os sedimentos clásticos, em sua maioria, não são constituídos de esferas perfeitas e nem de tamanhos homogêneos, de modo que partículas grandes são definidas em termos de um certo critério e as pequenas com outros critérios.

Para se expressar os resultados de uma análise granulométrica, são utilizadas escalas dos diâmetros dos grãos. Ainda segundo SUGUIO (1973) as escalas mais utilizadas são a de Atterberg na Alemanha, aonde os intervalos de classe entre 20 mm e 2 mm foram baseados na divisão logarítmica sistemática de base 10 e a escala de Wentworth no Estados Unidos, aonde os intervalos de classe foram baseados na divisão logarítmica sistemática de base 2. Na escala de Atterberg ocorre o arredondamento do valor 6,32 para 6, destruindo a simplicidade geométrica das subclasses, mas não afetando a natureza geométrica das principais classes. Na escala de Wentworth os limites de suas classes concordam perfeitamente com limites de distinções entre cargas transportadas por suspensão e por tração.

Segundo DIAS (1984) estuários constituem corpos de água costeiras



## 3.1 - RESULTADO DAS ANÁLISES

24 a

AM	E	N	Prof	Ca <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	MO%	Substrato	Folk	Grau de Seleção	Curtose	Simetria
1	566351	9577286	1,8	12,38	0,16	ArM	ArCsEs	Ms	Mc	AS
2	566521	9577229	1,9	11,73	0,14	ArM	ArCsEs	Ps	Mc	Amp
3	566559	9576973	0,9	38,18	0,45	ArmF	ArCsEs	Ps	ExLpc	AS
4	566477	9576930	1,3	28,96	1,11	ArmF	ArCsEs	Ms	Mc	AS
5	566384	9577002	1,2	16,71	0,05	ArM	ArCsEs	Ps	MPc	Ap
6	566248	9577082	1	6,00	0,05	ArF	ArCsEs	Ms	MLpc	AS
7	566150	9577490	0,5	12,38	0,15	ArM	ArCsEs	Ms	Pc	AS
8	566107	9577568	0,8	3,64	0,15	ArM	ArCsEs	Ms	Lpc	AssN
9	566028	9577474	0,7	11,31	0,08	ArM	Ar	Ms	Pc	AS
10	565856	9577310	1,3	4,68	0,05	ArF	Ar	Ms	Lpc	AS
11	565770	9577413	0,4	16,32	0,10	ArM	Ar	Ms	Lpc	AssN
12	565384	9577520	2,8	12,27	0,08	ArF	Ar	Ms	Mc	AS
13	565292	9577490	2,6	13,51	1,13	ArmF	ArLcsEs	Ps	MLpc	Amp
14	565249	9577579	2,6	5,79	0,11	ArM	ArCsEs	Ms	MLpc	Assn
15	565066	9577401	1,6	10,53	1,16	ArF	ArCsEs	Ps	Lpc	Amp
16	565064	9577559	1,6	5,27	0,16	ArM	Ar	Bs	Pc	AS
17	565006	9577686	1,9	4,36	0,25	ArM	ArCsEs	Bs	Lpc	Amp
18	564852	9577620	1,8	5,66	0,05	ArM	Ar	Bs	Lpc	AS
19	564725	9577650	1,6	5,79	0,15	ArM	Ar	Bs	Pc	AS
20	564680	9577661	1,3	5,79	0,60	ArM	Ar	Bs	Pc	AS
21	564598	9577476	1,8	5,14	0,02	ArM	Ar	Bs	Pc	AS
22	564485	9577370	2,5	6,17	0,16	ArM	ArCsEs	MBs	Mc	Ap
23	564460	9577266	3,4	4,74	0,05	ArM	Ar	Bs	MPc	AS
24	564380	9577232	2,5	6,85	0,05	ArM	ArCsEs	Bs	Lpc	Ap
25	564416	9577233	1,3	4,89	0,19	ArM	Ar	Bs	Lpc	Amp
26	564358	9577200	1,2	5,79	0,08	ArM	Ar	Ms	Pc	AS
27	564336	9577130	1,7	5,53	0,08	ArM	ArCsEs	Ms	Lpc	Ap
28	564442	9577063	1	5,66	0,03	ArM	Ar	Bs	MLpc	Assmn
29	564524	9577107	1,6	6,17	0,15	ArM	Ar	Ms	Pc	AS
30	564560	9577040	0,8	4,74	0,19	ArF	Ar	Bs	Lpc	AS
31	564593	9576937	1,2	6,06	0,20	ArM	ArCsEs	Ms	Lpc	AS
32	564698	9576898	0,9	6,00	0,25	ArM	Ar	Ps	Pc	AS
33	564769	9576858	0,9	7,64	1,00	ArmF	ArLcsEs	Ms	MLpc	Amp
34	564605	9576788	2	3,95	0,25	ArM	ArCsEs	Ms	Pc	AS
35	564567	9576842	1	4,74	0,05	ArM	ArCsEs	Ps	Pc	AS
36	564535	9576777	1	6,27	0,13	ArmF	ArL	Ms	ExLpc	Amp
37	564541	9576595	0,7	6,06	0,20	ArM	ArCsEs	Ms	Mc	AS
38	564468	9576643	0,6	4,16	0,10	ArM	ArCsEs	Bs	Mc	AS
39	564531	9576506	0,7	5,14	0,10	ArM	ArCsEs	Ms	Pc	AS
40	564481	9576265	1,6	5,73	0,11	ArM	ArCsEs	Ps	Mc	Ap
41	564177	9576068	1	12,00	0,44	ArM	ArLcs	Ps	Mc	AS
42	564126	9575880	1,3	7,09	0,27	ArmF	ArS	Ms	Mc	AS
43	564127	9575803	2,4	9,82	0,80	ArmF	ArLcsEs	Ps	MLpc	Amp
44	564287	9575590	3,1	7,37	0,27	ArF	ArCsEs	Ms	Mc	Ap
45	564228	9575328	1,8	6,32	0,36	ArM	ArCsEs	Ms	MLpc	AssN
46	564173	9575217	0,3	9,48	0,91	ArmF	ArLcsEs	Ms	MLpc	AS
47	564211	9574997	1	5,27	0,08	ArmF	ArLcsEs	Ms	MLpc	AS
48	564117	9575054	0,4	6,43	0,40	ArmF	ArLcsEs	Ms	MLpc	AS
49	564218	9574891	0,8	6,17	0,03	ArF	ArCsEs	Ms	Mc	AS
50	564259	9574793	0,6	7,37	1,06	ArmF	ArS	Bs	Lpc	Amp
51	564392	9574802	1	6,43	0,61	ArF	ArCsEs	Ms	Pc	Ap
52	564552	9575056	2,5	5,40	0,19	ArM	ArCsEs	Ms	Lpc	Ap
53	564642	9574890	0,7	6,69	2,83	ArmF	ArLcsEs	mPs	Lpc	Ap
54	564997	9574095	2,5	5,00	0,20	ArM	ArCsEs	Ms	Lpc	Ap
55	564159	9575244	1,5	7,28	0,25	ArM	Ar	Bs	Lpc	Ap
56	565400	9577730	0,7	6,55	0,71	ArmF	ArLcsEs	Ps	Pc	Ap



