anexo memo 354/DEOFO/81

PROJETO LAGOA DE ARARUAMA

RELATÓRIO DE BATIMETRIA

JULHO/1981

Mem 354/81/k

I-96

CPRM — SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório nº 1388
N.º de Volumes: 1 V: -S
PH0093S7

PROJETO LAGOA DE ARARUAMA

RELATÓRIO DE BATIMETRIA

JULHO/1981

EQUIPE TÉCNICA

GEÓLOGO COORDENADOR E SUPERVISOR GERAL: ..... Oscar P. Gross Braun

GEÓLOGO CHEFE DO PROJETO: ..... Paulo Cesar M.P. de Azevedo Branco

Carlos Ivan Santana (até 26/03/81)

GEOMORFÓLOGO: ..... Ronaldo Ramalho

GEÓLOGO RESPONSÁVEL PELO CONTROLE DA EXECUÇÃO: ..... Pedro Martins de Oliveira

ADMINISTRADOR DA BASE DE CAMPO: ..... Almir Fraga

HIDROMETRISTA: ..... Nilo Teixeira de Souza

OPERADOR DE BORDO: ..... Frederico M. da Silva Pinto

EQUIPE DE GEODÉSIA: ..... Engº. João Massad Neto

Topógrafo ..... Joaquim Salatiel de Oliveira

Topógrafo ..... Vanilton Silva Badaró

Topógrafo ..... Erval Manoel Linben

CONSULTORIA ESPECIALIZADA: ..... Hélio Roncarati

Sylvio Geraldo Zembruscki

Silvio Barrocas

Estagiário de Oceanografia: ..... Eduardo Levinsohn G. Pereira

1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta os dados referentes aos trabalhos de batimetria na Lagoa de Araruama, que tem como objetivo atender ao contrato CNA-362-S firmado entre a Companhia Nacional de Álcalis (CNA) e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

O início das atividades de campo se deu a 23 de dezembro de 1980 com a chegada à área de Camboinhas do Barco ECOMAR e dos equipamentos que seriam nele instalados.

Durante o mês de janeiro de 1981 foram realizados os serviços de topografia e a instalação do escritório do Projeto.

Em fevereiro procedeu-se a montagem da infra-estrutura operacional do Projeto com o treinamento em conjunto da equipe de topografia com a equipe de barco, visando otimizar a operação na lagoa, ao mesmo tempo que se procedia a calibragem e aferição do ecobatímetro.

Os serviços de batimetria na lagoa foram iniciados a 23 de fevereiro de 1981 e concluídos a 29 de maio de 1981.

2 - TOPOGRAFIA

Os trabalhos de topografia foram iniciados a 8 de janeiro de 1981 com o reconhecimento dos vértices da Rede Geodésica de 1ª ordem do IBGE. Utilizou-se como base geodésica para a determinação dos pontos de apoio topográfico, os vértices de 1ª ordem Cristas e Sobara, ambos situados na região de São Vicente, distantes cerca de 40 quilômetros de Cabo Frio. Os vértices Itatiquara e Sapiativa-Mirim, localizados mais próximos da área de trabalho,

não foram utilizados devido aos seus marcos estarem totalmente destruídos. A partir dos vértices de 1ª ordem foram determinados os pontos controlados Cruzeiro, Monte Alto e Boqueirão e a partir destes após um reconhecimento da orla da lagoa, foram escolhidos os pontos irregulares que serviriam de estação topográfica (ver figura e mapa anexo). Em todas essas estações, foram cravados marcos de cimento com 0,50 m de altura.

3 - BATIMETRIA

O levantamento batimétrico da lagoa foi feito de dois modos diferentes. Nas áreas com mais de 0,50 m de lâmina d'água foi feita ecobatimetria. A curva de 0,50 m foi feita à régua (medição direta) e a orla da lagoa (linha zero) foi definida a partir de caminhamento e visadas com instrumentos.

Para as medições ecobatimétricas utilizou-se o conjunto denominado RTT-1000A, fabricado pela Submarine Signal Division da Raytheon Company (U.S.A.). Este sistema compõe-se de um transceptor (Sounder Transceiver Model PTR-106), um registrador (Survey Fathometer Model DE-719-RTT) e um transdutor (transducer Model TC-7), operando na frequência de 7 kHz. Este sistema proporciona tanto uma perfilagem de subfundo como uma batimetria de alta resolução em águas rasas, sendo ideal para trabalhos em lagos, rios e regiões costeiras.

