C P R M
BIBLIOTECA
2503

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE

PROJETO DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO DA BACIA LAGOA OLHO D'AGUA

RELATÓRIO TÉCNICO

Equipe Executora: Hortencia Maria B. de Assis
Msc. Geóloga - CPRM
Carlos Eugenio da S. Arraes
Eng.° de Minas - CPRM
Onofre Leal
Geólogo - CPRM
Espedita Gonçalves de Torres
Msc. Mineralogista de Grão - CPRM
Pedro A. dos S. Pfaltzgraff
Msc. Geotécnico - CPRM
Carlos Alberto C. Lins
Geoquímico - CPRM
Erval Manoel Linden
Téc. de Cartografia - CPRM

Equipe de Apoio: José Ronaldo R. Barros - Téc. de Mineração - CPRM
Carlos A. de G. Andrade - Téc. de Mineração - CPRM
Evandro G. de Aguiar - Topógrafo - PMJG
Marco da Silva - Hidrometrista - PHENIX

Colaboração Especial: Sebastião Milton P. da Silva - CPRM
Marcia Souza Leal - CPRM
Elírio Toldo - UFRGS
Ricardo Farias do Amaral - UFRN
Helen Khoury - UFPE
Eliane V. da Silva - UFPE
Clovis Hazin - UFPE
Ivandré Soares - UFPE

PB-02084

Recife
1997

Equipe Responsável pelo Projeto

Enjolras de A. M. de Lima
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Ivo Figueirôa
Supervisor do GATE

Hortencia M. B. de Assis
Chefe do Projeto

Hortencia Maria Barboza de Assis
Carlos Eugênio da S. Arraes
Onofre Leal
Pedro A. dos S. Pfaltzgraff
Erval M. Linden
Carlos A. C. Lins

Claudio Scheid
Flávio Renato A. de A. Escorel
Serviço de Edição Regional

Marina Nóbrega
Coordenação Cartográfica

Francisco A. B. de Moraes
e Alan D. de Barros
Desenhistas

Assis, Hortencia Maria Barboza de
Projeto Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Lagoa Olho D'Água.
Recife: CPRM/PMJG, 1997
94 p. il.

1. Sedimentologia. 2. Hidrologia. 3. Hidrogeologia. 4. Taxa de Sedimentação
5. Geoquímica Ambiental. I. Título.

APRESENTAÇÃO

O aproveitamento racional dos recursos naturais, dentro da filosofia de promover desenvolvimento econômico sustentado, sem descuidar do meio físico e do meio biótico, demanda um planejamento territorial mais amplo, no qual inúmeros fatores e variáveis da aptidão do solo devem ser avaliados.

Atendendo a um dos seus segmentos de atuação, que é de fornecer informações técnicas aos municípios na área de planejamento, a ***CPRM - Serviço Geológico do Brasil****, em convênio com a* ***Prefeitura do Município do Jaboatão dos Guararapes (PMJG)****, através da Empresa Municipal de Desenvolvimento do Jaboatão, realizou o projeto Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Lagoa Olho D'Água.*

Na CPRM, este trabalho está inserido no ***Programa Informações Básicas Para Gestão Territorial*** *e na PMJG, no* ***Plano de Revitalização da Bacia Lagoa Olho D'Água****, cuja importância foi reconhecida ao ser selecionado para a Conferência Mundial das Nações Unidas Sobre Assentamento Humanos, realizada em Istambul, Turquia (HABITAT-2, 1996).*

O presente projeto desenvolveu estudos multidisciplinares sobre o meio físico da Lagoa Olho D'Água, os quais, integrados, permitiram a definição de um modelo do comportamento da dinâmica hídrica-morfológica daquela extensão de água, subsídio técnico fundamental para o adequado manejo da área. Isto representará, quando da implantação do Plano de Revitalização, um instrumento imprescindível na tarefa de conciliar os interesses econômicos, sociais e, principalmente, ambientais.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO 1

2 - OBJETIVOS 4

3 - ASPECTOS GERAIS 4

3.1 - Regime de Marés 4
3.2 - Precipitações Pluviométricas 5
3.3 - Ventos 5

4 - LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO 6

4.1 - Material e Métodos 6
4.2 - Batimetria da Lagoa e dos Canais e Levantamento Topográfico da Área do Entorno da Lagoa 9

5 - ASPECTOS HIDROSSEDIMENTOMÉTRICOS 9

5.1 - Material e Métodos 9
5.2 - Características Hidrossedimentométricas 20

5.2.1- Descargas Líquidas 20
5.2.2- Descargas Sólidas 20

5.3 - Medida do Campo de Velocidade 21

5.4 - Balanço Hídrico 21

5.4.1 - Evaporação na Lagoa 21
5.4.2 - Precipitação na Bacia da Lagoa Olho D'Água 23
5.4.3 - Elaboração do Balanço Hídrico 24

5.5 - Resultados e Discussões 28

6 - GEOLOGIA DA ÁREA 29

6.1 - Aspectos Geotécnicos 29

6.1.1 - Material e Métodos 29
6.1.2 - Caracterização Geotécnica do Subsolo 29

6.2 - Comportamento do Lençol Freático 33

6.2.1 - Material e Métodos 33
6.2.2 - Variação do Nível do Lençol Freático 33

6.3 - Geoquímica dos Sedimentos 43

6.3.1 - Material e Métodos 43
6.3.2 - Zoneamento Geoquímico 43

6.4 - Sedimentação Lagunar 48

6.4.1 - Material e Métodos 48
6.4.2 - História Geológica 57
6.4.3 - Taxa Relativa da Sedimentação do Piso Lagunar 60
6.4.4 - Análise Composicional dos Sedimentos 63
6.4.5 - Distribuição Espacial dos Sedimentos 70

6.5 - Resultados e Discussões 74

7 - EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA 79

7.1 - Material e Métodos 79
7.2 - Evolução Morfológica do Sistema Lagunar 81
7.3 - Resultados e Discussões 84

8 - CONCLUSÕES 89

9 - RECOMENDAÇÕES 90

10 - BIBLIOGRAFIA 92

ANEXOS

1 - INTRODUÇÃO

A Bacia Lagoa Olho D'Água é uma microbacia que faz parte da bacia hidrográfica do Rio Jaboatão. Encontra-se inserida no Município do Jaboatão dos Guararapes, no litoral Sul de Pernambuco, aproximadamente a 22 km de Recife.

O Município do Jaboatão dos Guararapes é um dos maiores da Região Metropolitana do Recife com uma área de 247,10 km^2. Limita-se a norte com São Lourenço da Mata e Recife, a oeste com o Município de Moreno, a sul com o Município do Cabo de Santo Agostinho e a leste com o Oceano Atlântico (Figura 1).

O Município encontra-se numa região de transição entre os climas AMS' (tropical úmido com taxa de precipitação superior a de evaporação). O período mais intenso de chuva desenvolve-se entre os meses de março e agosto, com precipitação pluviométrica de 1.720 mm anuais e temperatura média em torno de 24°C.

O Rio Jaboatão é o principal curso d'água, desembocando no Oceano Atlântico, na divisa com o Município do Cabo de Santo Agostinho, tendo como principais afluentes o Rio Pirapama e o Rio Duas Unas.

A partir de 1940, segundo informações fornecidas pela Prefeitura, o Município começou a apresentar um acelerado processo de adensamento demográfico, demonstrando uma taxa de crescimento semelhante a do Município do Recife. A sua população dobrou no período de 1980 a 1990, tendo se concentrado, predominantemente, na orla marítima que teve um crescimento da ordem de 478%, em 30 anos. Atribui-se este crescimento a um acentuado aumento de edificações que atendem a uma população de médio a alto poder aquisitivo, e atrai mão de obra para construção civil, a qual acaba alojando-se nas áreas adjacentes, precisamente nos arredores da Lagoa Olho D'Água, somando-se à população já existente, nesta localidade.

Em se tratando de uma ocupação indiscriminada, sem planejamento, não há o suporte de uma infra-estrutura urbana (saneamento básico, drenagem e pavimentação) o que gera conflito entre a ocupação humana, o ecossistema e o meio físico.

A Lagoa Olho D'Água, por sua vez, constitui-se em um sistema lagunar com 3,7 km^2, extremamente raso, com dois canais principais alimentadores, um a norte, Canal Setúbal e outro a sul, Canal Olho D'Agua, o qual faz a ligação entre a Lagoa e o Estuário do Rio Jaboatão. O Canal Setúbal se estende por 9,5 km, entrando no Município do Recife. As suas margens, nas proximidades da Lagoa, encontram-se praticamente ocupadas por populações de baixa renda, o que gera uma contaminação direta por esgotos domésticos, que induz o desenvolvimento expressivo de plantas macrófitas flutuantes (Campelo, 1995), diagnóstico do alto grau de poluição da área.

Apresentando-se em forma losangular, possivelmente decorrente do sistema de falhas da região, encontra-se a Lagoa inserida na planície flúvio-lagunar, abrigada entre dois depósitos arenosos topograficamente mais elevados, denominados de Terraços Marinhos, os quais atuam como divisores naturais de água da Bacia Lagoa Olho D'Água (Figura 2).

A alimentação da Lagoa está condicionada às precipitações nos períodos chuvosos que elevam o nível de água do Rio Jaboatão e às águas oceânicas que ingressam ciclicamente através do Canal Olho D'Água.

Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água

CPRM

Mapa de Localização - Lagoa Olho D'Água
Município de Jaboatão dos Guararapes

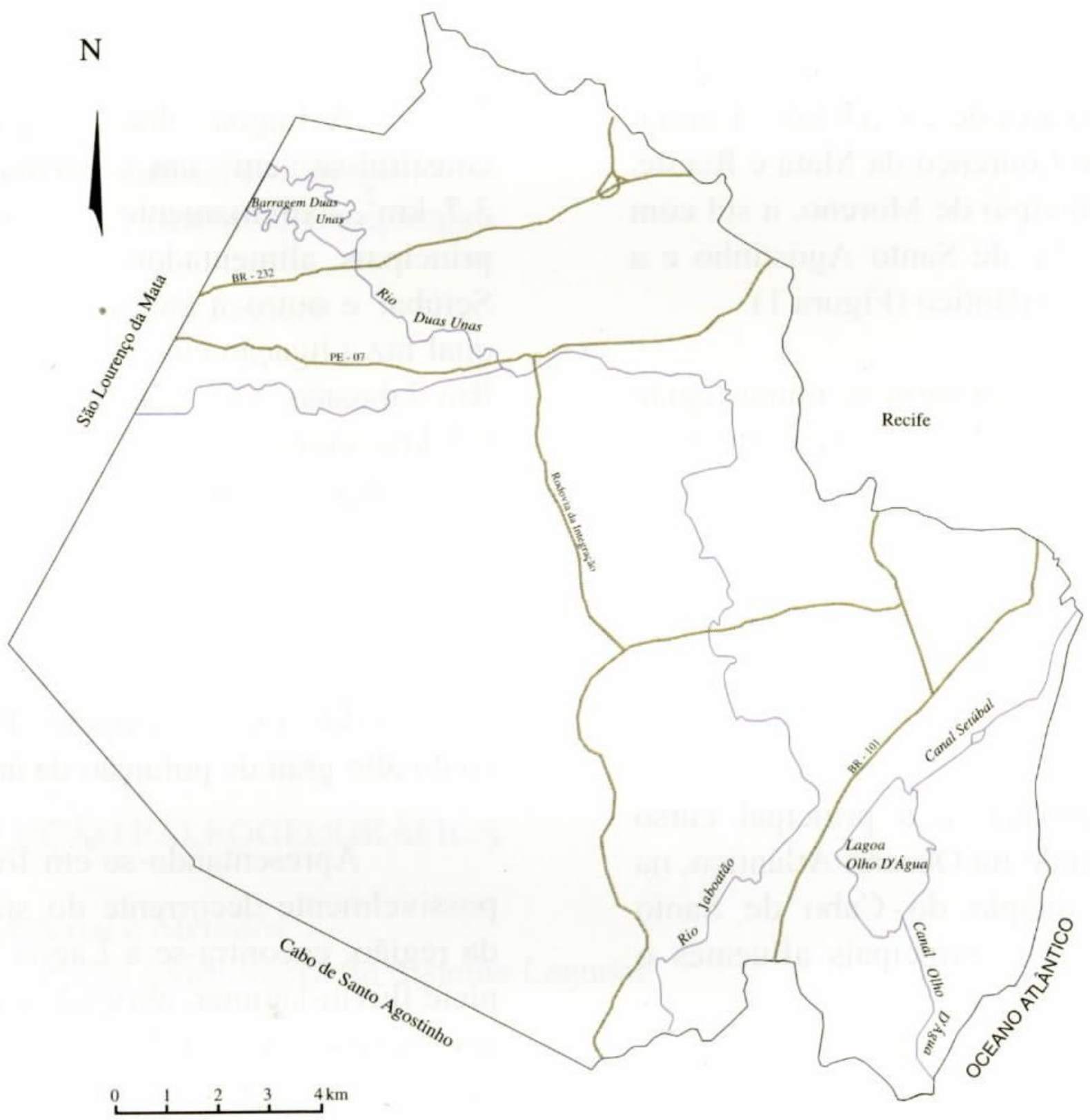


Figura 1

Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Olho D'Água

CPRM

Domínios Geomorfológicos do Município
de Jaboatão dos Guararapes

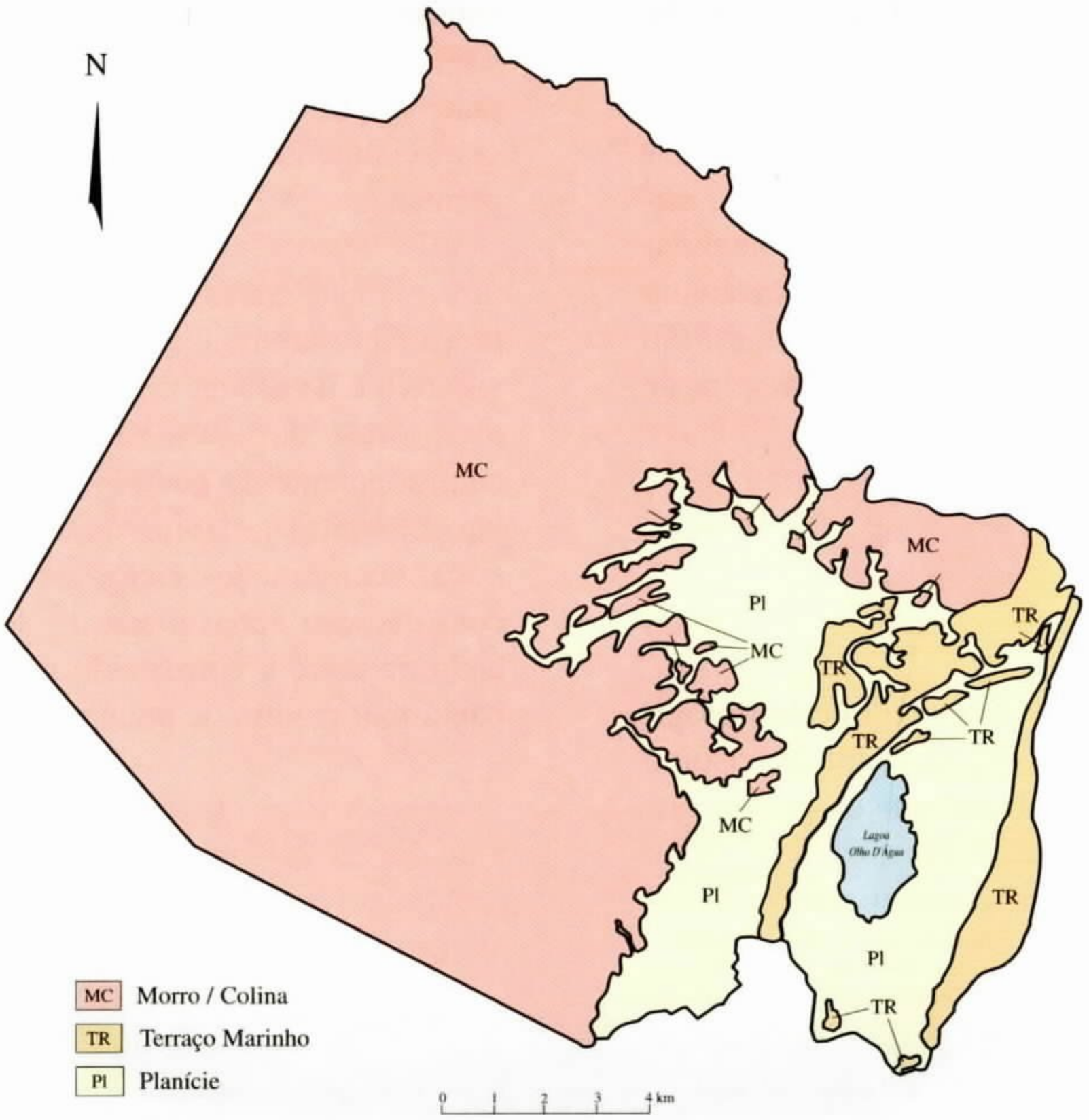


Figura 2

O relevo batimétrico revela um processo de assoreamento, especialmente na parte sul da Lagoa. Atribuí-se como um dos principais fatores desencadeadores deste evento à urbanização não planejada, tanto nos arredores da Lagoa como na área de influência do ecossistema.

Os resultados dos estudos aqui apresentados, constituem uma síntese das principais abordagens necessárias ao diagnóstico do meio físico. Preocupou-se com a descrição de todos os processos que atuam e influenciam na hidrodinâmica e morfodinâmica atual do sistema e a correlação histórica com as alterações sofridas, no decorrer das últimas décadas. Espera-se que os elementos técnicos discriminados, sirvam de subsídios para a avaliação de medidas que se proponham a alterar as condições vigentes do meio, de forma a manter em equilíbrio tanto o ambiente abiótico como o biótico, neste último, incluso o homem.

2 - OBJETIVOS

A caracterização do regime hidrológico e morfodinâmico do sistema lagunar, visou o fornecimento de subsídios técnicos para a otimização do uso da Bacia Lagoa Olho D'Água. Para atingir este objetivo foi realizado o levantamento e o tratamento de dados sedimentológicos, topobatimétricos, geoquímicos e hidrossedimentométricos que integrados forneceram parâmetros para o diagnóstico do meio físico.

Os conhecimentos adquiridos deverão subsidiar a:

a) operacionalização da diminuição do espelho d'água, para o aproveitamento do seu entorno;
b) manutenção do equilíbrio do ecossistema com controle dos processos de assoreamento e eutrofização; e
c) prevenção dos alagamentos e inundações na área do entorno da Lagoa.

3 - ASPECTOS GERAIS

3.1 - Regime de Marés

Durante o período chuvoso observa-se uma maior influência da maré meteorológica, causada pela atividade dos ventos e baixas pressões, junto ao litoral, enquanto de setembro a janeiro, período pouco chuvoso, as marés são essencialmente regidas pela componente astronômica.

Nas marés de alta amplitude (cuja diferença entre uma baixa-mar e uma preamar consecutiva é da ordem de dois metros) observa-se a reposição de águas na Lagoa Olho D'Água, contrariamente ao que se verifica nas marés de baixa amplitude. Numa maré, tem-se dois períodos, denominados ciclos de marés, cada um, com duração aproximada de doze horas. Cada ciclo de maré é constituído por um período de baixa-mar e outro de preamar.

A maré de sizígia tem uma amplitude máxima de 2,4 m, ocorre nos períodos de lua cheia e lua nova, sendo resultante das forças de atração, na mesma direção, da Lua e do Sol.

As marés de quadratura, por sua vez, têm amplitude mínima em torno de 0,7 m a 1,0 m para o Porto do Recife, e ocorrem durante as fases quarto crescente e minguante.

A importância da influência das marés nos corpos d'água estudados, induziram a necessidade de um planejamento do levantamento dos dados hidrossedimentométricos, calcado no uso de tábuas de marés, fornecidas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha.

Na área estudada foi utilizada a Tábua de Maré do Porto de Recife, devido a sua maior proximidade.

3.2 - Precipitações Pluviométricas

A distribuição anual das precipitações médias mensais durante o ano de 1995, aponta os meses de março, abril, maio, junho e julho como os meses mais chuvosos, (Gráfico 1). Durante este período, as precipitações de origem frontal, ou seja, devido ao deslocamento das frentes frias provenientes do sul do continente, agem sobre maiores áreas, contrariamente as precipitações ocorrentes nos meses menos chuvosos, setembro a janeiro próximo, que precipitam-se em áreas mais localizadas. Um estudo mais detalhado deverá considerar os tempos de retorno das precipitações em função da sua intensidade e duração, com elaboração das curvas idf (intensidade, duração e frequência), como também os eventos extremos, longos períodos de estiagem e tormentas, por um período de, no mínimo, trinta anos consecutivos, o que extrapola os objetivos do projeto.

3.3 - Ventos

A Bacia da Lagoa Olho D'Água está sujeita a um regime de ventos, com predominância das direções sul e sudeste, em quase todos os meses do ano. Esta predominância, contudo, pode ser de direção nordeste nos meses de dezembro e janeiro. Ocasionalmente, surgem os ventos leste que sopram do mar para o continente.

Eventualmente, no mês de agosto, ocorrem os ventos sul e sudeste com intensidades maiores, influindo no regime de marés.Os ventos, no geral, são de intensidade moderada a fraca, com valores máximos em torno dos 13 m/s e valores médios da ordem de 5m/s (Gráfico 2).

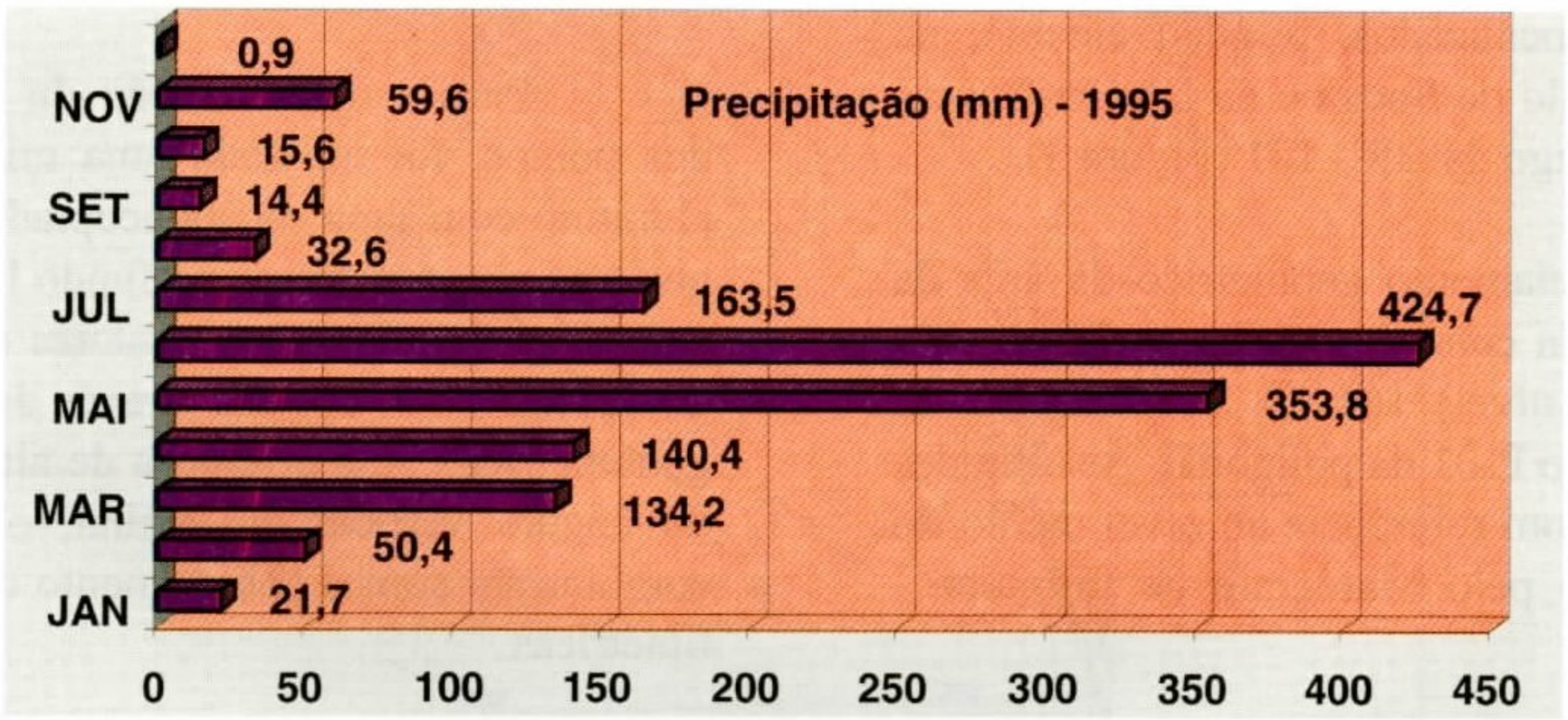


Gráfico 1

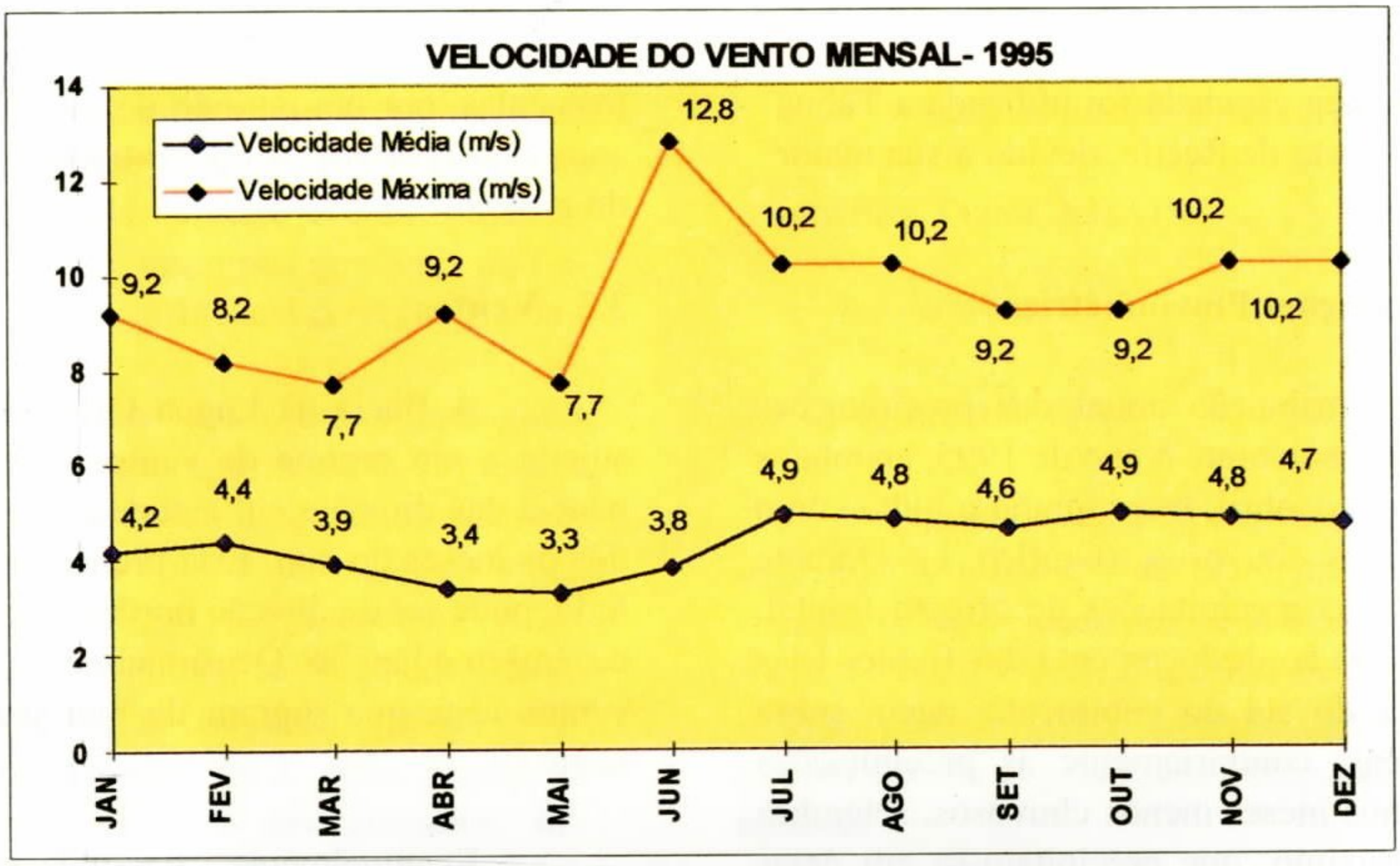


Gráfico 2

4 - LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO

4.1 - Material e Métodos

Inicialmente foi realizado o levantamento da poligonal, utilizando-se como base de saída os vértices nº 89/02 05-100001 e n° 89/5 0002008965, localizados, respectivamente, na Passarela Ângelo de Souza e na fábrica Açúcar Sublime, ao longo da BR - 101 (Figura 3).

O nivelamento geométrico da área da Lagoa, partiu da cota altimétrica do IBGE, RN (referência de nível) 101 C. S. (Cruzeiro do Sul) até o marco P-03 da poligonal. As altitudes são ajustadas com referência ao nível médio do mar, registrado pelo Marégrafo de Imbituba - SC.

A partir deste marco, por irradiamento, foram definidas as 27 linhas batimétricas e a posição plani-altimétrica, na Lagoa. As linhas foram programadas a partir do norte com uma abertura de 9° entre linhas e os pontos batimétricos espaçados de 50 em 50 metros (Figura 4).

O método batimétrico utilizado foi o irradiamento associado ao uso de um distanciômetro eletrônico (Wild DI 10), acoplado a um teodolito mecânico (Wild T2). Através do nivelamento trigonométrico obteve-se as coordenadas planialtimétricas dos pontos levantados.

Para a determinação da profundidade dos pontos, foi utilizada uma mira falante de alumínio com uma sapata acoplada à base para que esta não penetrasse no fundo lamoso, falseando a profundidade. Os valores das cotas batimétricas foram obtidos através de cálculos trigonométricos pela diferença de altitude a partir do ângulo vertical ou zenital, observado em combinação com o comprimento das linhas batimétricas.

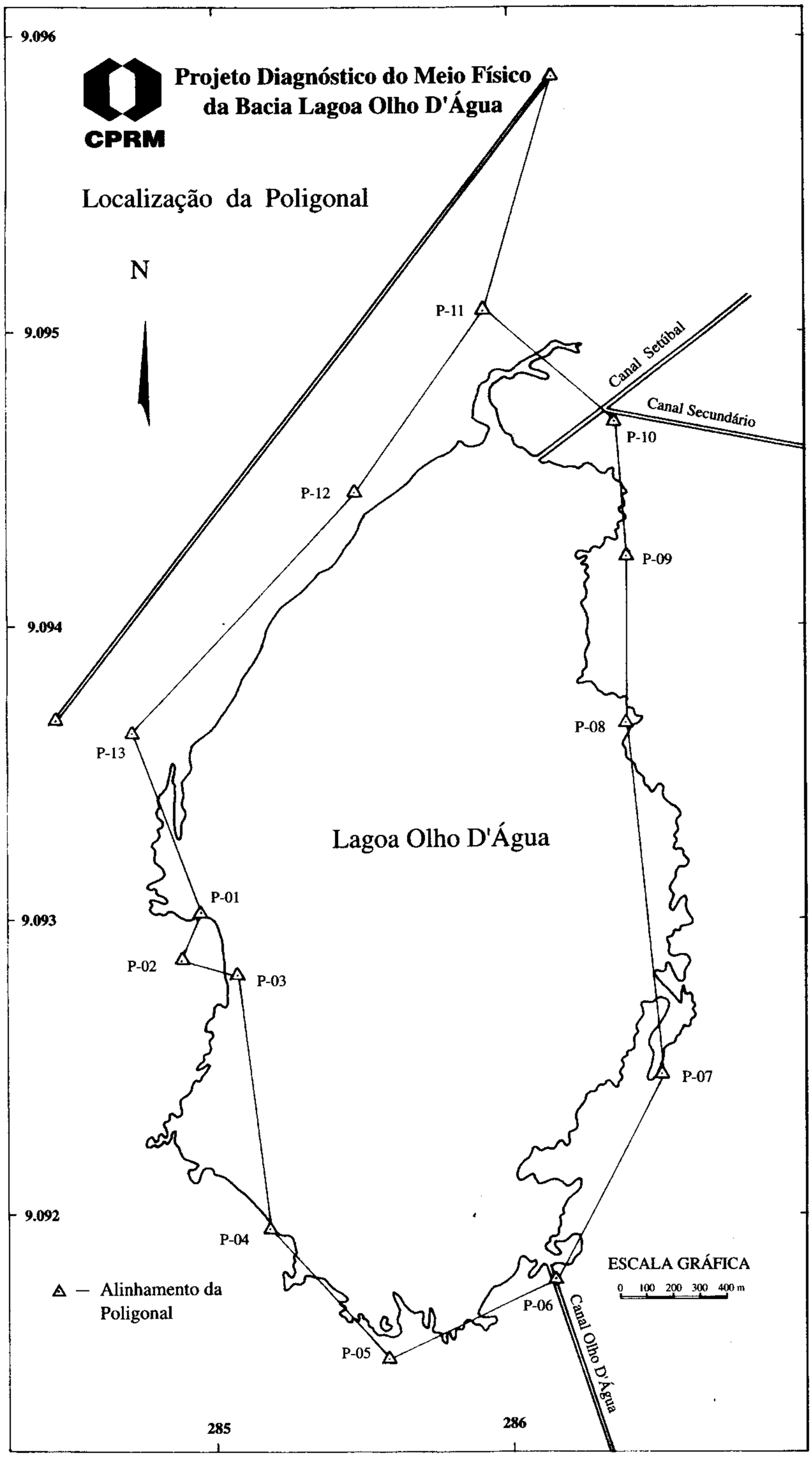

9.096
Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
CPRM
Localização da Poligonal
N
9.095
9.094
9.093
9.092
285
286
P-11
Canal Setúbal
Canal Secundário
P-10
P-12
P-09
P-08
P-13
P-01
P-02
P-03
P-07
P-04
P-05
P-06
Lagoa Olho D'Água
Canal Olho D'Água
Alinhamento da Poligonal
ESCALA GRÁFICA
0 100 200 300 400 m

Figura 3

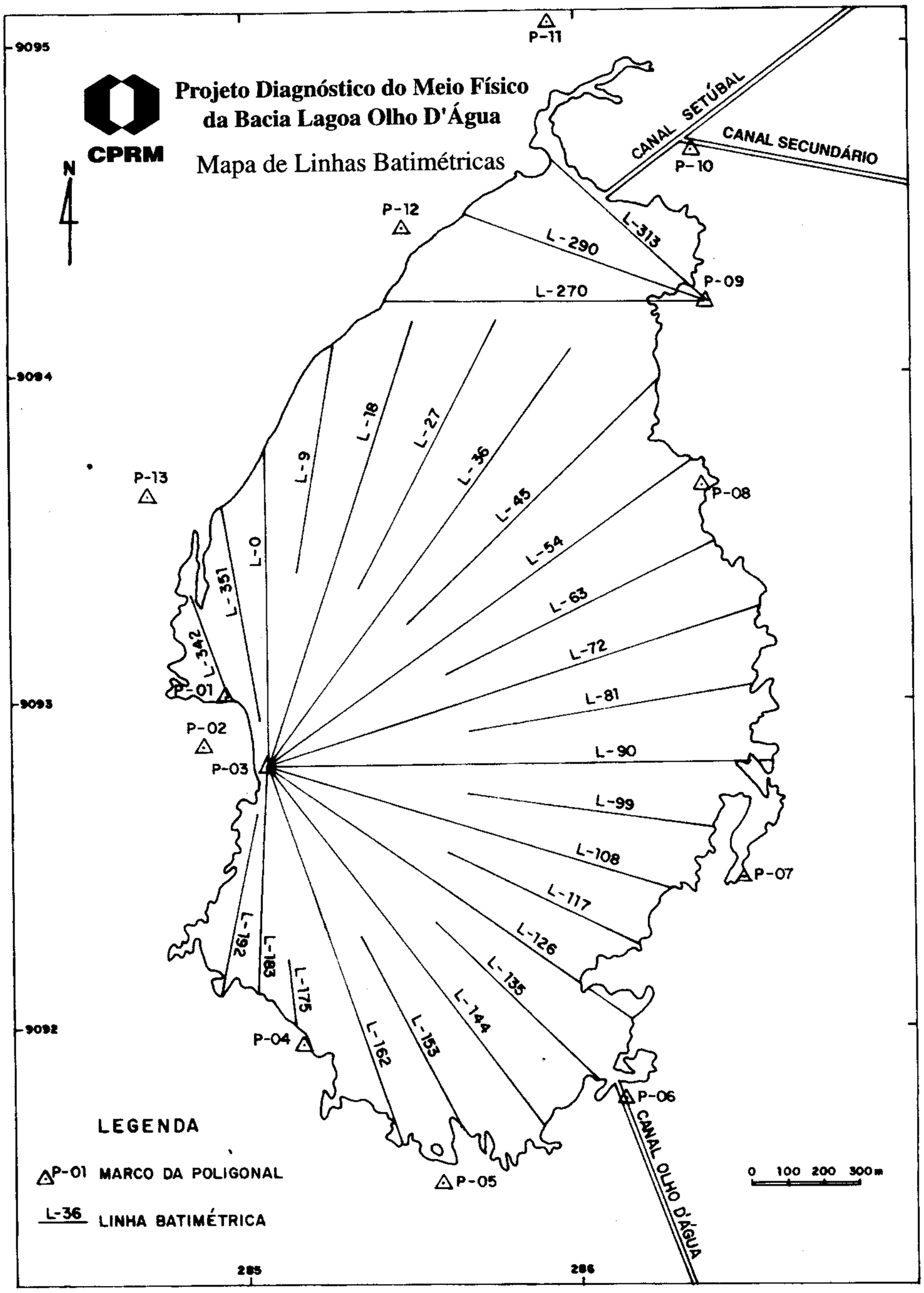

Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
Mapa de Linhas Batimétricas
CPRM
N
9095
9094
9093
9092
285
286
P-11
P-12
P-13
P-09
P-10
P-08
P-07
P-06
P-05
P-04
P-03
P-02
P-01
CANAL SETÚBAL
CANAL SECUNDÁRIO
CANAL OLHO D'ÁGUA
L-313
L-290
L-270
L-0
L-9
L-18
L-27
L-36
L-45
L-54
L-63
L-72
L-81
L-90
L-99
L-108
L-117
L-126
L-135
L-144
L-153
L-162
L-175
L-183
L-192
L-342
L-351
LEGENDA
P-01 MARCO DA POLIGONAL
L-36 LINHA BATIMÉTRICA
0 100 200 300m

Figura 4

4.2 - Batimetria da Lagoa e dos Canais e Levantamento Topográfico da Área do Entorno da Lagoa

No levantamento topobatimétrico da área foi definido o relevo submerso da Lagoa e a topografia do seu entorno até a cota de 2 m, a partir da Estrada da Curcurana em direção ao norte.

O levantamento batimétrico cobriu toda a área da Lagoa Olho D'Água, 600 metros dos Canais Setúbal e Secundário e 1.800 metros do Canal Olho D'Água, até atingir a Estrada da Curcurana (Anexos 2 e 3).

As profundidades mais significativas apresentaram-se no setor norte da Lagoa, com isóbatas situadas entre 0 e –20 cm, estando a maior parte da Lagoa na cota batimétrica de 40 cm conforme apresentam-se no Mapa Topobatimétrico - Anexo 1.

A espessura média da lâmina d'água no período chuvoso (14/07 a 28/08/1995) foi de 90 cm (Figura 5), apresentando um rebaixamento de 19 cm, em leituras efetuadas na régua no marco P-03 da poligonal, conforme apresentado no Gráfico 3.

Os dados do linigrama para o período de 07/08 a 18/12/1995, exibiram um rebaixamento dos níveis mínimos médios da Lagoa de 22 cm (Gráfico 4), resultado da brusca diminuição das precipitações e aumento da evaporação neste período.

Da isóbata de 0,60 m a 0,90 m a área da Lagoa é permanentemente alagada, com o nível de água regido pelas marés de altas amplitudes. Já até a cota topográfica de 1,20 m, define-se uma área suscetível a alagamento durante o período mais chuvoso (Anexo 1 Mapa Topobatimétrico).

As curvas de isoprofundidade dos Canais (Anexos 2 e 3) mostram que:

- O Canal Olho D'Água apresentou uma espessura máxima da lâmina d'água de 0,60 m, em 27/08/1995. O leito aprofunda-se em direção à Lagoa. É muito provável que a maior deposição de sedimento na entrada do Canal seja consequência de modificações a montante e no estuário do Rio Jaboatão, nas últimas décadas.

- Os Canais Setúbal e Secundário, por sua vez, atingiram profundidades maiores da ordem de 0,80 m, medidas no período de 30/08 a 31/08/1995, o que demonstra um menor processo de assoreamento nos seus leitos, nos últimos anos.

5 - ASPECTOS HIDROSSEDIMENTOMÉTRICOS

5.1 - Material e Métodos

Para a medição de Descarga Líquida pelo Processo da Meia Seção com Minimização do Efeito de Maré por Diminuição do Tempo de Medição da Descarga Parcial, utilizou-se um micromolinete Gurley, haste de medição a vau, cronômetro, campainha hidrológica e um cabo marcado. O método empregado (Figura 6) minimiza os erros devidos às variações, durante a medição da descarga líquida, das velocidades inicialmente medidas. As medições de descargas líquidas parciais foram realizadas, consecutivamente, em um número aproximado de cinquenta por ciclo de maré, este considerado como de doze horas. A correção do efeito de maré não foi feita; entretanto admite-se que não acarretou erros que invalidem os resultados. O tempo de medição médio de doze minutos, impediu a ocorrência de erros decorrentes das variações das velocidades, inicialmente medidas.

