

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CCMN  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**



## **CAMPO IV**

# **"EVOLUÇÃO BATIMÉTRICA E SEDIMENTOLÓGICA DAS LAGUNAS DE ITAIPU E PIRATININGA - NITERÓI / RIO DE JANEIRO"**

**Rafael Cunha Echebarrena**

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Instituto de Geociências

“EVOLUÇÃO BATIMÉTRICA E SEDIMENTOLÓGICA DAS  
LAGUNAS DE ITAIPU E PIRATININGA - NITERÓI / RIO DE  
JANEIRO”

RAFAEL CUNHA ECHEBARRENA

CAMPO IV

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

AVALIADORES:

Prof: \_\_\_\_\_  
Dr. João Wagner de Alencar Castro  
(Orientador)

Prof: \_\_\_\_\_  
Dr. Gerson Cardoso Jr.

Prof: \_\_\_\_\_  
Dr. João Graciano Mendonça Filho

Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
Novembro / 2004

## FICHA CATALOGRÁFICA

Echebarrena, Rafael Cunha.

Evolução Batimétrica e Sedimentológica das Lagunas de Itaipu e Piratininga – Niterói / Rio de Janeiro / Echebarrena. – Rio de Janeiro: UFRJ/IGEO/DG, 2004.

VII, 51f, il.; 31 cm.

Orientador: Dr. João Wagner de Alencar Castro

Monografia de final de curso: UFRJ/IGEO/DG, Curso de Graduação em Geologia, 2004.

Bibliografia: p.35 a 40.

Assunto: 1) Morfologia Lagunar. 2) Batimetria. 3) Sedimentologia.

**“A NATUREZA PARA SER COMANDADA  
PRECISA SER OBEDECIDA” (F. Bacon)**

## **Agradecimentos**

Agradeço à minha namorada, Marina Alves Dutra, pelo apoio durante a realização dessa monografia.

Agradeço ao Professor, Dr. João Wagner de Alencar Castro, pela oportunidade de trabalhar no sistema lagunar Piratininga-Itaipu e pela orientação acadêmica.

Agradeço ao meu amigo, e também estudante de geologia, Thiago Carvalho dos Santos Lima pelo auxílio prestado durante a etapa de campo.

Agradeço ao meu amigo e também morador da região do Tibau, Fábio, pelo empréstimo do barco e pela sua vontade de ajudar-me, remando por toda a laguna de Piratininga e auxiliando-me na coleta das amostras superficiais de fundo da laguna.

Agradeço ao Luís, responsável pelo laboratório de sedimentologia da U.F.R.J., pelo total apoio durante a realização das etapas de laboratório.

## Resumo

O sistema lagunar Piratininga - Itaipu, localizado na região oceânica de Niterói, Rio de Janeiro, apresenta-se de forma alongada com eixo principal paralelo à linha de costa. Apresenta uma extensão de aproximadamente 10 km na direção leste - oeste e largura de 1,3 km. A ligação entre a laguna de Piratininga e o mar ocorre de forma indireta através do canal de Camboatá (construído artificialmente na década de 60). A extensão desde canal é de aproximadamente 2,6 km, que por sua vez, está ligado à laguna de Itaipu. O sistema lagunar, envolvendo os dois corpos aquosos, apresenta-se bastante alterado em decorrência das agressões antrópicas sofridas através de obras de engenharia costeira (guia corrente entre a laguna de Itaipu e o mar), dragagens, aterros e ocupação urbana desordenada das margens. O presente trabalho tem como objetivo estudar as alterações batimétricas do assoalho lagunar e perdas do espaço físico das margens das referidas lagunas. A metodologia constou de várias etapas de estudo, onde foi possível realizar um diagnóstico geológico ambiental. Através da fotointerpretação de fotografias aéreas de diferentes datas de vôo, comparação de cartas batimétricas de diferentes épocas, visitas de campo e análises laboratoriais, foi possível estabelecer o cálculo das taxas de assoreamento e as perdas de espaço físico das margens. Os resultados obtidos demonstraram que as áreas do espelho d'água da área estudada sofreram uma significativa redução, principalmente em relação à laguna de Piratininga. A perda da área do espelho d'água é de aproximadamente 35% em 30 (trinta) anos. Em relação à taxa de sedimentação verificou-se que ambos os sistemas lagunares apresentam um assoreamento contínuo de aproximadamente 1,5 cm / ano. Tal fato deve-se aos processos de desmatamento ocorridos nos últimos anos para dar lugar à urbanização da região oceânica de Niterói. Mantidas as alterações batimétricas dos fundos relacionadas ao assoreamento, em aproximadamente 50 (cinquenta) anos os sistemas lagunares de Piratininga e Itaipu serão transformados em pântanos costeiros.

# Índice

Agradecimentos

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Resumo

	Página
1 – Introdução	1
2 – Localização da Área	2
3 – Objetivos	3
3.1 – Objetivo Geral	3
3.2 – Objetivos Específicos	3
4 – Diagnóstico Ambiental	4
4.1 – Geologia Regional	4
4.2 – Clima	7
4.3 – Vegetação	7
4.4 – Clima de Ondas e Regime de Marés	8
5 – Material e Metodologia	9
5.1 – Etapas de Gabinete	9
5.2 – Aero-fotointerpretação	9
5.3 – Mapas Batimétricos	10
5.4 – Trabalhos de Campo	11
5.5 – Etapas de Laboratório	11
5.5.1 – Granulometria	11
5.5.2 – Teor de Matéria Orgânica	11
5.5.3 – Teor de Carbonato	12
6 – Resultados Obtidos	13
6.1 - Aero-fotointerpretação	13
6.2 – Batimetria	18
6.3 – Granulometria	22
6.4 - Teor de Matéria Orgânica	24

6.5 - Teor de Carbonato	25
7 – Discussão dos Resultados	27
7.1 - Aero-fotointerpretação	27
7.2 – Batimetria	28
7.3 – Análise Granulométrica	29
7.4 - Teor de Matéria Orgânica	30
7.5 - Teor de Carbonato	31
8 – Conclusões e Recomendações	32
9 – Bibliografia	35



## **Lista de Figuras**

**Figura 1:** Localização do sistema lagunar Piratininga-Itaipu na região oceânica de Niterói – RJ. Página 2 (SERLA, 1991).

**Figura 2:** Mapa geológico regional da área de em torno do sistema lagunar Itaipu – Piratininga, Niterói – RJ (Mapa Geológico da Folha Baía de Guanabara, DRM, 1981). Página 6.

**Figura 3.1:** - Fotointerpretação da laguna de Piratininga no ano de 1957 (Resende, 1995). Página 13.

**Figura 3.2** - Fotointerpretação da laguna de Piratininga no ano de 1976 (Resende, 1995). Página 14.

**Figura 3.3** - Fotointerpretação da laguna de Piratininga no ano de 1981 (Resende, 1995). Página 15.

**Figura 3.4** - Fotointerpretação da laguna de Piratininga no ano de 1993 (Resende, 1995). Página 16.

**Figura 4:** Região de entorno da laguna de Itaipu em diferentes períodos (Lavenère-Wanderley, 1999). Página 17.

**Figura 5:** Mapa Batimétrico da laguna de Piratininga (Resende, 1992). Página 20.

**Figura 6:** Mapa Batimétrico da laguna de Itaipu (Lavenère-Wanderley, 1996). Página 21.

**Figura 7:** Mapa de localização das amostras na laguna de Itaipu. Página 23.

**Figura 8:** Mapa de localização das amostras na laguna de Piratininga. Página 24.

## **Lista de Tabelas**

**Tabela 1:** Análise granulométrica dos sedimentos da laguna de Piratininga. Página 22.

**Tabela 2:** Análise granulométrica dos sedimentos da laguna de Itaipu. Página 22.

**Tabela 3:** Teor de matéria orgânica nas amostras da laguna de Piratininga. Página 25.

**Tabela 4:** Teor de matéria orgânica nas amostras da laguna de Itaipu. Página 25.

**Tabela 5:** Teor de Carbonato nas amostras da laguna de Piratininga. Página 26.

**Tabela 6:** Teor de Carbonato nas amostras da laguna de Itaipu. Página 26.

## 1 – Introdução

O sistema lagunar Piratininga – Itaipu localiza-se na região oceânica de Niterói – Rio de Janeiro. Apresenta-se de forma alongada paralelo à linha de costa, com extensão de aproximadamente 10 km e largura média de 1,3 km.

O sistema aqui estudado desenvolveu-se em decorrência de flutuações holocênicas do nível do mar, ocorridas em torno de 7.000 anos A.P. Tal fato foi confirmado através de datações pelo método C14 em sambaquis (Kneip et al., 1980) e pela camada que marca a transgressão marinha nos testemunhos datados pelo mesmo método em Itaipu (Ireland, 1987). Este período geológico foi marcado por uma grande transgressão marinha que alagou a baixada litorânea, gerando depósitos sedimentares transgressivos. A posterior estabilização do nível do mar em torno dos 5.100 anos A.P. gerou o represamento das águas na retaguarda do cordão litorâneo, formando assim as lagunas costeiras da região estudada.

A ligação entre a laguna de Piratininga e o mar ocorre de forma indireta através do canal de Camboatá, com cerca de 2,6Km de extensão, que por sua vez deságua na laguna de Itaipu. A conexão entre a laguna de Itaipu e o mar ocorre através de um guia corrente com aproximadamente 150 metros de extensão.

No interior da laguna de Piratininga é registrada a ocorrência de três ilhas, sendo estas: a ilha do Modesto e a ilha do Pontal, colmatadas pelo continente e uma outra ilha denominada de Tibau.

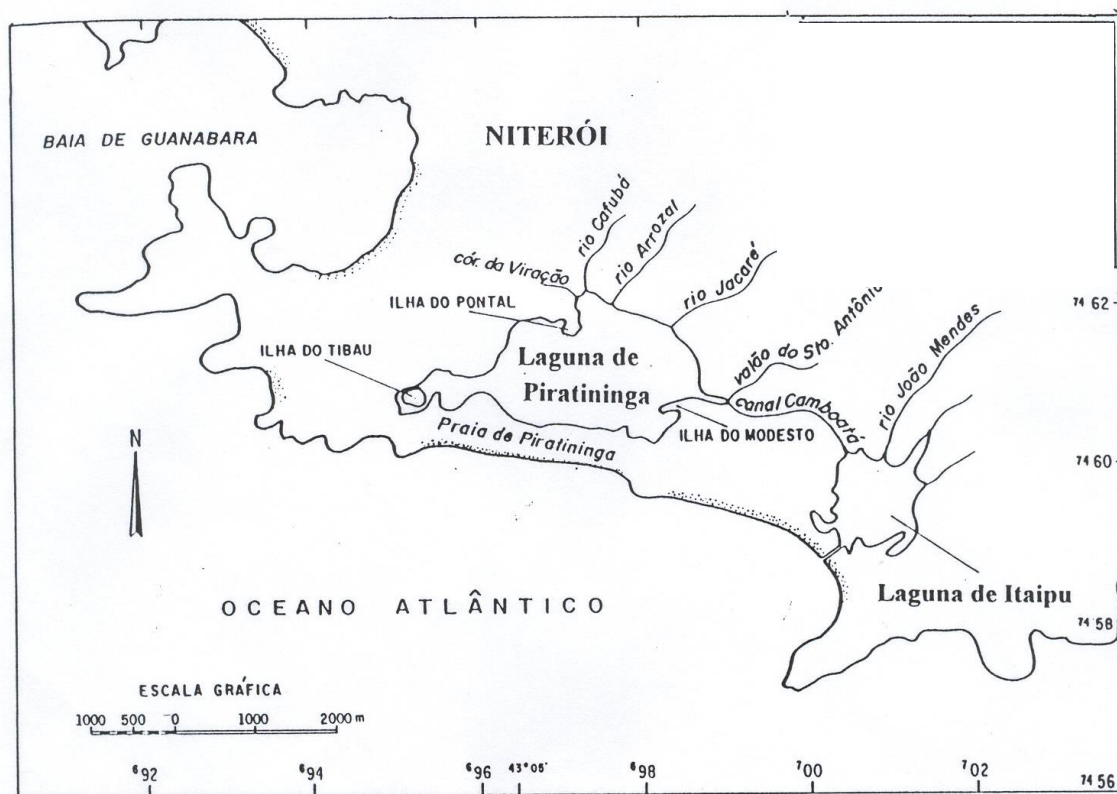
A bacia de drenagem das lagunas envolve uma área de 45,7 km<sup>2</sup> composta por rios de pequena vazão. Em toda área, identificam-se problemas relacionados ao assoreamento, decorrentes de desmatamentos, urbanização e processos naturais.