Este instrumental de precisão é adaptado ao barco Catamarã ECOMAR, especialmente construído com a finalidade de realizar perfis ecobatimétricos com esta aparelhagem.

3.1 - Sistemática adotada nos levantamentos ecobatimétricos

Inicialmente, segundo a 2ª proposta enviada à CNA em se

CPRM

PROJETO ARARUAMA – R.J.

APOIO TOPOGRÁFICO PARA LOCAÇÃO DE PONTOS DE BATIMETRIA E DE SONDAGEM

ESCALA - 1:100.000

N

SOBARA
CRISTA
CRUZEIRO
SALINAS
Pta DO BICO PRETO
Pta D'AGUA
BARRANCO
BOQUEIRÃO
VINHATEIRO
CAIXA D'AGUA
MQ. DOS MACACOS
Pta DO ANTUNES
Pta BANANEIRAS
M 10 CNA
Pta DA PEÇA
Pta DO AÇAIRA
M 21 CNA
Pta DA MAÇAMBABA
MONTE ALTO
AERO CLUBE FIGUEIRA

CONVENÇÕES

- VÉRTICES DE 1ª ORDEM - IBGE
- PONTO CONTROLADO - CPRM
- PONTO IRRADIADO - CPRM

tembro de 1980, os trabalhos de batimetria deveriam desenvolver-se por áreas prioritárias, a partir da área de Maçambaba. Tais áreas (ver mapa anexo) são respectivamente:

Área I (IA e IB) - MAÇAMBABA - limitada por duas linhas nordeste, uma que liga a Ponta da Maçambaba ao centro de São Pedro d'Aldeia e outra que liga a Ponta da Acaíra à Ponta da Farinha;

Área II - ENSEADA DAS GAIVOTAS;

Área III - IGUABA - limitada por linhas nordeste, uma que liga a Ponta da Acaíra à da Farinha e engloba a Enseada de Figueira e outra que liga a Ponta do Ingá à Ponta do Antunes;

Área IV - ENSEADA DE TUCUNS (limitando-se com a área I);

Área V - PERINAS

Posteriormente, a experiência adquirida no primeiro mês de trabalho fez com que mudássemos de procedimento. O motivo principal dessa mudança foi a limitada capacidade de navegação do barco ECOMAR em águas agitadas. Esta agitação na lagoa de Araruama, é provocada exclusivamente pelos ventos que sopram preferencialmente no quadrante NE, e menos freqüentemente nos quadrantes SW e SE. Acontece que dada as características fisiográficas da região da orla da lagoa, a qual é entrecortada por diversas pequenas enseadas, dependendo da direção dos ventos, alguns setores permanecem tranqüilos enquanto em outros há formação de vagas que podem atingir altura de até 1 m. Então, devido a este fato, optou-se por fazer um rastreamento batimétrico mais flexível não amarrado a sequência de áreas preestabelecida, de modo a complementar a fase de batimetria no prazo estipulado, ou com o mínimo de atraso possível.

Na primeira fase de ecobatimetria, utilizou-se a seguinte sistemática:

1 - Locação e fixação de bóias, pela equipe de topografia a cada 500 m em toda a extensão de uma determinada linha ou linhas de acordo com a malha de estações plotadas no mapa fornecido pela CNA;

2 - Perfilagem ecobatimétrica ao longo das linhas demarcadas com bóias e posterior retirada destas.

Este procedimento foi utilizado de 23 de fevereiro de 1981 (início da batimetria), até 11 de março, nas enseadas de São Pedro d'Aldeia e das Gaivotas, correspondendo as linhas E (1º e 2º segmentos), F (1º segmento), G (1º segmento) H (1º segmento), I (1º e 3º segmentos), J (1º e 3º segmentos), K (3º segmento), L, M (3º segmento), N, O, P e Q.

Face a morosidade desta sistemática, a qual era agravada quando as condições de tempo se tornavam adversas, após reunião com os consultores da PETROBRÁS, geólogos Sylvio G. Zembruscki e Helio Roncarati, decidiu-se optar por outra sistemática a fim de melhorar a produção diária. Esta foi então testada e aprovada, entrando em funcionamento a partir de 12 de março resumindo-se no seguinte:

1 - Determinação das linhas paralelas nordeste, de acordo com a aferição da bússola de barco ECOMAR (direção magnética);

2 - Posicionamento do barco, pela equipe de topografia, na saída da 1ª linha diária (preferencialmente no quadrante NE), de maneira que as visadas fossem feitas a favor do sol matinal (sol às costas).