### 3.1.1 - CÓDIGOS DA TABELA DE RESULTADOS

24 b

<b>Substrato:</b>	<b>Código</b>
Areia	Ar
Areia média	ArM
Areia fina	ArF
Areia muito fina	ArmF

<b>Folk</b>	<b>Código</b>
Areia	Ar
Areia Lamosa	ArL
Areia siltosa	ArS
Areia com cascalho esparso	ArCsEs
Areia lamosa com cascalho	ArLCs
Areia lamosa com cascalho esparso	ArLCsEs

<b>Grau de Seleção</b>	<b>Código</b>
Moderadamente selecionado	MS
Pobrememente selecionado	PS
Muito pobrememente selecionado	MPS
Bem selecionado	Bs
Muito bem selecionado	MBS

<b>Curtose</b>	<b>Código</b>
Muito platicúrtica	MPc
Platicúrtica	Pc
Mesocúrtica	Mc
Leptocúrtica	Lpc
Muito leptocúrtica	MLpc
Extremamente leptocúrtica	ExLpc

<b>Simetria</b>	<b>Código</b>
Assimetria muito negativa	AssmN
Assimetria negativa	AssN
Aproximadamente simétrica	As
Assimetria positiva	Ap
Assimetria muito positiva	Amp

semi- confinadas dentro dos quais a água salgada é mensuravelmente diluída com a água doce proveniente da drenagem continental e seus sedimentos são provenientes de fontes externas (erosão da bacia de drenagem e linha de costa ou dos depósitos do mar raso adjacente) ou são produzidos “in situ” por atividades orgânicas (sedimentos biogênicos). Ainda segundo DIAS (1984) os sedimentos biogênicos resultam da produção biológica na forma de material esquelético, carapaças e conchas carbonáticas, frústulas de diatomáceas e fragmentos provenientes de algas e outros vegetais.

Os pontos plotados nos mapas indicam a área de coleta dos sedimentos (**Mapa 01**).

