

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEOFÍSICAS E GEOLÓGICAS

PALEOCANAIS - UMA OPÇÃO PARA A PROSPECÇÃO DE ÁGUA
SUBTERRÂNEA RASA NA ILHA DE MARAJÓ

Tese Apresentada por

MILTON JOSÉ PORSANI

como requisito parcial à obtenção do grau em

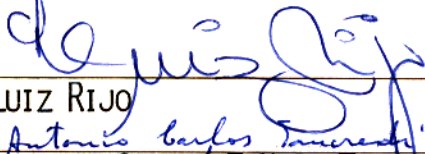
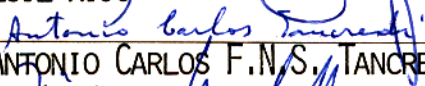
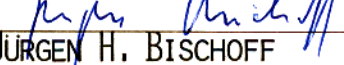
MESTRE EM CIÊNCIAS

Na área de

GEOFÍSICA

Conferido pelo Programa de Pós-Graduação em
Ciências Geofísicas e Geológicas da
Universidade Federal do Pará

Aprovado: 18.09.81


LUIZ RIJO (Orientador)

ANTONIO CARLOS F.N.S. TANCREDI

JÜRGEN H. BISCHOFF

Comitê de Tese

T 832 PORSANI, Milton José

Paleocanais uma Opção para a prospecção da água Subterrânea Rasa na Ilha de Marajó Belém, UFPa/NCGG, 1981 109 p.

Tese de mestrado apresentada no Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas da Universidade Federal do Pará, para obtenção de Grau de Mestre na área de Geofísica.

1- Geofísica. 2-água Subterrâneas 3-Paleocanais I. Universidade Federal do Pará - Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas. II Título.

A Dalva que compartilhou
o destino deste trabalho

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Luiz Rijo pelos inúmeros incentivos e dedicada orientação.

Ao Dr. Jurgen Bischoff pelo apoio no levantamento eletromagnético, bem como pelas sugestões apresentadas.

Ao hidrogeólogo Antonio Carlos F.N.S. Tancredi pela valiosa colaboração e sugestões.

Aos técnicos da seção de hidrogeologia do IDESP, bem como à coordenação daquele órgão, pelo fornecimento dos dados e infra-estrutura no Marajó.

Ao colega Nélio Fonseca pela ajuda no levantamento eletromagnético.

A todos os técnicos, laboratoristas e funcionários do NCGG.

A todos que estão envolvidos com a burocracia da Pós-Graduação, pelo trabalho que tiveram na obtenção de recursos e nas tarefas administrativas.

Em especial ao colega Kiyoshi Kadekaru pelo paciente acompanhamento deste trabalho e pelas valiosas idéias e sugestões que muito bem influenciaram o curso deste trabalho.

A financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) pelo suporte financeiro dado ao projeto "Avaliação e Utilização dos Recursos Hídricos da Ilha de Marajó", que arcou com os gastos desta pesquisa.

A PRONUCLEAR pela bolsa de estudo.

Ao Padre Giovani e Sr. José Américo da paróquia de Santa Cruz do Arari pelo apoio logístico quando dos trabalhos de campo.

Ao Sr. José Alberto Zaire Boulhosa, proprietário da Faz. Menino Jesus, pelo voluntarioso apoio.

Ao Sr. Osvaldo de Miranda Barbosa, Sr. Gaioso e demais trabalhadores da Faz. São Miguel pelo valioso apoio logístico fornecido.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

LISTA DAS ILUSTRAÇÕES

<u>FIGURAS</u>	Pag
1 - Mapa de localização da Ilha de Marajó ~ Pará	4
2 - Isopacas do Grupo Pará	9
3 - Paleocanais e demais estruturas na porção oriental da Ilha - de Marajó	11
4 - Lago Arari a Oeste das estruturas	13
5 - Planta de localização dos trabalhos de campo e das estru <u>t</u> ras investigadas	16
6 - Perfis de caminhamento elétrico sobre o paleocanal Guajará Mirim	21
7 - Perfis de resistividade aparente sobre o paleocanal Guaja- rá Mirim	22
8a - Resultados da interpretação quantitativa de SEVs sobre o paleocanal Guajará Mirim	23
8b - Resultados da interpretação quantitativa de SEVs sobre o paleocanal Guajará Mirim	24
9 - Seção geolétrica - Paleocanal Guajará Mirim	26
10 - Perfis de caminhamento eletromagnético sobre o paleocanal Guajará Mirim	27
11 - Perfis de resistividade aparente sobre a "Linha de Praia" São Miguel	30
12 - Perfis de resistividade aparente sobre a "Linha de Praia" São Miguel	31
13 - Componentes real e imaginária dos caminhamentos eletromag- néticos sobre a "Linha de Praia" S.M. na freqüência de 3090 Hz	32
14 - Seção geolétrica da "Linha de Praia" São Miguel	33
15 - Paleocanal Menino Jesus	35
16 - Perfis de resistividade aparente sobre o Paleocanal Menino Jesus	36
17 - Localização do Perfil de Caminhamento Elétrico seccionan- do as "Linhas de Praias"	37
18 - Perfil de resistividade aparente transversal às "Linhas de Praias"	38
19 - Evolução das curvas de resistividade aparente sobre o pa	

	- leocanal Guajará Mirim	41
20	SEVs realizadas sobre e Adjacentes ao paleocanal da Faz. Conceição	42
21	- Perfis de resistividade aparente sobre o paleocanal da Faz. Conceição	43
22	- SEVs realizadas sobre e adjacentes ao paleocanal Menino Deus	45
23	- SEVs realizadas sobre e adjacentes ao paleocanal do Rio do Saco	46
24	- SEVs a norte do Rio Paracauari	47
25	- Mapa de localização das SEVs da Região do Rio Paracauari...	48
26	- Mapa de localização das SEVs do IDESP que estão próximas a paleocanais	49
27	- SEVs localizadas na porção noroeste ao Lago Arari	51
28a	- SEVs localizadas sobre os paleocanais da porção oriental ao Lago Arari	52
28b	- SEVs localizadas sobre os paleocanais da porção oriental ao Lago Arari	53
28c	- SEVs localizadas sobre os paleocanais da porção oriental ao Lago Arari	54
29	- SEVs localizadas fora dos paleocanais da porção oriental ao Lago Arari	55

TABELAS

1	- Resultados de Análises Físico-químicas da Água dos poços per furados	29
2	- Padrões de potabilidade em Miligramas por Litros	29

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
LISTA DAS ILUSTRAÇÕES	iii
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	3
1.1 <u>Objetivos</u>	3
1.2 <u>Generalidades sobre a Ilha de Marajó</u>	3
1.3 <u>Pecuária na Região de Campos</u>	5
1.4 <u>Trabalhos Geofísicos Anteriores</u>	6
1.5 <u>Hidrogeologia</u>	8
1.5.1 Potencialidade Hidrogeológica do Gr. Pará e Fm. Marajó	8
1.5.2 Potencialidade Hidrogeológica das Estruturas de Superfície ...	10
1.6 <u>Paleocanais - Origem e Mecanismo de Formação</u>	10
1.7 <u>O Lago Arari - Uma Conjectura sobre sua Origem</u>	13
2 DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS	15
2.1 <u>Confecção da Base Cartográfica e Fotointerpretação</u>	15
2.2 <u>Obtenção dos Dados de Campo</u>	15
2.3 <u>Tratamento e Interpretação</u>	18
3 RESULTADOS	20
3.1 <u>Paleocanal Guajará Mirim</u>	20
3.2 <u>"Linha de Praia" São Miguel</u>	28
3.3 <u>Paleocanal Menino Jesus</u>	34
3.4 <u>"Linhas de Praias" a Este da Faz. São Miguel</u>	34
4 DISCUSSÃO E GENERALIZAÇÃO	40
4.1 <u>SEVs sobre o Paleocanal Guajará Mirim</u>	40
4.2 <u>SEVs sobre o Paleocanal da Faz. Conceição</u>	40
4.3 <u>SEVs sobre o Paleocanal da Faz. Menino Deus</u>	40
4.4 <u>SEVs sobre o Paleocanal do Rio do Saco</u>	44
4.5 <u>Paleocanais da Região dos Rios Arapixi e Paracauari</u>	44
4.6 <u>Generalização</u>	50

5	CONCLUSÃO	57
6	TRABALHOS FUTUROS	59
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
8	ANEXOS	62

RESUMO

A Ilha de Marajó apresenta escassez de água de qualidade aceitável para o atendimento da população do interior dos campos. Este problema é maior no período da estiagem. A água de subsuperfície, em grande parte da região, é de péssima qualidade, com elevadas concentrações de sais que a torna imprópria para o consumo.

Com o objetivo de demonstrar a validade de se utilizar os paleocanais para captação de água subterrânea de pequena profundidade, foram investigadas algumas estruturas geológicas da região adjacente ao Lago Arari. Foram utilizados os métodos da eletroresistividade e eletromagnéticos. Foram executadas 7 perfurações geológicas, 59 sondagens elétricas verticais (SEVs) arranjo Schlumberger, 17 Km de caminhamento elétrico e 11 Km de caminhamento eletromagnético.

Os resultados mostraram que as estruturas investigadas correspondem a dois tipos de aquíferos: a) aquíferos com baixa concentração de sais dissolvidos (condutividade de 400 $\mu\text{mho/cm}$, aproximadamente) associado ao paleocanal do Retiro Guajará Mirim; b) aquífero ligeiramente salino associado às "linhas de praias" que apresenta condutividade de 1100 $\mu\text{mho/cm}$.

Valendo-se dos trabalhos geofísicos anteriores realizados na Ilha de Marajó, foi analisado o comportamento das SEVs localizadas sobre outros paleocanais, o que permitiu concluir pela validade da utilização sistemática dos paleocanais, para prospecção e captação de água subterrânea a pequena profundidade na região dos campos naturais da Ilha de Marajó.

São apresentadas hipóteses sobre a evolução morfológica da região onde se encontra o Lago Arari e sobre a dessalinização dos paleocanais, como também são sugeridos trabalhos para a continuidade desta pesquisa.

ABSTRACT

There is a chronicle shortage of water supply of acceptable quality to the population of the Island of Marajó, specially during the dry season. The quality of the ground-water, in most of the region there, is bad due to high salts concentration.

Various surfacial paleo-structures near Arari Lake were investigated with the objective to verify their utility as a shallow source for ground-water supply. A good number of electrical soundings (in total 59), 17 Km of electrical and 11 Km of electromagnetic profilings and 7 well were drilled at selected sites for detail prospecting of the paleo-structures and their immediate surroundings.

Two type of aquifers are identified in the area: i-containing a small amount of salt and conductivity 400 $\mu\text{mho/cm}$ approximately (Ex. burried river valley of Retiro Guajará Mirim) and ii- with a medium amount of salt and of conductivity 1100 $\mu\text{mho/cm}$ approximately (Ex. paleo-beach lines near Arari Lake).

The study of results of geophysical work determined the suitability of the buried river valley for exploration and exploitation of shallow groundwater.

Finally, the morphological evolution of the Arari Lake region and the dissalination of the burried river valleys are discussed.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos

No presente trabalho, o termo paleocanal é usado genericamente para designar as estruturas geomorfológicas com forma semicilíndrica e disposição meandante, presentes nas fotografias aéreas e imagem de radar da Ilha de Marajó.

Tendo em vista que os paleocanais correspondem a estruturas geológicas potencialmente favoráveis ao armazenamento de água subterrânea de boa qualidade, e que são bastante freqüentes e largamente distribuídos na região de campos; o presente trabalho se propõe a demonstrar a validade do aproveitamento dessas estruturas na prospecção e captação de água subterrânea de pequena profundidade.

Para tanto, a partir de fotografias aéreas e imagem de radar, foram escolhidos para estudos de detalhe alguns paleocanais e estruturas similares da região adjacente ao Lago Arari.

O Lago Arari ocupa uma posição central em relação às estruturas investigadas, pode ser atingido pelo Rio Arari por meio de embarcação de pequeno porte, ou por meio de avião monomotor até a cidade de Sta. Cruz do Arari, ou Fazenda São Miguel, ambas às margens do Lago.

1.2 Generalidades sobre a Ilha de Marajó

A Ilha de Marajó situa-se entre os paralelos 0° a 2° de latitude sul e meridianos 48° a 51° de longitude oeste (figura 1). Em 1970, possuía uma população de 173.405 habitantes. Ocupa uma área de 48.606 Km^2 . A atividade econômica de maior significado é a pecuária, seguida pela produção extrativa vegetal, pesca e agricultura. Está subdividida em 12 municípios, sendo que a maioria dispõe de infra-estrutura bastante precária. Na parte oriental com 18.000 Km^2 aproximadamente, predominam campos naturais.

O regime hidrológico é caracterizado por um período marcadamente chuvoso, entre janeiro a julho, e outro onde praticamente não chove. A temperatura é bastante estável durante o ano todo, situando-se em torno de 27°C . A região de campos apresenta os índices médios de precipitação e evaporação de 2.700 mm/ano e 1.600 mm/ano , respectivamente. O clima é tropical e úmido e segundo classificação de Köppen situa-se entre os tipos AM (tropical quente, chuvoso em todas as estações) predominante na região oriental, e Af (tropi-

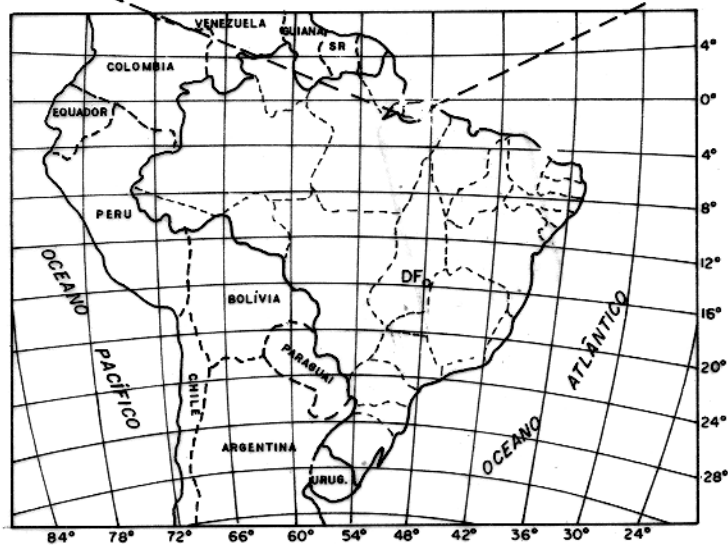
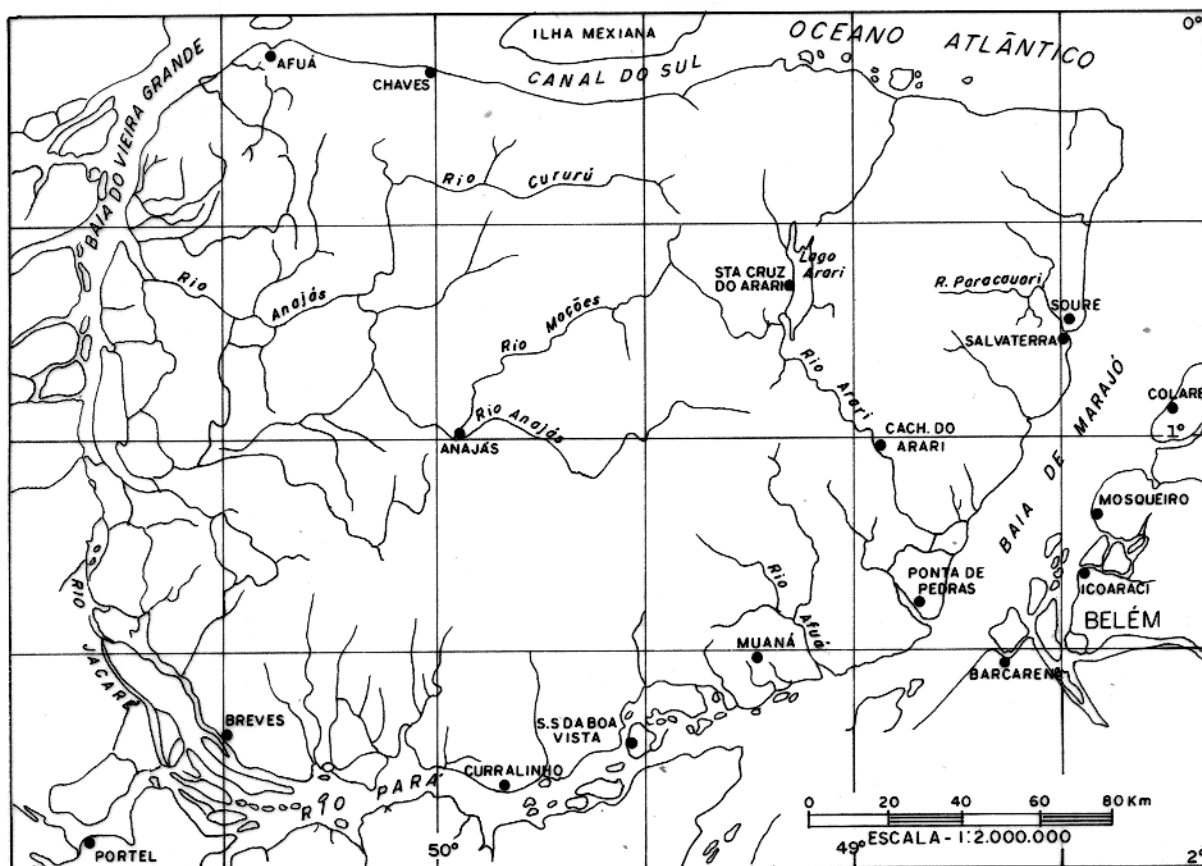


Fig 1 - Mapa de localização da ilha de Marajó - Pará.

cal quente e excessivas chuvas sazonais, típico de monções) predominante na região ocidental.

As águas de superfície possuem uma dinâmica muito intensa, que resulta da interação entre o ciclo hidrológico, a proximidade com o oceano e o relevo de planície. A proximidade com o oceano traz a influência das marés que inverte o sentido da densa rede hidrográfica, fenômeno este que é aproveitado pela população ribeirinha para sua locomoção.

No período das chuvas, denominado regionalmente "inverno", grande parte da Ilha fica alagada. Os igarapés são aproveitados como vias de transporte para o interior dos campos. O acesso aos demais locais é realizado por montarias ou carroções puxados por búfalos.

No período seco, denominado "verão", a população dos campos e rebanhos fica praticamente sem água. Os igarapés, que no "inverno" davam acesso ao interior, vão drenando a água dos campos e secam total ou parcialmente, inviabilizando sua utilização. O leito das "estradas" que estendem-se pelos campos, são anualmente refeitos para permitirem o tráfego de veículos motorizados entre os meses de setembro a dezembro, período de transição que vai do fim do "verão", época mais seca, ao início do "inverno", quando se iniciam as primeiras chuvas que irão recarregar os aquíferos e diminuir o déficit do balanço hídrico.

1.3 Pecuária na Região de Campos

A porção oriental da Ilha de Marajó corresponde a uma planície com cerca de 18.000 Km² recoberta por vegetação de pequeno porte, constituída predominantemente de várias espécies gramíneas. Estas características atribuem-lhe grande importância para a produção pecuária de larga escala. Contudo, o regime hidrológico anual, caracterizado por um período marcadamente chuvoso e outro seco, causa considerável prejuízo à pecuária.

Na época seca, cerca de 50.000 cabeças de gado, correspondendo entre 5 a 10% do rebanho bovino, morre em grande parte atolado às margens das pequenas lagoas dos campos que resistem à intensa evaporação; o restante do rebanho tem seu peso diminuído em virtude da má qualidade dos pastos que secam quase por completo e das grandes caminhadas em busca d'água.

No período chuvoso, a área útil de pastoreio se vê bastante reduzida em consequência das inundações causadas pelo excesso de pluviosidade.

Não obstante as implicações negativas do regime hidrológico, a água

do subsolo que poderia ser aproveitada para amenizar os problemas da época seca, em grande parte da região é de péssima qualidade, apresentando-se fortemente mineralizada com elevadas concentrações de sais dissolvidos que a tornam imprópria para o consumo.

No "verão", a população dos campos se abastece com água de pequenos poços escavados ou perfurados, ou o que é mais comum, com água das "rampas", isto é, pequenos açudes artificiais que retêm a água das chuvas durante certo tempo. As condições sócio-econômicas da região não permitem aos pequenos e médios proprietários rurais captar água de grandes profundidades.

1.4 Trabalhos Geofísicos Anteriores

Os trabalhos geofísicos orientados para a prospecção de áreas favoráveis à captação de água subterrânea na região de campos naturais da Ilha de Marajó, iniciaram-se em 1971, através do Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará (IDESP), órgão do Governo do Estado do Pará. O IDESP realizou um reconhecimento geofísico pelo método da eletroresistividade, tendo executado um total de 694 SEVs numa área de 16.325 Km². O recobrimento de quase toda porção oriental, segundo uma malha aproximada de 4 a 5 Km de espaçamento, foi bastante adequado para localizar aquíferos associados a formações geológicas de grandes extensões. O levantamento permitiu, portanto, reconhecer em caráter regional as resistividades dos materiais de subsuperfície, situados até a profundidades de cerca de uma centena de metros. Porém, corpos menores, tais como paleocanais, não puderam ser sistematicamente detectados.

Em 1976, o Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas (NCGG), órgão vinculado à Universidade Federal do Pará, deu início a um programa de pesquisas geofísicas e geológicas através do projeto "Avaliação e Utilização dos Recursos Hídricos da Ilha do Marajó". Até o momento, foram realizados 7 trabalhos geofísicos em áreas piloto, sendo que 4 dos quais, incluindo o presente trabalho, correspondem a teses de mestrado.

Tancredi (1972), com base nos dados geofísicos do levantamento do IDESP, apresentou mapas de Resistência Transversal, Condutância Longitudinal e mapa do Topo do Substrato Resistivo, além de perfis e mapas de isoresistividade para AB/2 = 2; 40; 300 e 400 m.

IDESP (1974) e Tancredi (1972), concluíram que os baixos valores de resistividade aparente da porção central, onde se localiza o Lago Arari, e nordeste (menores que 3 ohm.m para AB = 40 m) correspondem a materiais predomi-

nantemente argiloso, ou mesmo a elevadas concentrações de sais dissolvidos; recomendam como uma possível opção para essas áreas, a captação de água da camada resistiva presente na profundidade da ordem de uma centena de metros. A porção noroeste aos campos naturais apresenta um aumento dos valores de re sistividade, decorrentes, provavelmente, do aumento da fração arenosa, e à menor concentração de sais dissolvidos. Admitem a possibilidade de exploração de água subterrânea nas lentes mais resistivas. A região sul e sudeste, que abrangem os municípios de Soure; Salvaterra; Cachoeira do Arari; Ponta de Pedras e Muaná, exibiram elevados valores de resistividade aparente (supe riores a 1.000 ohm.m para AB= 2 m) e apresentam boas perspectivas para a exploração de água subterrânea.

Kobayashi (1979), trabalhou com os métodos sísmico de refração e eletroresistividade, numa área de 25 Km² no município de Ponta de Pedras, a sudeste da Ilha, área tida como promissora pelos estudos do IDESP. Realizou 28 SEVs, um perfil de caminhamento elétrico e alguns perfis sísmicos. O método sísmico não apresentou resultados satisfatórios, porém o levantamento pelo método da eletroresistividade permitiu delimitar uma área promissora. Os aquíferos apresentam resistividades entre 100 ohm.m a 1.600 ohm.m.

Bezerra(1979), valendo-se do método de eletroresistividade, executou 65 SEVs e 6 perfilagens horizontais no município de Salvaterra, numa área de 200 Km², porção sudeste da Ilha, área tida como promissora pelos estudos do IDESP. Localizou bons aquíferos associados a formações arenosas de subsuperfície, os quais possuem resistividades entre 500 a 4.000 ohm.m e não apresentam problemas de salinização.

Cavalcanti (1979), na região do Rio Paracauari (município de Soure-região de campos) numa área de 250 Km², realizou 53 SEVs e 5 perfis de resis tividade. As SEVs que se situaram sobre alguns paleocanais presentes na área, evidenciaram valores de resistividade da ordem de até 100 ohm.m, contrastantes com a maioria das SEVs que definiam baixos valores de resistividade. Algumas perfurações realizadas sobre aquelas estruturas mostraram que associada às mesmas existe água de boa qualidade.

Alunos do curso de pós-graduação em Geofísica (1978), sob orientação do prof. William Sauck, trabalharam em escala de detalhe sobre as estruturas acima referidas. Utilizaram o método da eletroresistividade e o método do Potencial Espontâneo. Este último, tanto quanto o primeiro, apresentou ex celentes resultados na separação de ambientes condutores e resistivos.

Kobayashi (1980), valendo-se de 43 SEVs, 12 Km de caminhamento elé-

trico e 4 perfurações geológicas, trabalhou numa área de 300 Km² na região do Rio do Saco, porção Leste da Ilha de Marajó, município de Soure. Demonstrou existir água de boa qualidade associada a paleocanais presentes na área.

Porsani et alii (1980), utilizando o método da eletroresistividade e o método eletromagnético, realizou um total de 59 SEVs, 17 Km de caminhamento elétrico e 11 Km de caminhamento eletromagnético na região do Lago Arari, porção central aos campos naturais da Ilha de Marajó. A aplicação dos métodos geofísicos foi orientada pela presença de estruturas fotointerpretadas como promissoras. Valores anômalos de resistividade estão associados a um expressivo paleocanal situado a este do Lago Arari. O método eletromagnético mostrou-se bastante adequado ao mapeamento sistemático de áreas anômalas. Análises físico-químicas das águas das estruturas investigadas mostraram existir água de boa qualidade.

1.5 Hidrogeologia

Com base no objetivo definido ao presente trabalho, a geologia de superfície como também as litologias pouco profundas assumem importância prioritária. Nesse sentido, os sedimentos arenosos do Grupo Pará, os sedimentos arenosos da parte superior da Formação Marajó Schaller, et alii (1971) e os paleocanais e demais estruturas de superfície apresentam maior interesse.

A geologia regional está bastante detalhada em trabalho de Schaller, et alii (1971).

1.5.1 Potencialidade Hidrogeológica do Grupo Pará e Formação Marajó

O Grupo Pará é constituído de sedimentos essencialmente clásticos de idade Miocênica a Holocênica. É subdividido em dois tipos litológicos dominantes: uma seqüência predominantemente arenosa chamada Fm. Tucunaré, e uma argilosa, Fm. Pirarucu. Esta é formada por folhelhos com intercalações irregulares de camadas de areias grosseiras e raramente leitos carbonáticos. A Fm. Tucunaré corresponde ao topo da espessa coluna sedimentar.

Na região de campos naturais o Grupo Pará, que corresponde ao topo da espessa coluna sedimentar, tem sua espessura inferior a 200 m, conforme mostra a figura 2.

A natureza clástica predominantemente arenosa da Fm. Tucunaré é propícia ao armazenamento de água subterrânea, porém, a água de subsuperfície

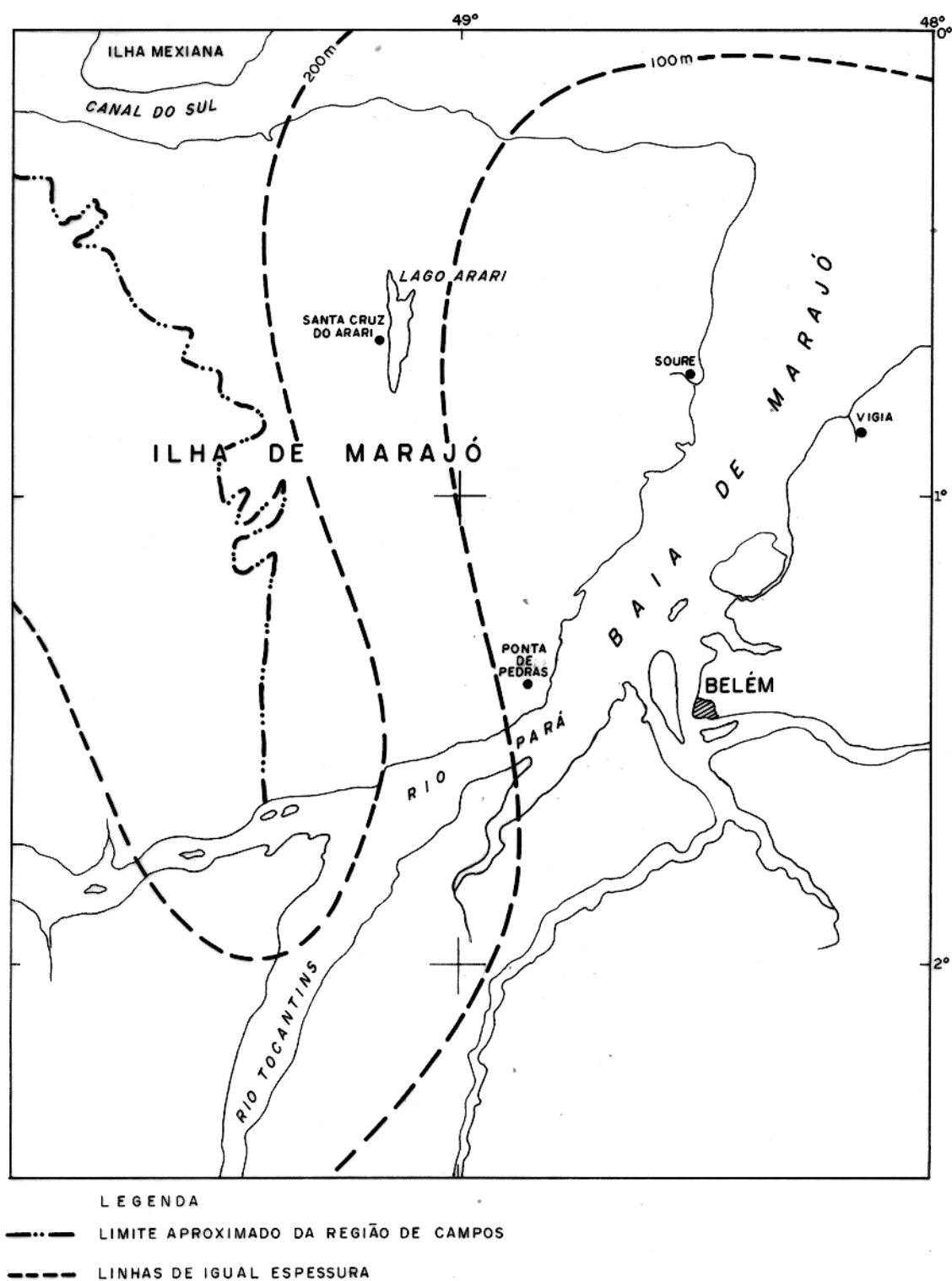


Fig. 2 - Isópacas do Grupo Pará. Adaptado de Schaller et alii, 1971.

presente na mesma nem sempre é de boa qualidade, conforme mostra este trabalho e estudos geofísicos realizados naquela região (IDESP (1974), Tancredi (1972), Porsani et alii (1980)).

A formação Marajó é formada por clásticos terciários de origem continental. Seus componentes básicos são arenitos, argilitos e folhelhos que ocorrem em toda área do Marajó. Estratigraficamente está abaixo do Grupo Pará. Poderia ter sua porção superior atingida na profundidade de uma ou mais centenas de metros. Muito embora não exista na região infra-estrutura adequada à captação de água subterrânea a profundidades de centenas de metros, a parte superior dessa Formação poderia se constituir como uma alternativa. Os arenitos que a constituem correspondem a litologia mais promissora ao armazenamento de água, porém não se tem conhecimento da qualidade da água presente na mesma.

1.5.2 Potencialidade Hidrogeológica das Estruturas de Superfície

A região central, noroeste, norte e nordeste aos campos naturais é recoberta por sedimentos quaternários predominantemente argilosos. Nessa matriz estão presentes inúmeras feições geomorfológicas, modeladas na superfície por eventos geológicos recentes (figura 3).

É expressiva a variedade de formas cilíndricas meandantes e bifurcadas na porção centro norte, à direita do Lago Arari, ou simplesmente meandantes a noroeste dos campos naturais. Estas formas apresentam grandes semelhanças morfológicas com as calhas de drenagens atuais, e certamente correspondem a antigos canais de drenagens assoreados.

No extremo nordeste existem estruturas lineares subparalelas à linha de costa, associadas, provavelmente, ao crescimento dessa parte da Ilha.

Estas estruturas refletem ambientes de sedimentação com maior energia de deposição dos sedimentos, os quais podem estar associados a materiais arenosos capazes de armazenar água doce. A natureza geológica dessas estruturas lhes conferem boas condições potenciais para o armazenamento de água, e podem portanto ser consideradas como de grande interesse hidrogeológico para a região.

1.6 Paleocanais - Origem e Mecanismo de Formação

A Regressão Wisconsiniana ocorrida no final do Pleistoceno, com o

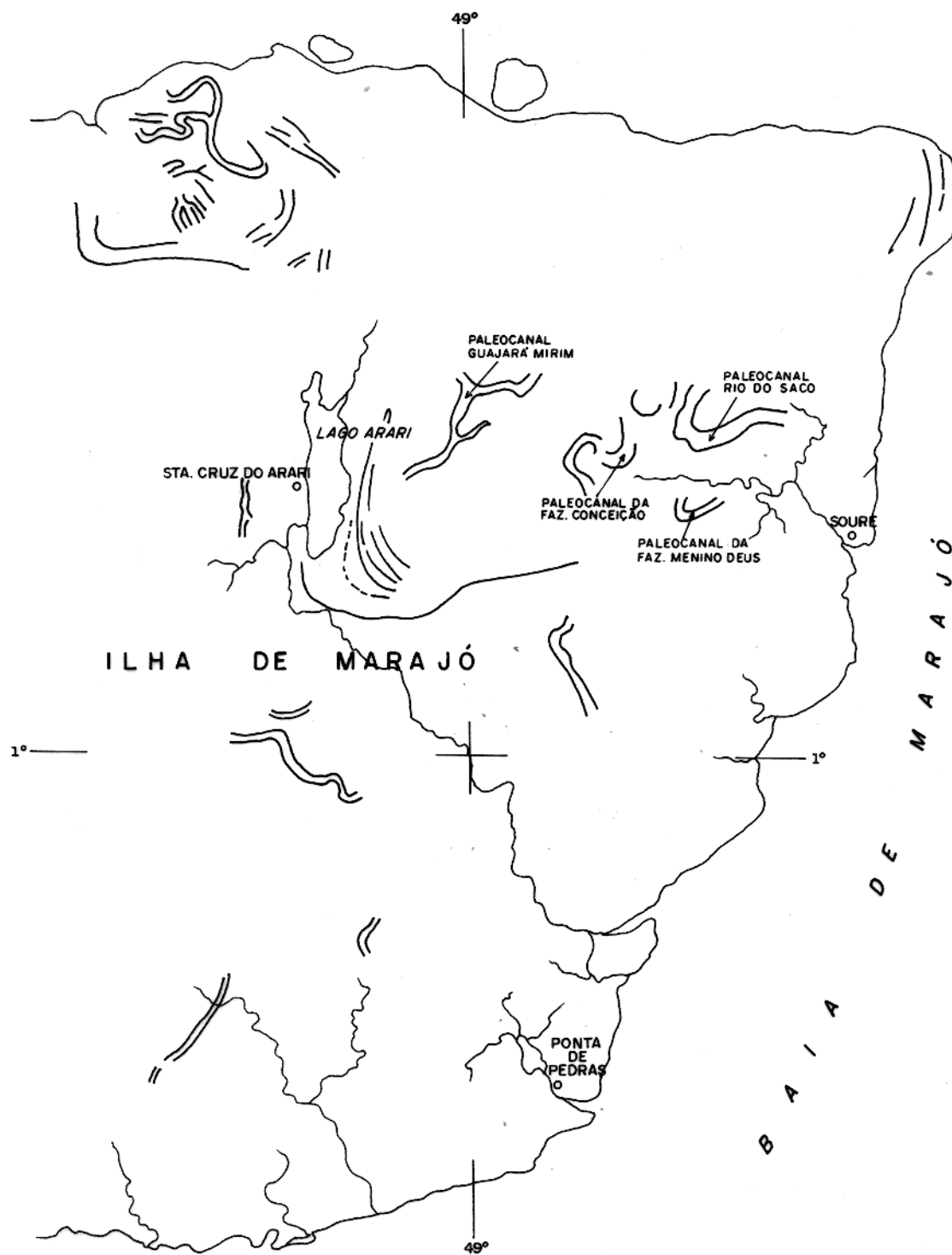


Fig. 3 - Paleocanais e demais estruturas na porção oriental da Ilha de Marajó.

(Redução xerográfica de imagem de radar)

máximo glacial entre 16.000 a 14.000 anos A.P. (Antes do Presente), levou o nível do mar a 130 m abaixo do atual. Posteriormente, teve lugar a Transgressão Flandriana, provocada pelo recuo das geleiras, ocorrida no intervalo de 14.000 a 7.000 anos A.P.. Esta última caracterizou-se pela ascensão relativamente rápida do nível do mar. Após 7.000 anos A.P., a taxa de elevação do nível do mar decresceu, passando ele a oscilar próximo ao nível atual após 6.000 anos A.P.. Kowsmann et alii (1979).