Anteriormente ao processo de urbanização as referidas lagunas eram originalmente sistemas independentes que passaram a se intercomunicar após a abertura do canal de Camboatá, construído com o intuito de permitir um equilíbrio hidráulico entre as duas bacias, minimizando assim os problemas que ocorriam no período de chuvas.

A presente monografia de final de curso tem como objetivo estudar as alterações batimétricas do assoalho das lagunas de Itaipu e Piratininga, tendo em vista, perdas do espaço físico decorrente do processo de urbanização das margens.

## 2 – Localização da Área

O sistema lagunar Itaipu – Piratininga localiza-se na região oceânica de Niterói – Estado do Rio de Janeiro, entre as latitudes de  $22^{\circ}58'$  S e  $22^{\circ}56'$  S; longitudes de  $43^{\circ}6'$  W e  $43^{\circ}2'$  W. A localização exata pode ser vista na figura 1.



**Figura 1:** Localização do sistema lagunar Piratininga-Itaipu na região oceânica de Niterói – RJ (SERLA, 1991).

### **3 - Objetivos**

#### **3.1 - Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo estudar e comparar as taxas de assoreamento em período de curto prazo entre os sistemas lagunares de Itaipu e Piratininga, localizados na região oceânica de Niterói - Estado do Rio de Janeiro.

#### **3.2 - Objetivos específicos**

- 1 -** Reconhecimento dos condicionantes ambientais presentes na região, entre estes, geologia, clima, vegetação e clima de ondas;
- 2 -** Estudar o processo de sedimentação em curto prazo dos corpos lagunares de Piratininga e Itaipu;
- 3 -** Desenvolver um estudo batimétrico comparativo entre os corpos lagunares;
- 4 -** Estudar o processo de assoreamento com base em dados pré-existentes;
- 5 -** Estudar a perda do espaço físico em torno dos corpos lagunares através de fotografias aéreas de diferentes datas de vôo.

## 4 – Diagnóstico Ambiental

### 4.1 - Geologia Regional

Regionalmente, a área de estudo caracteriza-se por apresentar um relevo montanhoso alinhado de acordo com a de direção SW/NE, concordante com a geologia estrutural do litoral fluminense de formação Pré-Cambriana.

O embasamento cristalino é representado pela unidade Cassorotiba, composta por migmatito-diatexito com abundantes porfiroblastos de K-feldspato pouco deformados (cinza-claros), envoltos em matriz granoblástica, composta essencialmente de biotita, quartzo e plagioclásio, sob a forma de rocha de granulação grossa. A subunidade Itaipu apresenta gd-bi-qz-fd-gnaisses, claros (leptiníticos), bastante marcantes na região litorânea, com partes mais biotíticas, boa foliação, granulação média a grossa, partes essencialmente quartzo-feldspáticas e intercalações quartzíticas (Lavenère-Wanderley, 1999). Estas unidades ocorrem no Morro das Andorinhas e na Serra da Tiririca que constituem o limite leste da bacia de drenagem da região. Outro representante do domínio do Pré-Cambriano é o Gnaiss Facoidal, composto por migmatito-diatexito com característica estrutura oftálmica, dada por abundantes porfiroblastos de feldspato (rosa e cinza), contornados por matriz essencialmente composta de: quartzo, biotita e plagioclásio. Apresenta (gd)-bi-qz-kfd-pg-gnaisses, de característica textura porfiroblástica e foliação marcante, lentes de biotita-gnaisses, leptinitos, megabasitos, rocha calcossilicatada e gnaisses kinzigíticos; enclaves sob a forma de manchas esverdeadas de composição charnoquítica com contatos transicionais para leptinitos e Unidade Angelim. Esta Unidade é a formação rochosa dominante na região e encontra-se representada pela Ponta dos Morros e Ponta Pé de Boi, que constituem o limite oeste da bacia de Itaipu. No embasamento Pré-Cambriano são observadas intrusões sob a forma de diques de rochas magmáticas básicas de idade Mesozóica. Os sedimentos que constituem a área de estudo são de idade quaternária e podem ser subdivididos em:

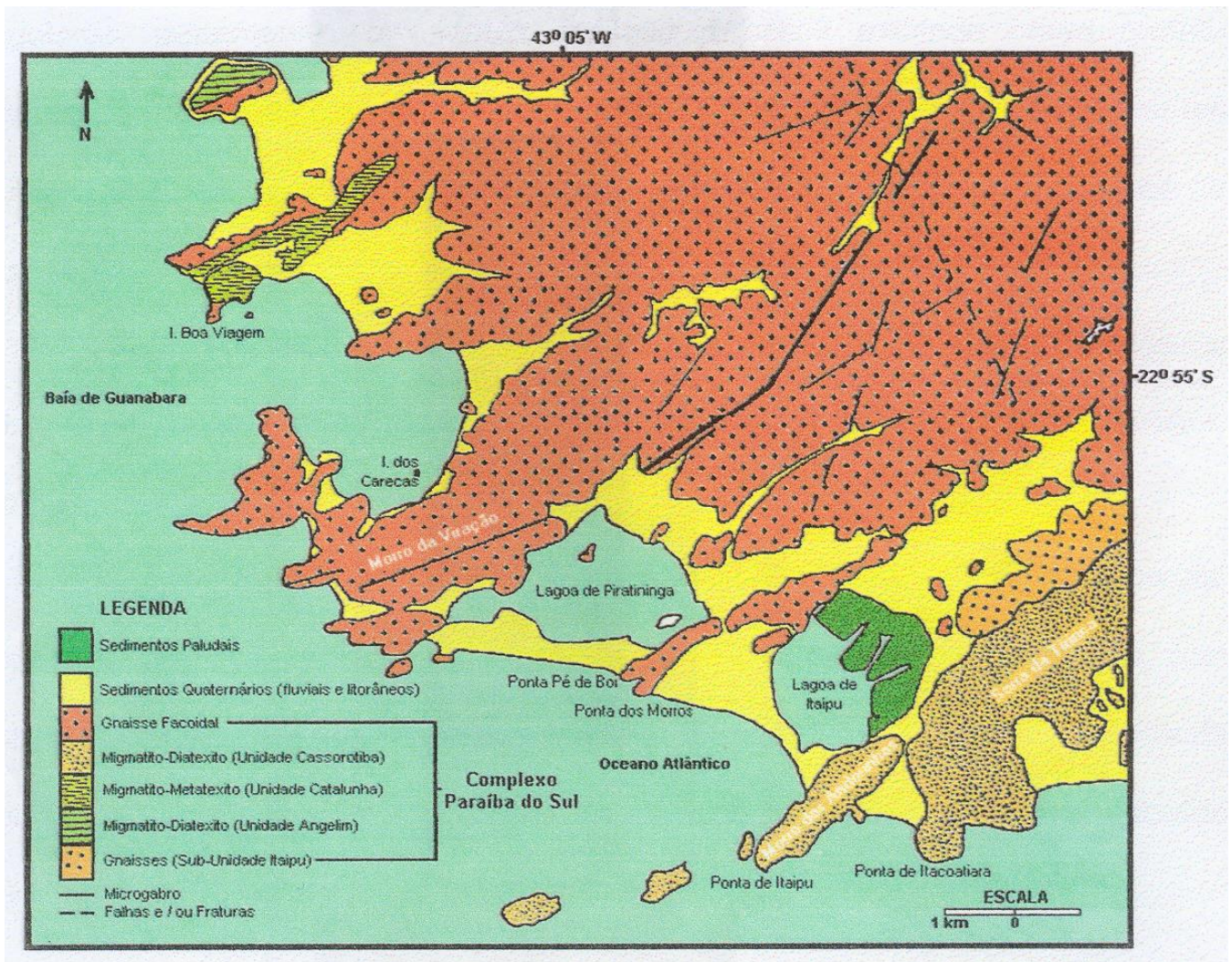
**1 - Sedimentos fluviais:** compostos por areias grossas, médias e finas, mal selecionadas, apresentando quartzo, feldspato e máficos, grãos subangulares a angulares, geralmente com matriz argilosa a síltica exibindo cores creme-amarelada, acastanhada, esbranquiçada, esverdeada e acinzentada de leques aluviais; a argila cinza a cinza-amarelada, geralmente micácea de planícies de inundação.

**2 - Sedimentos paludais:** compostos por argilas de coloração cinza e depósitos de turfa de ambientes de lagos, pântanos ou brejos. Argilas de coloração negra, bioturbadas de mangues.

**3 - Sedimentos litorâneos:** compostos por areias quartzosas, bem selecionadas, por vezes mal selecionadas, podendo apresentar feldspato e matriz argilosa, com coloração esbranquiçada, de origem marinha de cordões litorâneos. Os grãos de quartzo exibem muitas vezes, efeitos de abrasão, aos quais pode ser atribuída origem eólica (Francisco et al.,1982).

A distribuição das unidades geológicas pode ser observada através do mapa geológico regional contido na figura 2.





**Figura 2:** Mapa geológico regional da área de em torno do sistema lagunar Itaipu – Piratininga, Niterói – RJ (Mapa Geológico da Folha Baía de Guanabara, DRM, 1981).



## 4.2 – Clima

O clima em todo Estado do Rio de Janeiro é quente e úmido tropical, apresentando estação chuvosa no verão e uma outra relativamente seca no inverno. As temperaturas médias oscilam na faixa dos 22°C (média anual), sendo os meses de janeiro e fevereiro os mais quentes e julho, o mês com as médias mais baixas. Os totais anuais de chuva para a região superam os 1100mm, sendo que a maior concentração da pluviosidade ocorre nos meses de setembro a abril. Dezembro é o mês com o maior número de dias de chuva e a maior frequência de chuvas fortes, com mais de 50mm diários. A direção predominante dos ventos é NE (nordeste), podendo variar localmente. Ventos associados à entrada de frentes frias, de maior intensidade e com direção predominante de SW (sudoeste), exercem grande influência sobre os processos marinhos atuantes no sistema lagunar Itaipu –Piratininga.