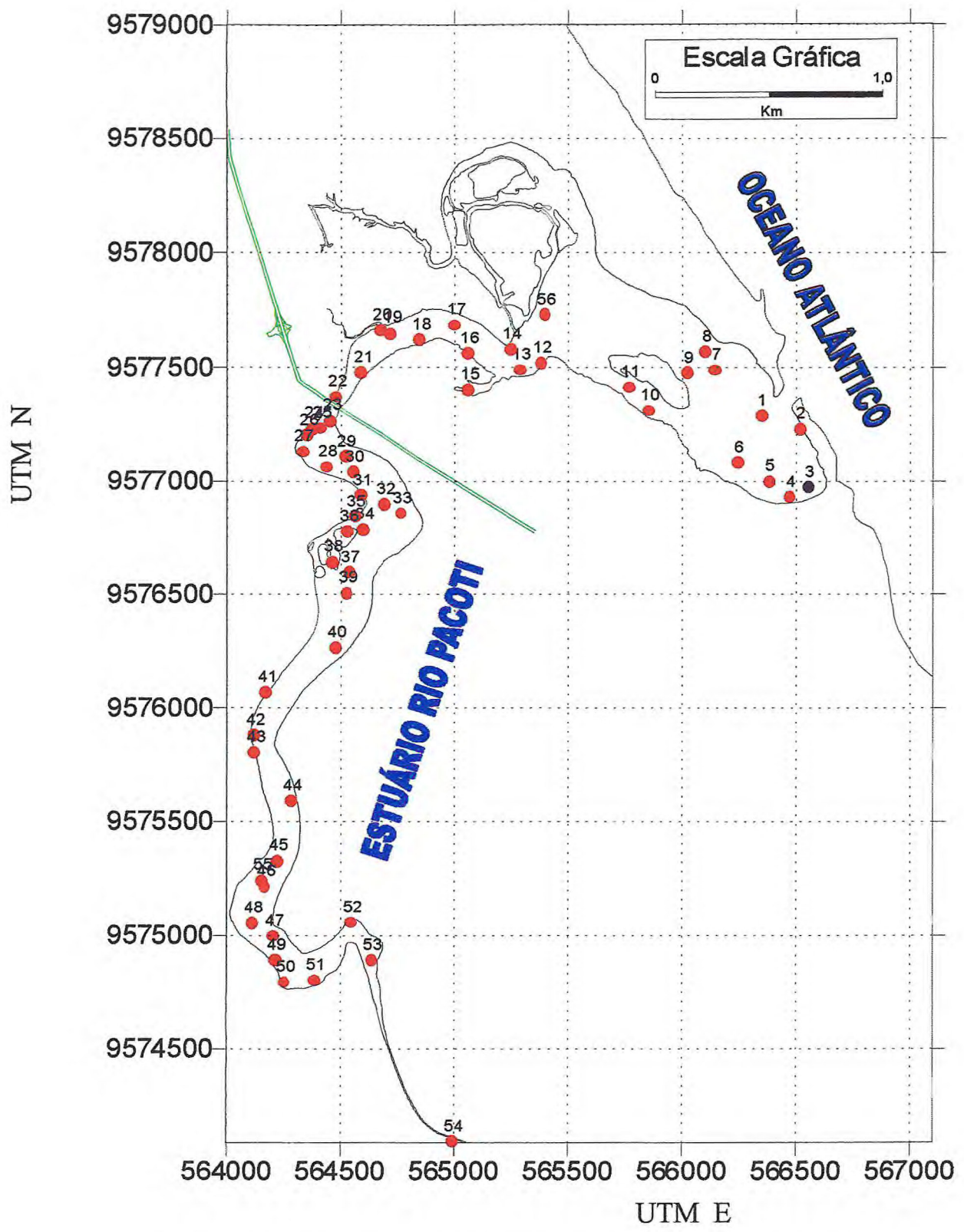
Segundo a classificação de Folk, a análise textural revelou que 30,4% das amostras foram classificadas como areia; 48,2% como areia com cascalho esparso; 1,8% como areia lamosa; 1,8% como areia lamosa com cascalho; 14,3% como areia lamosa com cascalho esparso e 3,6% como areia siltosa. O cascalho presente se trata de fragmentos de conchas e carapaças que por possuírem maior diâmetro foram classificados como cascalho (**Mapa 02**).

A maior quantidade de areia foi encontrada na desembocadura do rio, devido ao maior aporte de sedimentos marinhos, pois há predominância do componente hidráulico marinho sobre o fluvial. Outro fator é a presença de dunas próximo a desembocadura do rio, local onde no rio Pacoti ocorre menor presença de vegetação, que acarreta maior quantidade de sedimento transportado pelo vento.

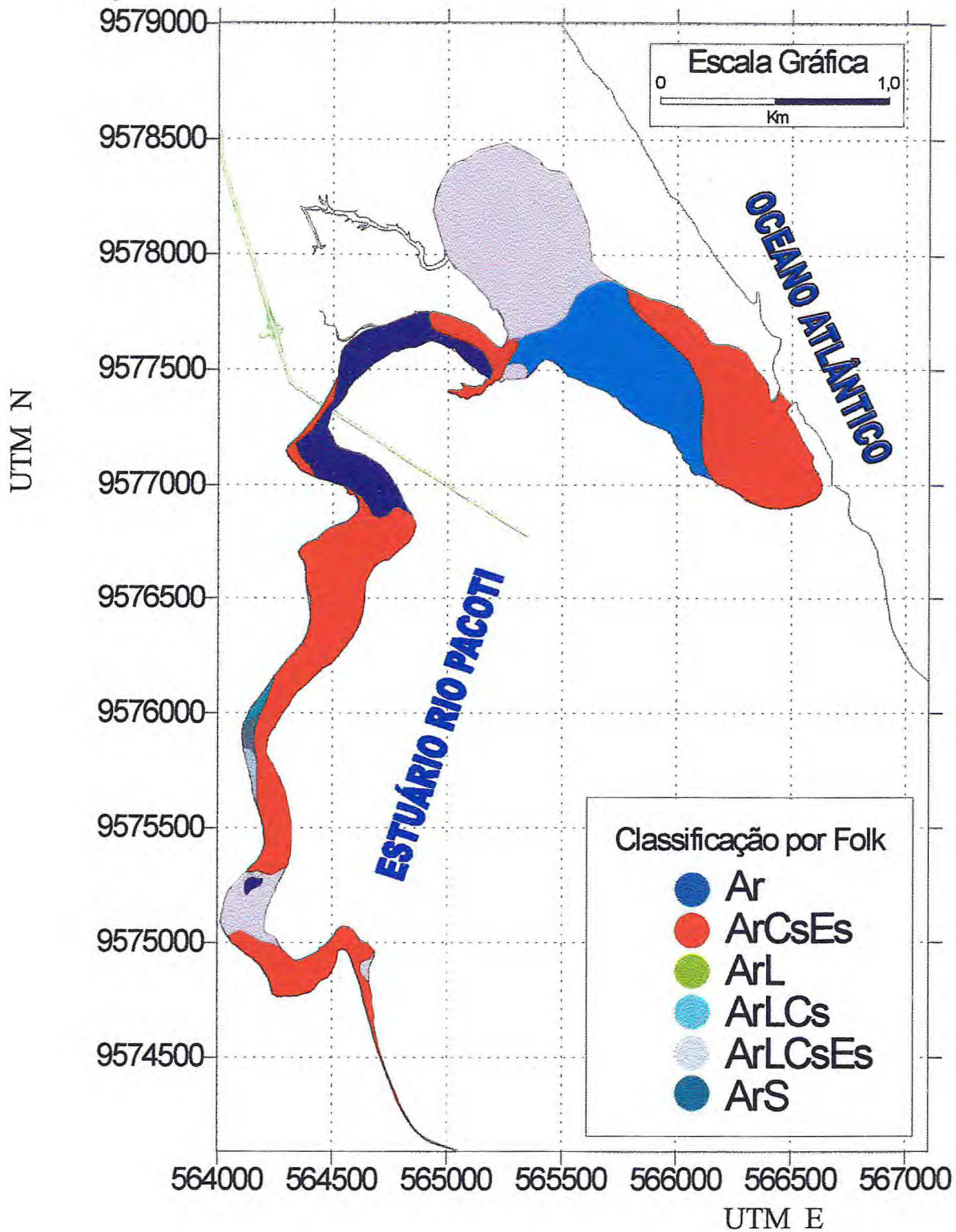
Os grãos mais grosseiros transportados pelo rio Pacoti têm um diâmetro máximo de 0,5 mm. Na maioria eles variam de areias médias a finas, e provêm das dunas vizinhas (FREIRE *et al*, 1991).