3 - O piloto orientava então o barco na direção das linhas, visava um ponto no horizonte e partia com o barco, tentando manter-se o mais possível no rumo previsto (atento à bússola e ao ponto visado);

4 - Os dois topógrafos, colocados nas estações respectivas, acompanhavam o barco através dos teodolitos, procurando manter a imagem do barco na parte central do campo da luneta;

5 - Em cada intervalo de tempo correspondente aproximadamente ao percurso de 500 metros, o operador do ecobatímetro fazia uma marca no registro e o piloto transmitia no rádio o número da estação (p. ex.: ponto e_1, e_2, e_3 ...) e a hora; no mesmo instante, ouvindo pelos rádios, os topógrafos faziam a leitura e anotavam os respectivos ângulos;

6 - No final de cada linha o barco colocava-se na direção perpendicular a mesma (NW-SE) delocando-se, após a marcação do ponto final da linha, cerca de 500 metros até a linha seguinte, repetindo-se então toda a operação, mas em sentido oposto.

Com a adoção desta sistemática, o barco nem sempre pode manter-se em linha reta, mas as posições em cada estação estão corretamente localizadas, permitindo o lançamento preciso das linhas nos mapas.

No rastreamento preliminar, como previsto na proposta, utilizou-se uma distância entre linhas de 500 m e nas áreas de relevo mais acidentado ou mais suscetíveis de conter concheiros mais importantes, esta distância foi diminuída para até 200 m.

Estas linhas (Lb, Lc ...), de direção NE-SW, foram atravessadas por linhas transversais (LT1, LT2, ...) de direção NW-SE e por linhas de amarração ou linhas auxiliares (LA1, LA2 ...), estas últimas também utilizadas para aferição do ecobatímetro.

3.2 - Dados de Produção

Durante a Fase de Batimetria do Projeto, foram completadas 144 linhas batimétricas, divididas ou não em segmentos, totali

zando 220 perfis ecobatimétricos. Tais linhas foram denominadas de principais, transversais e auxiliares, estando abaixo relacionadas:

a) Linhas Principais, de direção NE-SW:

La, Lb, Lc, Ld, Le, Lf, Lg, Lh, Li, Lj, Lk, Ll, Lm, Lm, Lo, Lp, Lq, Lr, Ls, Lt, Lu, Lv, Lw, La', Lb', Lc', Ld', Le', Lf', Lg', Lh', Li, Lj', Lk', Ll', Lm', Ln', Lo', Lp', Lq', Lr', Ls', Lt', Lu', Lv', Lw', Lx', Ly', Lz', Ln'', Lo'', Lp'', Lq'', Lr'', Ls'', Lt'', Lu'', Lv'', Lw'', Lx'', Ly'', Lz'', Ln''', Lo''', Lp''', Lq''', Lr''', Ls''', Lt''';

Total = 69

b) Linhas Transversais, de direção NW-SE:

LTu, LT1s', LT2j, LT3f', LT15'e, LT16h', LT16'e, LT17i', LT17d', LT18i', LT18'e, LT19j', LT19'f, LT20j, LT20'd, LT21j, LT21'd, LT22j, LT22e, LT22k, LT23e, LT24k, LT24'f, LT25k, LT32r', LT37r; Total = 26

c) Linhas Auxiliares, executadas em diversas direções por toda a lagoa, tendo por finalidade a amarração de alguns perfis; algumas vezes estas linhas foram utilizadas para regulagem dos instrumentos:

LA1, LA2, LA, LA4, LA5, LA6, LA7, LA8, LA9, LA10, LA11, LA12, LA13, LA14, LA15, LA16, LA17, LA18, LA19, LA20, LA21, LA22, LA23, LA24, LA25, LA26, LA27, LA28, LA29, LA30, LA31, LA32, LA33, LA34, LA35, LA36, LA36, LA37, LA38, LA39, LA40, LA41, LA42, LA43, LA44, LA46, LA47, LA48, LA49; Total = 49

Além dessas linhas existem algumas outras que, por não apresentarem resolução satisfatória, deverão ser reambuladas durante os trabalhos de sondagem. Esta reambulação deverá ser feita

também nas demais linhas, a fim de verificar as variações decorrentes da salinidade, nos registros do ecobatímetro. Sendo assim, até o final da campanha de sondagem, todas as profundidades serão checadas por medição direta, resultando numa grande precisão dos mapas batimétricos finais.