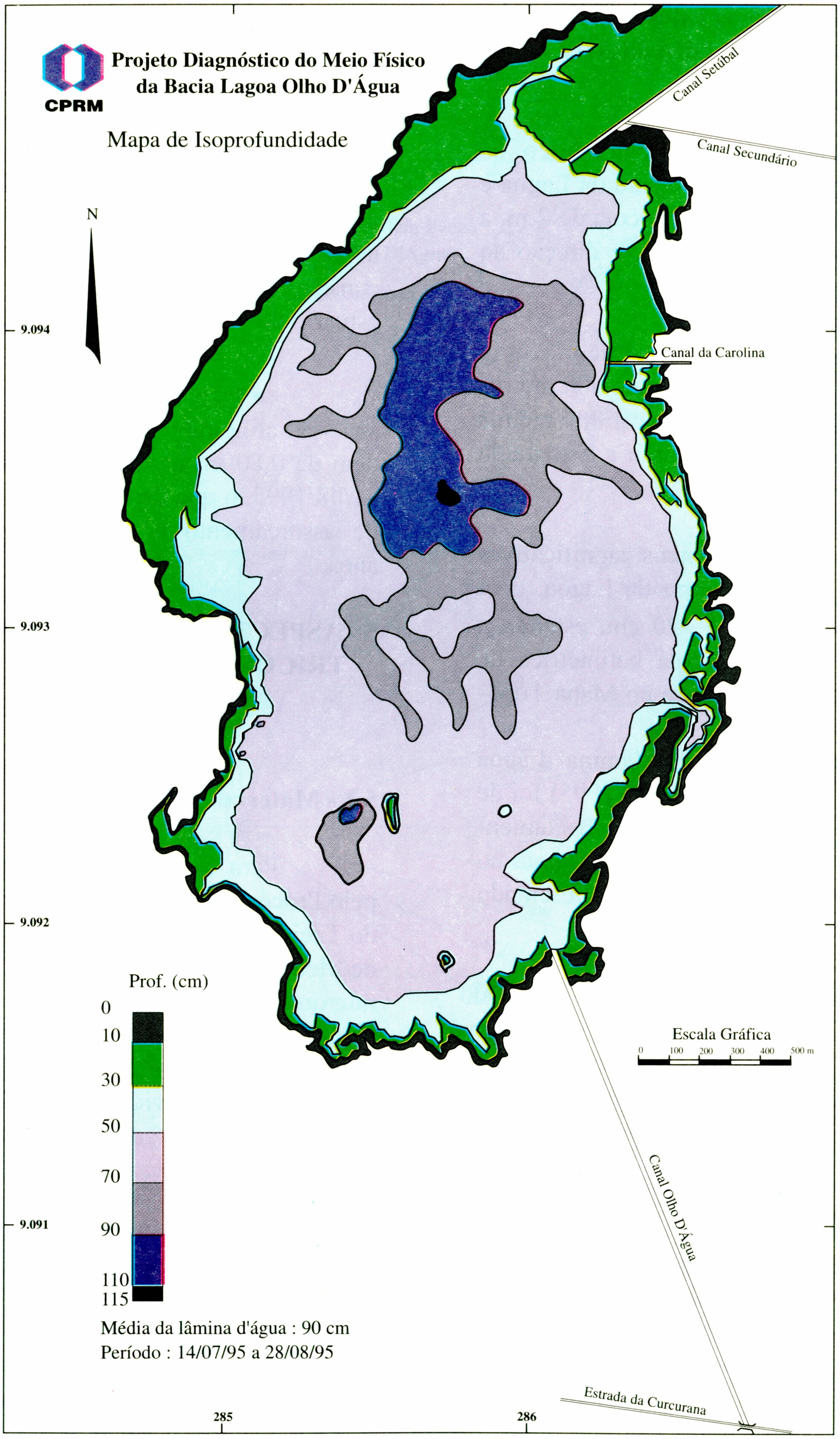

CPRM
Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
Mapa de Isoprofundidade
N
Canal Setúbal
Canal Secundário
Canal da Carolina
9.094
9.093
9.092
9.091
Prof. (cm)
0
10
30
50
70
90
110
115
Média da lâmina d'água : 90 cm
Período : 14/07/95 a 28/08/95
Escala Gráfica
0 100 200 300 400 500 m
Canal Olho D'Água
Estrada da Curcurana
285
286

Figura 5

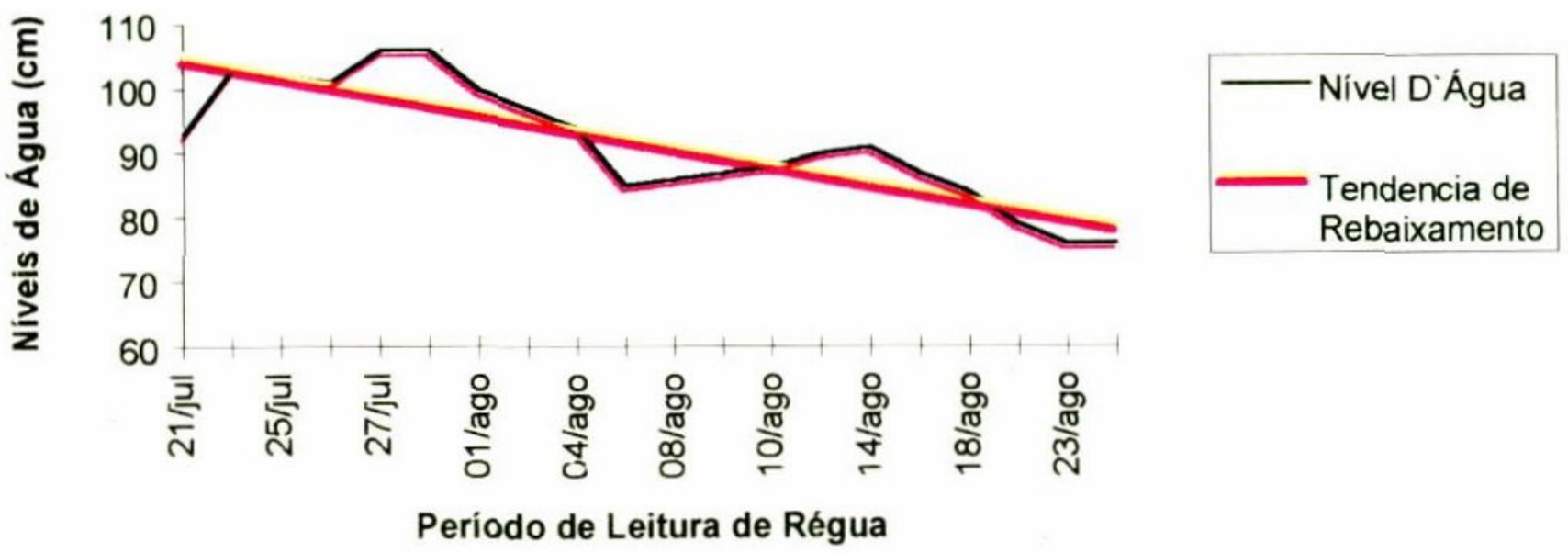


Gráfico 3

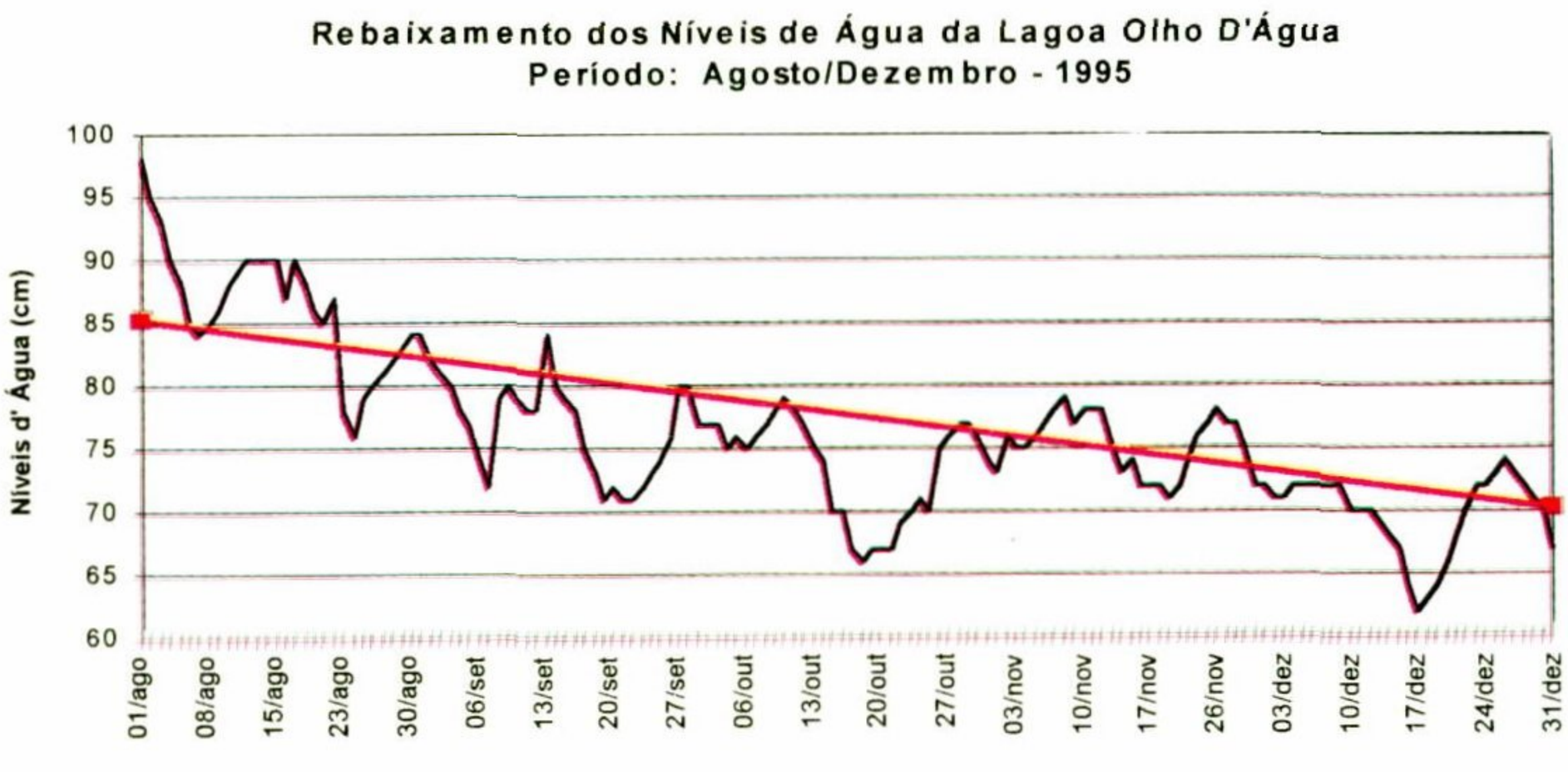
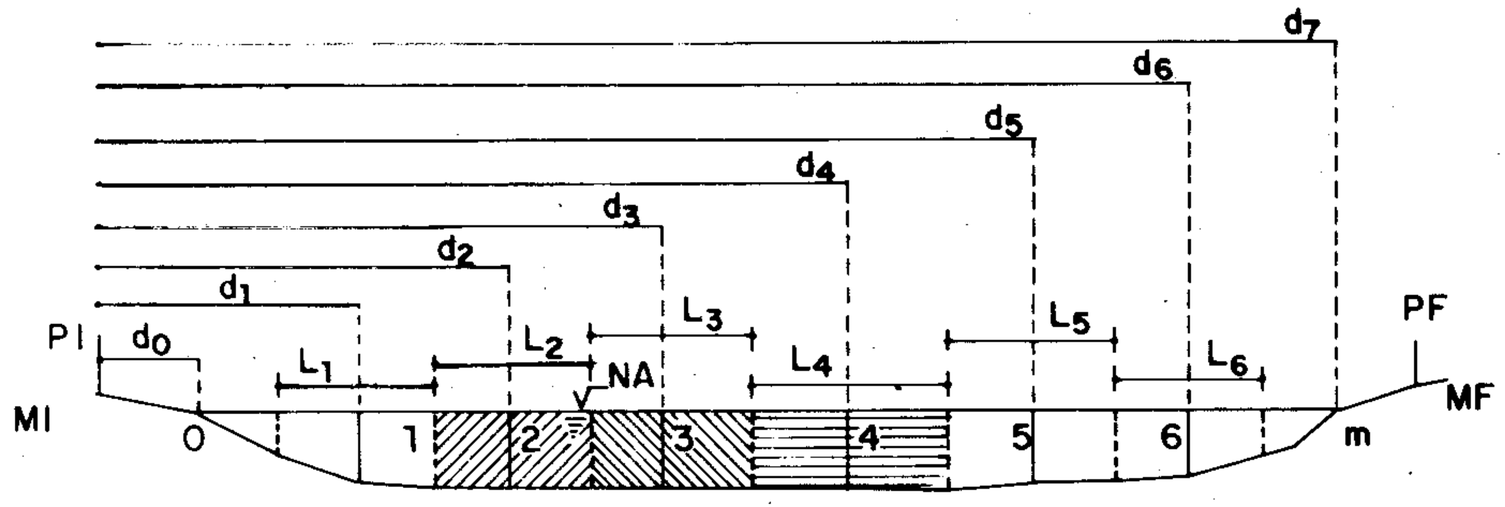


Gráfico 4

METODO DA MEIA SEÇÃO COM EFEITOS DE MARÉ

Com minimização do erro do efeito de maré por redução do tempo de medição sem correção de velocidades



LEGENDA

$L_1 = \frac{d_2 - d_0}{2}$

$L_2 = \frac{d_3 - d_1}{2}$

$L_3 = \frac{d_4 - d_2}{2}$

$L_4 = \frac{d_5 - d_3}{2}$

Onde: $L_{n-1} = \frac{d_n - d_{n-2}}{2}$

$A_n = L_n \times P_n$

$Q_n = A_n \times V_n$

A_n Segmento de área molhada de ordem n da seção de medicão.

P_n Profundidade na vertical do segmento de área molhada n.

d_n Distância do ponto inicial (PI) a vertical de ordem n.

L_n Largura do segmento de área de ordem n.

Q_n Descarga líquida no segmento de área n.

Método da meia seção com minimização do efeito de maré e sem correção das velocidades

Segmento de área molhada com vertical e velocidades medidas (A_n)

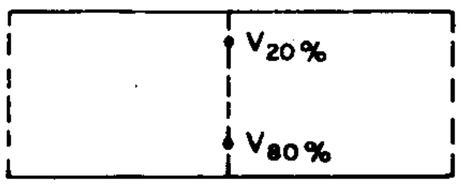


Figura 6

O método consiste na divisão de uma seção de medição em segmentos de área molhada ou seções parciais. As larguras destes segmentos, de aproximadamente dois metros, quando somadas, aproximam-se da largura total da seção de medição. Os trechos de medição de águas próximas às margens, geralmente rasas, não são medidos. Estas perdas não são consideráveis, devido às baixas velocidades, portanto, com descargas desprezíveis.

A obtenção dos segmentos de áreas de igual largura ocorre de acordo com a Figura 6.

A descarga em cada segmento de área é obtida, multiplicando-se o valor da área do segmento (m^2) pela velocidade média na vertical (m/s). A velocidade média em cada segmento de área é calculada pela média aritmética das velocidades medidas, a 20% e a 80% da profundidade na vertical de mesma ordem. A soma das descargas em todos os segmentos de área fornecerá a descarga líquida total.

No caso de ocorrência de efeito de maré, este é minimizado, reduzindo-se o tempo de cada medição parcial, mediante a redução de número de verticais, que no caso do Canal Olho D'Água foram de seis.

Nas Descargas Sólidas em Suspensão o método utilizado foi o da Igual Velocidade de Trânsito em todas as verticais, mais conhecido como o método do Igual Incremento de Largura. Para o cálculo da Descarga Sólida em Suspensão média foi utilizada a fórmula:

$Q_{SS} = 0{,}0864.Q\ .\ C$, onde:

Q_{SS} - é a descarga sólida em suspensão média em t/dia;

Q - é a descarga líquida média em m^3/s durante o efeito de preamar;

C - é a concentração em mg/l (ppm).

Nas Descargas Sólidas de Arrasto medidas durante o efeito de preamar, foi utilizado o método de Colby (in Carvalho, 1994). Trata-se de um método usado para rios com profundidades menores que 3,0 m e material de leito na faixa das areias (0,1 mm - 1,0 mm) com diâmetro médio menor do que 0,8 mm, perfeitamente adaptável às condições do Canal Olho D'Água, onde foram efetuadas as medidas.

Esta descarga é calculada, corrigindo-se os efeitos da temperatura na viscosidade cinemática da água e a presença de sedimentos finos, pela seguinte fórmula:

$Q_{Sl} = q_{Sl}.\ L = q'_{Sl}\ [1 + (K_1 - K_2 - 1)\ .\ 0{,}01\ .\ K_3]\ .\ L$, onde:

Q_{Sl} - descarga sólida de areias, em t/dia;

q_{Sl} - descarga sólida de areias, em t/dia por ft (pé) de largura;

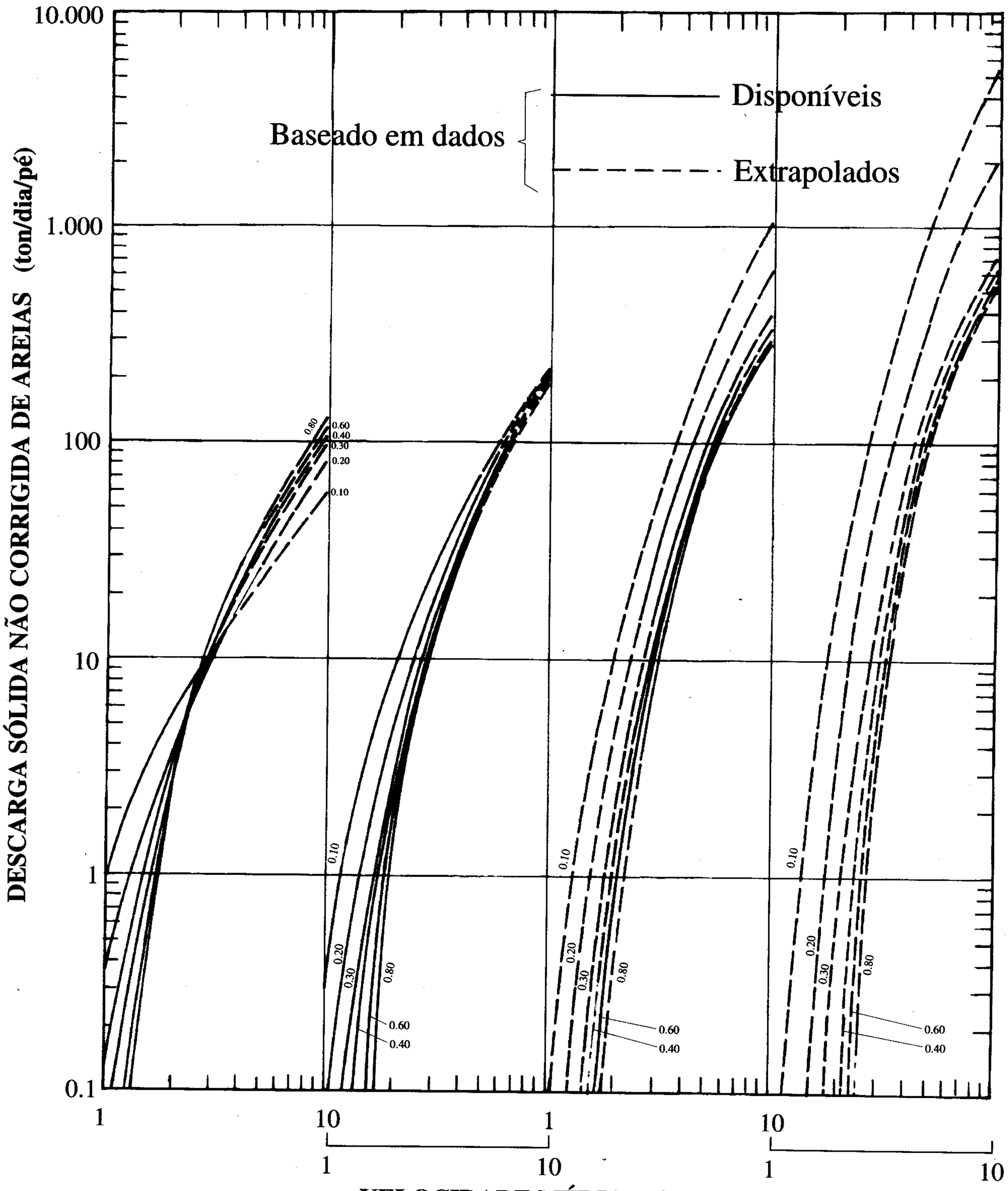
L - largura da seção de medição em ft;

q'_{Sl} - descarga de areias não corrigida, obtida no Ábaco 1, em função da velocidade média (ft/s) no período do efeito de preamar, do diâmetro médio das partículas do leito do canal em mm e para a profundidade de 1ft (0,3084 m). Esta profundidade se aproxima da do canal que é, em média na seção, de 0,50 m;

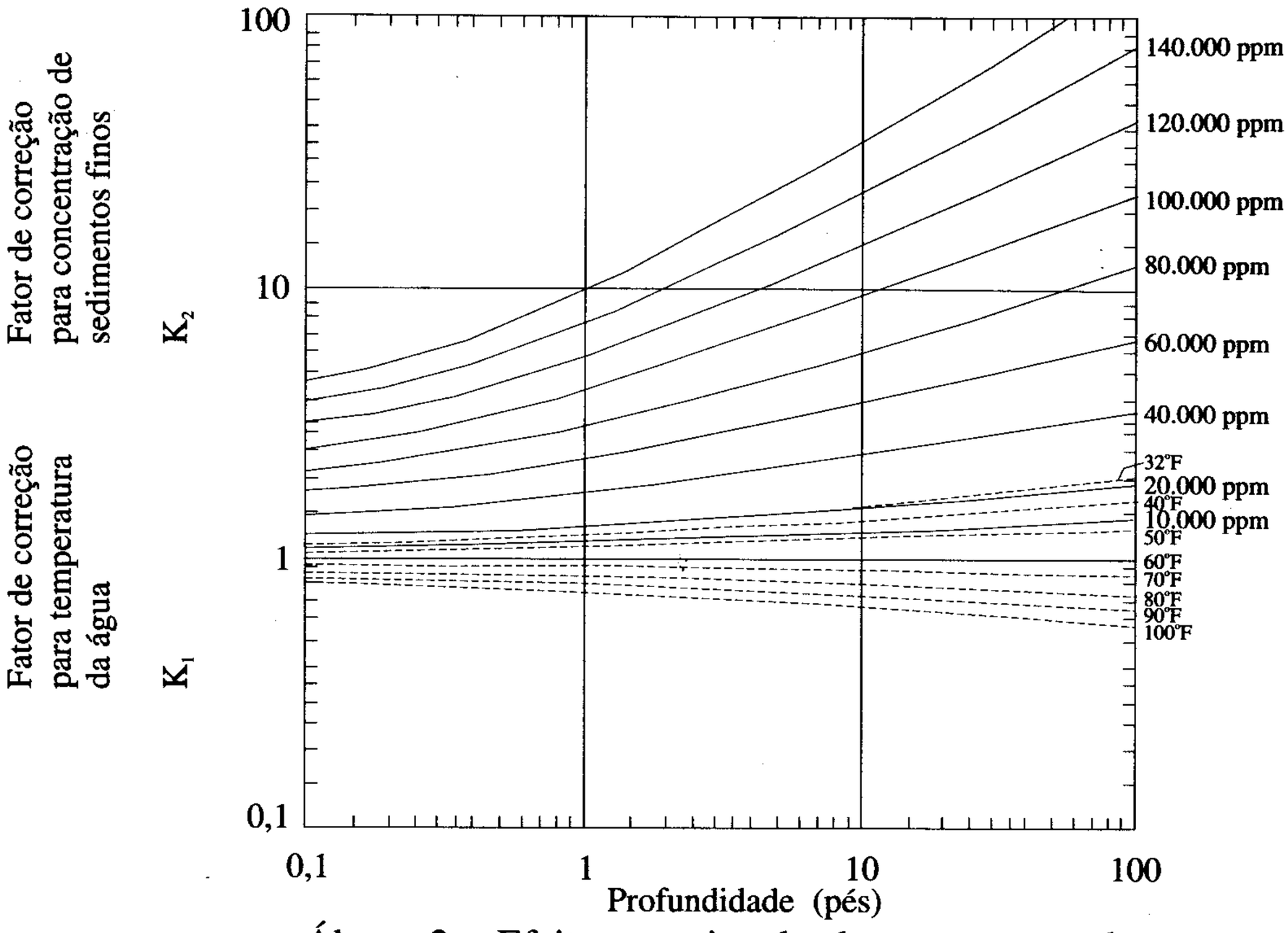
K_1 - fator de correção dos efeitos da temperatura sobre a descarga de fundo, obtido no ábaco 2, em função da profundidade e da temperatura da água em °F, na ocasião da ocorrência do efeito de preamar;

K_2 - fator de correção, obtido no Ábaco 2, em função da profundidade (ft) e da concentração de sedimentos finos;

K_3 - fator de correção para o diâmetro médio do material do leito fora da faixa granulométrica de 0,2 mm a 0,3 mm, obtido no Ábaco 3.

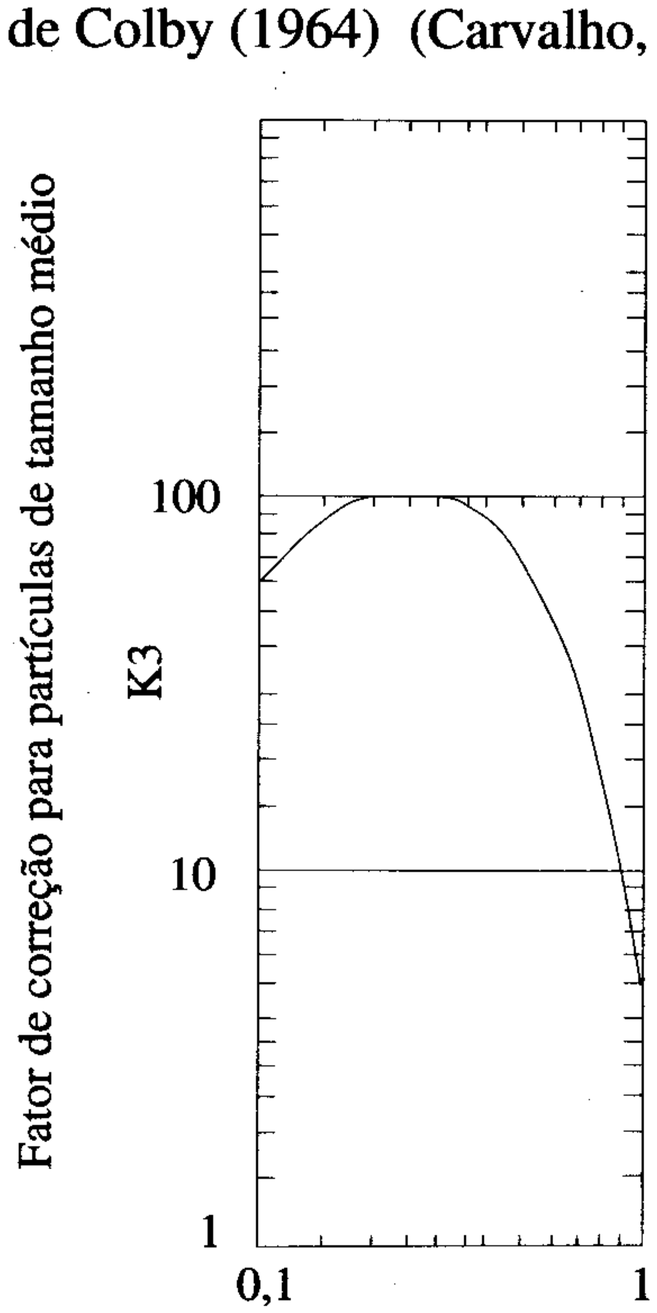


Ábaco 1 - Relação entre descarga sólida e velocidade média em função do diâmetro do grão e da profundidade, para a temperatura da água a 60°F, para o método de Colby (1964) (Carvalho, 1994)



Ábaco 2 - Efeito aproximado da temperatura da água e da concentração de sedimentos finos sobre a relação entre a descarga sólida e a velocidade média, para o método de Colby (1964) (Carvalho, 1994)

Ábaco 3 - Fator de correção do efeito do diâmetro do sedimento sobre as descargas sólidas, para diâmetros fora da faixa de 0,2 a 0,3 mm, para o método de Colby (1964) (Carvalho, 1994)



A Descarga Sólida Total é obtida pelo somatório da Descarga Sólida em Suspensão e da Descarga Sólida de Arrasto.

$$Q_{ST} = Q_{SS} + S_{SJ}$$

Para aferição deste resultado foi empregado o Método Simplificado de Colby (in Carvalho, 1994), em razão de sua simplicidade.

$$Q_{ST} = Q_{Sm} + Q_{nm}$$

$$Q_{Sm} = 0{,}0864 \,.\, Q \,.\, C'_S$$

$Q_{nm} = q'_{nm} . K . L$, onde:

Q_{ST} - descarga sólida total (t/dia);

Q_{Sm} - descarga sólida medida (t/dia);

Q_{nm} - descarga sólida não medida (t/dia);

Q - descarga líquida (m^3/s) média no efeito de preamar de maré de sizígia;

C'_S - concentração média (ppm) do mesmo efeito;

q'_{nm} - descarga sólida não medida aproximada por metro de largura;

K - fator de correção;

L - largura do canal na seção de medição (m).

Utiliza-se o valor da velocidade média do fluxo durante o efeito de preamar de sizígia no Ábaco 4 e obtém-se q'_{nm}.

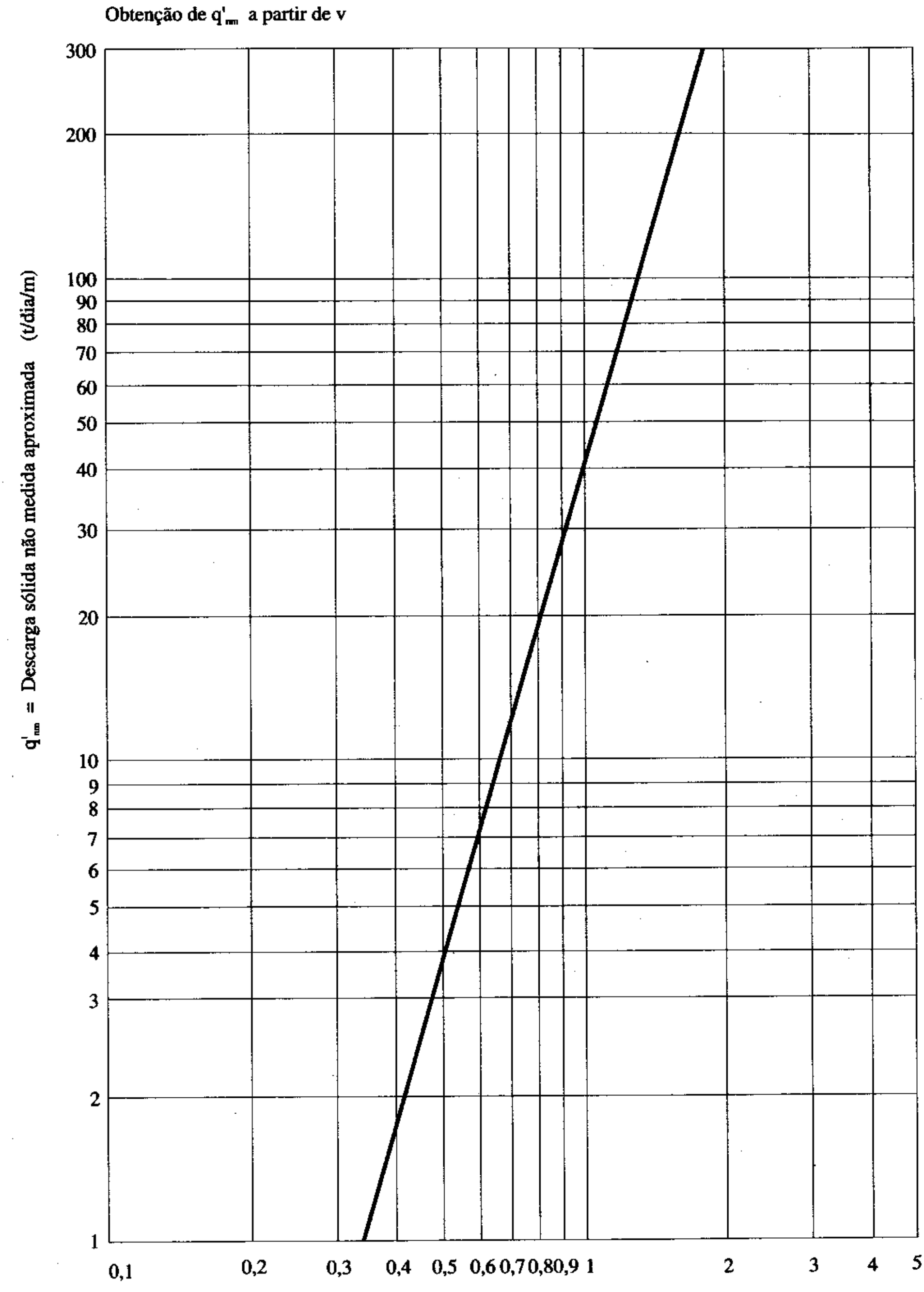
No Ábaco 5, traçando-se uma perpendicular à abcissa no valor da velocidade média intercepta-se a reta da profundidade média do Canal (0,5 m), obtendo-se o valor da concentração relativa (C_r). Dividindo-se a concentração média (C'_S) pela concentração relativa (C_r) encontra-se a razão da eficiência (C'_S / C_r)). Entrando-se com esta razão na ordenada do Ábaco 6 e interceptando-se a linha média, obtém-se na abscissa o fator de correção (K).

O Balanço Hídrico consiste no balanço das entradas e saídas de água no interior de uma região em estudo. O Balanço Hídrico diário da Lagoa Olho D'Água é função de variáveis como amplitude de maré, época do ano hidrológico, ocorrência ou não de precipitações notáveis e eventos hidrológicos extremos, como precipitações intensas e estiagens.

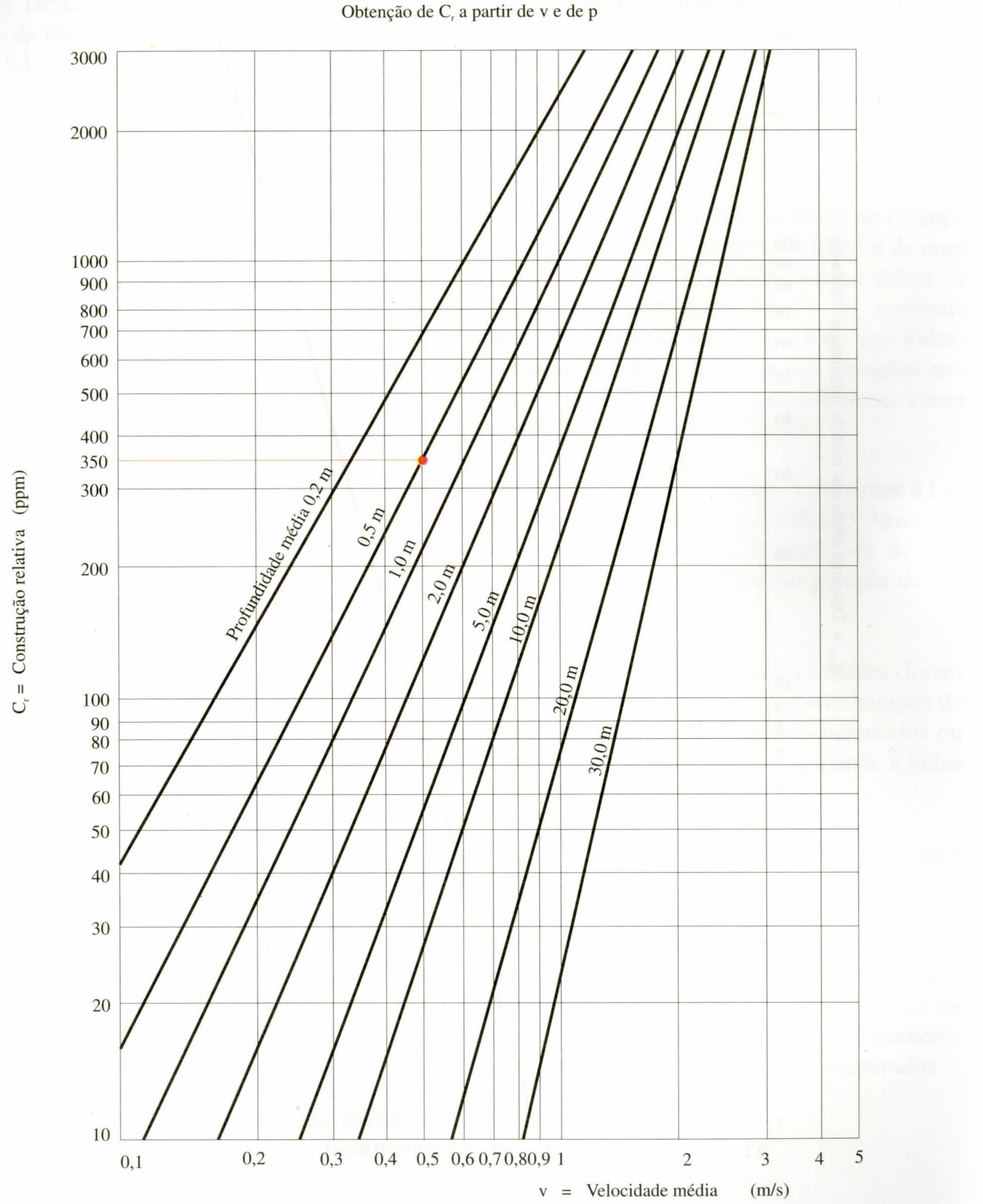
Os volumes afluentes e efluentes à Lagoa Olho D'Água via Canal Olho D'Água, foram conseguidos através de medições de descargas líquidas consecutivas no período de um ciclo de maré (12 horas).

As descargas líquidas obtidas foram multiplicadas pelos seus respectivos tempos de medição, obtendo-se os volumes acrescidos ou subtraídos. O balanço final corresponde a todos os volumes somados.

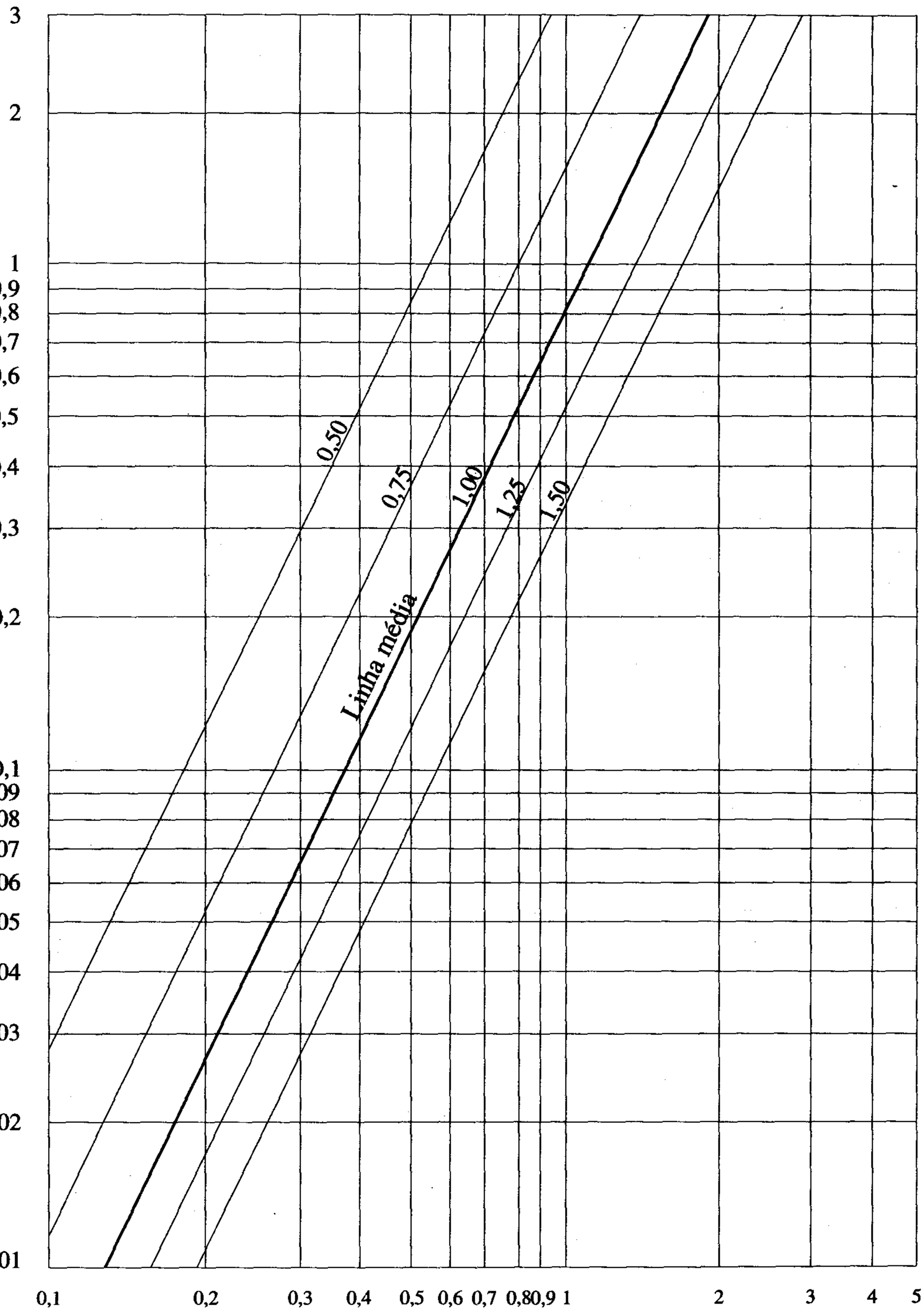
Os balanços hídricos mensais foram elaborados, considerando-se o balanço diário dos volumes afluentes e efluentes à Lagoa, via Canal Olho D'Água, em função da amplitude de maré, invariável, ao longo dos meses do ano hidrológico. Foram acrescidos mês a mês os volumes precipitados, captados diretamente pelo espelho d'água e os volumes evaporados.



Ábaco 4 - Cálculo da descarga sólida total pelo método de Colby. Obtenção da descarga sólida não-medida aproximada, por metro de largura do rio, a partir da velocidade média do curso d'água (adaptado ao sistema métrico) (Carvalho, 1994)



Ábaco 5 - Cálculo da descarga sólida total pelo método de Colby. Obtenção relativa a partir da velocidade média e da profundidade média do curso d'água (adaptado ao sistema métrico) (Carvalho, 1994).



Ábaco 6 - Cálculo da descarga total pelo método de Colby - Obtenção do fator de correção a partir da razão de eficiência (Carvalho, 1994)

5.2 - Características Hidrossedimentométricas

5.2.1 - Descargas Líquidas

Na determinação do regime destas descargas foram executadas sequências de medições de descargas líquidas consecutivas em um número aproximado de cinquenta por ciclo de maré (12 horas).

Destas sequências de medições foram selecionadas sete sequências consecutivas correspondentes aos ciclos de maré de amplitudes 0,7 m, 0,9 m, 1,3 m, 1,6 m, 1,9 m e 2,4 m (duas).

Para caracterização geral do regime destas descargas foram analisadas 314 descargas parciais e para a definição das condições médias durante os períodos de preamar de sizígia (2,4 m), foram utilizados 47 resultados de duas sequências de medições em dias consecutivos.

Durante o efeito de preamar de sizígia, foram observados os seguintes valores médios na hidrodinâmica do Canal Olho D'Água.

. Descarga líquida média = 3,0 m³/s
. Velocidade média = 0,523 m/s
. Profundidade média = 0,50 m
. Largura da seção = 12,50 m

5.2.2 - Descargas Sólidas

a) Nas Descargas Sólidas em Suspensão as amostragens dos sedimentos foram realizadas, juntamente com as medições de descarga líquidas, durante o efeito de preamar, quando o fluxo do Canal favorecia a deposição dos sedimentos na Lagoa. Para as condições médias do efeito de preamar de sizígia, obtém-se o valor para concentração média de 50 ppm.

Aplicando-se a fórmula $Q_{SS} = 0{,}0864 \cdot Q \cdot C$ (ítem 5.1), tem-se:

$Q_{SS} = 0{,}0864 \times 3{,}0\ m^3/s \cdot 50\ ppm = 12{,}96$ t/dia.

Como o efeito de preamar é de 12 horas por dia, divide-se o valor acima por 2. O valor da Descarga Sólida em Suspensão é de ~ 6 t/dia.

b) Para o cálculo da Descarga Sólida de Arrasto foi empregada a fórmula:

$Q_{SI} = q'_{SI} [1 + (K_1 \cdot K_2 - 1 \cdot K_3)] \cdot L$, conforme item 5.1.

No Ábaco 1 utilizando-se a velocidade média de 1,71 ft/s (0,523 m/s), obtém-se $q'_{SI} = 0{,}4$ t/dia/ft.

No Ábaco 2 entrando-se com a profundidade de 1,64 ft (0,50 m) e temperatura de 77°F, obtém-se $K_1 \simeq 1$.

No Ábaco 3, como o diâmetro do material (0,32 mm) é um dos limites da faixa granulométrica (0,2 mm a 0,3 mm), encontra-se $K_3 = 1$. A largura (L) da seção é de 40 ft. Por conseguinte:

$Q_{SI} = 0{,}4$ t/dia/ft $[1 + (1.1 - 1.1)].40$ ft

$Q_{SI} = 16$ t/dia; considerando-se que os dois efeitos de preamar totalizam 12 horas em um dia, o valor encontrado deverá ser dividido por 2, portanto:

$Q_{SI} = 8{,}0$ t/dia.

c) A Descarga Sólida Total é obtida pelo somatório das Descargas Sólidas de Suspensão e de Arrasto:

$Q_{ST} = Q_{SS} + Q_{SI} = 6$ t/dia + 8 t/dia = 14 t/dia

Para aferição foi utilizado o método Simplificado de Colby, representado pela fórmula:

$Q_{ST} = Q_{Sm} + Q_{nm}$ como:

$Q_{sm} = 0{,}0864 \cdot Q \cdot C'_S$ e $Q_{nm} = q'_{nm} \cdot K \cdot L$, assim:

$Q_{ST} = (0{,}0864 \cdot Q \cdot C'_S) + (q'_{nm} \cdot K \cdot L)$

Sendo: $Q = 3$ m³/s; $C'_S = 50$ ppm; $q'_{nm} = 3{,}5$ t/dia (considerando-se a velocidade média no efeito de preamar igual a 0,523 m/s); $K = 0{,}45$ (para a profundidade média na seção = 0,50 m) e $L = 12{,}5$ m, portanto:

$Q_{ST} = 6$ t/dia + 10 t/dia = 16 t/dia

A Descarga Sólida Total está compreendida entre 14 t/dia e 16 t/dia.

5.3 - Medida do Campo de Velocidade

Na determinação do campo de velocidades na Lagoa, foi utilizado um micromolinete Gurley, adaptado a uma haste de medição a vau, para a medição das velocidades. Como flutuantes optou-se por cocos verdes, abertos nas bases. Os cocos permaneceram imersos, não oferecendo perfis de resistência aos ventos. A determinação das coordenadas dos pontos de medição foi realizada através de topografia.

As baixas velocidades na Lagoa não sensibilizaram o micromolinete, tendo sido estimadas as velocidades, pelo deslocamento do flutuante nos diferentes intervalos de tempo. Este deslocamento foi estimado, em escritório, medindo-se com escalímetro a distância entre duas posições de medição consecutivas, plotadas na Figura 7.

A cada seis a dez minutos, o flutuante sofreu um deslocamento aproximado de vinte metros, ao longo da sua trajetória, que forneceu o sentido e direções das velocidades. Nas proximidades da desembocadura do Canal Olho D'Água na Lagoa, o assoreamento impediu o deslocamento do coco devido ao "encalhamento" deste nos bancos de areia.

As trajetórias obtidas, pela plotagem das posições de tentativas de medições de velocidades na Figura 7, são creditadas à influência dos ventos no instante das determinações.

5.4 - Balanço Hídrico

5.4.1 - Evaporação na Lagoa

A Lagoa Olho D'Água, caracteriza-se como um corpo d'água muito extenso e com uma profundidade média baixa (40cm), no período de estiagem. Exposto às condições atmosféricas permanece sob a ação da insolação e dos ventos, principalmente, nos meses de setembro a janeiro. Para o cálculo do volume evaporado utilizou-se o conceito de Evaporação de Lago, que é a altura de água evaporada por dia, em uma extensão de espelho d'água, exposta ao sol e aos ventos, de acordo com a fórmula ($E_L = k_1 k_2 E_p$), bem como os dados evaporimétricos da Estação Curado do INMET. Desse modo:

E_L - Evaporação de Lago;

k_1- fator de conversão do dado de evaporação do tanque classe "A" para a evaporação potencial;

k_2 - fator de conversão do dado da evaporação potencial para a Evaporação de Lago;

E_p - Evaporação potencial que é a altura de água passível de ser evaporada por dia, em uma grande extensão de superfície líquida ou de solo saturado de água.

O fator de conversão k_1, que depende da região em estudo, é estimado como 0,70 e, o de conversão k_2, para a região, é estimado como 1,0 devido a ótima exposição ao sol e aos ventos.

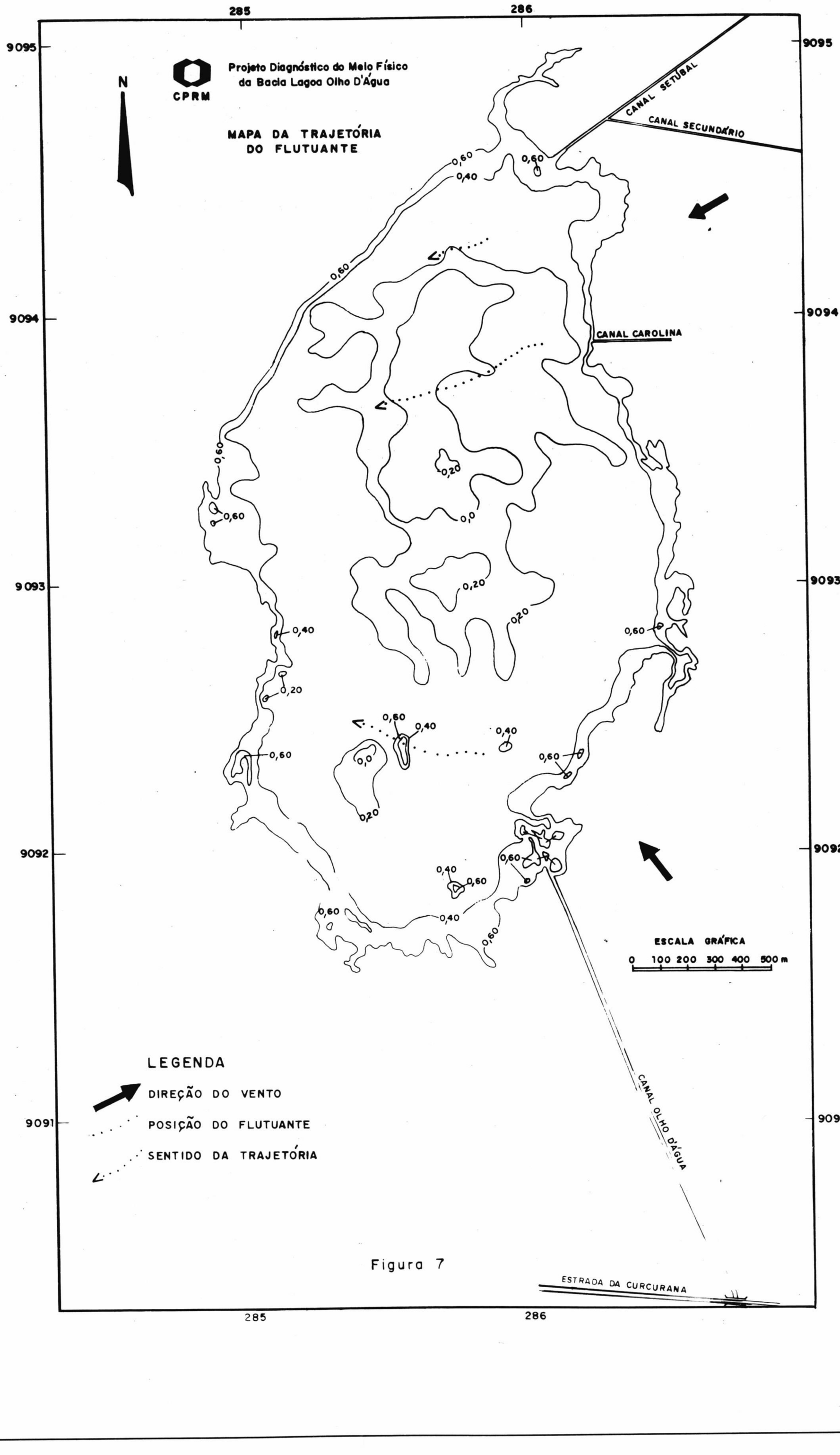

285
286
9095
9094
9093
9092
9091
N
CPRM
Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
MAPA DA TRAJETÓRIA
DO FLUTUANTE
CANAL SETUBAL
CANAL SECUNDÁRIO
CANAL CAROLINA
CANAL OLHO DÁGUA
ESTRADA DA CURCURANA
0,60
0,40
0,20
0,0
ESCALA GRÁFICA
0 100 200 300 400 500 m
LEGENDA
DIREÇÃO DO VENTO
POSIÇÃO DO FLUTUANTE
SENTIDO DA TRAJETÓRIA

Figura 7

Dados de Evaporação Diários Médios Válidos para a Lagoa Olho D'Água

Mês	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Evaporação Tanque "A" (Ep)	4.53mm	4.70mm	5.90mm	5.94mm	5.20mm	7.33mm
Evaporação de Lago (E_L)	3.171mm	3.29mm	4.13mm	4.158mm	3.64mm	5.131mm
Volume Evaporado (V_M)	11.500m^3	12.000m^3	15.000m^3	15.000m^3	13.000m^3	18.600m^3

Tabela 1

Valores das Precipitações Mensais, em mm, do ano de 1995 da Estação Meteorológica do CINDACTA III - Ministério da Aeronáutica no Aeroporto dos Guararapes

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
21.7	50.4	134.2	140.4	353.8	424.7	163.5	32.6	14.4	15.9	59.6	0.9

Tabela 2

Logo: $E_L = 0{,}70.1{,}0.E_p$

Sendo a superfície do espelho d'água igual a 3.638.000 m^2 o volume de água médio evaporado por dia será:

$V_M = E_L . 0{,}001$ m/mm . 3.638.000 m^2 ; onde

V_M - volume citado e 0,001m/mm é o fator de conversão de mm para m.