A grande quantidade de fragmentos de conchas e carapaças encontrados nas amostras, se deve a presença de crustáceos decápodes e fixação de moluscos bivalves nas raízes da vegetação do mangue.





Pontos de amostragem de sedimentos no estuário do rio Pacoti, CE.



Mapa de Análise Textural do estuário do rio Pacoti, CE

As amostras classificadas como areias lamosas coincidiram com pontos onde havia menor ação da maré, menor circulação de águas e próximo ao mangue. Isso ocorre devido a flocculação da argila e devido às raízes aéreas do mangue reterem sedimentos.

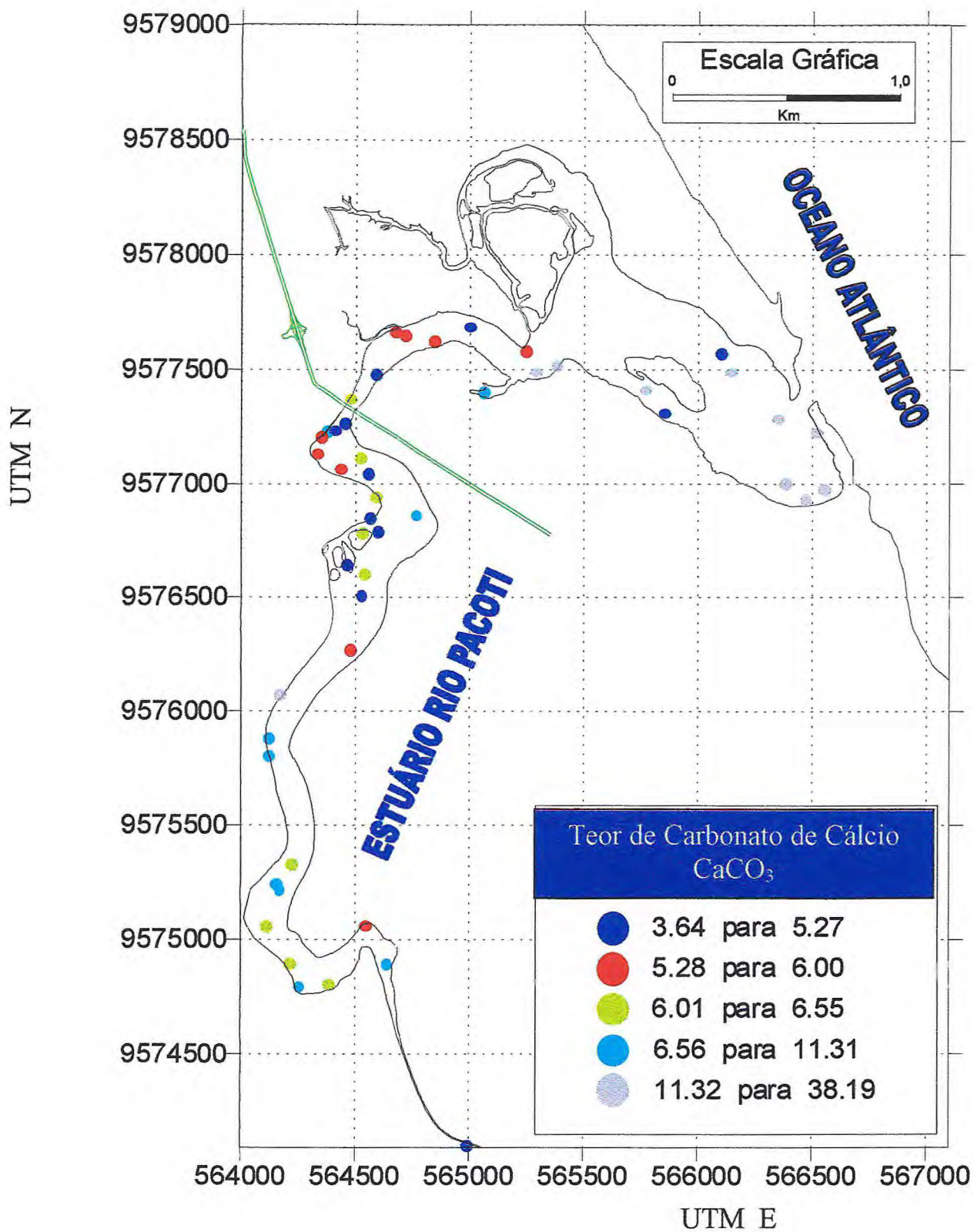
A presença de teores de carbonato de cálcio caracteriza a influência marinhas em ambientes fluviais. A mistura dos pHs diferentes das águas continentais com o das águas marinhas, provoca a precipitação do carbonato de cálcio carregado pelas águas fluviais. Os estuários, por serem ambientes caracterizados pelo regime de mistura de águas provenientes do mar e do rio apresentam precipitação dos carbonatos de cálcio e podem ser caracterizados por estes teores.