## 4.3 - Vegetação

A vegetação na área de estudo caracteriza-se por apresentar poucos trechos preservados principalmente na orla das lagunas. A comunidade vegetal é dominada pela Taboa (*Typha dominguensis*) e pela samambaia de brejo (*Acrostichum sp*). Estas espécies vegetais crescem até 2m de altura e fornecem um ambiente excelente para o refúgio de uma fauna variada (SERLA, 2003).

Nos trechos onde a água é mais salgada (próximo à antiga barra e também na junção da laguna com o canal de Camboatá), encontra-se uma comunidade de halófitas, com predominância de *Philorexus portulacoides* e *Sesuvium portulacastrum*. Nas margens onde a vegetação natural foi removida registram-se processos de assoreamento. Nesses trechos ocorrem predominantemente gramíneas (*Paspalum vaginatum*) ao longo de toda faixa marginal. Como essa vegetação desenvolve-se menos que a Taboa (*Typha dominguensis*), cresce até 50cm no máximo, diminui-se conseqüentemente a cobertura fornecida à fauna e as populações de animais tornam-se bem menos variadas (SERLA, 2003).

Sobre a região montanhosa, recoberta por solos derivados da decomposição de rochas metamórficas, desenvolve-se a mata tropical úmida, resquício da Mata Atlântica característica do litoral brasileiro, já bastante alterado pela ocupação humana.

#### **4.4 – Clima de Ondas e Regime de Marés**

As ondas dominantes provêm dos quadrantes norte, nordeste e leste e são constituídas de 41% de marulho (swell) e 51% de vagas (sea). Praticamente não atingem a praia de Itaipu, devido à proteção natural da ponta de Itaipu e da ilha da Menina. Em relação às ondas provenientes dos quadrantes sudeste e sul, (35% de marulho e 21% de vagas), ao atingirem as praias da enseada de Itaipu, sofrem deformações devido à presença das ilhas do Pai, da Mãe, da Menina e da própria ponta de Itaipu (Dolfim Engenharia, 1975).

As ondas do quadrante sudoeste que poderiam atingir facilmente aquela enseada ocorrem com menor frequência, com 6% de marulho e 8% de vagas. As ressacas são muito mais frequentes nos meses de inverno devido às condições meteorológicas. Ressacas com menor intensidade podem ocorrer ao longo do ano, mas representam eventos esporádicos (Gallisaires et al., 1990).

As características gerais da enseada de Itaipu, e sua estabilidade em termos de transporte litorâneo, indicaram uma pequena importância das correntes costeiras. As velocidades são baixas, raramente ultrapassando 10cm/s (ECP, 1979).

Em relação ao regime de marés, a região da enseada de Itaipu é do tipo mista com desigualdades, semidiurna, sendo que a altura máxima observada é de 1,4 metros (Gallisaires et al., 1990). Apesar de corpos d'água fechados também sofrerem o efeito da atração lunar, podendo gerar uma onda de maré interna, a laguna de Itaipu possui um volume de água muito pequeno para que isso possa produzir um efeito significativo. Assim sendo, a maré medida no interior das lagunas é decorrente do efeito direto da onda atuante na enseada adjacente. Os níveis da laguna de Itaipu e canal de Camboatá são influenciados diretamente pela maré oceânica, cujas variações acompanham o ciclo mareométrico de

preamar e baixamar. A influência da maré meteorológica provoca um represamento no interior da laguna, implicando na elevação do nível médio, cujo valor tende a se igualar ao nível médio da laguna de Piratininga.

## **5 - Material e Metodologia**

As principais técnicas empregadas foram as de fotointerpretação, comparações batimétricas de diferentes datas, combinadas, em todas as fases da pesquisa, a um controle sistemático de campo (monitoramento). Para o estudo da evolução dos sistemas lagunares foram importantes; a interpretação de dados geológicos pré-existentes, estudos do clima da região e das condições oceanográficas, complementadas por análise textural dos sedimentos.

O presente trabalho constou das seguintes etapas:

### **5.1 - Etapas de Gabinete:**

Elaboração da carta base na escala 1:4000. Utilizou-se como referência os mapas batimétricos desenvolvidos pela ENGEVIX em novembro de 2001.

### **5.2 - Aero-fotointerpretação**

O trabalho de fotointerpretação das lagunas de Piratininga e Itaipu realizados por Resende (1995) apud Lavenery-Wanderley (1996) consistiu na aquisição e utilização de dados obtidos em levantamentos aerofotográficos de diferentes datas de vôo. Para o sistema lagunar de Piratininga o trabalho de Resende op cit baseou-se em quatro levantamentos aerofotográficos, onde o mais antigo, pertencente ao IBGE data de 1957, em escala aproximada de 1: 33.000; o segundo pela FAB / DRM em 1976, escala de 1:20.000, o terceiro de 1981 pela AEROFOTO-CRUZEIRO S/A em escala de 1:40.000, e o mais

recente em 1993 pela AGROFOTO S/A em escala de 1:8.000. Em relação ao sistema lagunar de Itaipu segundo Lavenèry-Wanderley op cit foram utilizadas imagens de recobrimentos aéreos realizados pela companhia CRUZEIRO DO SUL S/A, na escala de 1:8000, nos anos de 1976 e 1996.

Com base em dados obtidos através da fotointerpretação desses levantamentos aéreos utilizados, foi possível verificar mudanças ocorridas em torno da laguna de Piratininga e Itaipu, detectando-se consideráveis reduções na área do perímetro de tais corpos lagunares.

### **5.3 - Mapas Batimétricos**

Para reconhecimento da morfologia do fundo lagunar foram utilizados dados obtidos através dos mapas batimétricos de diferentes épocas realizados pela PORTOBRAS - INPH (1988), Resende (1995) e Lavenèry-Wanderley (1996). No caso da Laguna de Piratininga o trabalho iniciou-se baseado no mapa batimétrico realizado pela PORTOBRÁS-INPH (Instituto de Pesquisas Hidroviárias) para a prefeitura municipal de Niterói em 1988, em escala de 1:2000. Em seguida utilizou-se o mapa batimétrico confeccionado no ano de 1992, por Resende e também um mapa batimétrico datado de 2001, em escala de 1:4000(ENGEVIX).

Para o sistema lagunar de Itaipu foi utilizado o mesmo mapa batimétrico feito pela PORTOBRÁS - INPH (Instituto de Pesquisas Hidroviárias), em escala de 1:2000, datado de 1988, seguido do mapa batimétrico realizado no ano de 1996 (Lavenère-Wanderley), assim como a batimetria de 2001, em escala de 1:4000(ENGEVIX).

Esta etapa, baseada na comparação de dados batimétricos de diferentes datas possibilitou a visualização das mudanças ocorridas, em ambos os sistemas lagunares, nesse intervalo de tempo.

## **5.4 - Trabalhos de Campo**

O trabalho de campo prendeu-se a 4 visitas em ambos os sistemas lagunares, onde foram feitas inspeções das áreas referentes às desembocaduras dos rios pertencentes aos sistemas. Nesta etapa foram executadas medidas de profundidade como forma de interpretar o processo de sedimentação atual. .Nestas visitas foram coletadas 10 amostras de sedimentos com o intuito de verificar a proveniência do material. A coleta de amostras foi realizada com o apoio de um barco a remo. Para a retirada das amostras utilizou-se uma draga Van Veen.

## **5.5 - Etapas de Laboratório**

### **5.5.1 - Granulometria**

As amostras de sedimentos coletadas foram analisadas granulometricamente conforme metodologia descrita por Suguio (1973).

Os sedimentos foram subdivididos em fração fina ( $< 0,062$  mm), realizado através de pipetagem e fração grossa ( $> 0,062$ mm), analisada por peneiramento.

### **5.5.2 - Teor de Matéria Orgânica**

Neste trabalho, o objetivo principal foi o de determinar quantitativamente a matéria orgânica, pois o seu conteúdo em sedimentos de fundo lagunar é indicador do nível trófico do ambiente, bem como do seu grau de degradação.

A metodologia utilizada na eliminação e quantificação da matéria orgânica presente nas amostras foi a queima por peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) a quente.

As amostras são, inicialmente, pesadas e acondicionadas em beakers resistentes ao calor, sendo atacadas sucessivamente com peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) até que toda a

matéria orgânica tenha sido consumida. Os beakers são colocados sobre chapa quente para auxiliar o processo e a adição do peróxido de hidrogênio é feita em etapas, sendo que cada uma delas deve aguardar o abrandamento da fervura para ser reiniciada.

A concentração do peróxido de hidrogênio deve ser de 30%, e a quantidade a ser acrescentada à amostra, por vez, não deve ser superior à quantidade da amostra (ex: 10ml de  $\text{H}_2\text{O}_2$  para 10g de amostra). A temperatura da amostra deve ser controlada para evitar o extravasamento e conseqüente perda do material durante a fervura.

A amostra deve ser lavada para a eliminação dos resíduos gerados no processo após a completa oxidação da matéria orgânica, evitando sua interferência nos demais procedimentos de análise, especialmente na floculação das argilas durante a pipetagem. Em seguida as amostras são secas em estufa a  $50^\circ\text{C}$  e posteriormente pesadas para a quantificação da matéria orgânica.

$$\text{Matéria Orgânica \%} = (\text{peso inicial} - \text{peso final} / \text{peso inicial}) \times 100 \%$$

### 5.5.3 - Teor de Carbonato

Com o intuito de quantificar o teor de carbonato contido nas amostras, realiza-se um ataque com ácido clorídrico. A amostra deve ser lavada para a eliminação de sais solúveis, seca em estufa a  $50^\circ\text{C}$  e pesada para a verificação de seu peso inicial. Em seguida deve ser acondicionada em becker, resistente ao calor, para ser atacada com o ácido, sucessivamente, até que todo o carbonato presente na amostra seja consumido. A amostra é então lavada, para a eliminação dos resíduos solúveis do processo, e levada à estufa para secar.