A seguir apresenta-se a estimativa dos volumes evaporados por dia, no segundo semestre de 1995:

Estes valores, estimados, não variam substancialmente ao longo do semestre. São relevantes no balanço hídrico na estação seca, e nos dias de marés de baixas amplitudes (0,7 m a 1,6m).

5.4.2 - Precipitação na Bacia da Lagoa Olho D'Água

As precipitações que ocorreram nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro/1995, conforme a Tabela 2, foram insuficientes para influenciar o balanço hídrico da Lagoa Olho D'Água, ao contrário dos meses de março, abril, maio, junho e julho/1995

O volume de água precipitado, captado pela Bacia Lagoa Olho D'Água, é igual à soma dos volumes captados diretamente pelo espelho d'água da Lagoa e, pela área do entorno desta. O método racional é o mais adequado para o cálculo da precipitação na área de entorno. Entretanto, não foi possível a sua utilização devido ao desconhecimento do coeficiente de deflúvio para a área.

O volume precipitado, captado diretamente pelo espelho d'água da Lagoa, é dado pela fórmula:

$V_p = P . 0{,}001$ m/mm . S , onde:

V_p - volume precipitado captado diretamente pelo espelho d'água;

0,001 m/mm - fator de conversão da precipitação em mm para "precipitação em m" ;
S - área do espelho da Lagoa igual a 3.638.000 m^2 ;
P - precipitação média diária no mês igual a precipitação total no mês dividida por 30.

A seguir são apresentados os volumes precipitados sobre a Lagoa, calculados conforme a forma anteriormente discutida.

Admite-se, como volume captado, via precipitação, o volume correspondente à captação direta pelo espelho d'água.

5.4.3- Elaboração do Balanço Hídrico

Pelo princípio dos vasos comunicantes, as águas misturadas fluem pelo Canal Olho D'Água para a Lagoa por ação dos efeitos das preamares e, refluem para o mar com as baixa-mares. O efeito de maré caracterizado por um gradativo aumento ou diminuição dos níveis do Rio Jaboatão é transmitido ao manguezal e deste ao Canal.

O Canal Setúbal apresentou descargas líquidas desprezíveis, com velocidades que, freqüentemente, não sensibilizaram o instrumento de medição.

Foi instalado um linígrafo Stevens dentro do Canal Olho D'Água a 100 m da Lagoa para registrar em gráfico (linigrama) as flutuações dos níveis d'água da mesma. O registro linigráfico dos meses de agosto a dezem-

Volumes Diários Médios Devido às Precipitações nos Meses do Ano Hidrológico (m^3)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Agos	Set	Out	Nov	Dez
Volume captado diretamente pelo espelho d'água	2.600 m^3	6.000m^3	16.000 m^3	1.7000m^3	43.000m^3	51.000m^3	20.000m^3	3.900m^3	1.700m^3	1.900m^3	7.000m^3	0,0m^3

Tabela 3

Valores Válidos Para os Meses em Que não Ocorreram Grandes Precipitações

Amplitude de maré	0,7m	0,9m	1,3m	1,6m	1,9m	2,4m
Valor de um ciclo	- 15.000m^3	- 7.000m^3	- 12.000m^3	- 3.000m^3	+ 14.000m^3	+ 40.000m^3
Valor diário	- 30.000m^3	- 14.000m^3	- 24.000m^3	- 6.000m^3	+ 28.000m^3	+ 80.000m^3

Tabela 4

bro/95, do rebaixamento dos níveis médios da Lagoa, demonstra a influência cíclica dos efeitos de maré, que ora repõem, ora subtraem a água da Lagoa. O aumento cíclico dos níveis d'água médios, coincide com as marés de sizígia, enquanto que a diminuição coincide com as marés de baixas amplitudes, conforme o Gráfico 4. Isto sugere, que o Canal Olho D'Água, sendo a única fonte comunicante com o mar, seja o responsável principal pela manutenção dos atuais níveis e superfície do espelho d'água. A importância dos balanços dos volumes afluentes e efluentes à Lagoa, via Canal Olho D'Água, decorre deste fato. Quando os volumes afluentes à Lagoa superam os volumes efluentes (que saem), diz-se que o balanço é positivo para a Lagoa. Quando os volumes que saem da Lagoa superam os volumes que entram, diz-se que o balanço é negativo para a Lagoa.

Na Tabela 4, encontram-se os balanços diários dos volumes afluentes e efluentes à Lagoa Olho D'Água, considerando-se as descargas líquidas medidas no Canal Olho D'Agua, em função das amplitudes de maré, em um ciclo de maré de 12 horas.

O balanço diário é obtido duplicando-se o valor calculado em um ciclo de maré. Em um dia existem dois ciclos de marés de amplitudes iguais ou muito próximas.

Os valores positivos são afluentes e os negativos efluentes. Os volumes são obtidos mediante o método apresentado.

O balanço diário dos volumes afluentes e efluentes pelo Canal Olho D'Água, em função da amplitude de maré, explica a hidrodinâmica do complexo lagunar na ausência das grandes precipitações, sendo o arcabouço do balanço hídrico da Lagoa (Gráfico 5).

O balanço hídrico propriamente dito foi construído acrescendo-se os volumes precipitados e evaporados , mês a mês, ao balanço dos volumes afluentes e efluentes, a Lagoa,pelo Canal Olho D'Agua, conforme os Gráficos 6, 7, 8, 9 e 10.

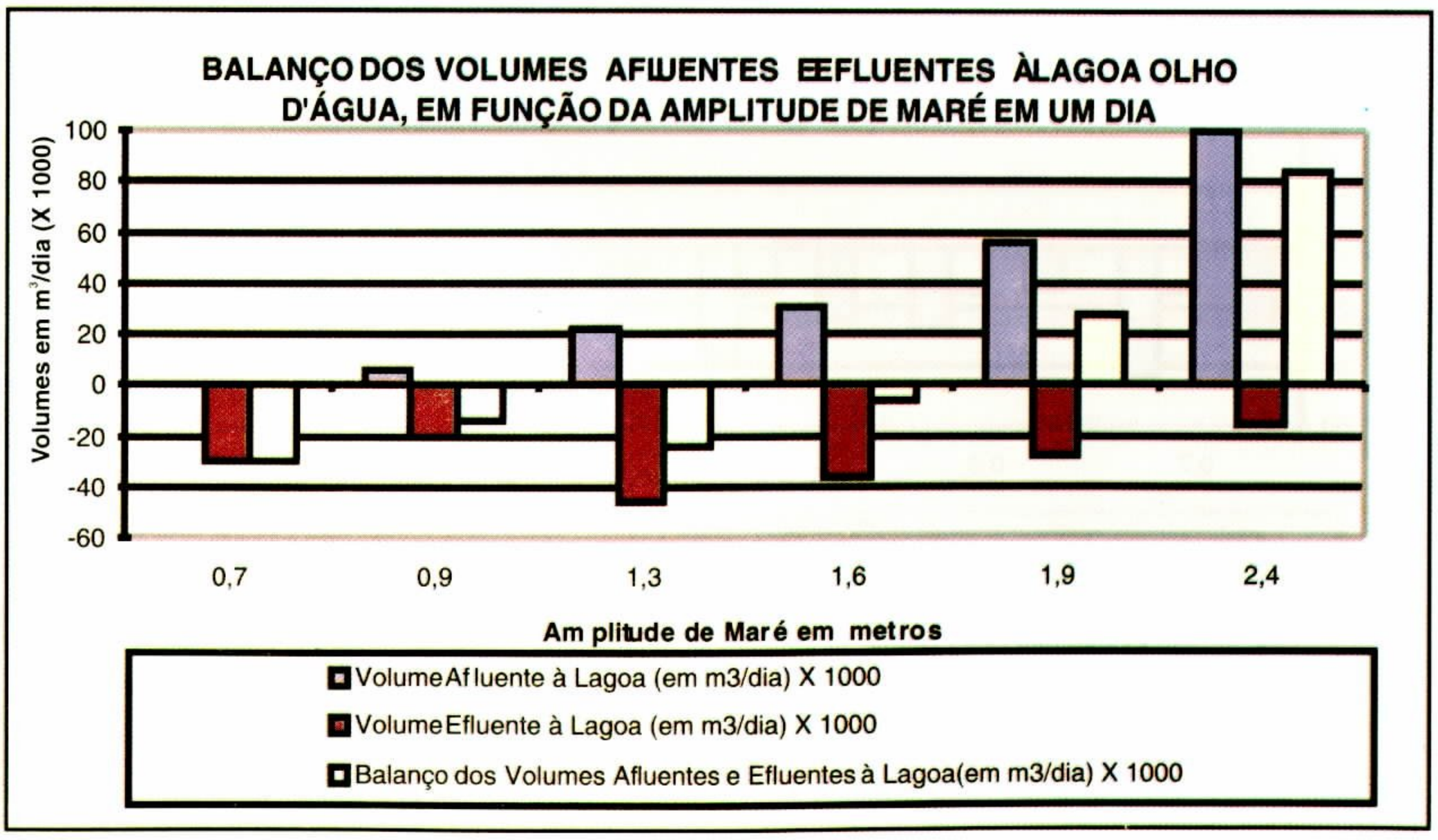


Gráfico 5

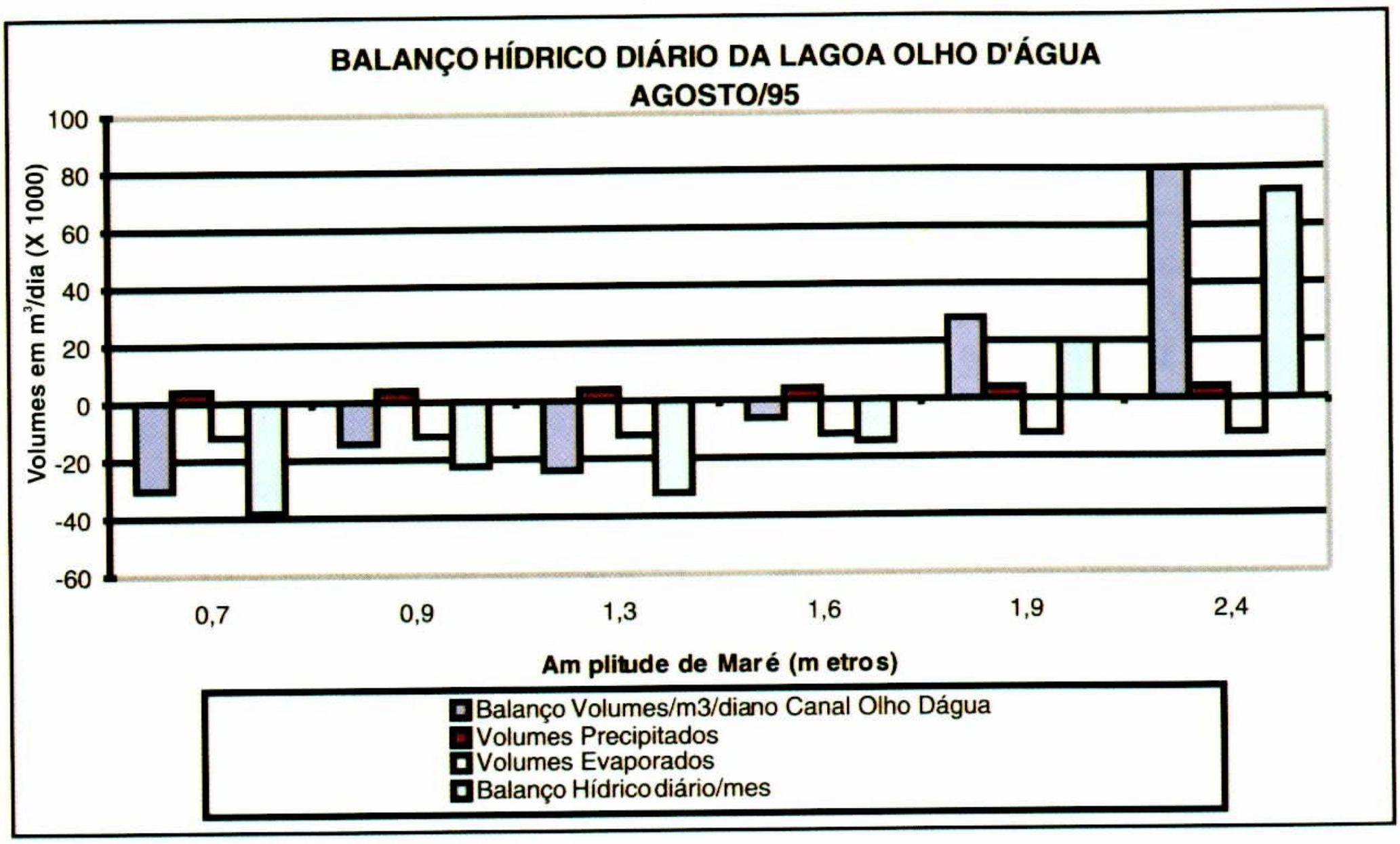


Gráfico 6

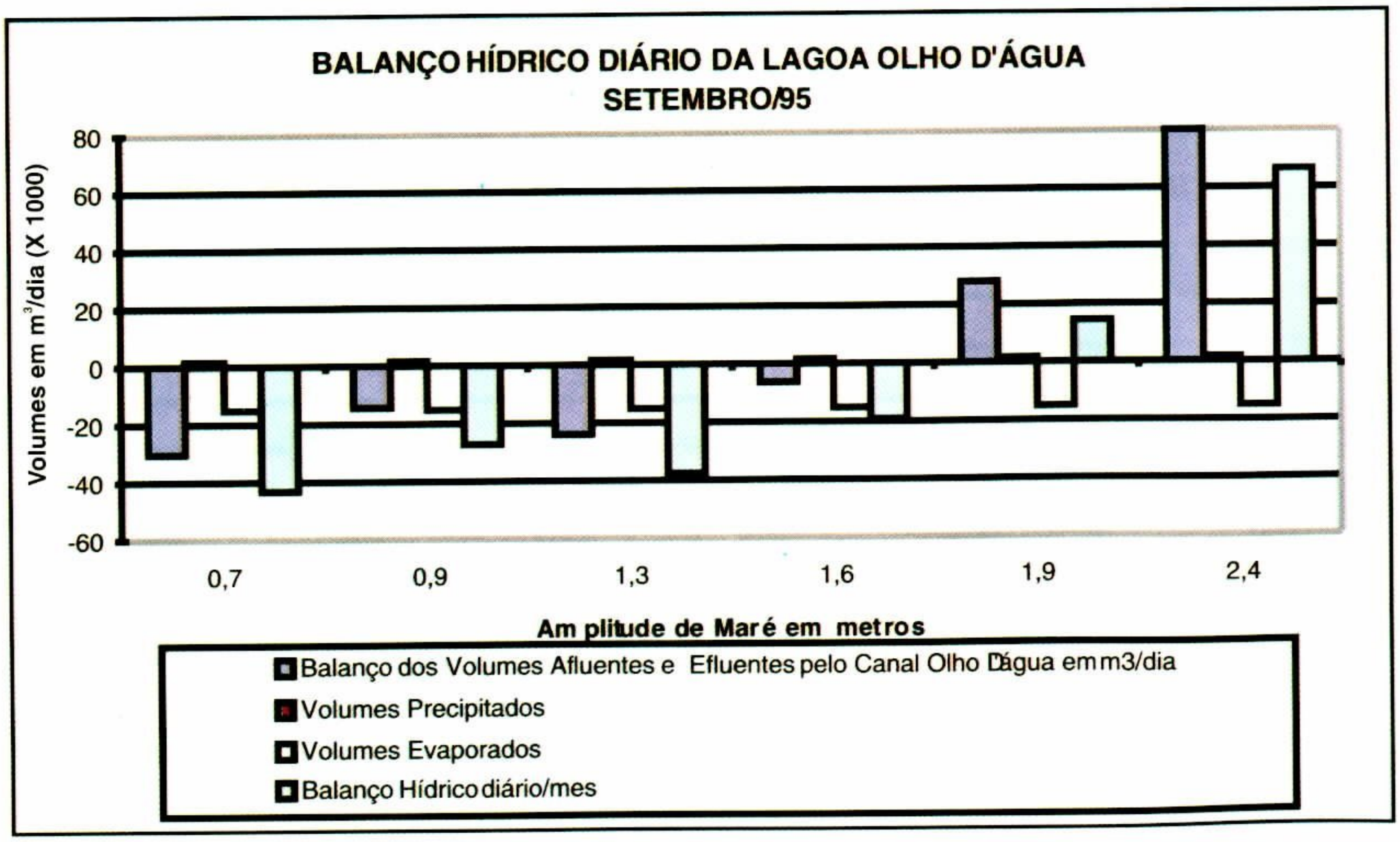


Gráfico 7

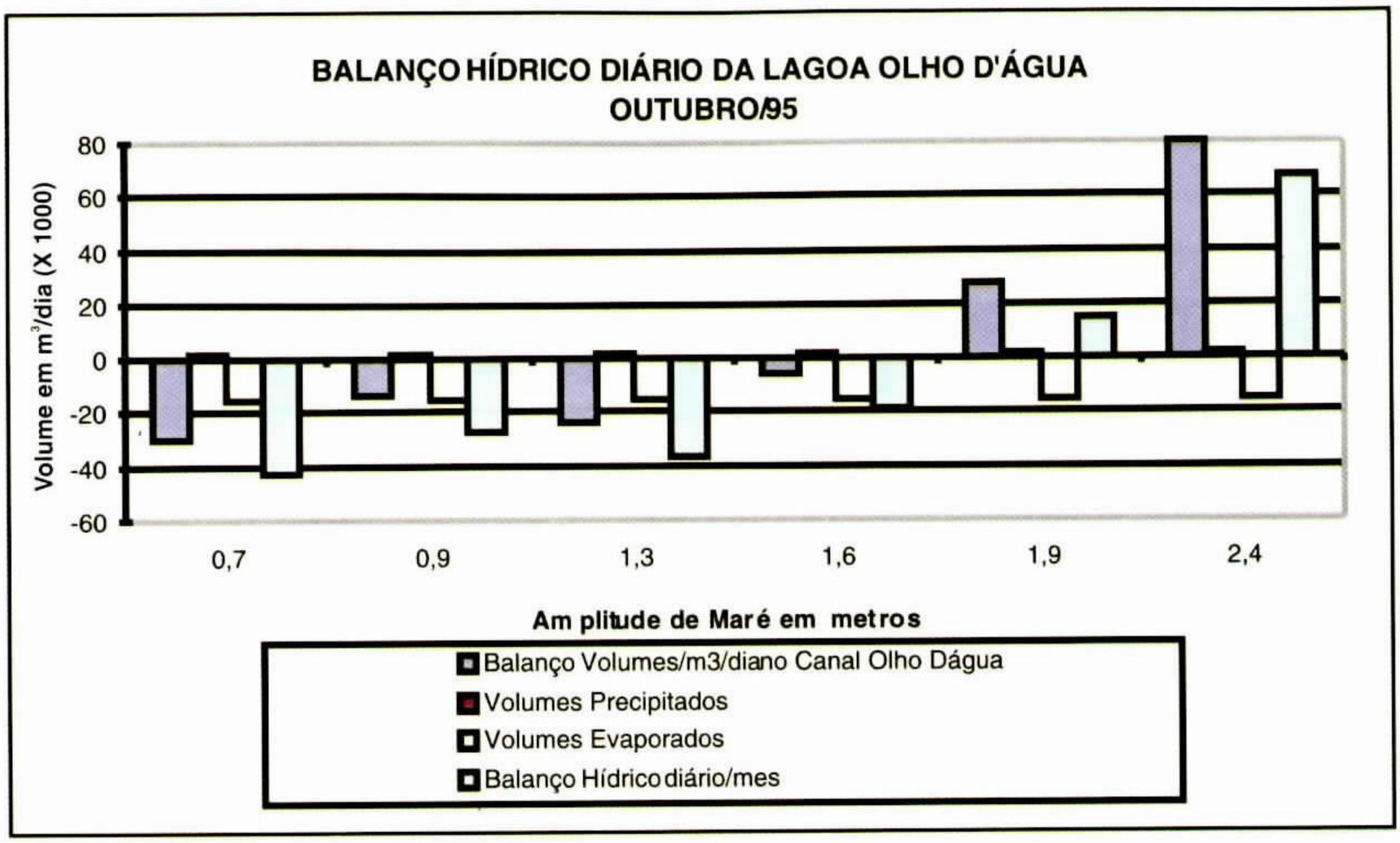


Gráfico 8

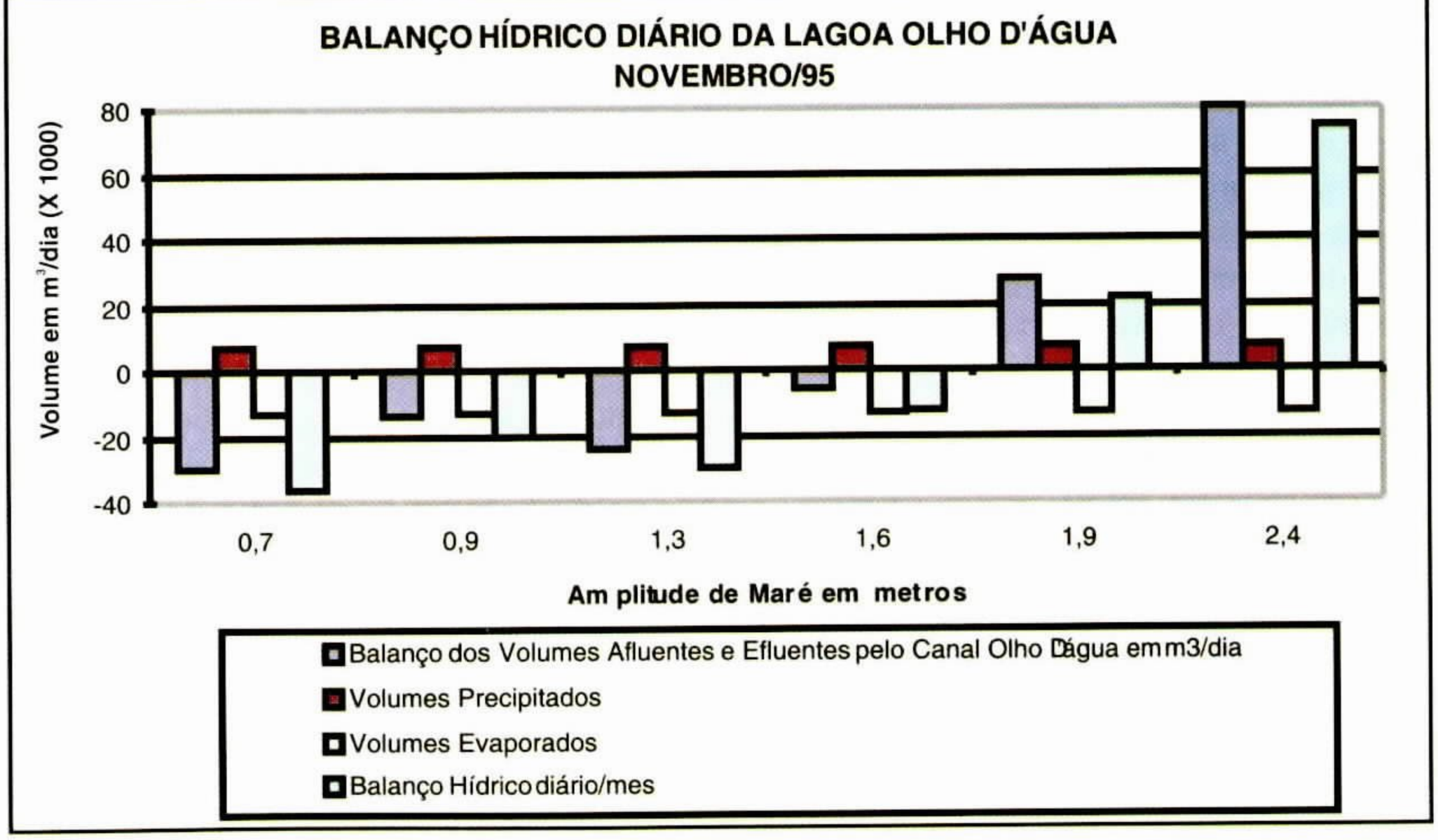


Gráfico 9

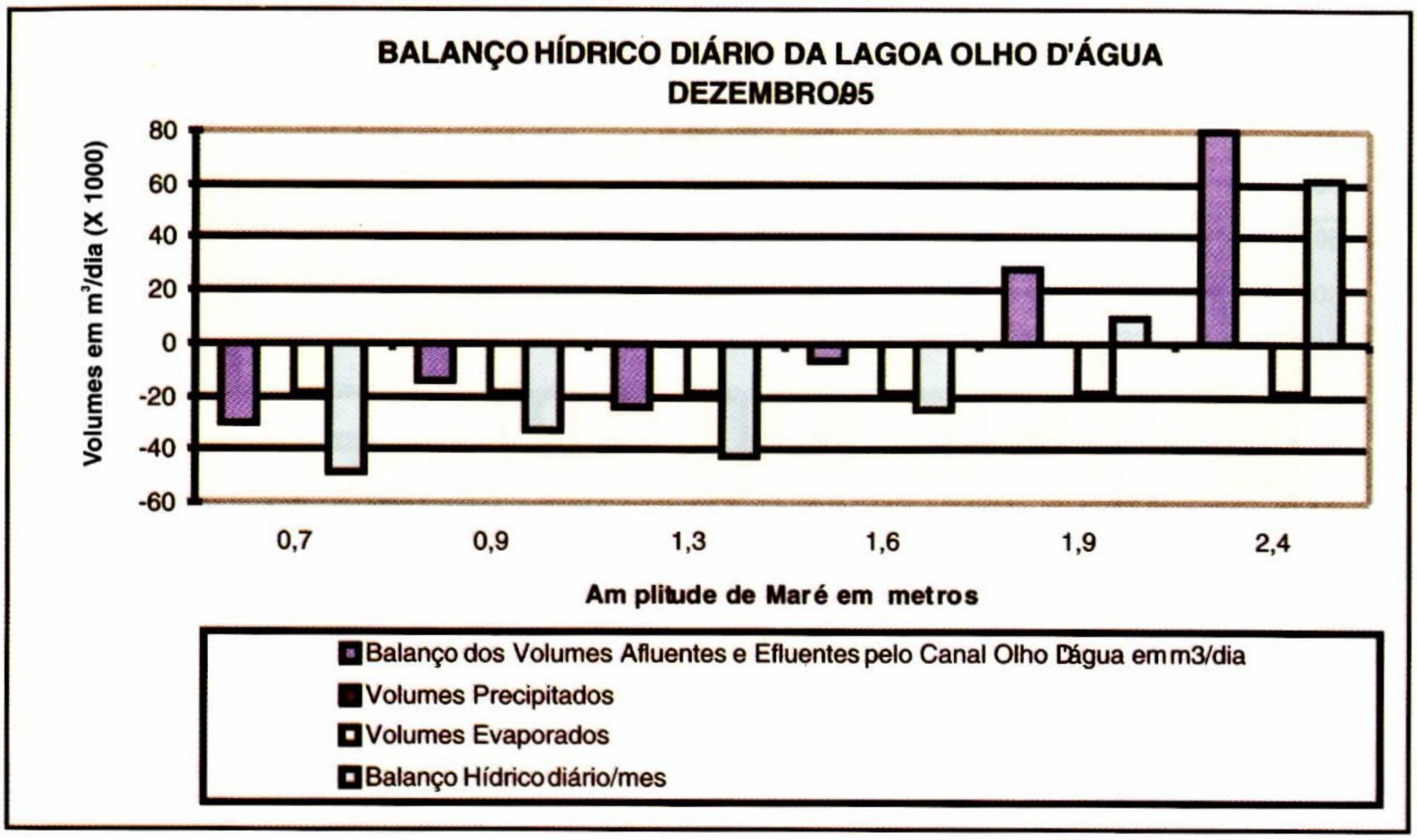


Gráfico 10

O balanço hídrico diário, em função das amplitudes de maré, ajuda na compreensão da manutenção do atual espelho d'água da Lagoa, e na dinâmica de renovação das suas águas. Pode servir como eficaz ferramenta no manejo das suas características morfológicas e nas decisões técnicas a serem tomadas, isto porque elucida os períodos em que a Lagoa está sendo alimentada e os períodos em que a mesma está perdendo água.

Os valores obtidos são considerados válidos para todos os meses em que as precipitações não foram muito expressivas, contrariamente aos meses de março, abril, maio, junho, e julho. Contudo, admitindo-se uma margem de erro não conhecida, em virtude de não ter-se efetuado medições de descarga líquida nos meses chuvosos, pode-se inferir estes resultados para os cinco meses em questão.

5.5 - Resultados e Discussões

• As descargas sólidas totais, estimadas em 14 t/dia a 16 t/dia, no período com amplitudes de maré da ordem de 2,0 m a 2,4 m, mostraram que um processo de assoreamento encontra-se em andamento na desembocadura do Canal, na Lagoa Olho D'Água.

• Na distribuição espacial dos sedimentos, na Lagoa, considerando-se o eixo norte-sul, observam-se depósitos de areias grossas e médias próximas ao Canal Olho D'Água e sedimentos finos mais ao norte. Explica-se este fato através de análise da descarga de arrasto do Canal. O leito do Canal Olho D'Água é constituido essencialmente de areias de diâmetro médio de 0,32 mm, que são mobilizadas ao longo do leito pelos processos de rolamento e saltação, depositando-se na Lagoa, próximo a desembocadura do Canal. Por ocasião do fluxo da Lagoa para o mar inexistem condições de

retorno destas areias, o que explica a sua concentração nesta parte da Lagoa.

• O efeito de remanso, observado no linigrama, é decorrente do efeito de maré de preamar que aumenta a vazão no Canal, indo o volume escoado de encontro aos bancos de areias formados na desembocadura do Canal, dentro da Lagoa. Este efeito de remanso foi desconsiderado por mascarar o comportamento dos níveis na Lagoa, no seu lugar foi elaborado um cotagrama com os dados diários durante a ação do efeito de maré de baixa-mar como mostra o Gráfico 4 de rebaixamento dos níveis mínimos médios. Neste cotagrama é visível a reposição durante as altas marés e a perda d'água pela Lagoa nas marés de baixas amplitudes.

• A afluência e a efluência das águas pelo Canal Olho D'Água à Lagoa é ditada pelo efeito de maré, podendo ser este de preamar ou de baixa-mar. Durante a atuação dos efeitos das marés de preamar de grandes amplitudes (2,4 m a 1,9m) os volumes afluentes à Lagoa, via Canal Olho D'Água, superam os volumes que saem desta. Durante as marés de baixas amplitudes (0,7 m a 1,6 m), por sua vez, os volumes efluentes da Lagoa sobrepujam os volumes afluentes.

• Como o aporte do volume de água à Lagoa, deve-se, essencialmente, a amplitude de maré, ou seja, a diferença entre a altura de uma baixa-mar e de uma preamar consecutivas, conclui-se que o balanço hídrico da Lagoa Olho D'Água tem por base a amplitude de maré. Isto significa que é a principal variável independente, o que enfatiza a importância de se quantificar o balanço hídrico diário.

6 - GEOLOGIA DA ÁREA

6.1 - Aspectos Geotécnicos

6.1.1 - Material e Métodos

Foi realizada uma sondagem a percussão, com profundidade de 7 metros, próxima à margem sul da Lagoa Olho D'Água (Figura 8). A sondagem teve como objetivo a obtenção de dados sobre a capacidade de carga do terreno, conseguida a partir da interpretação dos resultados de ensaios de SPT (*Standard Penetration Test*), bem como, obter um perfil geológico do terreno até esta profundidade.

O ensaio SPT é um ensaio de penetração padronizado, usado em geotecnia com o propósito de se obter índices de resistência à penetração do solo. Trata-se de um ensaio realizado a cada metro perfurado e consiste na cravação de um peso de 65 Kg, caindo livremente de uma altura de 0,75 m. O peso cai sucessivamente sobre a haste até uma penetração de 0,45 m do barrilete no solo. A resistência do solo à penetração será dada a partir do número de golpes necessários à cravação dos 0,30 m finais do barrilete.

6.1.2 - Caracterização Geotécnica do Subsolo

A presença de camadas de solo com valores de SPT muito baixos (SPT 0), na sondagem SP 01 (Figura 9) sugere que a área do entorno da Lagoa Olho D'Água é de baixa capacidade de suporte de carga, necessitando, portanto, de maiores cuidados técnicos e custo financeiro mais elevado, para instalação de obras de engenharia.

Em função dos valores obtidos nos ensaios SPT é possível estabelecer uma relação

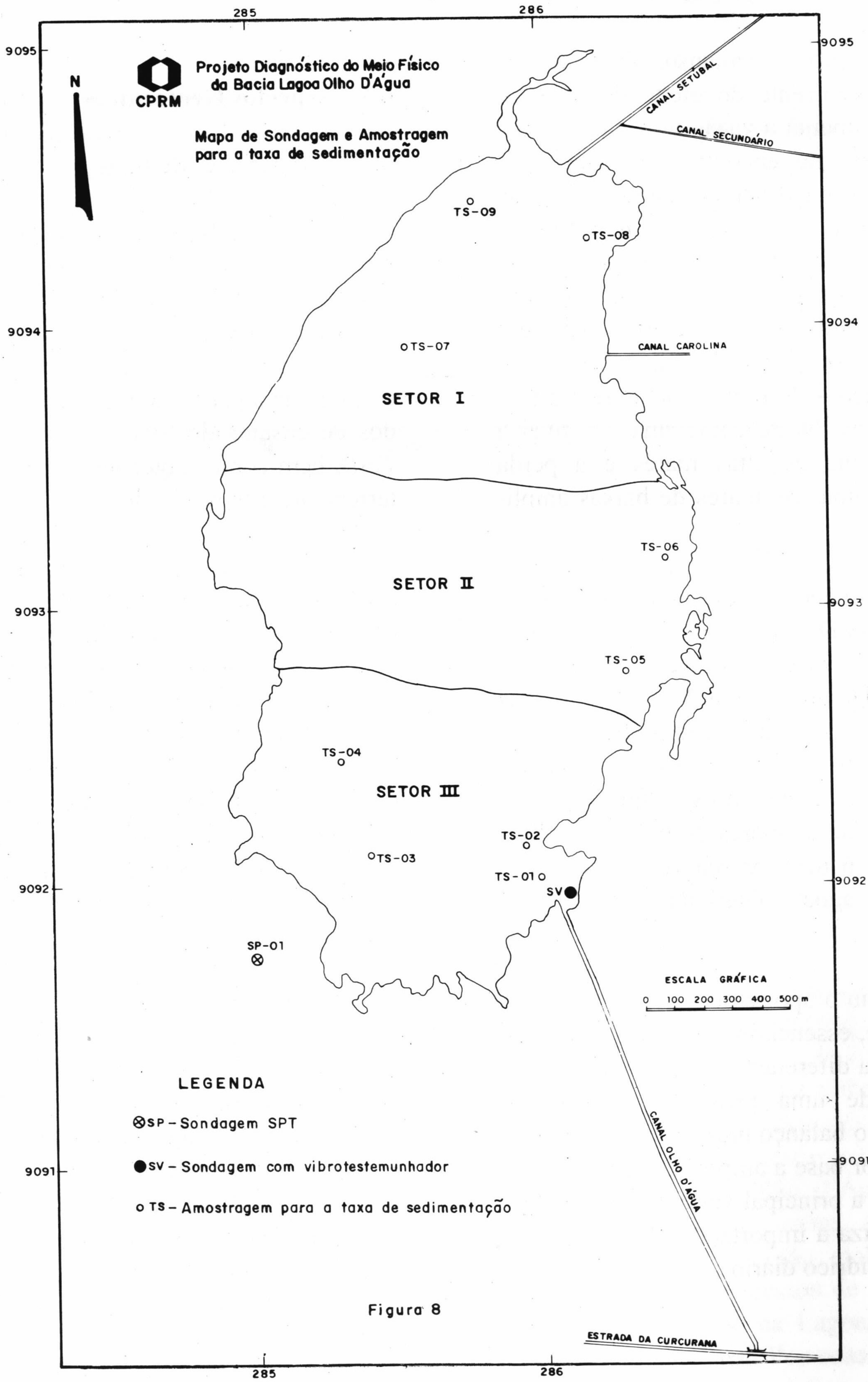

285
286
9095
9094
9093
9092
9091
N
CPRM
Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
Mapa de Sondagem e Amostragem
para a taxa de sedimentação
CANAL SETUBAL
CANAL SECUNDÁRIO
CANAL CAROLINA
TS-09
TS-08
TS-07
TS-06
TS-05
TS-04
TS-03
TS-02
TS-01
SV
SP-01
SETOR I
SETOR II
SETOR III
ESCALA GRÁFICA
0 100 200 300 400 500 m
CANAL OLHO D'ÁGUA
ESTRADA DA CURCURANA
LEGENDA
⊗SP – Sondagem SPT
●SV – Sondagem com vibrotestemunhador
o TS – Amostragem para a taxa de sedimentação

Figura 8

OBRA PROJETO LAGOA OLHO D'ÁGUA LOCAL RUA J. DA CÂMARA VIEIRA SONDAGEM Nº SP 01
COORD. - N: 9091750 ESTACA
E: 0285035 AFASTAMENTO COTA
FIRMA EXECUTORA C P R M INÍCIO 10/10/95 TÉRMINO 10/10/95

	DIÂMETRO, MÉTODO DE PERFURAÇÃO REVESTI-MENTO	COTAS (M) NÍVEL D'ÁGUA	PROFUN-DIDADE (M)	PERFIL GEOLÓGICO	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO CRAVAÇÃO DE BARRILETE TIPO BPT	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO ABSORÇÃO l/m min.	PRESSÃO EFETIVA Kg/cm2	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA l/min.m.(kgf/cm2)
1	∅ 3"	N.A			Sedimentos de origem lagunar	Areia fina a média, cor amarelada, c/ fragmentos de conchas. Coberta por delgada camada de areia fina (0,10 cm solo superficial). 1,10	PRIMEIROS 18 cm / ÚLTIMOS 30 cm GOLPES (0 10 20 30 40 50)			
2						Areia fina, cor cinza 2,06				
3						Areia média com conchas cor cinza 2,66				
4						Areia fina, cor cinza 3,05				
5						Argila arenosa (areia fina), com matéria orgânica, cor negra. Presença de conchas nos intervalos de 3,15 a 3,35 m 5,98				
6						Argila arenosa (areia fina a média) cor cinza. 6,43				
7						Areia fina a média, cor branca 7,02				
8						FIM DO FURO				

NOTA: TERMINADO POR MOTIVO DE:

MEDIDAS DOS NÍVEIS D'ÁGUA			
DATA	PROFFURO	N. A (m)	PROF.REVEST
10/10/95	1,20	1,10	-

0 10 20 30 Minutos
Ensaio de lavagem por tempo
Estágio de avanço a cada 10 minutos

Obs.: SPT 1,10 - 1,55 desceu 0,06 com peso 3/15 3/15 3/15
SPT 2,06-2,66 3/15 8/23 4/23
SPT 3,05 - 3,88 desceu 0,38 com peso 1/25 1/10 1/10 SPT 4,43-5,98 desceu 0,05 m com amostrador mais 1,50 m com peso
SPT 6,58-7,03 desceu 0,13 m com amostrador mais 0,02 m com peso - 1/15 2/24 1/6

PERFIL INDIVIDUAL DA SONDAGEM SP -

				HORIZ.:_____	Nº	
DESENHO	VERIFICADO	RESP.TÉCNICO	APROVADO	DATA	VERT. 1:100	

Figura 9

com a consistência ou compacidade das diversas camadas de solo e a pressão admissível a ser transmitida por uma fundação direta ao solo. É claro que tal função também deverá levar em conta o porte da obra.

Dessa forma, no entorno da Lagoa Olho D'Água, as tensões admissíveis para fundações em sapata contínua, podem variar entre menos de 0,20 Kg/cm^2 em argilas, e 2,0 a 4,0 Kg/cm^2 em areia, conforme Tabelas 5 e 6 (Lima, 1980).

Levando-se em conta a homogeneidade morfológica e geológica da área do entorno com o nível d'água em toda a área a uma profundidade inferior a 1,50 m, em qualquer época do ano, é de se esperar que ocorra o mesmo quanto as características geotécnicas da área até a cota topográfica de aproximadamente 2 m.

ARGILA	Nº DE GOLPES (SPT)	TENSÕES ADMISSÍVEIS (Kg / cm^2)	
		SAPATA QUADRADA	SAPATA CONTÍNUA
MUITO MOLE	≥ 2	< 0,30	< 0, 22
MOLE	3 - 4	0,33 - 0,60	0,22 - 0,45
MEDIA	5 - 8	0,60 - 1,20	0,45 - 0,90
RIJA	9 - 15	1,20 - 2,40	0,90 - 1,80
MUITO RIJA	16 - 30	2,40 - 4,80	1,80 - 3,60
DURA	> 30	> 4,80	> 3,60

Tabela 5 (Lima, 1980)

AREIA	Nº DE GOLPES (SPT)	TENSÃO ADMISSÍVEL (Kg / cm^2)
FOFA	≥ 4	< 1,0
POUCO COMPACTA	5 - 10	1,0 - 2,0
MEDIANAMENTE COMPACTA	11 - 30	2,0 - 4,0
COMPACTA	31 - 50	4,0 - 6,0
MUITO COMPACTA	> 50	> 6,0

Tabela 6 (Lima, 1980)

6.2 - Comportamento do Lençol Freático

6.2.1 - Material e Métodos

Utilizando-se trado manual e caçamba de cinco polegadas (5"), efetuou-se a perfuração de 15 poços rasos de observação (piezômetros), para medição da profundidade do lençol freático em duas pequenas áreas situadas a leste e a oeste da Lagoa Olho D'Água. Esses piezômetros foram revestidos com canos de PVC de 100mm, com 1 m a 2 m de filtro na porção penetrante no lençol freático. Como proteção utilizou-se tampas do mesmo material, fixados aos tubos por meio de parafusos. O comprimento do tubo ranhurado (filtro) e do tubo liso variou de conformidade com a profundidade do nível do freático em cada poço, conforme representado nas Figuras 10, 11 e 12.

Com um medidor de nível elétrico (Altronic) determinou-se a profundidade do lençol freático nesses piezômetros, com medições a cada 15 dias, por ocasião da maré baixa, no período de 18/10/95 a 04/01/96. Foram determinados, *in situ*, a salinidade e o pH da água de cada piezômetro. Na Tabela 7, tem-se os valores obtidos nas medições efetuadas. Para efeito de elaboração dos mapas da superfície do lençol freático (Figuras 13 e 14) em cada uma das áreas escolhidas, utilizou-se a primeira e a penúltima medição, bem como as coordenadas e a cota do terreno, onde se situa cada piezômetro, determinadas com precisão centimétrica, através do nivelamento trigonométrico.

6.2.2 - Variação do Nível do Lençol Freático

Com os valores da profundidade do freático (nível estático) e a cota do terreno, em cada piezômetro, por diferença, determinou-se a altitude da superfície do lençol freático. Unindo os pontos de mesma cota, elaborou-se os mapas das Figuras 13 e 14, que representam a superfície do lençol freático nos dias 18/10/1995 e 19/12/1995, respectivamente.

O comportamento do lençol freático nessas datas e sua evolução durante os dois meses de observação, quando se verificou um rebaixamento médio de 17 cm , pode ser constatado em perfil (Figura 15). Na Figura 16 está representada a variação do nível do freático em cada piezômetro durante o período de observação de 18/10/1995 a 04/01/1996. Com exceção dos piezômetros P-1, P-9 e P-14 onde ocorreu rebaixamento brusco, provocado por causa não identificada, os demais mostram um comportamento normal com progressivo rebaixamento do freático.

Os piezômetros perfurados nas duas áreas escolhidas forneceram, através dos mapas e perfis elaborados, as seguintes informações:

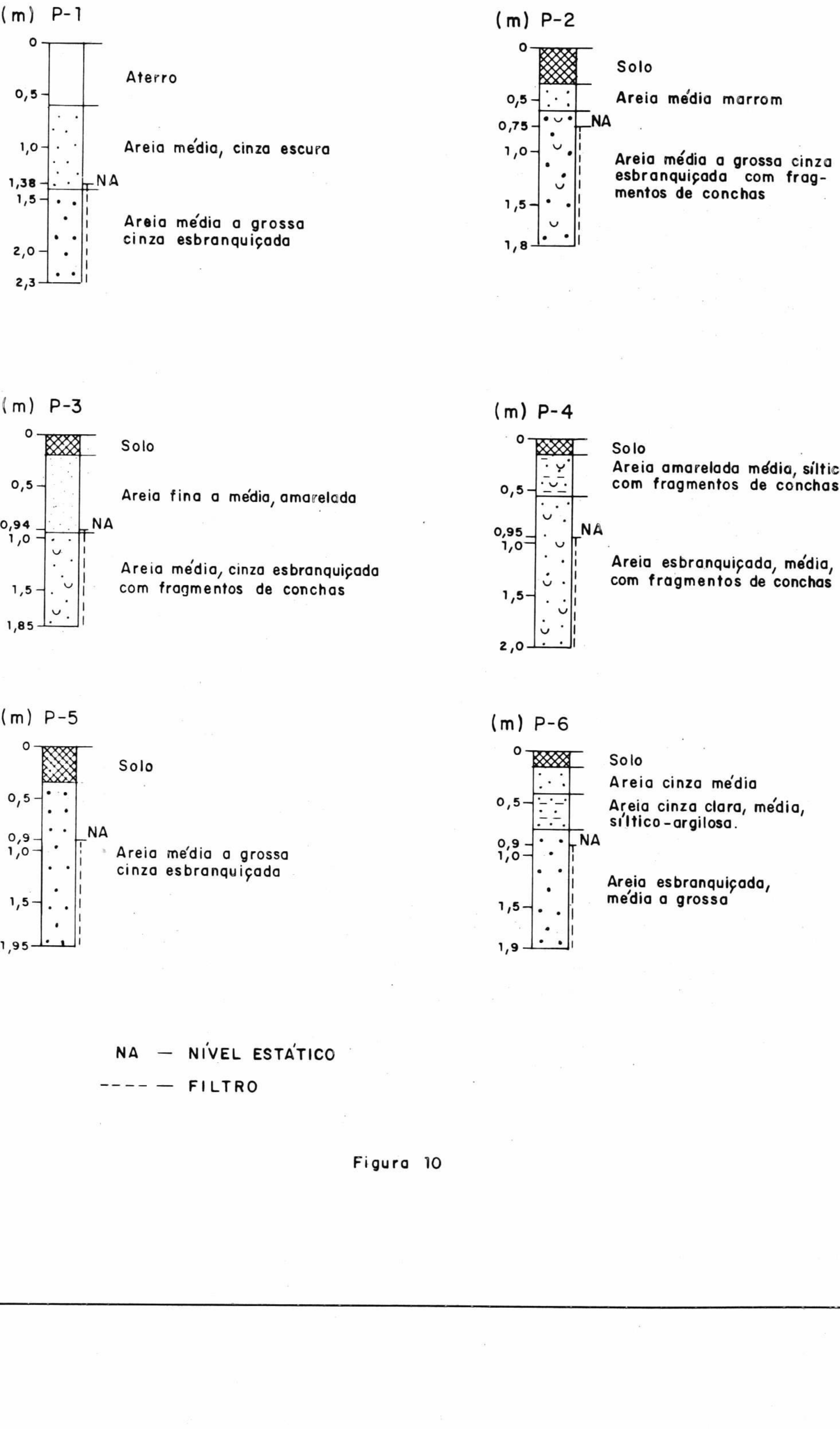
1 - Na área oeste ocorrem dois lençóis d'água subterrânea em níveis diferentes, separados por um horizonte impermeável, onde surgem fontes de contato, ambos escoando no sentido da Lagoa: o lençol dos Terraços Marinhos de idade Pleistocênica, em uma cota superior a 3 m, e o lençol dos sedimentos recentes, em cota inferior a 1 m (Figura 17).