Para os teores de carbonato de cálcio obtivemos um valor máximo de 38,18% e mínimo de 3,64%, com uma média de 8,17%. A quantidade de amostras com teores variando de 3,64% a 5,27% foi de 13 amostras, equivalente a 25,5% do total de amostras; com teores variando entre 5,28% a 6,00% e de 6,01% e 6,55% foi de 9 amostras para cada intervalo de classe, equivalente a 17,6% cada do total e com teores variando 6,56% a 11,31% e 11,32% a 38,19% foi de 10 amostras cada, equivalente a 19,6% cada (**Mapa 03**).

Os pontos plotados no **Mapa 03** demonstram que a maior quantidade de amostras com maiores concentrações, se encontra próximo à desembocadura do rio, devido a maior ação da maré. Os pontos com maior quantidade de carbonato de cálcio coincidem com os pontos em que se tem a presença de cascalho. Os fragmentos de conchas e carapaças por causa do maior diâmetro são classificados pelo método de Folk como cascalho, e por serem produzidos por atividades orgânicas são considerados sedimentos organogênicos. Valores altos de carbonato encontrados longe da desembocadura se devem a presença destes fragmentos que são ricos em carbonato de cálcio.

A amostra com maior teor de carbonato de cálcio foi a 3, com 38,18%,





Teores de carbonato de cálcio no estuário do rio Pacoti, CE.

coletada próxima à foz. Nesta amostra ocorreu uma grande quantidade de fragmentos de conchas e carapaças. A amostra com menor teor foi a 8, com 3,64%, também próxima a foz.

Segundo FREIRE *et al.* (1991), os teores de carbonatos variam de 1,5% a 5,2% com uma média de 2,8% próximo a foz, e para o interior do estuário um valor de 1,3% a 2,1%. A fração grosseira apresenta os maiores teores devido à presença de fragmentos de conchas.

Os baixos teores obtidos por FREIRE *et al.* (1991) em comparação com os obtidos no presente trabalho se devem a metodologias diferentes utilizadas nos dois trabalhos. No presente trabalho as amostras foram coletadas diretamente do substrato. No trabalho de FREIRE *et al.* (1991), as amostras analisadas foram coletadas dos sedimentos em suspensão através de coleta de água. Notadamente esse material é composto em maior quantidade por sedimentos mais finos, sendo que os fragmentos de conchas devem ter sido bem menores e em menor quantidade do que os coletados no presente trabalho.

A presença de Matéria Orgânica em sedimentos é de grande importância em diversas atividades econômicas como a agricultura e aqüicultura. A matéria orgânica se origina através da decomposição de restos de organismos vivos, que resulta em compostos orgânicos. São considerados compostos orgânicos todos compostos que possuem carbono em suas moléculas. Um ambiente que pode ser caracterizado pela presença de matéria orgânica são os estuários com formação de manguezais.

Segundo VIDAL (1996), os sedimentos de manguezais possuem características redutoras, tornando possível a maior preservação de material orgânico nestes ambientes do que em ambientes oxidantes.

Para os teores de matéria orgânica obtivemos um valor máximo de 2,83% e mínimo de 0,0249%, com uma média de 0,34%. Os teores variando entre 0,02% a 0,07% e 0,14% a 0,20% foram encontrados em um total de 10 amostras

para cada intervalo de classe, equivalente a 18,2% cada do total de amostras. Para os teores de 0,08% e 0,14%, foram obtidas 11 amostras, perfazendo 20% do total. Para os intervalos entre 0,20% a 0,45% e 0,45% a 2,83% de teor de matéria orgânica, foi encontrado um total de 12 amostras para cada, equivalente a 28,1% cada do total (**Mapa 04**).

Notamos uma baixa quantidade de amostra com teores maiores de matéria orgânica. Segundo FREIRE *et al.* (1991), no estuário do rio Pacoti os teores de matéria orgânica tem uma média de 0,63% a 0,81% e a distribuição é bastante homogênea, mas sempre em pequenas quantidades.