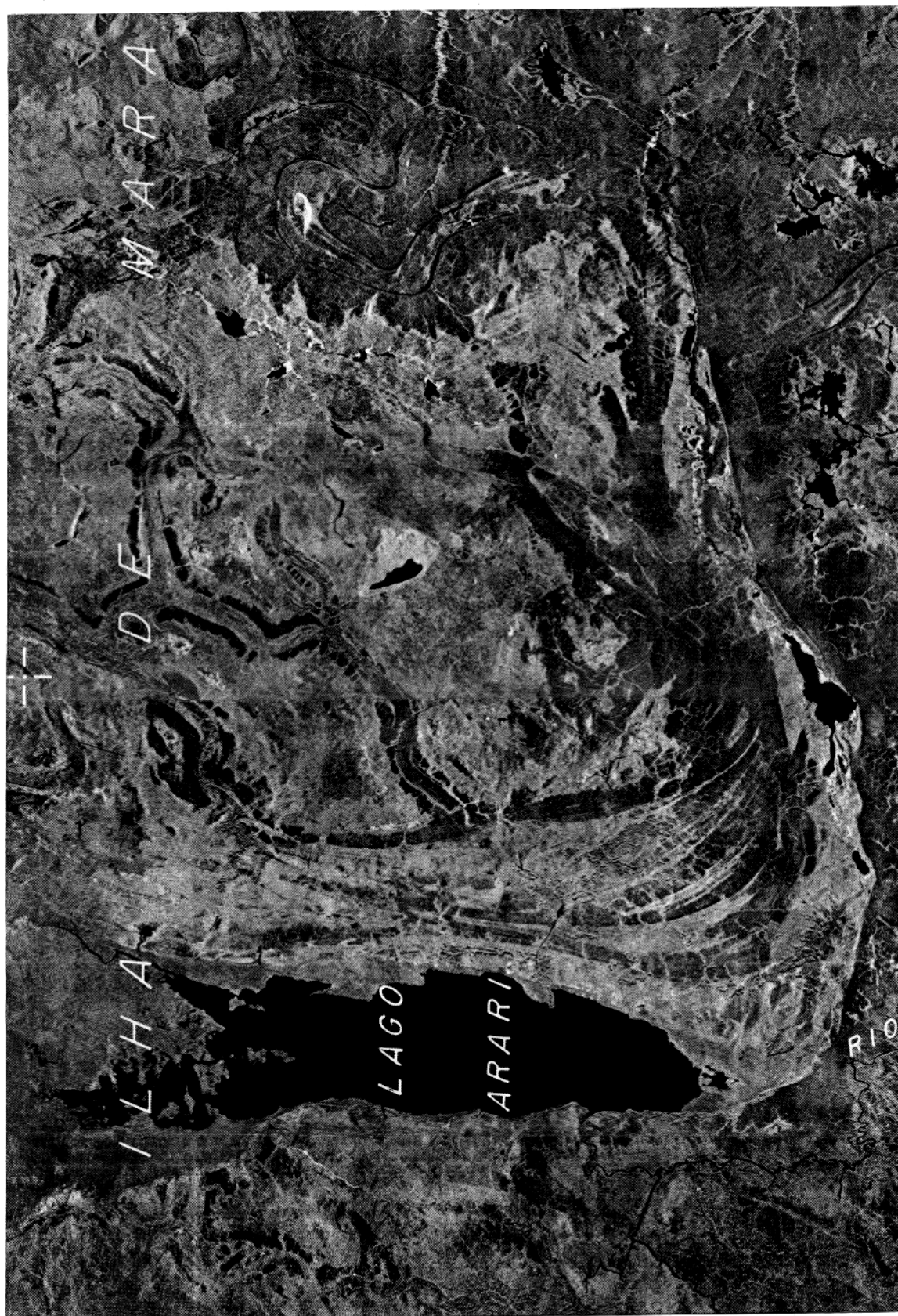
Os sedimentos da Fm. Tucunaré, que hoje estão emersos e formam em grande parte o arquipélago da Foz do Amazonas, foram depositados desde o Plioceno até o Holoceno. Os últimos sedimentos, correspondentes ao topo da Fm. Tucunaré, foram posteriormente retrabalhados pelos avanços e recuos do mar sobre os mesmos. Implantou-se, desse modo, uma densa rede de canais fortemente influenciados pelo regime das marés oceânicas, os quais tiveram sua forma evoluída em meandros e foram, posteriormente, assoreados à medida que o nível médio oceânico diminuía.

1.7 O Lago Arari - Uma Conjectura sobre sua Origem

Observando-se a imagem de radar, pode-se destacar uma área na circunvizinhança do Lago Arari, com características geomorfológicas bastante diferentes do resto da Ilha. (Figura 4)

Esta área é limitada ao sul por uma estrutura linear de direção aproximada EW que segue em continuidade à margem oeste do Lago. A oeste delimita-se com a margem este do Lago. No restante tem seus limites mal definidos e interdigitados com a região de campos. O mapa geomorfológico do Radam, folha SA-22-X-B, denomina de flúvio-lacustre os materiais presentes nesta área. Issler et alii (1974).

Os drenos superficiais do interior dessa área, como ilustra a figura 4, são condicionados pelas estruturas lineares ali existentes. São pouco trabalhados pela erosão e imprimem àquela região uma textura "jovem", contrastante com o restante da imagem de radar. Estão presentes em seu interior: paleocanais, pequenos lagos e inúmeras estruturas lineares subparalelas à margem este do Lago Arari. Estas últimas infletem ao sul acompanhando a estrutura com direção EW anteriormente descrita. Localizado à direita e obliquamente àquelas estruturas, existe um expressivo paleocanal (objeto de estudo do presente trabalho) com direção aproximada NE/SW e provável sentido de penetração de NE para SW, indicado pelas bifurcações dos contribuintes do mesmo.



FOLHA SA-22-X-B
ESC. 1:250.000

FIG. 4 - Lago Arari a oeste das estruturas.

Externamente a esta região, na porção inferior direita e oriental, e xistem possantes paleocanais que, provavelmente, comunicavam-na com a Baía de Marajó.

O quadro acima sugere que aquela região tenha sido ocupada por um la go maior, o qual teria evoluído para o que conhecemos hoje como Lago Arari. A evolução e sedimentação de um grande lago pré-existente explicaria as es truturas ali existentes. A localização do Lago Arari com relação àquela área, sugere que ele seja considerado como parte da mesma. O Lago Arari possui, atualmente, profundidades até 7 m nas épocas de máxima pluviosidade, e nas épocas em que o "verão" é muito intenso chega a secar totalmente. Tudo indica que o mesmo corresponda ao estágio final da evolução e sedimentação de um lago maior pré-existente.

Por conseguinte, as estruturas lineares subparalelas à margem oriental corresponderiam a sucessivas margens abandonadas no processo de sedimentação (serão denominadas no presente trabalho de "linhas de praias"); a estrutura ao sul com direção EW seria interpretada como uma margem antiga; o paleocanal interno àquela feição (obliquo às "linhas de praias") corresponde ria a um contribuinte que teria ajudado na sedimentação numa etapa intermediária da sedimentação do lago maior; os lagos internos corresponderiam a la gos reliquiais deixados para trás na sedimentação do grande lago.

2 DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

Os trabalhos realizados na região do Lago Arari seguiram as seguintes etapas: a) confecção da base cartográfica e fotointerpretação, b) obtenção dos dados de campo, c) tratamento e interpretação dos dados.

2.1 Confecção da Base Cartográfica e Fotointerpretação

Foram utilizadas as fotografias da Cruzeiro do Sul, escala aproximada 1:20.000, voo de 1958. A ausência de base cartográfica em escala adequada para os trabalhos de detalhe, a grande quantidade de fotografias contidas numa área de cerca de 1.000 Km², como também o grande tempo envolvido na manipulação convencional das mesmas para confecção de base cartográfica, motivaram que se empreendesse experimentos com a máquina xerox, papéis transparentes e fotografias aéreas, no sentido de simplificar parte dos trabalhos necessários à confecção de uma base cartográfica para os trabalhos de campo.

Constatou-se que é possível obter cópias xerox em papel vegetal. Portanto, valendo-se de cópias xerox de fotografias aéreas em papel vegetal, uma mesa de luz e alguns acessórios, foi possível em pouco tempo e a baixo custo, montar um mosaico matriz da área de trabalho, a partir do qual foram tiradas várias cópias heliográficas.

O anexo 1 contém um mosaico de parte da área estudada. Estes substituíram o uso de fotografias aéreas no campo, conservando toda a riqueza de informações daquelas e garantiram uma visão ampla e contínua de toda a área de trabalho. As distorções e erros presentes no mesmo são compatíveis com a escala e objetivos da pesquisa.

Esses mosaicos serviram de base para o lançamento de todas informações geográficas e geológicas obtidas da fotointerpretação. Algumas estruturas presentes na imagem de radar puderam ser facilmente detectadas, graças ao padrão de vegetação que apresentavam, mais desenvolvido que o restante da área e dispostos segundo cordões alongados e meandantes.

2.2 Obtenção dos Dados de Campo

Os dados de campo resultaram de trabalhos geofísicos e geológicos realizados basicamente em duas etapas principais. A figura 5 mostra a localização das estruturas investigadas, como também dos trabalhos realizados. Fo-

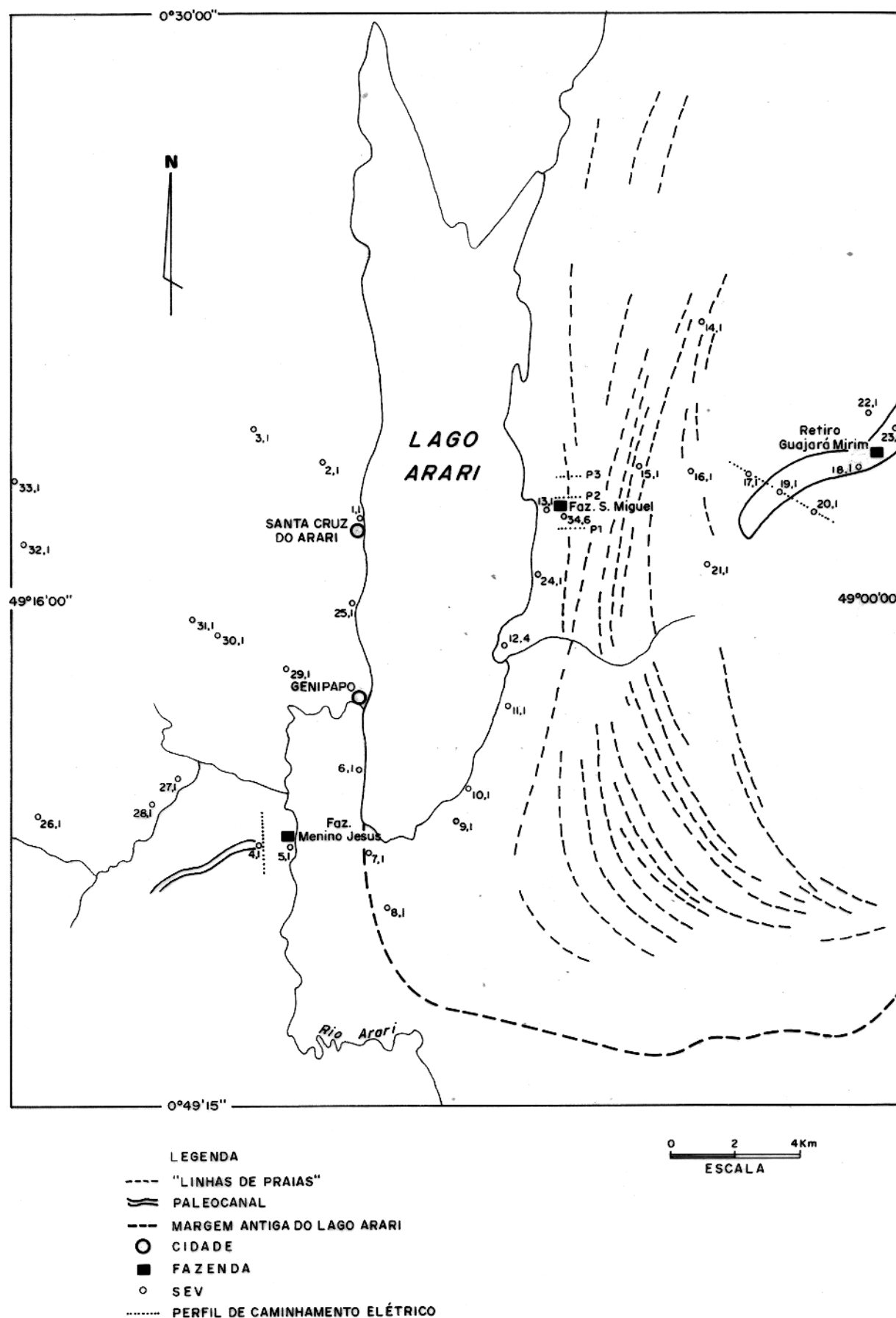


Fig.5 - Planta de localização dos trabalhos de campo e das estruturas investigadas. (1ª Etapa de campo).

ram aplicados os métodos geofísicos da eletroresistividade, com emprego clássico na prospecção de aquíferos, e o método eletromagnético em caráter experimental. Os dados geofísicos somaram um total de 59 SEVs, executadas segundo arranjo Schullumberger com AB/2 na maioria das vezes até 400 m, 19 Km de caminhamento elétrico e 11 Km de caminhamento eletromagnético. Os fundamentos teóricos dos métodos elétrico e eletromagnético estão apresentados por: Grant e West (1965); Keller e Frischknecht (1966); Ward (1967); Kunetz (1966) e Orellana (1974).

O levantamento eletromagnético foi executado com o equipamento modelo Demigun, da ABEM nas frequências 880 Hz e 2.640 Hz e equipamento desenvolvido no NCGG por Fonseca (1979), nas frequências 520 Hz e 3.090 Hz. Utilizou-se o método "Slingram" com bobinas horizontais espaçadas de 50 m. Os equipamentos eletromagnéticos foram zerados sobre o paleocanal situado no Retiro Guajará Mirim (figura 3), local mais resistivo da área. O levantamento pelo método da eletroresistividade utilizou os equipamentos ER-300 da Pergeo e GGA-30 da Bodenseewerk Geosystem GMBH.

A primeira etapa, realizada no período de 21.09.79 a 11.10.79, teve como objetivo principal investigar algumas das estruturas fotointerpretadas como promissoras e, secundariamente, foram realizadas várias SEVs em locais onde inexistiam estruturas em superfície. Foram executadas 33 SEVs e 4 Km de caminhamento elétrico que permitiram encontrar valores anômalos de resistividade associados a um paleocanal de 600 m de largura aproximadamente, localizado a este do Lago Arari, no Retiro Guajará Mirim. Este paleocanal será denominado no presente trabalho de Paleocanal G.M.. Os dados bem como os diagramas e interpretação dessas SEVs estão contidos no anexo 3 e possuem o número um (1) após a numeração de cada SEV. Os materiais resistivos associados ao paleocanal foram suficientes para influenciar os valores de resistividade até AB/2= 25 m e 30 m nas SEVs números 18.1 e 19.1 (figura 5).

Nos caminhamentos elétricos, o espaçamento de separação entre os eletrodos de corrente (AB/2= 25 m) e de potencial (MN= 10 m) foram escolhidos a partir dos valores de resistividade aparente das SEVs números 18.1 e 19.1, realizadas internamente ao paleocanal, e das SEVs 17.1 e 20.1, externas ao mesmo.

Também foi investigada uma outra estrutura a sudoeste do Lago Arari, que corresponde a um cordão de vegetação bem desenvolvida com mata fechada e com disposição meandrante (figura 15); aqui denominada Paleocanal Menino Jesus (nome da Fazenda onde ele se encontra).

Na segunda etapa, realizada no período de 08.11.79 a 05.12.79, os trabalhos concentraram-se sobre o Paleocanal G.M.. Seccionando-o transversalmente foram realizadas 16 SEVs, espaçadas de 50 m, 100 m e 200 m. Para aferição da interpretação quantitativa das mesmas foram realizadas 4 perfurações com profundidade entre 30 m a 42 m, espaçadas de 400 m ou 500 m. Ao longo e transversalmente ao Paleocanal G.M., segundo espaçamento aproximadamente regular, foram realizados 7 perfis de caminhamento elétrico e eletromagnético, com tomadas de leituras a cada 50 m.

Observando-se as SEVs do IDESP naquela região, chamou atenção a SEV 346, (anexo 3) situada próxima à Fazenda São Miguel. Muito embora não existisse evidência naquele local de nenhum paleocanal em superfície, aquela sondagem apresenta um comportamento e resistividade bastante semelhante aos encontrados sobre o Paleocanal G.M.. Este fato motivou que se investigasse a "linha de praia" nas proximidades da Faz. São Miguel, que aqui é denominada de "Linha de Praia" S.M.. Sobre esta e seccionando-a transversalmente nas proximidades da SEV 346, foram realizados 4 perfis eletromagnéticos e 4 perfis de caminhamento elétrico com $AB/2 = 15$ m, 20 m e 25 m, e $MN = 10$ m. Ao longo do perfil 2 (figura 13) foram executadas 9 SEVs espaçadas de 50 m, 100 m e 200 m, e 3 perfurações com profundidades entre 13 m a 40 m. As SEVs desta segunda etapa estão no Anexo 3 e o número 2 (dois) segue a numeração de campo de cada SEV.

As demais "linhas de praias" foram investigadas com o método da eletroresistividade, tendo-se realizado um perfil de caminhamento elétrico de 4 Km, com direção EW a partir da Faz. São Miguel (figura 17), e utilizados espaçamentos de $AB/2 = 15$ m, 20 m e 25 m, e $MN = 10$ m, com tomadas de leitura a cada 50 m.

2.3 Tratamento e Interpretação

Para automatização do tratamento e interpretação dos dados, foram utilizadas as calculadoras HP9830, HP9825 e HP9845B do NCGG como também o computador DEC-SYSTEM 1091 da UFPa. Foram desenvolvidos alguns pequenos programas para a HP9830 para plotar dados de campo e traçar perfis. A interpretação quantitativa das SEVs, bem como das seções geoelétricas foram grandemente facilitadas pelo programa de interpretação direta implantado na HP9825 e HP9845B e pelo programa de inversão implantado no computador (Rijo et alii, 1977). O programa direto calcula valores de resistividade aparente correspondentes a uma curva de SEV, a partir de um modelo fornecido pelo intérprete; e

o programa de inversão gera espessuras e resistividades das camadas, a partir dos dados de campo, relativos a uma SEV.

As resistividades aparentes obtidas nos caminhamentos elétricos bem como aquelas que fazem parte das curvas de SEVs, foram usadas para a obtenção de perfis de resistividade aparente sobre o Paleocanal G.M. e a "Linha de Praia" S.M..

Na interpretação quantitativa das SEVs realizadas sobre o Paleocanal G.M. e a "Linha de Praia" S.M., primeiramente foram interpretadas as sondagens coincidentes com as perfurações (sondagens de aferimento). Os valores de espessuras dos estratos atravessados foram fornecidos ao programa de inversão que por sua vez gerou os valores de resistividade verdadeira das camadas. Estes parâmetros foram utilizados na interpretação de 6 sondagens intermediárias às perfurações.

Na interpretação das SEVs intermediárias foram empregados inicialmente os princípios do método do Ponto Auxiliar (Orellana e Mooney, 1966). Os modelos assim obtidos eram verificados e melhorados na HP9825 ou HP9845B através do programa de interpretação direta. Valendo-se do princípio da equivalência (Maillet, 1947), os resultados da interpretação de cada sondagem eram compatibilizados com as sondagens adjacentes.

Foram plotados em perfis as componentes real e imaginária da resposta eletromagnética. Os perfis elétricos e eletromagnéticos foram interpretados qualitativamente.

Os resultados das análises físico-químicas d'água foram comparados com alguns índices padrões de potabilidade, fornecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

3 RESULTADOS

Com base no procedimento anteriormente descrito, os dados foram colhidos, tratados e interpretados fornecendo os seguintes resultados:

3.1 Paleocanal Guajará Mirim

A figura 6 mostra em planta os perfis de resistividade aparente, realizados com $AB/2 = 25$ m e $MN = 10$ m ao longo do Paleocanal G.M.. Verificou-se que os materiais resistivos responsáveis pelas anomalias estão continuamente distribuídos entre os perfis 1 e 7. Os valores anômalos não excedem 30 ohm.m. O ambiente condutor externo ao paleocanal é definido por baixos valores de resistividade aparente, situando-se entre 1 a 3 ohm.m. Muito embora as anomalias estejam associadas ao paleocanal, a largura das mesmas não corresponde aos limites morfológicos daquele. As porções esquerda e direita de cada perfil possuem gradientes diferentes de resistividade, tanto para o ambiente condutor externo ao paleocanal quanto para os flancos das anomalias. Pode-se afirmar a existência de materiais condutivos (argila ou areia com água salgada) juntamente aos resistivos internos ao paleocanal, fato este bem evidenciado pelos perfis 2 e 4, como também a existência de materiais resistivos distribuídos externamente ao paleocanal, conforme mostram os perfis 5, 6 e 7.

A figura 7 foi obtida a partir das resistividades aparentes das 16 SEVs, realizadas sobre o perfil 2 mostrado na figura 6. As amplitudes das anomalias diminuem à medida que aumentamos os valores de $AB/2$. Com $AB/2 = 200$ m, os valores de resistividade aparente tanto sobre o paleocanal quanto fora dele são aproximadamente iguais. Este fato indica que os materiais resistivos são pouco espessos e estão encaixados num ambiente condutor. O comportamento assimétrico dos perfis para $AB/2$ menor ou igual a 15 m, permite dizer que entre as SEVs 14.2 e 1.2 os materiais resistivos estão praticamente aflorantes; e entre as SEVs 1.2 e 3.2 são "condutivos" em relação aos primeiros. Para $AB/2$ maior que 15 m, o comportamento dos perfis indica a existência de material resistivo abaixo dos "condutivos" acima referidos. O contato entre o corpo resistivo e o ambiente condutor onde ele se encontra, está melhor definido na sua porção oeste, conforme mostra a figura 7.

As figuras 8a e 8b mostram o ajuste final entre os dados de campo e as curvas teoricamente calculadas. Foram interpretadas 10 das 16 SEVs realizadas ao longo do perfil 2 (figura 6). As SEVs 16.2, 1.2, 5.2 e 11.2 são coincidentes com as perfurações 4, 1, 2 e 3, respectivamente.

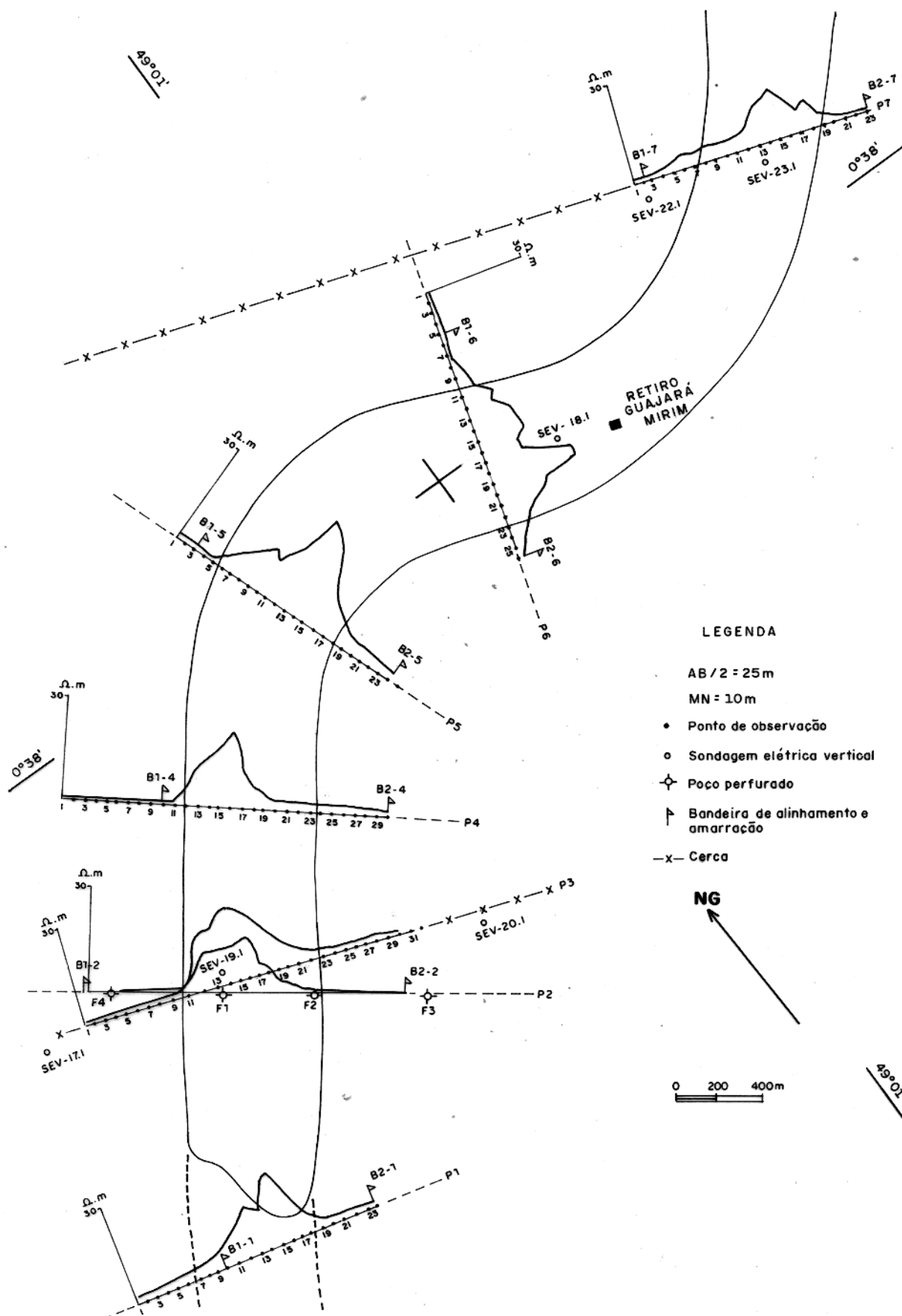


Fig.6- Perfis de caminhamento elétrico sobre o paleocanal Guajará Mirim.

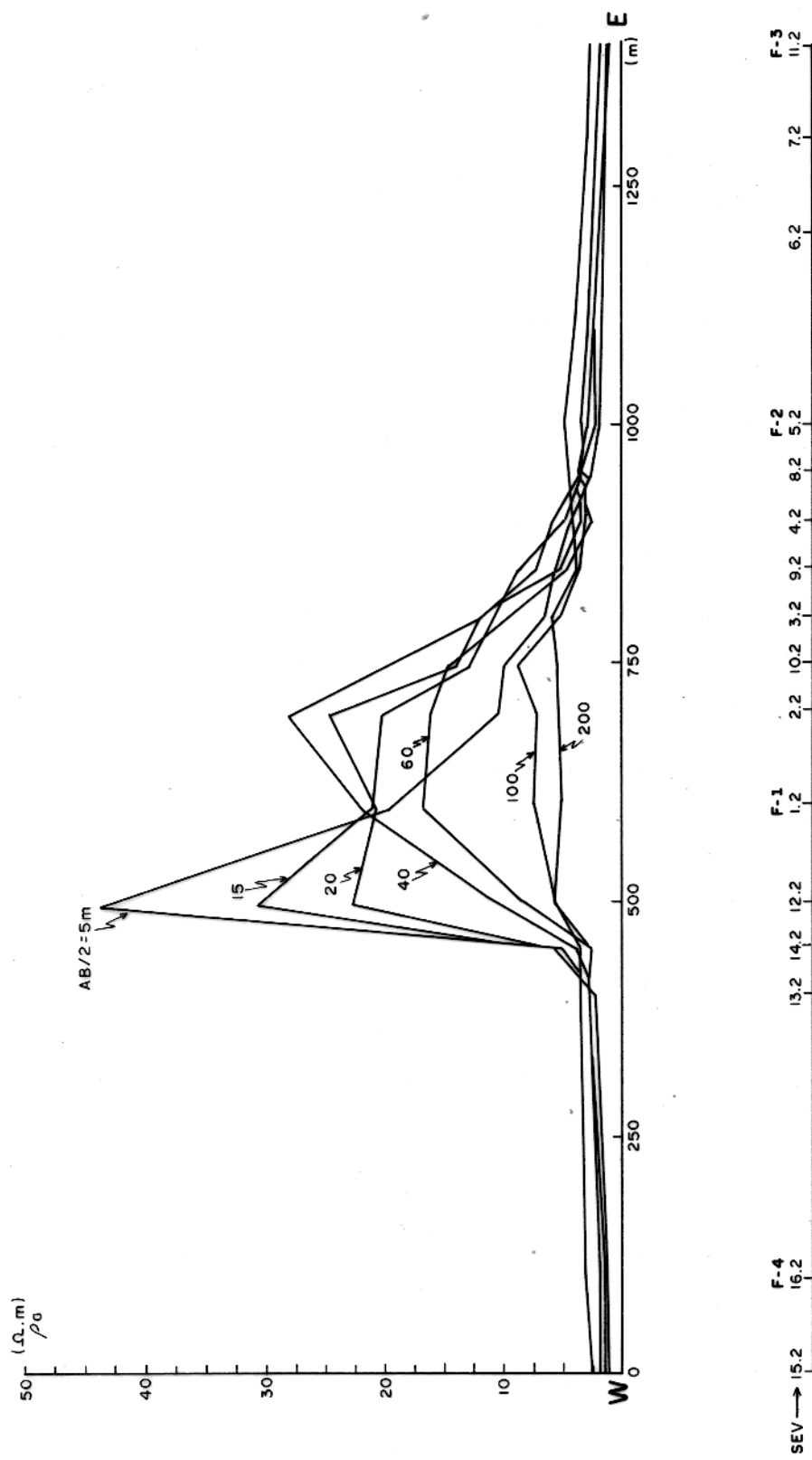
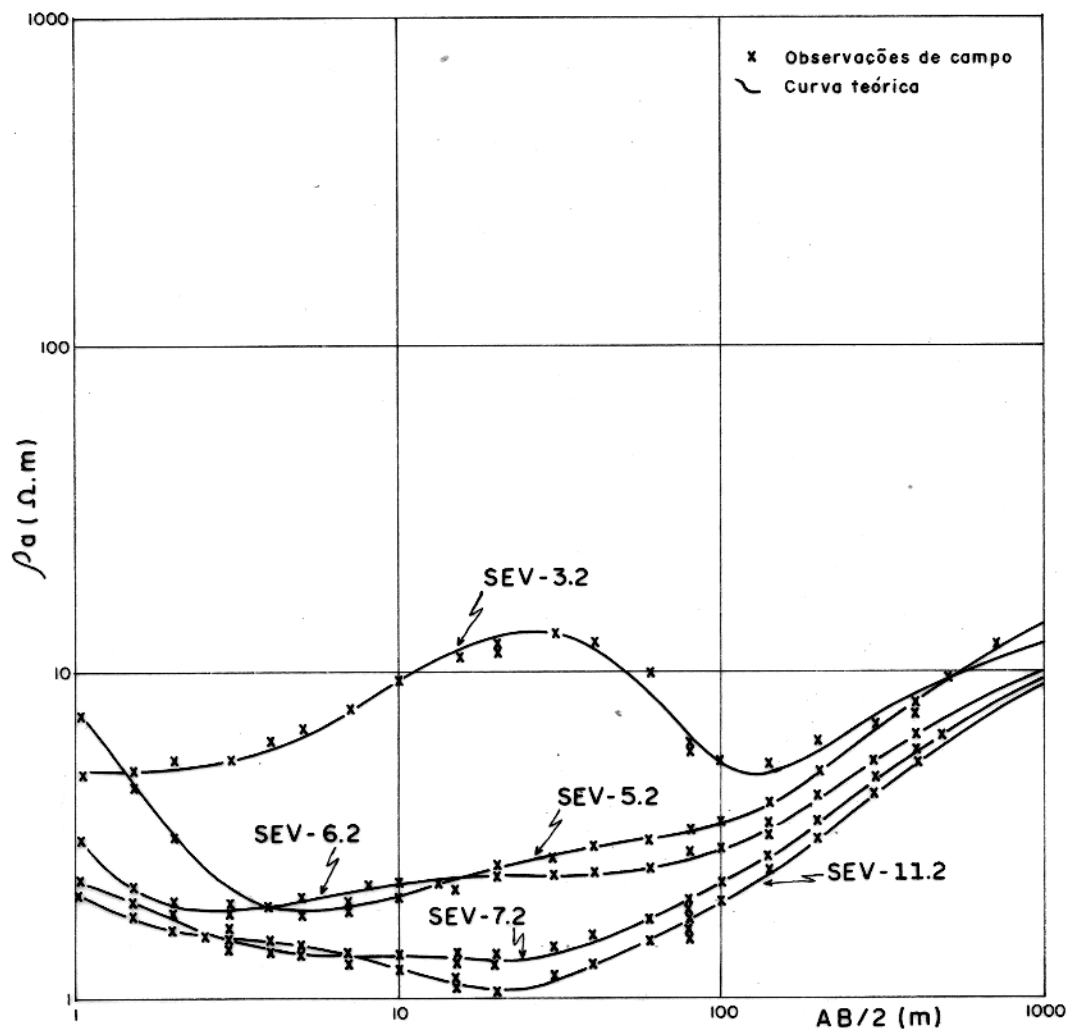
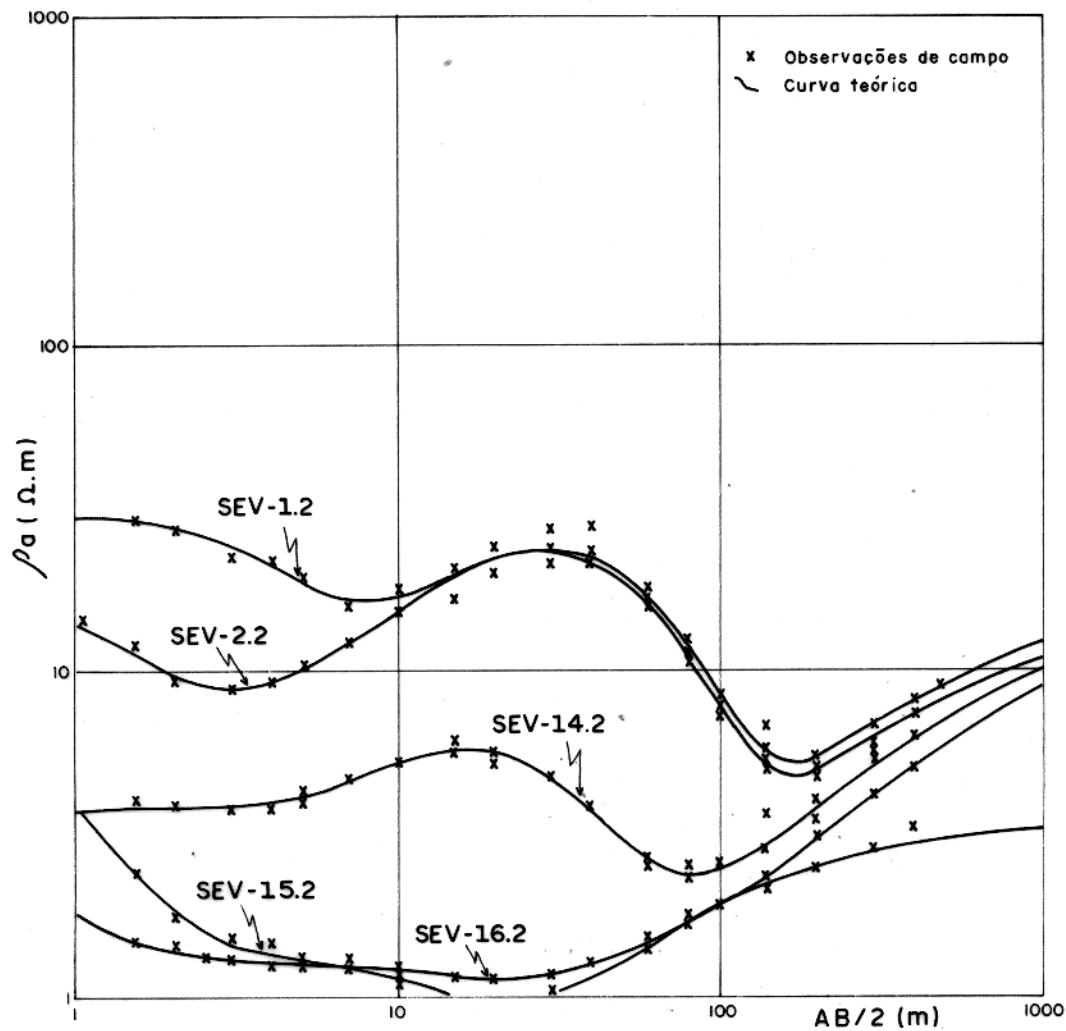


Fig. 7 - Perfis de resistividade aparente sobre o paleocanal Guajará Mirim.



1 1.5 2 3 4 5 7 10 15 20 30 40 50 70 100 (m)						
5,0	36,0	4,0	4,5	1,8	15,0 Ω.m	SEV-3.2
0,8						
1,7	3,15	5,8	1,4	23,0 Ω.m	SEV-5.2 (F-02)	
0,8						
1,75	2,85	0,9	4,2	1,5	14,0 Ω.m	SEV-6.2
1,3	0,9	3,7	1,45	15,0 Ω.m	SEV-7.2	
3,1						
1,51	0,85	3,44	1,31	15,7 Ω.m	SEV-11.2 (F-03)	

Fig. 8a - Resultados da interpretação quantitativa de SEVs sobre o paleocanal Guajará Mirim.



1	1,5	2	3	4	5	7	10	15	20	30	40	50	70	100	(m)	
31,0		9,5			39,0				4,1		1,35		14,0		Ω.m	SEV-1.2 (F-01)
7,0		45,0				4,0		4,0		1,35		16,0		Ω.m	SEV-2.2	
3,8					1,3		0,8		4,7		1,5		15,0		Ω.m	SEV-14.2
1,3		0,77				3,3								Ω.m	SEV-15.2	
1,25		0,85			3,65		1,1		15,0						Ω.m	SEV-16.2 (F-04)

Fig. 8b - Resultados da interpretação quantitativa de SEVs sobre o paleocanal Guajará Mirim.

A figura 9 mostra em seção os estratos geoeletricos que apresentam disposição aproximadamente horizontal, bem como a espessura e forma do corpo anômalo. Muito embora as perfurações não excedessem 42 m, a interpretação das SEVs impôs a necessidade de se admitir a existência de uma camada bastante condutiva (1,10 ohm.m - 1,80 ohm.m) com espessura entre 30 m a 40 m, abaixo da camada arenosa salinizada (3,4 ohm.m - 5,80 ohm.m). A camada condutora (0,77 ohm.m - 0,90 ohm.m) que se adelgaça abaixo da estrutura resistiva foi inferida na interpretação das SEVs intermediárias às perfurações que a detectam. O topo da última camada com resistividade entre 14,00 ohm.m e 23,00 ohm.m, que corresponde ao ramo final ascendente das SEVs, situa-se entre 70 m a 80 m de profundidade. Os materiais com resistividade entre 0,77 ohm.m e 1,75 ohm.m correspondem a sedimentos argilosos; entre 2,85 ohm.m a 4,00 ohm.m a sedimentos (de granulação bastante fina) arenosos salinizados; entre 3,30 ohm.m a 5,80 ohm.m a sedimentos arenosos (de granulação média) salinizados; entre 3,80 ohm.m a 9,50 ohm.m a material siltico-argiloso; e entre 36,00 ohm.m a 45,00 ohm.m se relacionam a sedimentos siltico-arenosos com água doce. A seção geológica da perfuração realizada em 1979 pela Fundação Serviços de Saúde Pública (FSESP) em Sta. Cruz do Arari (anexo 4), bem como a interpretação da SEV 1.1 (anexo 3) realizada em sua proximidade, permitem correlacionar as resistividades entre 14,00 ohm.m e 22,50 ohm.m como sendo correspondentes a camada arenosa que se situa abaixo de 74 m de profundidade. Acreditava-se que o embasamento resistivo encontrado aproximadamente a uma centena de metros tratava-se de "calcário", conforme denominação de campo dada aos testemunhos de sondagem obtidos do poço de 80 m, realizado pela FSESP em Sta. Cruz do Arari em 1971. Outra perfuração com 101 m realizada em 1979 pela FSESP (anexo 4), naquela mesma localidade, ultrapassou o "calcário" na profundidade de 76,5 m após 2 m aproximadamente.

A descrição das seções geológicas das perfurações realizadas sobre o Paleocanal G.M. e "Linha de Praia" S.M. estão apresentadas no anexo 4.