2 - Nos pontos mais elevados dos Terraços Marinhos a profundidade do freático é em torno de 3,5 metros, enquanto que nos sedimentos recentes varia de 0,5 a 1,40 metros. Com estas profundidades e, estando armazenadas em rochas de alta a média permeabilidade, as águas subterrâneas estão muito vulneráveis à contaminação por cargas poluentes dispostas na superfície do terreno.

3 - O fluxo das águas subterrâneas é no sentido da Lagoa, com gradiente de 8 graus (0,14%), na área leste, 4 graus (0,07%) na área oeste, nos sedimentos recentes e 14 graus

PROJETO DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO DA BACIA LAGOA OLHO D'ÁGUA

PERFÍS DOS POÇOS PIEZOMÉTRICOS E POSIÇÃO DOS FILTROS



NA — NÍVEL ESTÁTICO

---- — FILTRO

Figura 10

PROJETO DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO DA BACIA LAGOA OLHO D'ÁGUA

PERFÍS DOS POÇOS PIEZOMÉTRICOS E POSIÇÃO DOS FILTROS

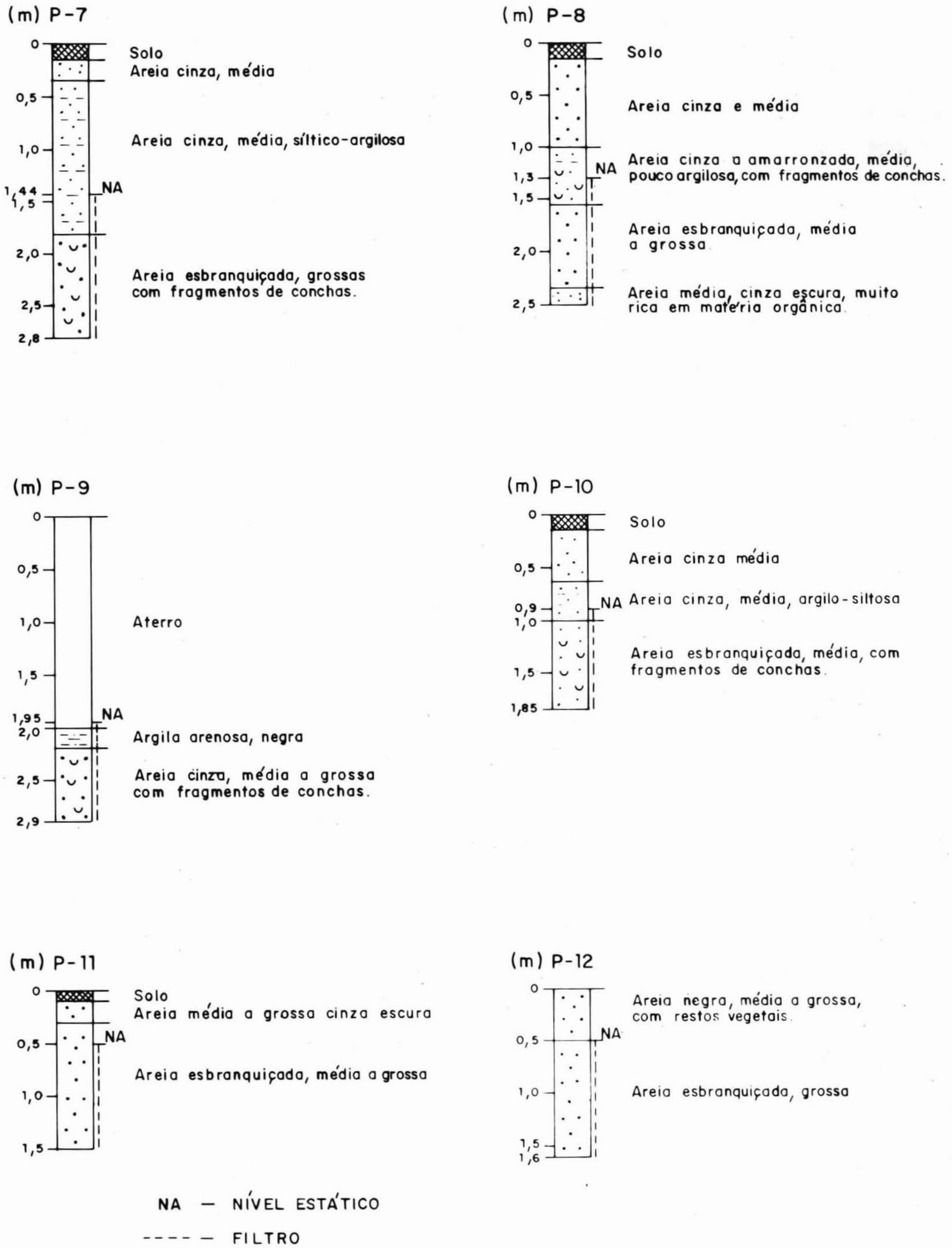
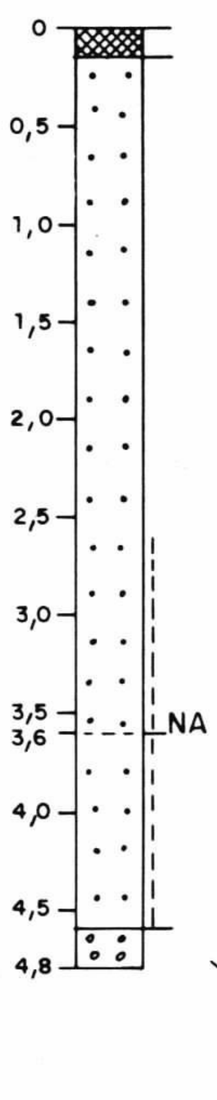


Figura 11

PROJETO DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO DA BACIA LAGOA OLHO D'ÁGUA

PERFÍS DOS POÇOS PIEZOMÉTRICOS E POSIÇÃO DOS FILTROS

(m) P-13

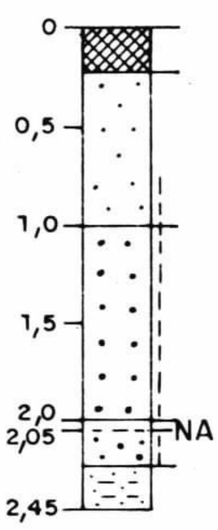


Solo

Areia média a grossa, esbranquiçada, bem selecionada.

Material areno-carbonoso, resistente à perfuração com trado.

(m) P-14



Solo

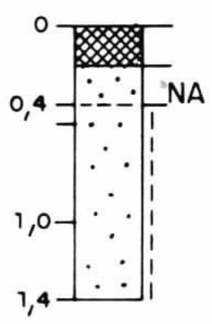
Areia média, cinza escura.

Areia cinza, média a grossa, com restos de caule e raros seixos de quartzo rolado.

Areia esbranquiçada fina a grossa

Arenito amarronzado, fino, síltico-argiloso, resistente a perfuração.

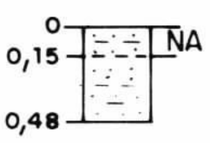
(m) P-15



Solo

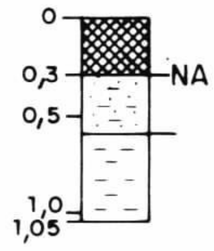
Areia média, cinza esbranquiçada

(m) P- 4A



Areia esbranquiçada, fina, homogênea

(m) P-7A



Solo

Areia argilosa, cinza

Argila arenosa, cinza escura

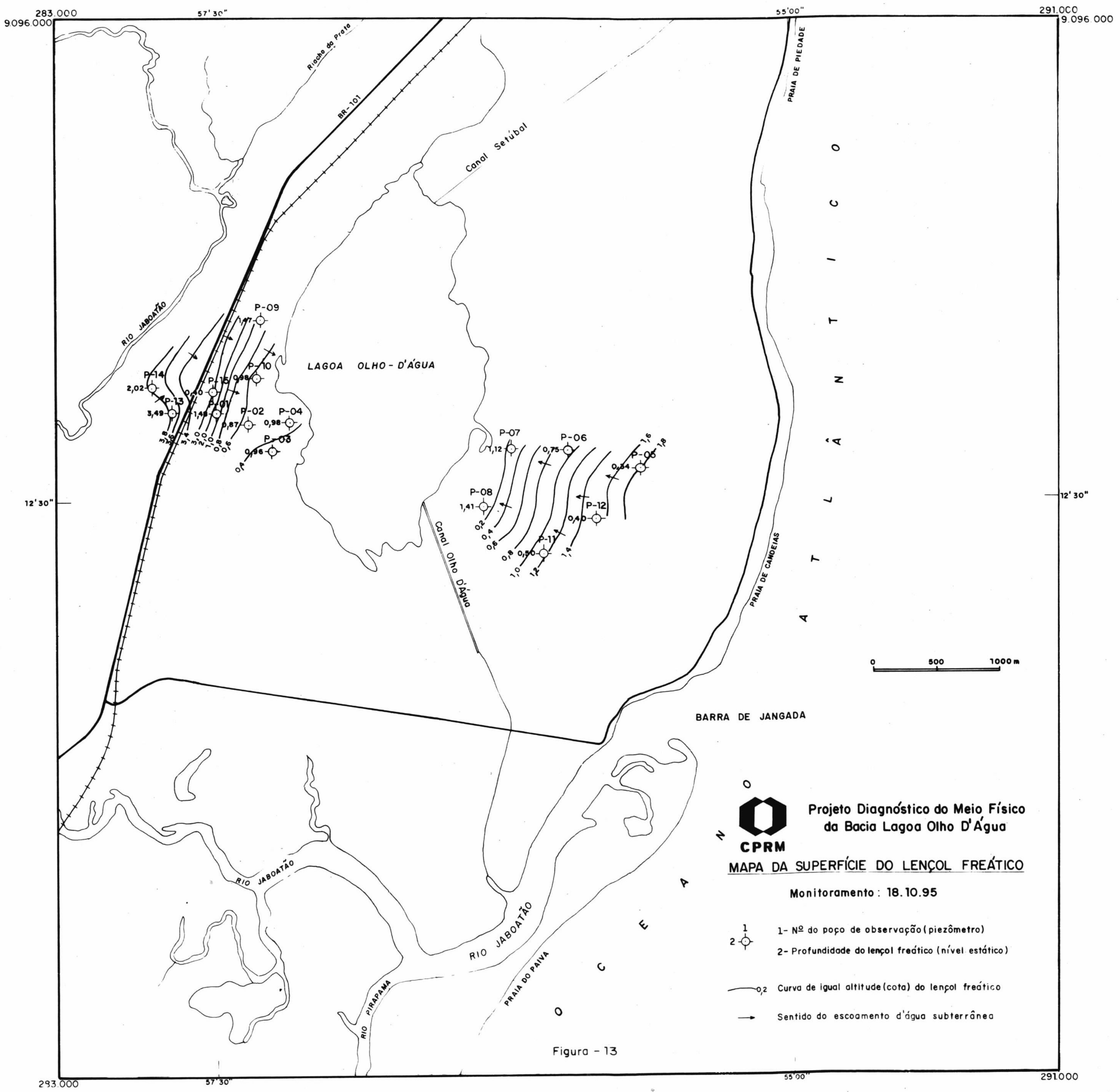
NA — NÍVEL ESTÁTICO

---- — FILTRO

Figura 12

NÚM. DO PIEZ.	18/10/95			03/11/95			20/11/95			04/12/95			19/12/95			04/01/96		
	NE (m)	SALIN. (mg/l)	pH	NE (m)	SALIN. (mg/l)	pH	NE (m)	SALIN. (mg/l)	pH	NE (m)	SALIN. (mg/l)	pH	NE (m)	SALIN. (mg/l)	pH	NE (m)	SALIN. (mg/l)	pH
P-1	1,48	100	5	1,31	135	6	1,43	95	6	1,66	140	5	1,99	180	5	—	—	—
P-2	0,87	400	7	0,78	770	7	0,79	595	7	0,90	620	7	0,97	560	7	1,04	570	7
P-3	0,96	350	7	0,87	2.380	7	0,83	3.080	7	0,98	2.800	7	1,04	4.900	7	1,12	4.690	7
P-4	0,98	360	7	0,82	595	7	0,89	455	7	0,95	525	7	1,07	550	7	1,18	—	—
P-5	0,34	60	6	0,45	125	6	0,34	100	5	0,41	100	5	0,50	155	5	0,60	125	5
P-6	0,74	1.130	7	0,62	1.500	7	0,69	2.275	7	0,82	2.100	7	0,92	2.380	7	1,02	2.100	7
P-7	1,12	5.600	7	0,93	6.500	7	0,99	6.825	7	1,17	4.900	8	1,28	6.650	7	1,30	7.700	7
P-8	1,41	4.300	7	1,40	5.000	7	1,46	5.425	7	1,51	4.200	7	1,56	5.110	7	1,60	4.200	7
P-9	1,47	105	6	1,39	140	5	1,42	140	6	1,52	150	6	1,73	280	6	1,92	280	6
P-10	0,98	350	7	0,97	420	7	0,90	455	7	1,05	540	7	1,18	510	7	1,23	560	7
P-11	0,50	260	7	0,44	380	7	0,52	385	7	0,61	420	7	0,73	360	7	0,82	210	6
P-12	0,40	95	7	0,38	140	6	0,50	140	6	0,59	140	6	0,68	160	6	0,80	250	6
P-13	3,44	30	4	3,53	50	4	3,60	35	5	3,70	50	5	3,73	50	5	3,78	45	5
P-14	2,02	35	5	2,09	50	4	2,79	85	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P-15	0,40	60	6	0,44	70	6	0,49	85	6	0,53	90	5	0,56	75	5	0,66	70	5

Tabela 7 - Valores de Nível Estático, Salinidade e pH determinados nos piezômetros em seis medições, no período de outubro/95 a janeiro/96



CPRM

Projeto Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Lagoa Olho D'Água

MAPA DA SUPERFÍCIE DO LENÇOL FREÁTICO

Monitoramento : 18.10.95

1- Nº do poço de observação (piezômetro)

2- Profundidade do lençol freático (nível estático)

0,2 Curva de igual altitude (cota) do lençol freático

Sentido do escoamento d'água subterrânea

Figura - 13

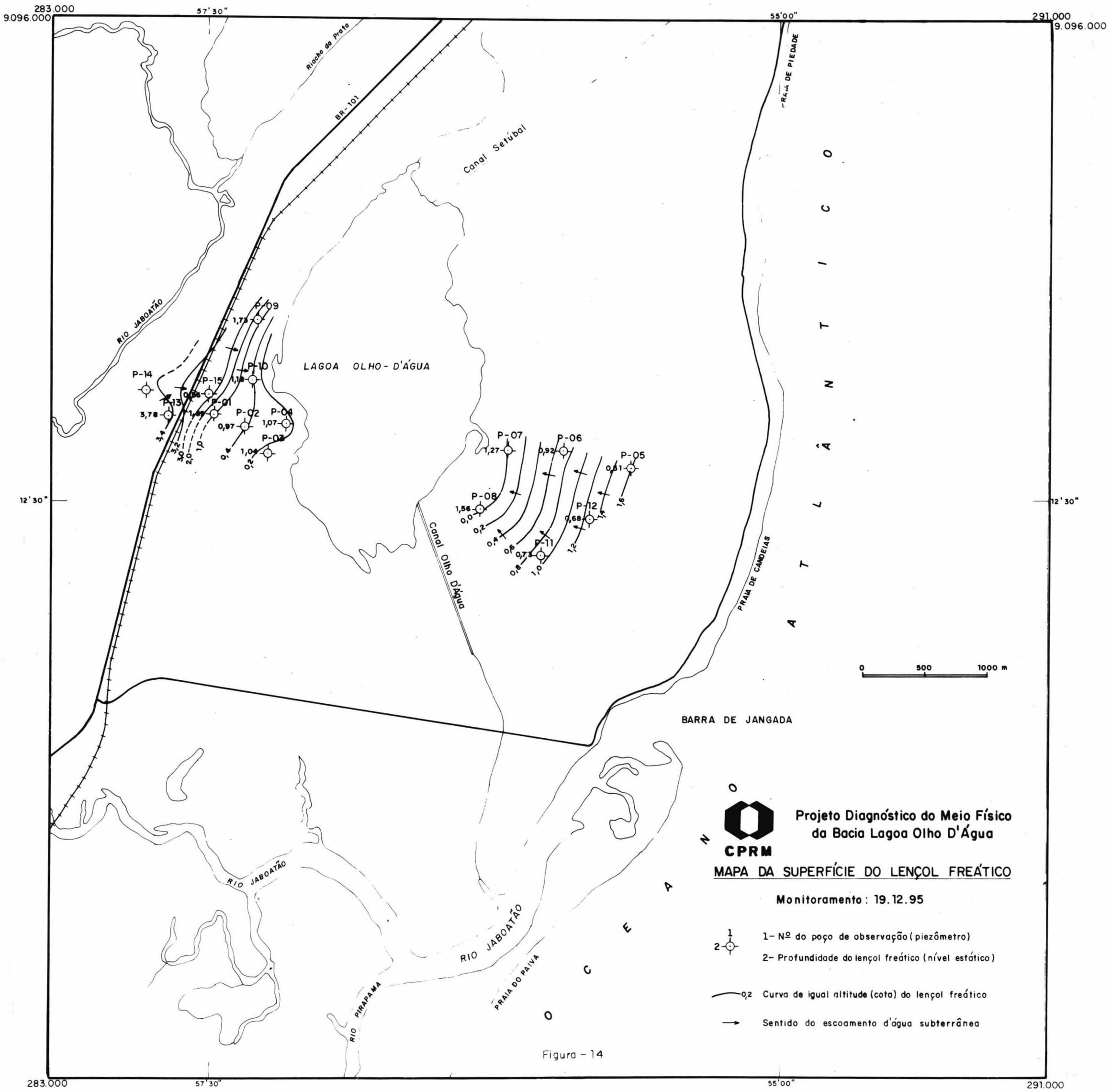

283.000
9.096.000
57'30"
55'00"
291.000
9.096.000
Riacho da Prata
BR-101
Canal Setúbal
RAIA DE PIEDADE
OCEANO ATLÂNTICO
RIO JABOATÃO
LAGOA OLHO-D'ÁGUA
P-09
1,75
P-14
P-15
P-10
1,18
P-13
3,78
P-01
P-02
0,97
P-04
1,07
P-03
1,04
0,2
3,4
3,2
3,0
2,0
1,0
0,4
P-07
1,27
P-06
0,92
P-05
0,61
1,6
P-08
1,56
0,0
0,2
0,4
0,6
0,8
P-11
0,73
1,0
P-12
0,68
1,2
1,4
Canal Olho D'Água
PRAIA DE CANDEIAS
12'30"
12'30"
0 500 1000 m
BARRA DE JANGADA
RIO JABOATÃO
RIO JABOATÃO
RIO PIRAPAMA
PRAIA DO PAIVA
OCEANO
CPRM
Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
MAPA DA SUPERFÍCIE DO LENÇOL FREÁTICO
Monitoramento : 19.12.95
1- Nº do poço de observação (piezômetro)
2- Profundidade do lençol freático (nível estático)
0,2 Curva de igual altitude (cota) do lençol freático
Sentido do escoamento d'água subterrânea
283.000
57'30"
55'00"
291.000

Figura - 14

CPRM

Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água

COMPORTAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO

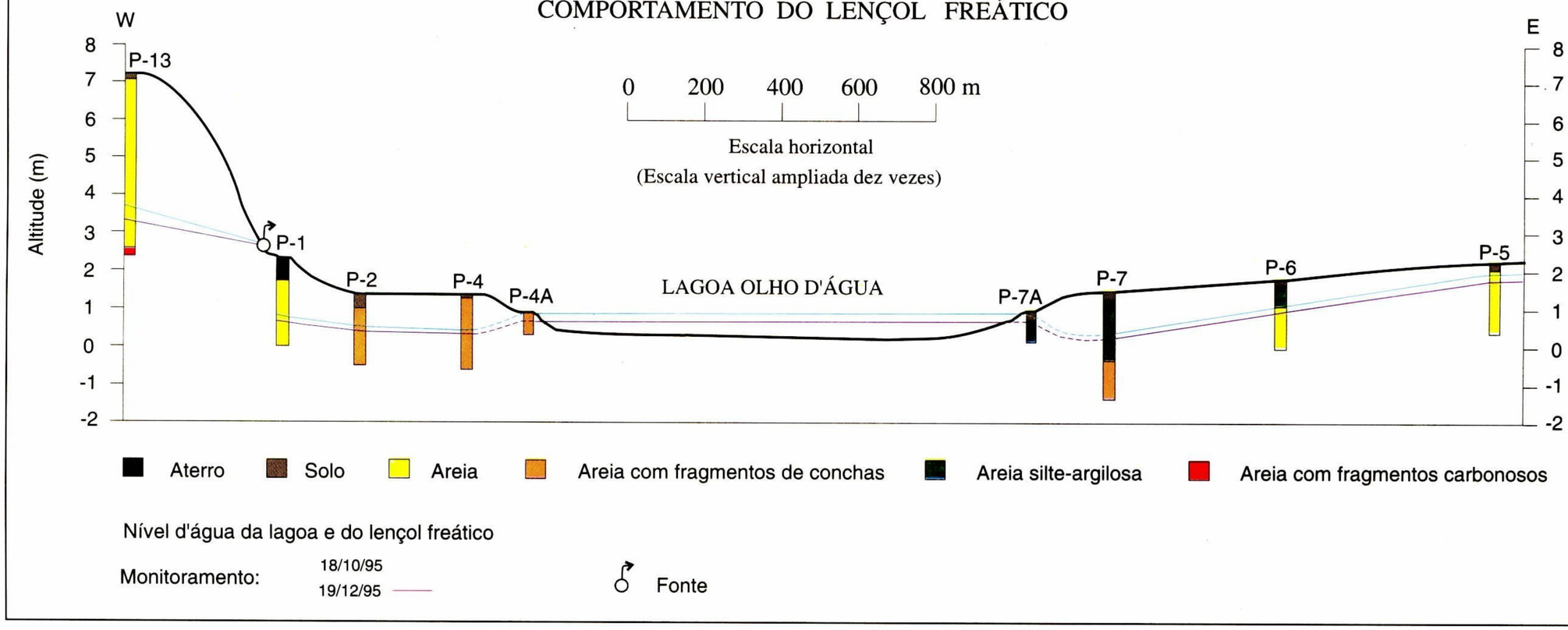


Figura 15

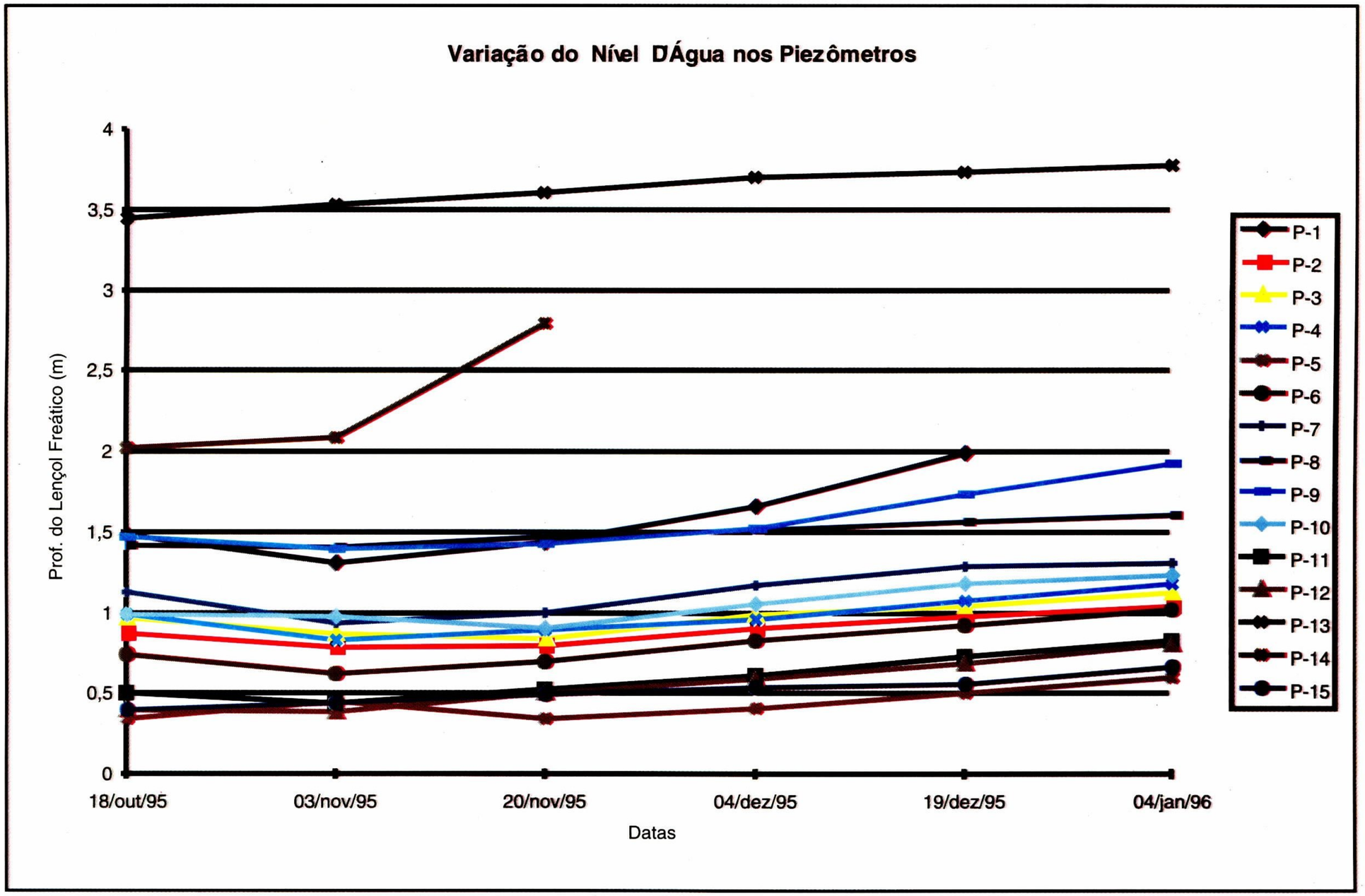

Variação do Nível D'Água nos Piezômetros
Prof. do Lençol Freático (m)
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
18/out/95
03/nov/95
20/nov/95
04/dez/95
19/dez/95
04/jan/96
Datas
P-1
P-2
P-3
P-4
P-5
P-6
P-7
P-8
P-9
P-10
P-11
P-12
P-13
P-14
P-15

Figura 16

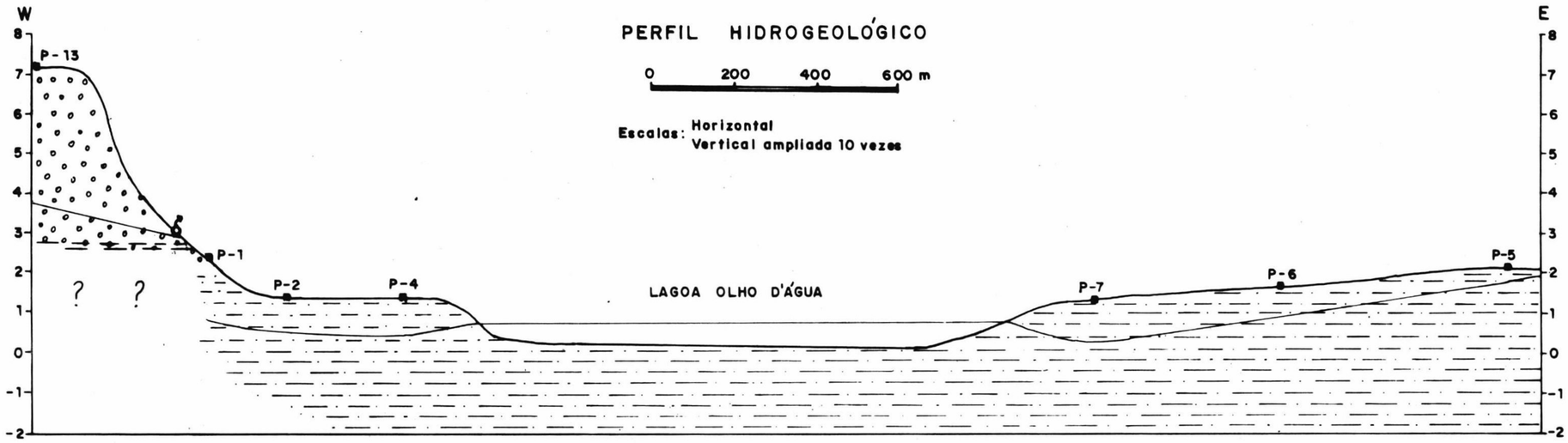

PERFIL HIDROGEOLÓGICO
0 200 400 600 m
Escalas: Horizontal
Vertical ampliada 10 vezes
W
E
P-13
P-1
P-2
P-4
P-5
P-6
P-7
? ?
LAGOA OLHO D'ÁGUA
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
Terraços Marinhos Pleistocênicos
Sedimentos Flúvio-Lagunares
Horizonte impermeável
P-1: Piezômetros
Nível freático
Fonte

Figura 17

(0,24%) nos Terraços Marinhos.

4 - Os Terraços Marinhos apresentam um gradiente superior e consequentemente maior vazão de escoamento que a dos sedimentos recentes, indicando maior contribuição de água subterrânea para a área da Lagoa.

5 - A água armazenada nos Terraços Marinhos é de baixa salinidade e poderá ser aproveitada através de fontes que surgem na sua base, necessitando para isto estudos hidrogeológicos detalhados que definam seu volume, condições de captação, qualidade química e bacteriológica.

6 - Na estação de estiagem constata-se um gradiente hidráulico entre o nível d'água da Lagoa e o nível do freático, resultando em uma salinização gradual das águas subterrâneas próximas da Lagoa. É provável que na estação chuvosa, quando o nível do freático encontra-se próximo a superfície do solo, ocorra uma inversão do gradiente com consequente melhora da qualidade da água, próxima à Lagoa.

7 - Os valores de salinidade e pH da água, determinados *in situ* por ocasião das medições de profundidade do nível estático, eliminam a possibilidade de uso, para consumo humano, das águas do lençol freático que contorna a Lagoa.

6.3 - Geoquímica dos Sedimentos

6.3.1 - Material e Métodos

Foram coletadas amostras de sedimento de fundo em 46 pontos dentro da Lagoa Olho D'Água, dispostas conforme mostra a Figura 18. Em cada estação foram coletadas duas amostras, uma da superfície e outra na profundidade de 0,60 m, em média. As amostras foram preparadas da seguinte maneira: separou-se a fração menor que 80 mesh, que depois de pulverizada foi analisada para 36 elementos, segundo a Tabela 8.

Os resultados analíticos foram tratados estatisticamente e plotados em mapas utilizando-se o programa SURFER 5.0, para elaboração das curvas de isovalores das amostras de superfície, das amostras de profundidade e do resíduo (diferença entre a superfície e a profundidade): os critérios adotados foram o *grid* de 111 x 81 m e média móvel com o inverso da distância para a área de influência da amostra.

Foram selecionados oito elementos dos trinta e seis originalmente analisados. O resumo da distribuição dos elementos está na Tabela 9.

Os elementos Ag, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Mn, Mo, P, Sb, Sc, Sn, Ti, W, Se, Te, Hg foram eliminados da interpretação pelo baixo ou nenhum grau de detecção.

Para interpretação neste trabalho foram selecionados os elementos Al, As, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Na, Ni, Pb, Sr, V, Y, Zn, Zr, La, F.

Os elementos F, Li, K, Mg, Sr, V, Zr, Y e La necessitam de um estudo mais detalhado, devido a sua participação na interação água do mar/depósitos clásticos o que foge, no momento, da finalidade deste trabalho.

6.3.2 - Zoneamento Geoquímico

Pela análise da distribuição dos elementos plotados nos mapas do topo, da base e do resíduo podemos concluir:

• Os elementos Ni e Fe apresentam uma área de resíduo notável na borda esquerda, centro-norte da Lagoa, (Figuras 19 e 20) indicando claramente uma fonte de contaminação, entretanto é necessário se caracterizar se o valor absoluto é preocupante ou não.

Elemento	Análise
Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sc, Sn, Sr, Ti, V, W, Y, Zn, Zr	Espectrometria de Plasma - ICP - Abertura com EDTA
Se, Te	Absorção Atômica - Geração de Hidretos
F	Eletrodo de Íon Específico
Hg	Absorção Atômica - Geração de Vapor Frio

Tabela 8

Amostras da Base	Grau de detec-ção	Média	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo	Amostras do Topo	Grau de detec-ção	N. de Val. em 46 amostras	Média	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo
Ag(ppm)	1	0,50	0,00	0,50	0,50	Ag(ppm)	1	0	-	-	-	-
Al(%)	7	0,20	0,31	0,01	0,89	Al(%)	7	34	0,11	0,17	0,01	0,74
As(ppm)	8	6,06	1,18	5,00	8,40	As(ppm)	8	14	7,06	1,97	5	12
Ba(ppm)	5	1,22	0,15	1,00	1,40	Ba(ppm)	5	4	1,28	0,22	1	1,6
Be(ppm)	0	-	-	-	-	Be(ppm)	0	0	-	-	-	-
Bi(ppm)	0	-	-	-	-	Bi(ppm)	0	1	-	-	-	-
Ca(%)	46	0,75	0,27	0,12	1,23	Ca(%)	46	46	0,34	0,23	0,13	1,06
Cd(ppm)	0	-	-	0,00	0,00	Cd(ppm)	0	0	-	-	-	-
Co(ppm)	1	3,00	0,00	3,00	3,00	Co(ppm)	1	6	1,88	0,32	1,4	2,3
Cr(ppm)	4	1,63	0,45	1,30	2,40	Cr(ppm)	4	4	1,50	0,30	1	1,8
Cu(ppm)	14	0,99	0,84	0,50	3,80	Cu(ppm)	14	26	1,62	1,26	0,5	5,1
Fe(%)	46	0,13	0,22	0,01	1,23	Fe(%)	46	46	0,37	0,21	0,02	0,87
K(%)	46	0,03	0,02	0,01	0,08	K(%)	46	46	0,05	0,03	0,01	0,15
Li(ppm)	46	1,88	1,73	1,00	9,90	Li(ppm)	46	46	4,17	2,86	1	9,9
Mg(%)	46	0,14	0,07	0,03	0,37	Mg(%)	46	46	0,23	0,13	0,03	0,58
Mn(%)	0	-	-	-	-	Mn(%)	0	0	-	-	-	-
Mo(ppm)	3	3,20	1,06	2,40	4,70	Mo(ppm)	3	4	3,23	1,17	2,3	5,2
Na(%)	46	0,81	0,24	0,39	1,46	Na(%)	46	46	0,97	0,38	0,4	2,41
Ni(ppm)	11	3,52	1,96	2,00	9,30	Ni(ppm)	11	36	4,04	1,52	2	8,1
P(%)	0	-	-	0,00	0,00	P(%)	0	1	0,02	0,00	0,02	0,02
Pb(ppm)	27	3,31	1,76	2,10	9,70	Pb(ppm)	27	38	21,85	98,05	2	618
Sb(ppm)	0	-	-	-	-	Sb(ppm)	0	0	-	-	-	-
Sc(ppm)	0	-	-	-	-	Sc(ppm)	0	7	1,38	0,37	1	2,1
Sn(ppm)	0	-	-	-	-	Sn(ppm)	0	0	-	-	-	-
Sr(ppm)	46	15,65	5,87	2,00	28,00	Sr(ppm)	46	46	9,39	7,00	1	39
Ti(%)	0	-	-	-	-	Ti(%)	0	0	-	-	-	-
V(ppm)	3	8,37	1,86	7,00	11,00	V(ppm)	3	22	8,40	2,68	5,1	16
W(ppm)	0	-	-	-	-	W(ppm)	0	1	10,00	0,00	10	10
Y(ppm)	45	3,47	2,25	1,10	15,00	Y(ppm)	45	45	5,63	5,72	1,2	37
Zn(ppm)	46	14,83	13,87	2,00	86,00	Zn(ppm)	46	46	20,70	11,81	1	55
Zr(ppm)	3	1,43	0,12	1,30	1,60	Zr(ppm)	3	20	1,41	0,29	1	2,2
La(ppm)	45	13,17	2,75	6,50	21,00	La(ppm)	45	44	9,49	3,91	5,4	25
Se(ppm)	0	-	-	-	-	Se(ppm)	0	0	-	-	-	-
Te(ppm)	0	-	-	-	-	Te(ppm)	0	0	-	-	-	-
Hg(ppb)	0	-	-	-	-	Hg(ppb)	0	0	-	-	-	-
F(ppm)	46	287,43	105,49	80,00	480,00	F(ppm)	46	46	258,02	70,68	110	400

Tabela 9

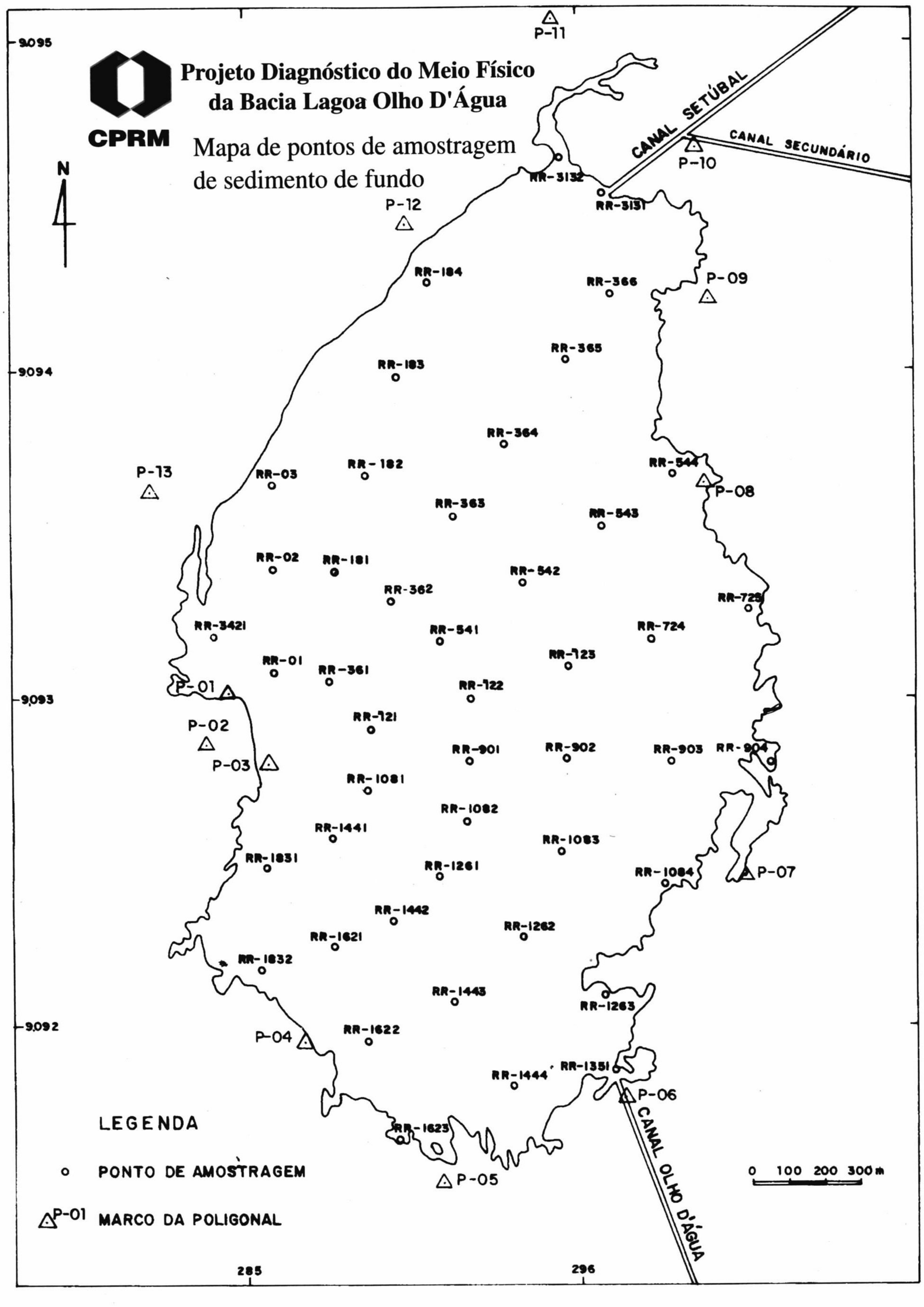

Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
CPRM
Mapa de pontos de amostragem
de sedimento de fundo
N
9095
9094
9093
9092
285
296
P-11
P-10
P-09
P-08
P-07
P-06
P-05
P-04
P-03
P-02
P-01
P-12
P-13
CANAL SETÚBAL
CANAL SECUNDÁRIO
CANAL OLHO D'ÁGUA
RR-3132
RR-3131
RR-184
RR-366
RR-365
RR-183
RR-364
RR-182
RR-03
RR-544
RR-363
RR-543
RR-02
RR-181
RR-542
RR-362
RR-725
RR-3421
RR-541
RR-724
RR-01
RR-361
RR-123
RR-122
RR-121
RR-901
RR-902
RR-903
RR-904
RR-1081
RR-1082
RR-1441
RR-1083
RR-1831
RR-1261
RR-1084
RR-1442
RR-1262
RR-1621
RR-1832
RR-1443
RR-1263
RR-1622
RR-1444
RR-1351
RR-1623
LEGENDA
PONTO DE AMOSTRAGEM
P-01 MARCO DA POLIGONAL
0 100 200 300 m

Figura 18

LAGOA OLHO D'ÁGUA
Mapa de Resíduo do Níquel

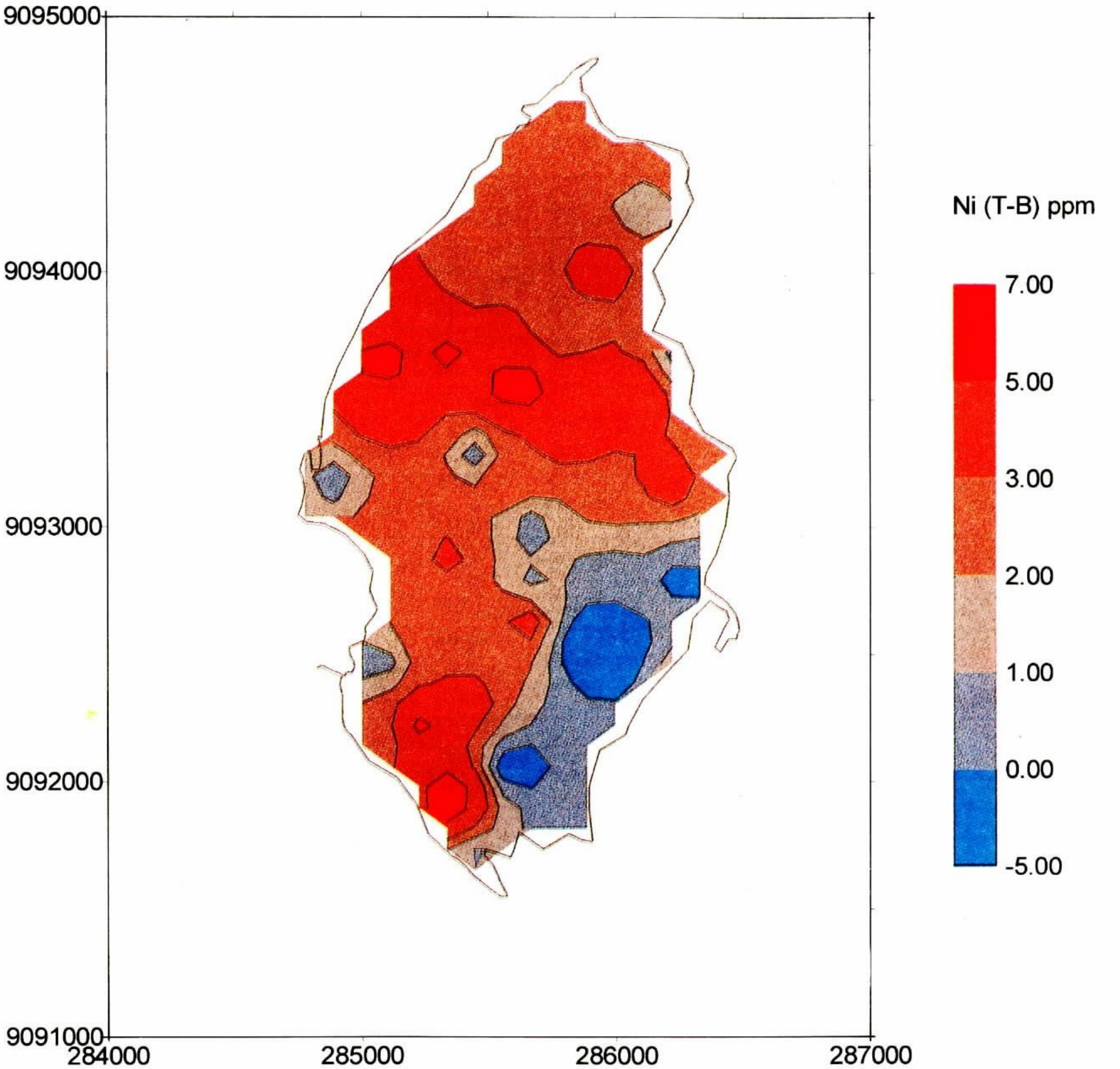


Figura 19

LAGOA OLHO D'ÁGUA
Mapa de Resíduo do Ferro

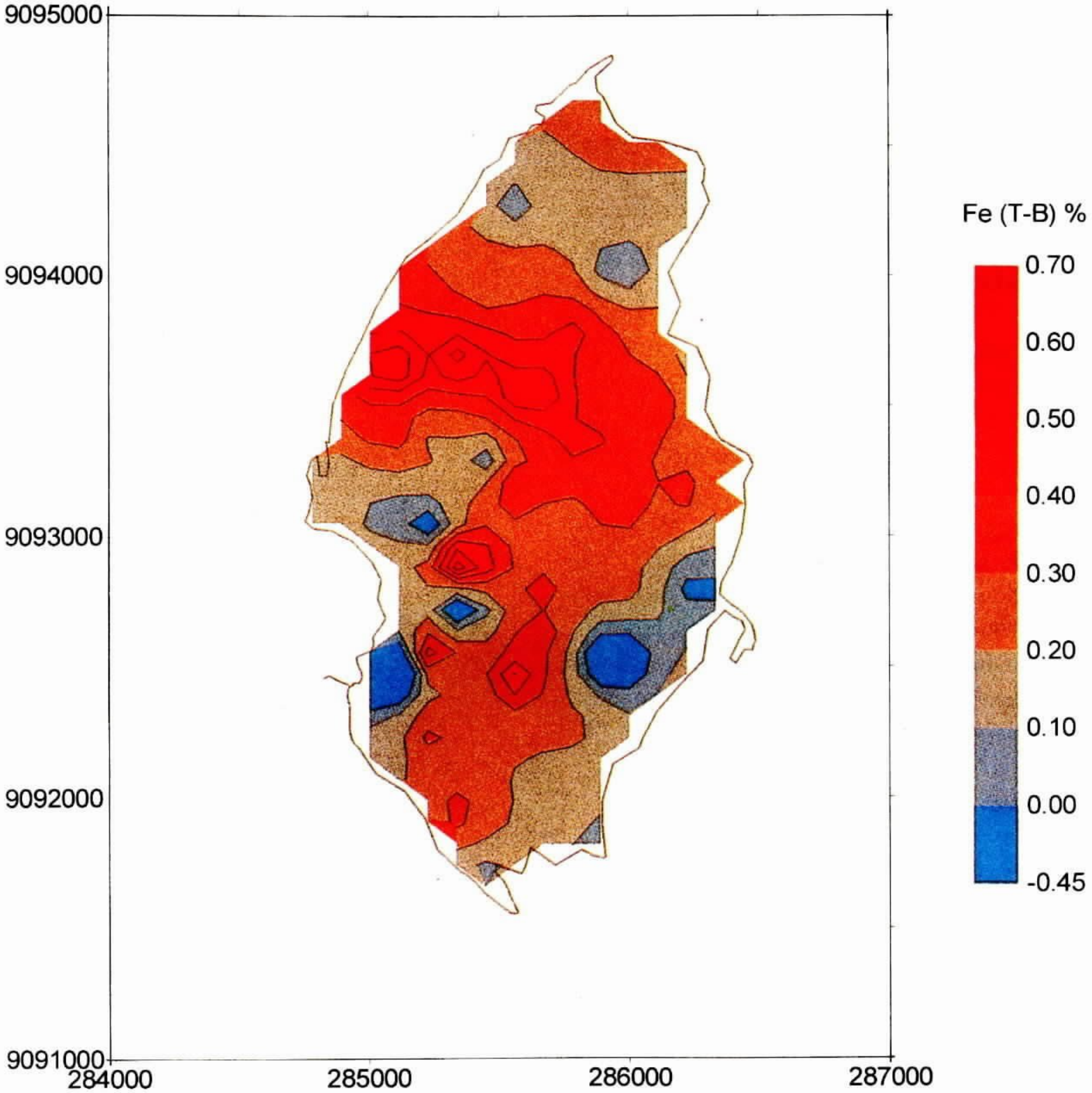


Figura 20

• Os elementos Pb, Zn, Ni e Cu, apresentam uma zona residual elevada na borda sudoeste da Lagoa, onde localiza-se o antigo centro de Caça e Pesca do Clube Náutico Capibaribe (chumbo de caça ?) e as industrias Agrofértil e a antiga Siderúrgica COSINOR (Figuras 21, 22, 19 e 23).