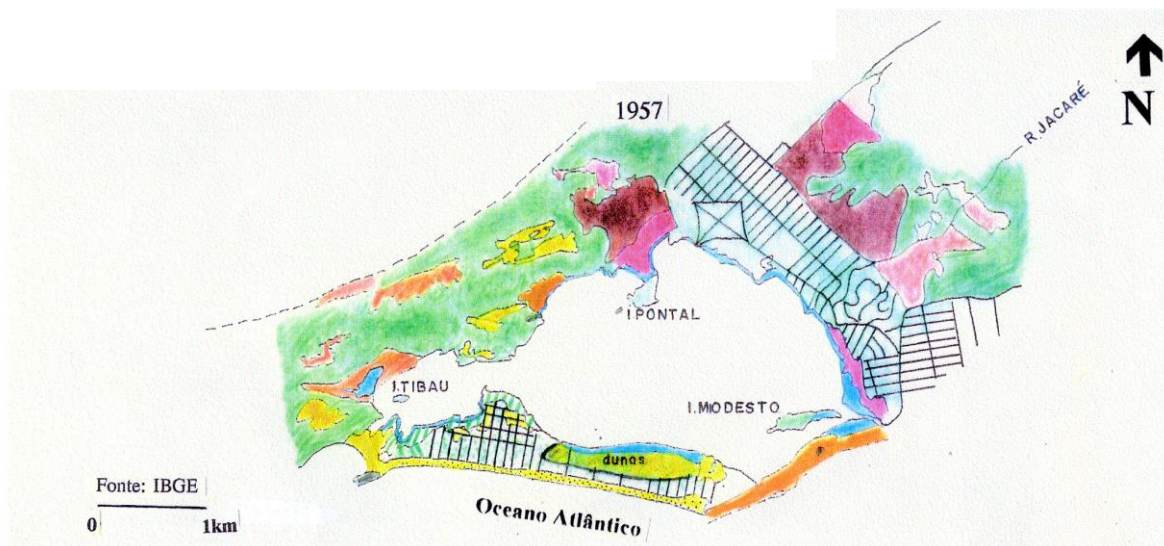
A quantidade do teor de carbonato é obtida pela comparação das pesagens obtidas antes e depois do processo.

$$\text{CaCO}_3 \% = (\text{peso inicial} - \text{peso final} / \text{peso inicial}) \times 100 \%$$

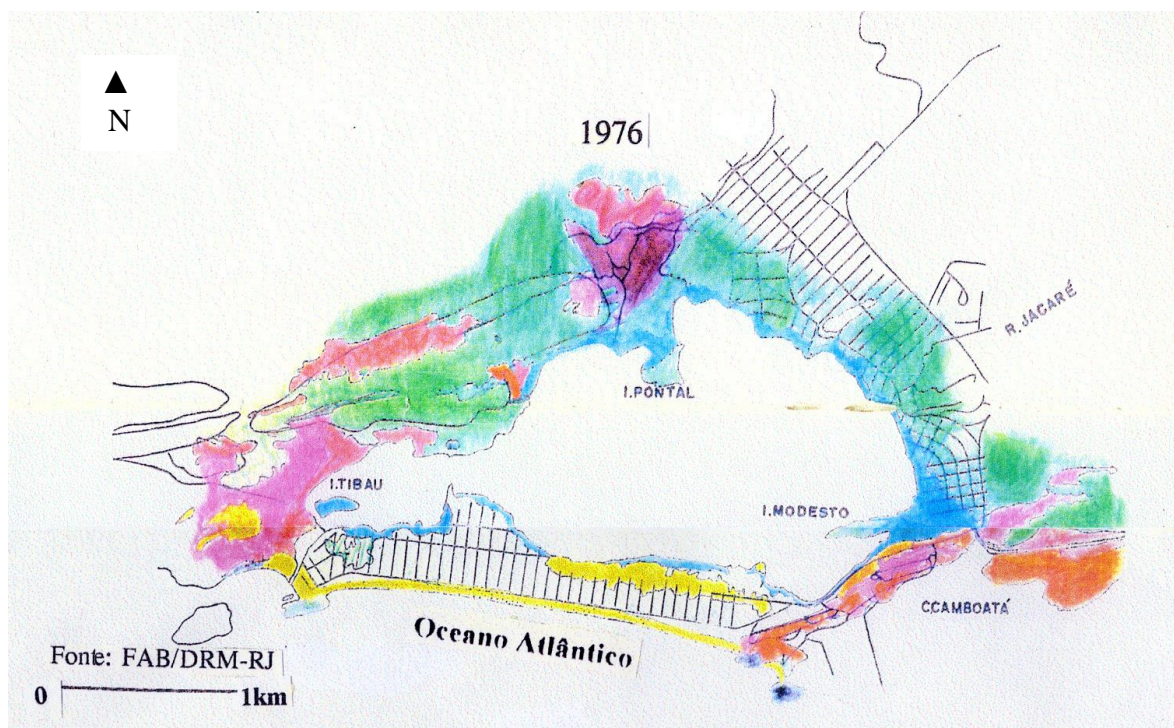
## 6 - Resultados Obtidos

### 6.1 - Aero-fotointerpretação

A perda do espaço físico da região em torno das lagoas de Piratininga e Itaipu pode ser constatada através da observação de recobrimentos aéreos realizados em diferentes datas , por Lavenere-Wanderley (1999) e Resende (1995). A fotointerpretação permitiu a descrição da evolução de ambos os sistemas lagunares , nas últimas décadas (figura 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 e figura 4).