A figura 10 mostra em planta a localização e os perfis eletromagnéticos obtidos ao longo do Paleocanal G.M., com frequências 3090 Hz ou 2640 Hz. Fora do paleocanal os materiais são condutivos, como é mostrado pelos menores valores das componentes real e imaginária da resposta eletromagnética. As anomalias distribuídas ao longo do paleocanal indicam a existência de material resistivo associado ao mesmo. As assimetrias das anomalias em cada perfil sugerem que os materiais resistivos não estão homogeneamente distribuídos no interior do paleocanal. A largura das anomalias indicam existir materiais condutivos juntamente aos resistivos no interior do paleocanal.

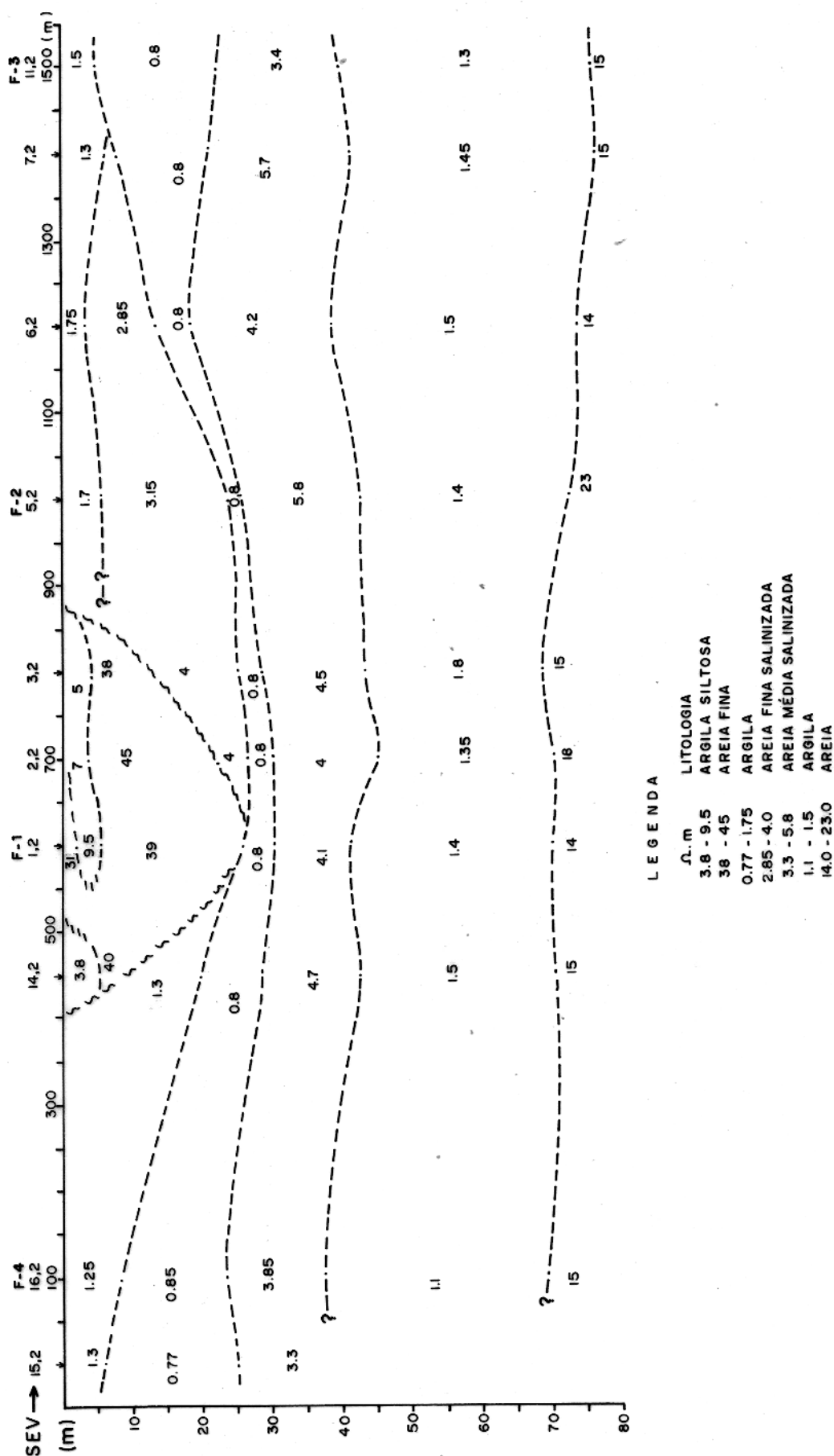


Fig. 9 - Seção geoeétrica - Paleocanal Guajará Mirim.

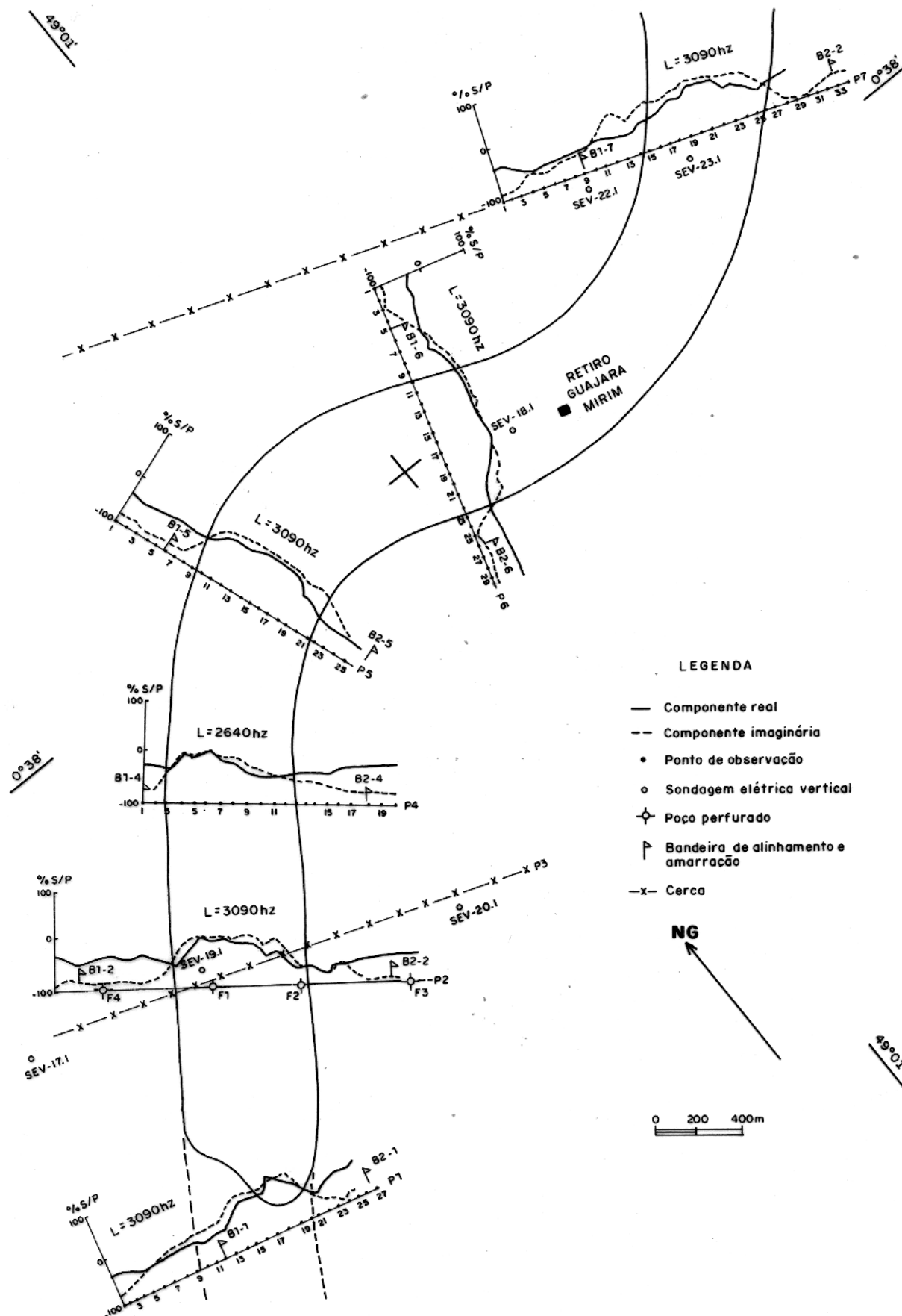


Fig.10- Perfis de caminhamento eletromagnético sobre o pg leocanal Guajara Mirim.

Comparando-se os resultados das análises físico-químicas presentes na Tabela 1 com alguns padrões de potabilidade oferecidos pela OMS e ABNT, apresentados na Tabela 2, observa-se que: a) os valores de pH não são excessivos, tanto para a água da perfuração F.1, realizada sobre o Paleocanal, quanto para as demais perfurações externas ao mesmo; b) em F-1 o Cálcio apresenta concentrações de 20,80 mg/l, enquanto que o valor mínimo permissível é 75 mg/l; c) o Magnésio, embora em menor concentração em F-1, ainda assim está em excesso; d) a dureza da água em F-1 é 196 e situa-se entre o valor mínimo recomendado [100] e máximo tolerado [250], segundo a ABNT.

De um modo geral, os resultados das análises demonstram que a água associada ao paleocanal apresenta menor condutividade, menor dureza e menor concentração em cátions e ânions, relativamente à água externa ao mesmo.

3.2 "Linha de Praia" São Miguel

A figura 11 mostra 4 perfis de resistividade aparente, obtidos com AB/2= 15 m, 20 m e 25 m e MN= 10 m, ao longo da "Linha de Praia" S.M.. Verifica-se a existência de uma região anômala com direção NS, aproximadamente, e 400 m de largura. As maiores amplitudes das anomalias foram obtidas com AB/2= 15 m. As amplitudes decrescem à medida que aumentamos os AB/2. Este fato indica que trata-se de um corpo resistivo de pequena espessura, aflorante, emerso num ambiente condutor.

A figura 12 foi obtida a partir das resistividades aparentes das 9 SEVs realizadas sobre o perfil 2 da figura 11. As amplitudes das anomalias diminuem à medida que aumentamos os valores de AB/2. Para AB/2 maior que 60 m já não se observa a influência dos materiais resistivos. Este fato indica que o corpo está aflorante e possui pequena espessura. Os valores de resistividade crescem suavemente à esquerda da anomalia para os vários espaçamentos de AB/2 indicando alguma continuidade do corpo resistivo na direção oeste. Seu limite oriental é bem definido, fato que é demonstrado pela nítida mudança dos valores de resistividade para os vários espaçamentos de emissão de corrente.

A figura 13 mostra a localização dos perfis e os resultados eletromagnéticos das componentes real e imaginária, obtidas nas frequências de 3090 Hz. A pequena amplitude, bem como a disposição das anomalias indicam que o corpo resistivo é pouco espesso e possui forma alongada com direção aproximada NS.

A figura 14 mostra em seção os estratos geoeletricos de subsuperfície.

T A B E L A 1

Resultados de análises físico-químicas da água dos poços perfurados em mg/l.

AMOSTRA	CONDUT. µmho/cm	DUREZA TOTAL	ALC. A MET. OR	CO ₂ TOTAL	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺	SiO ₂	pH
LA-F1*	410.0	196.0	257.0	34.7	313.5	18.5	15.0	20.8	35.1	7.0	6.9	0.17	66.4	6.9
LA-F2	10.000.0	875.0	790.0	912.1	963.8	2.943.0	76.7	64.1	174.4	8.0	8.6	1.69	49.8	7.4
LA-F3	19.000.0	2.100.0	480.0	612.9	585.0	7.289.4	43.3	160.3	414.6	7.0	9.2	2.18	33.2	7.0
LA-F4	15.000.0	1.450.0	680.0	799.3	829.0	1.859.9	10.0	88.2	300.0	7.0	16.7	1.98	33.2	7.3
LA-F5	5.350.0	1.025.0	160.0	271.8	192.0	1.203.3	733.3	88.2	196.3	7.0	9.0	2.26	41.5	6.5
LA-F6*	1.300.0	930.3	50.0	117.8	61.0	293.9	90.0	36.1	205.0	8.0	6.0	1.27	24.9	6.2
LA-F7*	1.100.0	325.0	130.0	192.3	158.6	222.2	73.3	26.1	64.4	7.0	10.2	1.14	66.4	6.7

* Localizado sobre as estruturas

T A B E L A 2

Padrões de potabilidade em mg/l (Adaptado de Plucci, J. 1979)

	ABNT-PB -19		Org. Mundial de Saúde	
	Recomendado	Tolerado	Permissível	Excessivo
Ferro (em Fe)	-	-	0.3	1.0
Magnésio (em Mg)	-	0.3	5.0	15.0
Cloretos (Cl)	-	250	200	600
Sulfatos	-	0.5	200	400
Dureza (CaCO ₃)	100	250	-	-
Cálcio (em Ca)	limites p/ dureza	75	200	
pH	pH (Saturação) 6	7.0 - 8.5	6.5;	9.2

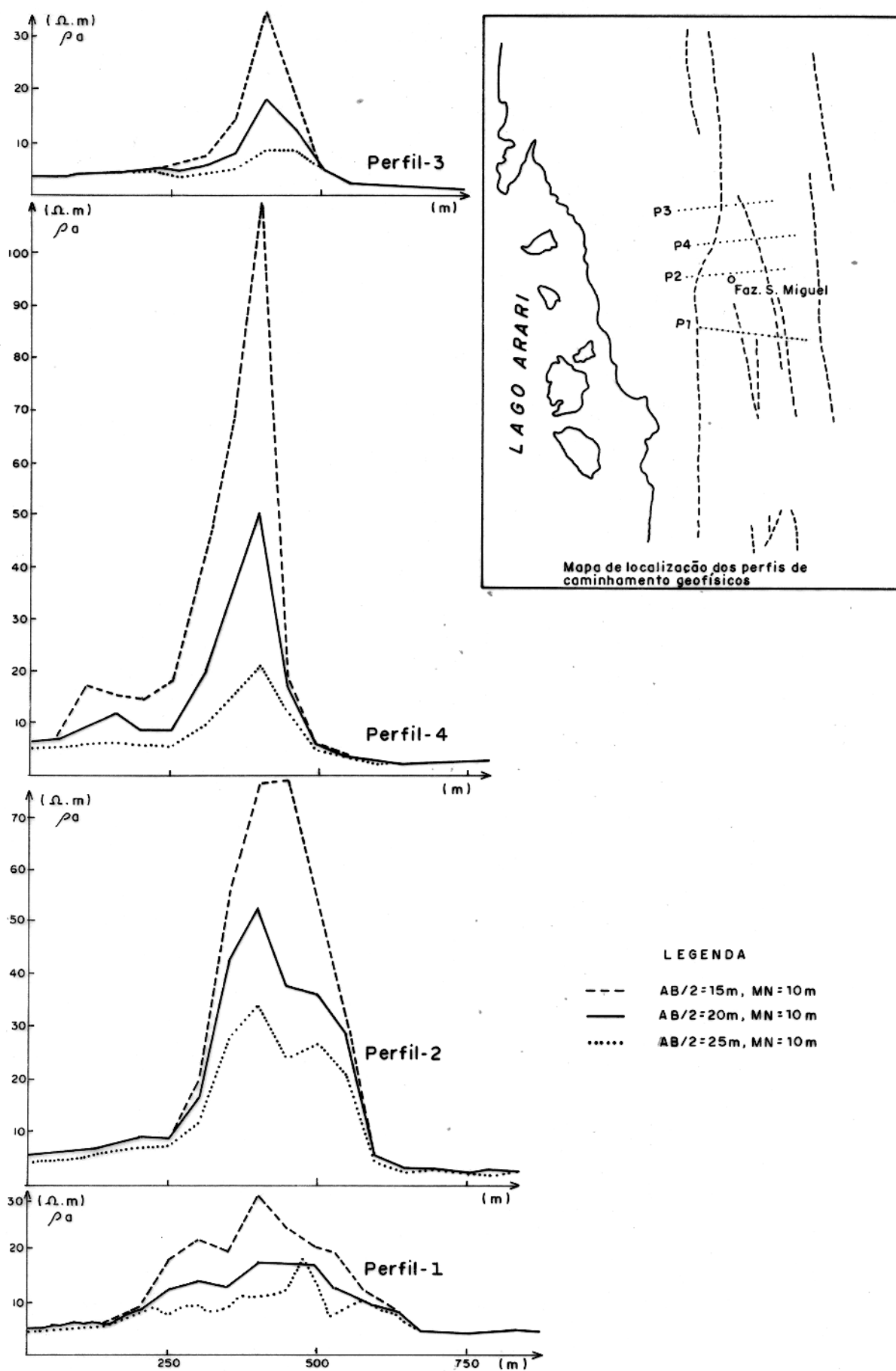


Fig.11- Perfis de resistividade aparente sobre a "Linha de Praia" São Miguel.

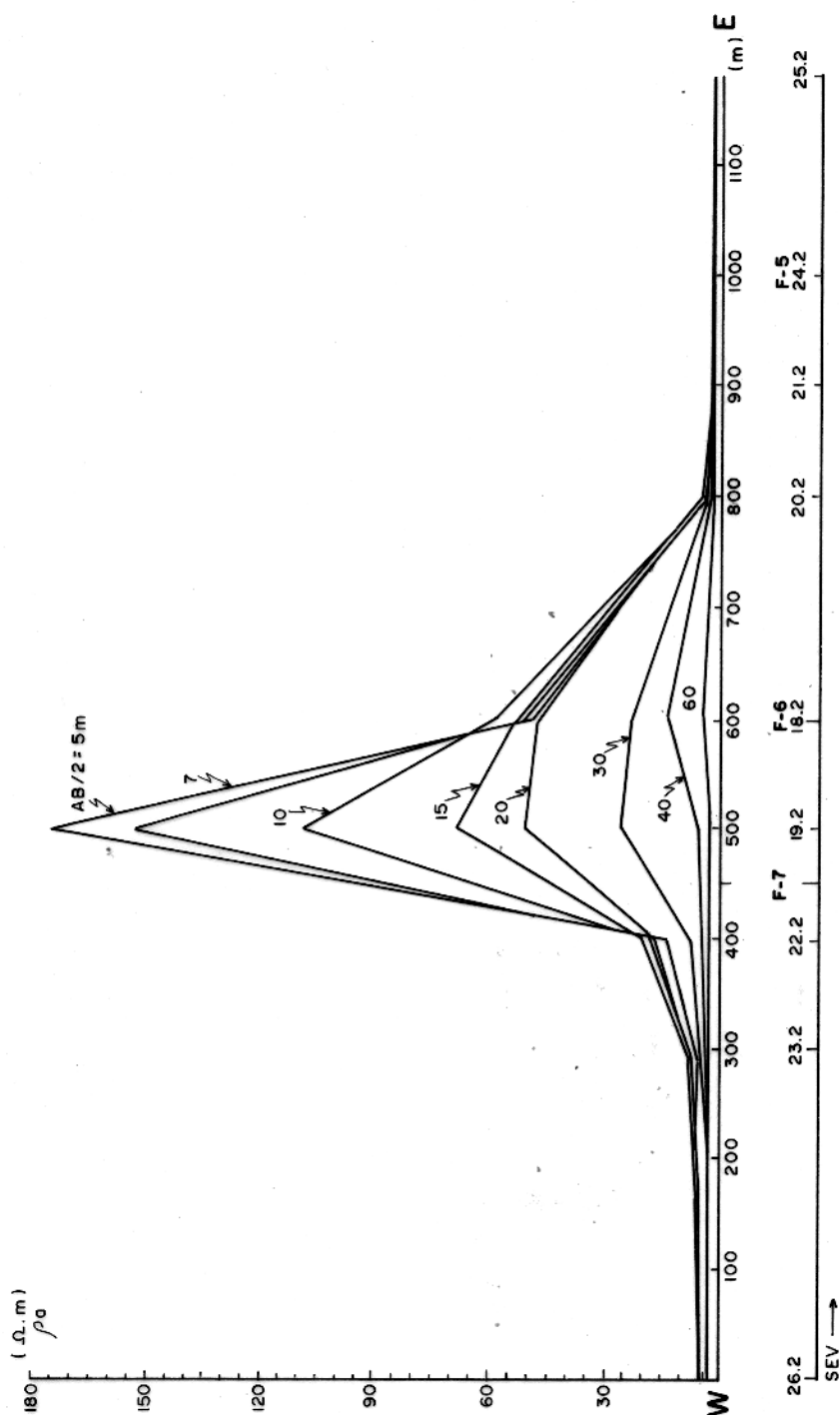
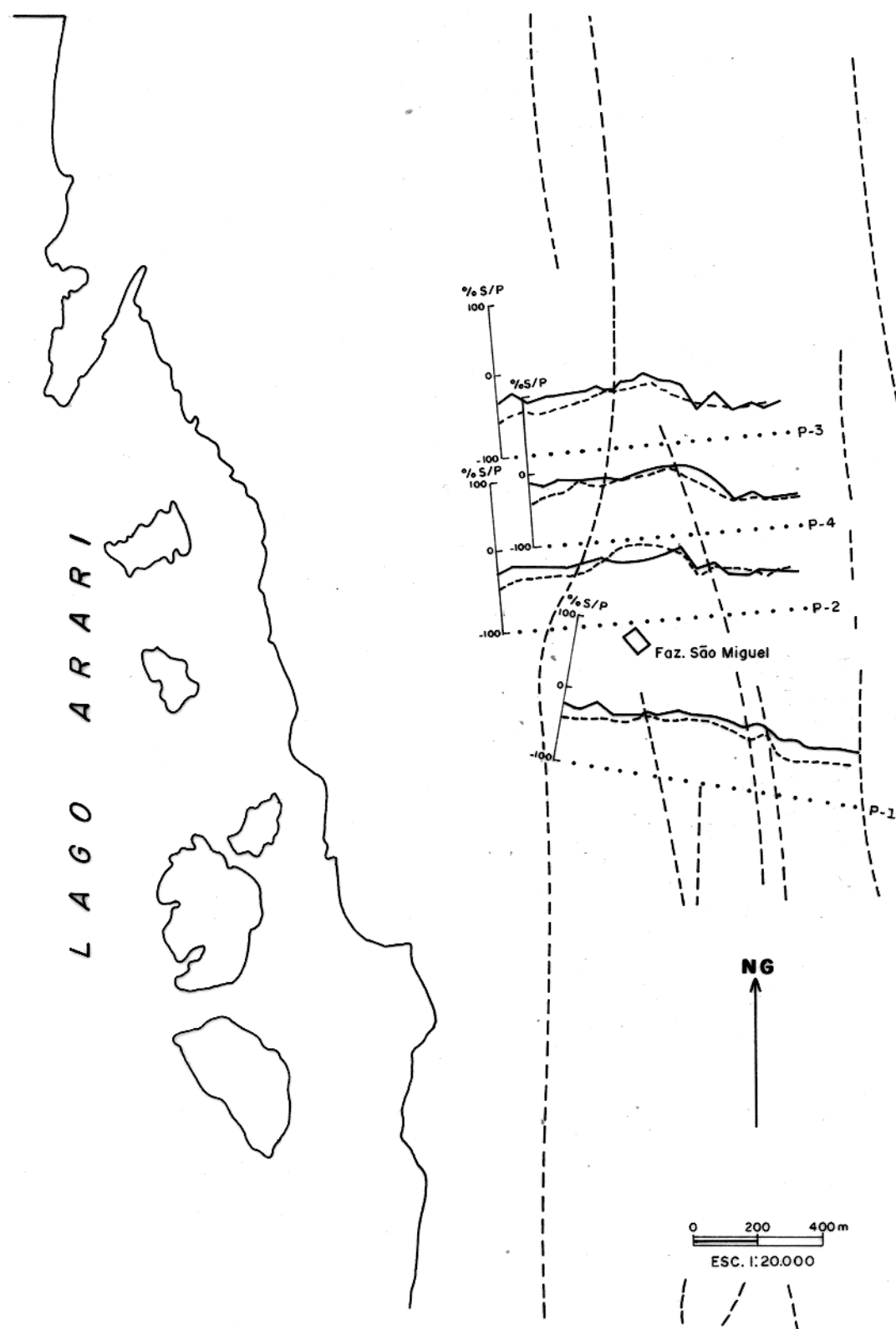


Fig. 12 - Perfis de resistividade aparente sobre a "Linha de Praia" S. Miguel.



LEGENDA

- LINHAS DE PRAIAS
- PONTOS DE OBSERVAÇÕES
- P-1 PERFIS DE CAMINHAMENTOS
- ~ COMPONENTE REAL
- ~ COMPONENTE IMAGINÁRIO

Fig.13 - Componentes real e imaginária dos caminhamentos eletromagnéticos sobre a "Linha de Praia" S.M. na frequência de 3090 Hz.

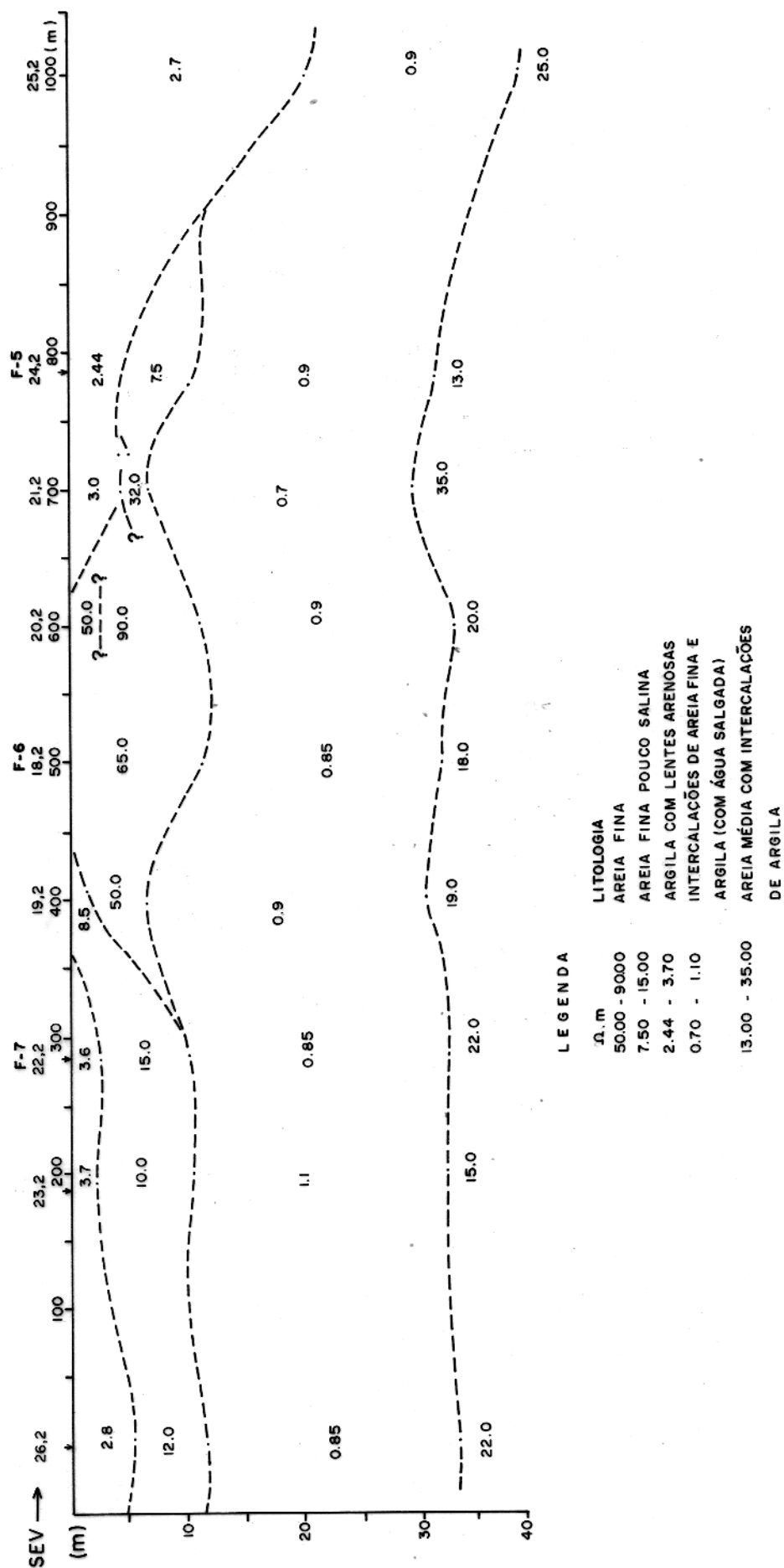


Fig.14- Seção geoeétrica da "Linha de Praia" São Miguel.

cie, abaixo do perfil 2 (figura 11).

O anexo 3 contém as interpretações das SEVs e mostra o ajuste final entre os dados de campo e as curvas teoricamente calculadas. As SEVs 18.2 e 24.2 são coincidentes com as perfurações 5 e 6, respectivamente.

Os resultados hidroquímicos obtidos sobre a "Linha de Praia" S.M., presentes na Tabela 1, tanto quanto sobre o Paleocanal G.M., indicam que a água tem menor condutividade, menor dureza e menor concentração de cátions e ânions, quando interna à estrutura. Tanto para a água interna ou externa à "Linha de Praia" S.M., o pH está fora da faixa permissível e possui valores baixos, menores que 6,7. O íon Cloreto não está em excesso e situa-se próximo (222,2 e 293,9 mg/l) ao valor 200,0 mg/l, considerado permissível pela OMS. A água é bastante pobre em Cálcio, tendo suas concentrações de 26,1 mg/l e 36,1 mg/l no furo F-6 e F-7, respectivamente, inferiores a 75 mg/l, que é o limite mínimo considerado pela OMS como permissível.

3.3 Paleocanal Menino Jesus

Este paleocanal foi investigado apenas com o método da eletroresistividade. Foram realizadas 2 SEVs ao longo da estrutura e um perfil de caminhamento elétrico seccionando-a transversalmente (figura 15). No caminhamento elétrico foram usados $AB/2 = 20$ m, 40 m e 60 m com $MN = 6$ m. Ver figura 16.

A interpretação das SEVs 5.1 e 4.1 que se situam sobre este paleocanal estão apresentadas no anexo 3 e indicam que a camada resistiva é aflorante e possui espessura de 0,8 m e 1 m, respectivamente, portanto, muito pequena. A figura 16 mostra os perfis de caminhamento elétrico. Estes perfis indicam a inexistência de materiais resistivos com expressão significativa abaixo da seção levantada.

3.4 "Linhas de Praias" a Este da Fazenda São Miguel

A figura 17 mostra a localização em planta do caminhamento elétrico, seccionando as "Linhas de Praias". No campo, estas estruturas correspondem a cordões alongados com ondulações quase imperceptíveis para aquele que caminha sobre as mesmas. Tais estruturas têm direção aproximada NS e foram investigadas apenas com o método elétrico. Utilizou-se para tanto $AB/2 = 15$ m, 20 m e 25 m e $MN = 10$ m. As anomalias de maior amplitude foram obtidas com $AB/2 = 15$ m e estão amostradas na figura 18. Nas proximidades da estação 40

FALTA ESTA PÁGINA

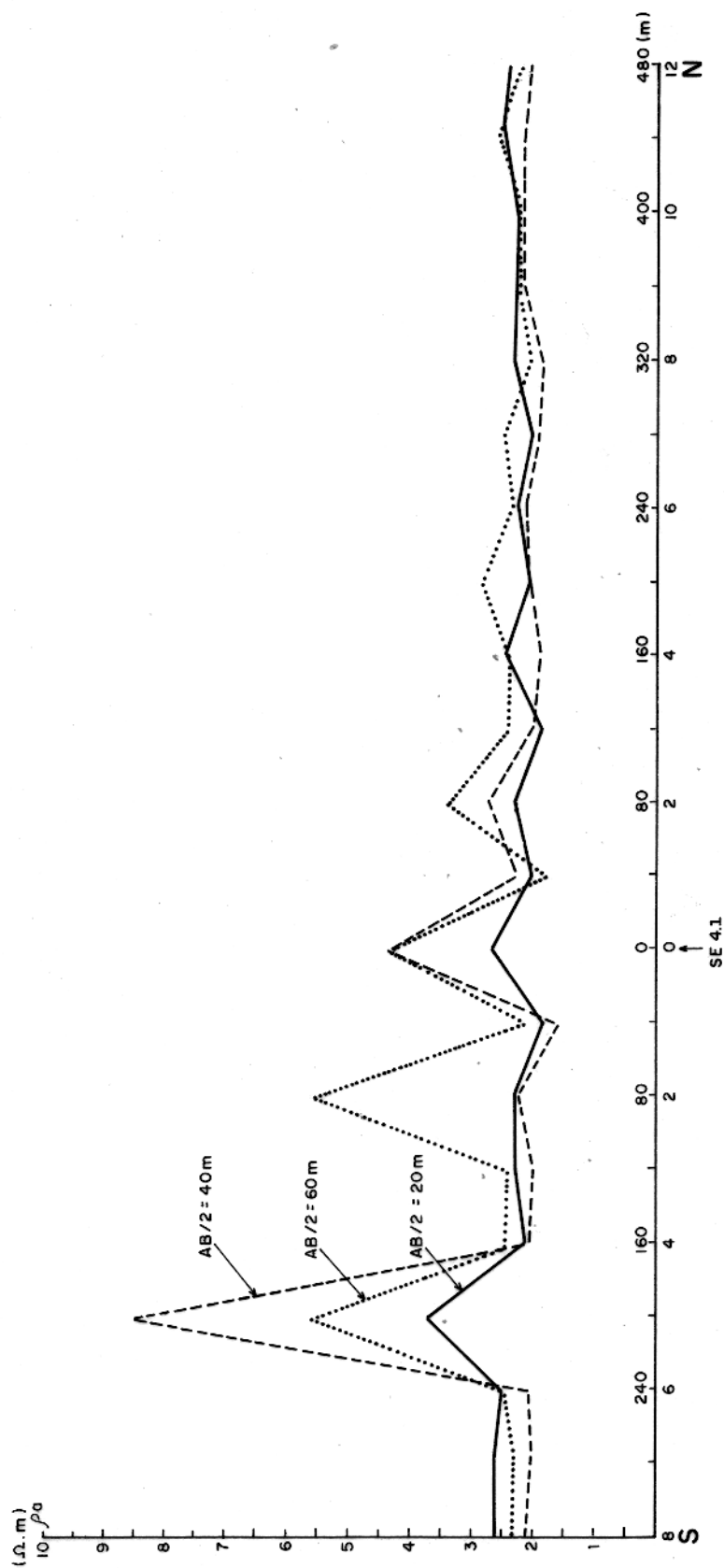


Fig. 16 - Perfis de resistividade aparente sobre o paleocanal Menino Jesus.
MN = 6m

FALTA ESTA PÁGINA

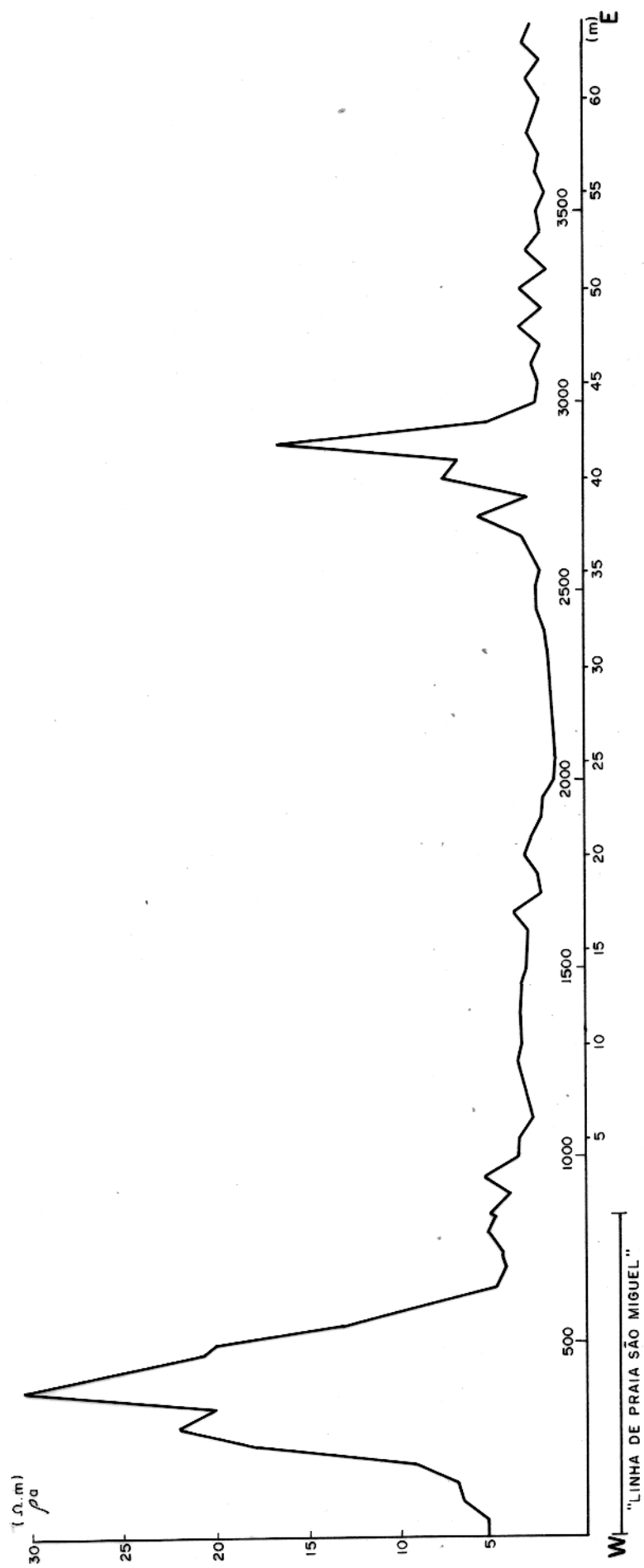


Fig. 18 - Perfil de resistividade aparente transversal às "Linhas de Praias". AB/2 = 15m, MN = 10m.

sobre um desses cordões, os valores de resistividade aparente aumentam (simultaneamente para os diferentes espaçamentos de AB/2 utilizados), definindo valores maiores para os menores espaçamentos de emissão de corrente, o que indica a existência superficial de material resistivo. A largura e amplitude dessa anomalia não despertam interesse hidrogeológico, contudo indicam que existem materiais resistivos superficiais correspondendo, provavelmente, a sedimentos arenosos. É, portanto, uma evidência indireta de que esses cordões foram originados em ambientes com maiores energias de formação.

4 DISCUSSÃO E GENERALIZAÇÃO

4.1 SEVs sobre o Paleocanal Guajará Mirim

As SEVs localizadas sobre as estruturas citadas no capítulo anterior indicaram a existência de um horizonte resistivo aflorante ou subaflorante, que corresponde a materiais arenosos não salinizados (Paleocanal G.M.) ou fracamente salinizados ("Linha de Praia" S.M.), com espessuras inferiores a 25 m. As demais SEVs realizadas naquela área indicam, por um lado, a existência de uma camada resistiva superficial de pequena espessura e sem interesse hidrogeológico, por outro lado, forneceram informações da existência de um espesso pacote condutor, com espessuras situadas entre meia a uma centena de metros, que corresponde a material argiloso ou arenoso salinizado, sobre o qual repousa o paleocanal.