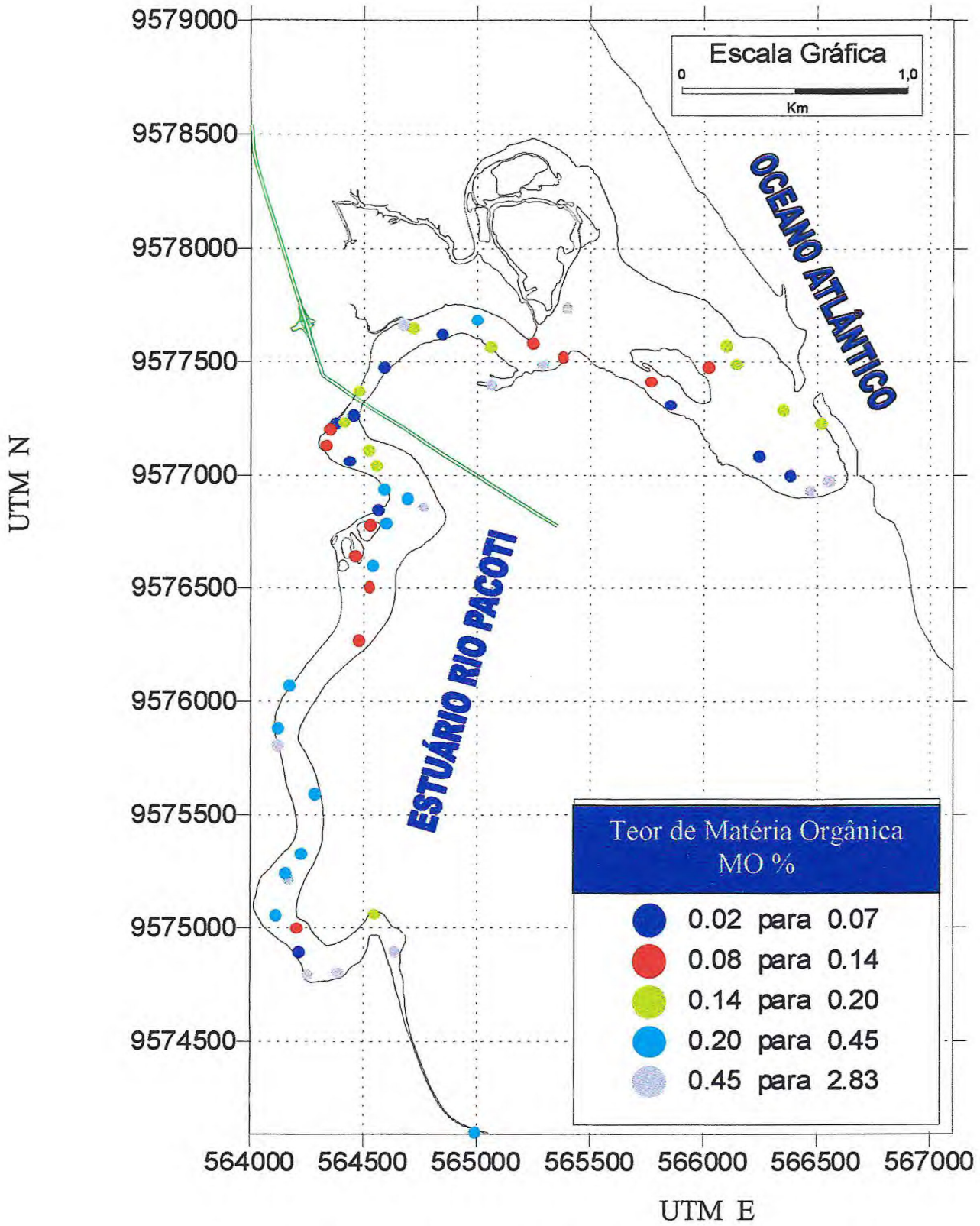
REZENDE (1988) afirma que apesar de vários autores atribuírem uma alta produtividade para as áreas de manguezais, São poucos os resultados consistentes sobre a dinâmica da biomassa em manguezais.

REZENDE (1988) afirma ainda que diversos autores já confirmaram o caráter exportador de matéria orgânica dos manguezais. Porém concluiu que este caráter muda com os ciclos de maré e o manguezal pode se comportar como exportador de matéria orgânica nas marés grande amplitudes, importador de matéria orgânica nas marés de desigualdades diurnas ou agir como importador e exportador nas marés de baixa amplitude.

VIDAL (1996) afirma que no estuário do rio Piranjí, CE, as concentrações de matéria orgânica e outros elementos foi bastante baixa, menor que a de todos os estuários da região. Um dos motivos seria o menor aporte de água doce de origem pluvial, diminuindo a quantidade de material que entra no estuário.

Os maiores teores registrados no presente trabalho se devem novamente a maior presença de sedimentos organogênicos nas amostras devido às diferenças de metodologias. O maior teor de matéria orgânica foi verificado na amostra 53 (2,83%), localizada mais para o interior do estuário, sendo de classificação areia lamosa com cascalho.





Teores de matéria orgânica no estuário do rio Pacoti, CE.