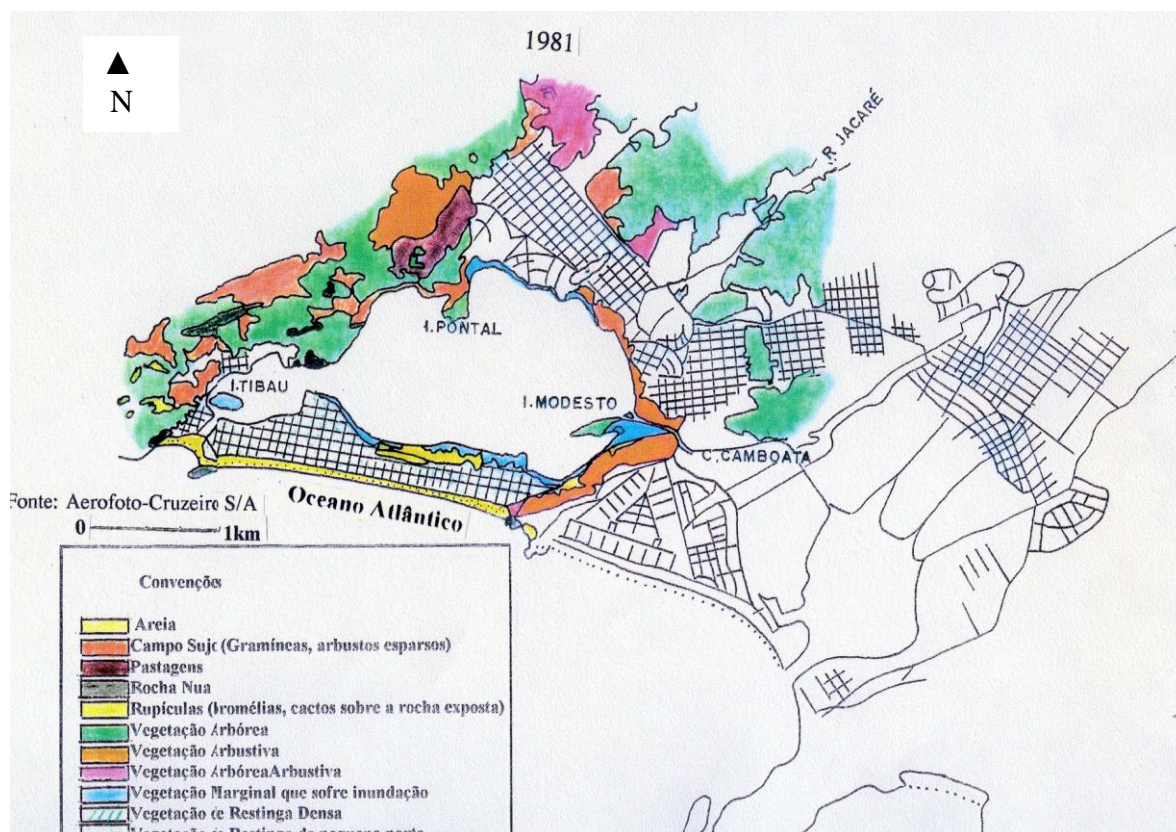


**Figura 3.1:** Fotointerpretação da laguna de Piratininga no ano de 1957 (Resende, 1995).

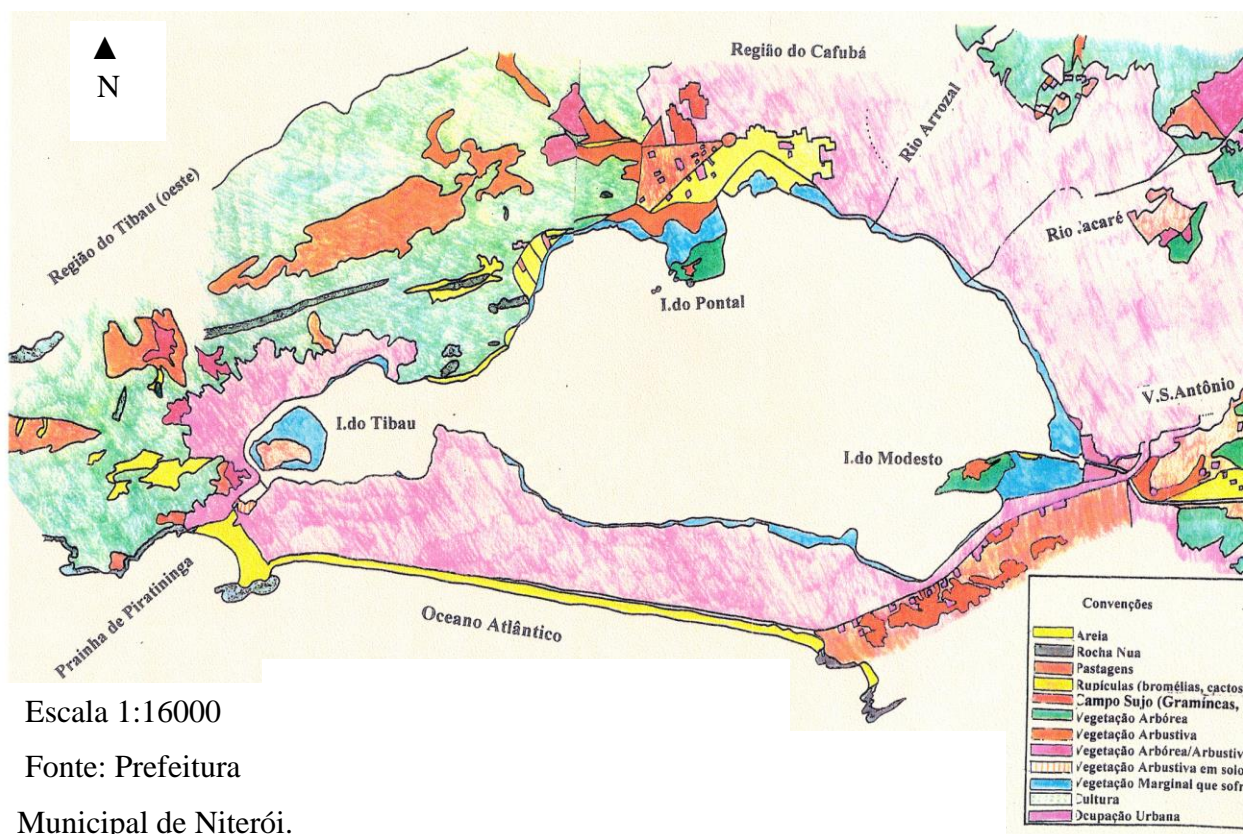


**Figura 3.2:** Fotointerpretação da laguna de Piratininga no ano de 1976(Resende, 1995).





**Figura 3.3:** Fotointerpretação da laguna de Piratininga no ano de 1981 (Resende, 1995).



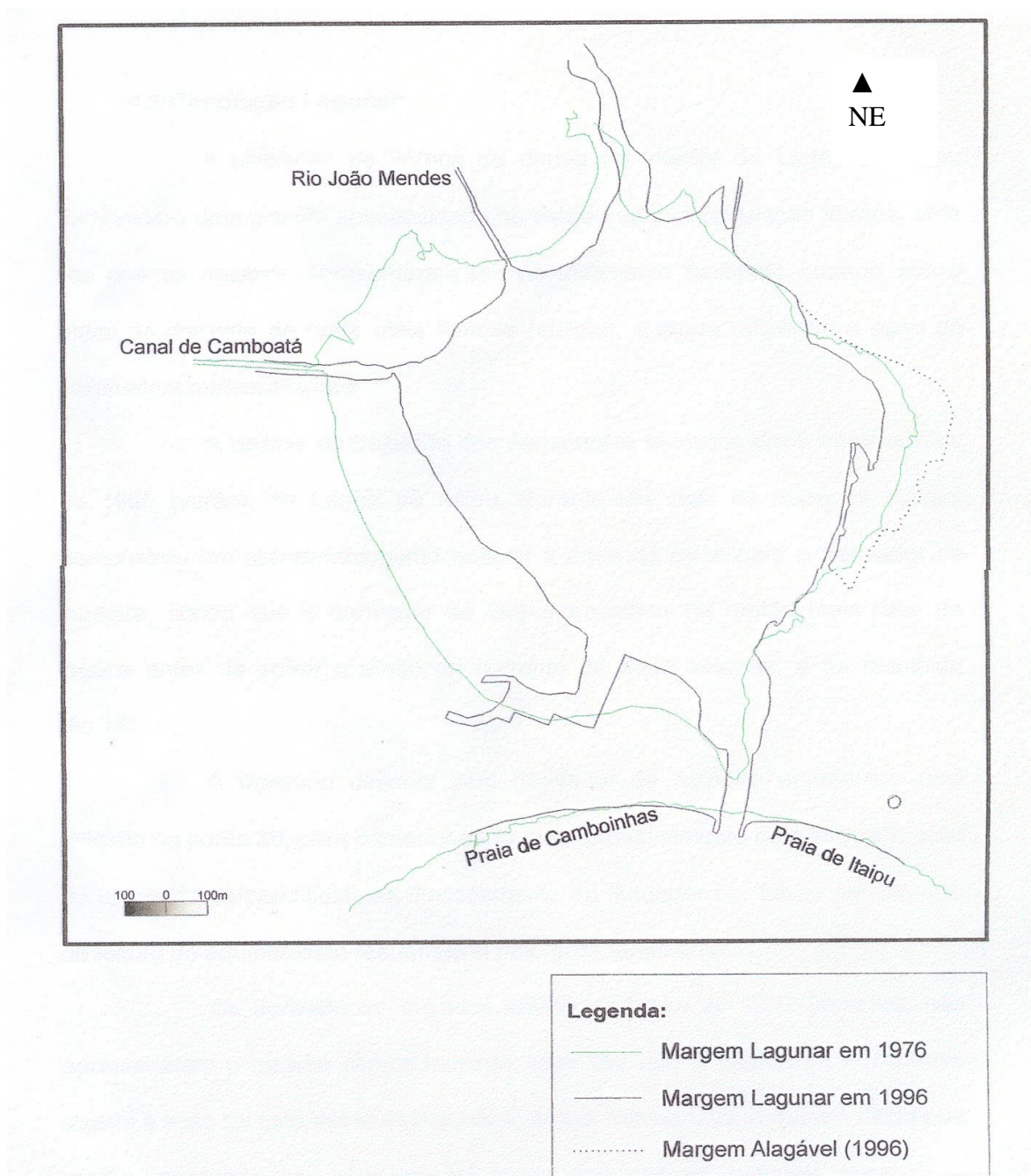
Escala 1:16000

Fonte: Prefeitura

Municipal de Niterói.

**Figura 3.4:** Fotointerpretação da laguna de Piratininga no ano de 1993 (Resende, 1995).





**Figura 4:** Região de entorno da laguna de Itaipu em diferentes períodos (Lavenère-Wanderley, 1999).

Lima et al. (1988 apud Knoppers et al . , 1989), através do geoprocessamento de levantamentos aerofotográficos de 1960, 1976 e 1986, quantificou em 35,5 % a redução do espelho d'água da laguna de Itaipu no primeiro período e em 31,27 % no intervalo de 1976 a 1986. Análises dos contornos lagunares feita por Lavenere-Wanderley determinaram uma redução de 33,90 % na área da laguna de Itaipu, o que, descontados os 31,27 % do período anterior determinam uma redução de 2,63 % para estes últimos 10 anos, assim como a interpretação das taxas de redução da laguna determinou uma taxa média de 2,21 % ao ano, para o período de 1960 a 1976 e de 3,13 % ao ano entre 1976 e 1986, mas se considerarmos o período total compreendido entre 1976 e 1996 a taxa se reduz a 1,70 % ao ano. Uma projeção desta última taxa para os próximos anos determina a extinção deste corpo d'água costeiro em cerca de 60 anos.

Para o sistema lagunar de Piratininga Resende constatou que a laguna teve sua extensão reduzida de 4,1 km em 1933 para 3,2 km em 1993 e sua largura de 1,7 km para 1,3 km, uma perda de cerca de 22 % (extensão) e 23,5 % (largura) em 60 anos, constatando-se assim uma diminuição de sua lâmina d'água em cerca de 37,5 % a 43 % na região do Tibau e de 20 % na região do Cafubá, em direção as partes centrais da laguna.

## **6.2 - Batimetria**

A partir da comparação dos dados de batimetria dos mapas de 1988 e 1992, realizados por Resende (Figura 5), e do mapa batimétrico de 2001, pode-se observar significantes modificações na profundidade da laguna de Piratininga.

Com o mesmo intuito, utilizando a comparação dos dados de batimetria dos mapas de 1988 e 1999 (Figura 6), realizada por Lavenere-Wanderley e comparando com os dados batimétricos da ENGEVIX (2001), observou-se mudanças significativas no fundo lagunar.

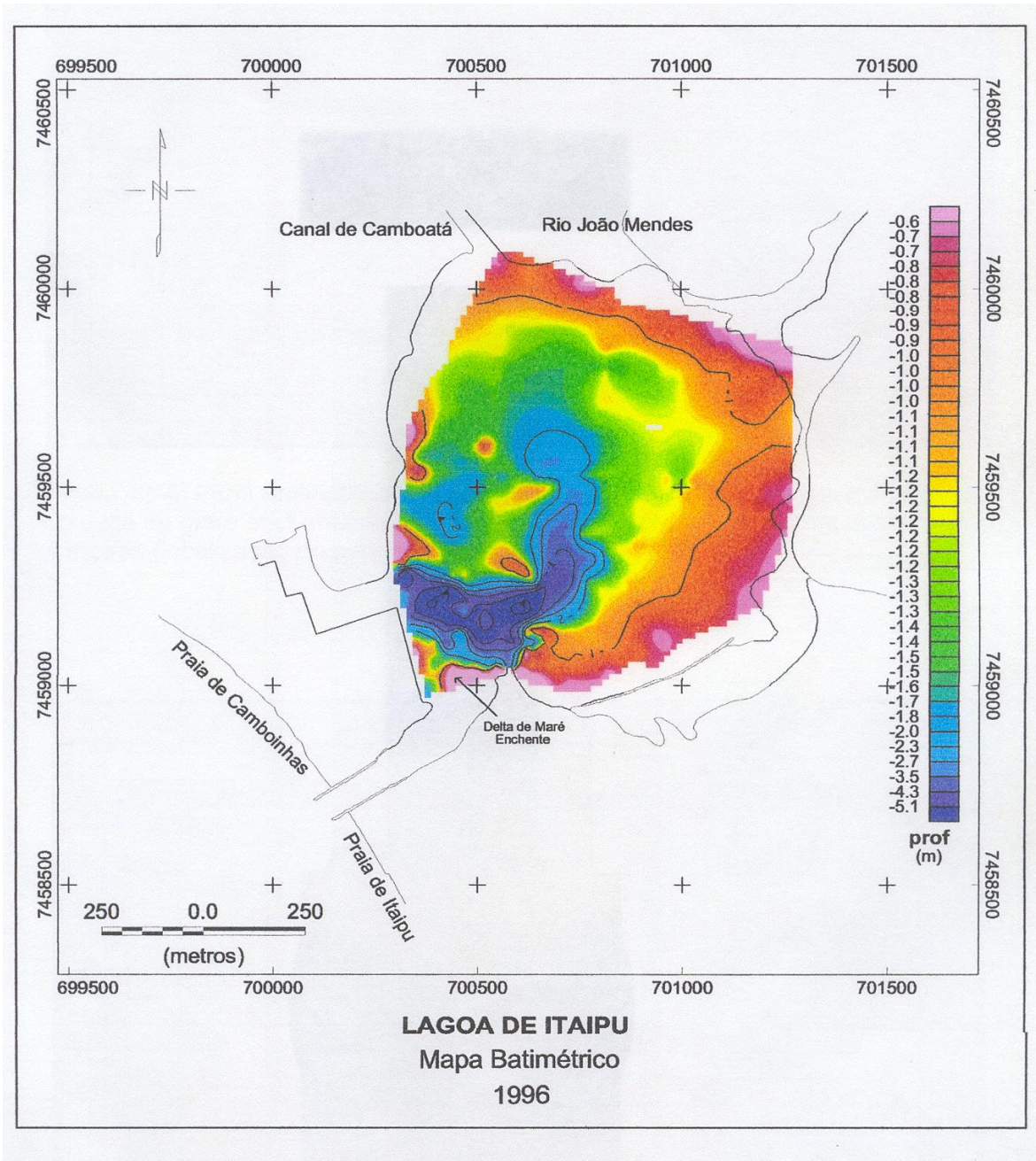
Para o sistema lagunar de Piratininga verificou-se, através da referida comparação, que as áreas mais profundas da região do Tibau, que em 1988 apresentavam-se com cerca

de 0,80 metro e 0,70 metro de lâmina d'água, estão atualmente mais rasas. O fundo da laguna, atualmente, apresenta-se mais suavizado e predominantemente mais raso.

No caso da laguna de Itaipu, constatou-se que o fundo lagunar plano apresenta profundidades inferiores a 1 metro e recobre cerca de 80 % da área do espelho d'água. As margens apresentam-se bastante suavizadas em decorrência do assoreamento natural do corpo d'água. O canal central de circulação apresenta as maiores profundidades, que variam de 2 a mais de 6 metros. Observa-se junto ao canal de maré o desenvolvimento de uma feição deposicional do tipo barra arenosa.







**Figura 6:** Mapa Batimétrico da laguna de Itaipu (Lavenère-Wanderley, 1996).

### 6.3 - Granulometria

Os resultados fornecidos pelas análises granulométricas de 10 amostras superficiais de fundo serviram para caracterizar os principais aspectos da cobertura sedimentar de ambos os sistemas lagunares e podem ser vistos nas tabelas 1 e 2.