A figura 19 mostra a evolução das curvas de resistividade aparente ao longo de uma seção transversal a um paleocanal típico (Paleocanal G.M.).

As SEVs localizadas sobre o paleocanal (nºs 14.2, 12.2, 1.2, 2.2, 10.2 e 3.2) definem um grupo típico e trazem informações de materiais resistivos a pequena profundidade. Já as SEVs externas ao paleocanal (nºs 15.2, 16.2, 13.2, 8.2, 6.2, 7.2 e 11.2) apresentam baixos valores de resistividade aparente (menor que 3 ohm.m para AB/2 inferior a 100 m) que correspondem a um espesso pacote de camadas argilosas e arenosas salinizadas.

O comportamento das SEVs localizadas sobre o paleocanal se deve a dois fatores físicos importantes na prospecção de água da Ilha, quais sejam, a presença de água doce e a presença de material arenoso. Esses mesmos padrões podem ser encontrados nas SEVs realizadas sobre o paleocanal ao sul do Rio Paracauari (Cavalcanti, 1979), bem como nas SEVs realizadas por alunos da disciplina Geofísica de Campo na Faz. Conceição (Porsani, 1978), juntamente às SEVs sobre os paleocanais da região do Rio do Saco (Kobayashi, 1980).

4.2 SEVs sobre o Paleocanal da Fazenda Conceição

A figura 20 mostra algumas SEVs realizadas na Faz. Conceição. Sobre o paleocanal também foram realizados (pelos alunos da disciplina Geofísica de Campo em 1978) três perfis de caminhamentos elétricos com arranjo Wenner, $a = 25$ m e espaçamento de leitura de 25 m. A figura 21 mostra esses perfis e o mapa de isoresistividade relativo àqueles dados.

4.3 SEVs sobre o Paleocanal da Fazenda Menino Deus

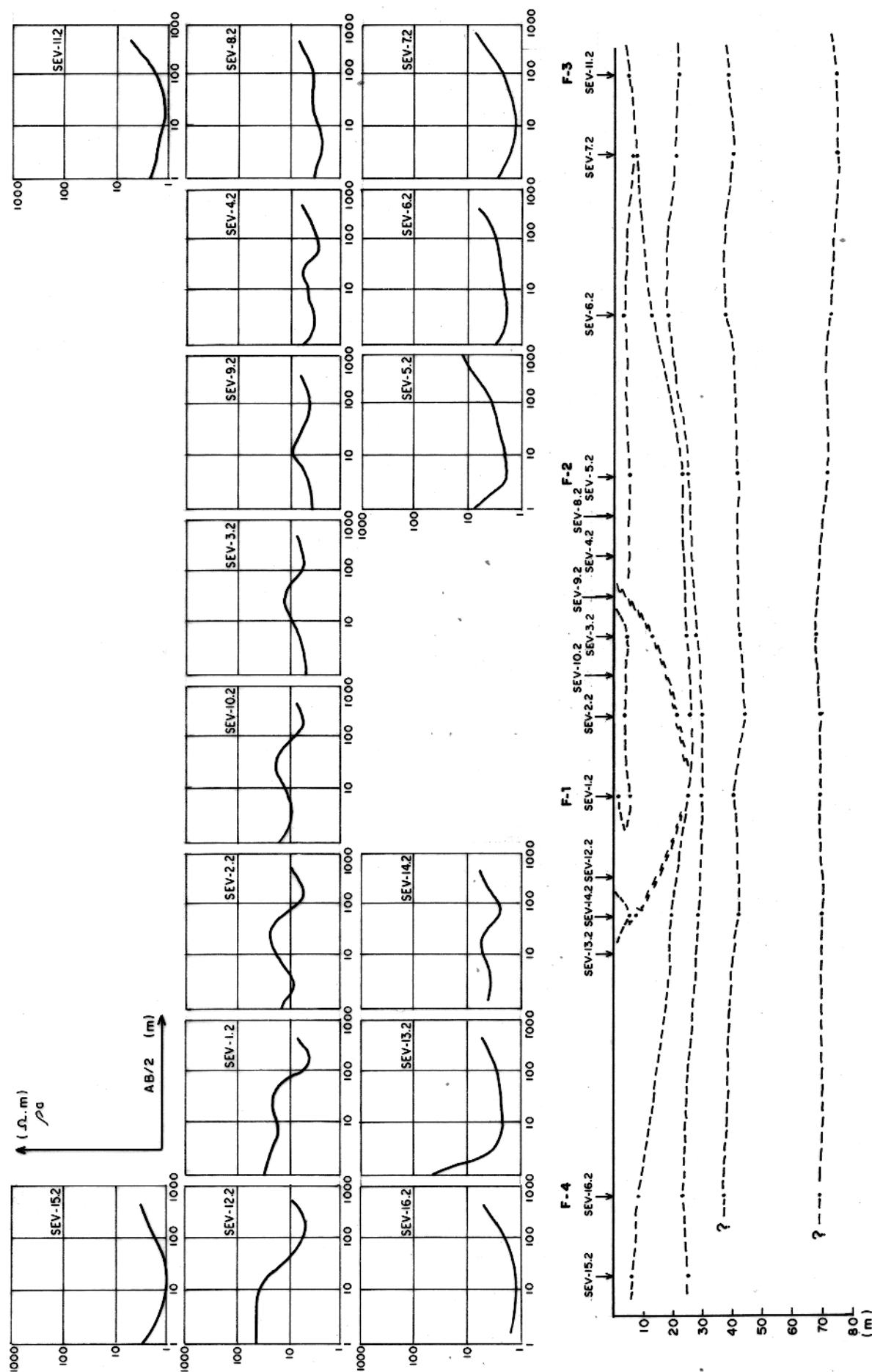


Fig.19 - Evolução das curvas de resistividade aparente sobre o paleocanal Guajará Mirim.

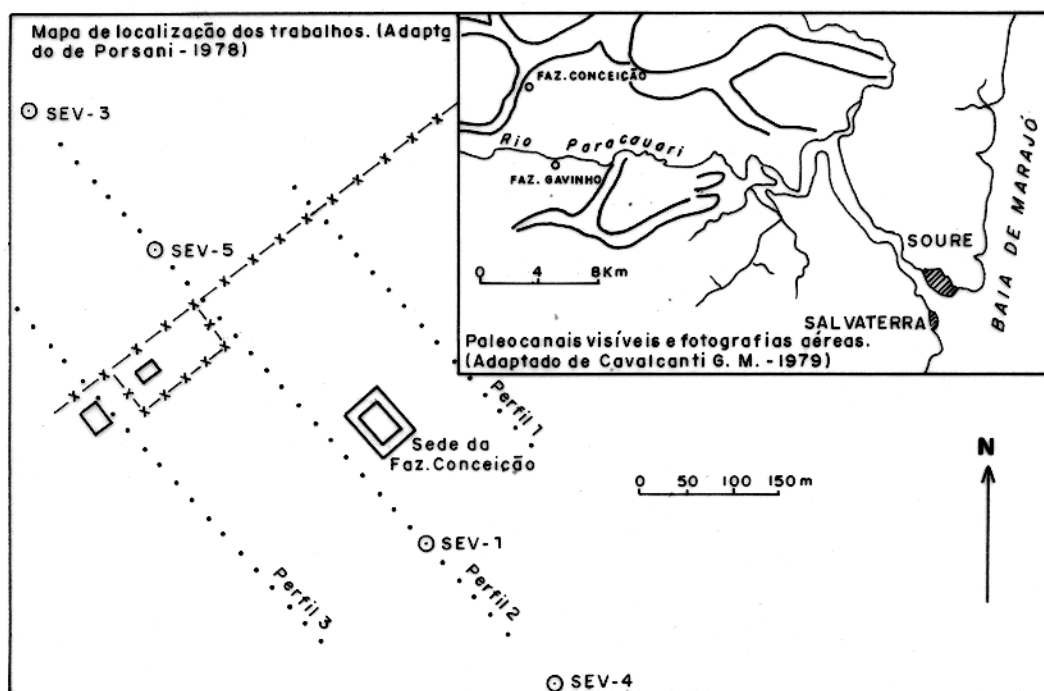
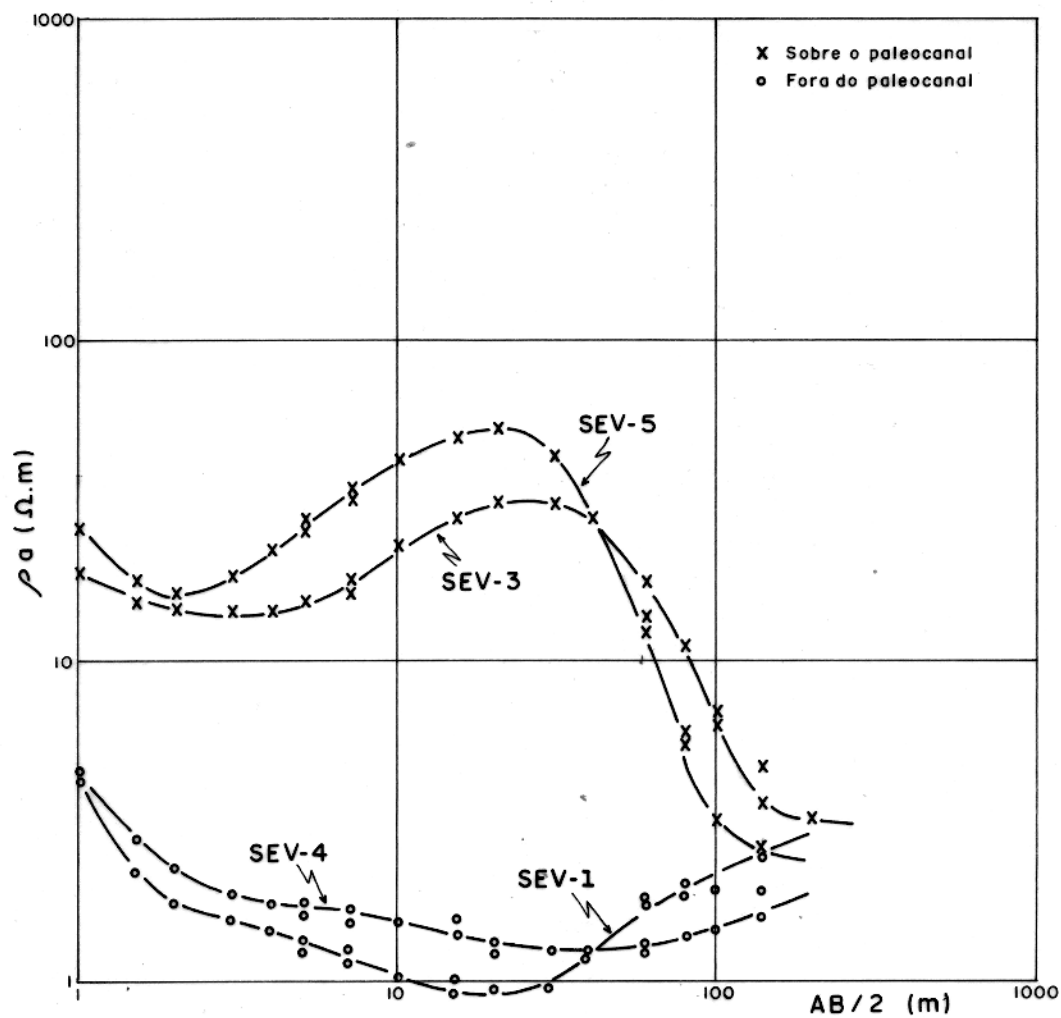


Fig. 20 - SEVs realizadas sobre e Adjacentes ao paleocanal da Faz. Conceição. (Adaptado de Porsani - 1978)

FALTA ESTA PÁGINA

A figura 22 mostra algumas SEVs realizadas sobre um paleocanal localizado na parte sul da área de trabalho de Cavalcanti. O comportamento das SEVs, tanto sobre o paleocanal quanto fora do mesmo, é coerente com os padrões obtidos sobre o Paleocanal G.M..

4.4 SEVs sobre o Paleocanal do Rio do Saco

Recentemente, foram executados trabalhos geofísicos na região do Rio do Saco (Kobayashi, 1980). A figura 23 mostra algumas SEVs que da mesma forma mantêm coerência com os padrões obtidos no Paleocanal G.M.. Porém, esta coerência não se vê corroborada pelas SEVs situadas sobre o paleocanal localizado na parte norte do Rio Paracauari (Cavalcanti, 1979), conforme mostra a figura 24 e a figura 25.

As SEVs situadas ao longo dessa estrutura apresentam comportamento típico de SEVs até então comumente encontradas fora dos paleocanais, conforme mostram as figuras anteriores deste capítulo. Com base no comportamento dessas SEVs e com relação à localização das mesmas, só é possível dizer que o paleocanal está salinizado, ou que não se trata de um paleocanal, ou ainda admitir que tenha havido algum engano na localização em planta daquelas sondagens. Essa estrutura tem continuidade na direção este e se encontra presente na área onde Kobayashi obteve as SEVs da figura 23, além de constatar a existência de água de boa qualidade associada àquela estrutura.

Pode-se dizer que quase todas as SEVs realizadas pelo NCGG, que eventual ou propositadamente se localizaram sobre paleocanais, indicaram a presença de horizontes resistivos aflorantes ou subaflorantes correspondendo a areias não salinizadas presentes a pequena ou média profundidade. A coerência no comportamento das curvas de resistividade aparente das SEVs para todos os paleocanais estudados em diferentes localidades, a exceção do paleocanal a norte da região do Rio Paracauari (Cavalcanti, 1979), nos permite generalizar aqueles padrões de SEVs para os demais locais da Ilha de Marajó onde existam paleocanais. Esta idéia está fundamentada na natureza geológica dessas estruturas que se admite terem sido formadas em ambientes e condições semelhantes.

4.5 Paleocanais da Região dos Rios Arapixi e Paracauari

A figura 26 mostra a localização de algumas SEVs realizadas pelo IDESP que eventualmente localizaram-se sobre ou próximas aos paleocanais. Este mapa foi obtido a partir do mapa de localização das SEVs do IDESP e da i-

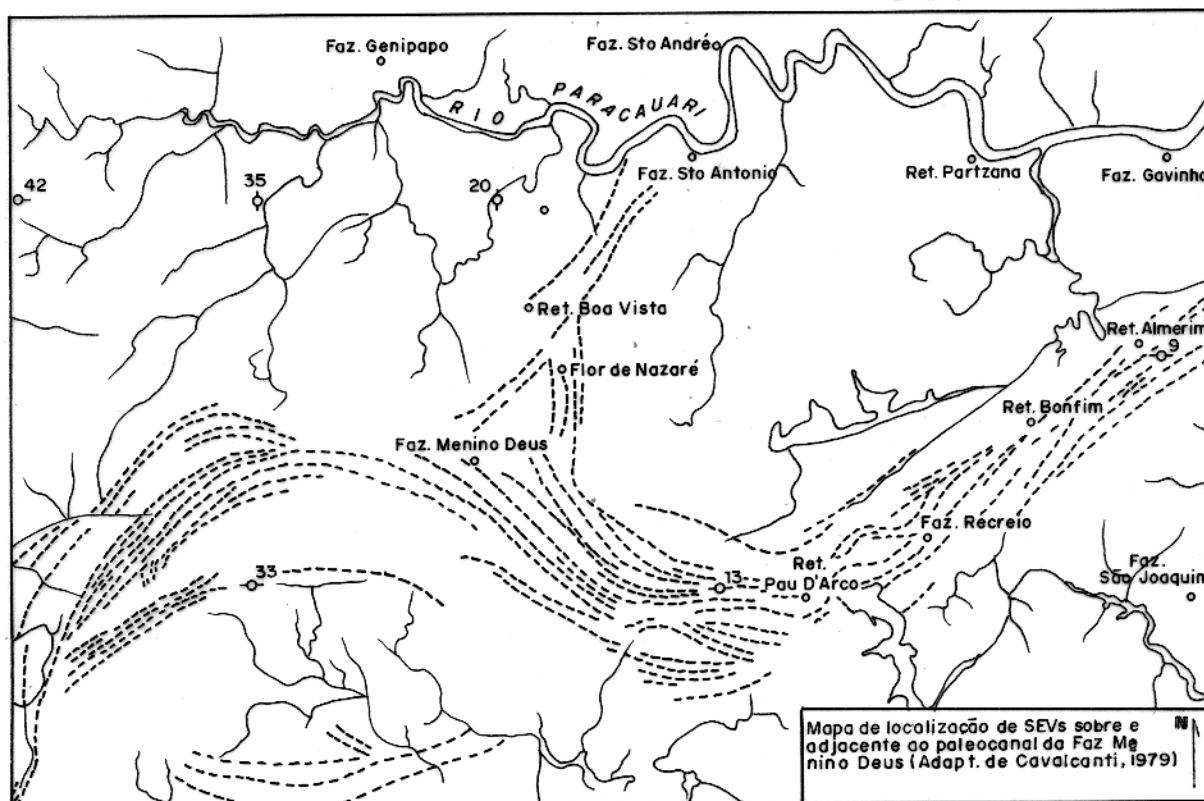
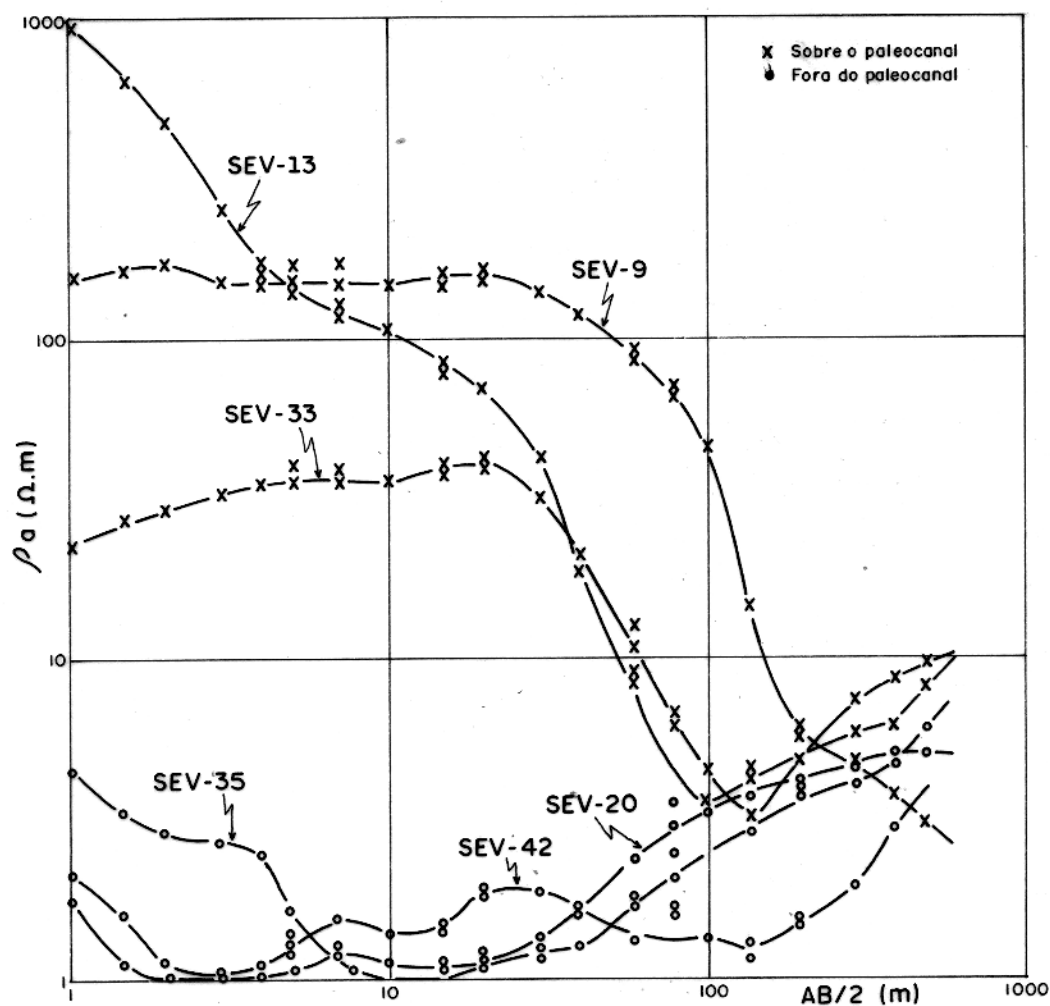


Fig. 22 - SEVs realizadas sobre e adjacentes ao paleocanal Menino Deus. (Dados de Campo de Cavalcanti, G. M. - 1979)

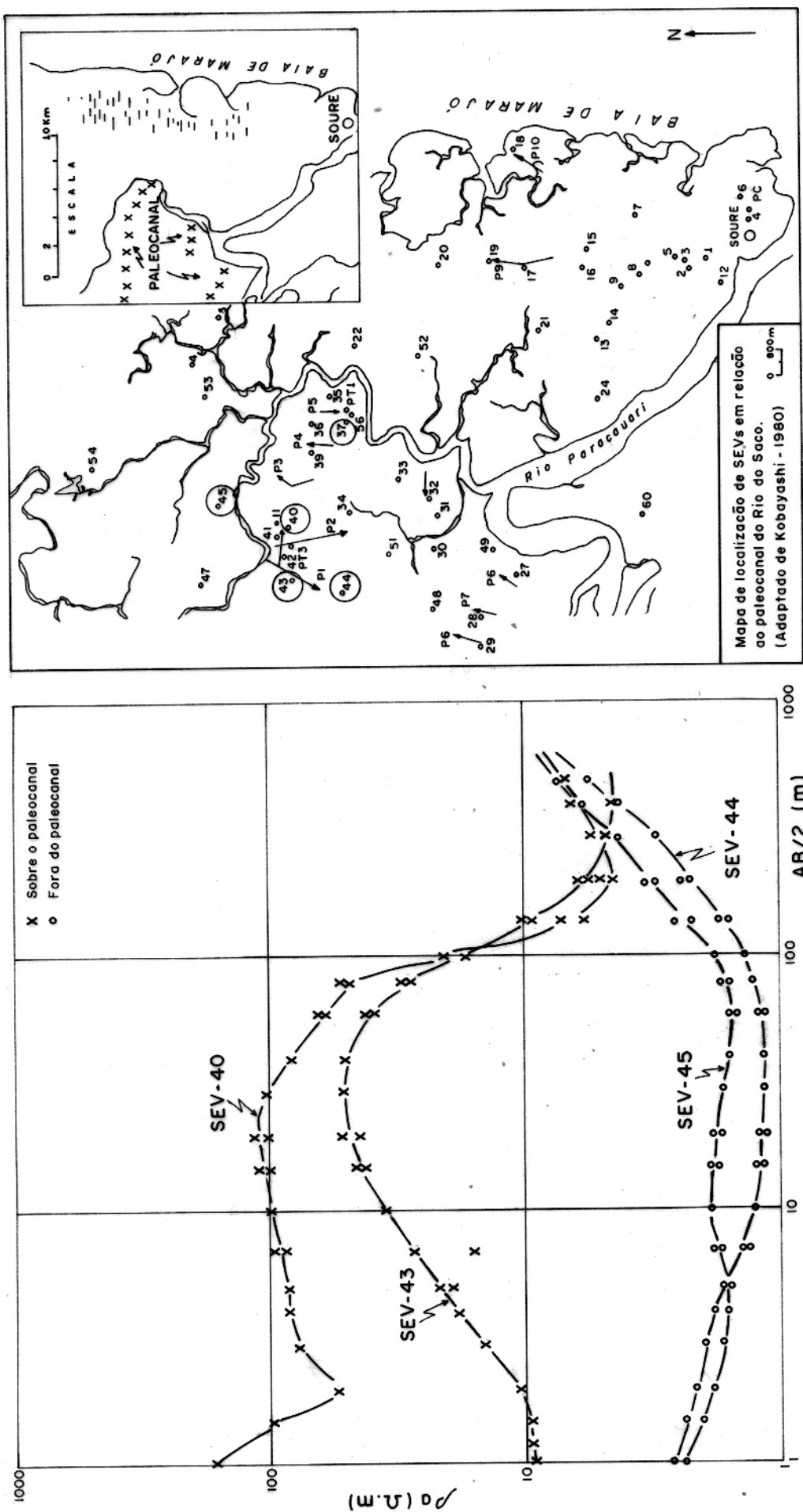


Fig. 23 - SEVs realizadas sobre e adjacentes ao paleocanal do Rio do Saco.
(Dados de campo de Kobayashi - 1980)

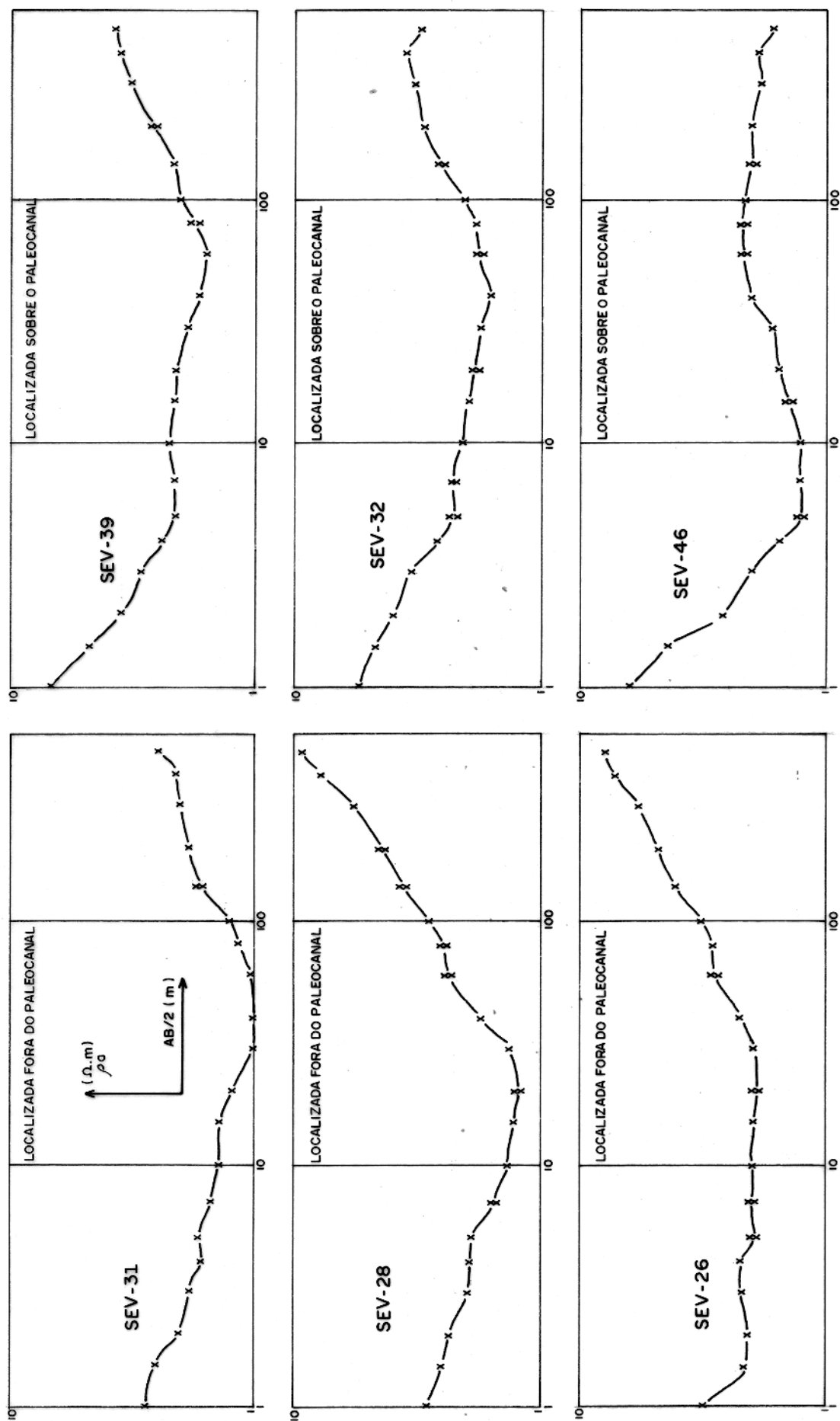


Fig.24 - SEVs a norte do rio Paracauari. (Dados de campo de Cavalcanti G. M. - 1979)

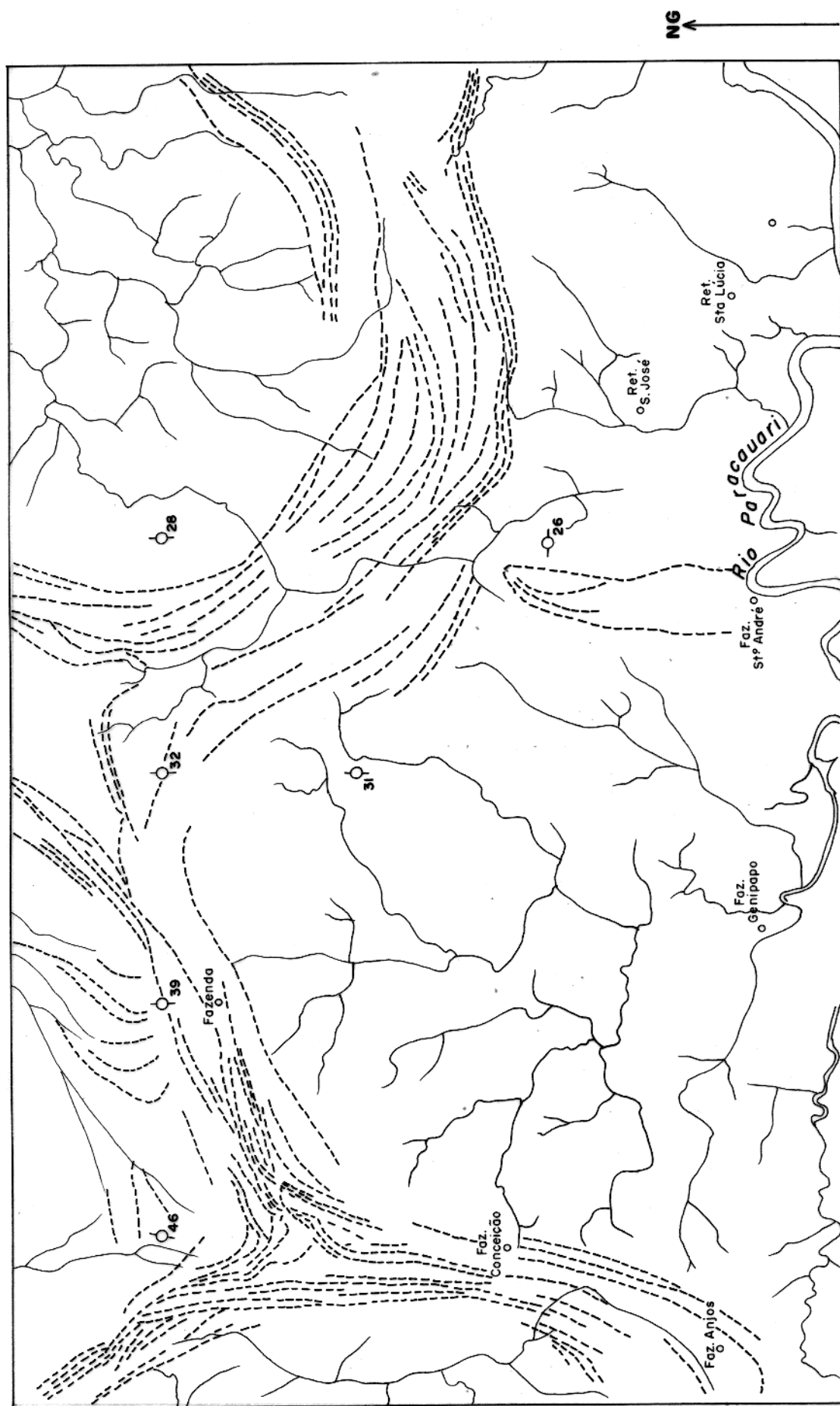


Fig. 25 - Mapa de localização das SEVs da Região do Rio Paracatu.
(Adaptado de Cavalcanti G. M. - 1979)

FALTA ESTA PÁGINA

magem de radar, folha SA-22-X-B, daquela região.

A figura 27 mostra SEVs n^{os} 417, 427, 428, 435, 437, 438, 449 e 451 e SEVs n^{os} 411, 446, 448, 452, 456 e 462 que estão localizadas, respectivamente, sobre os paleocanais a norte da área (região do Rio Arapixil e adjacentes aos mesmos).

As figuras 28a, 28b e 28c mostram SEVs localizadas sobre os paleocanais da porção oriental ao Lago Arari.

A figura 29 mostra SEVs localizadas fora dos paleocanais acima referidos. Muito embora exista alguma imprecisão na localização das SEVs, decorrente do modo como foi obtido o mapa apresentado na figura 26, ainda assim observa-se que o comportamento das curvas de resistividades aparentes possuem grande coerência entre si, para as SEVs (com localização aproximada) sobre os paleocanais e fora dos mesmos.

As SEVs do levantamento do IDESP localizadas sobre os paleocanais evidenciam a existência de um horizonte resistivo (com resistividades que variam entre 20 a 900 ohm.m, aproximadamente), o qual se encontra aflorante ou recoberto superficialmente por materiais de baixa resistividade (provavelmente argila), como é o caso das SEVs n^{os} 417, 428, 449 da figura 27 e das SEVs n^{os} 639, 33 e 58 da figura 28c. As SEVs daquele levantamento que se localizam fora dos paleocanais (figura 29), na maioria das vezes indicam a existência de um espesso pacote de camadas condutoras com resistividades inferiores a 6 ohm.m e espessuras da ordem de uma centena de metros.

Pode-se dizer que estes dados ilustram e comprovam as expectativas existentes sobre os demais paleocanais da Ilha de Marajó que ainda não foram estudados em detalhe. Trabalhos geofísicos, geológicos e hidroquímicos sobre estas estruturas, certamente trarão resultados que permitirão comprovar a existência de água de qualidade aceitável associada às mesmas.