A maior parte de matéria orgânica é encontrada em estado finamente disseminado e associada à sedimentos de granulometria fina (argila e silte). As partículas de pequeno tamanho associam-se a maior quantidade de matéria orgânica, aparentemente devido à grande capacidade de adsorção das argilas. (VIDAL, 1996)

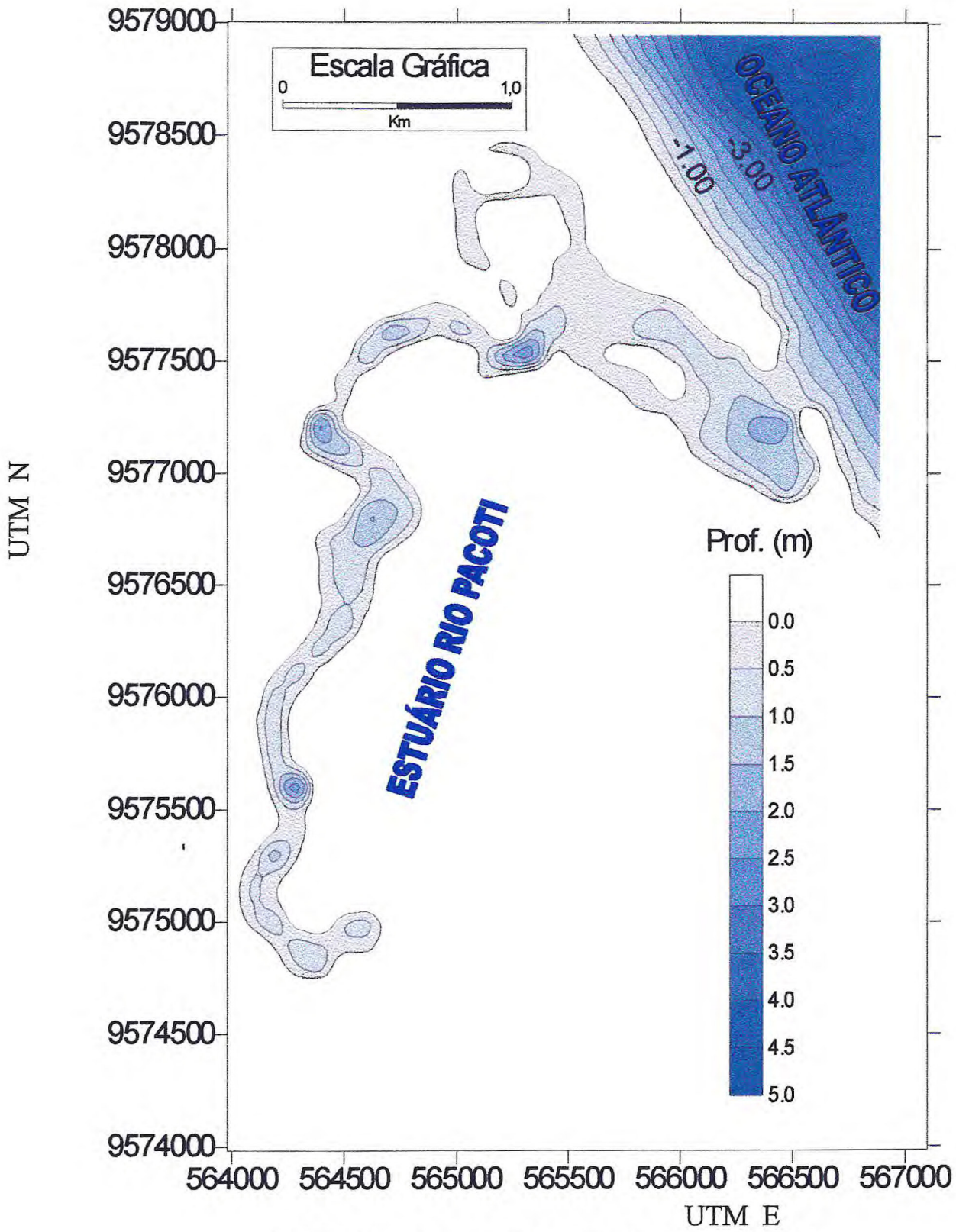
Os teores mais altos de matéria orgânica foram encontrados em sedimentos de classificação lamosa. Isso ocorre devido à maior presença de sedimentos finos neste tipo de amostra.

O cascalho, como já citado, denota presença de material orgânico. Os maiores teores de matéria orgânica foram encontrados nas amostras coletadas próximo a vegetação de mangue e onde há menor ação da maré e maior quantidade de restos de vegetais. As raízes aéreas também contribuem para acúmulo de sedimento rico em matéria orgânica. O menor valor para teor de matéria orgânica foi encontrado na amostra 21 (0,02%), com classificação de areia, sem presença de cascalho.

Os manguezais agem como fixadores da terra, pois a presença e o entrelaçamento das fortes raízes aéreas do mangue contribuem para a deposição dos sedimentos provenientes das águas dos rios, da drenagem terrestre e das correntes de marés. Dessa maneira evitam o assoreamento do leito dos rios e protegem as áreas litorâneas da erosão (MIRANDA & NÓBREGA, 1992).

O mapa batimétrico (**Mapa 05**) do estuário do rio Pacoti demonstra que a área de maior profundidade se encontra logo em frente a foz. Neste ponto a profundidade é em torno de 3 a 4 metros, podendo atingir 5 metros em marés muito alta. A força da maré retira sedimentos desta área. A força hidrodinâmica marinha nesta área é bem maior que a força hidrodinâmica fluvial.

Logo após, em direção ao interior do estuário, ocorre uma área rasa, com pouca circulação de água. Esta área pode ser considerada como área de deposição de sedimentos tanto marinhos como fluviais.



Mapa batimétrico do estuário do rio Pacoti, CE.