• O elemento cálcio apresenta um resíduo predominantemente negativo o que explicaria uma maior concentração de bioclastos no passado da Lagoa em relação a atualidade conforme mostra a Figura 24 e a Figura 25 que representa os sedimentos mais antigos, diagnóstico de uma diminuição de carreamento de bioclastos, nas últimas décadas.

• O sódio apresenta um resíduo positivo concentrado principalmente nas embocaduras dos Canais o que significa um aumento da salinidade da Lagoa, do ponto de vista histórico (Figura 26).

• Os elementos Al, As, V e Zr tiveram baixo grau de detecção nas amostras da base em relação as amostras de topo o que indica um enriquecimento recente da Lagoa nestes elementos. Pela sua pouca representatividade não foram elaborados mapas de distribuição.

6.4 - Sedimentação Lagunar

6.4.1 - Material e Métodos

A amostragem foi efetuada entre os meses de julho e agosto/1995, ao final do período chuvoso. Foram coletadas amostras com testemunhador de gravidade do tipo *phleger*, utilizando-se duas jangadas pequenas, dos pescadores locais, movimentadas por varas, uma com o instrumento de coleta e outra destinada ao transporte dos testemunhos. O amostrador é constituído por um tubo de metal com 40 mm de diâmetro e 1 metro e 30 cm de comprimento, onde se aloja, em sua parte interna um tubo de PVC, medindo 67 cm de comprimento. Para auxiliar a penetração do equipamento, no sedimento, é acoplado ao tubo de metal um anel de chumbo (Fotos 1 e 2). Na extremidade inferior do tubo localiza-se uma válvula para ajudar na retenção do sedimento amostrado.

A localização das estações de amostragem foi feita por meio de nivelamento topográfico. Foram ao todo 46 pontos amostrados, concomitantemente com o levantamento batimétrico e coleta para a geoquímica (Figura 18).

Após a descrição macroscópica e fotografia dos testemunhos, foram retirados, dos 20 cm superiores, as amostras para as diferentes análises.

O material assim coletado foi, inicialmente, tratado quimicamente para separação da matéria orgânica e, em seguida, submetido à análise granulométrica convencional, com peneiramento para as frações com intervalos de 2 a 0,062 mm e pipetagem nas frações inferiores a 0,062 mm (silte e argila). Os resultados permitiram a elaboração dos mapas de distribuição granulométrica, posteriormente discutidos.

Nas frações areia e cascalho, destas amostras, efetuou-se uma análise composicional qualitativa e morfométrica em lupa binocular e microscópio petrográfico. Para a análise morfométrica foram estudadas as frações granulométricas mais abundantes (0,50, 0,25 e 0,125 mm). Utilizou-se a tabela de comparação visual de arredondamento e esferecidade de Krumbein e Sloss, 1963, considerando-se, para arredondamento, os índices como: 0,1 (anguloso), 0,3 (subanguloso), 0,5 (subarredondado), 0,7 (arredondado) e 0,9 (bem arredondado) e em relação a esfericidade: 0,3 (baixa), 0,5 - 0,7 (moderada) e 0,9 (alta).

A mineralogia de argila foi obtida por extração da fração inferior a quatro micra em

LAGOA OLHO D'ÁGUA
Mapa de Resíduo do Chumbo

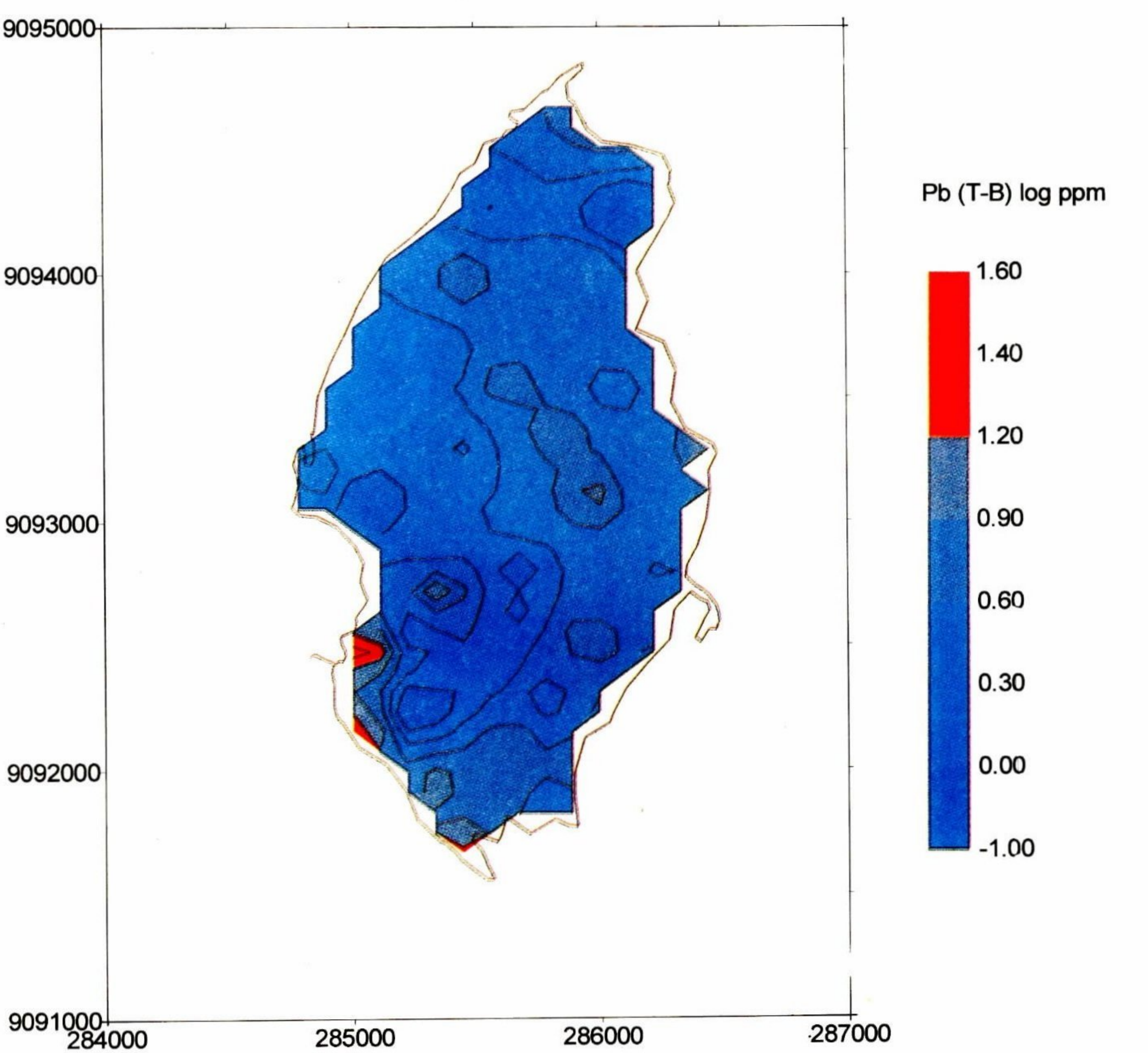


Figura 21

LAGOA OLHO D'ÁGUA
Mapa de Resíduo de Zinco

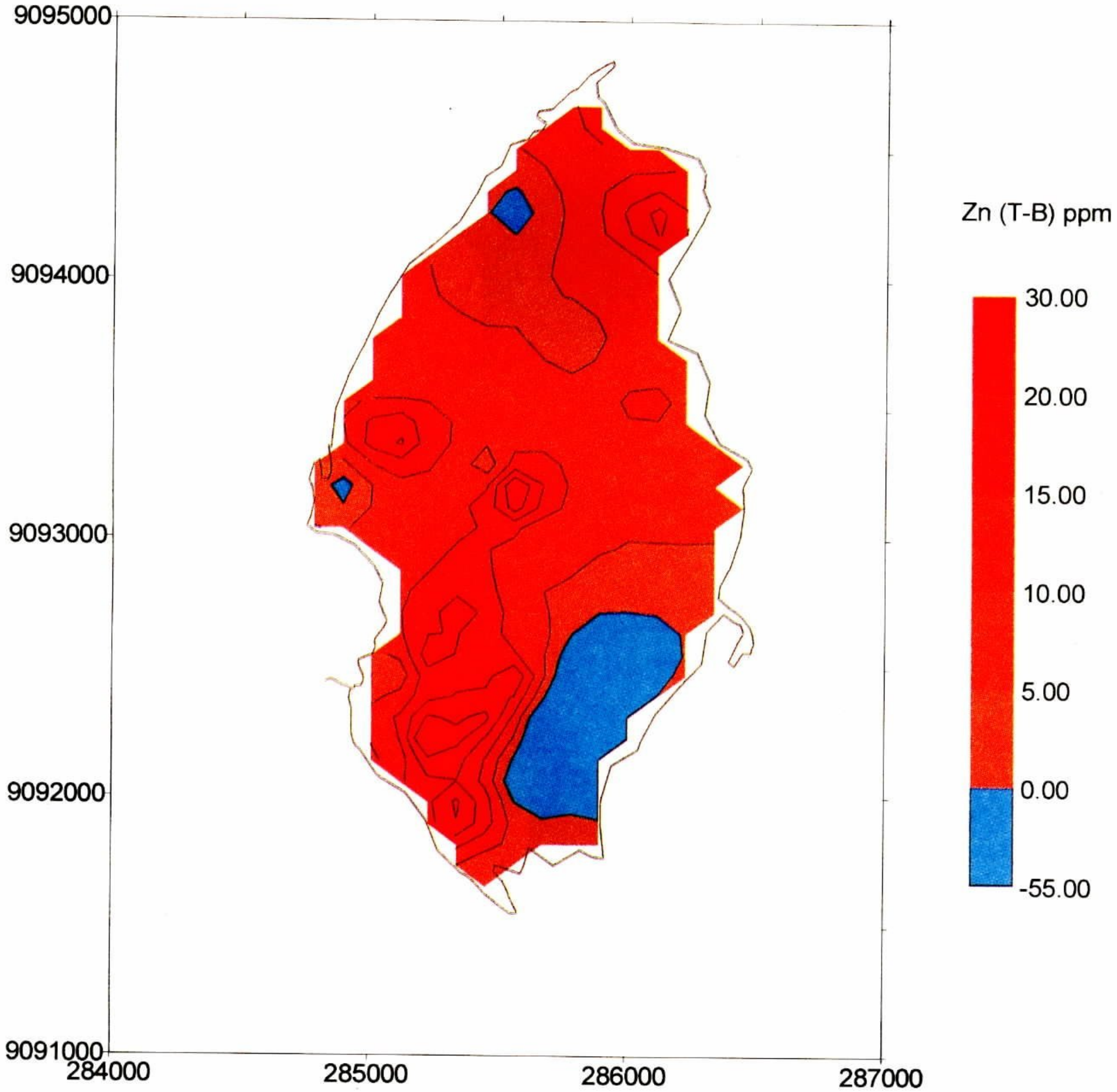


Figura 22

LAGOA OLHO D'ÁGUA
Mapa Resíduo do Cobre

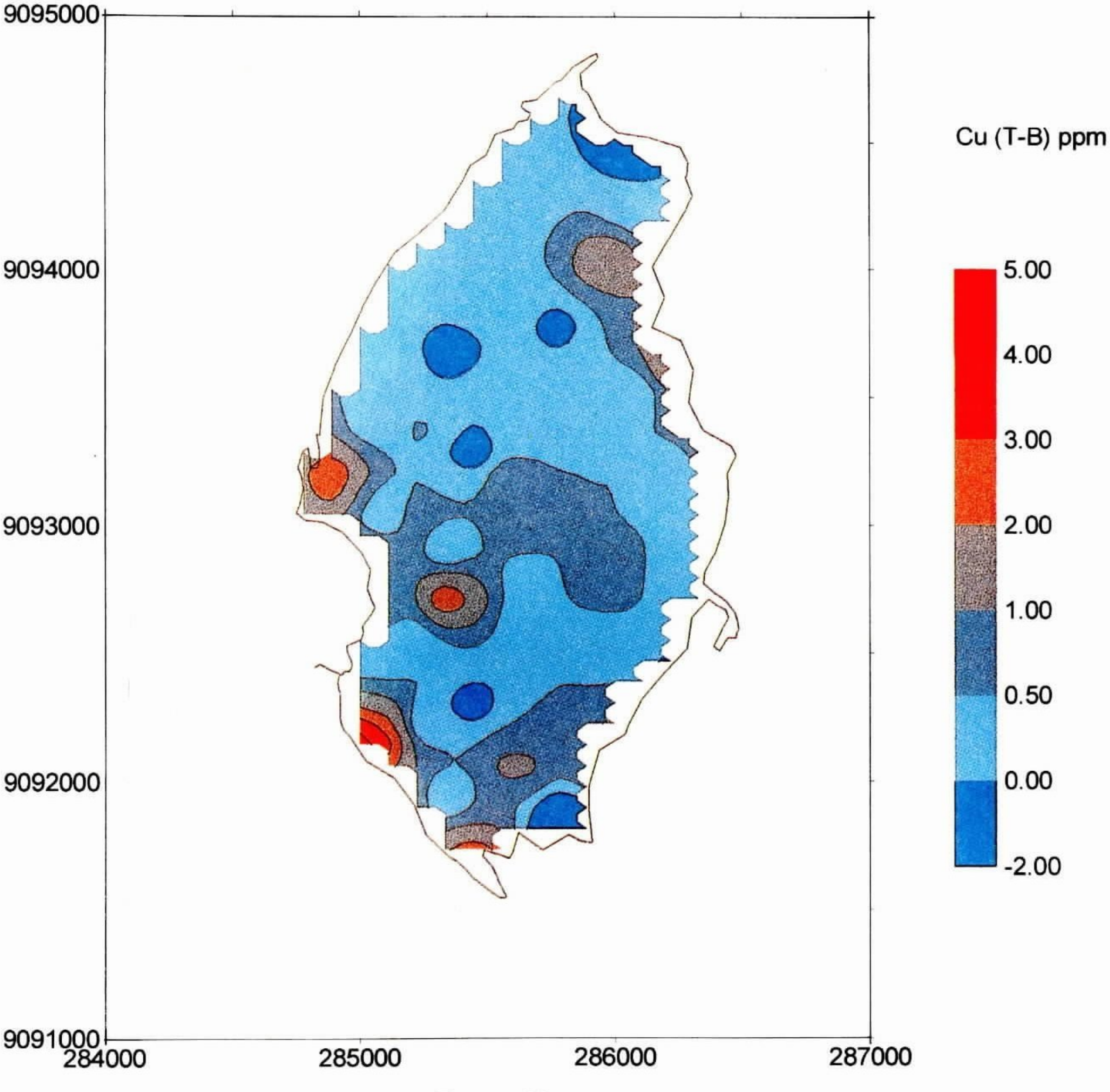


Figura 23

LAGOA OLHO D'ÁGUA
Mapa de Resíduo do Cálcio

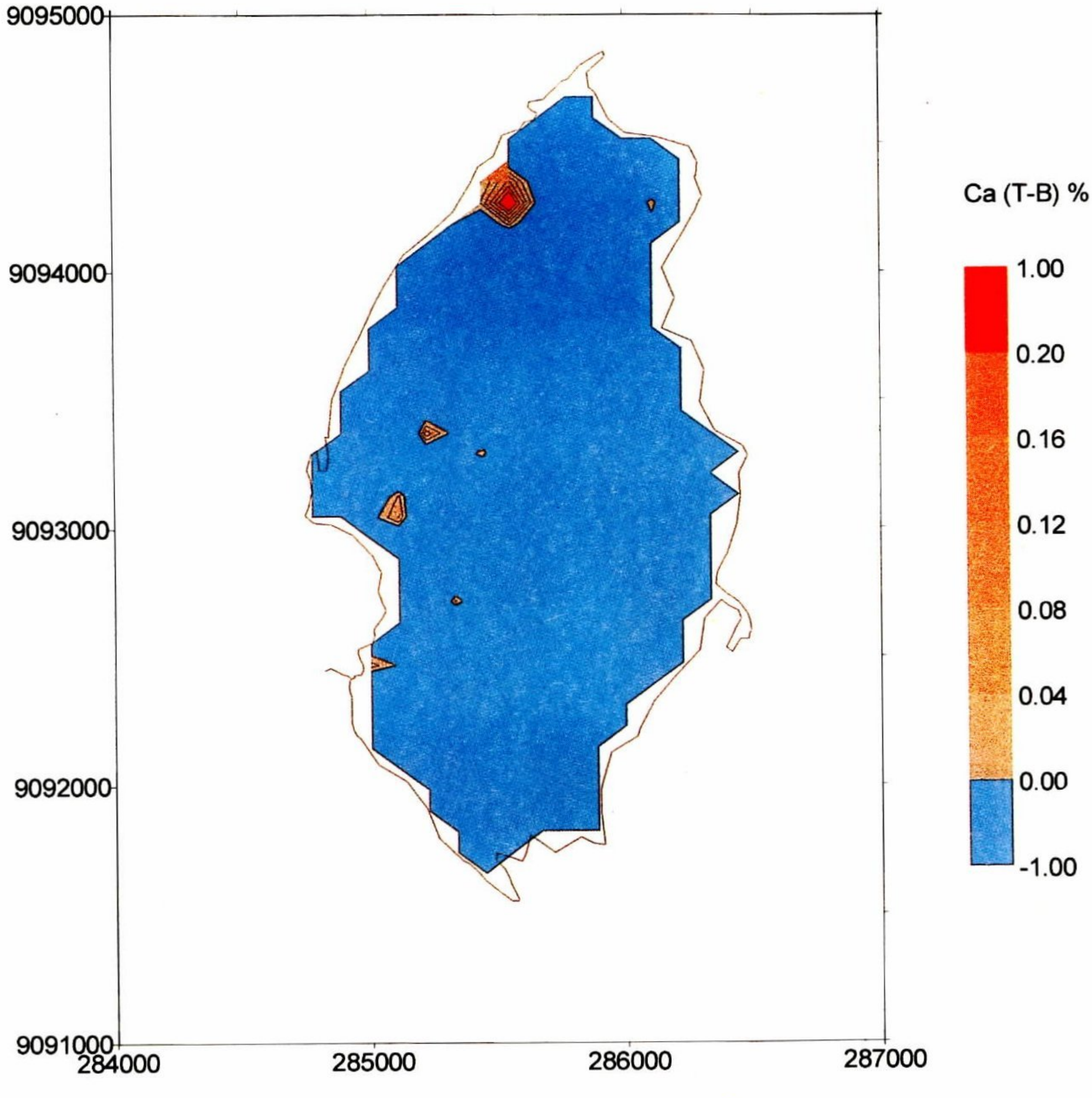


Figura 24

LAGOA OLHO D'ÁGUA
Mapa de Distribuição do Cálcio
Amostras de Base

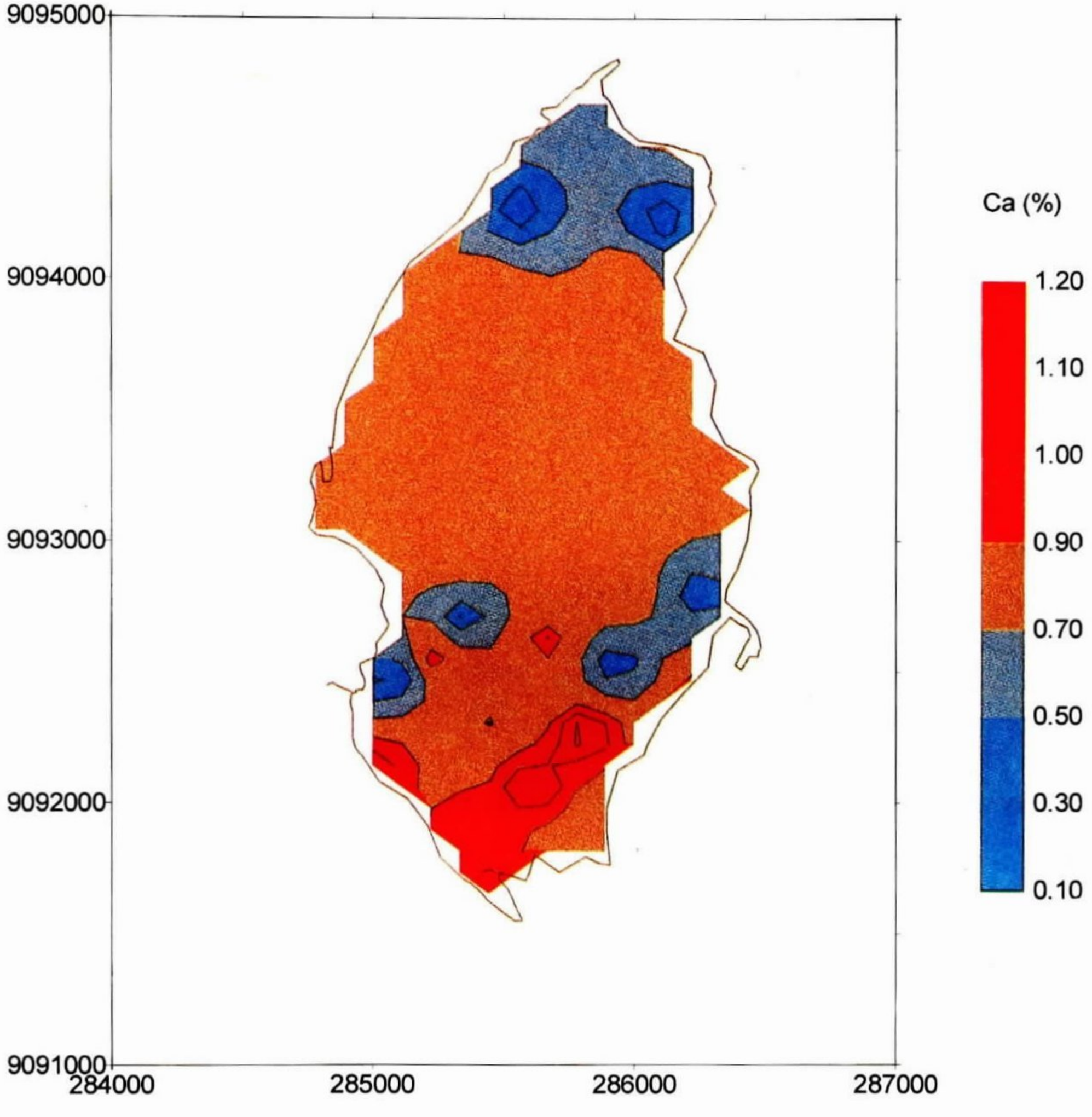


Figura 25

LAGOA OLHO D'ÁGUA
Mapa de Resíduo do Sódio

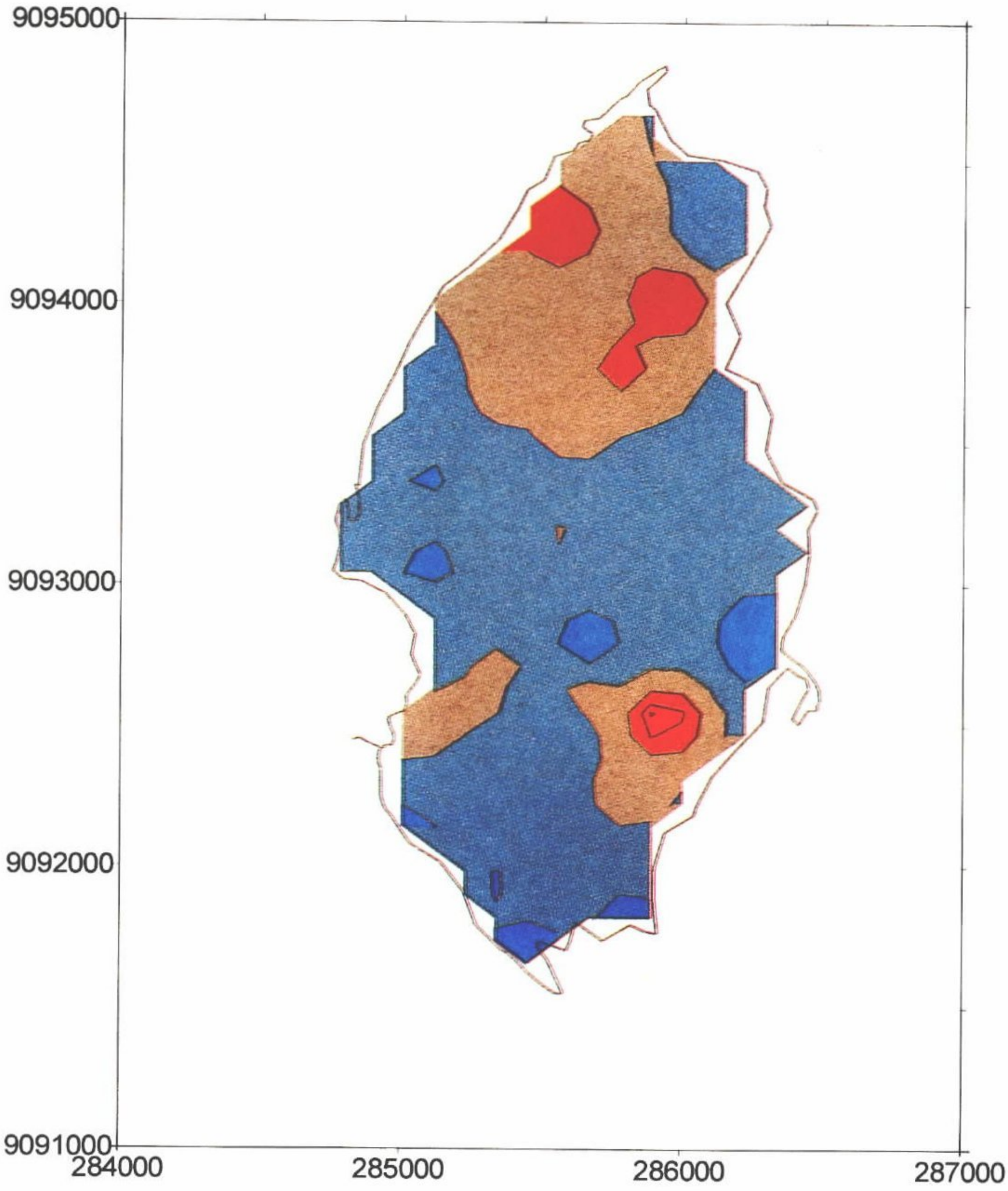


Figura 26

Foto 1 - Amostrador *Phleger*

Foto 2 - Amostragem de sedimento na Lagoa com o amostrador *Phleger*

meio aquoso após duas horas de repouso da suspensão e orientação em lâmina delgada, seca em estufa a 60 ^{0}C. A partir dos resultados de difratometria de raios-x, utilizou-se a orientação de Biscaye (1965) na determinação das percentagens. Nove amostras também foram submetidas a uma análise micropaleontológica, das quais foram utilizadas 10 gramas para se padronizar o cálculo do percentual dos principais grupos.Tanto as análises de raios-x como a micropaleontologia foram realizadas no Laboratório Central de Análises Minerais - LAMIN / CPRM - RJ.

No reconhecimento da estratigrafia (distribuição dos sedimentos em camadas) foi realizado um furo com um vibrotestemunhador - *vibracorer* (amostrador que utiliza um vibrador acoplado a um motor de 7 cv que faz vibrar um tubo de alumínio de 6 metros de comprimento por 7,5 cm de diâmetro) obtendo-se um perfil estratigráfico do substrato da Lagoa até 2 metros e 40 cm de profundidade (Foto 3).

Para o estudo da taxa de sedimentação na Lagoa, foram efetuadas coletas em diferentes pontos, que estão referenciados na Figura 8. As análises foram realizadas pela equipe do Laboratório de Radioatividade Ambiental do Departamento de Energia Nuclear, da Universidade Federal de Pernambuco.

As amostras de sedimento foram coletadas a uma profundidade de 0 a 66 cm para cada ponto amostrado. De cada amostra foram retiradas lâminas de sedimento com 3 cm de espessura, (Foto 4) as quais foram pesadas separadamente para a determinação do peso úmido total. Destas lâminas foram retiradas alíquotas de 1 g para a determinação da umidade e o restante da amostra foi passada em uma peneira de 200 mesh, com agitação mecânica e adição da água da própria Lagoa. A amostra foi previamente lixiviada com 150 ml de HCl 0,5 N e o traçador de Po-208 na atividade de 7,5 pCi (1 pCi/g de sedimento lixiviado). Em seguida, agitada durante 16 horas com agitador mecânico e filtrada em uma membrana milipore no dia seguinte, descartando-se o resíduo. Para a determinação do ^{210}Po foram tomadas alíquotas de 150 ml do filtrado, adicionando-se 500 mg de ácido ascórbico. A amostra foi transferida para a célula de deposição, a qual é composta por um recipiente plástico cilíndrico, aberto em ambas as extremidades. Na abertura inferior é colocada uma tampa contendo um disco de cobre previamente lavado com HCl 1N e com água deionizada. A amostra foi mantida em banho-maria (~ 80°C) e agitada por 4 horas. Após o término do tempo de agitação, o disco com o polônio adsorvido é lavado com água destilada e álcool e levado ao detector de barreira de superfície com sistema de vácuo para a realização da espectrometria alfa. Levando-se em consideração o equilíbrio radioativo existente entre o ^{210}Po e o seu antecessor ^{210}Pb, a taxa de sedimentação foi então calculada pela relação:

$$\ln C = (-\lambda/S).\ D + \ln C_0$$

onde:

C, C_0 : atividade específica do ^{210}Pb adsorvido no sedimento a uma profundidade D e na superfície, respectivamente;

λ: constante de decaimento do ^{210}Pb (3,15 x 10^{-2} a^{-1});

S: taxa de sedimentação; e

D: profundidade da camada de sedimento no amostrador.

6.4.2 - História Geológica

A origem da Lagoa Olho D'Água está relacionada à uma série de variações do nível do mar, que ocorreram no Período Geológico Quaternário. O modelo evolutivo da sua sedimentação é encontrado em inúmeros trabalhos da literatura, alguns deles citados na bibliografia deste relatório.

Foto 3 - Testemunhagem com o *Vibracorer* na Lagoa Olho D'Água

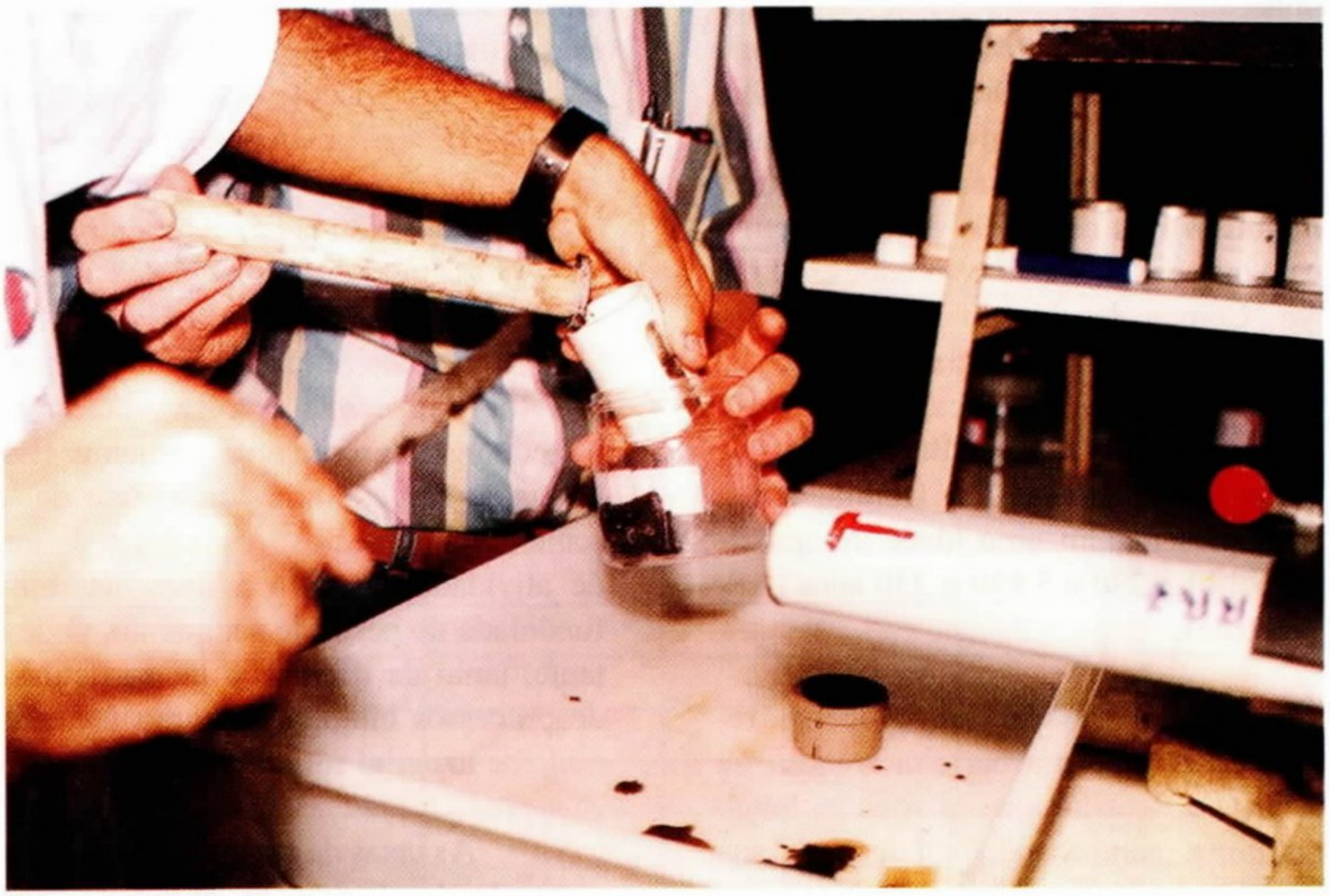


Foto 4 - Seção do testemunho para a análise da taxa de sedimentação no Laboratório de Radioatividade Ambiental (UFPE)

A deposição dos sedimentos na Lagoa e nas áreas próximas é, portanto, resultado dos grandes episódios transgressivos e regressivos quaternários que resultaram na conformação da costa leste do Brasil. O evento transgressivo, avanço do mar sobre o continente, mais antigo, ocorreu há 120.000 anos (antes do presente), e alcançou um máximo de 8 a 10 metros acima do nível médio atual do mar. Em seguida a esta transgressão ocorreu uma regressão que culminou na formação da barreira arenosa que contorna a parte oeste da Lagoa, onde foi construída a BR-101. Esta barreira é aqui denominada de Terraço Marinho.

Novamente, há 5.100 anos, o mar subiu cerca de 5 metros acima do nível médio atual e erodiu os Terraços Marinhos, anteriormente formados, afogou os rios da região e deu origem a uma série de corpos lagunares com conexão livre com o mar. Com a descida do mar, os corpos lagunares ficaram emersos mas guardaram na sua sedimentação, vestígios da época. Conchas em posição de vida encontradas na Bacia da Lagoa Olho D'Água foram datadas por Dominguez et al. (1990) e apresentaram uma idade de aproximadamente 5.140 ± 230 e 5.830 ± 230 anos (AP-antes do presente).

Na continuidade do seu processo regressivo, o mar construiu a barreira arenosa ou Terrraço Marinho Recente, que se situa ao longo da orla marítima, contornando a Lagoa na sua porção leste (Figura 2), hoje quase que totalmente ocupada por edificações de médio a grande porte.

A formação desta barreira arenosa isolou uma ampla faixa de terras baixas, desconectando a ligação direta das lagunas com o mar. Com o seguimento desse processo, estas lagunas originais transformaram-se em lagos de pequena profundidade, sujeitos a colmatação, ocasionada, na região, principalmente pela acumulação de vegetais, e pelo aporte de sedimentos carreados pelos cursos d'água adjacentes. O predomínio de um ou outro agente desta colmatação tem seu registro histórico nos tipos de sedimentos encontrados em profundidade, na Lagoa. Os estudos discutidos posteriormente mostram um predomínio do processo de colmatação ,em tempos pretéritos, gerados pelo carreamento de material clástico. No processo evolutivo final, esses corpos d'água se transformariam em pântanos costeiros. No caso da Lagoa Olho D'Água, tal sequência evolutiva foi alterada por modificações nas áreas adjacentes; é possível que a principal destas, tenha sido a abertura dos Canais Setúbal e Olho D'Água que através da ligação com o Estuário do Rio Jaboatão fez surgir um novo corpo lagunar. Infelizmente não há dados históricos consistentes que possam confirmar esta citação.

6.4.3 - Taxa Relativa da Sedimentação do Piso Lagunar

Na determinação da taxa de sedimentação foi utilizada a técnica nuclear, conforme metodologia descrita anteriormente. Essa técnica baseia-se na determinação do teor de ^{210}Pb presente nos sedimentos. A presença de um excesso de atividade de ^{210}Pb a uma determinada profundidade do perfil de sedimento, pode ser resultante, tanto da deposição de partículas oriundas de processos biológicos, como também do acúmulo de material sólido, ao longo do tempo.

As taxas de acumulação são calculadas a partir do decréscimo da atividade do ^{210}Pb em função da profundidade na qual o sedimento foi coletado. Tendo em vista que o ^{210}Pb decai com uma meia-vida de 22 anos, o decréscimo de sua atividade com a profundidade do sedimento pode fornecer uma indicação sobre a taxa de acumulação dos sedimentos, naquela área, e a sua relação com fatores exógenos, tais como atividades industriais.

Por considerar-se que o ^{210}Pb está em equilíbrio com o seu radionuclídeo-filho, o ^{210}Po,

utilizou-se, neste estudo, o método de deposição espontânea do polônio em disco de cobre. A análise, até o momento, restringiu-se ao ponto TS-01 (Figura 8), e os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 10.

A partir destes dados foi traçado o gráfico da concentração do ^{210}Pb, obtido a partir do seu descendente o ^{210}Po (em equilíbrio secular), em função da profundidade do perfil. Os resultados estão apresentados no Gráfico 11.

Observou-se que até a profundidade de 20 cm, a concentração de ^{210}Pb é praticamente constante. Isto indica a ocorrência de movimentação de sedimento o que, no caso da Lagoa resulta da atividade de pesca. A partir de 20 cm caracteriza-se a diminuição da concentração de ^{210}Pb em função da profundidade do perfil. O valor anômalo observado no intervalo de sedimento à 39 cm da superfície pode ser decorrente da flutuação estatística do equipamento ou devido à atividade antrópica, na área.

A taxa de sedimentação é calculada pela relação: $\ln C = (-\lambda/S) \cdot D + \ln C_o$, onde os valores variáveis (C e C_o) são retirados a partir da reta de correlação, desenhada no Gráfico 12.

Assim, para atividade específica do Pb ^{210} na superfície (profundidade D = 0 cm), têm-se C_o=1,4485 pCi/g, para a profundidade de 45 cm, onde a atividade do chumbo atingiu o seu patamar de estabilidade, a atividade específica do Pb ^{210} é de 0,24 pCi/g, aplicando-se a fórmula, chega-se à taxa de sedimentação de 1,29 cm a $^{-1}$.

Lâmina (cm)	Sedimento (g)	Ativ. ^{210}Po (pCi)	Ativ. ^{210}Po (pCi/g)	Datação do sedimento (anos - nível de confiança 95%)
0 - 3	10,020	9,07	0,906	2
3 - 6	10,002	9,68	0,968	4
6 - 9	10,006	7,7	0,769	6
9 - 12	10,009	5,38	0,537	8
12 - 15	7,500	7,72	1,029	10
15 - 18	10,002	5,78	0,577	13
18 - 21	7,507	7,56	1,007	15
21 - 24	7,502	7,57	1,009	18
24 - 27	10,002	7,14	0,714	22
27 - 30	10,009	5,69	0,568	25
30 - 33	7,500	4,39	0,585	30
33 - 36	7,500	3,24	0,432	34
36 - 39	7,509	2,45	0,326	40
39 - 42	7,503	3,21	0,428	47
42 - 45	7,502	3,17	0,422	56

Tabela 10 - Dados para cálculo da taxa de sedimentação relativa

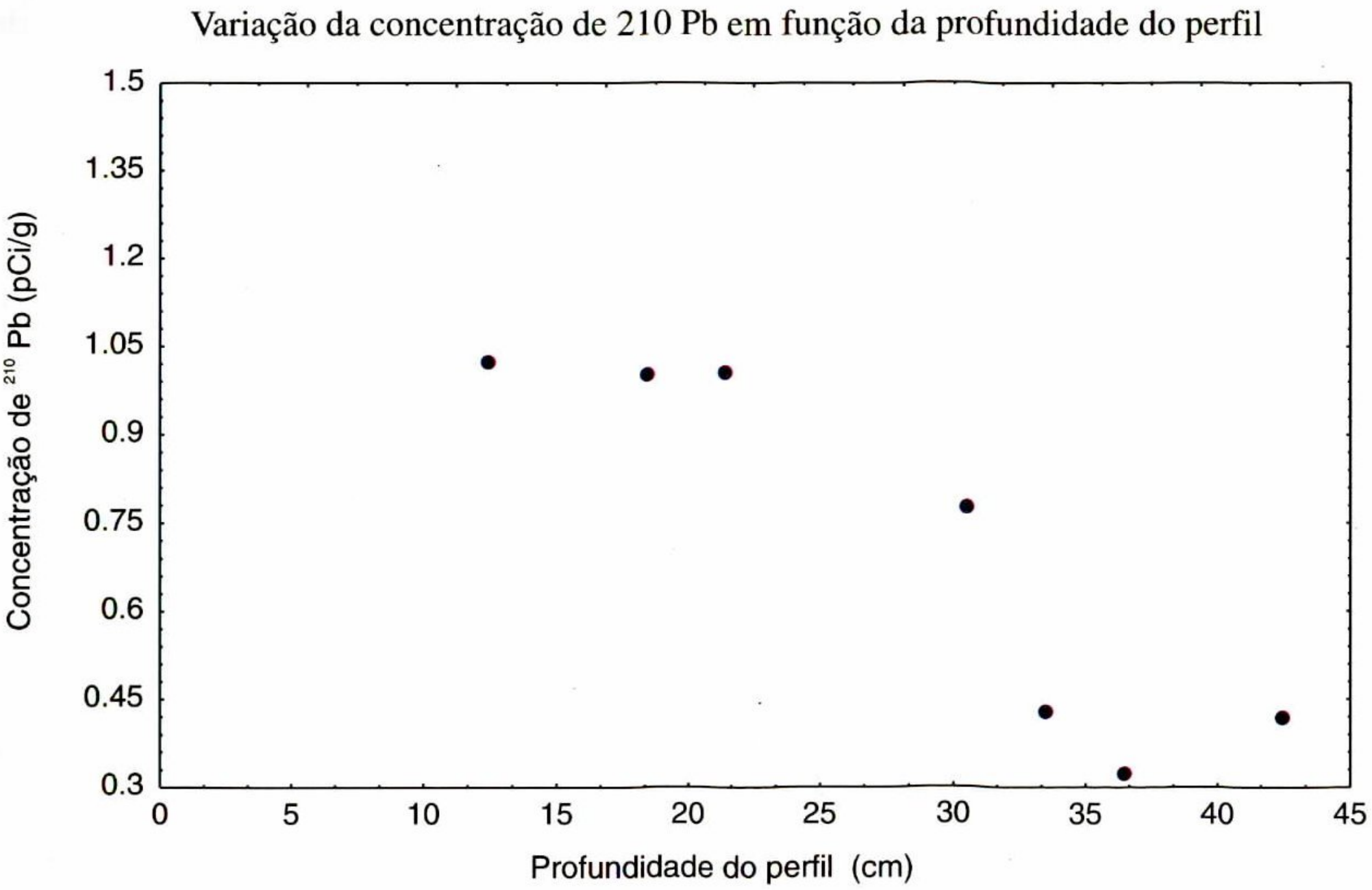


Gráfico 11

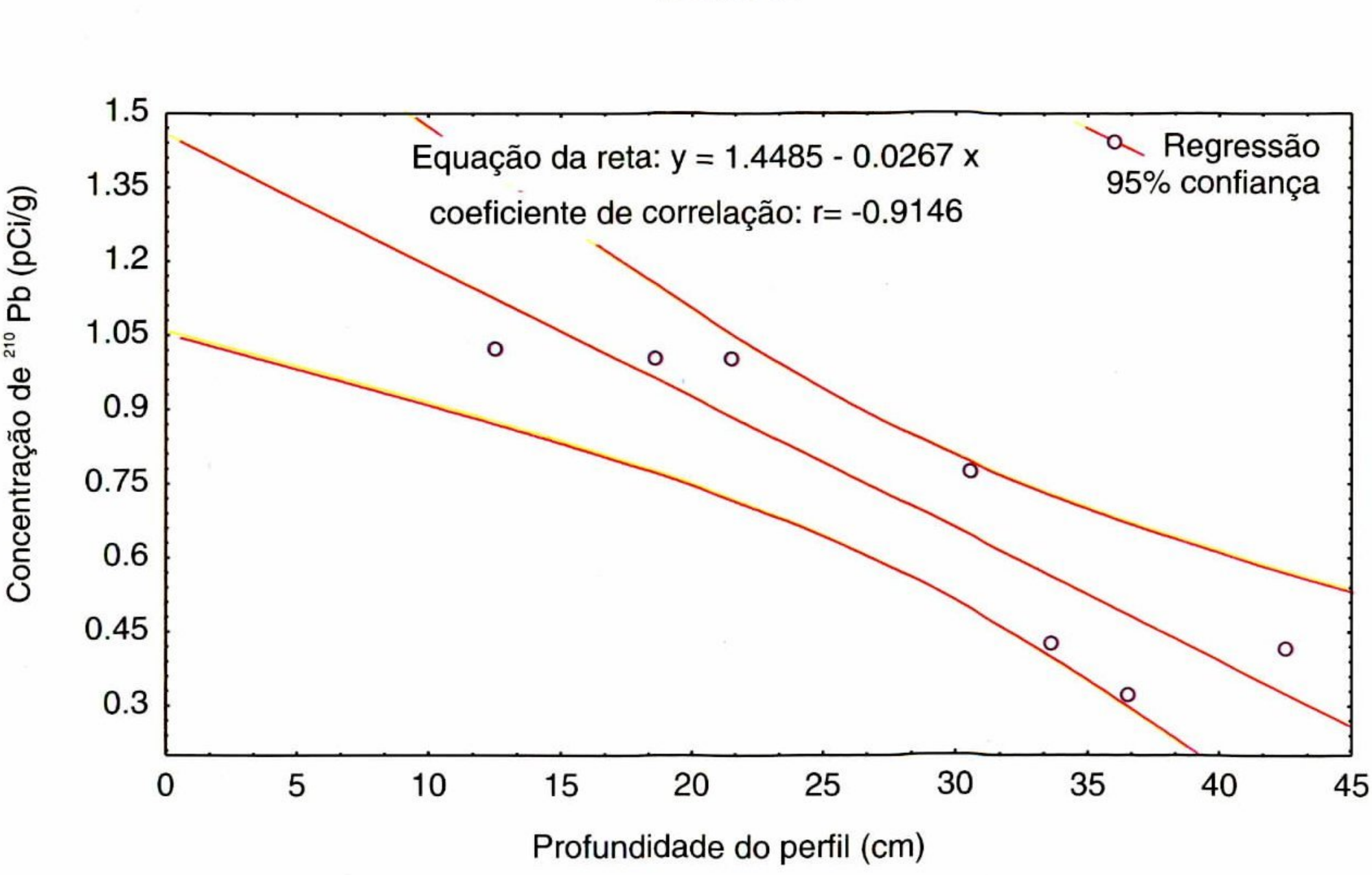


Gráfico 12

Esta taxa refere-se ao ponto localizado numa área de maior aporte de sedimento, próximo ao Canal Olho D'Água. O alto valor obtido pode estar relacionado ao lançamento de uma quantidade expressiva de descarga sólida neste ponto, somado a maior concentração de atividade antrópica, exercida pelos pescadores. Medidas estão sendo realizadas em outras amostras não sujeitas a estas interferências, para a obtenção de um valor médio da taxa de sedimentação.