4.6 Generalização

Os paleocanais tanto quanto as drenagens atuais correspondem a sistemas dinâmicos, os quais tiveram sua forma evoluida mudando de posição durante seu tempo de existência. Isto nos leva a pensar na possibilidade de existir paleocanais sem expressão morfológica, isto é, com cobertura parcial de sedimentos que mascaram as feições estruturais típicas que permitiriam seu reconhecimento em fotografias aéreas ou imagem de radar. Portanto, é possível existir na região de campos naturais da Ilha de Marajó, locais onde

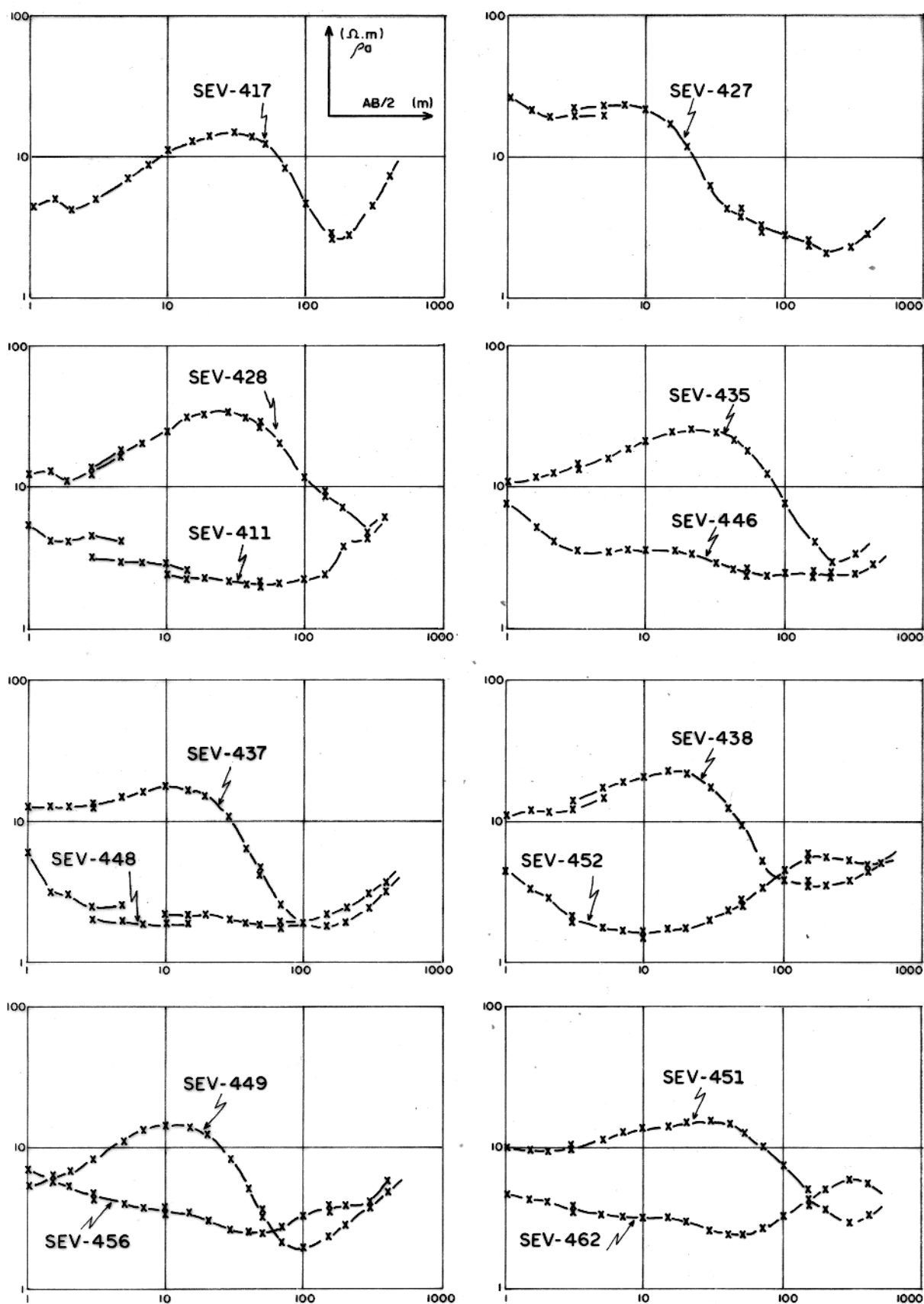


Fig.27- SEVs localizadas na porção noroeste ao Lago Arari. (Dados de campo do Idesp)

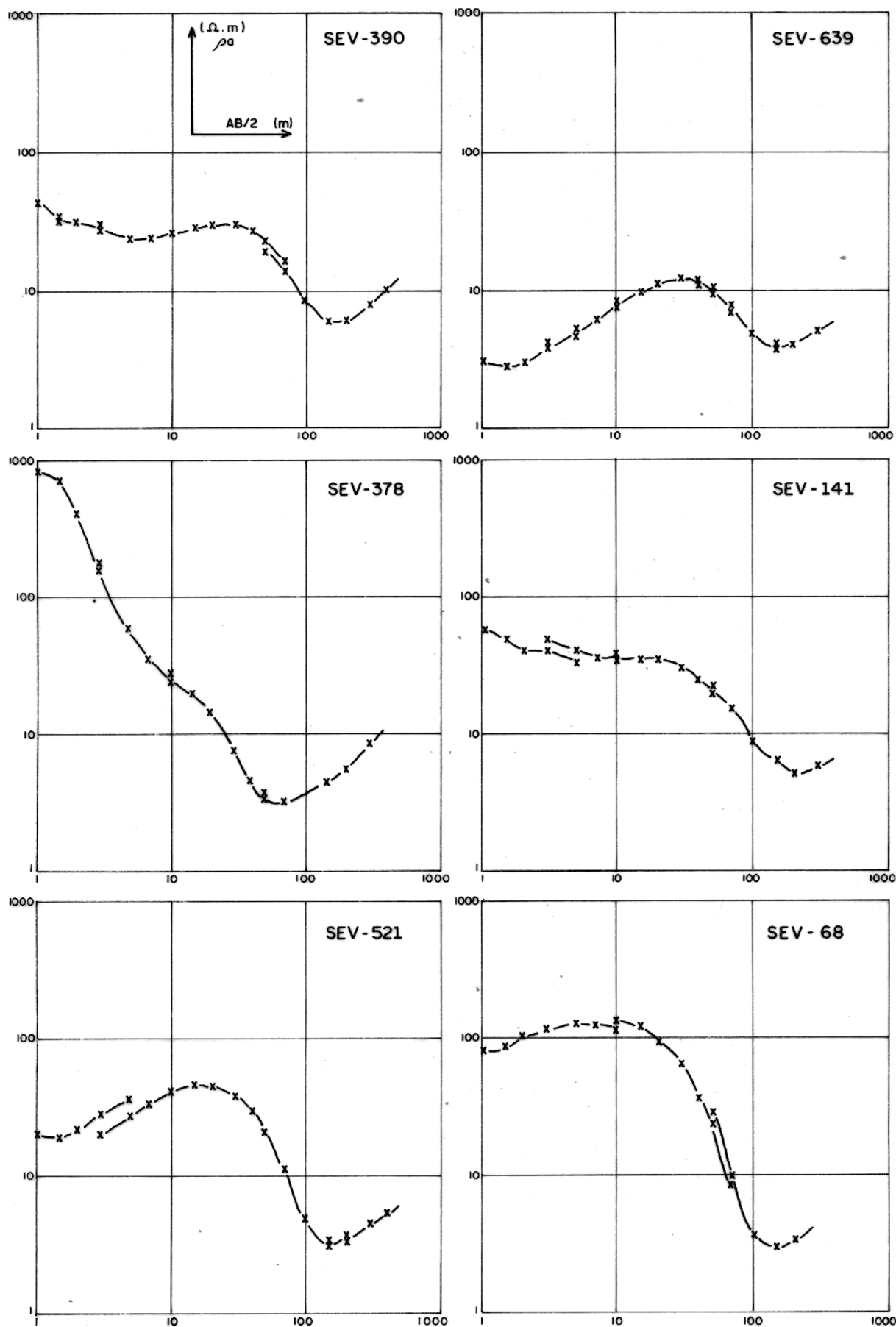


Fig. 28a - SEVs localizadas sobre os paleocanais da porção oriental do Lago Arari. (Dados de campo do Idesp)

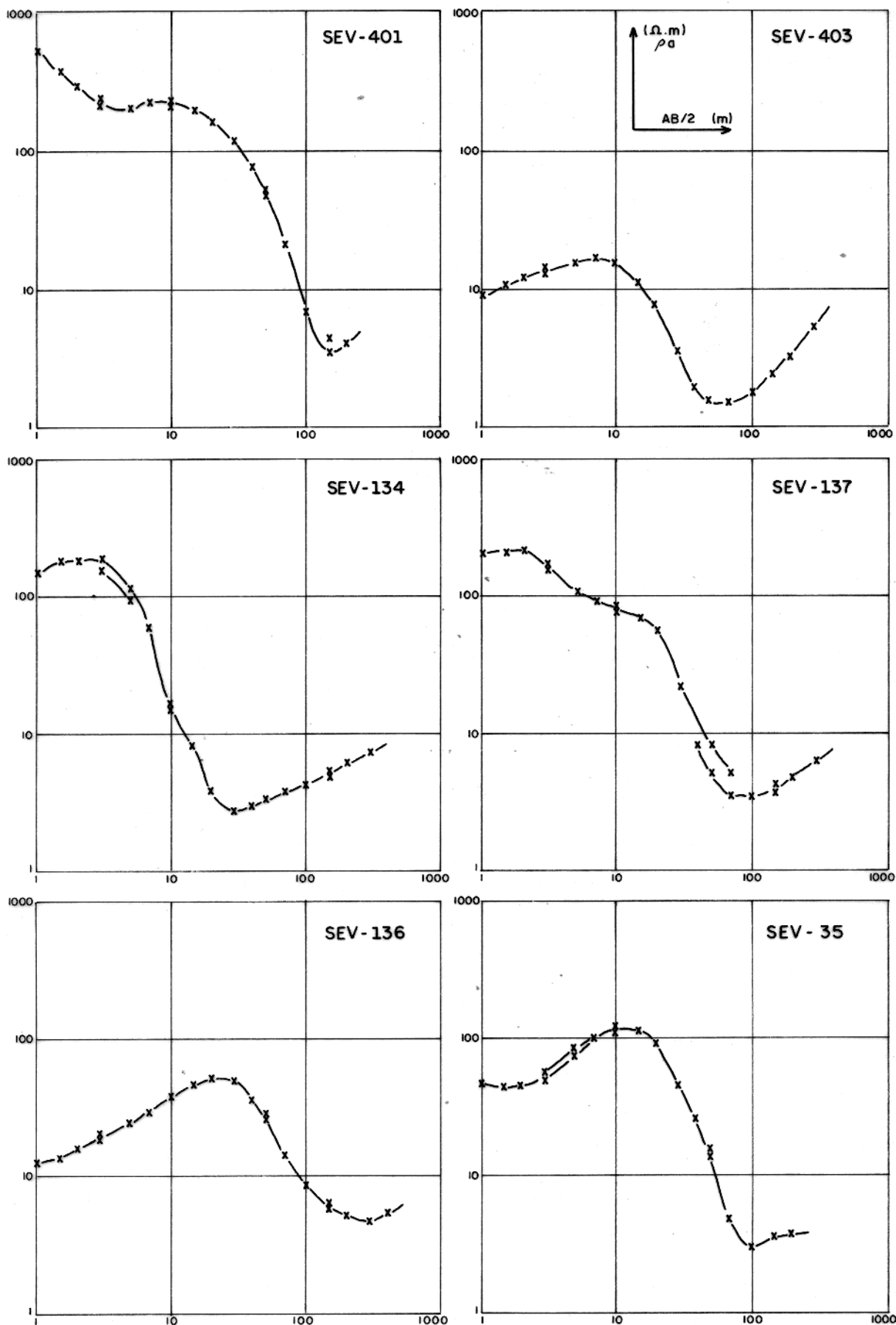


Fig. 28b - SEVs localizadas sobre os paleocanais da porção oriental do Lago Arari. (Dados de campo do Idesp)

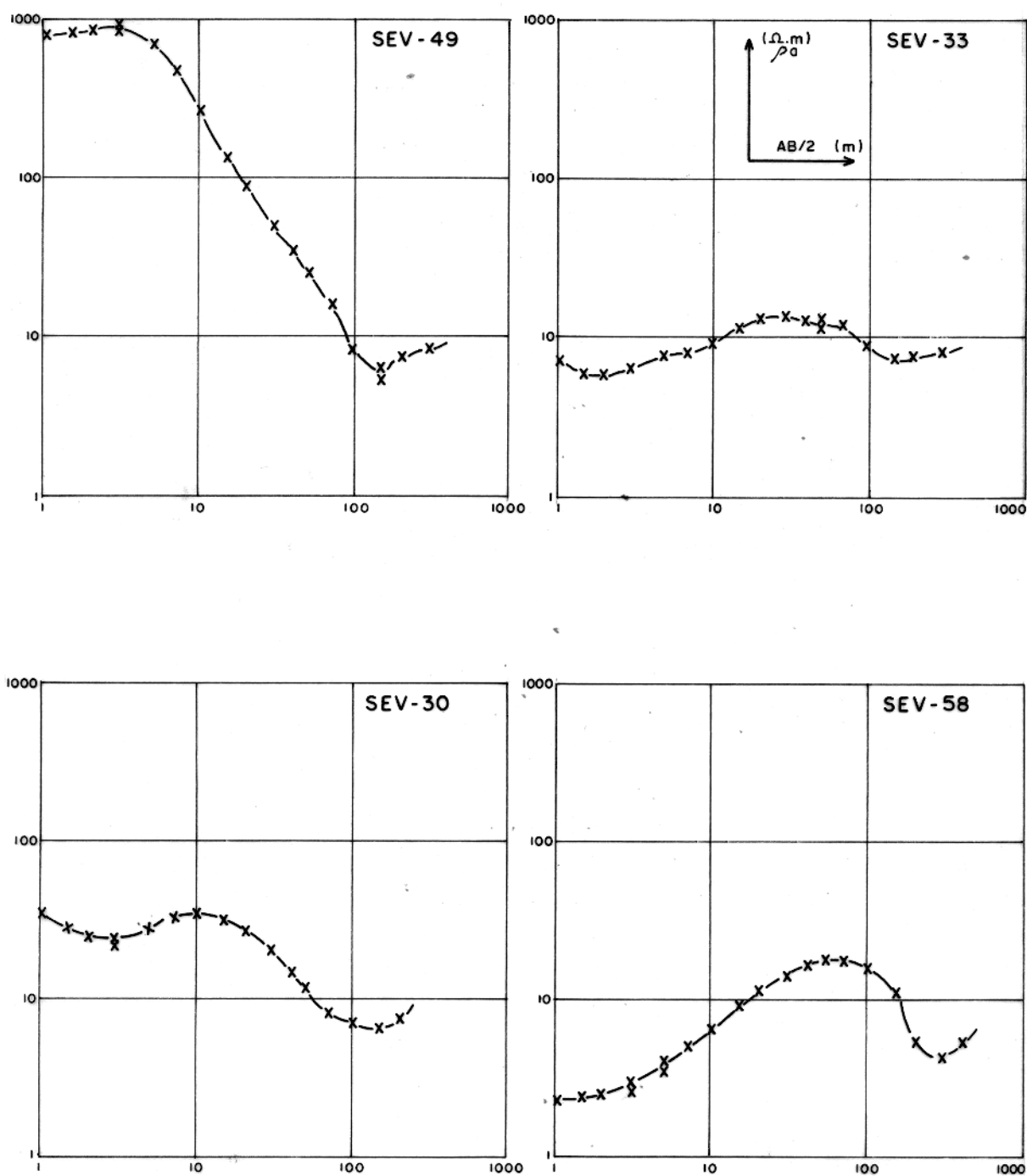


Fig. 28c - SEVs localizadas sobre os paleocanais da porção oriental ao Lago Arari. (Dados de campo do Idesp)

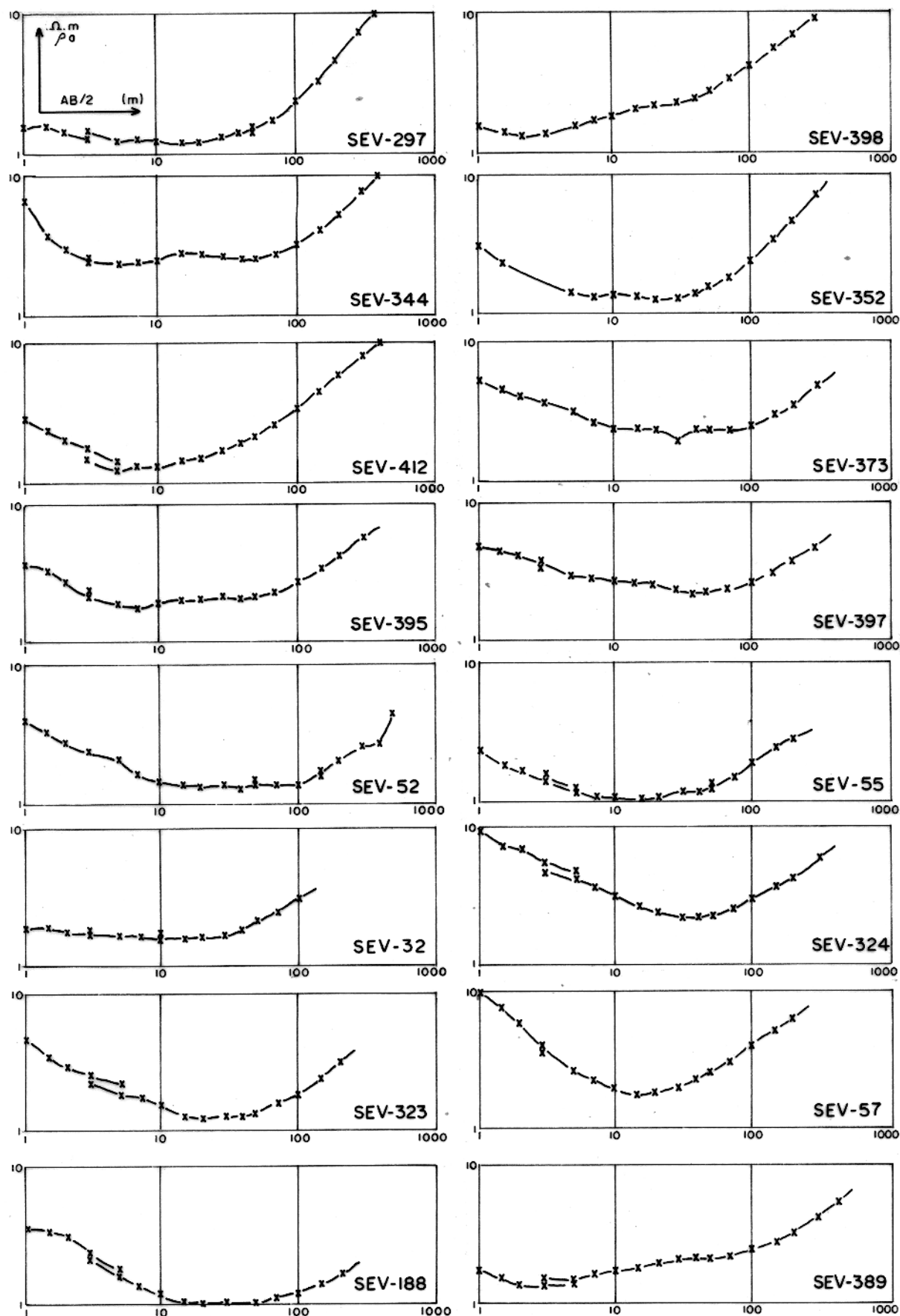


Fig. 29- SEVs localizadas fora dos paleocanais da porção oriental ao Lago Arari. (Dados de campo do Idesp)

SEVs realizadas externamente aos paleocanais que hoje possuem expressão morfológica, apresentem comportamento semelhante aos padrões característicos daquelas estruturas.

Entretanto, considerando que para as áreas estudadas existe um padrão de SEVs típico de paleocanais, que a água presente nestas estruturas é de qualidade aceitável para o consumo humano (Cavalcanti (1979), Porsani et alii (1980), Kobayashi (1980)) e que estas áreas são representativas do restante da região de campos naturais, podemos dizer que os paleocanais se constituem em primeira instância, num excelente critério geológico a ser considerado na seleção de áreas favoráveis à prospecção e captação de água subterrânea de pequena profundidade na Ilha de Marajó.

5 CONCLUSÃO

A aplicação dos métodos geofísicos orientada pela presença de estruturas fotointerpretadas como promissoras, ofereceu resultados excelentes, uma vez que todas estruturas investigadas na região do Lago Arari apresentaram materiais resistivos associados às mesmas. As SEVs realizadas naquela região que não se localizaram sobre aquelas estruturas indicaram a existência de um espesso pacote de camadas condutoras com espessura total menor que cem metros. Este fato demonstra que é bastante pequena a probabilidade de se encontrar água de boa qualidade a pequena profundidade que não seja associada a paleocanais ou estruturas similares.

Muito embora a qualidade da água presente no Paleocanal G.M. e na "Linha de Praia" S.M. não atenda plenamente as exigências de potabilidade da OMS e ABNT, pode-se dizer, contudo, que na ausência de água de melhor qualidade, a água associada àquelas estruturas pode ser aproveitada satisfatoriamente para o atendimento da população rural daquelas localidades, e com maior razão pelos rebanhos que aceitam água mesmo fracamente salgada.

As "linhas de praias" indicam a ocorrência de materiais resistivos superficiais de pequenas espessuras e a água presente na "Linha de Praia" S.M. pode ser aproveitada por meio de pequenos poços escavados ou perfurados, desde que não excedam 12 metros.

O método da eletroresistividade mostrou-se bastante eficiente e a técnica de caminhamento elétrico permitiu delimitar com grande precisão os contatos geoeletrônicos das estruturas investigadas.

As SEVs do IDESP trazem boas evidências hidrogeológicas dos paleocanais do interior dos campos que ainda não foram investigados em caráter de detalhe.

O levantamento pelo método eletromagnético, dada as vantagens operacionais que possui em relação ao método da eletroresistividade, apresentou maior rendimento nos trabalhos de campo. Pode ser empregado sistematicamente no mapeamento de detalhe de corpos resistivos naquela região.

Os trabalhos geofísicos realizados em outras áreas onde existem paleocanais corroboraram o critério geológico de prospecção usado na região do Lago Arari. Pode-se dizer, portanto, que os paleocanais e demais estruturas geológicas indicam o lugar que em primeira instância deve ser considerado para a realização dos trabalhos geofísicos de detalhe, quando o objetivo

é prospectar água subterrânea de pequena profundidade na Ilha de Marajó.

Os altos custos inerentes à captação de água de grandes profundidades, inviável para os pequenos e médios proprietários rurais, juntamente ao fato de que a água captada de 100 m na cidade de Sta. Cruz possui elevadas concentrações iônicas com condutividade de 1.350 $\mu\text{mho/cm}$ (anexo 5), são razões bastante fortes para justificarem a procura de alternativas mais adequadas à população do interior dos campos. Com base nessas premissas e nos resultados aqui apresentados, pode-se afirmar que os paleocanais oferecem uma excelente opção para a captação de água subterrânea de pequena profundidade.

6 TRABALHOS FUTUROS

O conhecimento da geometria, porosidade e composição química da água dos aquíferos associados aos paleocanais permitirão avaliar o potencial hídrico dessas estruturas. Nesse sentido, precisariam ser empreendidos trabalhos geofísicos, geológicos e hidroquímicos em caráter de detalhe.

Alguns poços escavados sobre paleocanais, otimizados por drenos horizontais (Manoel, 1980), poderiam ser implantados a custos relativamente baixos. Para tanto, seria de grande importância o conhecimento do potencial hídrico como também as características hidráulicas dos paleocanais de modo a permitir o melhor aproveitamento dos aquíferos.

Os paleocanais com expressão em superfície estão topograficamente acima do nível médio do mar. Observa-se na figura 26 que, de um modo geral, comunicam-se entre si; são cortados por drenagens atuais e direta ou indiretamente comunicam o interior dos campos com a contra-costa ou com a Baía de Marajó. É razoável admitir que estas estruturas estão emersas em um meio argiloso e portanto pouco permeável; que possuem recarga direta da água das chuvas; que a água de subsuperfície flui em seu interior no sentido predominante de dentro para fora da Ilha. Com base nessas premissas, este fluxo alimentado diretamente pela água das chuvas tem uma função bastante importante na dessalinização dos paleocanais, processo que estaria ocorrendo desde a época da formação daquelas estruturas. Esta idéia poderia ser verificada através da realização de estudos hidroquímicos e hidrodinâmicos dos paleocanais.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, C.A.C.A. - 1979 - Eletroresistividade aplicada ao estudo de água subterrânea no Município de Salvaterra - Marajó - Pará. Tese de Mestrado. Belém, UFPa-NCGG. 58 p.
- CAVALCANTI, G.M.L. - 1979 - Geofísica aplicada à prospecção de água subterrânea na área do Rio Paracauari - Ilha de Marajó - Pará. Tese de Mestrado. Belém, UFPa-NCGG. 88 p.
- FONSECA, N.R.M. 1979 - Equipamento eletromagnético para prospecção geofísica e modelamento reduzido. Tese de Mestrado. Belém, UFPa-NCGG. 64 p.
- GRANT, F.S.; EST, G.F. - 1965 - Interpretation theory in applied geophysics. Newyork, McGraw-Hill. 584 p. (International Series in the Earth Science).
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SOCIAL DO ESTADO DO PARÁ. - 1974 - Estudos integrados da Ilha de Marajó - Belém. 333 p.
- ISSLER, R.S.; andrade, A.R.F. de; MONKALVÃO, R.M.G. de; GEROBAL, G.; SILVA, G. G. da; LIMA, M.S.C. de - 1974- Projeto RADAM. Folha SA-22 - Belém- Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, DNPM. V.5.
- KELLER, G.V.; FRISCHKNECHT, F.C. - 1966 - Electrical methods in geophysical prospecting. Oxford, Pergamon Press. 517 p.
- KOBAYASHI, C.N. - 1979 - Métodos geofísicos aplicados a prospecção de água subterrânea no Município de Ponta de Pedras. Ilha de Marajó - Pará. Tese de Mestrado. Belém, UFPa-NCGG. 93 p.
- KOBAYASHI, C.N. - 1980 - Eletroresistividade aplicada a prospecção de água subterrânea no Município de Soure. In: Anais do Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Recife. p. 71-84
- KOWSMANN, R.O.; COSTA, M.P.A. - Projeto Remac - Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes: Relatório final. Rio de Janeiro, PETROBRÁS/CENPES, 1979. v.8
- MAILLET, R. -1947 - The fundamental equation of electrical prospecting. Geophysics, 12: 529-556.
- MANDEL, Fº.J. - 1980 - Produtividade dos drenos horizontais e potencialidade dos aquíferos aluviais. In: Anais do Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 1, Recife, p. 451-459.
- ORELLANA, E.; MOONEY, H.M. -1966 - Master tables and curves for vertical electrical sounding over layered structures. Madrid, Interciencia.
- ORELLANA, E. - 1974 - Prospeccion geoelectrica por campos variables. Madrid. Paraninfo. 571 p.
- PIUCCI, J. - 1979 - Hidrogeologia da Área Piloto de Ponta de Pedras, Ilha de Marajó - Pará. Tese de Mestrado. UFPa-NCGG.

- PORSANI, M.J. - 1978 - Relatório da disciplina Geofísica de Campo - Região do Rio Paracauari - Ilha de Marajó. Inédito. Belém, Curso de Pós-Graduação. UFPa-NCGG. 48 p.
- PORSANI, M.J.; RIJO, L.; BISCHOFF, J.; FONSECA, N.R.M. - 1980 - Métodos geofísicos aplicados a prospecção de água subterrânea, na região do Lago Arari. Anais do Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas 1, Recife. p. 269-284.
- RIJO, L.; PELTON, W.H.; FEITOSA, E.C.; WARD, S.H. - 1977 - Interpretation of apparent resistivity data from Apodi Valley. Rio Grande do Norte, Brazil. Geophysics, 42:811-822.
- SCHALLER, H.; VASCONCELOS, D.; CASTRO, J. - 1974 - Estratigrafia preliminar da bacia sedimentar da foz do Rio Amazonas. In: Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Geologia, 25 São Paulo 3, p.189.
- TANCREDI, A.C. - 1972 - Application de la prospection électrique à l'étude hydrogéologique da Ilha de Marajó-état du Pará, Bresil; Diplôme Et. sup. Strasbourg, Multig., 25p.
- WARD, S.H. - 1967 - The electromagnetic method. In: Mining Geophysics. Tulsa, S.E.G. V. II p.244.

FALTA ESTA PÁGINA

ANEXO 2
DADOS DE CAMPO

PERFIL ELETRICO 1				PERFIL ELETRICO 3				PERFIL ELETRICO 4			
PALEOCANAL G.M.				PALEOCANAL G.M.				PALEOCANAL G.M.			
AB/2= 25 MN= 10				AB/2= 25 MN= 10				AB/2= 25 MN= 10			
EST.	DV	I	R(OHM*M)	EST.	DV	I	R(OHM*M)	EST.	DV	I	R(OHM*M)
1W	1.7	140.0	2.29	1W	4.4	745.0	1.11	1W	0.72	199.59	0.97
2	1.0	74.5	2.48	2	3.7	640.0	1.08	2	4.55	192.10	1.04
3	1.0	67.8	2.64	3	1.1	180.0	1.15	3	0.00	159.87	0.98
4	1.9	115.0	3.03	4	1.1	175.0	1.13	4	1.17	192.55	0.95
5	1.6	91.0	3.31	5	3.5	340.0	1.94	5	1.05	215.21	0.92
6	1.6	85.0	3.55	6	4.2	645.0	1.23	6	1.67	225.50	0.97
7	2.4	115.0	3.85	7	1.0	177.0	1.06	7	1.31	226.83	1.09
8	4.6	213.0	4.07	8	3.1	465.0	1.26	8	0.81	160.68	0.95
9	10.6	410.0	4.87	9	2.5	400.0	1.18	9	1.21	233.09	0.96
10	13.4	410.0	5.16	10	2.6	288.0	1.70	10	2.25	402.26	1.05
11	18.5	420.0	8.90	11	3.1	86.0	4.49	11	0.84	116.51	1.36
12	10.0	186.0	10.94	12	3.0	52.0	13.77	12	1.45	47.36	5.77
13	20.0	360.0	14.66	13	12.5	140.0	16.83	13	3.96	63.93	11.68
14	6.0	112.0	11.61	14	31.0	360.0	16.23	14	0.95	12.12	14.77
15	5.0	48.5	19.43	15	15.5	196.0	21.62	15	17.05	17.01	18.16
16	5.6	50.0	21.11	16	17.5	156.0	21.15	16	0.82	75.23	22.10
17	5.4	82.0	12.41	17	39.0	395.0	18.61	17	3.25	153.70	10.99
18	1.0	54.5	6.23	18	44.5	610.0	13.75	18	1.16	95.09	6.23
19	1.0	66.0	2.71	19	5.0	112.0	8.92	19	0.91	96.65	4.68
20	3.0	300.0	1.76	20	4.0	127.0	5.94	20	5.09	99.17	2.83
21	3.0	525.0	1.35	21	10.0	400.0	4.71	21	3.40	210.97	2.93
22	4.0	760.0	1.19	22	3.2	218.0	2.77	22	3.95	181.93	2.43
23	3.9	660.0	1.10	23	1.3	90.0	2.72	23	2.10	191.96	2.09
24E	1.1	203.0	1.02	24	1.5	160.0	2.24	24	1.93	179.90	2.02
				25	1.5	142.0	1.99	25	3.17	294.05	2.03
				26	5.4	540.0	2.22	26	4.19	422.99	1.87
				27	5.3	460.0	2.17	27	1.81	220.41	1.49
				28	7.9	820.0	1.82	28	1.80	265.00	1.20
				29	4.2	595.0	1.33	29	2.58	390.54	1.22
				30	2.5	410.0	1.26	30E	2.00	360.00	1.20
				31	2.5	380.0	1.24				
				32E	2.7	430.0	1.18				

PERFIS ELÉTRICOS SOBRE O PALEOCANAL G.M

PERFIL ELETRICO 5				
PALEOCANAL G.M.				
AB/2= 25 MN= 10 I R(OHM*M)				
EST.	DV	I	R	M
1W	1.80	293.00	1.16	
1	0.85	155.00	1.03	
2	0.30	58.00	0.97	
3	1.15	208.00	1.04	
4	0.58	54.00	1.22	
5	0.68	35.00	0.66	
6	1.05	27.00	7.12	
7	1.10	19.00	10.91	
8	1.60	22.50	13.40	
9	0.40	60.00	10.60	
10	0.30	90.50	17.29	
11	17.00	112.00	29.96	
12	0.00	21.00	26.93	
13	2.30	17.90	24.76	
14	2.40	27.00	16.50	
15	2.45	44.00	10.69	
16	4.70	102.00	6.40	
17	0.80	112.00	4.87	
18	1.55	60.00	3.48	
19	0.45	34.40	3.35	
20	0.56	91.50	3.95	
21	0.75	176.00	2.44	
22	0.75	290.00	2.44	
23	0.75	88.00	1.93	
24E				

PERFIL ELETRICO 6				
PALEOCANAL G.M.				
AB/2= 25 MN= 10 I R(OHM*M)				
EST.	DV	I	R	M
1W	2.10	278.00	1.42	
1	1.60	280.00	1.08	
2	1.40	200.00	1.27	
3	2.65	380.00	1.31	
4	0.80	132.00	1.14	
5	0.45	52.00	1.63	
6	0.40	44.50	1.59	
7	0.60	54.50	2.00	
8	0.35	19.00	3.47	
9	0.90	36.00	4.71	
10	1.90	36.00	9.95	
11	1.25	30.20	7.10	
12	3.60	56.00	12.12	
13	4.20	60.00	13.19	
14	3.10	42.00	13.91	
15	3.20	57.50	10.49	
16	5.00	82.00	11.49	
17	0.40	64.00	24.74	
18	12.50	35.00	24.80	
19	12.50	154.00	15.30	
20	11.00	160.00	12.96	
21	2.40	56.00	18.08	
22	1.85	57.00	6.12	
23	7.20	290.00	4.68	
24	4.70	294.00	3.01	
25	2.60	275.00	1.70	
26E				

PERFIL ELETRICO 7				
PALEOCANAL G.M.				
AB/2= 25 MN= 10 I R(OHM*M)				
EST.	DV	I	R	M
1W	3.20	295.00	2.04	
1	4.30	395.00	2.05	
2	1.90	142.00	2.52	
3	1.00	69.50	2.71	
4	1.90	96.00	3.73	
5	2.90	107.00	5.11	
6	2.10	89.50	4.42	
7	2.90	82.00	5.29	
8	2.60	94.50	5.79	
9	0.00	95.00	4.95	
10	0.70	145.00	4.81	
11	1.90	40.00	6.13	
12	2.25	97.50	11.91	
13	2.20	91.00	13.98	
14	2.10	93.70	16.70	
15	2.00	51.00	12.20	
16	5.00	157.00	7.20	
17	12.00	240.00	3.42	
18	1.10	50.00	4.15	
19	0.40	25.00	3.02	
20	0.35	37.50	1.76	
21	0.85	115.00	1.39	
22	0.40	70.00	1.08	
23	0.50	61.00	1.55	
24	0.90	82.50	2.06	
25	0.85	77.50	2.07	
26	1.00	86.50	2.18	
27	1.20	101.00	2.24	
28	1.00	109.00	1.73	
29E	1.65	150.00	2.07	

PERFIS ELETRICOS SOBRE O PALEOCANAL G.M.

P. ELETROMAGNETICO 1
FREQUENCIA 3090 HZ
PALEOCANAL G. M.M.
EST. X/S/P REAL IMAG.
1W -41.60
2 -79.00
3 -57.00
4 -52.00
5 -54.00
6 -47.20
7 -31.00
8 -33.60
9 -33.00
10 -33.20
11 -39.60
12 -26.60
13 -3.60
14 4.40
15 0.40
16 -4.20
17 9.00
18 4.00
19 6.00
20 39.00
21 -72.00
22 -31.40
23 -33.40
24 -32.60
25 -32.80
26 -37.20
27E -40.00

P. ELETROMAGNETICO 2
FREQUENCIA 3090 HZ
PALEOCANAL G. M.M.
EST. X/S/P REAL IMAG.
1W -36.20
2 -84.00
3 -85.60
4 -92.00
5 -90.80
6 -91.20
7 -88.00
8 -90.40
9 -95.20
10 -86.40
11 -76.80
12 -40.00
13 -7.00
14 1.00
15 -4.40
16 0.80
17 -6.40
18 1.00
19 0.20
20 -19.20
21 -9.00
22 -27.60
23 -64.60
24 -64.80
25 -72.60
26 -80.00
27E -51.60

P. ELETROMAGNETICO 4
FREQUENCIA 2640 HZ
PALEOCANAL G. M.M.
EST. X/S/P REAL IMAG.
1W -73.50
2 -72.50
3 -39.00
4 0.00
5 -6.50
6 -1.00
7 0.00
8 -7.50
9 -15.00
10 -22.00
11 -41.50
12 -46.00
13 -44.00
14 -41.50
15 -37.50
16 -38.50
17 -66.00
18 -70.00
19 -76.50
20 -77.00
21E -77.50

PERFIS ELETROMAGNETICOS SOBRE O PALEOCANAL G.M.

P. ELETROMAGNETICO 5 HZ
 FREQUENCIA 3090 M.M.
 PALEOCANAL G. M.M.

EST.	%S/P	REAL	%S/P	IMAG.
1W	-85.80	-35.80		
2	-88.60	-39.60		
3	-84.20	-38.80		
4	-93.40	-32.40		
5	-89.00	-30.80		
6	-88.00	-28.40		
7	-85.00	-33.00		
8	-84.20	-39.00		
9	-43.00	-30.00		
10	-12.00	-22.00		
11	3.60	-5.40		
12	2.20	-5.20		
13	1.40	-9.00		
14	0.80	-1.00		
15	-1.20	0.20		
16	1.20	3.40		
17	-1.00	2.80		
18	3.60	-5.40		
19	-10.40	-33.60		
20	-5.80	-36.40		
21	-16.60	-51.60		
22	-21.00	-57.00		
23	-38.20	-60.40		
24	-48.80	-62.00		
25	-61.20	-61.00		
26E	-72.20	-60.00		

P. ELETROMAGNETICO 6 HZ
 FREQUENCIA 3090 M.M.
 PALEOCANAL G. M.M.

EST.	%S/P	REAL	%S/P	IMAG.
1W	-84.20	-31.40		
2	-82.40	-40.00		
3	-94.40	-34.20		
4	-78.20	-41.80		
5	-58.40	-45.00		
6	-56.20	-48.20		
7	-27.00	-40.80		
8	-29.20	-45.00		
9	-11.20	-24.00		
10	-2.20	-18.20		
11	4.60	-9.00		
12	4.60	-2.20		
13	1.40	-1.00		
14	0.20	-3.20		
15	2.00	-5.40		
16	4.80	4.20		
17	4.80	4.80		
18	3.60	1.40		
19	4.80	-13.00		
20	4.00	-26.20		
21	15.40	-43.00		
22	-11.00	-46.80		
23	-36.00	-49.20		
24	-74.80	-46.00		
25	-90.60	-41.60		
26	-85.80	-42.20		
27	-81.80	-40.40		
28	-86.00	-36.00		
29	-87.20	-37.00		
30E	-86.00	-37.40		

P. ELETROMAGNETICO 7 HZ
 FREQUENCIA 3090 M.M.
 PALEOCANAL G. M.M.

EST.	%S/P	REAL	%S/P	IMAG.
1W	-69.00	-57.40		
2	-73.60	-57.60		
3	-63.40	-53.40		
4	-64.40	-48.20		
5	-53.40	-49.40		
6	-51.00	-40.80		
7	-35.60	-44.80		
8	-10.60	-45.00		
9	-1.00	-49.40		
10	-31.00	-52.00		
11	-8.80	-35.60		
12	0.00	-37.00		
13	-10.20	-27.40		
14	-0.80	-10.40		
15	0.40	-14.80		
16	12.00	3.00		
17	3.40	-0.80		
18	4.20	0.20		
19	-3.60	25.40		
20	-2.00	25.60		
21	-13.20	-40.40		
22	-37.20	-54.40		
23	-57.60	-38.80		
24	-92.00	-36.20		
25	-91.60	-34.00		
26	-97.80	-37.20		
27	-87.20	-44.20		
28	-77.60	-58.60		
29	-70.00	-59.00		
30E	-75.20	-59.40		

PERFIS ELETROMAGNETICOS SOBRE O PALEOCANAL G.M.

PERFIL ELETRICO 1									
LINHA DE PRAIA-S.M.									
AB/2= 25 MN= 10 R(OHM*M)									
EST.	DV	I	EST.	DV	I	EST.	DV	I	R(OHM*M)
2.5W	1.95	87.50	2.5W	4.50	110.00	2.5W	24.60	292.00	5.29
1.5	2.30	98.00	1.5	5.55	197.00	1.5	6.45	77.00	5.26
0.5	3.10	115.00	0.5	4.80	92.00	0.5	11.50	110.00	6.63
0.5	4.10	140.00	0.5	3.40	64.00	0.5	8.50	77.00	6.94
1.0	3.60	102.00	1.0	7.60	102.00	1.0	14.20	90.00	9.19
1.0	3.10	77.00	1.0	6.60	61.00	1.0	23.00	80.50	17.91
2.0	2.90	60.00	2.0	14.70	122.00	2.0	31.50	90.00	21.99
2.0	1.20	30.00	2.0	7.40	67.00	2.0	25.00	81.50	19.89
3.0	3.50	71.00	3.0	13.20	80.00	3.0	32.00	127.00	30.67
3.0	2.60	53.00	3.0	17.80	118.00	3.0	43.00	127.00	34.24
4.0	4.90	113.00	4.0	10.20	71.50	4.0	26.00	100.00	29.66
4.0	4.10	84.00	4.0	6.40	50.00	4.0	30.00	90.00	19.90
5.0	5.65	95.00	5.0	5.65	62.50	5.0	15.00	64.00	13.09
5.0	5.10	86.00	5.0	2.15	29.00	5.0	5.00	52.50	9.57
5.0	5.40	87.50	5.0	2.70	65.50	5.0	4.20	54.50	4.84
5.0	5.90	82.00	5.0	2.50	66.00	5.0	4.10	75.00	4.27
7.0	7.90	75.00	7.0	5.40	100.00	7.0	4.90	57.00	4.52
7.0	7.50	54.50	7.0	4.00	113.00	7.0	6.90	62.50	5.26
8.0	9.00	60.00	8.0	3.70	90.00	8.0	6.00	70.00	4.80
9.0	9.00	44.00	9.0	3.20	94.00	9.0	6.00	70.00	4.80
10.0	9.00	40.00	10.0	3.20	10.20	10.0	6.00	70.00	4.80
11.0	1.70	40.00	11.0	3.20	8.01	11.0	6.00	70.00	4.80
12.0	1.20	47.50	12.0	3.20	4.76	12.0	6.00	70.00	4.80
13.0	1.80	70.00	13.0	3.20	4.35	13.0	6.00	70.00	4.80
14.0	3.60	154.00	14.0	3.20	4.41	14.0	6.00	70.00	4.80
15.0	2.45	100.00	15.0	3.20	4.62	15.0	6.00	70.00	4.80
15.0	2.15	94.00	15.0	3.20	4.31	15.0	6.00	70.00	4.80

PERFIS ELÉTRICOS SOBRE A "LINHA DE PRAIA" S.M.