**OBS:** AP = Amostra da laguna de Piratininga.

AI = Amostra da laguna de Itaipu.

<b>Amostra</b>	<b>Areia</b>	<b>Silte</b>	<b>Argila</b>
	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
<b>AP-01</b>	10	51	39
<b>AP-02</b>	5	43	52
<b>AP-03</b>	36	39	25
<b>AP-04</b>	47	27	26
<b>AP-05</b>	70	16	14

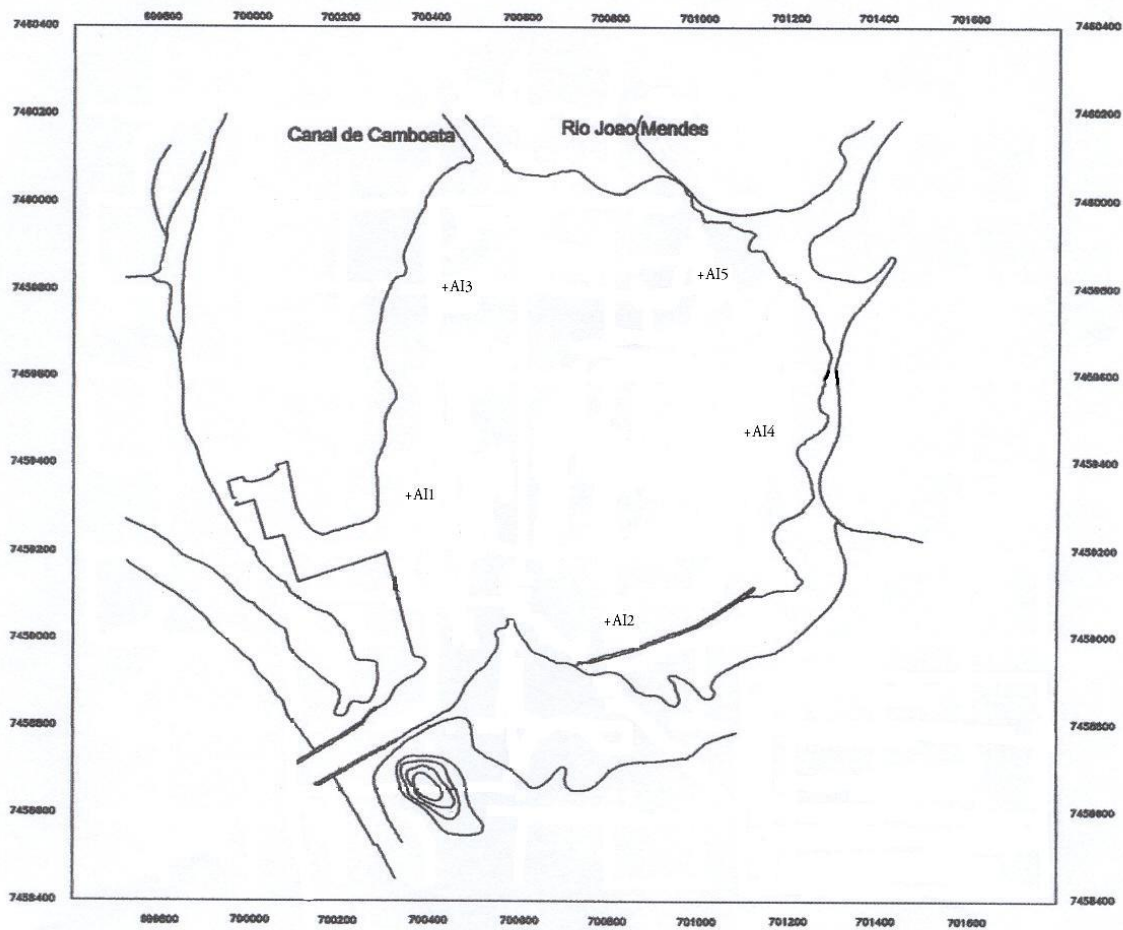
**Tabela 1:** Análise granulométrica dos sedimentos coletados na laguna de Piratininga.

<b>Amostra</b>	<b>Cascalho</b>	<b>Areia</b>	<b>Silte</b>	<b>Argila</b>
	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
<b>AI-01</b>	0,04	87,15	2,51	10,3
<b>AI-02</b>	0	53,05	11,5	35,45
<b>AI-03</b>	0	0,85	25,3	73,85
<b>AI-04</b>	0	20,6	16,2	63,2
<b>AI-05</b>	0	0,74	21,15	78,11

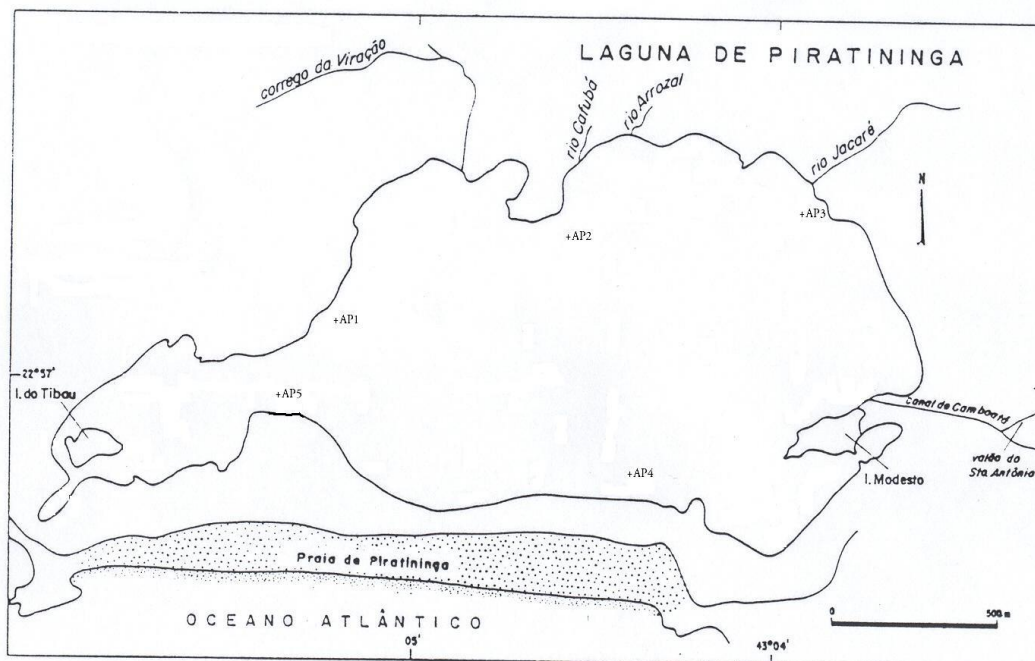
**Tabela 2:** Análise granulométrica dos sedimentos coletados na laguna de Itaipu.



A localização das amostras pode ser vista nas figuras 7 e 8.



**Figura 7:** Mapa de localização das amostras na laguna de Itaipu.



**Figura 8:** Mapa de localização das amostras na laguna de Piratininga.

#### 6.4 - Teor de Matéria Orgânica

A distribuição da matéria orgânica relaciona-se com o padrão de circulação da água, com a topografia de fundo, com a composição granulométrica e com a taxa de produtividade orgânica (Fulfaro e Ponçano, 1976, Tucker, 1991).

O teor de matéria orgânica nas amostras coletadas nas lagunas pode ser visto nas tabelas 3 e 4 e variam da seguinte maneira:

<b>Amostra</b>	<b>Mat.Orgânica</b>
	<b>(%)</b>
<b>AP-01</b>	18,34
<b>AP-02</b>	2,57
<b>AP-03</b>	22,34
<b>AP-04</b>	26,02
<b>AP-05</b>	14,65

**Tabela 3:** Teor de matéria orgânica das amostras coletadas na laguna de Piratininga.

<b>Amostra</b>	<b>Mat.Orgânica</b>
	<b>(%)</b>
<b>AI-01</b>	4,5
<b>AI-02</b>	8,77
<b>AI-03</b>	14,2
<b>AI-04</b>	6,02
<b>AI-05</b>	12,84

**Tabela 4:** Teor de matéria orgânica das amostras coletadas na laguna de Itaipu.

### **6.5 - Teor de Carbonato**

O teor de Carbonato contido nas amostras coletadas em ambos os corpos lagunares pode ser visto nas tabelas 5 e 6, e estão dispostos da seguinte maneira:

<b>Amostra</b>	<b>Carbonato</b>
	<b>(%)</b>
<b>AP-01</b>	21,38
<b>AP-02</b>	0,65
<b>AP-03</b>	4,7
<b>AP-04</b>	0,02
<b>AP-05</b>	6,14

**Tabela 5:** Teor de Carbonato das amostras coletadas na laguna de Piratininga.

<b>Amostra</b>	<b>Carbonato</b>
	<b>(%)</b>
<b>AI-01</b>	2,39
<b>AI-02</b>	2,17
<b>AI-03</b>	0,87
<b>AI-04</b>	1,1
<b>AI-05</b>	1,5

**Tabela 6:** Teor de Carbonato das amostras coletadas na laguna de Itaipu.

## **7 - Discussão dos Resultados**

### **7.1 - Aero-fotointerpretação:**

Os sistemas lagunares de Piratininga e Itaipu vêm sofrendo ao longo dos últimos 20 anos o impacto da expansão urbana.

A comparação entre os contornos lagunares referentes aos recobrimentos aéreos realizados nos anos de 1976 e 1996, feita por Lavenere-Wanderley, demonstra os principais impactos ocorridos num intervalo de 20 anos.

O espelho d'água foi reduzido devido a um rebaixamento do nível d'água da laguna. Este rebaixamento é consequência da abertura e fixação do canal de maré. Com isso, grande parte da planície de maré da laguna fica exposta e acaba sendo ocupada. A realização de obras de engenharia, aterros clandestinos, dragagens, construção de molhes, etc., aumentaram o aporte de sedimentos antropogênicos e o esgotamento sanitário, que chega atualmente à laguna.

As reduções do espelho d'água observadas entre 1976 e 1986 denotam a influência da abertura e fixação do canal de maré no final da década de 70. Além disso, a construção do canal de Camboatá, feita na década de 40, alterou a hidrodinâmica da laguna, invertendo o fluxo de água entre a laguna de Itaipu e de Piratininga.

A fotointerpretação também permitiu fazer importantes observações com relação à evolução morfológica da região em torno da laguna de Piratininga. Em 1957 a laguna apresentava-se com seus subambientes bem preservados, onde na parte sudeste pode ser observado um pequeno sistema eólico (dunas), hoje completamente impermeabilizado pela urbanização. Atualmente, na região onde se encontrava o referido sistema eólico, localizam-se a Avenida Acúrcio Torres e diversas ruas com moradias. A laguna de Piratininga, nessa época, apresentava três ilhas: a ilha do Modesto a leste, a ilha do Pontal a N-NW e na extremidade a oeste a ilha do Tibau.

Em 1976 observa-se um aumento da área urbanizada, seguido de uma diminuição da área verde em torno da laguna, onde a área da restinga foi sendo gradativamente ocupada.