6.4.4 - Análise Composicional dos Sedimentos

A análise textural dos sedimentos de fundo da Lagoa Olho D'Água permitiu individualizar sete grupos distintos, de acordo com o tamanho das partículas, determinado por Wenthworth (in Krumbein e Sloss, 1963):

- cascalho (2,00 mm)
- areia grossa (0,50 - 1,00 mm)
- areia média (0,25 - 0,50 mm)
- areia fina (0,125 - 0,25 mm)
- areia muito fina (0,062 - 0,125 mm)
- silte (0,004 - 0,062 mm)
- argila (0,0002 - 0,004 mm)

Dentro desta classificação estão agrupadas partículas de sedimentos derivados da fragmentação das rochas ou de materiais biológicos. Com base na batimetria e na localização dos canais alimentadores, a Lagoa foi dividida em setores (Figura 8), e a cada setor foi associado um grupo de amostras de sedimentos. A partir do estudo dessas amostras, chegou-se aos seguintes resultados:

• Os sedimentos na fração cascalho, são formados basicamente por bioclastos (fragmentos de conchas, escamas de peixes, entre outros), denunciando a ingressão do domínio marinho atual e pretérito. Os resultados das análises micro e macropaleontológica qualitativa e quantitativa e a palinologia, apresentam uma assembléia rica em microfósseis e macrofósseis e escassez esporopolínica, conforme mostra a Tabela 11.

AMOSTRAS	3131F1	3131F2	1444F1	1444F2	903F1	903F2	722F1	722F2	01F1	
ESCAMAS	8	1	---	---	---	---	---	---	---	
DENTES	2	---	---	1	---	---	---	16	8	
VÉRTEBRAS	1	---	---	---	---	---	---	---	---	
ESTRUT. INDET.	7	---	---	---	---	---	---	---	---	
SEMENTES	7	---	---	---	---	---	---	---	---	
LAMELLIBRÂNQ.	156	581	5	276	1	184	17	496	240	
PINÇA	---	---	---	2	---	---	---	---	---	
GASTROPODA	192	199	---	731	---	4.116	175	9.104	2.044	
OSTRACODA	5	4	3	208	1	1.172	20	2.480	352	
FORAMINÍFEROS	172	324	8	1.408	22	8.964	114	15.456	3.468	
PÓLENS	NÃO CONTADOS									
ESPOROS										
TOTAIS	550	1.109	16	2.626	24	14.436	326	27.552	6.112	52.751

Os grupos encontrados foram:
Lamellibrânquios (1.956 exemplares)
Gastropoda (16.561 exemplares)
Ostracoda (4.245 exemplares)
Foraminifera (29.936 exemplares)
Pólen e Esporo (não contados)

Tabela 11 - Assembléia obtida em 10g de sedimento

A grande ocorrência de foraminíferos indica influência marinha e a presença de esporos de fungos, em todas as amostras estudadas, sugere um ambiente quente e úmido de deposição.

A análise da frequência dos componentes (Figura 27) revela uma maior concentração dos componentes bióticos nos setores II e III, centro e sul da Lagoa, respectivamente.

• A fração arenosa é essencialmente composta por quartzo. No setor I, há uma redução do percentual de quartzo e enriquecimento de concentrações argilo carbonosas, testemunho da menor energia deste setor. As Tabelas de Análise Composicional (Anexo 4), apresentam os resultados mais representativos das análises do setor norte, centro e sul da Lagoa; as demais análises, totalizando 100, encontram-se disponíveis em disquete na CPRM.

• O estudo semi-quantitativo da matéria orgânica mostra um maior percentual no setor I (norte), enquanto os setores II e III apresentam uma média de 15% de matéria orgânica, de acordo com os Gráficos 13,14 e 15. Em oposição, ocorre um gradativo aumento da presença de clásticos, no sentido norte -sul, ao aproximar-se do Canal Olho D'Água. Isto confirma que nos últimos anos o referido Canal foi a principal fonte energética de transporte de sedimentos. As medições de descargas líquidas neste Canal, apresentam valores médios de 3 m^3/s e uma velocidade média de 0,523 m/s, o que permite a mobilização de materiais do seu próprio leito, constituído, em sua totalidade, por clásticos da faixa granulométrica de 0,1 a 1,0 mm. O Canal Setúbal, por sua vez, apresentou descargas e velocidades muito baixas, não detectadas pelo instrumento de medição. É provável que em épocas não muito remotas, tenha tido maiores descargas e velocidades. Contudo, este Canal sempre carreou matéria orgânica, provavelmente oriunda dos manguezais que o bordejavam e, hoje, secundariamente, há matéria orgânica de dejetos sépticos.

O substrato lagunar é aqui definido com base nos perfis estratigráficos das amostragens por gravidade que descreve a estratigrafia no intervalo de 0 a 67 cm, a partir do piso lagunar. Também foram utilizados, nesta descrição, a amostragem a *vibracorer* com recuperação até 2,40 m de comprimento de testemunho e o furo 01 de SPT, que atingiu 7 metros de profundidade, nas proximidades da margem sudoeste da Lagoa.

A análise descritiva macroscópica dos testemunhos no intervalo de 0-67 cm, permite tecer as seguintes considerações:

• No setor I, norte da Lagoa, há uma dominância de lama (silte e argila) até aproximadamente 30 cm de profundidade (Foto 5). A partir desta profundidade, em geral, ocorre intervalos ora arenosos, ora lama-arenosos com níveis enriquecidos de bioclastos.

• No setor II, os níveis lamosos são mais espessos, na maioria dos testemunhos, constituem a amostra por inteiro, até aproximadamente 67 cm. Os bioclastos também apresentam uma maior concentração a partir de 32 cm de profundidade, mas não desenvolvem níveis, aparecem dispersos (Foto 6):

• No setor III, os níveis no topo dos testemunhos intercalam-se em areia e lama-arenosas, demonstrando a maior energia de transporte nos ultimos tempos. A base desses testemunhos, formados, na maioria, por lama-arenosa e areia-lamosa, indicam que mesmo em tempos remotos, havia maior energia de carreamento neste setor, em relação aos setores I e II.

O testemunho de *vibracorer* (Figura 28), localizado próximo a desembocadura do Canal Olho D' Água, na Lagoa, revela a predominância de sedimentos mais grossos no topo, entre 0 e 40 cm, seguido por uma sequência lamosa com predominância de argila com restos de vegetais, apresentando uma camada de areia fina a média

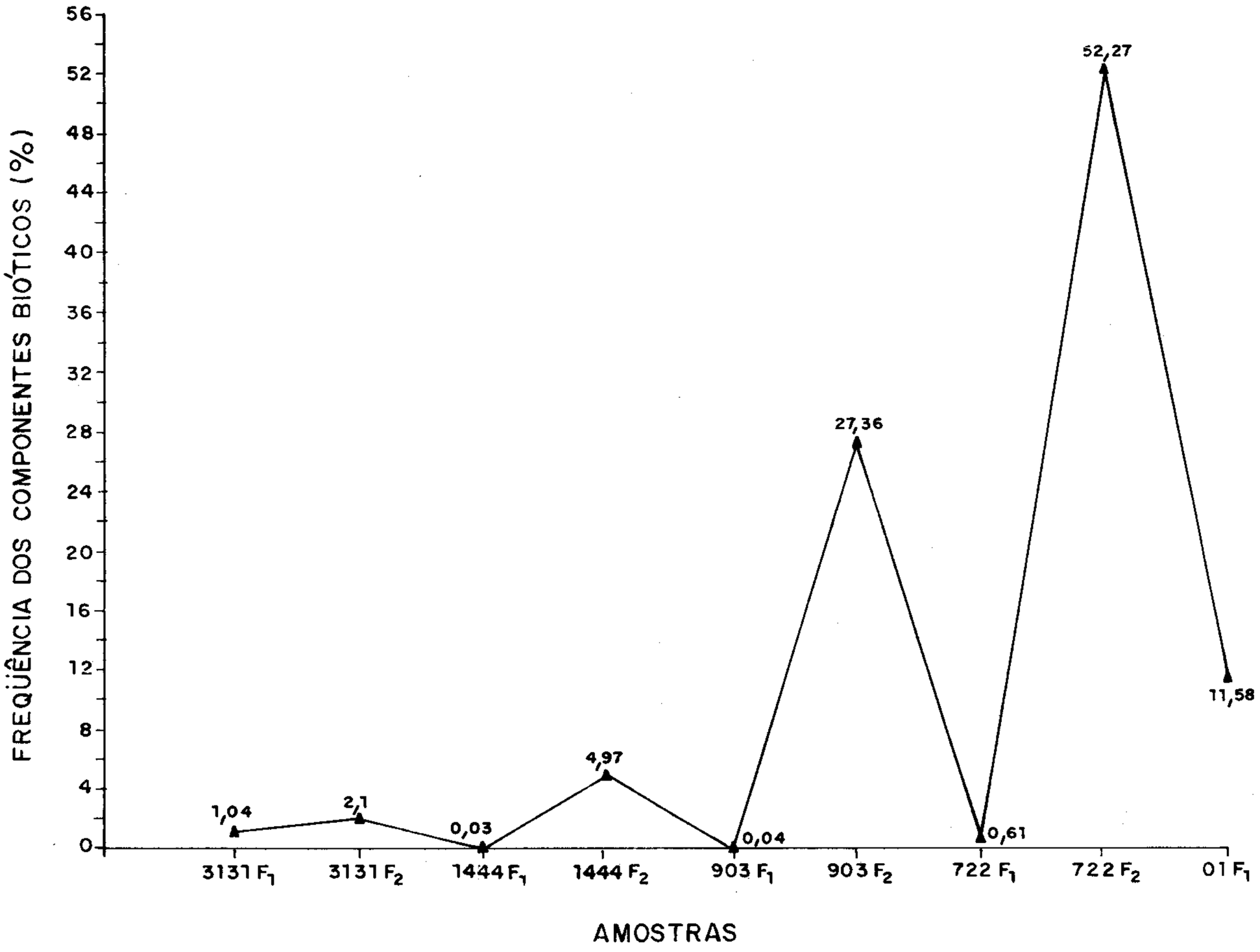

FREQÜÊNCIA DOS COMPONENTES BIÓTICOS (%)
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
1,04
2,1
0,03
4,97
0,04
27,36
52,27
0,61
11,58
3131 F1
3131 F2
1444 F1
1444 F2
903 F1
903 F2
722 F1
722 F2
01 F1
AMOSTRAS

Figura 27

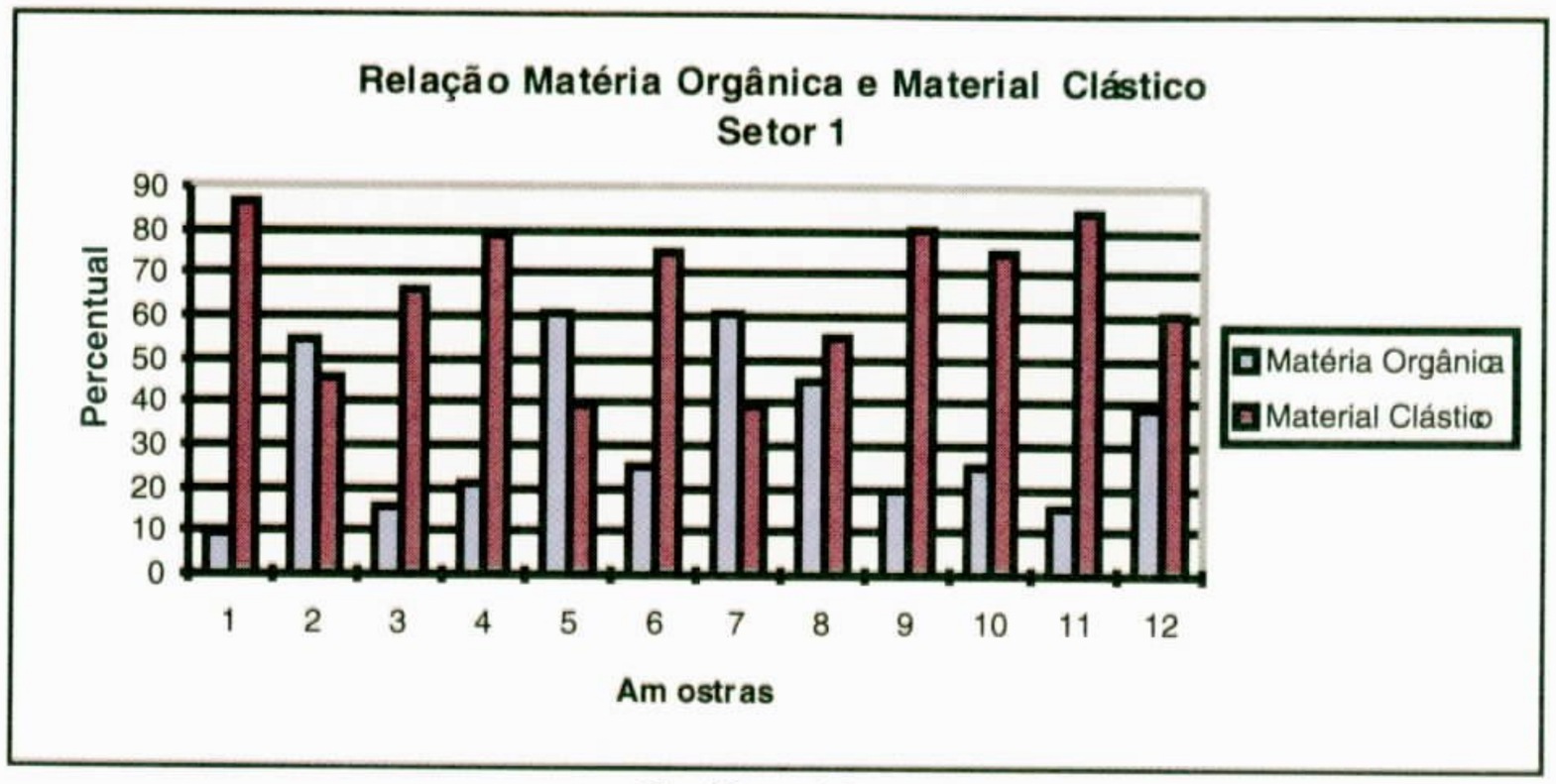


Gráfico 13

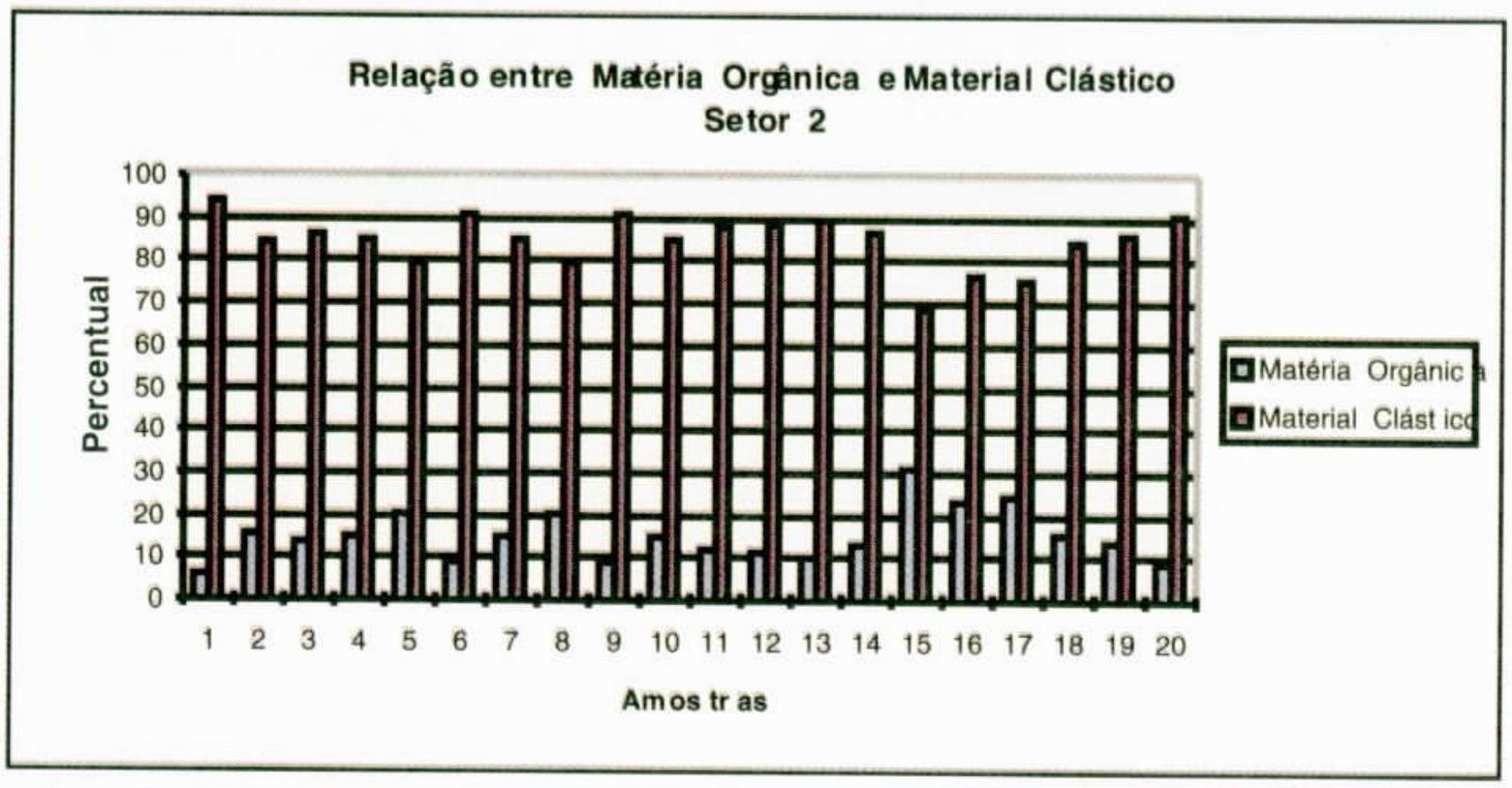


Gráfico 14

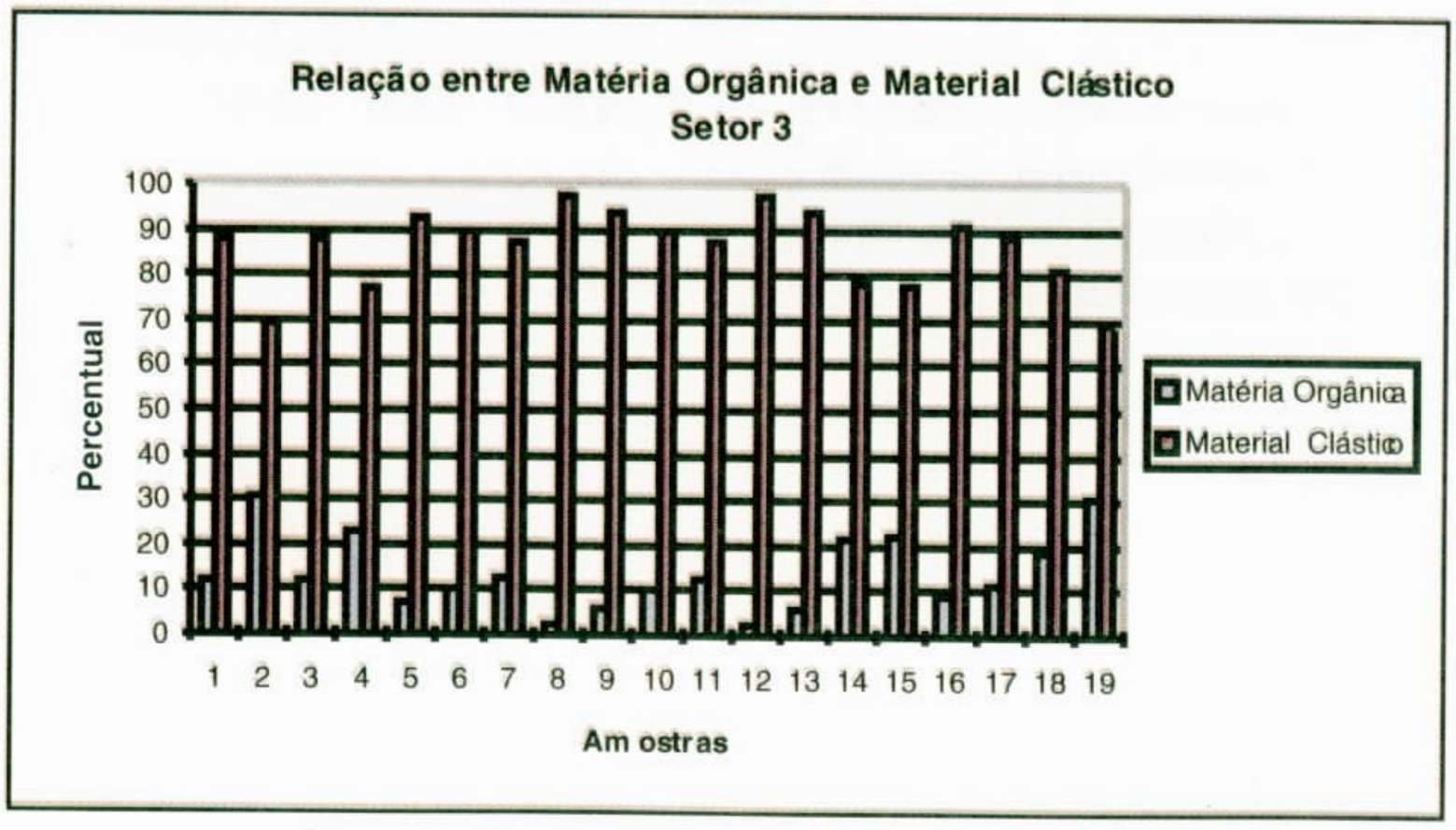


Gráfico 15

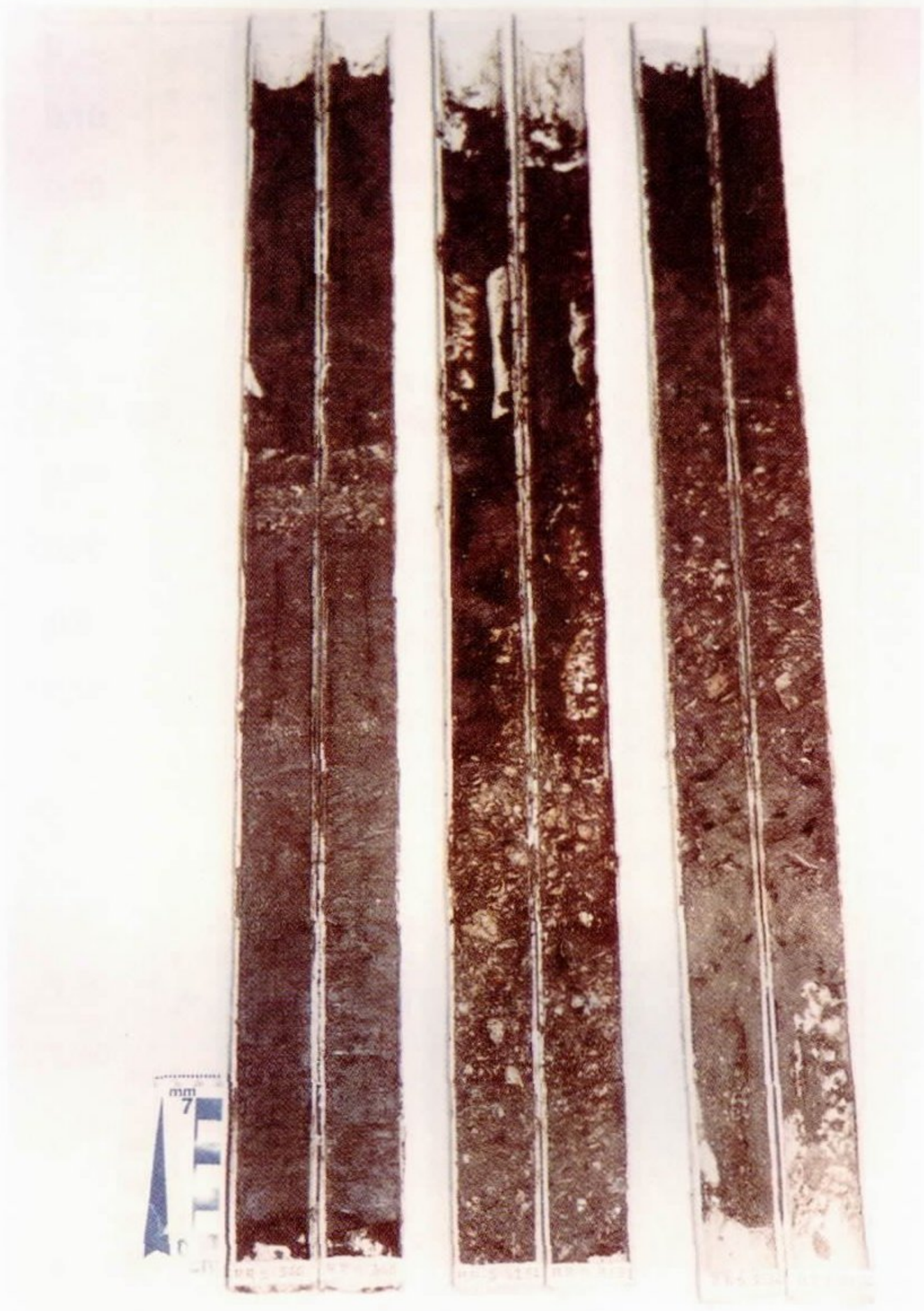


Foto 5 - Testemunhos de sedimento de fundo
Setor I (Norte da Lagoa)

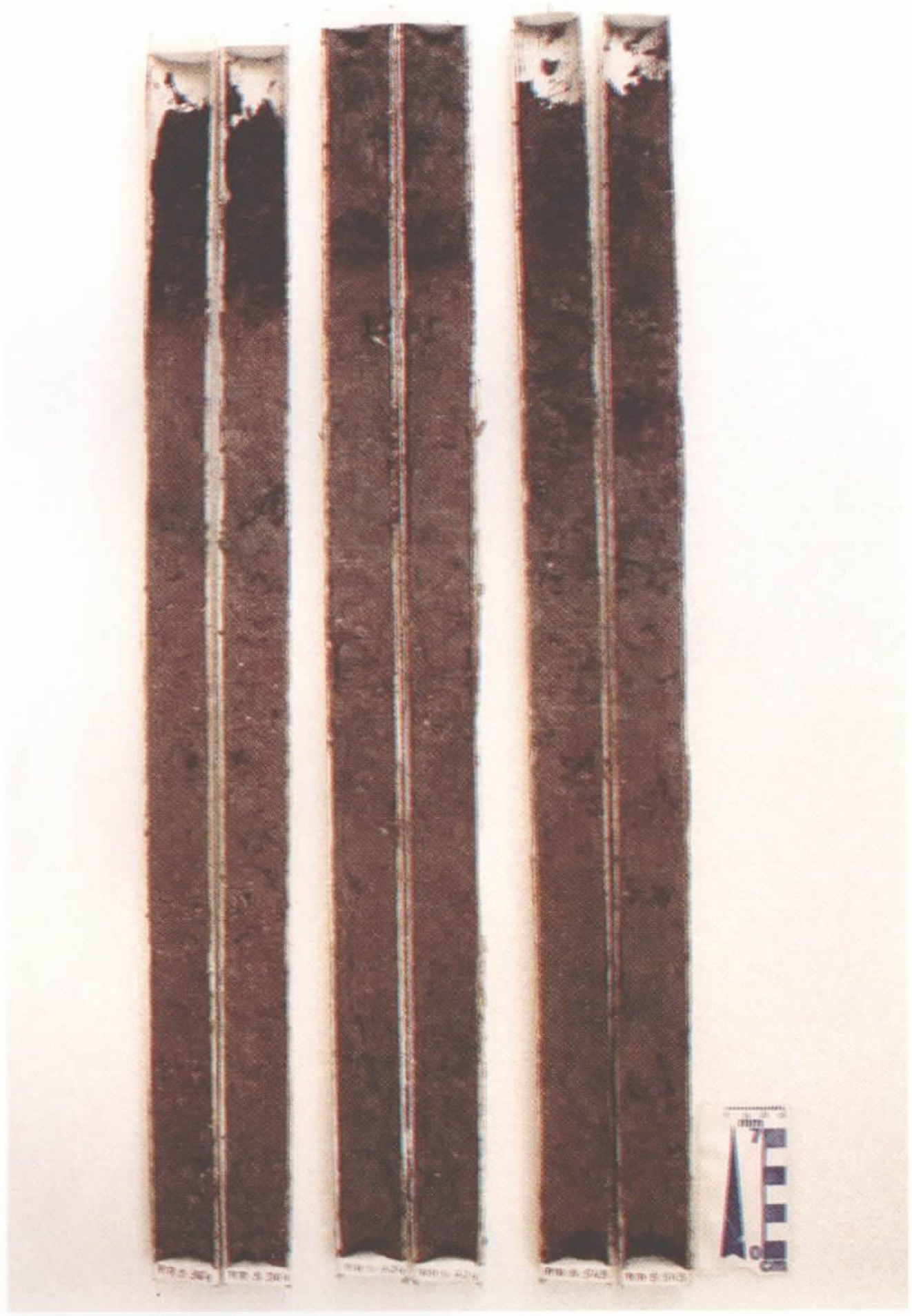
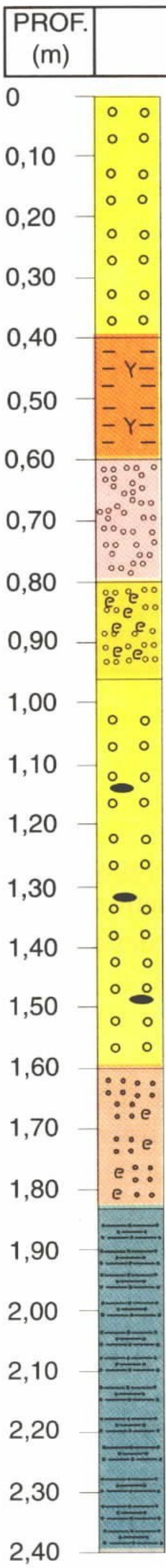


Foto 6 - Testemunhos de sedimentos de fundo
Setor II (Centro da Lagoa)

Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água

CPRM

Perfil de Sondagem com Vibrotestemunhador



PROF. (m)	SEDIMENTO	COR
0 – 0,40	AREIA MÉDIA	5Y4/I
0,40 – 0,60	ARGILA COM RESTOS VEGETAIS	5Y4/I
0,60 – 0,80	AREIA FINA A MÉDIA	10YR6/2
0,80 – 1,00	AREIA FINA A MÉDIA COM BASTANTE BIOCLASTOS	10YR4/2
1,00 – 1,60	AREIA MÉDIA COM LENTES CENTIMÉTRICAS DE MATÉRIA ORGÂNICA	10YR6/2
1,60 – 1,90	AREIA FINA COM BIOCLASTOS E MATÉRIA ORGÂNICA	10YR6/2
1,90 – 2,40	SILTE ARGILOSO RICO EM MATÉRIA ORGÂNICA COM ESPARSOS BIOCLASTOS	5Y3/2

Figura 28

até 80 cm de profundidade. A partir deste nível concentram-se cascalho de bioclastos, agregados em areia fina a média, totalizando uma espessura de aproximadamente 20 cm. O restante da sequência é constituída por areia quartzosa média, apresentando lentes centimétricas de matéria orgânica. Na porção inferior do testemunho novamente ocorre areia fina com bioclastos disseminados e matéria orgânica. Finaliza-se o perfil com uma espessa camada de lama rica em matéria orgânica com biodetritos dispersos, até a profundidade de 2,40 m.

A análise de um só perfil estratigráfico não é suficiente para uma interpretação consistente dos eventos deposicionais ocorridos. Entretanto, os resultados mostraram uma variação de energia deposicional que pode estar associada a períodos de maior atividade energética do Canal Olho D'Água.

A partir dos dados considerados na taxa de sedimentação por ^{210}Pb, é possível a datação da amostra de sedimento, utilizando-se a seguinte relação:

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{^{210}Pb^{0}}{^{210}Pb_{A}}\right)$$

onde:

$^{210}Pb_A$: atividade de ^{210}Pb por grama de sedimento a uma profundidade D;
$^{210}Pb^0$: atividade de ^{210}Pb por grama de sedimento na superfície (D = 0) = 1,4485 pCi/g;
λ: constante de decaimento do ^{210}Pb ($3,15 \times 10^{-2}\ a^{-1}$); e
t: idade da amostra de sedimento.

Os resultados apresentados na Tabela 10 indicam que o sedimento encontrado no intervalo de 43 a 45 cm a partir do leito, depositou-se há aproximadamente 56 anos atrás. Na análise deste resultado deve-se considerar que o método não estima a compactação do sedimento e há uma pressuposição que a taxa de sedimentação manteve-se a mesma durante todo este período. Sabe-se, entretanto, que foi justamente em torno de 50 anos atrás que se executou a abertura dos Canais, alterando todo o processo de deposição natural da área.

A concentração de sedimentos com grãos mais grossos, definida no perfil estratigráfico, coincide com o período em que possivelmente se deu esta abertura, o que representa uma fase mais ativa do Canal. É importante lembrar também, que foi a partir desta época que ocorreu a aceleração ocupacional na área de influência da Lagoa, desencadeando um processo de desmatamento e aumento erosional na área da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão. Logo, o valor obtido para a taxa de sedimentação está condizente com as atividades ocorridas na área, o que confirma uma sedimentação muito rápida no piso lagunar, mas, para quantificação do processo de assoreamento da Lagoa, é necessário considerar outras variáveis .

Em relação a área do entorno da Lagoa, o perfil geológico de SPT (Figura 9), demonstra que até 3 metros há um domínio da fração arenosa, a partir desta profundidade passa a dominar, de modo geral, a fração argilosa. Na ocupação desta área, é importante ressaltar que embora o solo seja arenoso e permeável, o substrato inferior é argiloso menos permeável e o nível do freático é raso, inferior a 1 metro. Portanto, em períodos de maiores precipitações ocorre uma rápida saturação do solo o que gera a formação de áreas alagadas (Anexo 1).

6.4.5 - Distribuição Espacial dos Sedimentos

Foi elaborada a partir da dominância percentual dos diferentes tamanhos de grãos, considerando a variabilidade espacial das amostras. Deste modo,retrata as áreas favoráveis a uma concentração maior de determinadas frações granulométricas. O domínio de uma fração refle-

te as condições hidrodinâmicas, vigentes ao tempo de deposição. O transporte destas partículas depende da velocidade da corrente, profundidade da água e natureza do fundo. A compreensão da energia que transporta e deposita as partículas requeriria a determinação das velocidades das correntes em módulo, direção e sentido, na Lagoa. Mas, devido a pequena profundidade da lâmina d'água, sujeita a influência do vento, o movimento hídrico se apresentou muito complexo. Portanto, foram utilizados para interpretação do processo dinâmico deposicional, os resultados das descargas sólidas de material por arrasto e suspensão nos Canais Olho D'Água e Setúbal, a compreensão do regime de ventos e a batimetria do piso lagunar.

O resultado das descargas sólidas em suspensão no Canal Setúbal foi desprezível e no Olho D'Água foi baixa, atingindo 6,5 t/dia em maré de alta amplitude. No Canal Olho D`Água a quantidade de sedimento transportado por arrasto (saltação e rolamento) é de 8 t/dia nas marés de alta amplitude. O médodo empregado para quantificação da mobilização deste sedimento, foi o de Colby (1964, *in* Carvalho, 1994), aplicado a leitos de areias com diâmetros entre 0,1 e 1,0 mm, no qual a velocidade mínima para mobilização do material, nesta faixa granulométrica, é de 0,38 m/s.

As partículas maiores, nas frações areia média e grossa, se depositaram, preferencialmente, na saída do Canal Olho D'Água (Figuras 29 e 30).

O estudo da ação dos ventos sobre a superfície d`água, que induz ondas e correntes, mantendo os sedimentos em suspensão foi feito pelo Prof. Elírio Toldo do Centro de Estudos Costeiros e Oceanográficos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foram utilizados apenas os dados de vento do mês de dezembro, fornecidos pelo CINDACTA III do Ministério da Aeronáutica, Aeroporto dos Guararapes-Recife-PE. O objetivo foi a determinação da velocidade orbital da onda sobre a superfície do fundo, necessária à re-suspensão de sedimentos.

As principais variáveis consideradas na determinação dos efeitos induzidos pelo vento, estão resumidas na Tabela 12.

Velocidade do Vento (m/s)	Duração Registrada (h)	Dia/Mês	Altura da Onda (m)	Período da Onda (s)	Duração (h)
06	04	09/12	0,1	1,0	0,3
08	03	09/12	0,1	1,1	0,2
10	03	09/12	0,1	1,2	0,2
11	03	13/12	0,1	1,2	0,2
12	02	14/12	0,1	1,2	0,2
15	04	16/12	0,2	1,3	0,2

Tabela 12

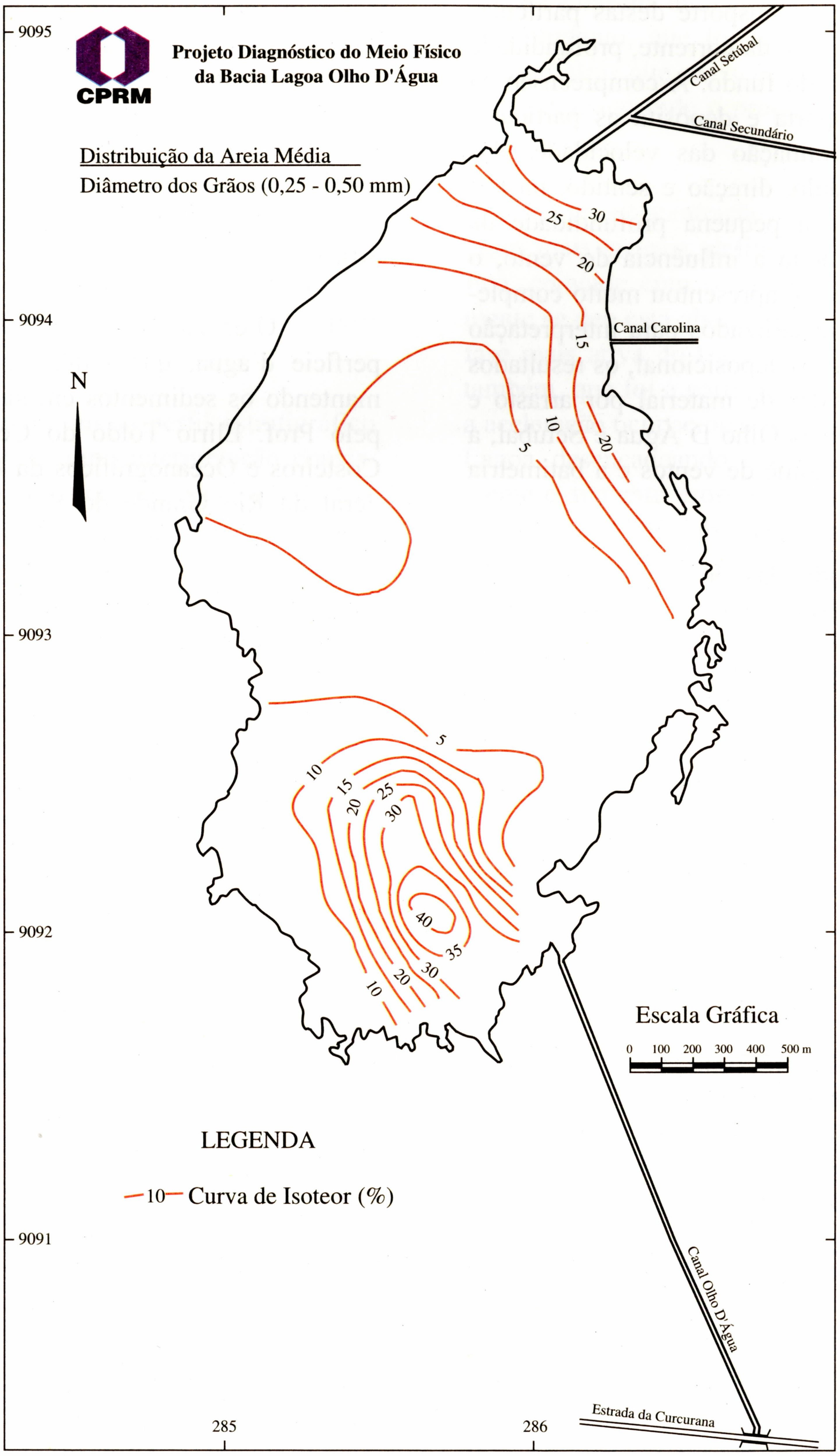

CPRM
Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
Distribuição da Areia Média
Diâmetro dos Grãos (0,25 - 0,50 mm)
N
Canal Setúbal
Canal Secundário
Canal Carolina
Canal Olho D'Água
Estrada da Curcurana
Escala Gráfica
0 100 200 300 400 500 m
LEGENDA
10 Curva de Isoteor (%)
9095
9094
9093
9092
9091
285
286

Figura 29

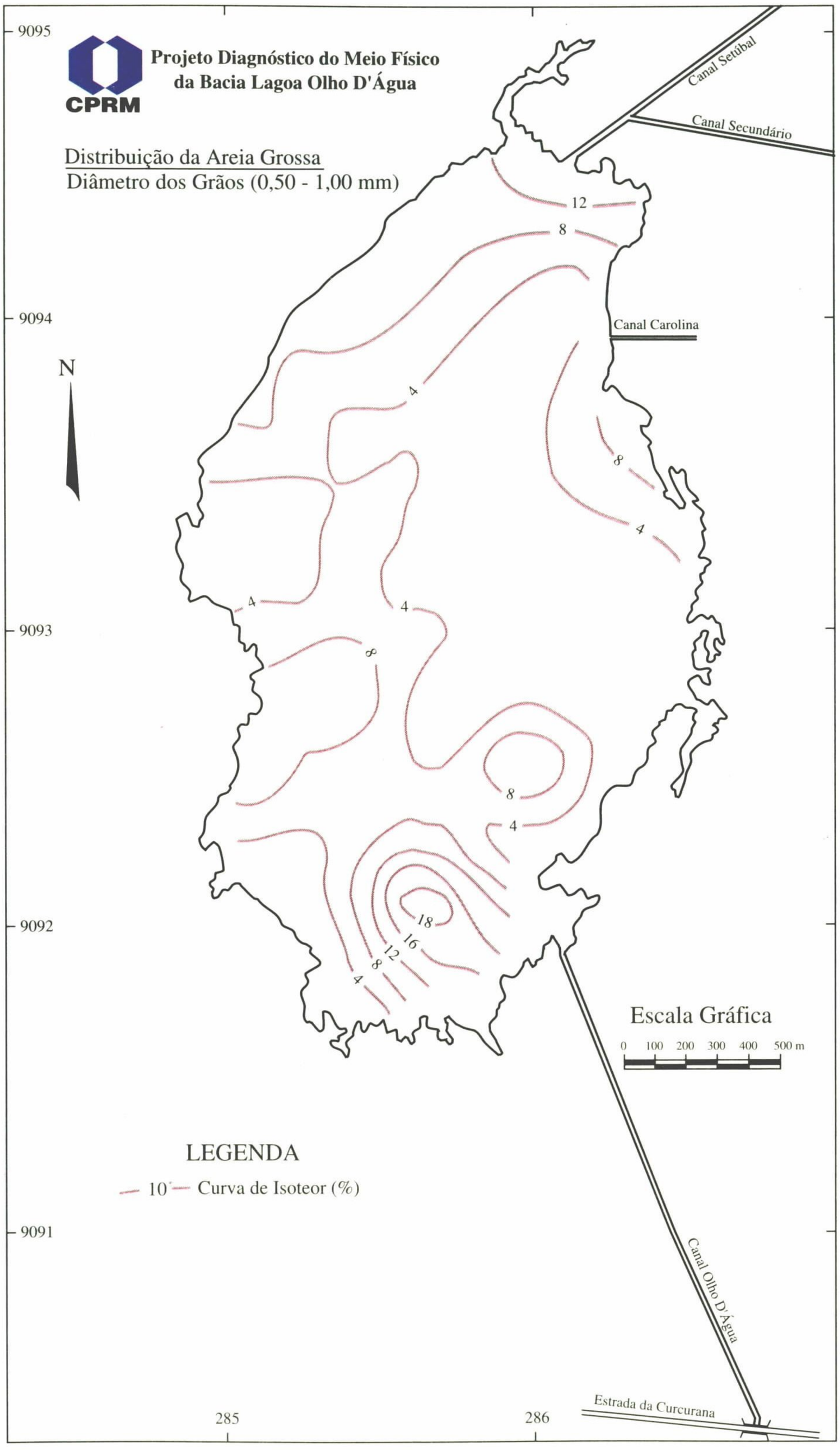

9095
9094
9093
9092
9091
285
286
CPRM
Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
Distribuição da Areia Grossa
Diâmetro dos Grãos (0,50 - 1,00 mm)
N
Canal Setúbal
Canal Secundário
Canal Carolina
Canal Olho D'Água
Estrada da Curcurana
12
8
4
8
4
4
4
8
8
4
18
16
12
8
4
Escala Gráfica
0 100 200 300 400 500 m
LEGENDA
10 Curva de Isoteor (%)

Figura 30

Os resultados demonstraram que a máxima altura de onda registrada, 0,2 m, gera uma velocidade orbital sobre a superfície de fundo pequena, insuficiente para a ressuspensão dos sedimentos lamosos (silte, argila) que requer mais energia para sua erosão. Entretanto, considerando a profundidade da rebentação da onda, que varia de 0,12 m a 0,26 m para uma altura de onda de 0,1 e 0,2 m, verifica-se a condição de erosão e transporte, restrita as margens da Lagoa, de menor cota batimétrica. Este fato é suficiente para explicar a concentração efetiva de areia muito fina, na margem oeste da Lagoa (Figura 31).

As partículas na fração sílte dominam a maior parte da área do piso lagunar (Figura 32). A fração argilosa, ocorre, predominantemente, na área mais profunda, parte norte da Lagoa. Mas aparece nas margens (Figura 33), em profundidades menores. Neste caso, é possível, correlacioná-las com a ação dos ventos. Argilas, embora sejam partículas finas, dependem da turbulência do meio para serem transportadas, devido às suas propriedades coesivas .

Em relação ao material de maior granulometria, no setor norte, como a descarga sólida de material em suspensão no Canal Setúbal foi insignificante e inexiste movimentação de partículas por arrasto, constata-se que toda a contribuição de areia média e cascalho (Figura 34), nesta parte da Lagoa, é reliquiar, decorrente de sedimentações pretéritas, da época em que o Canal tinha uma maior descarga líquida.

Finalmente, as variações nas frações granulométricas atuais na Lagoa Olho D'Água podem ser explicadas sob dois pontos de vista principais: fonte de alimentação pelo aporte de sedimento através do Canal Olho D'Água e o regime de transporte dos sedimentos.

Admite-se que a dissipação imediata da energia do fluxo do Canal Olho D'Água ao atingir a Lagoa, justifica a deposição sedimentar, principalmente de arrasto, na desembocadura deste, e, consequentemente, o assoreamento desta parte da Lagoa. Isto é bem evidenciado pela formação de bancos de areias, demarcados no Mapa Topobatimétrico (Anexo 1).