No cômputo geral da fase de batimetria, foram locados 2462 pontos, num percurso total de aproximadamente 1250 km de batimetria. Esta quilometragem constitui-se em um cálculo preliminar, ligeiramente subestimado em relação ao resultado verdadeiro. As linhas de ecobatimetria e a curva de 0,50 m cujo traçado necessita ser apurado, foram calculados com base nos mapas 1:5.000 preliminares. A orla da lagoa (linha zero), foi calculada com base nos mapas 1:25.000 e 1:5.000 preliminares, cujo traçado definitivo ainda não foi terminado, faltando lançar numerosos diques existentes, principalmente nas áreas próximas a Cabo Frio e São Pedro d'Aldeia. Sendo assim, a orla apresentada é a orla natural com a representação apenas do dique do preconcentrador da CNA.

Estatisticamente estes pontos locados distribuem-se do seguinte modo: 620 na orla da lagoa, 400 na curva de 0,50 m e 1442 nos perfis ecobatimétricos. Por conseguinte, para uma área total de 173,6 km^2 ou 17.363,32 ha, obteve-se uma densidade média de 1 ponto locado por cada 9,2 ha ou 0,09 km^2, o que corresponde a um quadrado de 300 m de lado, o que atende satisfatoriamente as nossas finalidades.

Ressalte-se que, por se constituírem em registros contínuos do fundo da lagoa, as linhas de perfilagem ecobatimétrica permitem que essa densidade seja aumentada, de acordo com as nossas necessidades através de interpolações a partir dos pontos de UTM conhecida, locados para amarração dos perfis.

4 - ASPECTOS FISIOGRÁFICOS

O litoral fluminense, a norte da baía de Guanabara é caracterizado por formações lagunares, algumas delas como, a lagoa de Araruama, a de Saquarema e a de Maricá, de forma bastante semelhantes, isto é, todas estas são formadas sobre uma área de cristalino e são separadas do mar pelas restingas arenosas de idade holocênica.

À norte da lagoa de Araruama o litoral brasileiro muda da direção E-W para SW-NE; nesta área a faixa rebaixada do cristalino possui maior largura em relação à escarpa de falha da Serra do Mar.

A lagoa de Araruama formou-se a partir do crescimento de restingas que se desenvolveram a partir dos pontões do continente em direção às ilhas costeiras, hoje morros do Atalaia, do Forno e do Miranda.

A restinga da parte sul possui uma largura variável entre 500 a 2.000 m e é formada por várias gerações de cordões arenosos. A partir desta restinga se formaram posteriormente algumas pontas de areia que compartimentaram em enseadas o interior da lagoa. A restinga é recoberta por formações eólicas de idade e morfologia diversas.

A restinga da parte leste apresenta largura de cerca de 5 km e é recoberta também por formações eólicas.

É pouco provável que em tempos pretéritos as lagoas de Araruama e a de Saquarema fizessem um único conjunto. Há evidências de apenas um canal de ligação entre as duas. É provável também que a superfície da lagoa não tenha variado substancialmente; por outro lado o contorno da orla interior apresentou inúmeras mudanças sobretudo pelo crescimento das pontas de areia.

A margem norte da lagoa é quase toda formada sobre as rochas do cristalino que apresenta aí um relevo de morros, colinas e espigões alongados, estes últimos relacionados a intrusões de diques básicos. As planícies nesta margem são de reduzida extensão e de gênese aluvial fluvial.

O acréscimo de formações lagunares é mínimo. A antiga linha de costa era muito recortada com pontões e enseadas e é comum observar-se falésias situadas hoje a algumas dezenas de metros da linha d'água.

O fundo da lagoa de Araruama apresenta uma morfologia variada com alternância de bancos arenosos, bacias e vales. As bacias se encontram em profundidades de 6-8 m ou 3-4 m e são cortadas por vales profundos e alongados de até 15 metros. Os bancos arenosos apresentam profundidades de 1 a 2 metros.

A espessura dos sedimentos holocênicos é de 1 a 2 metros podendo atingir até 7 metros nos fundos dos vales. Abaixo desses, na metade norte da lagoa, o embasamento cristalino ocorre a uma profundidade média de 3 m, formando um relevo ondulado característico.

O relevo local anterior à formação da lagoa não poderia ser muito diferente do atual.

Uma melhor caracterização da gênese da lagoa será feita posteriormente com a complementação dos estudos geomorfológicos da área.

5 - SONDAGEM

No decorrer da primeira fase do Projeto procederam-se alguns testes de sondagem objetivando a escolha do melhor método a ser utilizado.