No ano de 1981, observa-se uma redução drástica da cobertura vegetal original nas áreas adjacentes à laguna e em toda sua orla, e o grande adensamento populacional. A área da restinga está totalmente tomada pela urbanização e a vegetação arbóreo-arbustiva começa a desaparecer, dando lugar à arbustiva.

Já em 1993, pode ser vista a contínua redução de áreas verdes, onde a urbanização intensificou-se bastante. A região do Tibau apresenta-se ocupada de forma intensa. No local onde se encontra o antigo canal que ligava a laguna à prainha observa-se o desenvolvimento de uma vegetação arbustiva em solo arenoso. As ilhas do Modesto e Pontal se encontram soldadas ao continente e a ilha do Tibau, de 1957 a 1993, aumentou sua extensão de 75 metros para 320 metros.

A construção do canal de Camboatá e a fixação do canal de maré da laguna de Itaipu causaram significativa redução do espelho d'água lagunar, pois a água da laguna de Piratininga escoava em direção à laguna de Itaipu, que por seguinte escoava para o mar.

## **7.2 - Batimetria**

O assoreamento vem se intensificando e modificando os sistemas lagunares e suas fisiografias.

Para o sistema lagunar de Itaipu, o processo de assoreamento ocorre através da progradação das margens, justificado pela alteração topográfica da bacia na sua porção marginal. A taxa de sedimentação foi estabelecida por Lavenere-Wanderley em 0,28 cm/ano, para os últimos 100 anos. Com a abertura do canal de maré o nível d'água da laguna baixou, e em consequência as margens foram aterradas e ocupadas. O despejo de esgoto não tratado e o desmatamento das encostas introduzem grande quantidade de sedimentos nas bacias estudadas, onde atualmente a profundidade máxima observada no sistema lagunar de Itaipu é da ordem de 7,0 metros e a mínima 0,5 metro.

De acordo com os dados bibliográficos de Resende (1995) e Lavenère-Wanderley (1999) complementados pelo trabalho aqui desenvolvido, pode-se inferir que a

transformação do sistema lagunar de Itaipu em um ambiente pantanoso ocorrerá em aproximadamente 60 anos.

A laguna de Piratininga apresentava, em 1992, uma lâmina d'água bastante rasa, com profundidades médias em torno de 0,80 metro. As maiores em torno de 1,30 metros, próximo ao centro lagunar. A taxa de sedimentação estabelecida por Resende é da ordem de 0,13 cm/ano.

A comparação de mapas batimétricos mostra uma suavização do fundo lagunar, resultado do assoreamento. Alguns pontos localizados na região do Tibau, em 1988, apresentam-se mais rasos se comparados com dados de mapas de profundidades de 1992 e 2001. A diminuição da lâmina d'água também pode ser vista na região do Cafubá, onde se observam profundidades reduzidas.

Para o sistema lagunar de Piratininga, com uma lâmina d'água bastante rasa, onde a profundidade varia entre 0,05 metro e 2,5 metros, estima-se a transformação ambiental de laguna em pântano em aproximadamente 50 anos.

### **7.3 - Análise Granulométrica**

A distribuição dos sedimentos está condicionada pela hidrodinâmica que promove um maior selecionamento do material no canal de maré, que é o subambiente de maior energia da laguna. No restante do fundo lagunar, onde a competência da corrente diminui, ocorre a mistura entre sedimentos provenientes da bacia de drenagem e do cordão litorâneo, gerando um depósito pobremente selecionado.

A cobertura sedimentar do fundo da laguna de Itaipu é caracterizada pela interdigitação entre areias de origem marinha e sedimento argiloso, proveniente da bacia de drenagem. Com essa interdigitação, observam-se faixas que gradam desde areia, passando a areia argilosa e a argila arenosa até se tornar predominantemente argilosa na parte central do corpo lagunar.

Quanto à distribuição dos sedimentos da laguna de Piratininga, observa-se o predomínio de sedimentos finos (silte e argila) que vão desde silte argiloso a argila siltica, sobre os sedimentos grossos. A areia é a fração dominante nas margens lagunares, enquanto a fração fina (silte + argila) parece ter sua distribuição associada à carga de sedimentos dos rios Jacaré, Arrozal e do córrego da Viração. O silte representa 35,5 % do sedimento superficial da laguna de Piratininga, principalmente nas proximidades dos rios Jacaré, Arrozal e córrego da Viração. A concentração da argila, em torno de 28,5 % aumenta em direção as partes centrais da laguna.

As areias foram depositadas por influência marinha (região do Tibau – “washover”), ou por processos eólicos atuantes na restinga.

#### **7.4 - Teor de Matéria Orgânica**

A distribuição da matéria orgânica nos sedimentos superficiais de fundo, apresenta-se associada à distribuição dos aportes de água doce para o ambiente.

A laguna de Itaipu e a laguna de Piratininga funcionam como ambientes concentradores de matéria orgânica, pois apresentam teores mais elevados em relação às áreas fontes, que, devido à granulometria dos sedimentos, não tendem a concentrar a matéria orgânica.

A observação dos mapas de distribuição da matéria orgânica nas lagunas de Itaipu e Piratininga mostra uma íntima relação com a batimetria, apresentando maiores concentrações nas áreas mais confinadas, de menor energia, e menores em regiões mais lavadas pela maré.

Em áreas onde a dinâmica é baixa, a matéria orgânica é conservada e acumulada. No caso da laguna de Itaipu, no canal principal de escoamento, onde a dinâmica é mais intensa, os teores são mais baixos. Onde a corrente é mais intensa e o ambiente de maior energia, ocorre a lavagem dos finos e, associada a eles, da matéria orgânica. Onde a



corrente atuante é fraca e não tem competência para carrear o sedimento mais fino, a lama se deposita, e com ela, a matéria orgânica.

### **7.5 - Teor de Carbonato**

A presença de carbonato nos sedimentos das lagoas de Itaipu e Piratininga está representada por fragmentos de conchas de origem marinha. No caso do sistema lagunar de Itaipu, esses fragmentos de conchas são encontrados no canal de maré, em decorrência dos processos da dinâmica costeira.

Para o sistema lagunar de Piratininga a quantidade de conchas é bastante reduzida, visto que a competência da corrente não permite o carreamento de conchas marinhas para o seu interior, sendo o teor então, representado por fragmentos de conchas endêmicas da região lagunar.

## 8 – Conclusões e Recomendações

A interpretação e comparação dos dados obtidos por Resende (1995) e Lavenère-Wanderley (1999), durante o estudo das lagunas de Piratininga e Itaipu, complementadas pelo trabalho aqui desenvolvido, permitiram uma caracterização ambiental destes sistemas lagunares.

1. Devido ao processo desordenado de ocupação humana nas margens das lagunas, pode-se observar uma aceleração dos processos sedimentares atuantes em ambos os sistemas, alterando a morfologia destes ambientes. A redução dos espelhos lagunares, no período compreendido entre 1976 e 1996 (Itaipu) e 1957 e 1993 (Piratininga), apresentou taxa de 33,90% para a laguna de Itaipu e, no caso da laguna de Piratininga, foi constatada uma diminuição de cerca de 37,5% a 43% na região do Tibau e de 20% na região do Cafubá, em direção às partes centrais da laguna. Esses fatos evidenciam claramente as agressões antrópicas sofridas pelas lagunas através de obras de engenharia costeira, aterros, dragagens e, principalmente, da ocupação desordenada de suas margens.

2. As alterações batimétricas associadas à taxa de sedimentação mostram que as lagunas estão sofrendo amplo processo de assoreamento. A laguna de Piratininga apresenta uma lâmina d'água bastante rasa, onde as maiores profundidades são da ordem de 2,5 metros e as menores de 0,05 metro. A comparação de mapas batimétricos mostra que as regiões do Tibau e do Cafubá apresentam-se mais rasas, se comparadas com dados batimétricos mais antigos. No caso da laguna de Itaipu, a batimetria revelou um fundo plano de superfície, suavizado na sua parte mais interior e junto às margens e também a presença de um canal principal de circulação (ação antrópica) além de um importante delta de maré enchente no limite interior do canal de maré. As profundidades máxima e mínima são da ordem de 7,0 metros e 0,5 metro, respectivamente. A taxa de sedimentação, no caso da

laguna de Itaipu é de 0,28cm/ano (Lavenère-Wanderley,1999), enquanto na laguna de Piratininga é de 0,13cm/ano (Resende, 1995).

3. O sedimento superficial encontrado na laguna de Piratininga apresenta-se sob a forma de três grupos: o de areias, na porção oeste; o de silte, localizado nas porções centrais e nordeste e, em menor proporção, o de argila, com concentrações maiores no centro da laguna e na porção nordeste, próximo à desembocadura dos rios Jacaré e Arrozal. Os dois últimos grupos dominam a maior parte da laguna, observando-se que esta, atualmente, é essencialmente influenciada por processos fluviais (Resende, 1995). A análise dos parâmetros granulométricos dos sedimentos de fundo da laguna de Itaipu indica que o padrão predominante de transporte de sedimentos é definido pela batimetria, pelo fluxo das marés e pela ação de eventos meteorológicos esporádicos (ressacas). As correntes de maior intensidade, atuantes no canal de maré, determinam a predominância de sedimentos arenosos moderadamente selecionados neste subambiente, formando uma cunha arenosa que acompanha o canal principal de circulação. A deposição de sedimento predominantemente lamoso está condicionada a regiões onde a corrente atuante é fraca. As cinco classes granulométricas que recobrem o fundo lagunar são: areia, areia argilosa, argila arenosa, argila e argila siltica (Lavenère-Wanderley, 1999).

4. No caso da laguna de Piratininga, a alta concentração de matéria orgânica (porção nordeste e central) existe em função da ocupação humana desordenada nessa área, onde se pode observar a carência de um saneamento básico, pois os efluentes domésticos são lançados, sem tratamento, diretamente na laguna. Pode-se inferir ainda que sua distribuição está relacionada ao padrão geral de circulação da laguna de Piratininga, onde as correntes fluviais depositam esse material nessa região, onde são remobilizados, alcançando as partes centrais da laguna. Para o sistema lagunar de Itaipu, os teores de matéria orgânica no sedimento variam de 8,77 %, junto ao canal de maré, a 12,84 % na região mais interior da laguna, onde o sedimento é lamoso e o ambiente de menor energia. Estes valores são bastante elevados, indicando a introdução de esgoto não tratado no corpo lagunar.

5. A construção do túnel, ligando a laguna de Piratininga ao mar, é uma obra oportuna, do ponto de vista da engenharia, uma vez que irá permitir a circulação e oxigenação da água do corpo lagunar, restaurando assim a sua capacidade produtiva. Tal iniciativa permitirá uma maior vida útil de ambos os corpos lagunares.

6. A laguna de Itaipu encontra-se menos poluída do que a de Piratininga, no entanto, a perda do espaço físico e a redução do espelho d'água são maiores no sistema lagunar de Itaipu. A laguna de Itaipu está sendo assoreada, perdendo espaço para a construção de ruas e casas de luxo.