Não sendo possível determinar a variação da faciologia do fundo da Lagoa num intervalo de tempo, pela falta de coleta de material em épocas anteriores, as variações granulométricas refletem, particularmente, mudanças sazonais no regime hidrodinâmico.

6.5 - Resultados e Discussões

- A hidrodinâmica do Canal Olho D'Água e o regime dos ventos são de grande importância para a dinâmica sedimentar do sistema lagunar.

- A ausência de aporte sedimentar do Canal Setúbal para a Lagoa está associada ao estágio de colmatação do Canal e a diminuição do gradiente hidráulico, ao longo do tempo, desencadeando a diminuição das suas descargas líquidas.

- Há uma diferença sobre o ponto de vista de sedimentação do piso lagunar. O setor norte da Lagoa corresponde a uma deposição mais antiga, enquanto o setor sul retrata a dinâmica sedimentar atual. A continuidade do processo de sedimentação pode resultar no estrangulamento da desembocadura do Canal Olho D'Água, e consequente deslocamento da deposição rumo ao Canal. O efeito disto, a médio prazo, poderá se tornar problemático, refletindo na comunidade dos manguezais, culminando com a morte da Lagoa.

- A consequência atual do processo de assoreamento está se refletindo na área do entorno da Lagoa pelo aumento da superfície do espelho d'água.

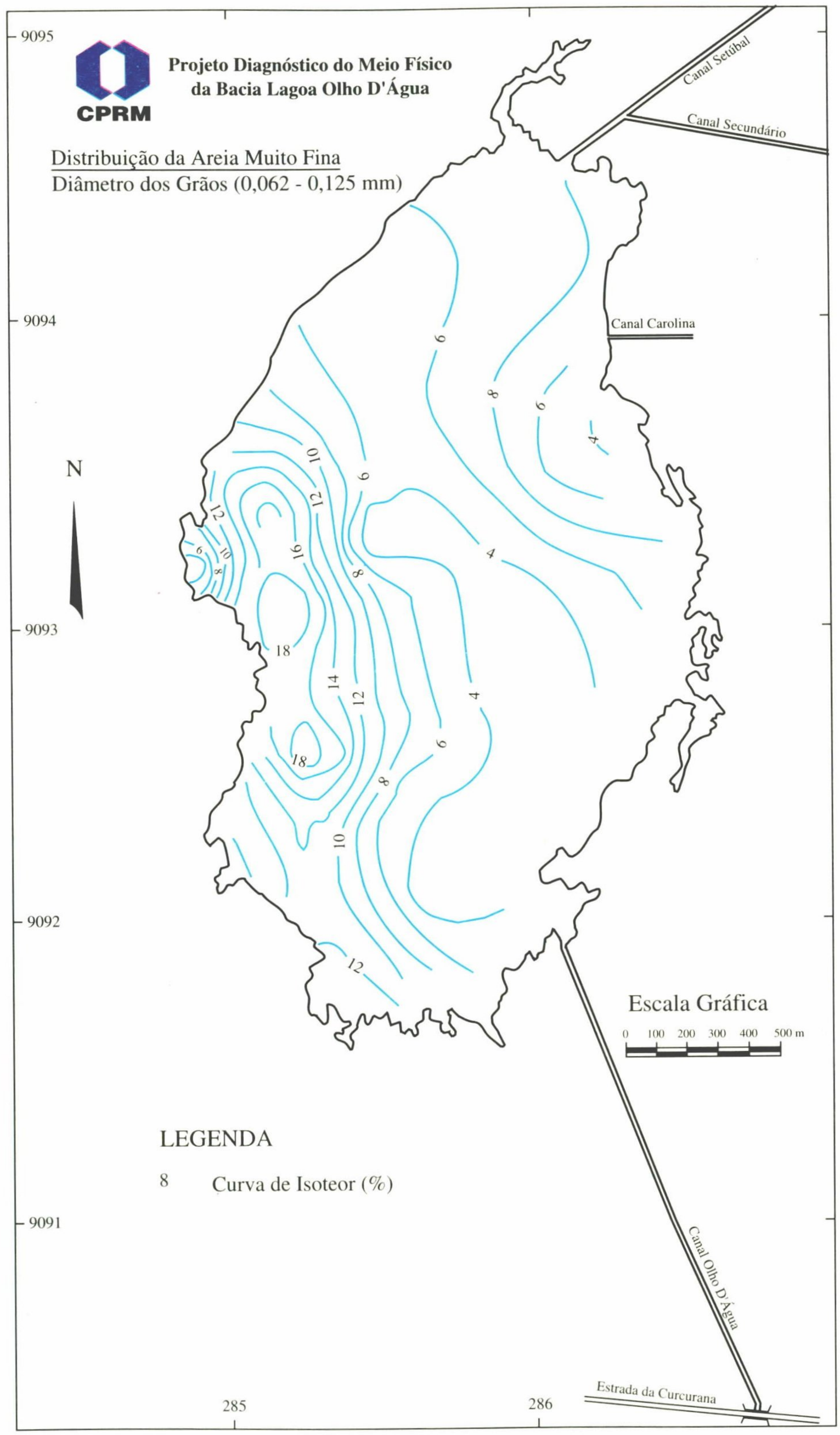

CPRM
Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
Distribuição da Areia Muito Fina
Diâmetro dos Grãos (0,062 - 0,125 mm)
Canal Setúbal
Canal Secundário
Canal Carolina
Canal Olho D'Água
Estrada da Curcurana
N
9095
9094
9093
9092
9091
285
286
Escala Gráfica
0 100 200 300 400 500 m
LEGENDA
8 Curva de Isoteor (%)

Figura 31

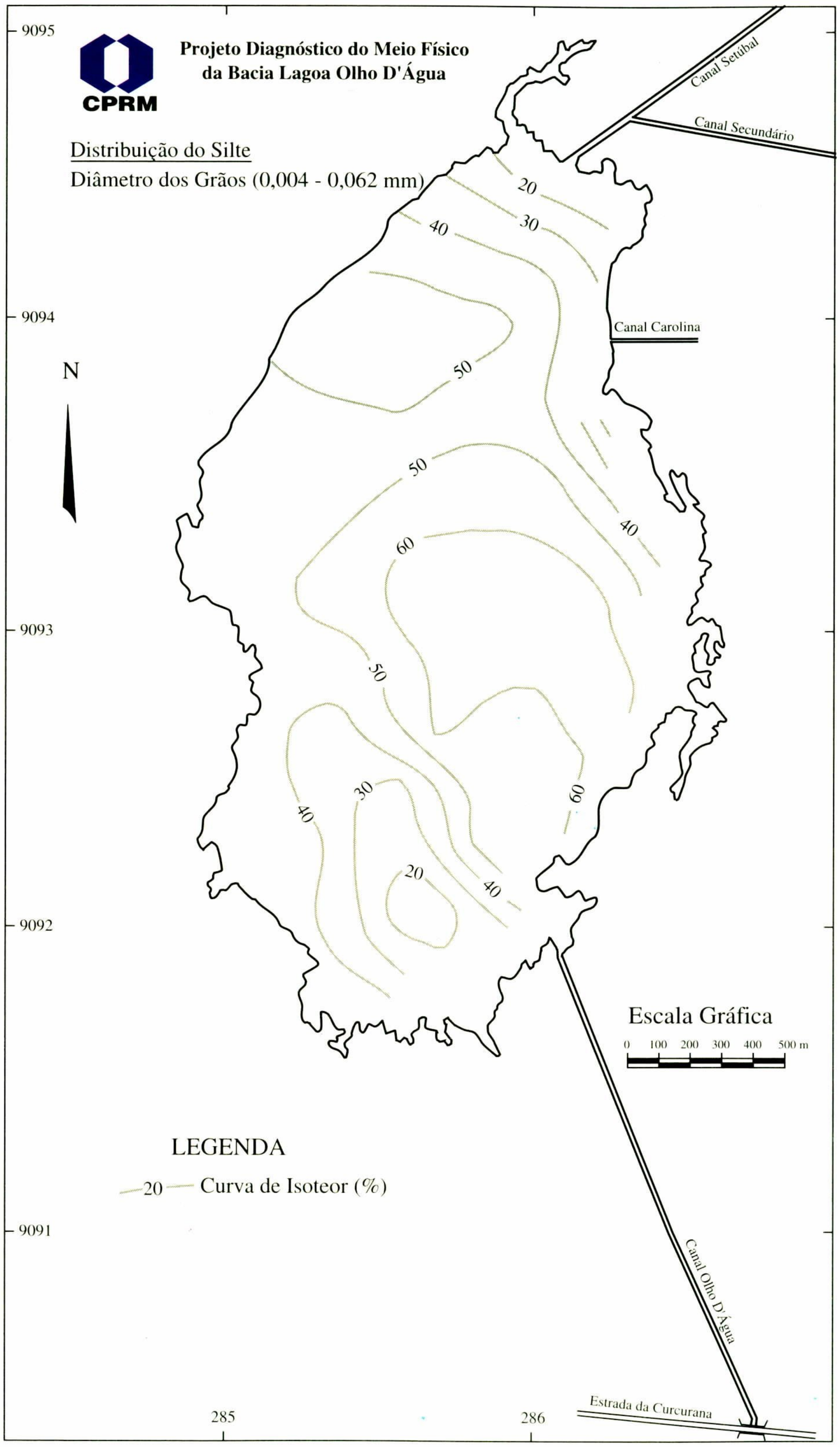

Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
CPRM
Distribuição do Silte
Diâmetro dos Grãos (0,004 - 0,062 mm)
Canal Setúbal
Canal Secundário
Canal Carolina
Canal Olho D'Água
Estrada da Curcurana
N
9095
9094
9093
9092
9091
285
286
20
30
40
50
60
Escala Gráfica
0 100 200 300 400 500 m
LEGENDA
20 Curva de Isoteor (%)

Figura 32

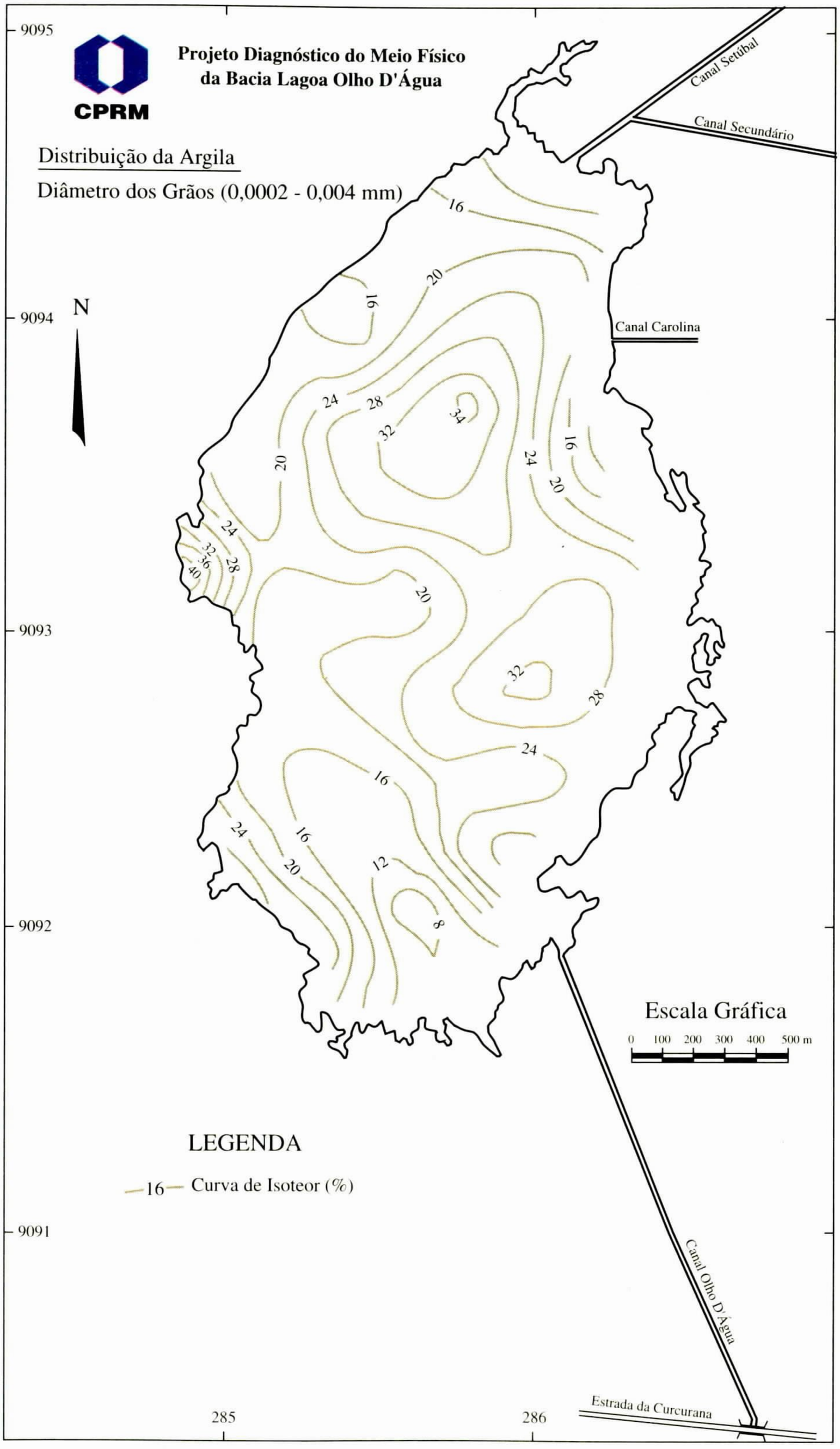

9095
9094
9093
9092
9091
285
286
CPRM
Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
Distribuição da Argila
Diâmetro dos Grãos (0,0002 - 0,004 mm)
N
Canal Setúbal
Canal Secundário
Canal Carolina
Canal Olho D'Água
Estrada da Curcurana
Escala Gráfica
0 100 200 300 400 500 m
LEGENDA
16 Curva de Isoteor (%)

Figura 33

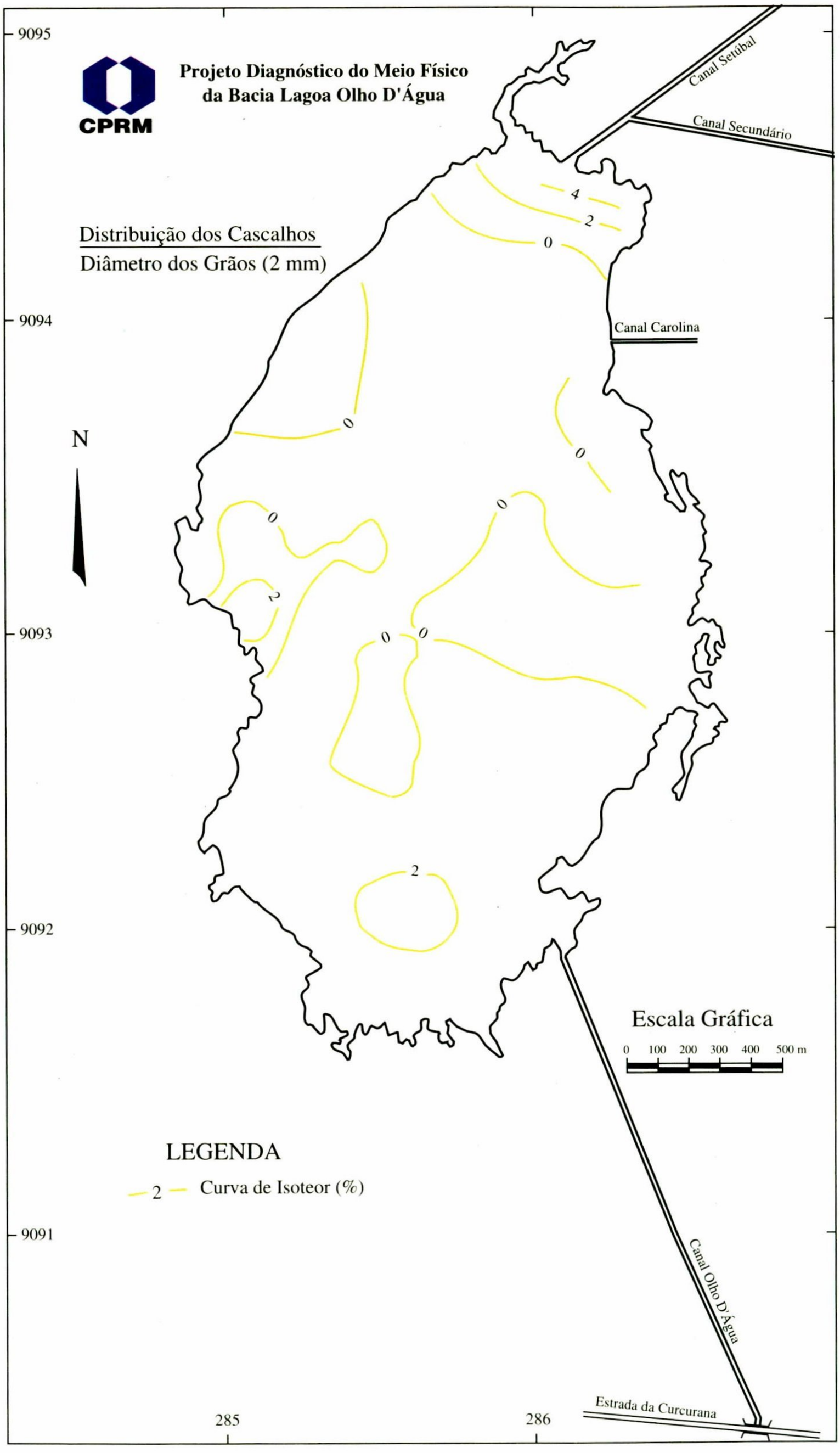

Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
CPRM
Distribuição dos Cascalhos
Diâmetro dos Grãos (2 mm)
N
Canal Setúbal
Canal Secundário
Canal Carolina
Canal Olho D'Água
Estrada da Curcurana
Escala Gráfica
0 100 200 300 400 500 m
LEGENDA
2 Curva de Isoteor (%)
9095
9094
9093
9092
9091
285
286
4
2
0
0
0
0
0
0
0
0
2
2

Figura 34

• A implantação de qualquer obra de engenharia ou urbanização na área do entorno da Lagoa Olho D'Água, necessita da execução de uma malha de sondagem geotécnica mais adensada, acompanhada de ensaios geotécnicos, direcionados ao projeto executivo de manejo da área.

• A ocorrência do lençol freático próximo à superfície do terreno dificulta as obras de engenharia, exigindo mão-de-obra especializada e equipamento adequado para efetuar seu rebaixamento. Qualquer manejo nesse sentido, portanto, requer estudo mais detalhado.

• Embora alguns elementos químicos tenham apresentado valores altos, excetuando o Pb, o enriquecimento destes elementos é explicado pelo processo evolutivo do sistema lagunar, portanto, não são elementos contaminantes ou danosos ao ecossistema.

7 - EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA

7.1- Material e Métodos

Foram utilizadas informações obtidas do Mapa Topográfico do Serviço Geográfico do Exército (SGE) de 1943, de fotointerpretação de fotografias aéreas de 1969, escala 1:30.000 e do levantamento topobatimétrico de 1995, executado pela equipe técnica do projeto, bem como dados digitais do sistema TM/Landsat-5 referentes à órbita 214, ponto 64, de 1991. É uma passagem logo após um período de chuvas e uma das duas passagens disponíveis dessa região ao sul de Recife. Os dados digitais foram gentilmente cedidos pelo Departamento de Cartografia da Universidade Federal de Pernambuco.

Durante o tratamento da imagem (via análise visual e testes com filtros) observou-se uma certa degradação na qualidade radiométrica dos dados. Outro aspecto avaliado foi o da presença de nuvens (pares nuvem-sombra) que, praticamente, inviabilizaram a investigação das áreas adjacentes aos médio e alto curso do Rio Jaboatão. Conforme se verifica na composição colorida 2R, 4G, 3B (nas cores branco e cinza escuro) da Foto 7. Observa-se que esses pares nuvem-sombra aparecem justapostos e esparsados em praticamente toda porção ocidental da área de estudo, notadamente nos quadrantes NW e SW.

O equipamento empregado no processamento digital de imagens foi um micro PC Pentium de 100 Mhz com 32 Mb de memória RAM, disco rígido de 2.0 Gb com controladora tipo SCSI 2, placa gráfica de 2.0 Mb e monitor colorido NEC de 21 polegadas. O *software* utilizado foi o ENVI (*The Environment for Visualizing Images*), da Research Systems Inc., na Versão 2.0.

Inicialmente foi feita a gravação do módulo de imagem em disco. Em seguida, tiveram início os trabalhos de processamento (avaliação da qualidade radiométrica e dos efeitos atmosféricos), mediante a redução desses efeitos com algoritmos de correção encontrados no sistema ENVI 2.0. As técnicas de realce e de classificação utilizadas, foram composições coloridas RGB (Red, Green, Blue), ampliação de contraste, componentes principais ou rotação espectral e classificação não-supervisionada (isodata) e supervisionada (maxver, mínima distância, e paralelepípedo). Inúmeros autores descrevem os conceitos e mostram aplicações das técnicas acima mencionadas, entre outros, Mather (1987), Martins et al. (1993), Silva (1991), Schowengerdt (1983) e Chavez Junior (1975).

Na fase de classificação utilizou-se um módulo de imagem menor que o inicial, enfocando mais a região de interesse (Lagoa, os manguezais, estuário e foz do Rio Jaboatão), para agilizar o trabalho e minimizar a presença de nuvens e a diversificação e complexidade dos alvos urbanos. As classes escolhidas foram **vegetação,**

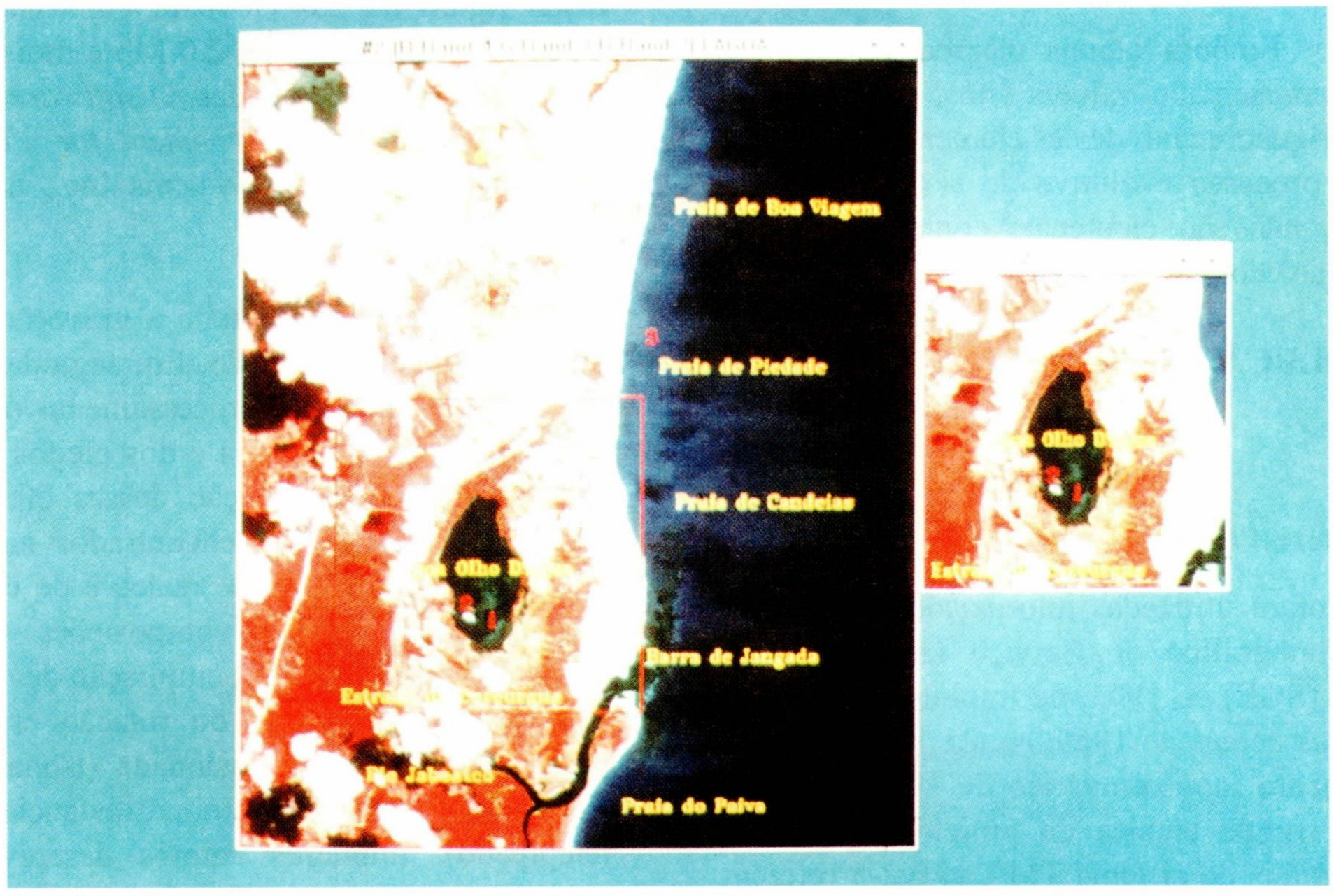


Foto 7 - Composição colorida das bandas 2, 4 e 3 (R - G e B) com destaque para a vegetação

água, mancha urbana, sedimentos em suspensão e os manguezais mediante treinamentos sucessivos, interações e testes. Os algoritmos foram aplicados nas bandas originais e nas componentes principais. Nessa fase, a utilização das imagens de satélite teve por objetivo maior investigar as principais e possíveis fontes de assoreamento e o contorno da Lagoa Olho D'Água, seguido da caracterização das áreas de vegetação remanescente, dos manguezais e da mancha de ocupação urbana da época. Também foram feitas correlações entre as informações dos dados digitais (1991) e as áreas de vegetação, contorno da Lagoa e litoral mapeadas para os anos de 1943/69/95. Com isto pode-se traçar um perfil do comportamento da Bacia Olho D'Água nos últimos 50 anos.

7.2- Evolução Morfológica do Sistema Lagunar

Os resultados aqui apresentados refletem a análise multitemporal da Bacia Lagoa Olho D'Agua, relacionando o impacto dos fatores naturais e da ação antrópica nas variações morfológicas do sistema lagunar.

A Foto 7 é uma composição colorida 2R, 4G e 3B da área de estudo. Em destaque, de oeste para leste, aparecem as manchas nuvens-sombras de cor branca seguida das áreas de vegetação em marron avermelhado remanescentes da Mata Atlântica, preservada no topo das elevações que circundam a área a oeste. O espelho d'água da Lagoa, na porção centro-sul da área, o Rio Jaboatão a sul e o Oceano Atlântico a leste aparecem na cor azul, destacando-se neste último a extensa faixa norte-sul de sedimentos em suspensão (cor azulada - zona 3) margeando a costa, desde a Praia do Paiva, ao sul, até a Praia de Boa Viagem, no extremo norte.

A Foto 8 é uma composição colorida 1R, 2G, 3B (região do visível) onde são mostrados com maior ênfase os pontos acima discutidos. A mancha de sedimento ao longo da costa (zona 3) e dentro da Lagoa (zona 1).

A Foto 9 mostra uma composição colorida RGB das três primeiras imagens componentes principais (PC1-R - PC2-G e PC3-B) resultantes da rotação espectral realizada com as bandas originais TM1 a TM7. O interesse na aplicação da técnica de componentes principais foi de reduzir a dimensionalidade dos dados originais, reunindo o máximo da informação espectral disponível na cena em um número menor de bandas.

Além de permitir a redução da dimensionalidade dos dados a técnica possibilitou também realçar a mancha de ocupação urbana, a Lagoa Olho D'Água e o seu entorno, além da disposição dos sedimentos em suspensão na Lagoa e ao longo da costa. Estes elementos são importantes para o rastreamento do assoreamento e a compreensão da dinâmica do ambiente estuarino-costeiro, na época. De uma maneira geral, o aspecto visual dessa composição em muito se assemelha a composição colorida das imagens originais discutida acima. Entretanto, sabe-se que a composição das imagens componentes principais contém informação de todas as bandas, o que não ocorre com as composições coloridas Foto 7 e 8 que utilizam apenas 3 bandas por vez.

Ainda na Foto 8 estão enumeradas as áreas de ocorrência (1 e 3) de sedimentos em suspensão no oceano, bem como dentro da Lagoa Olho D'Água. Dentro da Lagoa, em torno do ponto 1 (acima e abaixo) ocorrem duas pequenas manchas de sedimentos em suspensão indicativas de que a principal fonte de material para o assoreamento da Lagoa é proveniente do sul, do Canal Olho D'Água, hipótese confirmada pelo levantamento hidrossedimentométrico e análise da distribuição espacial dos sedimentos, discutida anteriormente. Na Foto 8, a área em torno do ponto 2, apresenta coloração mais clara, esbranquiçada. Ela foi interpretada como resultante da presença de uma pequena mancha de nuvem no

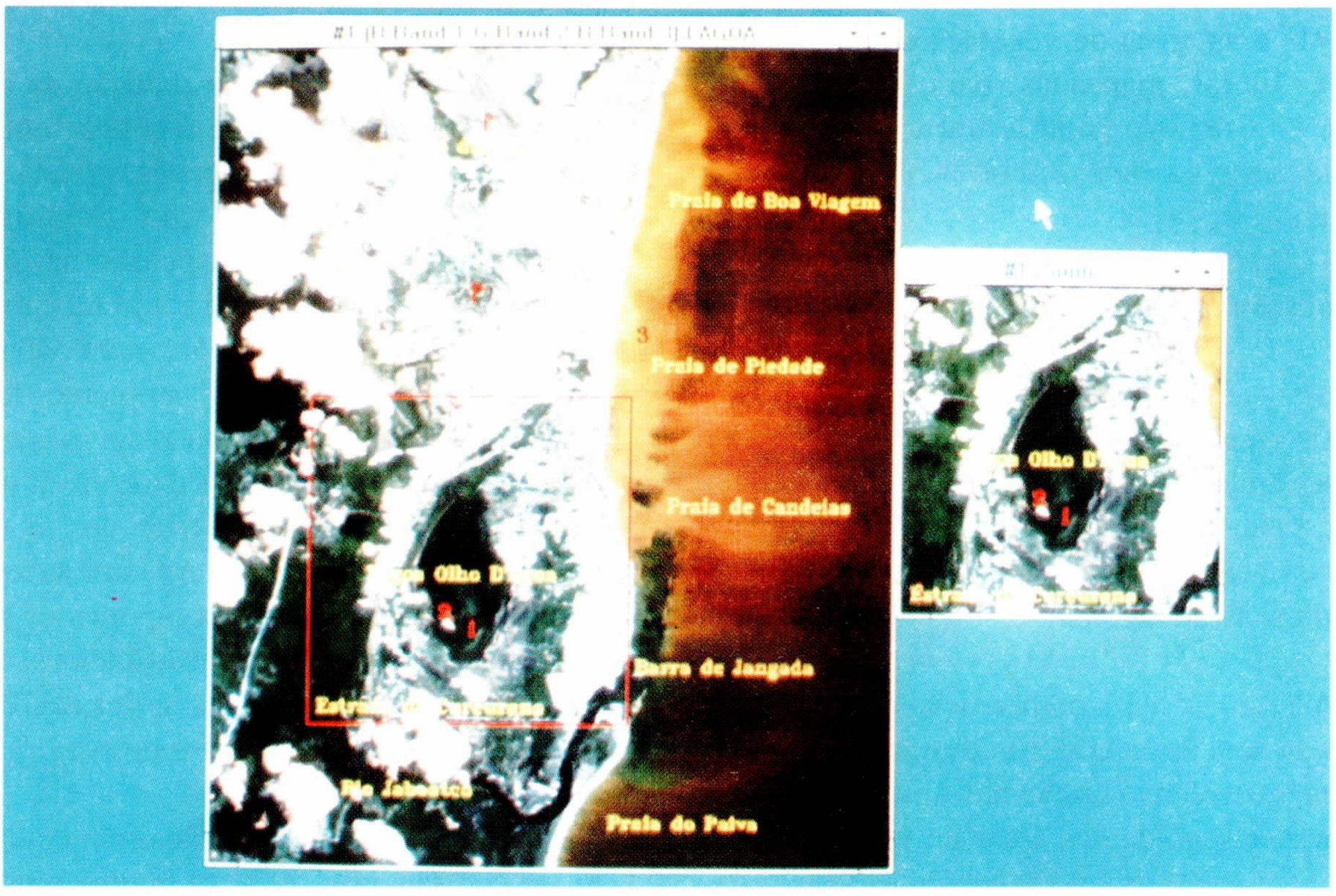


Foto 8 - Composição colorida 1R - 2G - 3B mostrando a mancha de sedimento em suspensão

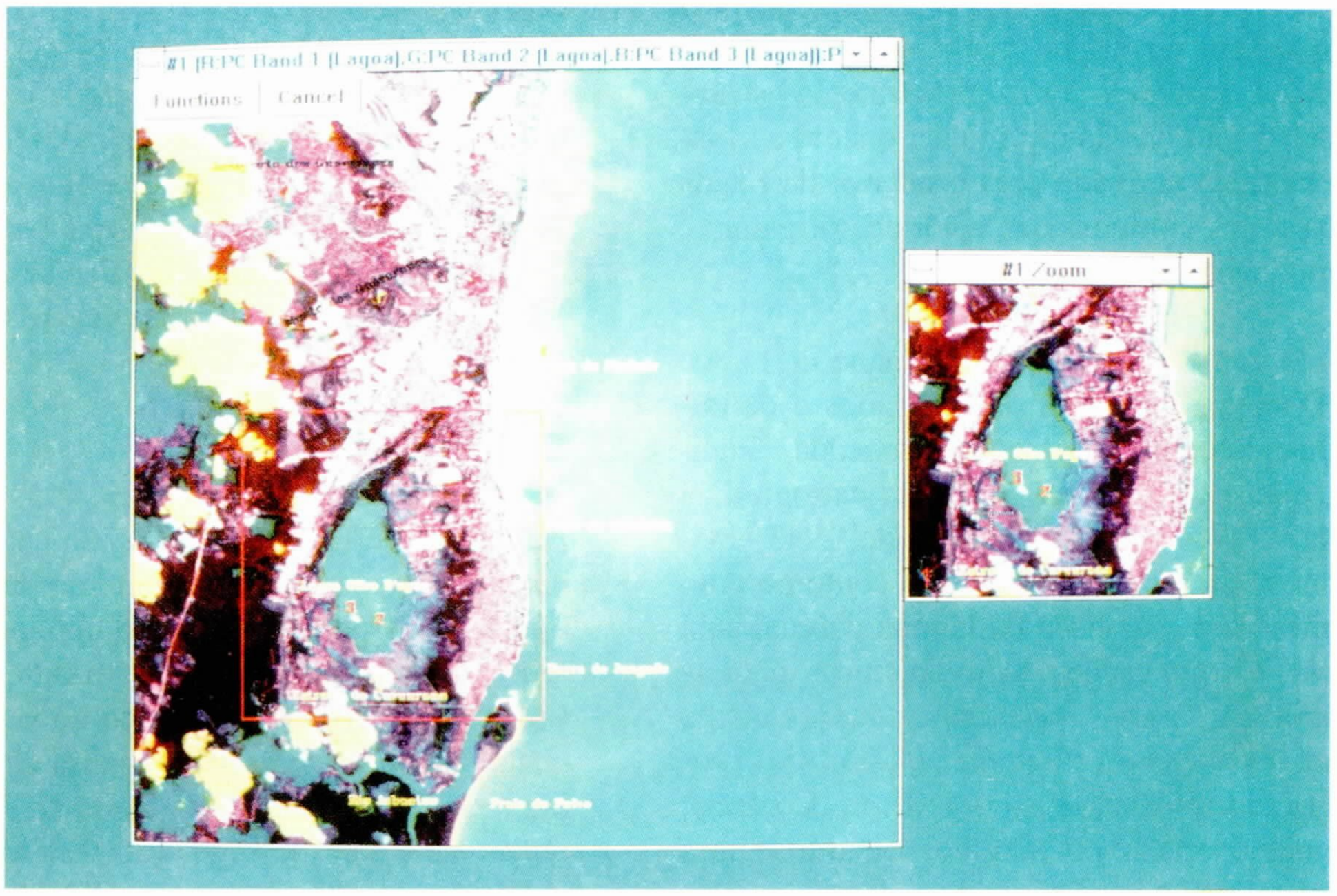


Foto 9 - Composição colorida das imagens componentes principais (PC 1R - PC 2C - PC 3B) das bandas 1,2 e 3 (R-G-B), com realce da mancha urbana

local. A composição colorida da Foto 10 apresenta os resultados da classificação supervisionada, utilizando as bandas originais TM2, TM3, TM4 e TM5 com as respectivas classes de vegetação (azul), água (verde), sedimento em suspensão (vermelho), mancha urbana (lilás) e mangues e vegetação de macrófitas (rosa).

Ao se analisar os resultados da classificação supervisionada mostrados na Foto 10 verifica-se que os sedimentos em suspensão, o contorno da Lagoa, as áreas de vegetação e de mangue estão bem diferenciadas. Os sedimentos em suspensão dentro da Lagoa também foram individualizados, atestando e complementando as proposições discutidas anteriormente quanto às fontes de material carreado para o interior da Lagoa com base nas composições coloridas originais e de componentes principais.

O contorno e o espelho d'água da Lagoa Olho D'Água, estão bem classificados e definidos. Quando comparados com o mapa da Figura 35, que é o contorno da Lagoa cartografado em Mapa Topográfico, datando de 1943, evidenciam-se fortes as mudanças no contorno e no crescimento ou expansão da lâmina d'água, cuja evolução e implicações hidrodinâmicas e morfodinâmicas foram discutidas anteriormente. Pretendia-se superpor diretamente estes dois produtos (imagem e base cartográfica). Contudo, problemas operacionais surgidos de última hora com aplicativos e periféricos do sistema, inviabilizaram esse propósito.

A classe da água (verde) também aparece como pequenas manchas esparsas no quadrante NW da área. Nesse caso, essas manchas se devem às sombras de nuvens cujos níveis de cinza são baixos, nos mesmos patamares dos da água, motivo pelo qual foram como esta classificadas. O mesmo é observado com as nuvens, comparando as composições coloridas com a imagem da Foto 10 em que estas foram classificadas como alvos urbanos em face dos níveis de cinza estarem próximos e elevados e até mesmo saturados (255) como é o caso das nuvens e dos sedimentos arenosos da linha de praia, as manchas de solos e as coberturas de algumas edificações.

7.3 - Resultados e Discussões

Comparando os dados de 1943 e 1969 (Figuras 35 e 36) verifica-se que as modificações mais expressivas, neste período, residem num incremento da ocupação humana e aumento do espelho d'água da Lagoa.

Este comportamento não corresponde ao mesmo observado para a degradação dos mangues que teve sua maior expressão entre 1991 e 1995 (Foto 10 e Anexo 1 - Mapa Topobatimétrico). Neste último mapa verifica-se que grande parte do mangue que bordejava o Canal Olho D'Água foi aterrado no seu lado oeste para a construção de uma estrada.

No Mapa Topobatimétrico/95 - Anexo 1, pode-se observar que, especialmente no setor norte da Lagoa, parte da planície de inundação está ocupada por vegetação do tipo gramínea que nasce durante o período de vazante. Em 1969 (Figura 36) não havia este tipo de vegetação em quantidade tão expressiva. Analisando-se temporalmente este fato pode-se constatar que a ocorrência deste tipo de vegetação vem aumentando, indicatriz de alteração na qualidade da água e consequente processo de eutrofização.

Durante a estação chuvosa as precipitações frontais atuando sobre a Bacia do Rio Jaboatão (Figura 37) aumentam as descargas líquidas deste, ocasionando um acréscimo dos níveis médios no estuário. Este aumento dos níveis médios de águas é potencializado pelos maiores efeitos de marés de preamar, decorrentes do surgimento da maré meteorológica, função dos ventos intensos de direção sul e sudeste.A urbanização mal planejada em áreas próximas ao estuário, com ater-

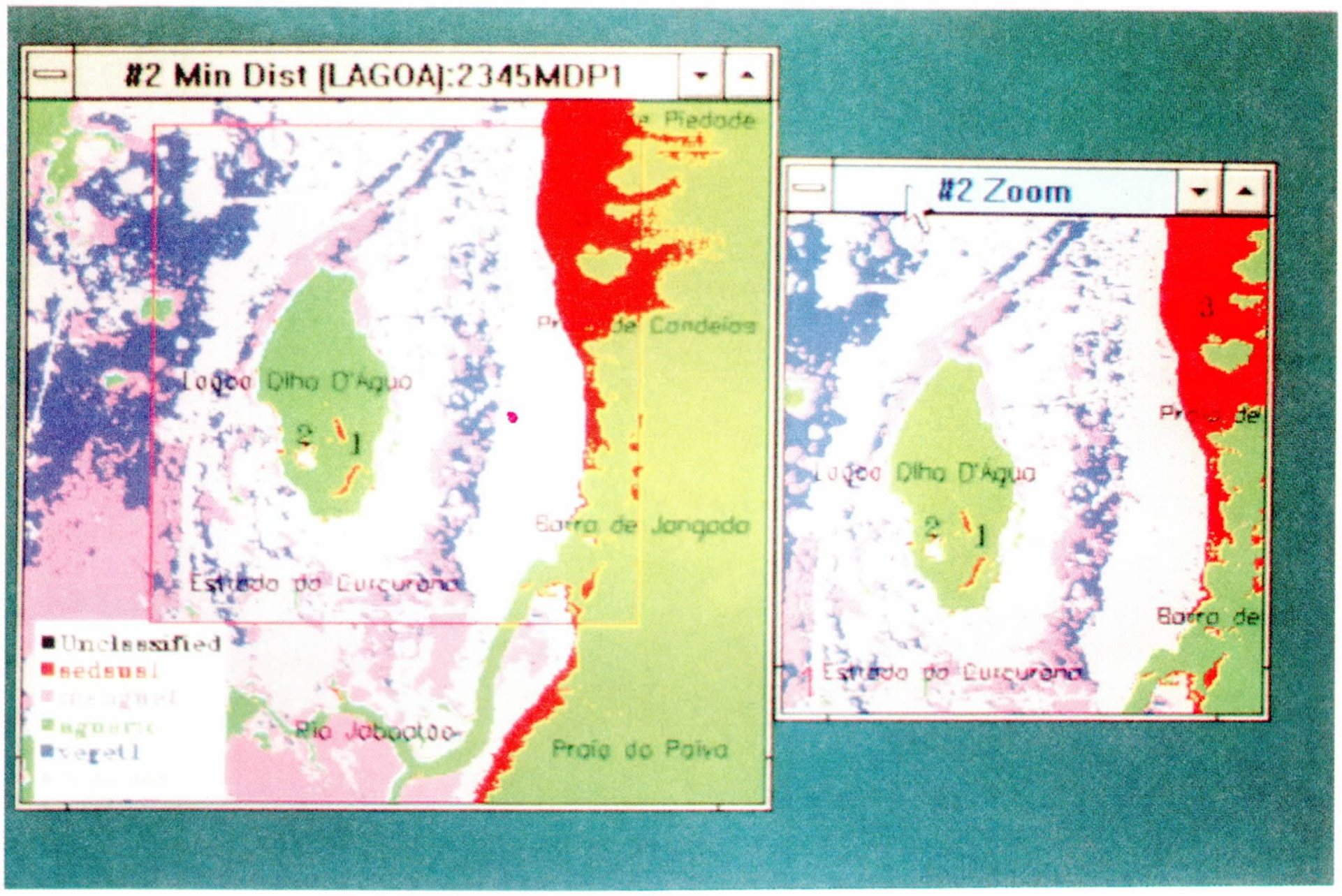
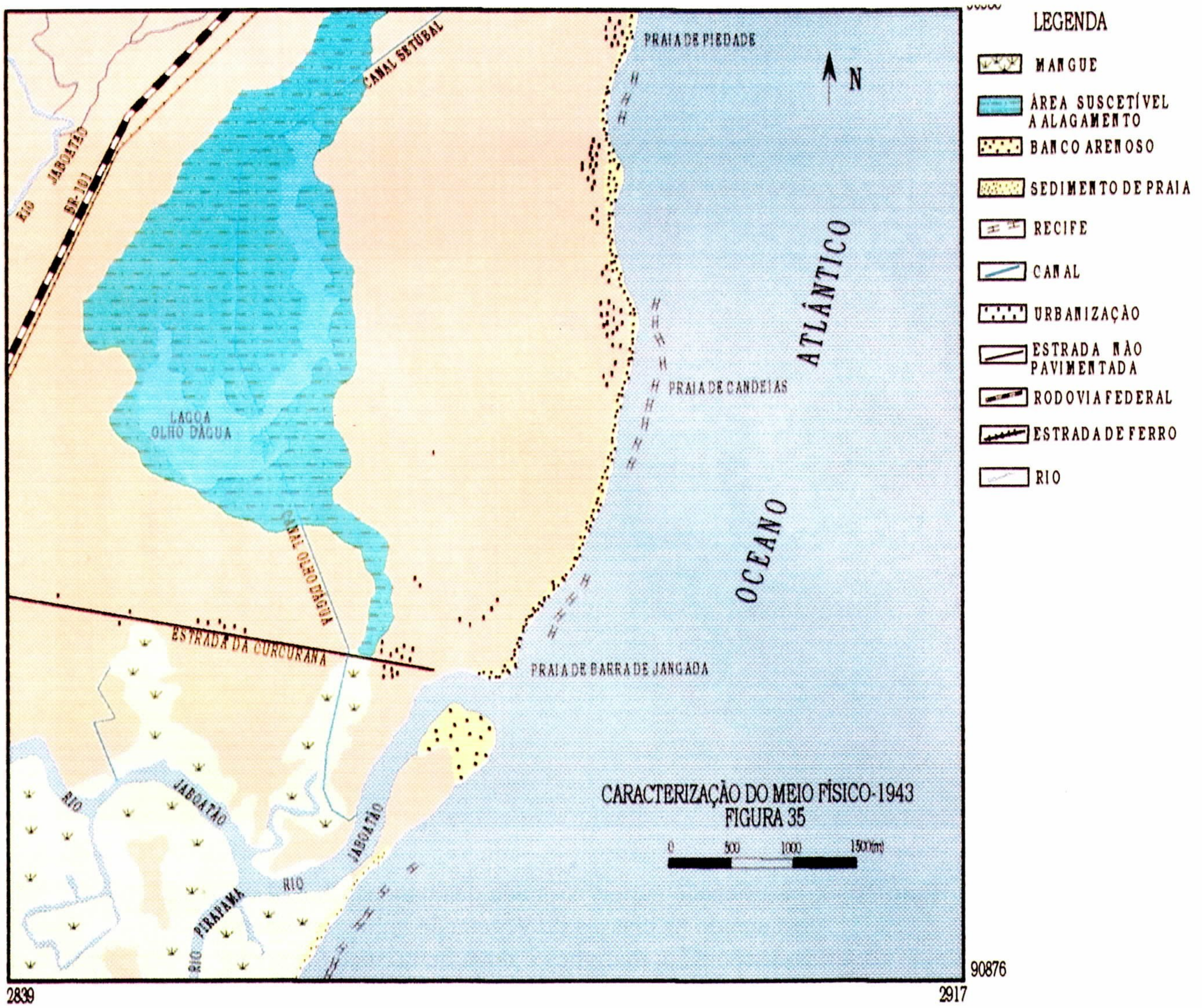
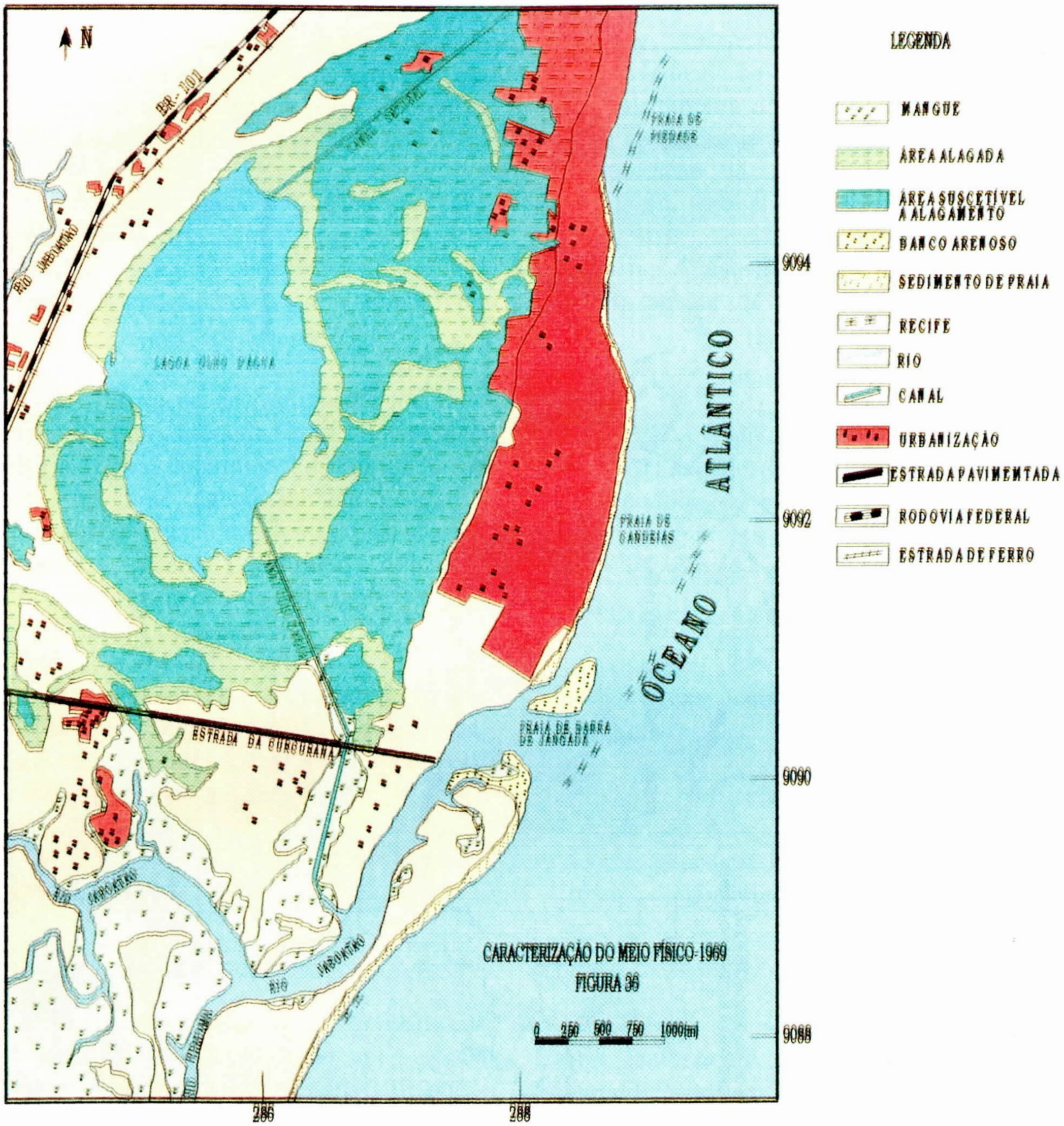