No estreitamento do estuário, em direção ao seu interior, ocorre no meandro um aumento de profundidade, para logo em seguida ocorrer uma área rasa até o próximo meandro, onde encontramos novamente áreas mais profundas. Essas áreas mais profundas são causadas pelo transporte de sedimentos causado pelo rio.

Segundo FREIRE & MAIA (1991), com estreitamento e diminuição da profundidade do curso do estuário, ocorre uma diminuição da velocidade da maré e de sua força. Desta forma, nestas áreas, a força hidrodinâmica fluvial passa a ser gradualmente maior do que a força hidrodinâmica marinha, até que a força hidrodinâmica marinha se anule. À partir daí que ocorre o maior transporte de material pluvial em direção ao mar.

Em algumas amostras, principalmente nas coletadas mais no interior do estuário, foram encontrados cacos de vidro e pedaços de plástico.

## **4 – CONCLUSÕES**

O substrato do estuário é formado por sedimentos de média à pequena granulometria.

A presença de fragmentos organogênicos atua diretamente no aumento do teor de carbonato de cálcio e matéria orgânica. Parte destes fragmentos provêm de restos de conchas e carapaças. Ocorre também, principalmente no substrato próximo ao mangue, a presença de restos de vegetais em decomposição.

A maré possui menor força no interior do estuário, carreando menor quantidade de sedimentos ricos em matéria orgânica desta área para o mar, e depositando menor quantidade de sedimentos. A influência da maré nesta área pode ser sentida através da floculação de argila que causa formação de material escuro e lamacento.

Como ocorre grande deposição e retirada de sedimentos oriundos tanto do regime hidrodinâmico fluvial como do regime hidrodinâmico marinho, o substrato estuarino é bastante irregular. Observa-se grandes bancos de areia e profundidades variadas em pequenos trechos do estuário. A maior força da hidrodinâmica marinha sobre a hidrodinâmica fluvial pode ser sentida através da maior deposição de areia rica em carbonato próximo à foz do rio.

O estuário do rio Pacoti é formado por curvas que indicam a ação da erosão e deposição de sedimentos provocados pela ação das águas. A interferência humana ao longo do rio e na costa próxima ao estuário provocou desequilíbrio nestas ações. Notadamente está ocorrendo um maior nível de erosão em relação à deposição de sedimentos dentro do estuário do rio Pacoti.

A presença de sedimentos inorgânicos (cacos de vidro e pedaços de plástico) em muitas amostras, revela a descarga de lixo no estuário ou na costa.

## 5 – BIBLIOGRAFIA

- VIDAL, Ruth Maria Bonfim. (1996) Comportamento de mangânes, ferro, matéria orgânica e fosfato no estuário Piranjí, Ceará – Comparação com dados de estuários de outras regiões. Niterói – RJ, UFF. 79 p. (tese de mestrado).
- REZENDE, Carlos Eduardo de. (1988) Balanço de matéria orgânica e metais pesados em um ecossistema de mangue – Baía de Sepetiba – RJ. Niterói - RJ. UFF. 96p. (tese de mestrado).
- SUGUIO, Kenitiro. Introdução à sedimentologia. São Paulo: Edgard Blücher Ltda ed. 1973. 307 p. il.
- MIRANDA, Paulo de Tarso, NÓBREGA, Régia Maria Nátura de Andrade. O que é manguezal. SEMACE – SDU: Fortaleza, 1992. 25p. il.
- FREIRE, George Satander Sá et al. Natureza do material em suspensão do estuário do rio Pacoti, CE. In: Revista de Geologia. UFC ed. Fortaleza, 1991. 4 v. p. 13 – 20.
- FREIRE, George Satander Sá, MAIA, Luís Parente. Regime Hidrodinâmico do estuário do rio Pacoti, CE. In: Revista de Geologia. UFC ed. Fortaleza, 1991. 4 v. p. 29 – 32.
- DIAS, Gilberto T. M. Conceito, origem e desenvolvimento de estuários. In: Estuários – I SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO (RELATÓRIO). UFRP. Recife, 1984 P. 53 – 54.
- BRANDÃO, Ricardo de Lima. Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza. CPRM. Projeto SINFOR. Fortaleza, CE, 1995. Série Ordenamento Territorial. 1 v. 88 p. il.
- BRANDÃO, Ricardo de Lima. Mapa geológico da Região Metropolitana de Fortaleza. – Texto Explicativo. CPRM. Projeto SINFOR. Fortaleza, CE, 1995. Informações básicas para gestão territorial. Série Cartas Temáticas. 1 v. 34 p. il.



**LE DOUAREC, P. (1978). L'intrusion saline dans l'estuaire interne de la Loire. These présentée a l'U.E.R. des Sciences de la Nature de l'Université de Nantes, pour obtenir le titre de Docteur de 3<sup>ème</sup> Cycle, 197 pp., Nantes.**

**LOUNG, D.H., RANTALLA, R.T.T. Earth Science – REVIEWS. Elsevier ed. Canadá. July, 1992. 32 v. number 4.**

**FOTO 1**

Solo lamoso, com presença de raízes aéreas fortes e moluscos bivalves que utilizam as raízes como substrato para fixação.

**FOTO 2**

Foto batida da ponte que passa sobre o rio Pacoti na estrada para o Porto das Dunas. Ocorre presença de bancos de areia logo após o meandro.



**FOTO 3**

Bancos de areia próximo à foz.

**FOTO 4**

Foto da área perto da foz onde ocorre depósito de sedimentos.