PERFIL ELETRICO 2					PERFIL ELETRICO 2					PERFIL ELETRICO 2				
LINHA DE PRAIA-S.M.					LINHA DE PRAIA-S.M.					LINHA DE PRAIA-S.M.				
AB/2= 25 MN= 10					AB/2= 20 MN= 10					AB/2= 15 MN= 10				
EST.	DV	I	R(OHM*M)		EST.	DV	I	R(OHM*M)		EST.	DV	I	R(OHM*M)	
1W	3.00	114.00	4.96		1W	5.30	112.00	5.57		1W	26.00	290.00	5.81	
2	3.00	113.00	5.00		2	3.00	57.50	5.74		2	5.35	53.00	6.34	
3	2.00	66.00	5.71		3	3.10	54.50	6.70		3	11.30	100.00	7.10	
4	3.00	103.00	6.95		4	19.70	310.00	7.49		4	23.70	102.00	8.18	
5	1.05	27.00	7.33		5	7.90	100.00	9.31		5	36.00	298.00	9.50	
6	6.70	161.00	7.84		6	8.00	115.00	9.02		6	64.00	450.00	8.94	
7	10.00	150.00	12.57		7	33.50	237.00	16.65		7	33.50	285.00	20.61	
8	16.00	108.00	12.93		8	37.50	193.00	42.09		8	222.00	250.00	55.79	
9	30.00	110.00	24.27		9	38.00	86.50	51.75		9	198.00	162.00	76.79	
10	29.00	225.00	24.29		10	12.00	98.00	38.13		10	39.00	31.00	79.05	
11	15.00	108.00	27.23		11	13.00	64.00	36.45		11	107.00	219.00	53.65	
12	10.00	87.00	21.67		12	15.40	61.50	29.50		12	78.00	150.00	32.67	
13	1.45	55.50	4.92		13	15.40	107.00	5.95		13	9.50	100.00	5.80	
14	0.50	39.50	2.77		14	0.95	92.00	3.50		14	2.55	45.00	3.56	
15	0.60	37.00	3.06		15	1.00	98.00	3.10		15	16.00	203.00	3.55	
16	0.55	40.00	3.59		16	3.00	170.00	2.70		16	2.30	52.50	3.75	
17	1.20	97.00	2.33		17	1.20	47.00	3.01		17	5.10	100.00	3.20	
18E	2.90	190.00	2.88		18E	1.40	54.00	3.05		18E	9.80	203.00	3.03	

PERFIS ELÉTRICOS SOBRE A "LINHA DE PRAIA" S.M.

PERFIL ELETRICO 3
LINHA DE PRAIA-S.M.
AB/2=25 MN=10
EST. DV I R(OHM*M)
1W 1.90 100.00 3.58
2 1.35 76.00 3.35
3 2.00 95.00 3.37
4 2.70 128.00 3.30
5 3.60 148.00 4.59
6 1.40 76.00 3.47
7 1.20 50.00 4.52
8 1.15 41.50 5.22
9 1.80 34.00 8.93
10 1.85 38.00 5.57
11 1.60 49.50 2.60
12 0.65 24.50 2.69
13 0.65 25.00 2.45
14 0.65 57.00 2.11
15 0.75 74.00 1.66
16 E

PERFIL ELETRICO 3
LINHA DE PRAIA-S.M.
AB/2=20 MN=10
EST. DV I R(OHM*M)
1W 3.45 110.00 3.69
2 1.00 62.00 3.42
3 1.60 72.00 4.25
4 2.00 61.00 4.44
5 2.25 48.00 5.52
6 2.55 79.50 5.36
7 2.30 58.00 5.99
8 2.85 32.00 8.47
9 2.50 31.00 10.43
10 2.50 21.40 10.76
11 2.50 50.50 15.83
12 3.60 21.50 3.29
13 0.70 32.00 2.58
14 0.75 41.00 2.16
15 0.65 40.00 1.91
16 E 0.60 36.50 1.94

PERFIL ELETRICO 3
LINHA DE PRAIA-S.M.
AB/2=15 MN=10
EST. DV I R(OHM*M)
1W 4.95 79.00 3.86
2 5.45 84.00 4.08
3 5.45 105.00 4.40
4 7.50 102.00 4.62
5 5.70 62.00 5.78
6 5.00 51.00 7.00
7 4.20 31.00 9.51
8 5.20 26.00 14.98
9 11.30 19.00 37.97
10 10.40 33.00 19.80
11 6.52 74.00 15.56
12 1.12 24.00 3.01
13 1.75 44.00 2.50
14 1.00 32.50 1.93
15 1.40 41.50 2.12
16 E 1.55 52.00 1.87

PERFIS ELÉTRICOS SOBRE A "LINHA DE PRAIA" S.M.

PERFIL ELETRICO 4				PERFIL ELETRICO 4				PERFIL ELETRICO 4			
LINHA DE PRAIA-S.M.				LINHA DE PRAIA-S.M.				LINHA DE PRAIA-S.M.			
AB/2= 25 MN= 10				AB/2= 20 MN= 10				AB/2= 15 MN= 10			
EST.	DV	I	R(OHM*M)	EST.	DV	I	R(OHM*M)	EST.	DV	I	R(OHM*M)
1W	3.55	114.00	5.87	1W	7.90	144.00	6.46	1W	6.55	63.50	6.48
2	2.15	74.00	5.48	2	3.40	57.00	7.03	2	12.00	100.00	7.54
3	1.40	43.00	6.14	3	4.40	55.50	9.34	3	13.00	49.50	17.26
4	1.45	44.00	6.21	4	5.40	53.00	12.00	4	13.00	78.00	15.55
5	2.20	71.00	5.84	5	5.45	73.00	8.80	5	8.95	93.00	14.80
6	3.00	101.00	5.60	6	4.70	64.00	8.65	6	11.00	41.00	18.08
7	3.30	70.00	8.89	7	16.90	110.00	18.10	7	26.00	44.00	38.41
8	2.10	26.70	14.83	8	11.30	39.00	34.13	8	38.00	37.00	64.53
9	4.70	42.00	21.09	9	21.00	49.00	50.49	9	39.50	22.70	109.33
10	2.40	36.50	12.39	10	6.35	44.00	17.00	10	11.00	36.50	18.94
11	0.95	36.50	4.91	11	1.40	27.60	5.98	11	3.50	34.50	6.97
12	0.65	33.50	3.66	12	1.00	32.50	3.62	12	1.60	25.30	3.97
13	0.90	52.00	3.26	13	1.35	54.00	2.95	13	2.80	55.00	2.71
14	0.80	71.00	2.12	14	1.30	69.00	2.22	14	1.65	45.50	2.28
15	0.80	69.00	2.13	15	1.00	46.00	2.56	15	2.80	71.00	2.48
16	1.20	78.00	2.90	16	1.45	63.50	2.69	16	2.75	69.00	2.50
17E	1.80	138.00	2.46	17E	1.40	62.00	2.66	17E	3.50	88.00	2.50

PERFIS ELÉTRICOS SOBRE A "LINHA DE PRAIA" S.M.

P. ELETROMAGNETICO 1				P. ELETROMAGNETICO 2				P. ELETROMAGNETICO 3				P. ELETROMAGNETICO 4			
FREQUENCIA 3090 HZ				FREQUENCIA 3090 HZ				FREQUENCIA 3090 HZ				FREQUENCIA 3090 HZ			
LINHA DE PRAIA-S.M.				LINHA DE PRAIA-S.M.				LINHA DE PRAIA-S.M.				LINHA DE PRAIA-S.M.			
EST.	%S/P	REAL	IMAG.	EST.	%S/P	REAL	IMAG.	EST.	%S/P	REAL	IMAG.	EST.	%S/P	REAL	IMAG.
1W	-21.00	-40.00	-40.00	1W	-22.00	-40.00	-40.00	1W	-31.60	-53.60	-53.60	1W	-16.80	-39.00	-39.00
2	-24.40	-37.00	-37.00	2	-16.60	-32.00	-32.00	2	-19.00	-43.60	-43.60	2	-19.60	-31.20	-31.20
3	-13.00	-31.60	-31.60	3	-15.00	-30.00	-30.00	3	-23.60	-46.40	-46.40	3	-12.40	-27.40	-27.40
4	-26.40	-34.40	-34.40	4	-16.00	-30.60	-30.60	4	-23.00	-45.60	-45.60	4	-13.80	-16.80	-16.80
5	-23.20	-29.20	-29.20	5	-20.00	-31.20	-31.20	5	-23.80	-39.00	-39.00	5	-13.00	-23.20	-23.20
6	-16.20	-19.60	-19.60	6	-18.20	-29.60	-29.60	6	-24.00	-36.20	-36.20	6	-17.00	-20.60	-20.60
7	-15.80	-21.40	-21.40	7	-10.40	-18.40	-18.40	7	-22.00	-25.00	-25.00	7	-17.20	-15.40	-15.40
8	-16.40	-16.40	-16.40	8	-15.00	-15.00	-15.00	8	-22.80	-26.00	-26.00	8	-10.00	-13.60	-13.60
9	-8.20	-14.20	-14.20	9	-15.20	-13.60	-13.60	9	-14.00	-22.00	-22.00	9	-6.00	-12.80	-12.80
10	-8.20	-17.20	-17.20	10	-13.40	-9.60	-9.60	10	-19.00	-17.60	-17.60	10	-4.00	-9.20	-9.20
11	-12.20	-20.00	-20.00	11	-11.20	-9.60	-9.60	11	-19.60	-31.20	-31.20	11	-10.60	-26.00	-26.00
12	-10.60	-22.20	-22.20	12	-1.40	-7.40	-7.40	12	-24.20	-42.40	-42.40	12	-27.20	-37.00	-37.00
13	-10.60	-21.00	-21.00	13	-34.00	-42.60	-42.60	13	-50.60	-49.60	-49.60	13	-56.80	-55.40	-55.40
14	-29.60	-49.60	-49.60	14	-27.00	-41.40	-41.40	14	-42.00	-55.60	-55.60	14	-48.00	-52.40	-52.40
15	-35.60	-51.40	-51.40	15	-41.40	-37.20	-37.20	15	-52.20	-59.60	-59.60	15	-58.60	-56.40	-56.40
16	-30.00	-48.40	-48.40	16	-47.40	-39.40	-39.40	16	-53.20	-61.00	-61.00	16	-57.00	-56.80	-56.80
17	-30.00	-45.00	-45.00	17	-42.00	-50.60	-50.60	17	-64.00	-56.20	-56.20	17	-57.00	-56.80	-56.80
18	-27.20	-46.20	-46.20	18	-45.20	-47.00	-47.00	18	-62.20	-59.00	-59.00	18	-55.20	-56.80	-56.80
19	-40.20	-44.60	-44.60	19	-49.20	-51.80	-51.80	19	-62.20	-59.00	-59.00	19	-55.20	-56.80	-56.80
20	-40.20	-44.60	-44.60	20	-51.80	-53.40	-53.40	20	-62.20	-59.00	-59.00	20	-55.20	-56.80	-56.80

PERBIS ELETROMAGNETICOS SOBRE A "LINHA DE PRAIA" S.M.

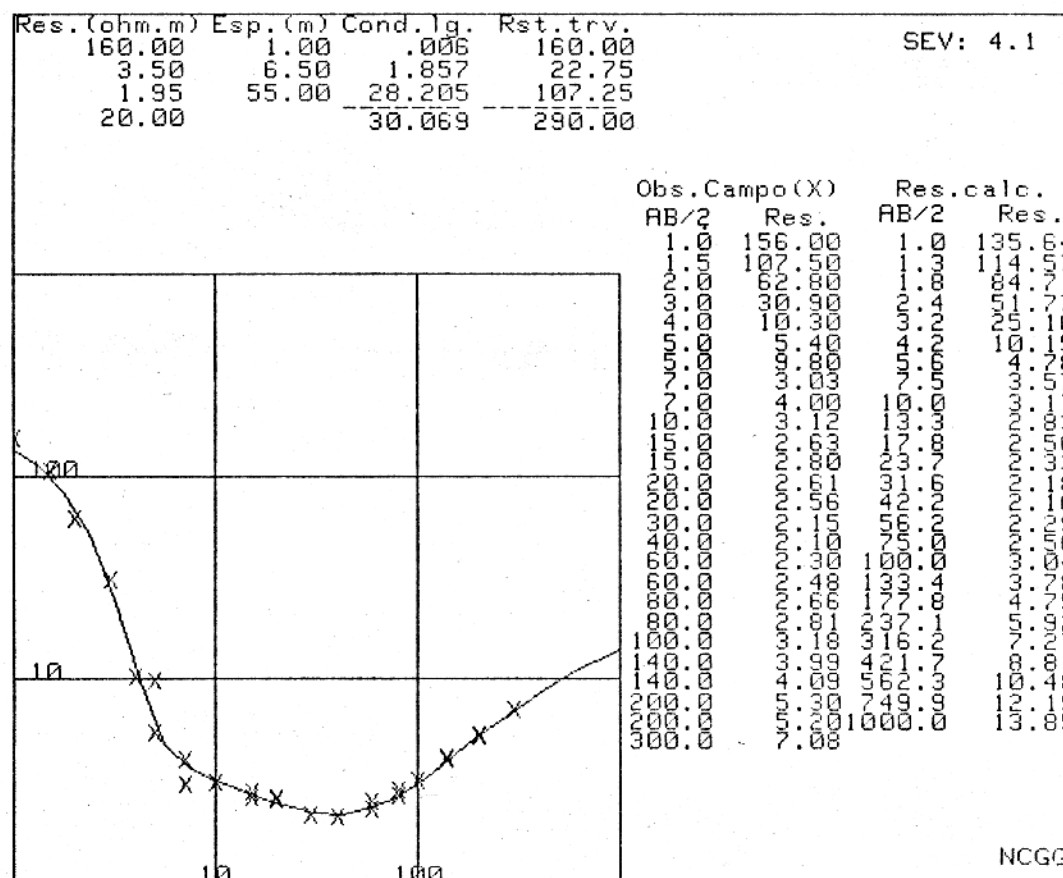
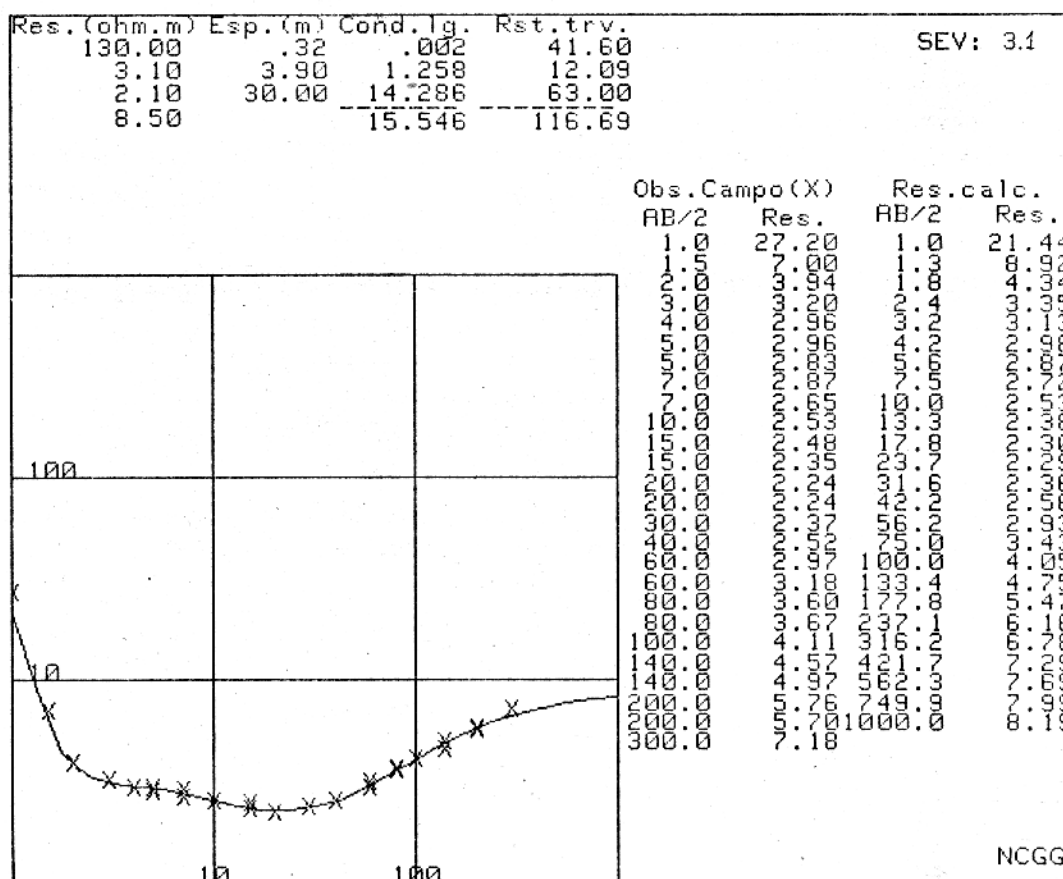
PERFIL ELETTRICO LINHAS DE PRAIAS				PERFIL ELETTRICO LINHAS DE PRAIAS			
AB/2= 25				AB/2= 20			
MN= 10				MN= 10			
EST. W				EST. W			
EST.	DV	I	R(OHM*M)	EST.	DV	I	R(OHM*M)
16.00	2.10	39.50	4.42	16.00	2.00	52.00	4.53
17.00	0.00	52.50	2.07	17.00	5.40	158.00	4.03
18.00	0.25	135.00	4.55	18.00	1.75	39.30	5.25
19.00	2.40	330.00	4.20	19.00	1.90	84.50	4.04
20.00	5.10	268.00	0.55	20.00	2.60	37.00	3.52
21.00	3.55	217.00	0.04	21.00	3.20	120.00	3.35
22.00	1.95	134.00	2.74	22.00	5.10	200.00	3.00
23.00	0.00	140.00	0.00	23.00	2.80	160.00	3.00
24.00	0.00	140.00	0.00	24.00	1.97	60.50	3.55
25.00	0.00	137.00	0.00	25.00	3.50	120.00	3.00
26.00	0.00	137.00	0.00	26.00	2.40	100.50	3.00
27.00	0.00	140.00	0.00	27.00	1.90	70.50	3.00
28.00	0.00	140.00	0.00	28.00	1.10	40.00	3.00
29.00	0.00	137.00	0.00	29.00	1.55	60.00	3.00
30.00	0.00	137.00	0.00	30.00	1.40	40.50	3.00
31.00	0.00	140.00	0.00	31.00	1.80	74.00	3.00
32.00	0.00	140.00	0.00	32.00	1.40	40.00	3.00
33.00	0.00	140.00	0.00	33.00	1.40	40.00	3.00
34.00	0.00	140.00	0.00	34.00	1.40	40.00	3.00
35.00	0.00	140.00	0.00	35.00	1.40	40.00	3.00
36.00	0.00	140.00	0.00	36.00	1.40	40.00	3.00
37.00	0.00	140.00	0.00	37.00	1.40	40.00	3.00
38.00	0.00	140.00	0.00	38.00	1.40	40.00	3.00
39.00	0.00	140.00	0.00	39.00	1.40	40.00	3.00
40.00	0.00	140.00	0.00	40.00	1.40	40.00	3.00
41.00	0.00	140.00	0.00	41.00	1.40	40.00	3.00
42.00	0.00	140.00	0.00	42.00	1.40	40.00	3.00
43.00	0.00	140.00	0.00	43.00	1.40	40.00	3.00
44.00	0.00	140.00	0.00	44.00	1.40	40.00	3.00
45.00	0.00	140.00	0.00	45.00	1.40	40.00	3.00

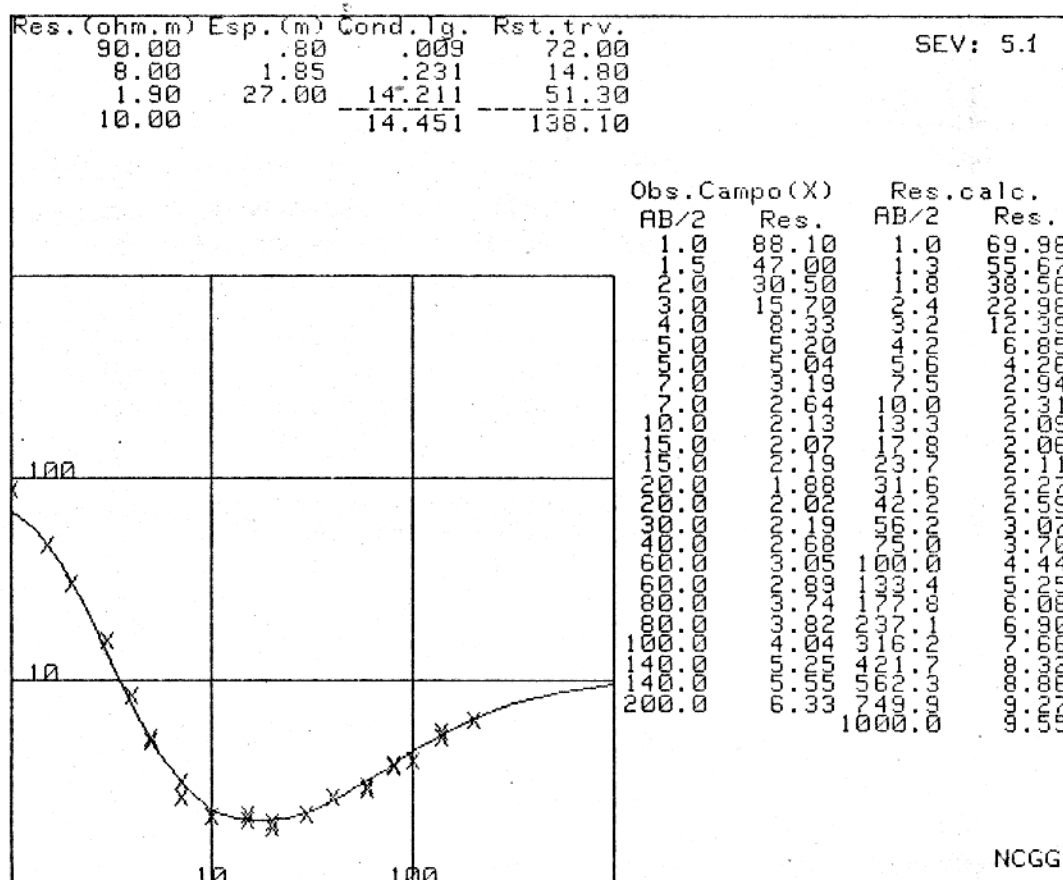
PERFIS ELÉTRICOS SECCIONANDO AS "LINHAS DE PRAIAS"

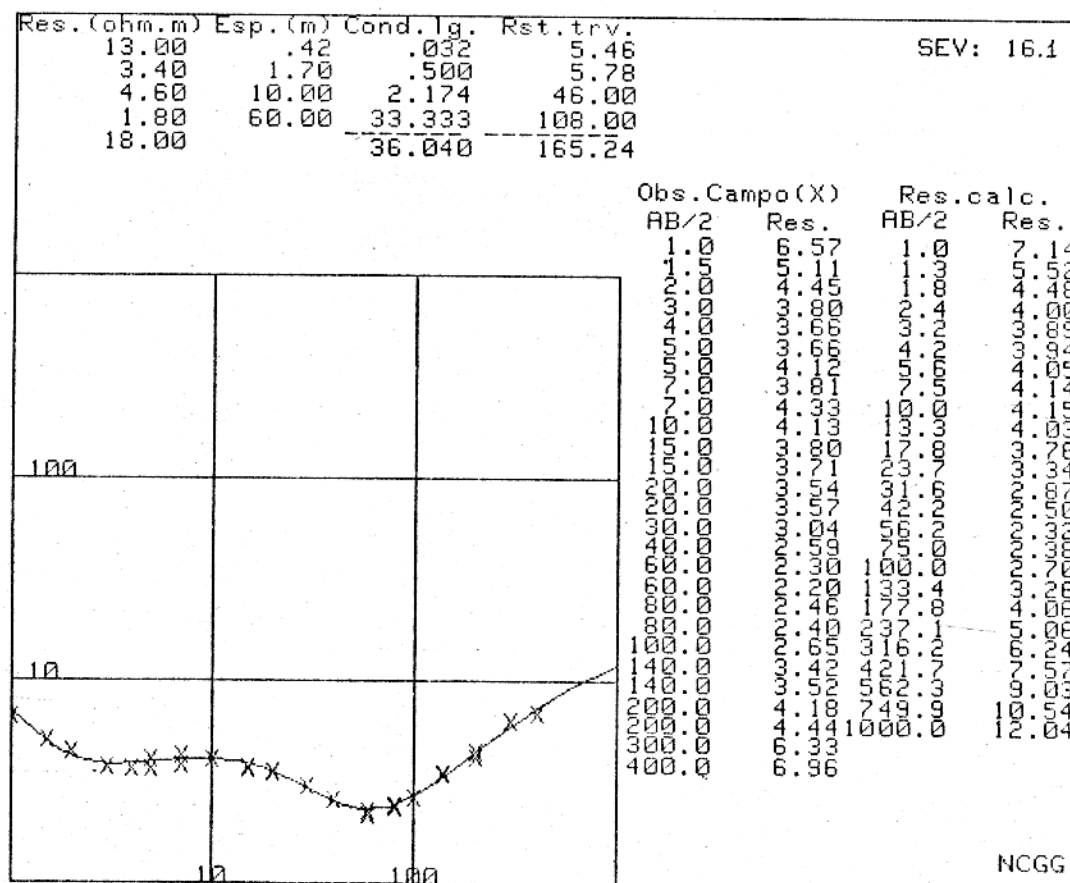
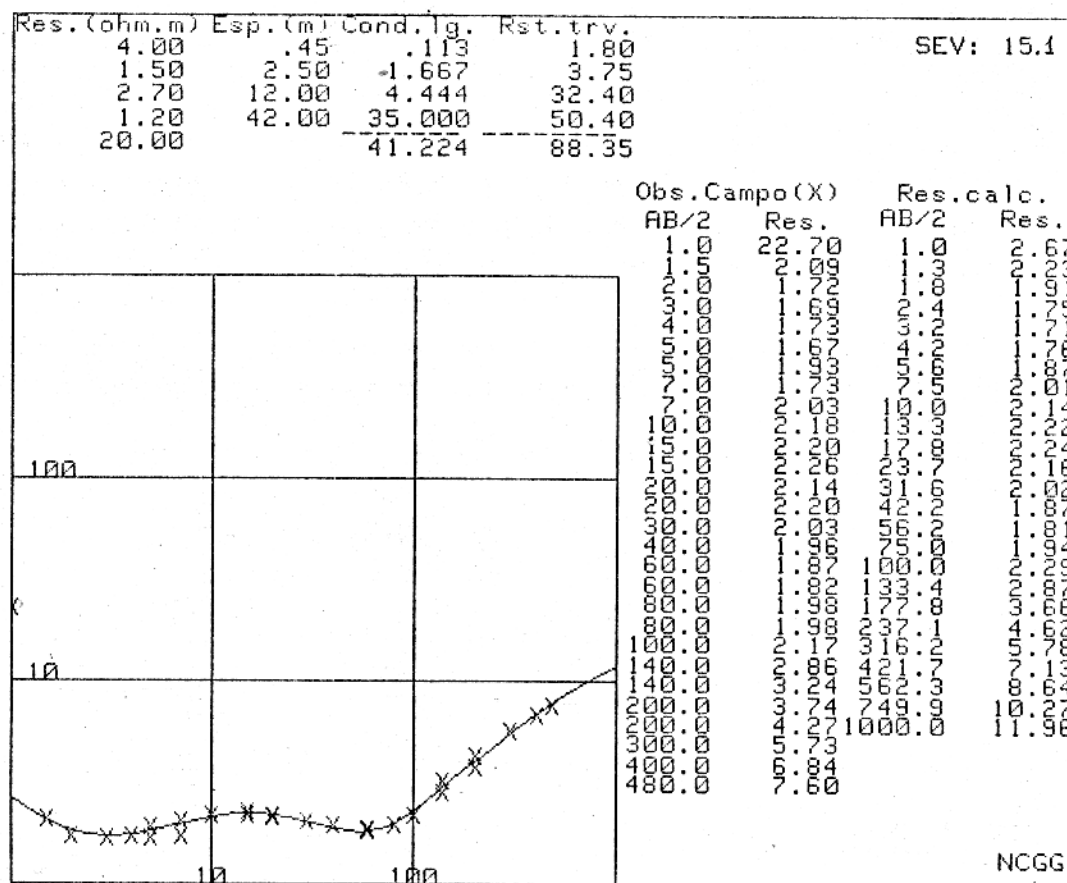
PERFIL	ELETRICO	PERFIS ELÉTRICOS SECCIONANDO AS "LINHAS DE PRAIAS"			
LINHAS DE PRAIAS	HB/2= 15	EST. IV	LN= 10	I	R(OHM*M)
0.00	15.00	6.20	77.50	5.03	0.17
0.00	17.00	4.07	63.50	4.03	0.17
0.00	18.00	3.30	38.50	5.03	0.17
0.00	19.00	7.55	132.00	3.59	0.17
0.00	20.00	5.75	121.00	3.51	0.17
0.00	21.00	10.00	238.00	2.05	0.17
0.00	22.00	8.40	178.00	2.97	0.17
0.00	23.00	5.65	126.00	3.32	0.17
0.00	24.00	5.60	116.00	3.57	0.17
0.00	25.00	5.00	93.00	3.93	0.17
0.00	26.00	5.90	106.00	3.50	0.17
0.00	27.00	2.00	52.00	3.93	0.17
0.00	28.00	2.20	41.00	3.97	0.17
0.00	29.00	2.20	44.50	3.11	0.17
0.00	30.00	1.90	40.00	3.90	0.17
0.00	31.00	2.45	51.00	3.02	0.17
0.00	32.00	3.35	56.00	2.75	0.17
0.00	33.00	4.15	113.00	2.31	0.17
0.00	34.00	3.60	91.00	2.49	0.17
0.00	35.00	4.25	83.50	2.00	0.17
0.00	36.00	2.00	45.00	2.79	0.17
0.00	37.00	1.70	46.00	2.32	0.17
0.00	38.00	1.30	38.00	2.24	0.17
0.00	39.00	1.45	38.00	1.57	0.17
0.00	40.00	1.60	58.00	1.50	0.17
0.00	41.00	2.60	104.00	1.63	0.17
0.00	42.00	3.80	104.00	1.69	0.17
0.00	43.00	1.65	58.00	1.79	0.17
0.00	44.00	1.40	48.00	1.83	0.17
0.00	45.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	46.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	47.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	48.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	49.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	50.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	51.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	52.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	53.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	54.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	55.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	56.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	57.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	58.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	59.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	60.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	61.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	62.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	63.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	64.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	65.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	66.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	67.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	68.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	69.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	70.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	71.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	72.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	73.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	74.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	75.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	76.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	77.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	78.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	79.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	80.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	81.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	82.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	83.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	84.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	85.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	86.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	87.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	88.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	89.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	90.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	91.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	92.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	93.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	94.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	95.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	96.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	97.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	98.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	99.00	2.20	72.00	1.92	0.17
0.00	100.00	2.20	72.00	1.92	0.17

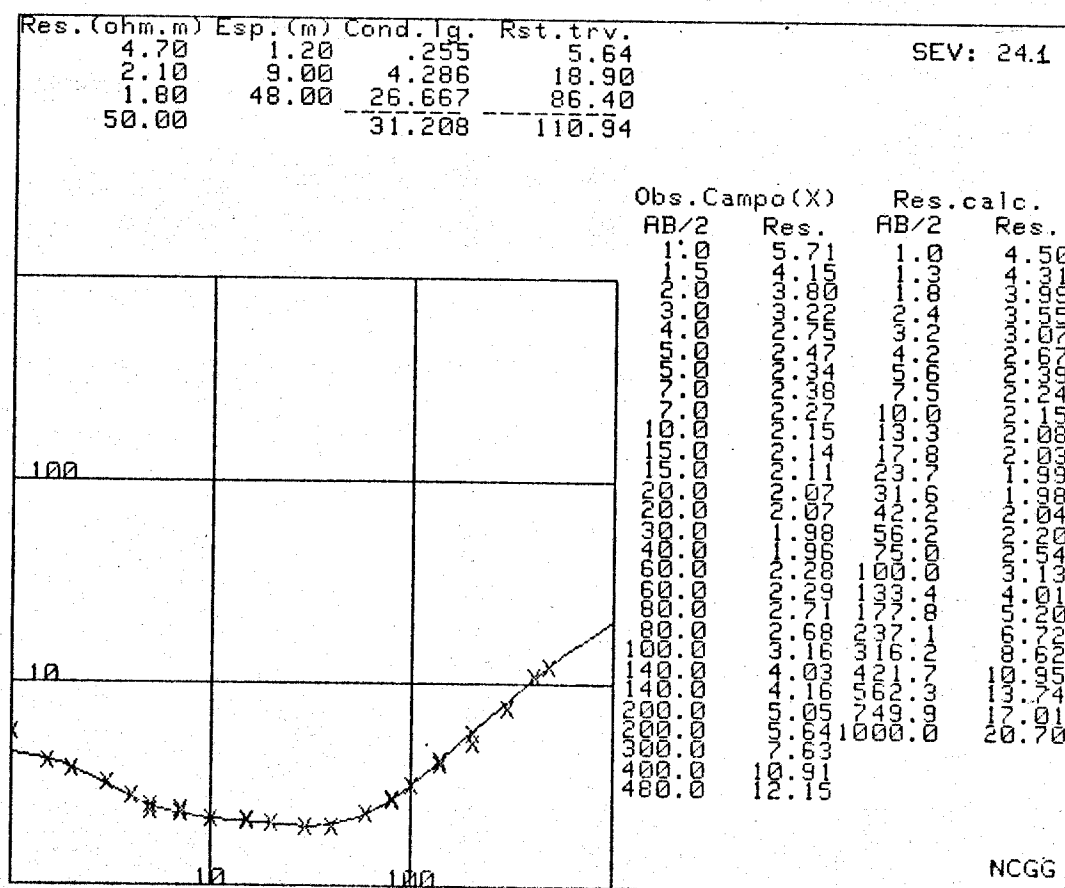
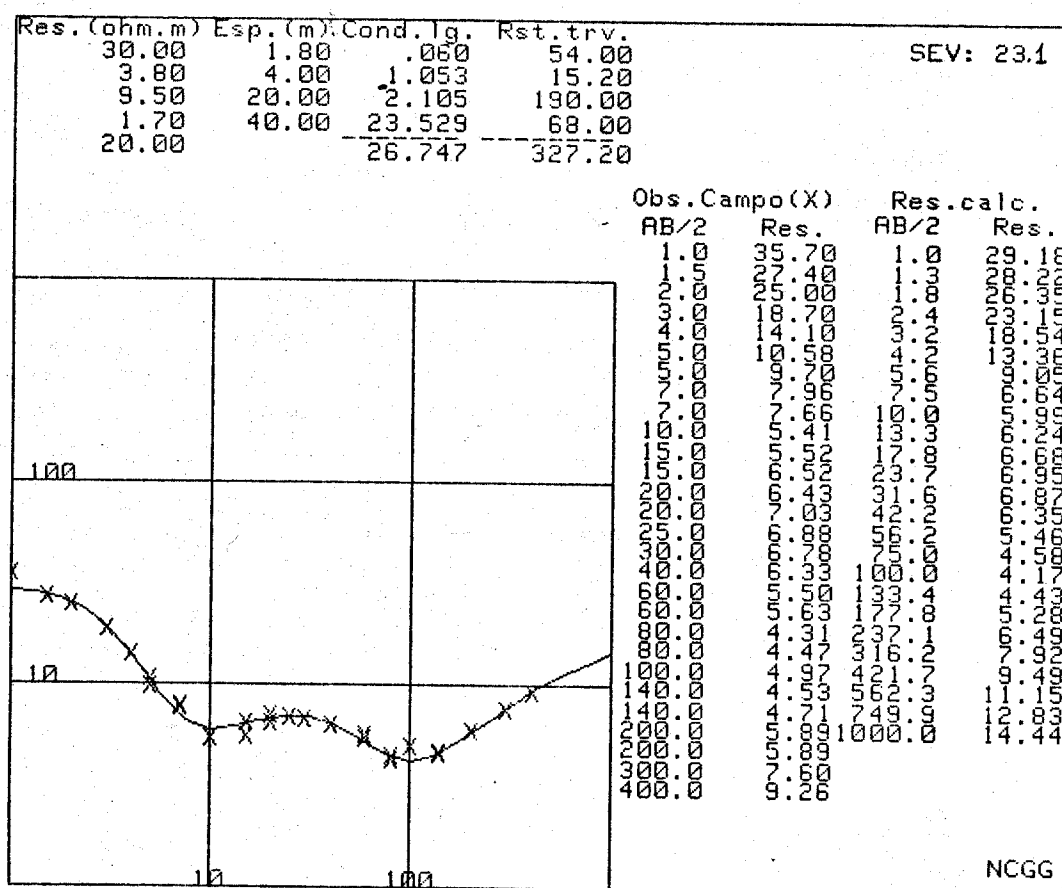
PERFIS ELÉTRICOS SECCIONANDO AS "LINHAS DE PRAIAS"