Inicialmente a nossa idéia era construir uma plataforma flutuante rebocável, que transportaria uma sonda a percussão, uma bomba de sucção com um tubo (para testes de dragagem) e uma aparelhagem de "air lift". Após serem feitas consultas diversas concluiu-se que teríamos muitas dificuldades para fixação e estabilização da plataforma, acarretando problemas sérios de sondagem. Esta por sua vez, talvez não apresentasse a recuperação desejada.

Posteriormente então, descartamos este sistema, optando pelo uso do "vibracore" que é o método mais avançado de sondagem subaquática. Por suas características,o mesmo independe das condições de superfície pois a sondagem é feita a partir do fundo, por percussão e vibração. Isto, aliado a um excelente índice de recuperação dos testemunhos, que se mantém quase indeformados, faz deste sistema o mais indicado para a campanha de sondagem na lagoa de Araruama.

5.1 - Sistemática de Sondagem

A malha de sondagem escolhida obedecerá a critérios semelhantes aos utilizados durante a batimetria. Assim sendo, far-se-ão furos espaçados de 500 m contidos em uma malha poligonal regular inicial. A maior parte destes furos deverá atingir uma espessura de 4 m de sedimento. Uma pequena porcentagem deverá chegar até 8 m (espessura máxima registrada nos perfis ecobatimétricos); constituindo-se nos furos estratigráficos.

Após a complementação desta primeira malha, de aproximadamente 600 furos, ter-se-á uma distribuição inicial de teores, a qual permitirá o adensamento da malha nas áreas mais promissoras. Este adensamento deverá ser tanto maior quanto mais irregular se apresente a camada de conchas e a topografia do fundo. Dar-se-á

preferência as áreas não dragadas próximas as áreas dragadas, as áreas não dragadas com altos teores e as áreas dragadas que não tenham sido exauridas.

Observe-se que todo furo será posicionado bem próximo a um perfil ecobatimétrico ou sobre a linha do mesmo. Com isso teremos então um controle rígido do comportamento estrutural da camada minerável, possibilitando no futuro uma otimização da lavra de conchas.

Paulo Cesar de A. Branco

PAULO CESAR M.P. DE AZEVEDO BRANCO
Chefe do Projeto

Visto do Chefe do DEGEO

COMPANHIA NACIONAL DE ÁLCALIS

772000 mE 774500 777000 779500 782000 784500 787000 789500 mE

7474000 mN 7471500 7469000 7466500 7464000 7461500 7459000 mN

LEGENDA

- Ponto com UTM locada no campo
- Linhas de batimetria: Principais (NE-SW) e Transversais (NW-SE)
- Linhas de batimetria: Auxiliares
- Curva de 0,50 m
- Orla da lagoa (Curva de 0m)
- Linhas a serem reambuladas

NM NG 19°50'

Rede de coordenada UTM levantanda e desenhada pelo Centro de Cartografia da CPRM - 1981

PROJETO LAGOA DE ARARUAMA

MAPA DE LINHAS BATIMÉTRICOS

ESCALA 1:25000

0 0,5 1,0 1,5 2,0 km

1981

CPRM

Projeto executado pela Companhia de Pesquisa de Recurso Minerais CPRM
Levantamento batimétrico executado em 1981 pelo Departamento de Geologia

Geólogo responsável: Paulo Cesar M.P. de Azevedo Branco (Geólogo chefe do Projeto)
CREA Nº 2708/76

COMPANHIA NACIONAL DE ÁLCALIS

789000 mE — 792000 — 794500 — 797000 — 7995 — 802000 — 804500 — 807000 mE

7474000 mN — 7471500 — 7469000 — 7466500 — 7464000 — 7461500 — 7459000 mN

ÁREA EXCLUÍDA (TERCEIROS)

LEGENDA

- Ponto com UTM locada no campo
- Linhas de batimetria: Principais (NE-SW) e Transversais (NW-SE)
- Linhas de batimetria: Auxiliares
- Curva de 0,50 m
- Orla da lagoa (Curva de 0m)
- Linhas a serem reambuladas

NM — NG — 19°50'

Rede de coordenada UTM levantanda e desenhada pelo Centro de Cartografia da CPRM - 1981

PROJETO LAGOA DE ARARUAMA

MAPA DE LINHAS BATIMÉTRICOS

ESCALA 1:25000

0 — 0,5 — 1,0 — 1,5 — 2,0 km

1981

CPRM

Projeto executado pela Companhia de Pesquisa de Recurso Minerais CPRM
Levantamento batimétrico executado em 1981 pelo Departamento de Geologia

Geólogo responsável: Paulo Cesar M.P. de Azevedo Branco (Geólogo chefe do Projeto)
CREA Nº 2708/76