## **Recomendações**

A. Delimitação do entorno lagunar, através da construção de um calçadão, obedecendo a linha máxima do espelho d'água.

B. Construção de uma estação de tratamento de esgoto local, onde todo o esgoto despejado nas lagunas fosse tratado.

C. Programa de limpeza e retificação de toda a rede de drenagem da região, que se encontra obstruída e desviada em alguns locais, pelo homem.

D. Remoção das favelas que se encontram na faixa de preservação ambiental.

E. Programa de despoluição e dragagem de ambos os corpos lagunares.

## 9 - Bibliografia

Baptista Neto,J.A., 1993, Sedimentologia e Geomorfologia da Enseada de Jurujuba (Baía de Guanabara) – Niterói / RJ. Tese de Mestrado. Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha. Laboratório de Geologia Marinha – UFF. 131p.

Baptista Neto,J.A., 1996, Sedimentological Evidence For Human Impact On a Nearshore Sedimentary Environment: Jurujuba Sound, Rio de Janeiro State, Brazil. Tese de Doutorado. The Queen's University Of Belfast, Irlanda do Norte / Reino Unido. 321p.

Barroso,L.V., 1987, Diagnóstico Ambiental da Lagoa de Araruama – RJ. Boletim da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, V.22 Pp.30-65.

Barroso,L.V., Silva,L.F.F. da, Knoppers,B.A., 1994, Diagnóstico Ambiental do Sistema Lagunar de Piratininga / Itaipu, Niterói, RJ. Parte I: Fisiografia e Sócio-Economia. III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. V.1 Pp. 188-195. Serra Negra, S.P.

Bird,E.C.F., 1993, Submerging Coasts, The Effect of a Rising Sea Level on Coastal Environments. John Wiley and Sons.

Cantarino,S.C., 1989. Impactos Ambientais na Lagoa de Piratininga – Niterói, RJ.  
In: Seminário de Geologia Ambiental, 1, Rio de Janeiro: IGEO / UFRJ. 09 p.

Carneiro, M.E.R., 1992. Ciclo Anual do Aporte Fluvial e o Estoque de Matéria Biogênica no Sistema Lagunar de Piratininga – RJ. Dissertação de Mestrado. Geoquímica / UFF 166p.

Carneiro, M.E.R., Barroso,L.V., 1993, Um Gradiente de Perturbação Antrópica em dois Sistemas Lagunares do Leste Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. In: Noronha,F., Marques,M., Nogueira,P. (ed.) Memórias nº 3 da IX Semana de Geoquímica e do II

Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa. Cidade do Porto, 14-20 de Novembro de 1993.

Carneiro, M.E.R., Barroso, L.V., Ramalho, N.M., Azevedo, C., Knoppers, B.A., Kjerfve, B., Kirstein, K.O., 1994. Diagnóstico Ambiental do Sistema Lagunar de Piratininga / Itaipu, Niterói, RJ. Parte II: Hidroquímica. III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. V.1 Pp. 196-203. Serra Negra, S.P.

Carneiro, M.E.R., Ramalho, N.M.R., Valentinin, L.S., Azevedo, C., Knoppers, B.A., 1990. Distribuição e Comportamento dos Nutrientes na Bacia de Drenagem do Sistema Lagunar de Piratininga / Itaipu. Niterói – RJ. 2º Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Águas de Lindóia, 2. 108-116.

Castro, J.W.A. et al, 2002, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental: Sistema Lagunar Piratininga-Itaipu. Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) e Grupo Lisboa da Cunha. 380 p.

Coe Neto, R., 1984, Algumas Considerações Sobre a Origem do Sistema Lagunar de Araruama. In: Restingas: Origem, Estruturas e Processos. Anais do Simpósio sobre Restingas Brasileiras, Niterói. Pp. 61-63.

Coelho, G.W.C., 1988, Observações Gerais sobre Clima, Solo e Hidrografia do Município de Niterói, RJ. Prefeitura de Niterói – IDURB, 14 p. Niterói.

Dillenburg, S.R., Tabajara, L.L., Toldo Jr., E.E., Cunha, L.O.B.P. Da, 1992, Dinâmica Sedimentar e Evolução Geológica da Laguna de Tramandaí, Rio Grande do Sul (Resultados Parciais) XXXVII Congresso Brasileiro de Geologia V.1, Pp. 102-103, S.P.

Dolfim Engenharia S / A, 1975, Relatório de “Viabilidade Técnica – Lagoa de Itaipu”. Rio de Janeiro – RJ.

DRM, 1981, Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro. Mapa Geológico.  
Escala 1:50.000. Folha Baía de Guanabara.

ENGEVIX - Levantamento Topo-Hidrográfico das Lagunas de Piratininga e Itaipu.  
Novembro / 2001.

ENGEVIX – Simulação em Modelo Hidrodinâmico de Circulação. Agosto / 2001.

FEEMA – Fundação Estadual do Meio Ambiente (1982). Relatório de Avaliação das  
Condições Físico-Químicas do Sistema Lagunar de Piratininga / Itaipu, DEP / DIAG,  
08 p. Rio de Janeiro.

FEEMA – Fundação Estadual do Meio Ambiente (1988). Reservatórios e Lagos do Estado  
do Rio de Janeiro.

Francisco,B.H.R., Cunha,F.L.S., Andrade,A.B., 1982, Comprovantes Geológicos,  
Geomorfológicos e Arqueológicos no Litoral de Itaipu – Niterói, RJ. Atas do IV Simpósio  
do Quaternário no Brasil. Pp.415-430.

Gallissaires,J.M., ABUSSAMRA,e., Tinoco,T., Coe,R., 1990, Variações Sazonais de Perfis  
de Praia – Praias de Piratininga e Camboinhas (Niterói – RJ). Anais do 2º Simpósio de  
Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo. Águas de  
Lindóia – SP.

INPH (Instituto de Pesquisas Hidroviárias), 1988, Levantamento Topo-Hidrográfico na  
Lagoa de Piratininga em Niterói – RJ.

INPH (Instituto de Pesquisas Hidroviárias), 1988, Levantamento Topo-Hidrográfico na  
Lagoa de Itaipu e Canal de Camboatá em Niterói – RJ.

INPH (Instituto de Pesquisas Hidroviárias), 1988, Levantamento Topo-Hidrográfico da Área Marítima Adjacente à Barra da Lagoa de Itaipu.

Ireland, S., 1987, The Holocene Sedimentary History of The Coastal Lagoons of Rio de Janeiro State, Brazil. In: M.J. Tooley and I. Shennan ( Ed ) Sea Level Changes Chap. 20 The Institute of British Geographers. Special Publication Series. Basil Blackwell.

Kjerfve, B., Magill, K.E., 1989. Geographic and Hidrodinamic Characteristica of Shallow Coastal Lagoons. Marine Geology, V.88 n° 3/4, p. 187-219.

Kneip, L.M., 1981, Histórico das Pesquisas. In: L.M. Kneip, L.Palestrini, F.L. de Souza Cunha (eds.): Pesquisas Arqueológicas no Litoral de Itaipu, Niterói, RJ. Editora Gráfica Luna Ltda. Pp. 51-56.

Knoppers, B.A., Barroso, L.V., Ramalho, N.M., Duarte, C.A., Carneiro, M.E.R., Silva, L.F.F., Kjerfve, B., Kirstein, K.O., 1989, Diagnóstico Ambiental do Sistema Lagunar de Piratininga / Itaipu, Niterói, RJ. Boletim da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza – FBCN Volume 25.

Kowsmann, R.O., Costa, M.P.A., 1979, Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Áreas Oceânicas Adjacentes. Rio de Janeiro, Petrobrás. CENPES / Dintep. (Série Projeto REMAC, n° 8). 55p.

Lamego, A.R., 1945. Ciclo Evolutivo das Lagunas Fluminenses. Min. Da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Mineral. Div. De Geologia e Mineralogia. 48p.

Lamego, A.R., 1945. A Geologia de Niterói na Tectônica da Guanabara. Boletim DNPM / DGM. Rio de Janeiro, n° 115. 39p.

Lavenère-Wanderley, A.A. de O., 1999, Caracterização Ambiental da Lagoa de Itaipu Através do Entendimento dos Processos Sedimentares em Associação com a Dinâmica Atual. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense – UFF. 139p.



Lima,A.L.B., Pimenta,E.G., Vallado,K., Casaroli,L.F.R., Granato Filho,N.S., Absalão,R., 1988, Lagoa de Itaipu – Monitoramento Ambiental – 1960 / 1986. II Curso de Pós-Graduação sobre Impactos Ambientais e Engenharia de Segurança, UFRJ – COPPE, Rio de Janeiro.

Marcolini,S., Correa, K.S.S., 1989. A Laguna de Piratininga, Município de Niterói. Prefeitura Distrital da Região Oceânica. Niterói, 1989. 4p.

Oliveira,L.P.H., 1948, Estudo Hidrobiológico das Lagoas de Piratininga e Itaipu. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. V. 46 (4)Pp. 673-718.

Phleger,F.B., 1969, Some General Features of Coastal Lagoons, A Symposium on Coastal Lagoons ( Origin, Dynamics and Productivity ) Unam – Unesco Mexico. Pp.5-25.

Prefeitura de Niterói, 1992, Diagnóstico Ambiental de Niterói – Versão Resumida. Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente. 150p.

Resende,M.da C.C.M., 1995, Processos Sedimentares Naturais e Antrópicos na Laguna de Piratininga – Niterói, RJ. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. 109p.

SERLA ( 1991 ). Síntese dos Estudos Realizados para a Revitalização da Lagoa de Piratininga, Niterói – RJ.

SERLA (2003). Relatório de Avaliação do Sistema Lagunar Piratininga – Itaipu, Niterói – RJ.

Silva,M.A.M., Santos,C.L., Lavenère-Wanderley,A.A.O., 1997, Comportamento das Areias com as Mudanças Sazonais no Canal de Itaipu (Niterói / RJ). V Simpósio de Geologia do Sudeste. Penedo, Itatiaia – RJ.

Souza Cunha, F.L., Francisco, B.H.R., 1981. Geologia de Itaipu, In: Kneip, Pallestrini e Souza e Cunha (Coord). Pesquisas Arqueológicas no Litoral de Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro. P. 15 – 22, Rio de Janeiro.

Suguio,K., 1973, Introdução à Sedimentologia. Edgarg Blucher Ltda. Editora da USP.

Suguio,K., Martin,L., Bittencourt,A.C.S.P., Dominguez,J.M.L., Flexor,J.M., Azevedo,A.E.G., 1985, Flutuações do Nível Relativo do Mar durante o Quaternário Superior ao Longo do Litoral Brasileiro e suas Implicações na Sedimentação Costeira. Revista Brasileira de Geociências, V.15, nº. 4, Pp. 273 – 286. Sociedade Brasileira de Geologia.

Vallejo,L.R., et al. 1991. Análise Ambiental e Estudo do Processo de Ocupação Humana no Bairro de Piratininga, Niterói – RJ. Rel. Final de projeto de pesquisa – FAPERJ. Proc. E-29/170.586/89.

Zeigler,J.M., 1969, Some Observations and Measurements of Wind Driven Circulation in a Shallow Coastal Lagoons, A Symposium. Memoir of the International Symposium on Coastal Lagoons ( Origin, Dynamics and Productivity ) Unam – Unesco. Pp.335-339.