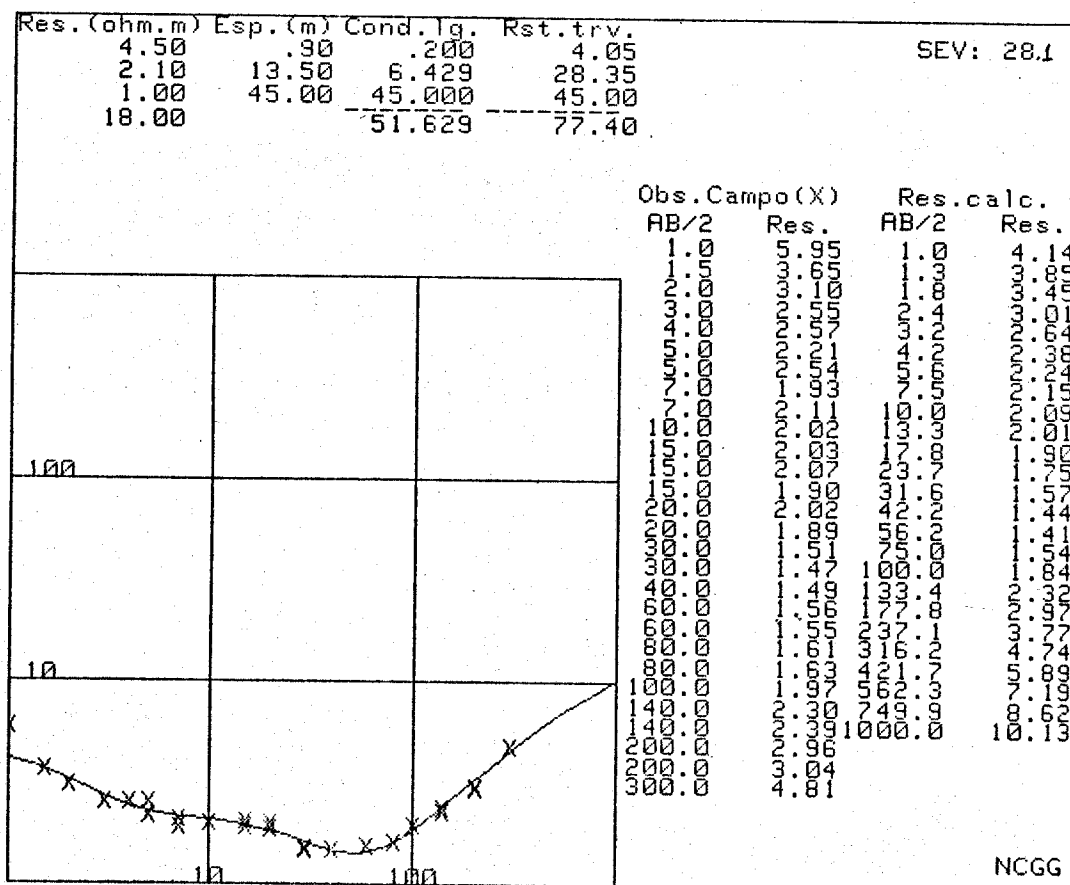
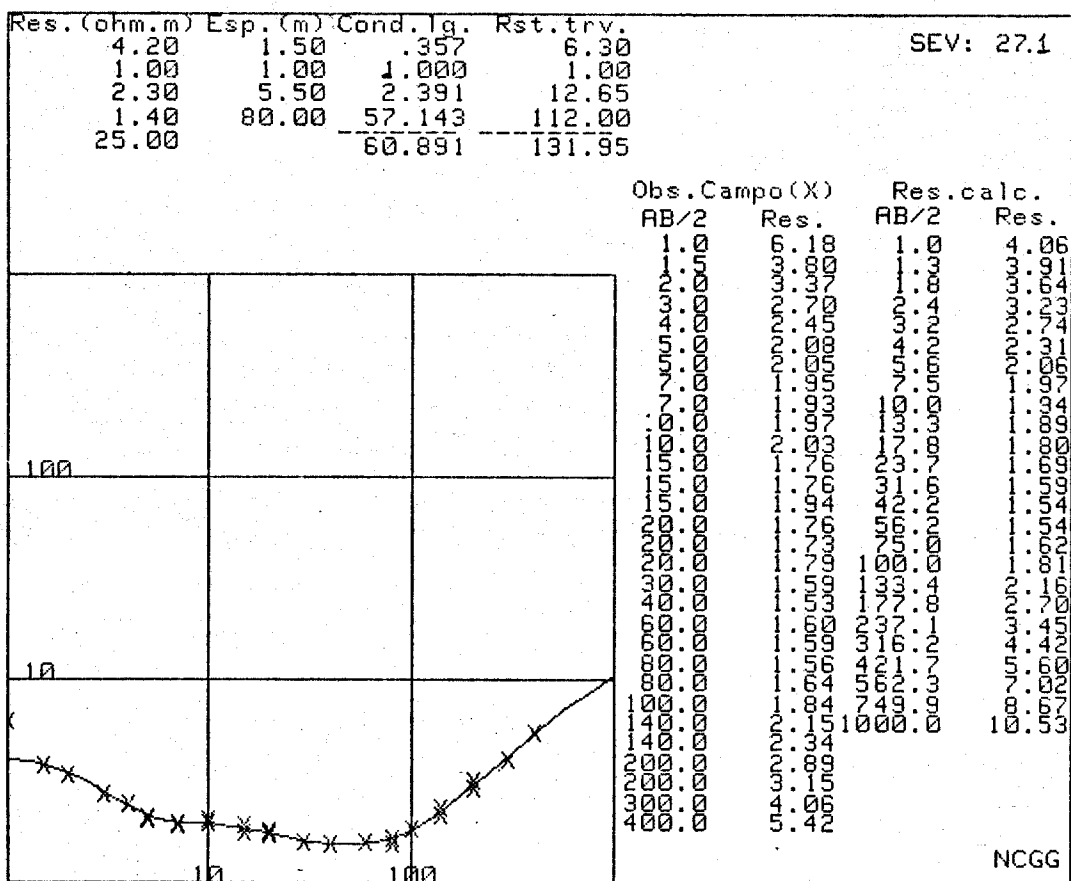
ANEXO 3
INTERPRETAÇÃO QUANTITATIVA
DAS SEVs

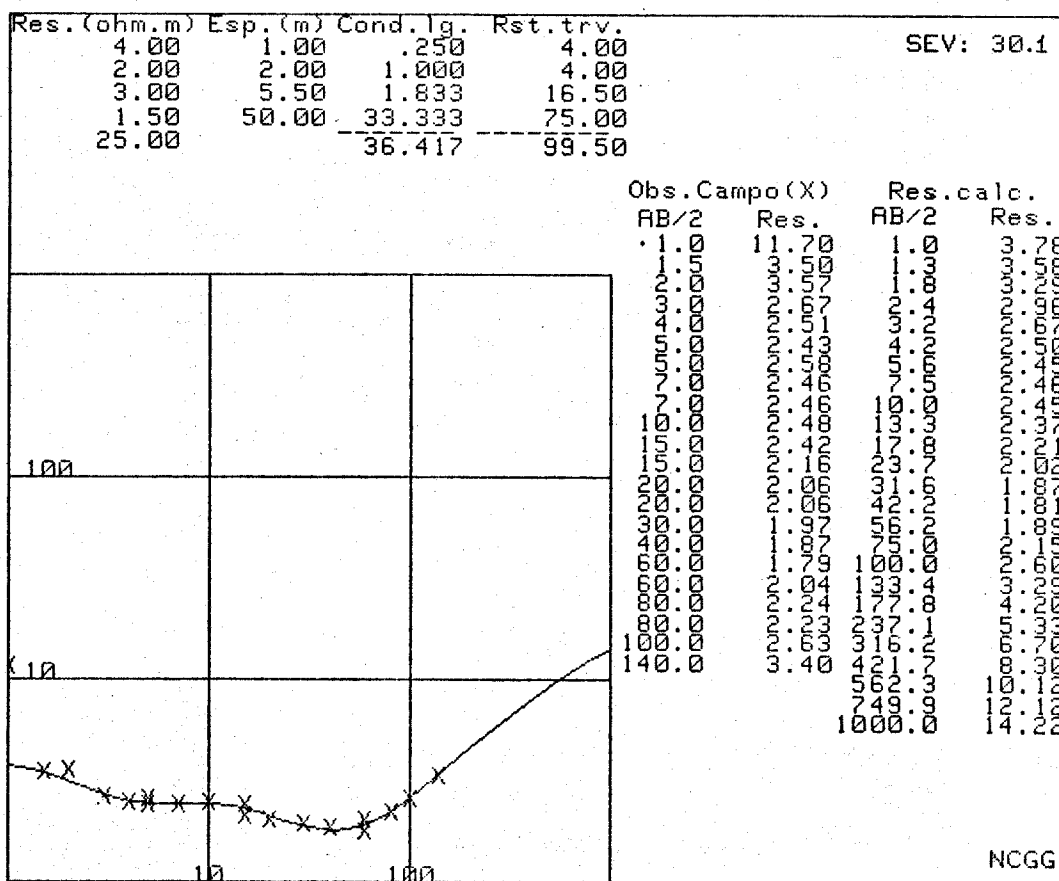
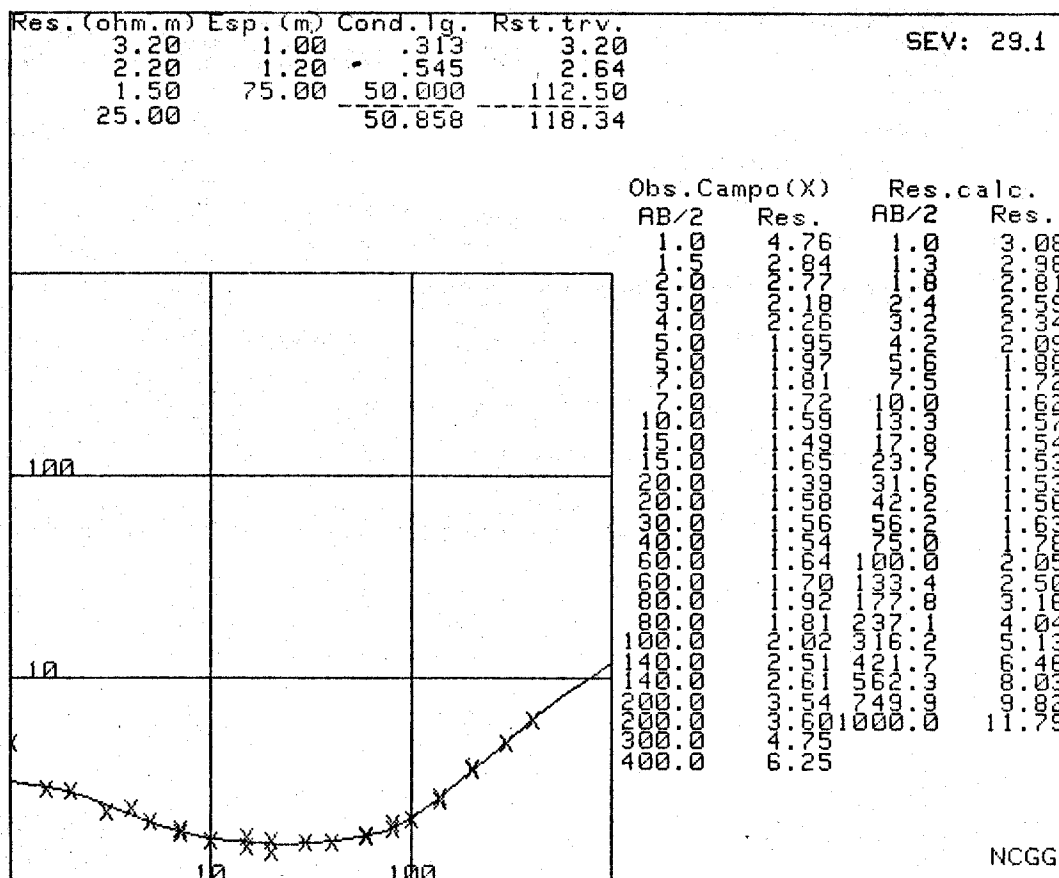


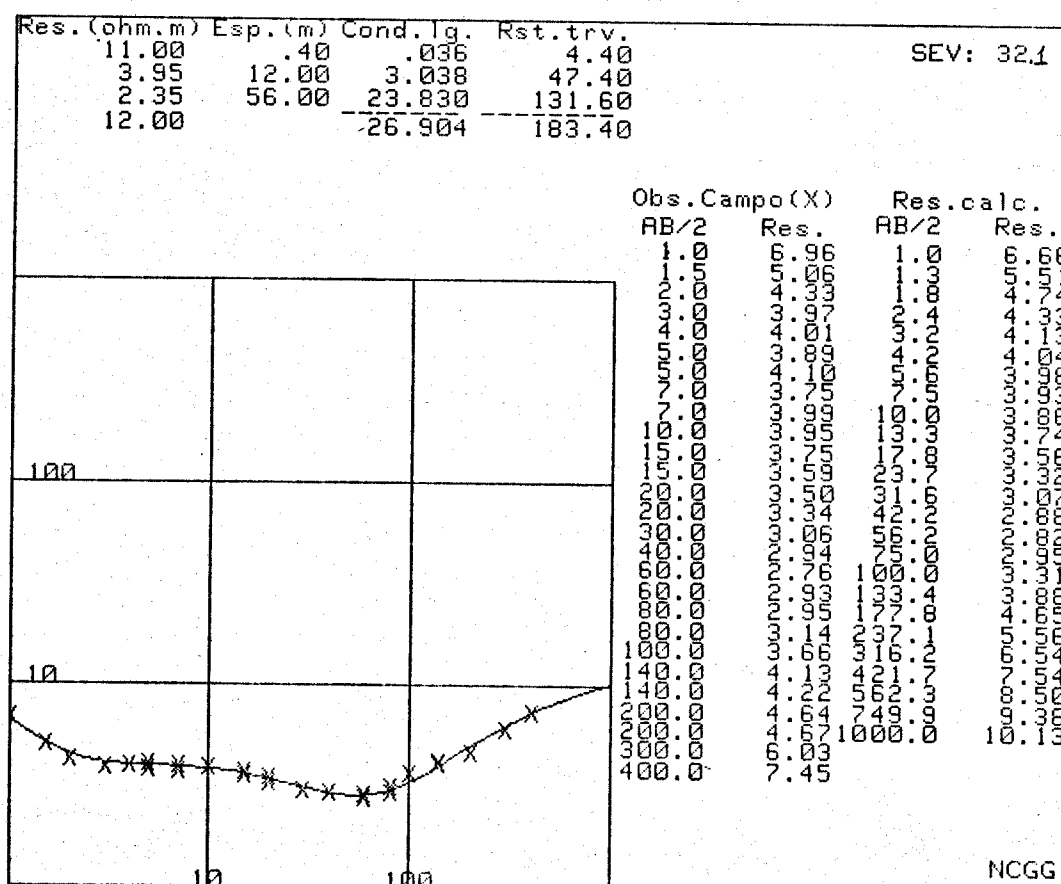
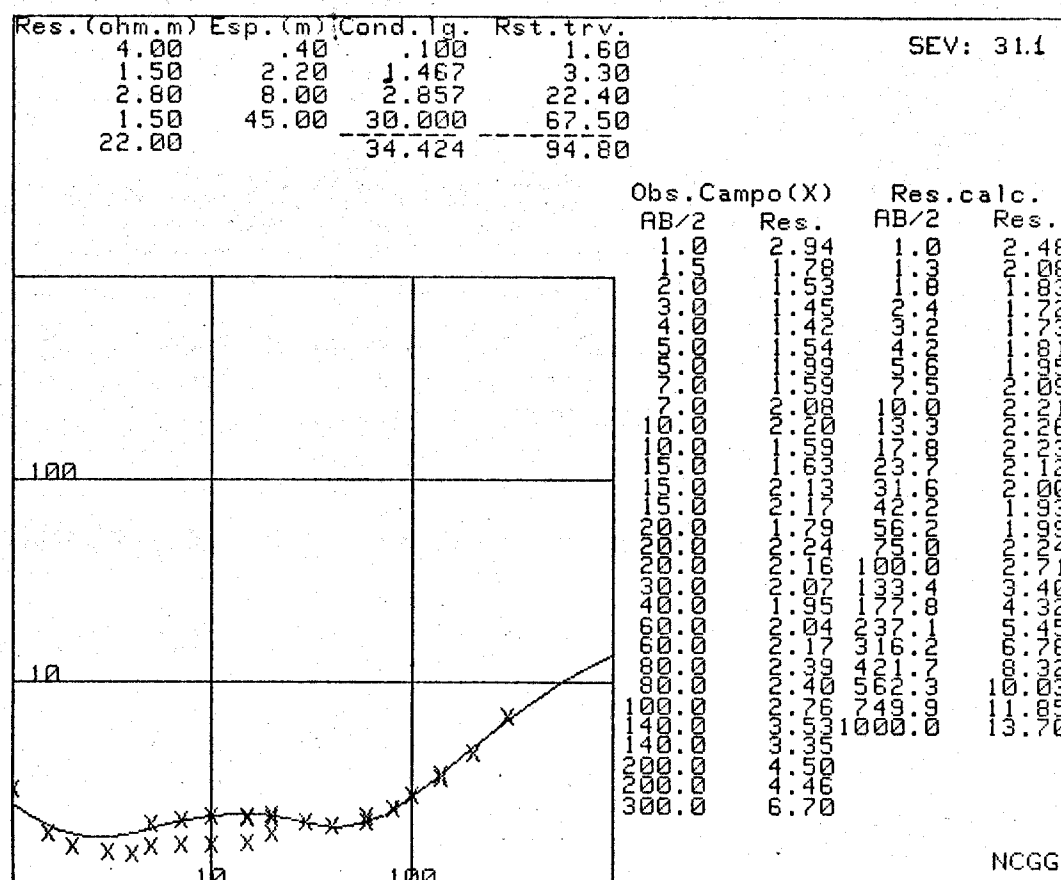


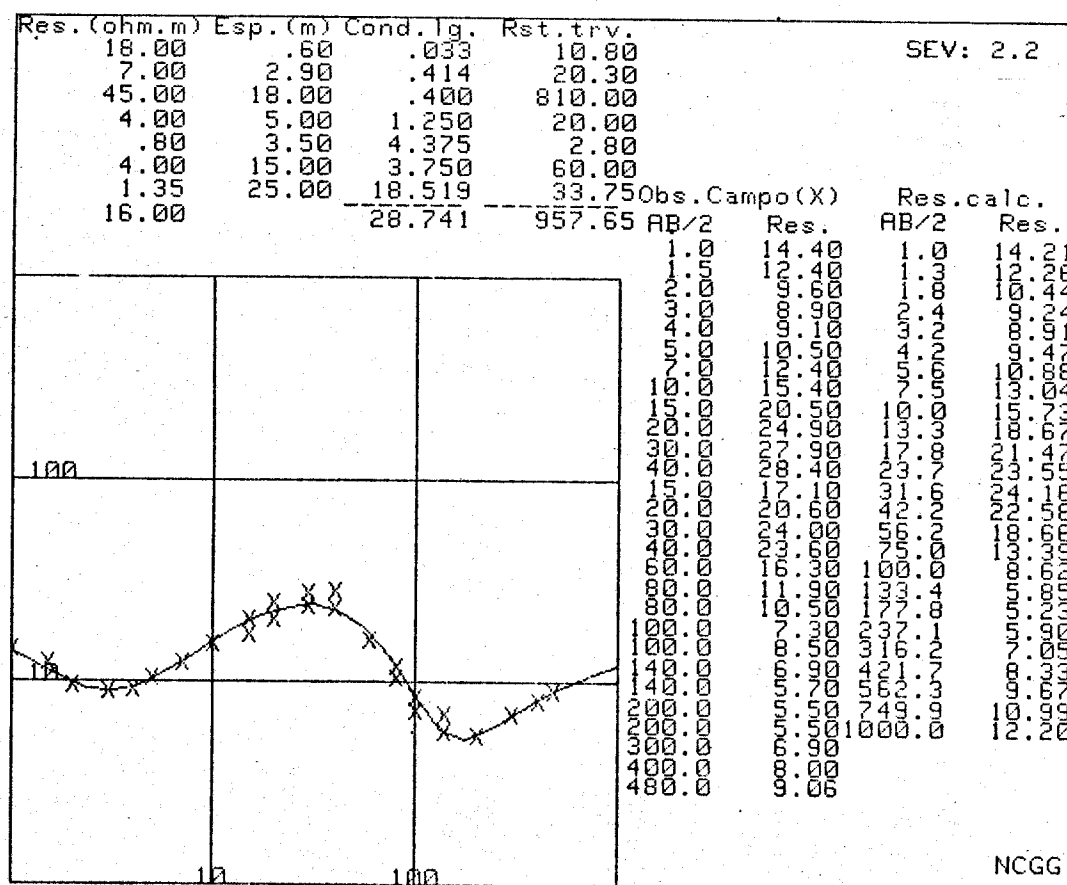
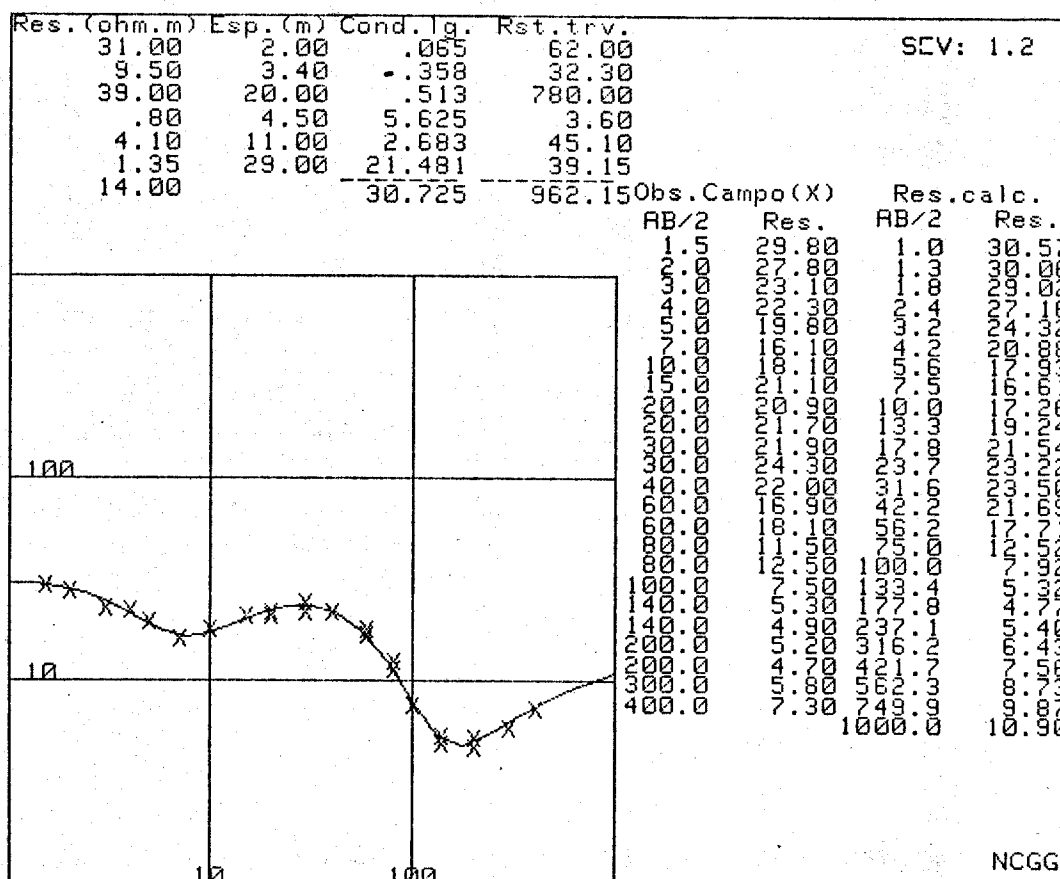


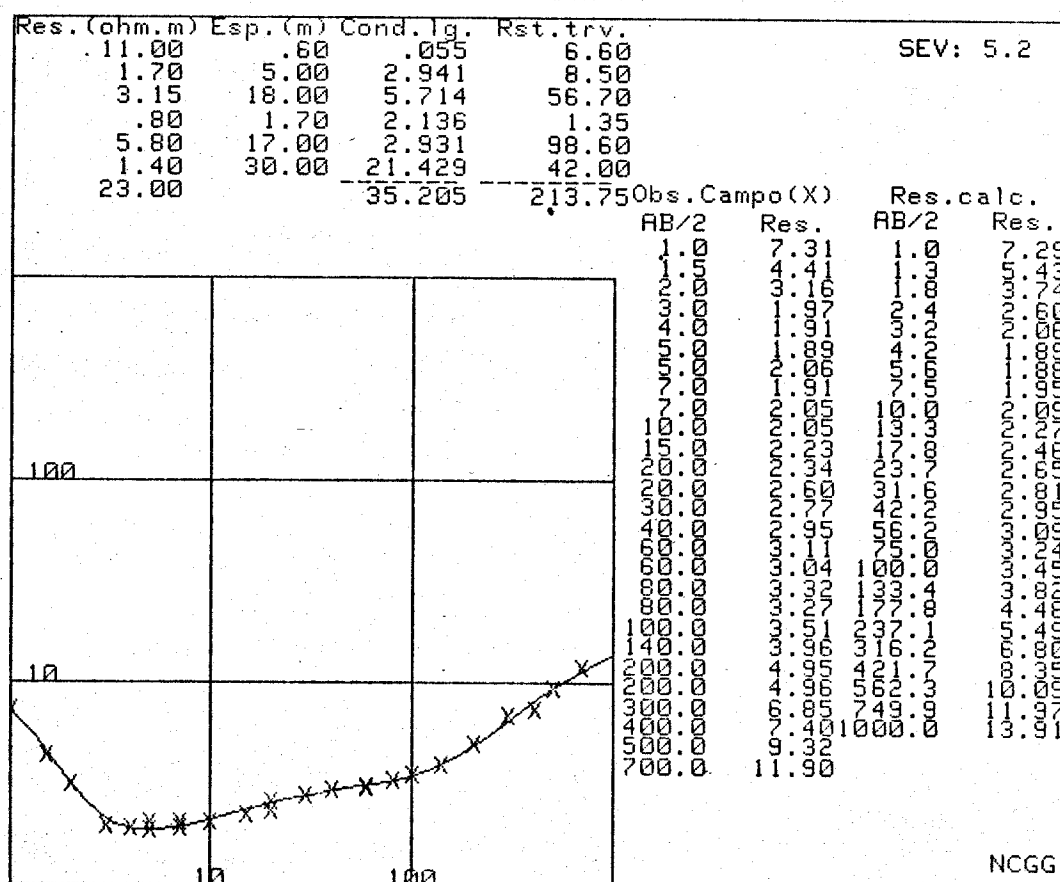
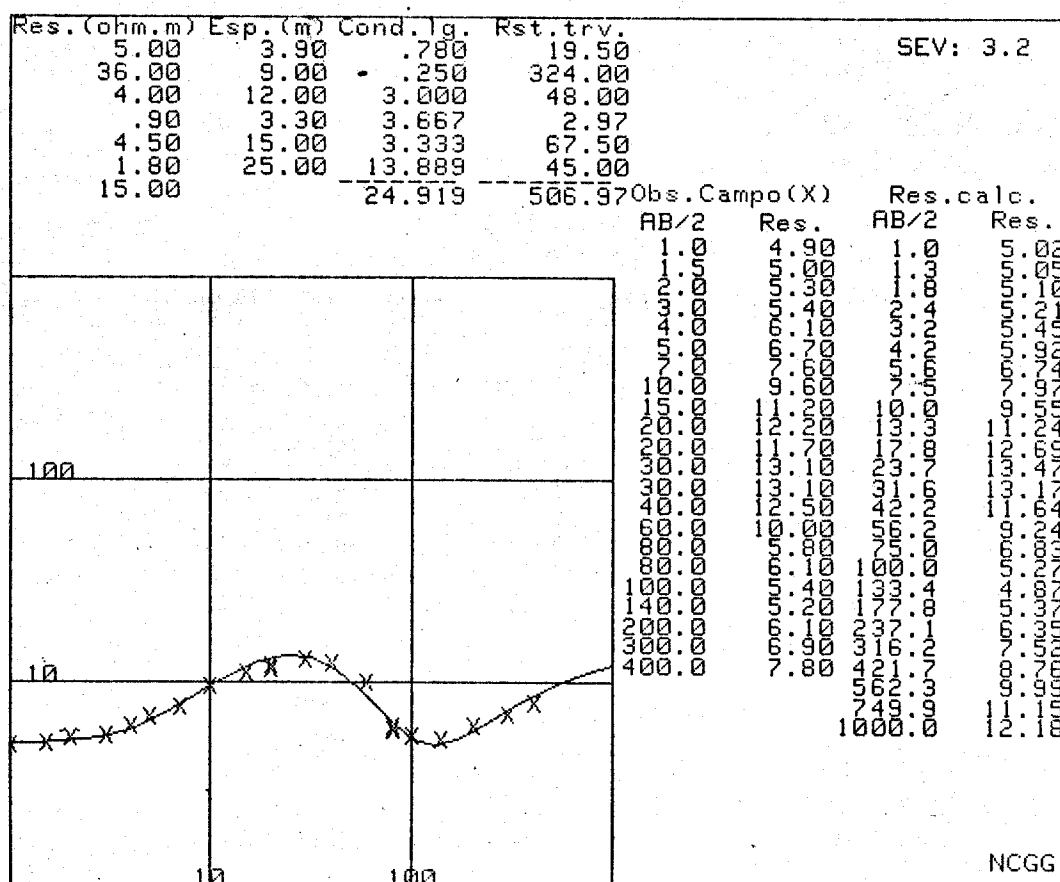


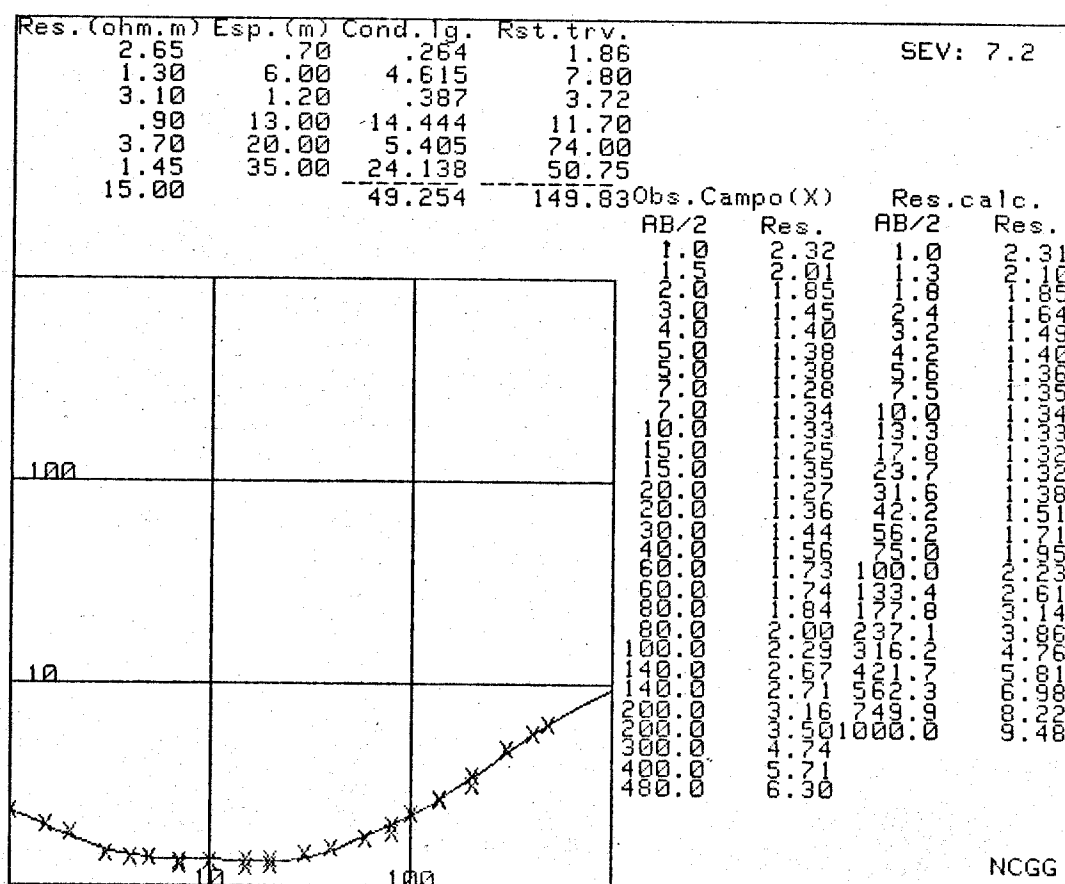
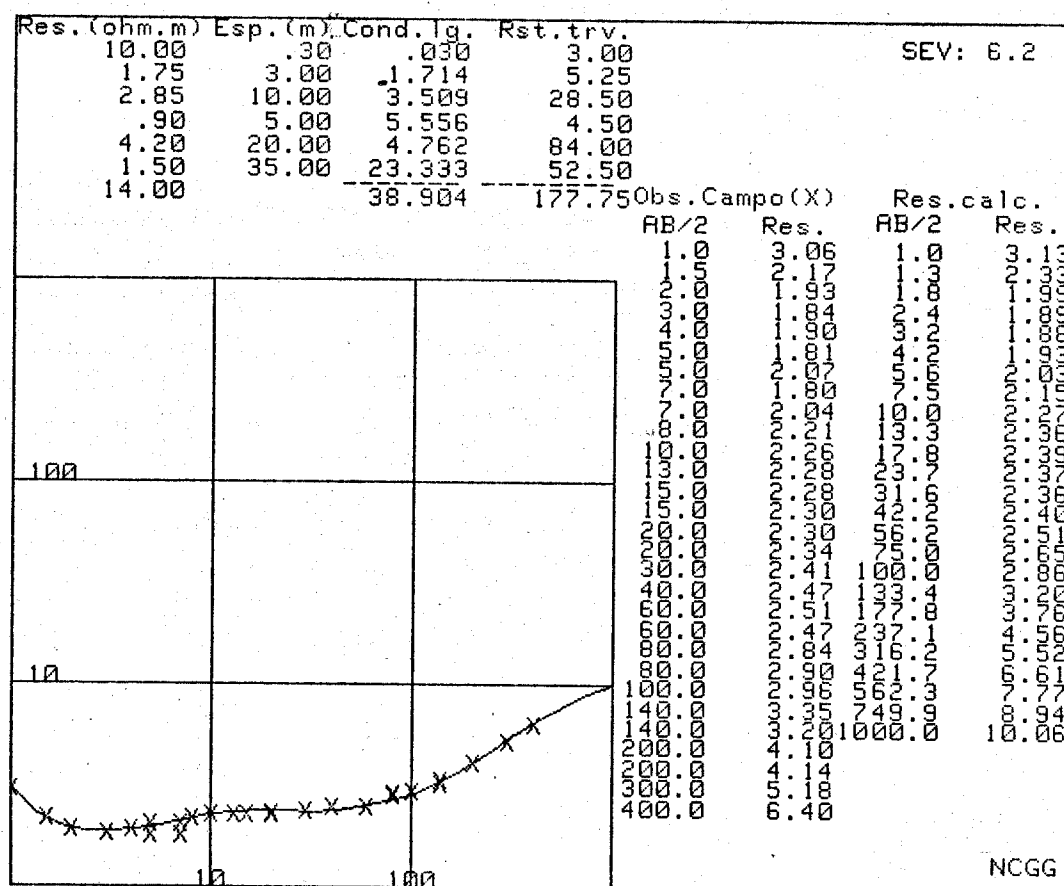


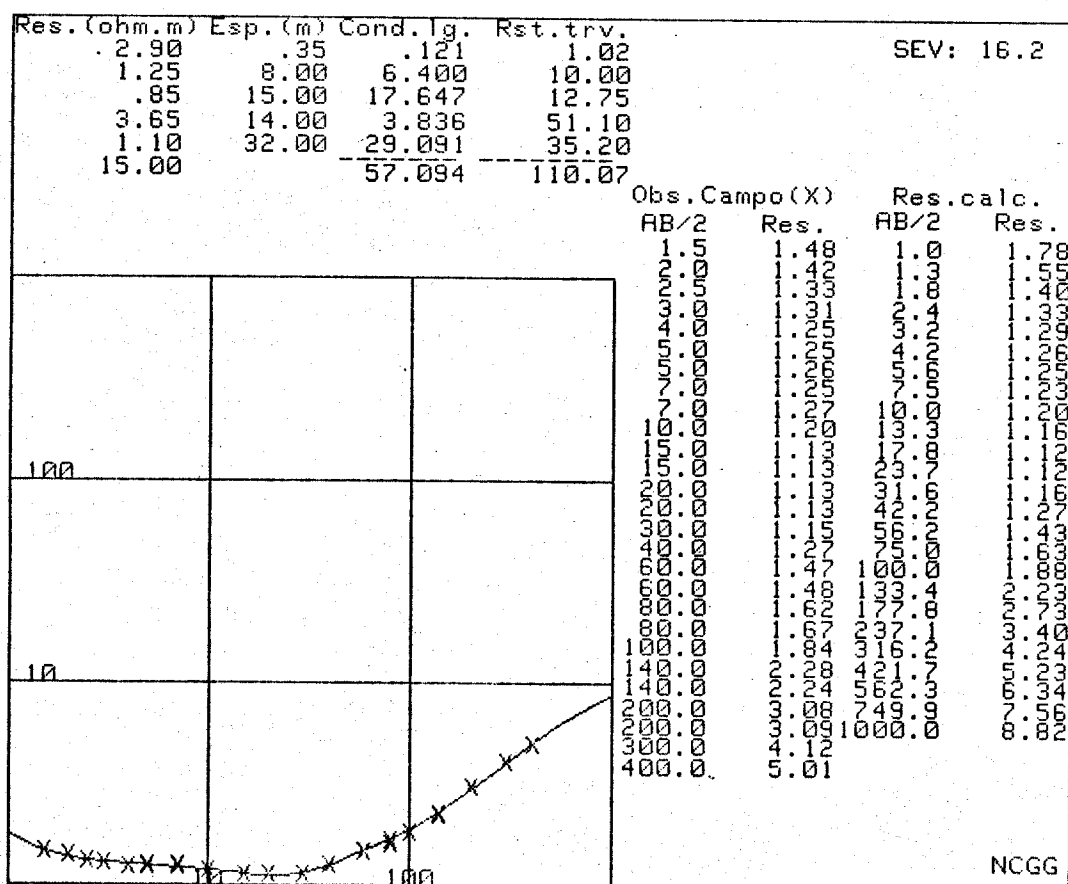
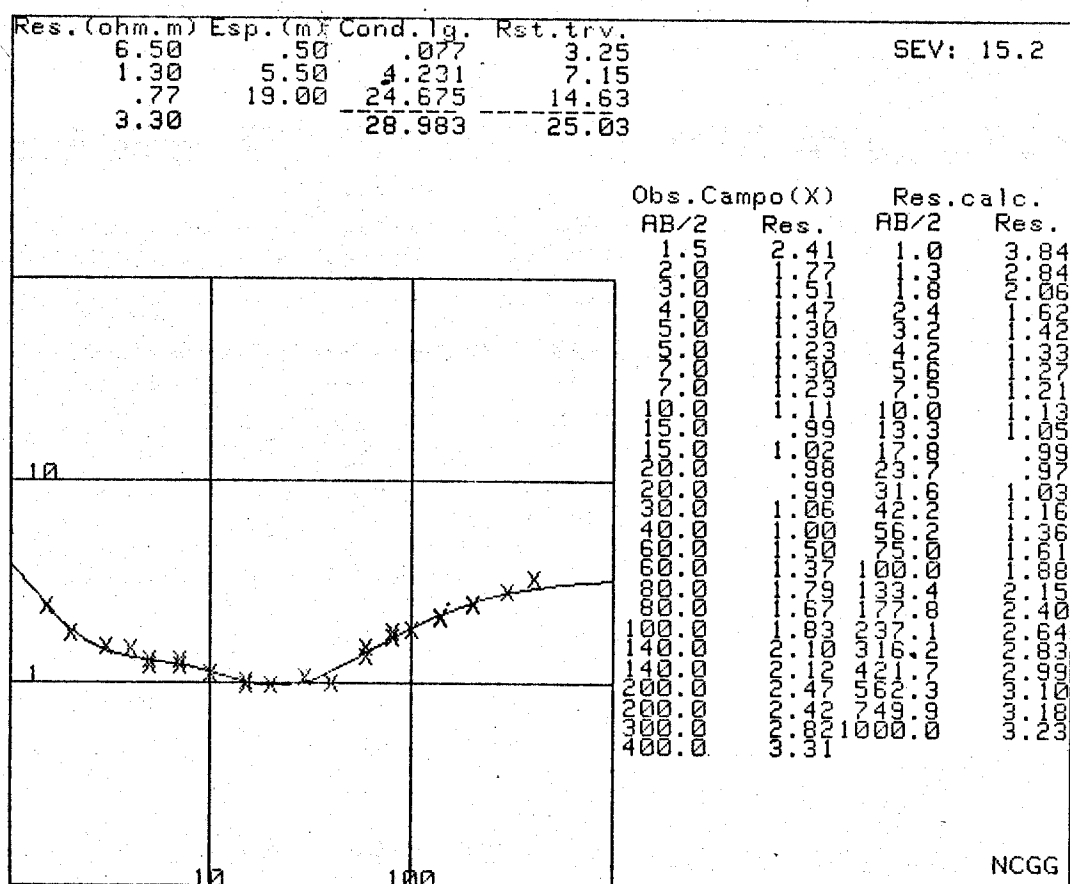