Foto 10 - Classificação supervisionada das bandas (2, 3, 4 e 5) destacando as classes de vegetação, água, sedimento em suspensão, mangues e mancha urbana


CANAL SETUBAL
RIO JABOATÃO
BR-101
LAGOA OLHO DÁGUA
CANAL OLHO DÁGUA
ESTRADA DA CURCURANA
RIO JABOATÃO
RIO PIRAPAMA
RIO JABOATÃO
PRAIA DE PIEDADE
PRAIA DE CANDEIAS
PRAIA DE BARRA DE JANGADA
OCEANO ATLÂNTICO
N
LEGENDA
MANGUE
ÁREA SUSCETÍVEL A ALAGAMENTO
BANCO ARENOSO
SEDIMENTO DE PRAIA
RECIFE
CANAL
URBANIZAÇÃO
ESTRADA NÃO PAVIMENTADA
RODOVIA FEDERAL
ESTRADA DE FERRO
RIO
CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO-1943
FIGURA 35
0 500 1000 1500(m)
90876
2839
2917


N
BR - 101
RIO JABOATÃO
LAGOA OLHO DÁGUA
ESTRADA DA CURGUBANA
RIO JABOATÃO
RIO JABOATÃO
RIO PIRAPAMA
PRAIA DE PIEDADE
PRAIA DE CANDEIAS
PRAIA DE BARRA DE JANGADA
OCEANO ATLÂNTICO
LEGENDA
MANGUE
ÁREA ALAGADA
ÁREA SUSCETÍVEL A ALAGAMENTO
BANCO ARENOSO
SEDIMENTO DE PRAIA
RECIFE
RIO
CANAL
URBANIZAÇÃO
ESTRADA PAVIMENTADA
RODOVIA FEDERAL
ESTRADA DE FERRO
9094
9092
9090
9088
286
288
CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO-1969
FIGURA 36
0 250 500 750 1000(m)

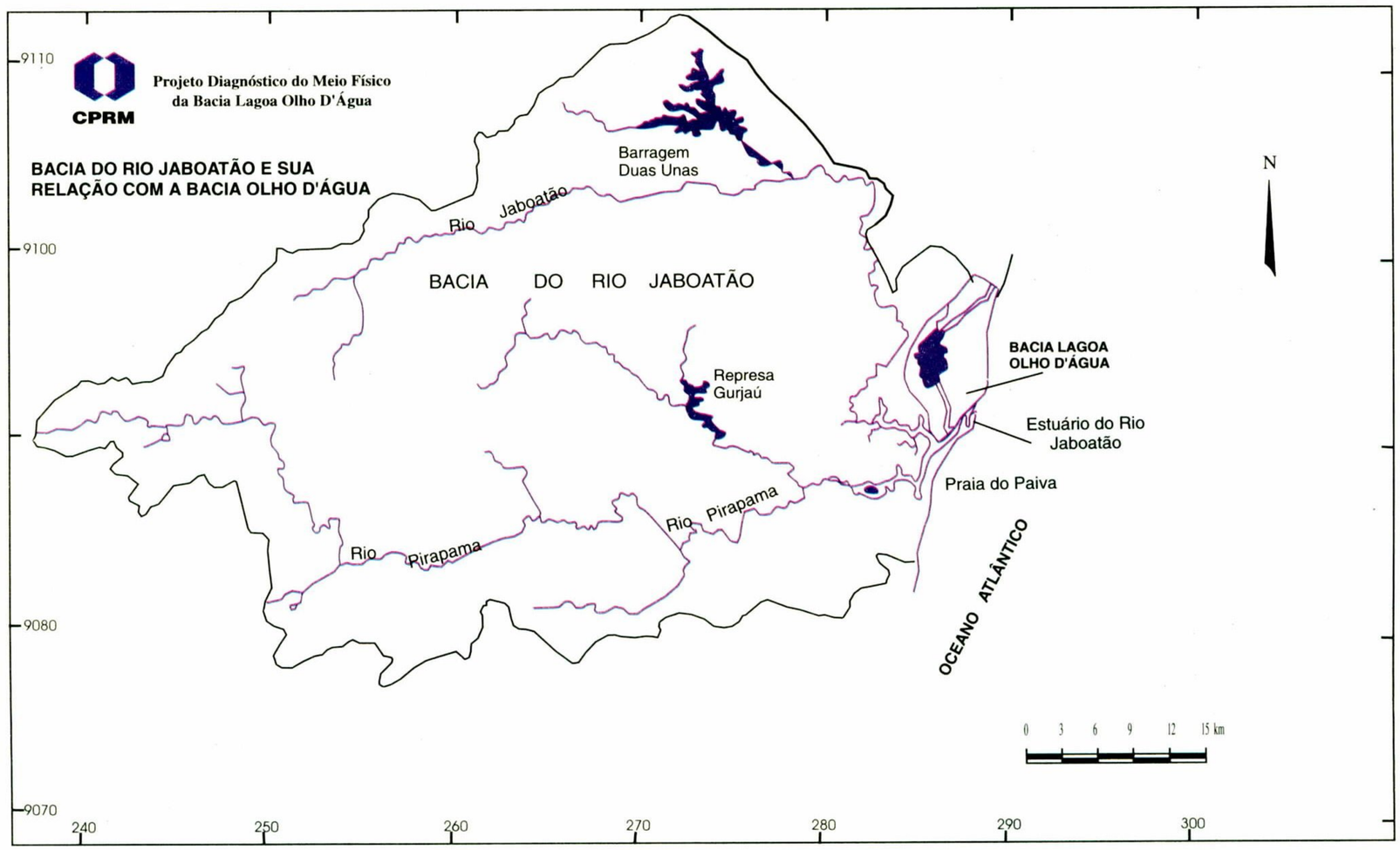

Projeto Diagnóstico do Meio Físico
da Bacia Lagoa Olho D'Água
CPRM
BACIA DO RIO JABOATÃO E SUA
RELAÇÃO COM A BACIA OLHO D'ÁGUA
Barragem
Duas Unas
Rio Jaboatão
BACIA DO RIO JABOATÃO
Represa
Gurjaú
BACIA LAGOA
OLHO D'ÁGUA
Estuário do Rio
Jaboatão
Praia do Paiva
Rio Pirapama
Rio Pirapama
OCEANO ATLÂNTICO
N
0 3 6 9 12 15 km
9110
9100
9080
9070
240
250
260
270
280
290
300

Figura 37

ros e construção de diques, vem provocando o crescimento do *spit* (esporão arenoso), como mostram as Foto 8 e 10, entre a Praia do Paiva e Barra de Jangada, dados de 1991. E os dados de 1943 e 1969, respectivamente Figuras 35 e 36. Na Foto 10 ela está classificada de vermelho e na Foto 8 aparece na cor branca. Esta intervenção antrópica ocasionou três efeitos:

I - Estrangulamento do fluxo das águas no estuário, no período chuvoso, elevando ainda mais os níveis de água, inclusive os do trecho do Rio Jaboatão onde desemboca o Canal Olho D'Água .

II - Elevação da declividade hidraúlica média da desembocadura do Canal no Rio Jaboatão para a Lagoa, determinando uma maior alimentação do corpo lagunar durante o efeito de preamar. Na ocorrência do efeito da baixa-mar o escoamento no sentido Lagoa-mar é dificultado pelo aumento dos níveis do Rio Jaboatão, mantendo-se o entorno inundado.

III - Alteração na deriva litorânea, acarretando um desequilíbrio erosão versus - sedimentação que culmina com uma progressiva destruição das praias, a norte do estuário do Rio Jaboatão.

8 - **CONCLUSÕES**

Em decorrência da sua proximidade com a orla marítima onde existe todo um potencial turístico-imobiliário e a rodovia BR-101, portão de entrada sul do Município de Jaboatão dos Guararapes, a área do entorno da Lagoa, reveste-se de grande importância econômica.

A possibilidade de implantações futuras, nas proximidades da Lagoa, de projetos de ordenação racional do solo especialmente destinados ao turismo, como parque aquático, confirma esta importância.

Os resultados obtidos neste trabalho sugerem, dentro de uma relação custo/benefício relativamente baixa, o manejo da hidrodinâmica e morfometria da Lagoa, de modo a promover um aproveitamento do seu entorno, por meio da diminuição da superfície do espelho d'água, melhoria da qualidade de suas águas e a utilização mais planejada das áreas de influência do sistema. O subsídio a este gerenciamento do sistema lagunar provém das seguintes conclusões:

➔ <u>Na caracterização do meio físico</u>

A hidrodinâmica do corpo lagunar é controlada pelo regime de maré, essencialmente, no período de estiagem, sendo o Canal Olho D'Água o principal responsável pela manutenção e renovação do corpo d'água da Lagoa.

A morfologia do corpo lagunar é regida diretamente pelo nível d'água do Rio Jaboatão cujas águas penetram na Lagoa pelo Canal Olho D'Água.

A circulação das águas na Lagoa é influenciada pelo regime de ventos que sopram dominantemente do quadrante SE e secundariamente do quadrante NE.

A evolução geomorfológica da área de influência do sistema influi sobre a distribuição faciológica dos sedimentos de fundo, uma vez que tanto as atividades antrópicas bem como as modificações naturais controlam a fonte de sedimento que é carreado para a Lagoa.

O setor norte da Lagoa encontra-se potencialmente em processo de eutrofização, enquanto o setor sul, apresenta-se em intenso processo de assoreamento.

Dentre as alterações do meio físico na Bacia Lagoa Olho D'Água, nos últimos 50 anos, são mais expressivos o crescimento da mancha urbana, devastação de mangues, assoreamento do piso lagunar, aumento da superfície do espelho d'água, e, impermeabilização por aterros no entorno da Lagoa e nas margens, especialmente a oeste, do Canal Olho D'Água.

O nível médio máximo de água da Lagoa, no período chuvoso, não ultrapassa 90 cm de profundidade, alcançando valores médios de 40 cm quando cessam as chuvas.

As descargas líquidas sofrem influência direta das amplitudes de marés, alcançando 3,8 m^3/s nas marés de sizígia sob a influência dos efeitos de preamar, com o fluxo no sentido mar - Lagoa.

Os volumes d'água afluentes a Lagoa, via Canal Olho D'Água, superam os volumes que saem, nas preamares das marés de grandes amplitudes, enquanto nas de baixas amplitudes os volumes efluentes sobrepujam os afluentes.

Os valores de descarga sólida de sedimento, calculados por métodos indiretos, durante o efeito de preamar em maré de alta amplitude, estão compreendidos entre 14 t/dia e 16 t/dia, sendo que destes, aproximadamente, 8 t/dia são sedimentos carreados por arrasto e 6 t/dia por suspensão.

Há um rebaixamento dos níveis médios mínimos da Lagoa, em torno de 22 cm, na passagem de um período chuvoso para o início da estação seca.

➔ Na potencialidade de aproveitamento da área

Os recursos de água subterrânea, para consumo humano, restringem-se aos Terraços Marinhos, necessitando um estudo prévio para definir a potencialidade do aquífero e a qualidade físico - química e bacteriológica de suas águas.

Antecede a ocupação da área do entorno da Lagoa um estudo geotécnico mais direcionado, especialmente até a cota de 1,2 metros em que se encontram áreas alagadas e suscetíveis a alagamento.

Na opção de dragagem, é importante considerar que o substrato rochoso da Lagoa apresenta, até aproximadamente 3 metros de profundidade do piso lagunar, uma dominância de areia seguida por um pacote mais argiloso de menor permeabilidade e maior porosidade.

Na diminuição da superfície do espelho d'água se faz necessário considerar que o nível d'água da Lagoa é principalmente regido pelo regime de maré e de precipitações na Bacia do Rio Jaboatão sendo, deste modo, fundamental, o controle do assoreamento nas proximidades do Canal Olho D'Água.

9 - RECOMENDAÇÕES

Dragagem na Desembocadura do Canal Olho D'Água à Lagoa

Na determinação do processo de dragagem, deve ser considerado o equilíbrio do fundo sedimentar, após a dragagem, que se obtém mediante um estudo específico dos parâmetros relativos a dinâmica dos sedimentos, associada ao comportamento hidráulico.

A dragagem dos sedimentos na desembocadura do Canal facilitará a entrada do fluxo d`água na Lagoa, aumentando a capacidade de renovação das suas águas e mantendo condições físico-químicas adequadas a comunidade biótica (fauna e flora).

Dragagem para Aprofundamento Batimétrico

Deve ser considerado a distribuição granulométrica e a acomodação dos sedimentos de fundo, após a dragagem. O tipo de material a ser dragado e sua distribuição espacial devem ser bem conhecidos . Isto porque uma vez extraído do leito da Lagoa, possibilite a estabilidade do relevo do fundo. Dessa forma, deve-se levar em consideração o ângulo de atrito (ou repouso) dos materiais e seu grau de compactação.

O aumento da profundidade poderá manter o mesmo volume do corpo diluente após uma diminuição do espelho d'água. A diminuição deste espelho, permitirá um melhor aproveitamento da área do entorno da Lagoa. Durante esta operação devem ser monitorados os parâmetros de qualidade d'água que mantêm o equilíbrio do ecossistema e a estabilidade do leito batimétrico.

A partir de um estudo direcionado é importante a determinação do uso, preferencialmente, nas proximidades da Lagoa, dos sedimentos dragados, o que resultaria na diminuição do custo operacional.

Monitoramento das Descargas Líquidas no Canal Olho D'Água, com a Loçação de uma Comporta

A partir do conhecimento dos períodos de recarga, durante as marés de alta amplitude, e perda d'água pela Lagoa, nos demais períodos de maré, através do Canal Olho D'Água é possível controlar o volume de água retido na Lagoa bem como o regime de saída.

A implantação de uma comporta no Canal Olho D'Água permitirá o monitoramento do volume do corpo diluente, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e demais parâmetros necessários a manutenção do equilíbrio biótico, dentro do meio físico.

Este sistema de comporta auxiliará nos processos de dragagem definidos.

Durante o efeito de maré das preamares, nas marés de alta amplitude, na estação chuvosa, a comporta poderia ser fechada o que permitiria o controle do assoreamento e inundação das áreas do entorno. Para retenção da água na Lagoa, a comporta permaneceria fechada, durante todo o período das marés de baixa amplitude ou períodos adequados às intervenções na Lagoa.

Ressalta-se a importância de um estudo mais detalhado para definição da melhor locação da comporta, a necessidade do monitoramento dos parâmetros físico-químicos durante a operação desta, para não causar um desequilíbrio ecológico, e da estabilidade do fundo dragado, bem como, o detalhamento das possíveis alterações que possam ocorrer na área de influência da obra.

Estudo da Zona Estuarina dos Rios Jaboatão e Pirapama

Com o crescimento do *spit* (esporão arenoso) e implantação de diques em Barra de Jangada, admite-se a possibilidade de um estrangulamento das descargas líquidas do Rio Jaboatão para o mar.Isto pode elevar o nível d'água, na saída do Canal Olho D'Água para o Rio Jaboatão. A intensificação desse processo pode resultar em maiores descargas líquidas e inundação das margens do Canal e Lagoa.

10 - BIBLIOGRAFIA

ALHEIROS, Margareth Mascarenhas. ***Projeto Rio Jaboatão:*** Relatório final. Recife: Laboratório de Geologia Sedimentar - LAGESE / UFPE, 1996. "não paginado".

BISCAYE, P.E. Mineralogy and sedimentation of recent deep - sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and ocean. ***Geological Society of America Bulletin,*** v. 76, p. 803 - 832, July, 1965.

BRANCO, Samuel Murgel. ***Hidrogeologia ambiental.*** São Paulo: ABRH, 1991. (P. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 3).

BRASIL. DNAEE. Divisão de Controle de Recursos Hídricos. ***Glossário de termos hidrológicos.*** Brasília, 1983 . 291 p.

BRASIL. DNAEE. Manual de fluviometria, (em revisão). Curitiba, 1983. "não paginado".

BRASIL. Ministério do Exército - Estado Maior do Exército. ***Manual técnico:*** Poligonação eletrônica. Brasília, 1976. "não paginado".

CAMPELO, Maria Jaciane de Almeida. ***Aspectos ecofisiológicos, levantamento das macrófitas e análise comparativa do Canal de Setúbal e do Açude Germano.*** Recife, 1995. 58 p. Monografia (Para Obtenção do Grau de Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995.

CARPENTER, R.; PETERSON M. I.; BENNETT, J. T. 210 Pb - derived sediment accumulat on and mixing rates for the Washington Continental slope. ***Marine Geology,*** n. 48, p. 135 - 164, 1982.

CARVALHO, Newton de Oliveira. ***Hidrossedimentologia prática***. Rio de Janeiro: CPRM ELETROBRÁS, 1994. 372 p. il.

CARVALHO, Rizelda Regadas de. ***Contribuição à geomorfologia e sedimentologia da planície costeira do Recife.*** Recife: UFPE / Centro de Tecnologia, 1978. 94 p. il. (Relatório de Graduação).

CHAVEZ JÚNIOR, P. S. Atmosferic, solar and M.T.F. corrections of erts digital imagery. In: American Society of Photogrammetry Convention, 1975. Phoenix. ***Proceedings.*** S.N.T. p.1- 14.

COELHO, Petrônio Alves. Estudo ecológico da Lagoa do Olho D'Água, Pernambuco, com especial referência aos crustáceos decápodos. ***Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco,*** n. 7/8, p. 51-70, 1965.

DOMINGUEZ, José Maria Landim et al. Geologia do quaternário costeiro do estado de Pernambuco. ***Revista Brasileira de Geociências, v.*** 20, n. 1-4, p. 208-215, mar./abr. 1990.

FAURE, Gunter. ***Principles of isotope geology.*** 2ª ed. New York: John Wiley, 1986. 589 p. cap. 21 p. 374-404: ***The U-series disequilibrium methods of dating.***

FERNANDES, Liana Marília Barroso et al. ***Avaliação do impacto da poluição sobre os recursos pesqueiros do Rio Jaboatão.*** Recife: Prefeitura do Jaboatão dos Guararapes/Universidade Federal de Pernambuco/Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional/Companhia Indústrias Brasileiras Portela, 1996. 129 p.

FORTESCUE, J.A.C., DYER, R.D. ***The geochemical map of Ontario pilot project, Part I:*** Report on the 1992 . 80 th meridian traverse. Ontario: Geological Survey, 1994. 307 p. (Open File Report, 5907).

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA - FIDEM. ***Estudo geológico ambiental da lagoa Olho D'Água - Piedade.*** Recife: PLANAT, 1977. 52 p.

GODOY, J. M.; MOREIRA, I.; MENDES, L. B. Study of 210 Pb method aplicability to Guanabara bay sedimentation rates. In: ENCONTRO NACIONAL DE APLICAÇÕES NUCLEARES, 1, Recife, 1991. ***Anais.*** Recife, 1991. 2 v. v. 2 p. 295 - 299.

GODOY, J. M. et al. A study of Guanabara bay sedimentation rates. In: ENCONTRO DE APLICAÇÕES NUCLEARES, 3, 1995, Águas de Lindóia - SP/ENCONTRO DE FÍSICA DE REATORES E TERMOHIDRÁULICA, 10, 1995, Águas de Lindóia - SP, ***Anais.*** Águas de Lindóia - SP, 1995. 2v. v.1 p. 179 - 185.

GOMES, Celso Figueiredo. ***Argilas:*** o que são e para que servem. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986. 427 p.

JACCON, Gilbert. ***Curva-Chave:*** análise e traçado. Brasília: DNAEE, 1989. 273 p.

KOIDE, Minoru; BRULAND, Kenneth; GOLDEBERG, Edward. Th - 228/th-232 and Pb-210 geochronologies in marine and lake sediments. ***Geochimica et Cosmochimica Acta,*** v.37, p. 1171-1187, 1973.

KRUMBEIN, W. C. , SLOSS, L. L. ***Stratigraphy and sedimentation.*** London: W.H. Freeman and Company. 1963, 660 p.

LEAL, Jandira Pedrosa. ***Levantamento das condições ambientais da Região Litorânea de Jaboatão dos Guararapes-PE.*** Recife, 1995. 70p. Monografia (Para obtenção do Grau de Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995.

LIMA, Maria José C. Porto de. ***Prospecção geotécnica do subsolo.*** Rio Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 104 p. 1980.

MARQUES, Aracy de Santa Clara. ***Caracterização Limnológica e distribuição espacial das macrófitas na Lagoa Olho D'Água - Jaboatão dos Guararapes - PE.*** Recife, 1995. "não paginado". Monografia (Para obtenção do Grau de Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995.

MARTINS, Inês da Rosa; TOLDO JÚNIOR, Elírio Ernestino; GRUBER, Nelson Luiz Sambaqui. Descrição de testemunhos da plataforma continental sul brasileira - GEOMAR VII. ***Notas Técnicas,*** n. 5, p. 1-158, 1987.

MARTINS, M. R.; LUZ, V. J. P.; SOARES, C. R. Estudo das variações espaciais e temporais da linha de costa e da formação de bancos de areia entre Pontal do Sul e ilha da Galheta, Paranaguá - PR, por meio de imagens orbitais In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7,1993, CURITIBA. ***Anais.*** Curitiba *1993. p. 170 - 180.*

MATHER, P. M. ***Computer processing of remotely-sensed images, an introduction.*** England: John Wiley & Sons, 1987. 352 p.

NEVES, Eurico Trindade. ***Curso de hidraúlica.*** Porto Alegre: Editora Globo, 1974. 574 p.

NITTROVER, C. A. et al. The effect of sediment mixing on Pb-210 accumulation rates for the Washington continental shelf. ***Marine Geology,*** v. 54, p. 201 - 221, 1984.

ODUM, Eugene P. ***Ecologia.*** Rio de Janeiro: Guanabara S.A, 1988. 434 p.

OLIVEIRA, C. ***Dicionário cartográfico.*** 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 781 p.

SCHOWENGERDT, R. A. ***Techniques for image processing and classification in remote sensing.*** New York: N.Y. Academic Press, 1983 . 249 p.

SILVA, Eliane Valentim da. ***Chumbo - 210 e polônio - 210 em águas subterrâneas da região fosfática de Pernambuco.*** Recife, 1995. 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Nuclear) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1995.

SILVA, Eliane Valentim da et al. 210 Po e 210 Pb em água subterrâneas da região fosfática de Pernambuco. In: ENCONTRO DE APLICAÇÕES NUCLEARES, 3, 1995, Águas de Lindóia - SP/ ENCONTRO DE FÍSICA DE REATORES E TERMODINÂMICA, 10, 1995, Águas de Lindóia - SP. ***Anais.*** Águas de Lindóia - SP, 1995. 2v. v.1 p. 311-315.

SILVA, S. M. P. ***Análise e integração de dados geológicos, TM/LANDSAT-5 e aerogeofísicos da Região de Irajaí (PE) - NE do Brasil:*** Uma abordagem visando aplicações no mapeamento geológico e na prospecção mineral. São José dos Campos: INPE, 1991. 174 p. - (Inpe - 5263 - TDI / 441).

TÁBUAS, das marés para o ano de 1994 / Diretoria de Hídrologia e Navegação: Rio de Janeiro, 1993. 188 p.

TOLDO JÚNIOR, Elírio Ernestino. ***Sedimentação, predição do padrão de ondas, e dinâmica sedimentar da antepraia e zona de surfe do sistema Lagunar da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul.*** Porte Alegre: UFRGS, 1994, 189 p. il (Tese de Doutorado) Curso de Pós - Graduação em Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 1994.

TUBELIS, Antônio; NASCIMENTO, José Lino do. ***Meteorologia descritiva:*** fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1980. 374 p.

VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. ***Hidrologia aplicada.*** São Paulo: McGraw - Hill do Brasil, 1975. 245 p.

CPRM

SUREG-RE-SECLAB

AMOSTRA RR-3132.1 (FDO-845)
Peso do Cascalho: 0,00g
Peso da Areia: 10,81g

ANÁLISE COMPOSICIONAL

CASCALHO
Bioclastos:
Quartzo:
Conc. Argilo-carbonosas:
Conc. Argilosas:
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais:

AREIA
Bioclastos:
Quartzo: >75%
Conc. Argilo-carbonosas: 10-20%
Conc. Argilo-ferruginosas: <1%
Conc. Argilosas:
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais: 1-5%
Feldspato: <1%
Gipsita: <1%
Minerais pesados: <1%
Micas: <1%

Obs.: Os minerais pesados estão representados por: ilmenita, zircão, sillimanita, estaurolita, leucoxênio, epidoto, turmalina, anatásio, rutilo, monazita, anfibólio, andaluzita, cianita, granada, xenotímio, óxido de ferro, magnetita, pirita, corindon e micas.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA

ARREDONDAMENTO		ESFERICIDADE	
Índice	**%**	**Índice**	**%**
0,1	5	0,3	5
0,3	48	0,5	25
0,5	44	0,7	68
0,7	3	0,9	2
0,9			

Arredondamento: 0,1 (anguloso), 0,3 (subanguloso), 0,5 (subarredondado), 0,7 (arredondado), 0,9 (bem arredondado).
Esfericidade: 0,3 (baixa), 05 e 07 (moderada), 09 (alta).
Obs.: Os grãos de quartzo estão mais arredondados nas frações com granulometria superior a 0,5mm.

CPRM

SUREG-RE-SECLAB

AMOSTRA RR- 184.1 (FDO-850)
Peso do Cascalho: 0,05g
Peso da Areia: 9,01g

ANÁLISE COMPOSICIONAL

CASCALHO
Bioclastos:
Quartzo: 1-5%
Conc. Argilo-carbonosas: >95%
Conc. Argilosas:
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais:

AREIA
Bioclastos: <1%
Quartzo: 30-40%
Conc. Argilo-carbonosas: >60%
Conc. Argilo-ferruginosas:
Conc. Argilosas: 1-5%
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais: 1-5%
Feldspato: <1%
Gipsita: <1%
Minerais pesados: <1%
Micas: <1%

Obs.: Os minerais pesados estão representados por: ilmenita, zircão, sillimanita, turmalina, leucoxênio, anatásio, rutilo, estaurolita, cianita, andaluzita, pirita, óxido de ferro, magnetita, epidoto, monazita e anfibólio.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA

ARREDONDAMENTO		ESFERICIDADE	
Índice	**%**	**Índice**	**%**
0,1	1	0,3	4
0,3	45	0,5	27
0,5	50	0,7	65
0,7	4	0,9	4
0,9			

Arredondamento: 0,1 (anguloso), 0,3 (subanguloso), 0,5 (subarredondado), 0,7 (arredondado), 0,9 (bem arredondado).
Esfericidade: 0,3 (baixa), 05 e 07 (moderada), 09 (alta).
Obs.: Os grãos de quartzo estão mais arredondados nas frações com granulometria superior a 0,5mm.

CPRM

SUREG-RE-SECLAB

AMOSTRA RR-1444.1 (*FDO-855*)
Peso do Cascalho: 0,00g
Peso da Areia: 9,91g

ANÁLISE COMPOSICIONAL

CASCALHO
Bioclastos:
Quartzo:
Conc. Argilo-carbonosas:
Conc. Argilosas:
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais:

AREIA
Bioclastos:
Quartzo: >95%
Conc. Argilo-carbonosas: <1%
Conc. Argilo-ferruginosas: <1%
Conc. Argilosas: <1%
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais: 1-5%
Feldspato: <1%
Gipsita:
Minerais pesados: <1%
Micas: <1%

Obs.: Os minerais pesados estão representados por: ilmenita, zircão, sillimanita, estaurolita, leucoxênio, anatásio, rutilo, turmalina, monazita, xenotímio, epidoto, cianita, andaluzita, granada, anfibólio, óxido de ferro e magnetita.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA

ARREDONDAMENTO		ESFERICIDADE	
Índice	**%**	**Índice**	**%**
0,1	2	0,3	5
0,3	42	0,5	22
0,5	50	0,7	67
0,7	6	0,9	6
0,9			

Arredondamento: 0,1 (anguloso), 0,3 (subanguloso), 0,5 (subarredondado), 0,7 (arredondado), 0,9 (bem arredondado).
Esfericidade: 0,3 (baixa), 05 e 07 (moderada), 09 (alta).
Obs.: Os grãos de quartzo estão mais arredondados nas frações com granulometria superior a 0,5mm.

CPRM

SUREG-RE-SECLAB

AMOSTRA RR- 1084.1 (FDO-860)
Peso do Cascalho: 0,00g
Peso da Areia: 3,45g

ANÁLISE COMPOSICIONAL

CASCALHO
Bioclastos:
Quartzo:
Conc. Argilo-carbonosas:
Conc. Argilosas:
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais:

AREIA
Bioclastos: <1%
Quartzo: >95%
Conc. Argilo-carbonosas:
Conc. Argilo-ferruginosas:
Conc. Argilosas: <1%
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais: 1-5%
Feldspato: 1-5%
Gipsita:
Minerais pesados: <1%
Micas: <1%

Obs.: Os minerais pesados estão representados por: ilmenita, zircão, sillimanita, estaurolita, turmalina, epidoto, leucoxênio, anatásio, rutilo, monazita, andaluzita, cianita, granada, anfibólio e micas.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA

ARREDONDAMENTO		ESFERICIDADE	
Índice	%	Índice	%
0,1	1	0,3	5
0,3	45	0,5	23
0,5	51	0,7	67
0,7	3	0,9	5
0,9			

Arredondamento: 0,1 (anguloso), 0,3 (subanguloso), 0,5 (subarredondado), 0,7 (arredondado), 0,9 (bem arredondado).
Esfericidade: 0,3 (baixa), 05 e 07 (moderada), 09 (alta).
Obs.: Os grãos de quartzo estão mais arredondados nas frações com granulometria superior a 0,5mm.

CPRM

SUREG-RE-SECLAB

AMOSTRA RR-542.1 (FDO-883)
Peso do Cascalho: 0,00g
Peso da Areia: 2,15g

ANÁLISE COMPOSICIONAL

CASCALHO
Bioclastos:
Quartzo:
Conc. Argilo-carbonosas:
Conc. Argilosas:
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais:

AREIA
Bioclastos: <1%
Quartzo: 35-45%
Conc. Argilo-carbonosas: >55%
Conc. Argilo-ferruginosas: <1%
Conc. Argilosas: <1%
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais: <1%
Feldspato: <1%
Gipsita: <1%
Minerais pesados: <1%
Micas: <1%

Obs.: Os minerais pesados estão representados por: ilmenita, zircão, sillimanita, leucoxênio, anatásio, rutilo, epidoto, estaurolita, turmalina, monazita, anfibólio, magnetita, cianita, andaluzita, óxido de ferro, pirita, granada e micas.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA

ARREDONDAMENTO		ESFERICIDADE	
Índice	%	Índice	%
0,1	2	0,3	3
0,3	46	0,5	27
0,5	48	0,7	68
0,7	4	0,9	2
0,9			

Arredondamento: 0,1 (anguloso), 0,3 (subanguloso), 0,5 (subarredondado), 0,7 (arredondado), 0,9 (bem arredondado).
Esfericidade: 0,3 (baixa), 05 e 07 (moderada), 09 (alta).
Obs.: Os grãos de quartzo estão mais arredondados nas frações com granulometria superior a 0,5mm.

CPRM

SUREG-RE-SECLAB

AMOSTRA RR-003.1 (FDO-889)
Peso do Cascalho: 0,01g
Peso da Areia: 5,20g

ANÁLISE COMPOSICIONAL

CASCALHO
Bioclastos:
Quartzo:
Conc. Argilo-carbonosas: 100%
Conc. Argilosas:
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais:

AREIA
Bioclastos:
Quartzo: 25-35%
Conc. Argilo-carbonosas: >65%
Conc. Argilo-ferruginosas:
Conc. Argilosas: <1%
Frag. de Rochas:
Restos de Vegetais: 1-5%
Feldspato: <1%
Gipsita:
Minerais pesados: <1%
Micas: <1%

Obs.: Os minerais pesados estão representados por: ilmenita, zircão leucoxênio, anatásio, turmalina, rutilo, pirita, cianita, sillimanita, epidoto, estaurolita, monazita, micas, óxido de ferro, granada e magnetita.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA

ARREDONDAMENTO		ESFERICIDADE	
Índice	**%**	**Índice**	**%**
0,1	2	0,3	2
0,3	44	0,5	28
0,5	50	0,7	66
0,7	4	0,9	4
0,9			

Arredondamento: 0,1 (anguloso), 0,3 (subanguloso), 0,5 (subarredondado), 0,7 (arredondado), 0,9 (bem arredondado).
Esfericidade: 0,3 (baixa), 05 e 07 (moderada), 09 (alta).
Obs.: Os grãos de quartzo estão mais arredondados nas frações com granulometria superior a 0,5mm.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
PREFEITURA MUNICIPAL DE JABOATÃO DOS GUARARAPES - SECRETARIA DE ARTICULAÇÃO
EMPRESA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO - EMDEJA

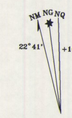
PROGRAMA DE GESTÃO E ADMINISTRACÃO TERRITORIAL – GATE
PROJETO DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO
DA BACIA LAGOA OLHO D'ÁGUA

LEGENDA

- GRAMÍNEA
- MANGUE
- ÁREA ALAGADA (cota de 0.6 a 0.9m)
- ÁREA SUSCETÍVEL A ALAGAMENTO (cota 0.9 a 1.2m)
- BANCO ARENOSO
- SEDIMENTO DE PRAIA
- BOLSÃO ALAGADO MARGINAL
- RECIFE
- CURVAS DE NÍVEL (m)
  REFERENCIA DE NIVEL ("0" DO IBGE)
- ESTRADA PAVIMENTADA
- RODOVIA FEDERAL
- ESTRADA DE FERRO
- CANAL
- RIO
- MOLHE
- ÁREA DE COTA SUPERIOR A 1.2m

LOCALIZACÃO DO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS GUARARAPES
DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

DECLINACÃO MAGNÉTICA EM 1996
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



A DECLINACÃO MAGNÉTICA
CRESCE 2,7' ANUALMENTE

O Projeto Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Lagoa Olho D'Água é parte do programa de Gestão e Administração Territorial– GATE executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais– CPRM –Serviço Geológico do Brasil, elaborado pela Superintendência Regional do Recife,supervisionado pelo Departamento de Gestão Territorial– DEGET,em convênio com a Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes,através da Empresa Municipal de Desenvolvimento do Jaboatao – EMDEJA.

Departamento de Gestão Territorial–DEGET : Cassio Roberto da Silva
Helion França Moreira

Superintendente Regional do Recife : Marcelo Soares Bezerra
Gerente: Enjôtras Lima
Supervisor do Projeto: Ivo Figueirôa
Chefe do Projeto: Hortência Ma. B. de Assis

Executores :
Erval Manoel Linden – Técnico em Cartografia – CPRM
Evandro de Aguiar – Topógrafo / PMJC

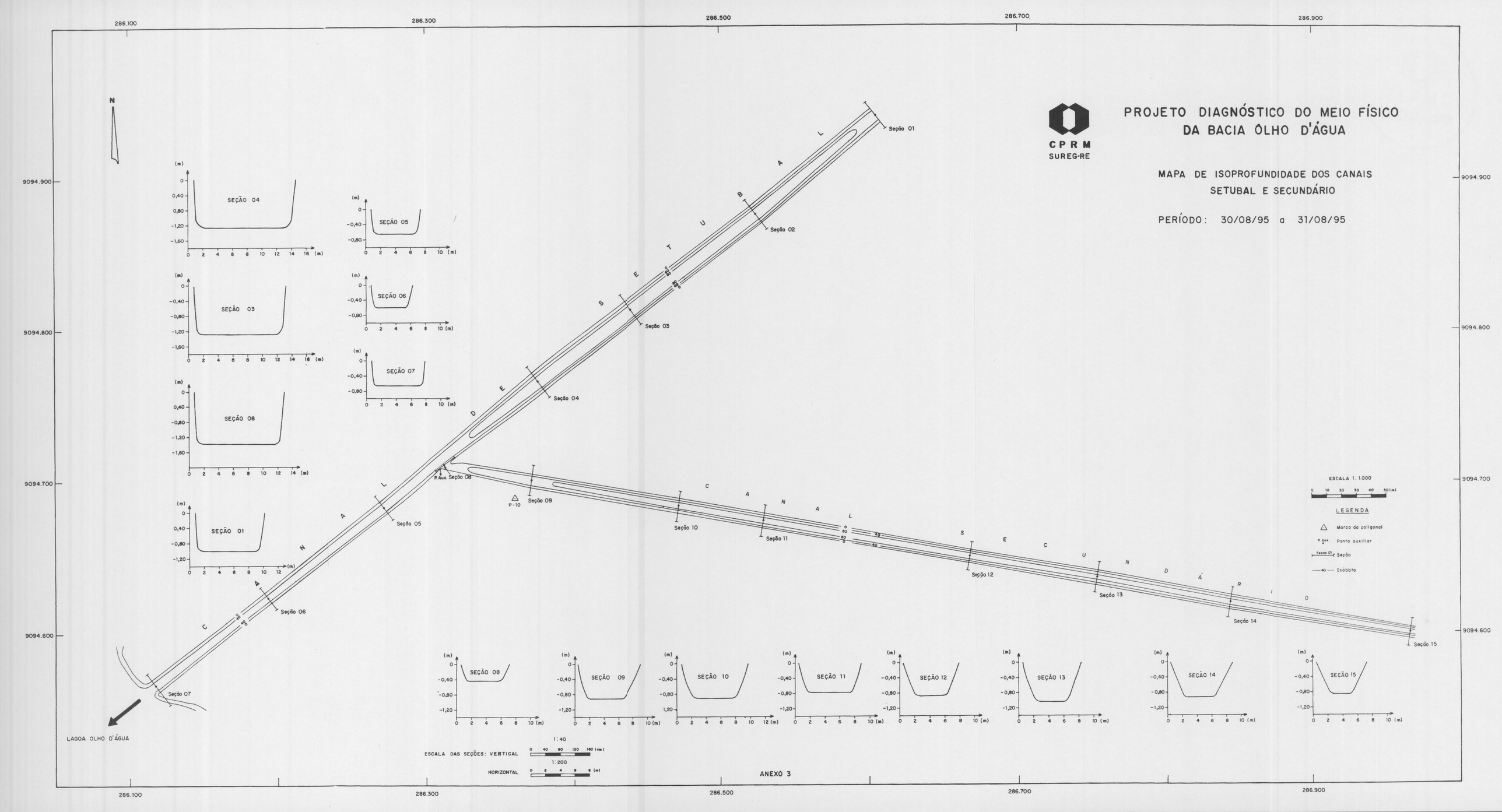
CPRM
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

0 100 200 300 400 500(m)
ESCALA 1:10.000

MAPA TOPOBATIMÉTRICO
LAGOA OLHO D'ÁGUA E ÁREA DE INFLUÊNCIA

PRODUCÃO E IMPRESSÃO
GEOSISTEMAS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO LTDA.

ANEXO 1



PROJETO DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO
DA BACIA ÔLHO D'ÁGUA
CPRM
SUREG-RE
MAPA DE ISOPROFUNDIDADE DOS CANAIS
SETUBAL E SECUNDÁRIO
PERÍODO: 30/08/95 a 31/08/95
N
CANAL DE SETUBAL
CANAL SECUNDÁRIO
Seção 01
Seção 02
Seção 03
Seção 04
Seção 05
Seção 06
Seção 07
Seção 08
Seção 09
Seção 10
Seção 11
Seção 12
Seção 13
Seção 14
Seção 15
P.Aux. Seção 08
P-10
LAGOA OLHO D'ÁGUA
ESCALA 1:1.000
LEGENDA
Marco da poligonal
Ponto auxiliar
Seção
Isóbata
ESCALA DAS SEÇÕES: VERTICAL 1:40
HORIZONTAL 1:200
ANEXO 3
286.100
286.300
286.500
286.700
286.900
9094.900
9094.800
9094.700
9094.600

PROJETO DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO DA BACIA OLHO D'ÁGUA

CPRM
SUREG-RE

MAPA DE ISOPROFUNDIDADE DO CANAL OLHO D'ÁGUA

EXECUTADO EM: 27/08/95

286.150 286.300 286.450 286.600 286.750

9.091.950 9.091.650 9.091.350 9.091.050 9.090.750 9.090.450

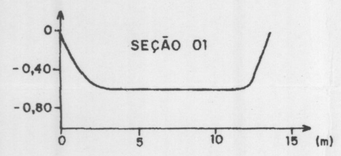
LAGOA OLHO D'ÁGUA

N

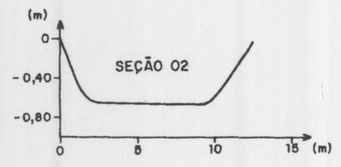
Seção 01
Seção 02
P-06
Seção 03
Seção 04
Seção 05
Seção 06
P. Aux.- 01
Seção 07
Seção 08
P. Aux.- 02
Seção 09
Seção 10
Seção 11
Seção 12
Seção 13
Seção 14
Seção 15
Seção 16
P. Aux - 03

ESTRADA DA CURCURANA

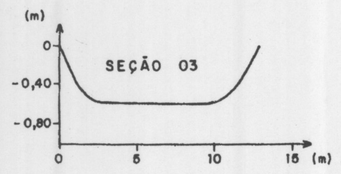
SEÇÃO 01



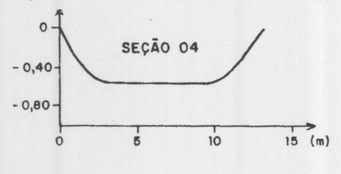
SEÇÃO 02



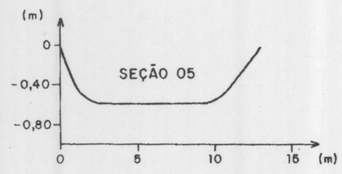
SEÇÃO 03



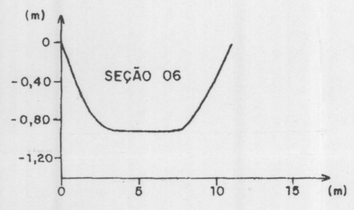
SEÇÃO 04



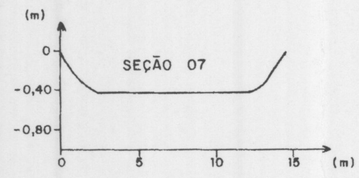
SEÇÃO 05



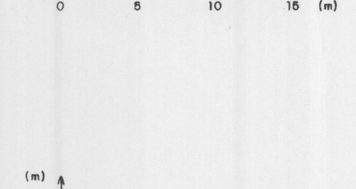
SEÇÃO 06



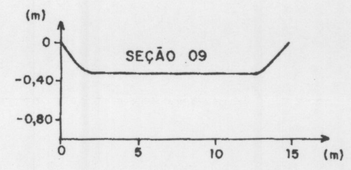
SEÇÃO 07



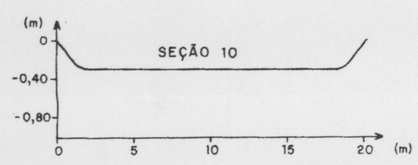
SEÇÃO 08



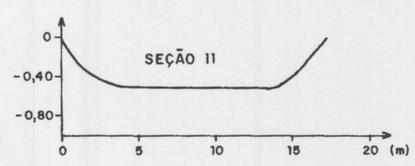
SEÇÃO 09



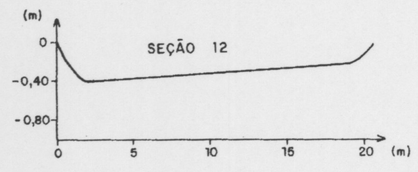
SEÇÃO 10



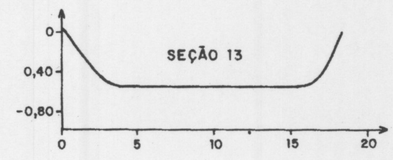
SEÇÃO 11



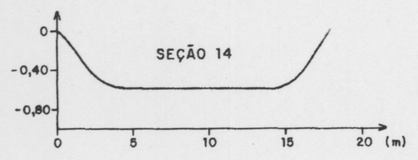
SEÇÃO 12



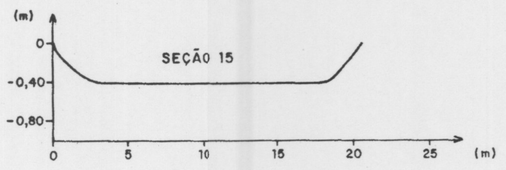
SEÇÃO 13



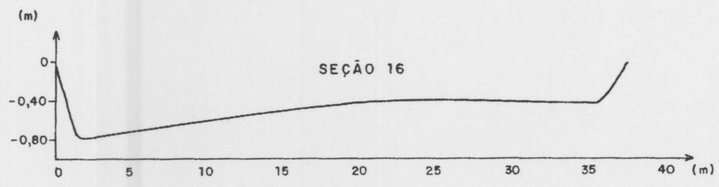
SEÇÃO 14



SEÇÃO 15



SEÇÃO 16



ESCALA 1:1.500

0 15 30 45 60 (m)

LEGENDA

- Marco da poligonal
- P. Aux-01 — Ponto auxiliar
- Seção 01 — Seção
- 40 — Isóbata

ESCALA DAS SEÇÕES

VERTICAL 1:40 — 0 40 80 120 160 (cm)

HORIZONTAL 1:250 — 0 2,5 5 7,5 10 (m)

ANEXO 2