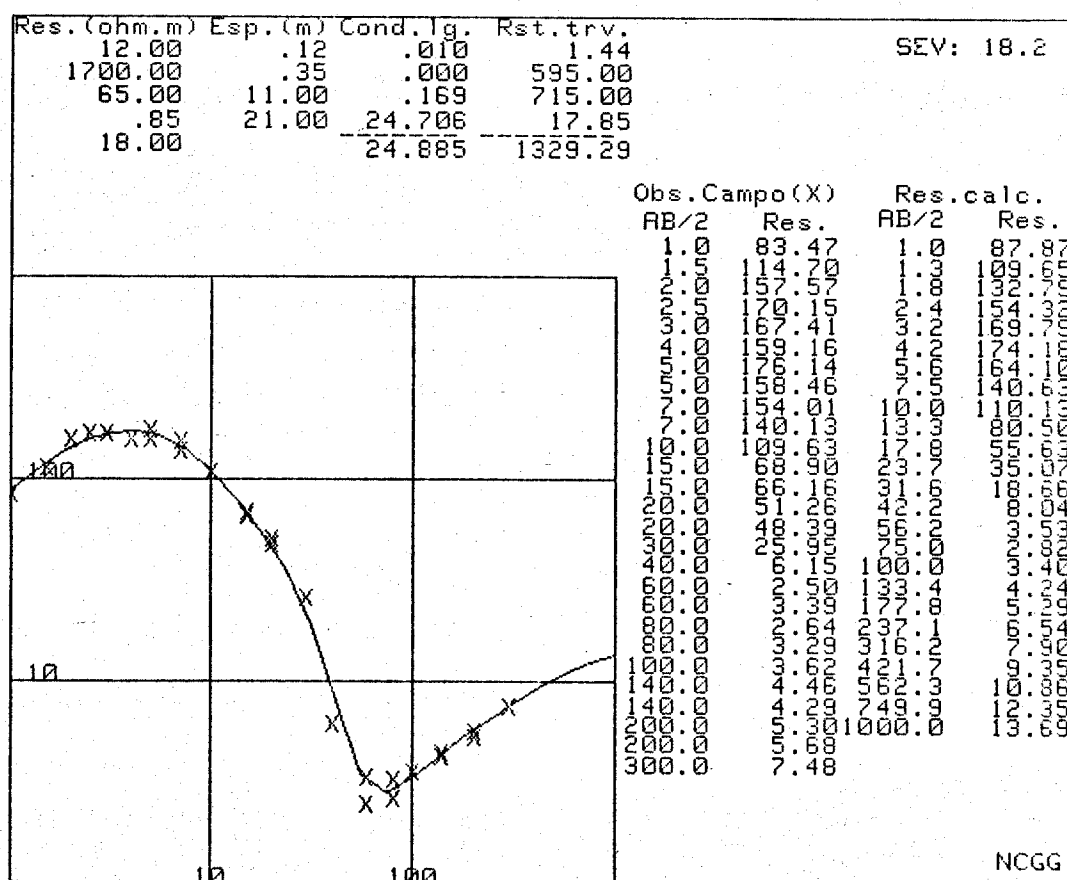
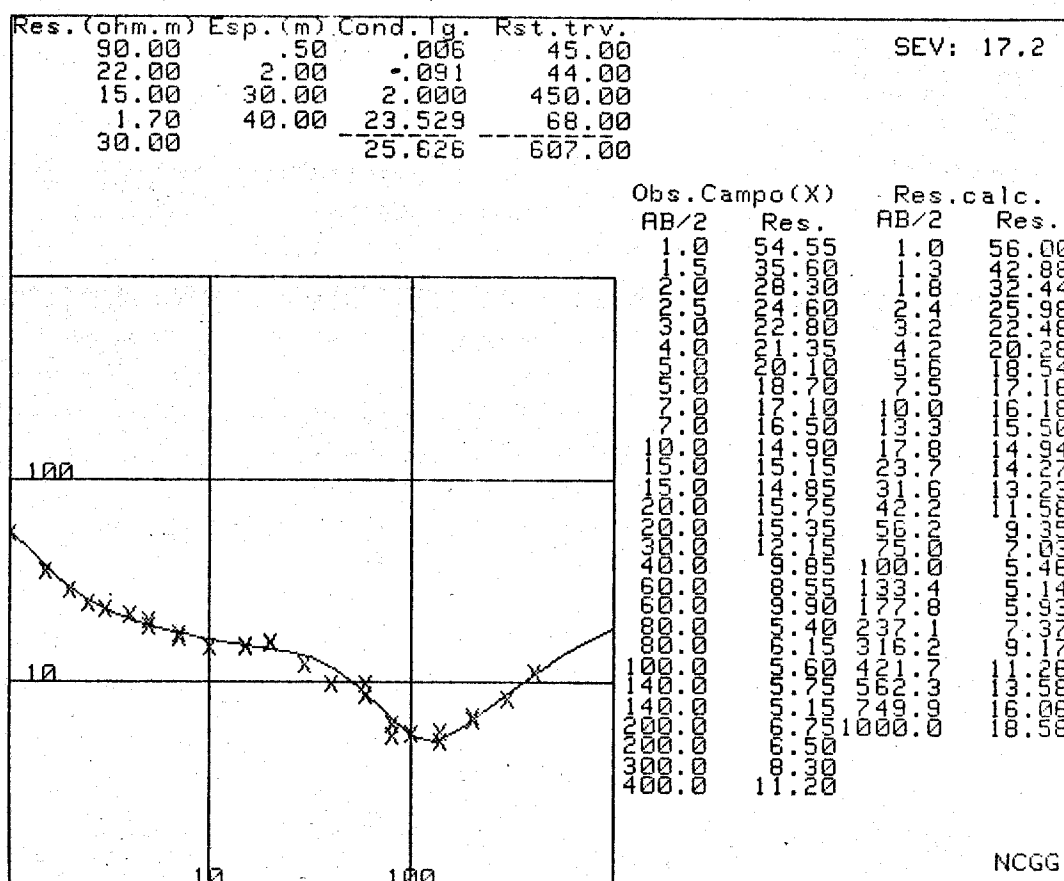


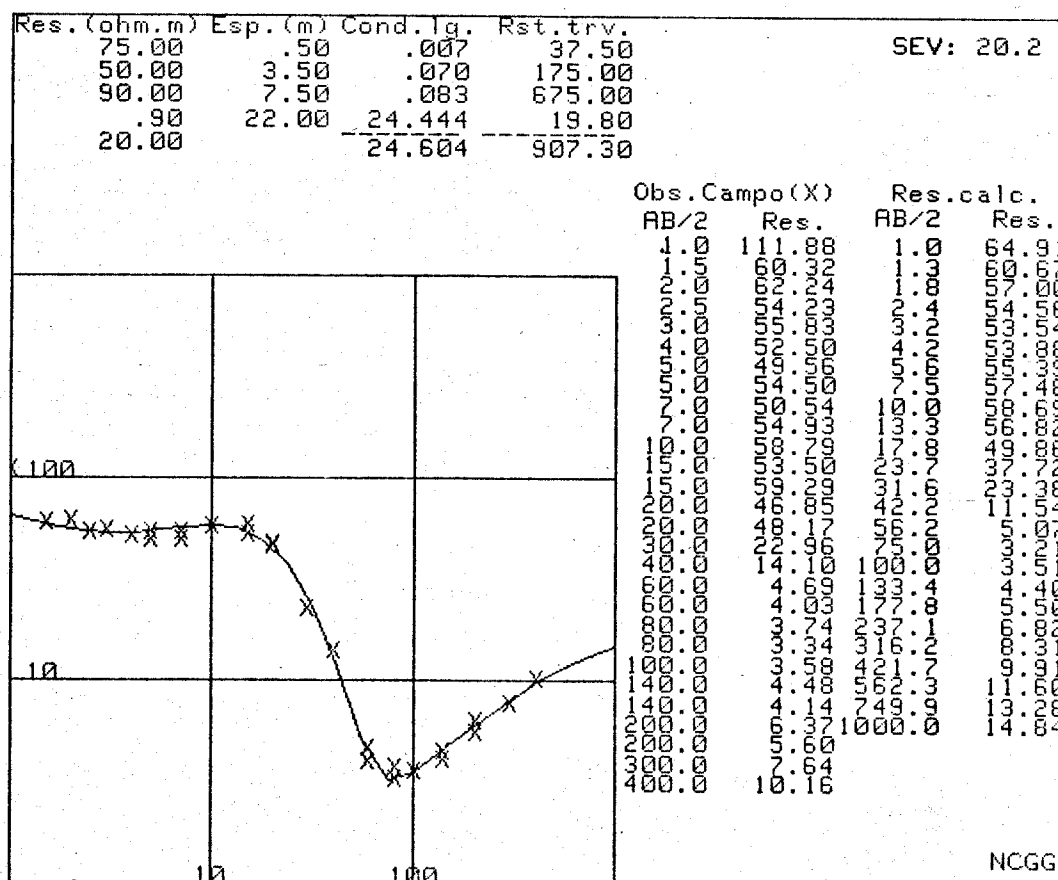
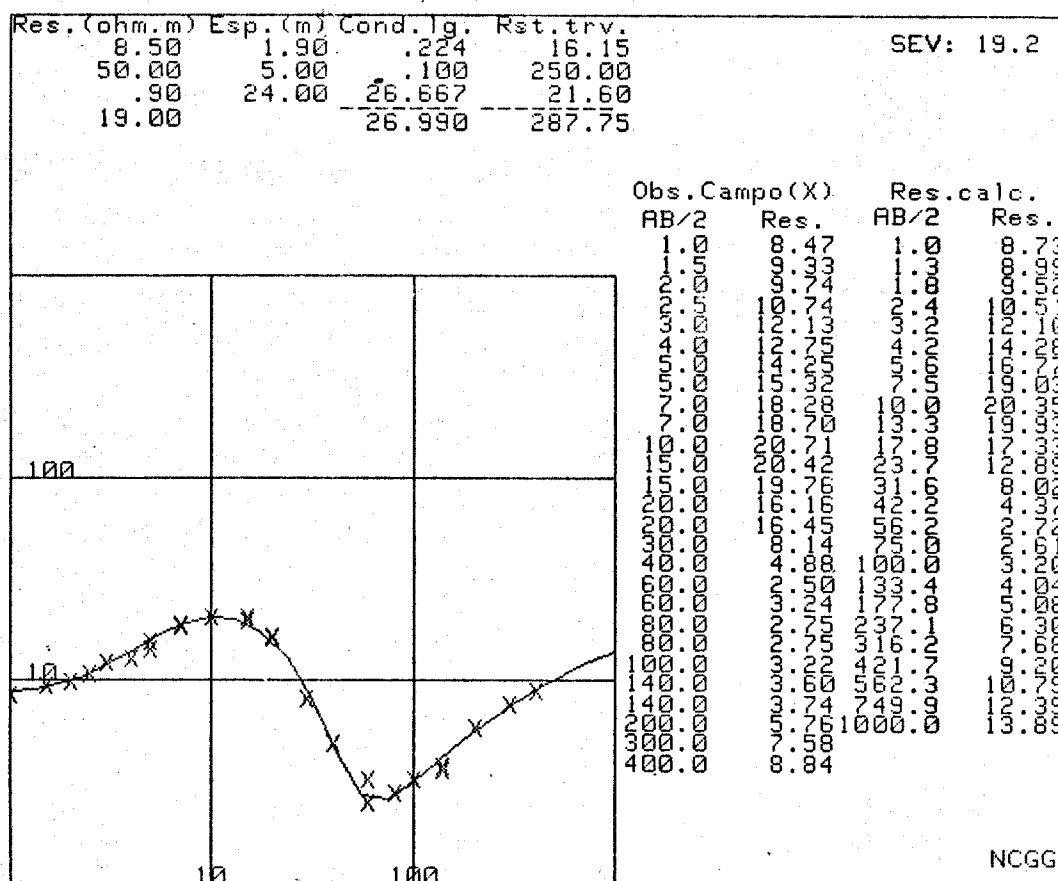


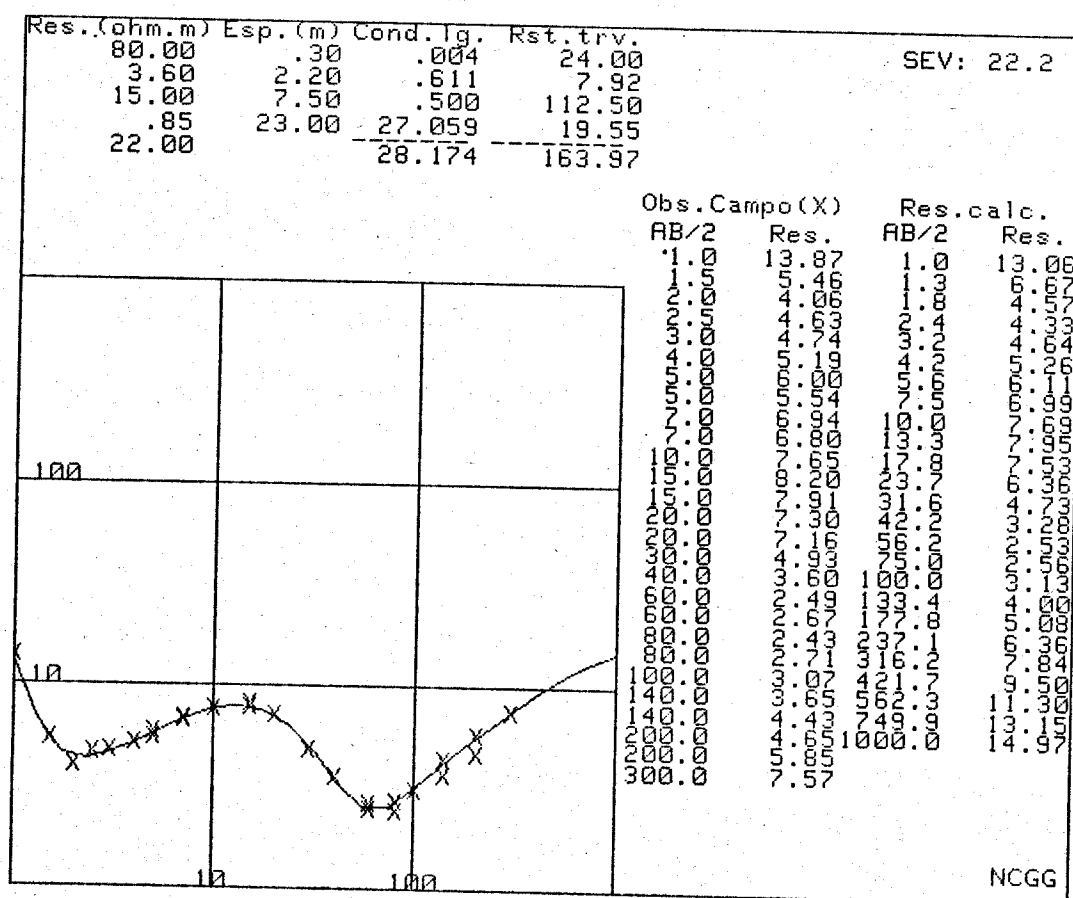
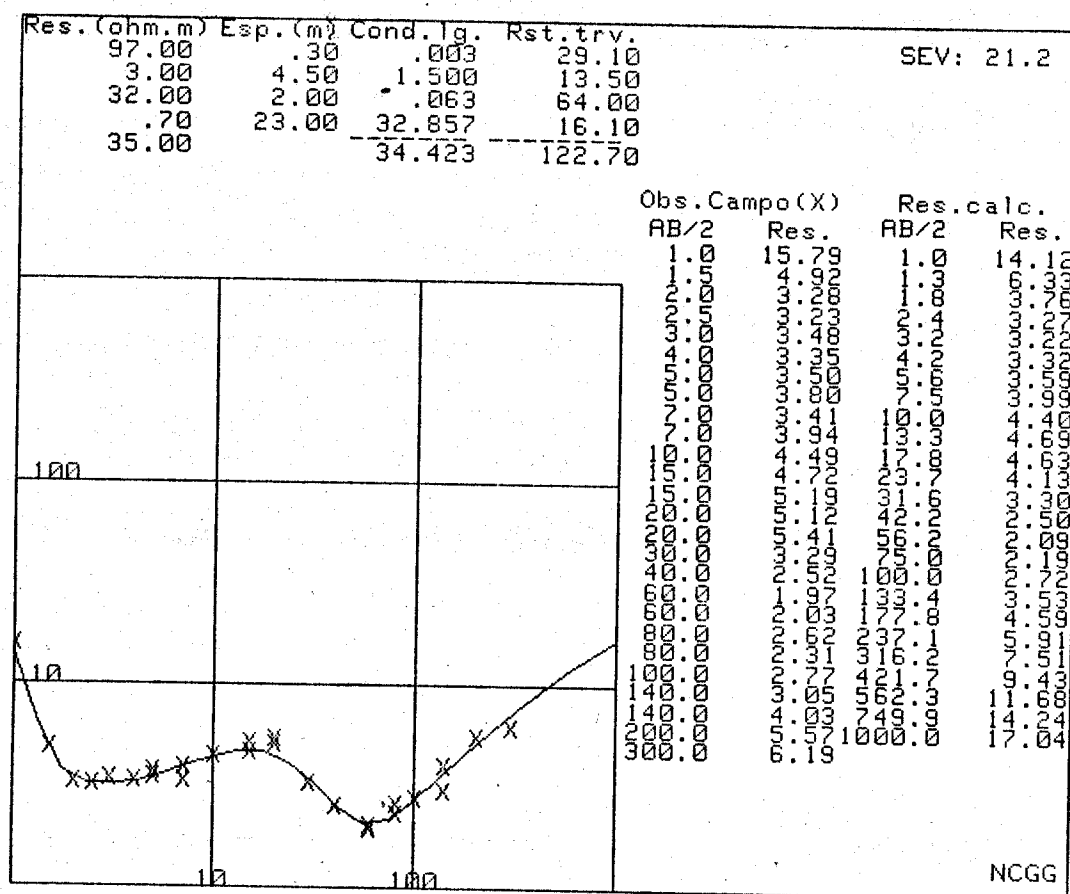


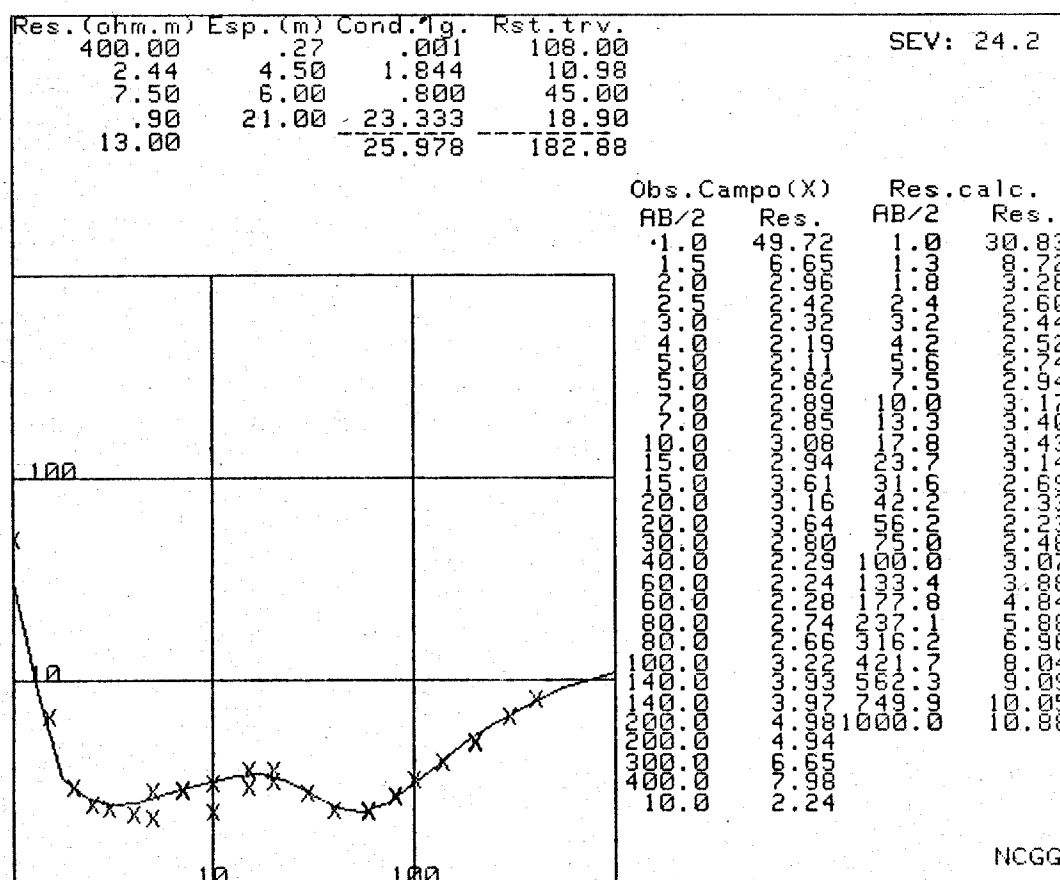
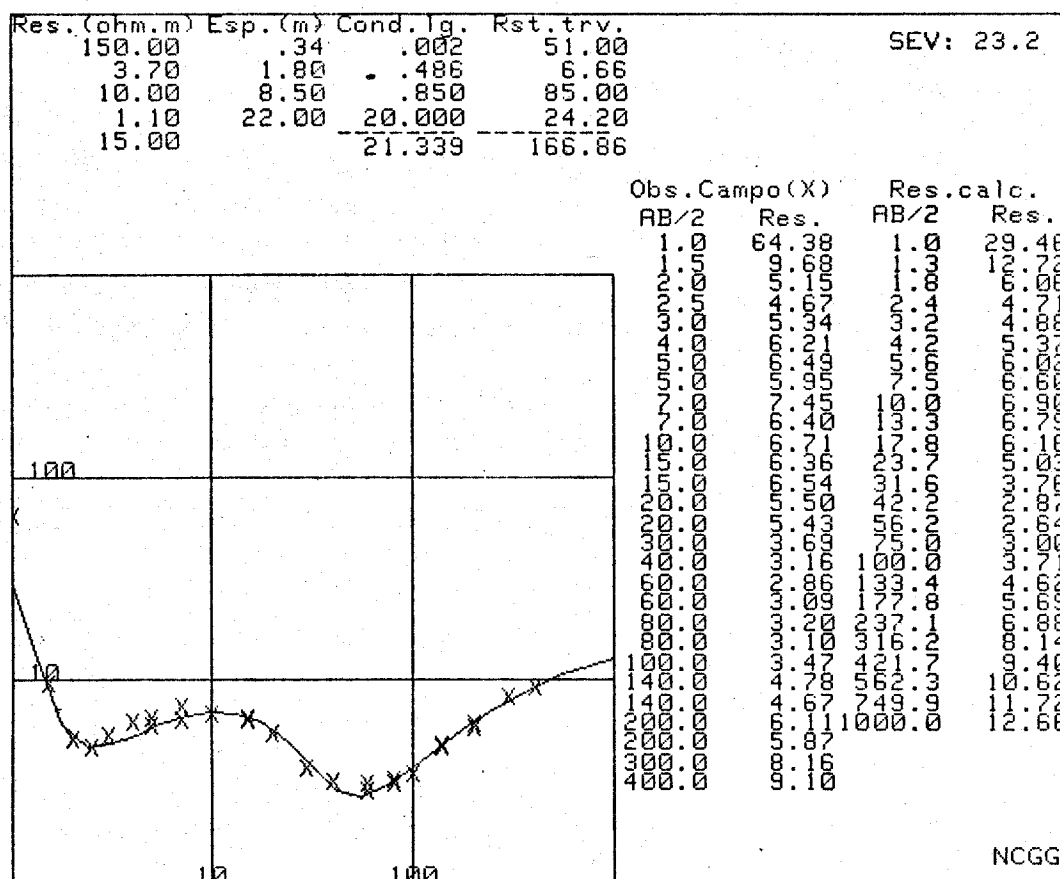


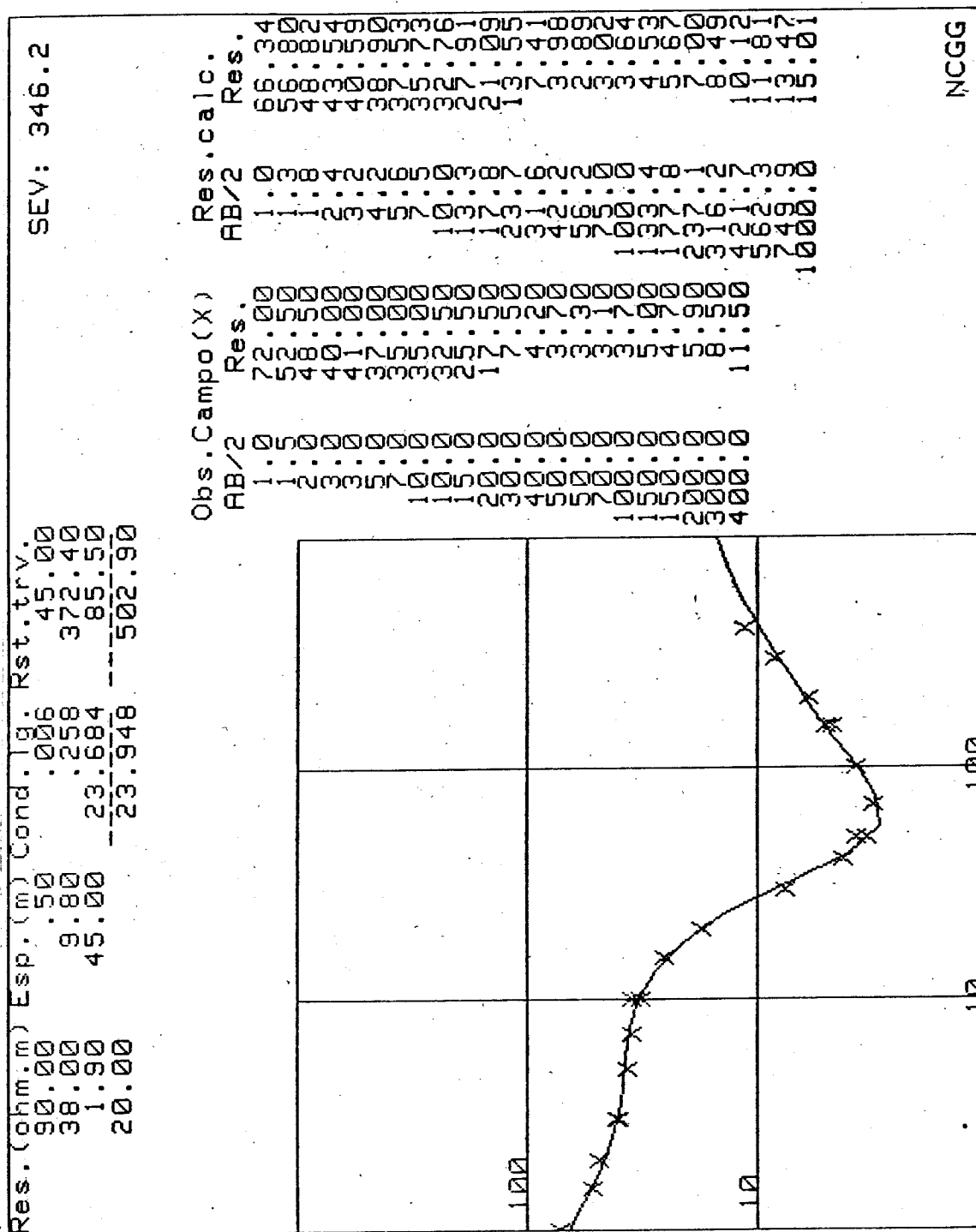




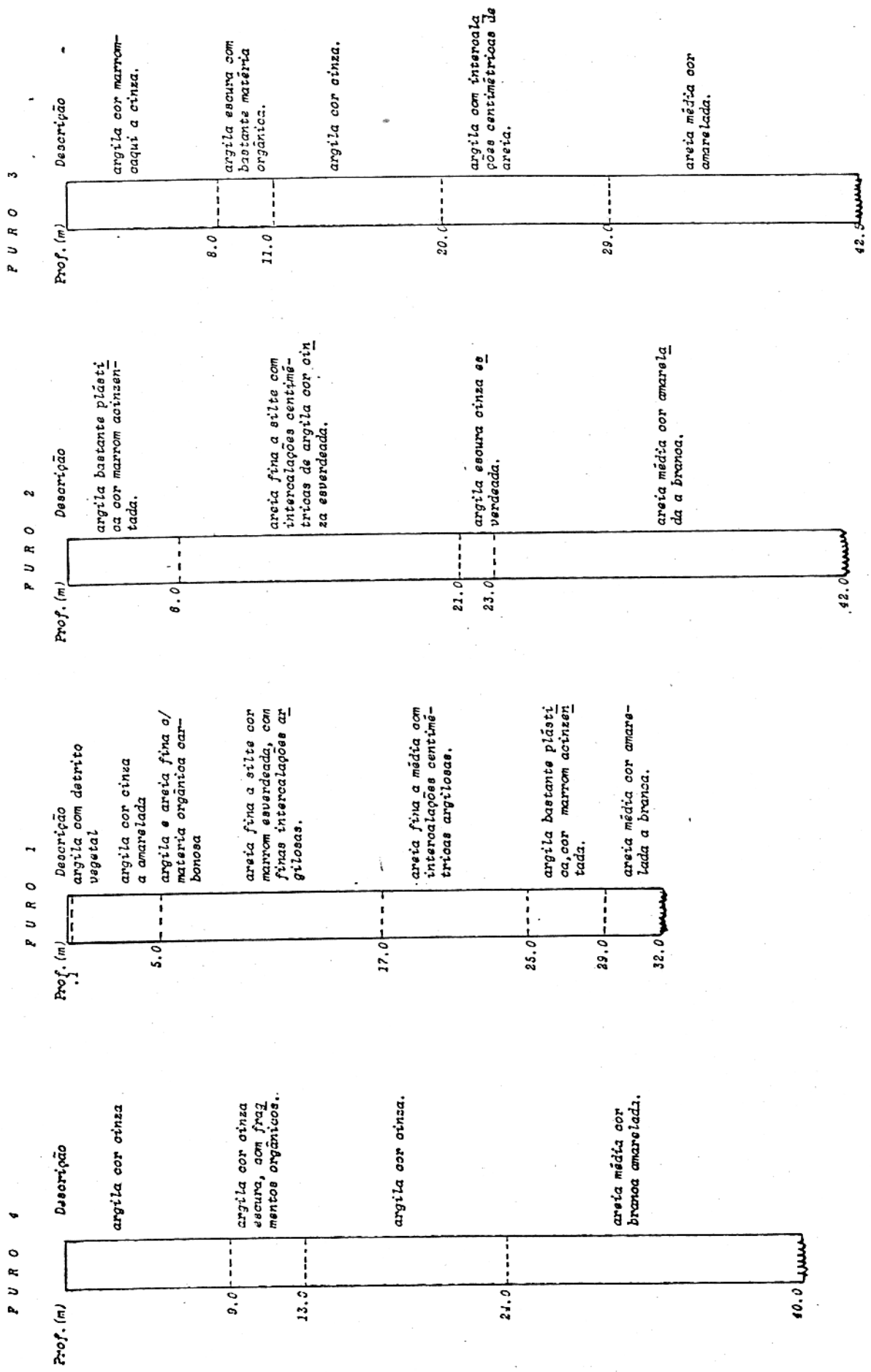








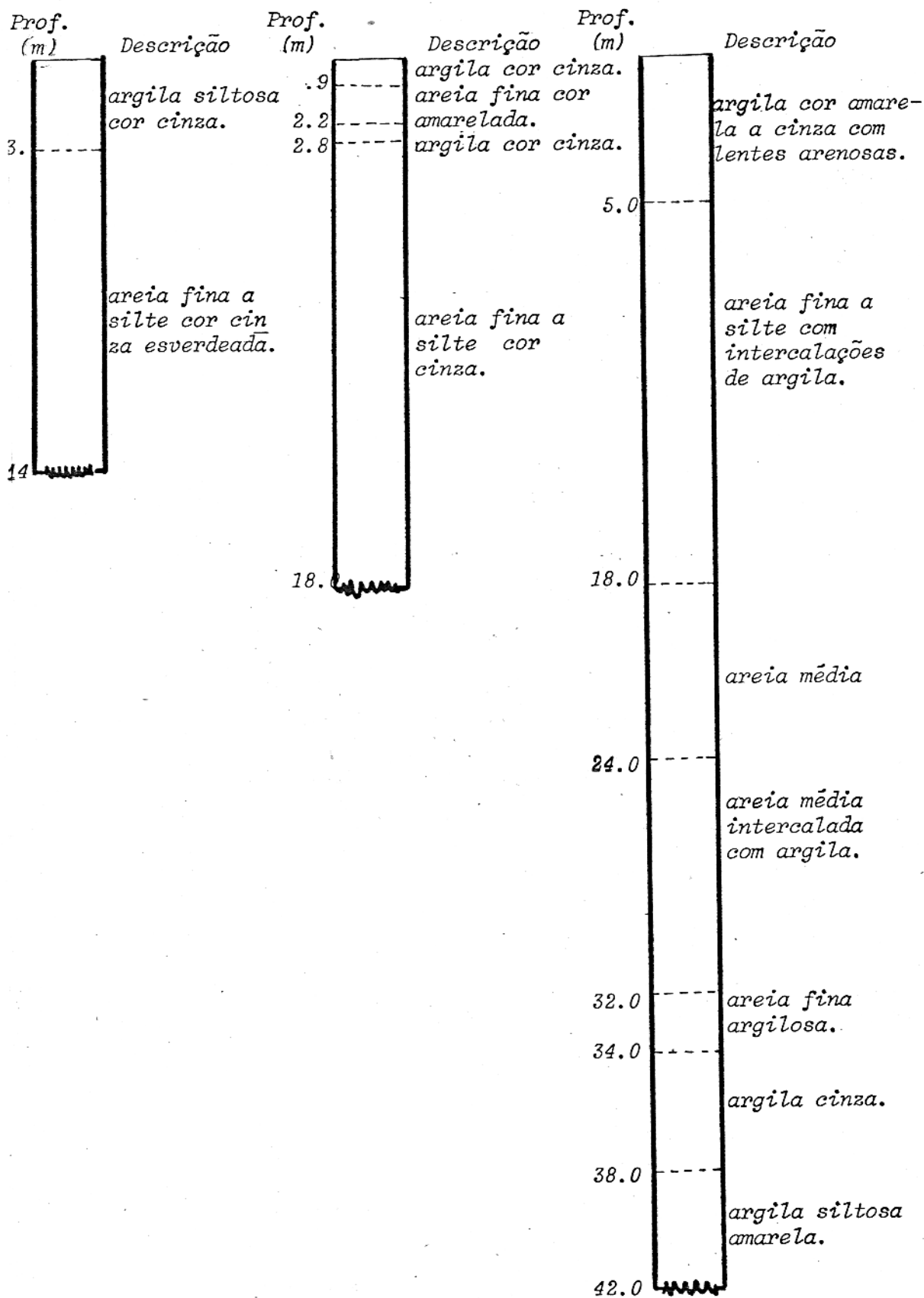
ANEXO 4
SEÇÕES GEOLÓGICAS



FURO 7

FURO 6

FURO 5



F.S. - FUNDAÇÃO SERVIÇOS DE SAÚDE PÚBLICA

FICHA Nº

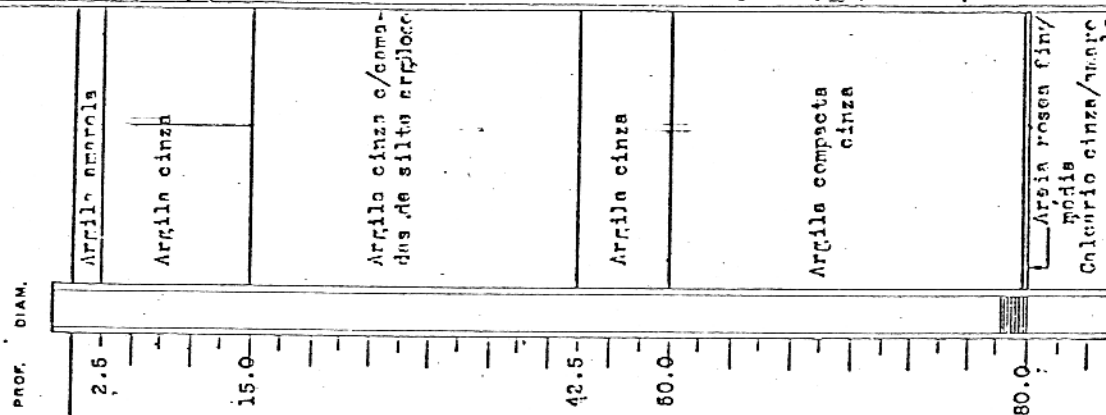
RELATÓRIO FINAL DO POÇO

POÇO Nº _____ DIRETORIA _____ ESTADO PA
 MUNICÍPIO St. Cruz do Arari LOCALIDADE Reservatório INICIADO EM _____ CONCLUÍDO EM 25.3.71
 PERMANÊNCIA DA PERFURATRIZ NO LOCAL _____ DIAS EFETIVOS DE PERFURAÇÃO (Pe)
 SONDADOR Estanislau Luczinski Jr. PERFURATRIZ _____

TESTE DE VAZÃO

DATA	INÍCIO (h)	TÉRMINO (h)	TEMPO DE BOMBEAMENTO	VAZÃO l/h	NÍVEL		VAZÃO ESPECÍFICA (l/h.m)
					ESTÁTICO (m)	DINÂMICO (m)	
25.3.71	23.3.71	25.3.71	3 dias	36.600	surto	n/cts	-

PERFIL GEOLÓGICO



F.S. - FUNDAÇÃO SERVIÇOS DE SAÚDE PÚBLICA

FICHA Nº

RELATÓRIO FINAL DO POÇO

POÇO Nº PT2 - PA - 230 - GEN DIRETORIA _____ ESTADO Para
 MUNICÍPIO St. Cruz do Arari LOCALIDADE Reservatório INICIADO EM 17-07-78 CONCLUÍDO EM 5-03-79
 PERMANÊNCIA DA PERFURATRIZ NO LOCAL 140 DIAS EFETIVOS DE PERFURAÇÃO (Pe) 25
 SONDADOR ESTANISLAU LUCZYNSKI JUNIOR PERFURATRIZ BUZYRUS EYRE W22

PERFIL GEOLÓGICO

