

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

GEOFÍSICA APLICADA À PROSPECÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA ÁREA DO
RIO PARACAUARI - ILHA DE MARAJÓ - PARÁ.

Tese Apresentada por

GERARDO MAJELA LIMA CAVALCANTI

como requisito parcial à obtenção do grau de

MESTRE EM CIÊNCIAS

Na área de

GEOFÍSICA

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

Aprovado: 24.08.79

WILLIAM AUGUST SAUCK

(ORIENTADOR)

LUIZ RIJO

EDILTON CARNEIRO FEITOSA

Comitê de Tese

C 376 CAVALCANTI, GERARDO MAJELA LIMA

Geofísica Aplicada a Prospecção de Água Subterrânea
na Área do Rio Paracauari-Ilha do Marajó- Belém,
UFPa, NCGG, 1979.

88 p.

Tese apresentada ao Núcleo de Ciências Geofísicas e
Geológicas-UFPa, para obtenção do grau de Mestre
em Ciências na área de Geofísica.

1. Geofísica - Prospecção 2. Hidrogeologia I. Núcleo
de Ciências Geofísicas e Geológicas(UFPa) II. Título.

CDD: 662.154

CDU: 550.8:556.3(811.52)

(043.5)

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. William August Sauck pela orientação necessária deste trabalho.

Ao Dr. Luiz Rijo pela co-orientação e sugestões na parte de interpretação.

Ao Dr. Edilton Feitosa pela participação na Comissão Examinanadora.

Ao Dr. José Maria Filardo Bassalo pelo estímulo e amizade nos momentos mais difíceis.

A Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) pelo apoio financeiro à Pesquisa.

A Coordenação do Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas da Universidade Federal do Pará.

Ao Serviço de Computação (SECOM) da Universidade Federal do Pará pela utilização dos seus equipamentos de processamento de dados

A todo corpo docente do Departamento de Física pela concessão das horas necessárias ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao corpo docente do Instituto de Física da Universidade Federal do Ceará, pelo alicerce científico que me foi dado.

Aos fazendeiros da Região do Rio Paracauari, pelo apoio dado no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os que colaboraram direta ou indiretamente para que este trabalho se tornasse possível, inclusive ao Prof. Roberto dos Santos Corrêa, pela correção da ortografia da Língua Portuguesa.

A minha esposa

Regina

e a meus pais

Valter e Zilmar

R E S U M O

A região do Rio Paracauari apresenta sérios problemas hídricos devido o excesso de chuvas no inverno e escassez de água no verão. A indústria agropecuária, principal atividade econômica da região, sofre tremendamente durante o período de secas. Foram realizados estudos geofísicos através do método de resistividade para localizar e mapear os aquíferos rasos de boa potencialidade.

Foram feitas 53 sondagens elétricas verticais, do tipo Schlumberger, e 5 perfis de resistividade do tipo Wenner.

Foi utilizada a técnica do ponto auxiliar e, depois, os diagramas coletivamente foram tratados e processados no computador, para obtenção de modelos aproximados.

Depois da interpretação, foi possível separar duas áreas distintas. A primeira com resistividade alta até 950 $\Omega\text{-m}$, com predominância de areia, é constituída de excelentes aquíferos e, provavelmente, trata-se de "Paleocanais". A segunda, com resistividade baixa até 0,5 $\Omega\text{-m}$, com predominância de sedimentos argilosos, siltíticos, com água salobra. Com os mapas de resistência transversal total e de resistividade foram definidas as áreas mais favoráveis à exploração de água potável. A área favorável é somente 30% da área total.

Foi feita coleta das águas rasas e superficiais da área, e suas resistividades variam de 362 $\Omega\text{-m}$ a 1,1 $\Omega\text{-m}$.

Algumas perfurações foram feitas, e vieram constatar a existência destas áreas distintas. Com isto, foram solucionados parcialmente os problemas de água de algumas fazendas como São Lourenço, Gavinho e Conceição.

ABSTRACT

The Rio Paracauari pilot study area in the east-central part of Marajo Island is typical of the low, planar, natural grasslands of this deltaic region. The cattle ranches of this area suffer considerable losses during the dry seasons because the groundwater is generally brackish. A 250 Km² study area was chosen in which geo-electrical methods were used to search for and outline any shallow fresh-water aquifers which might be present.

Fifty-three Schlumberger vertical electric sondings were made on a grid of approximately 2 by 2.5 Km, as well as 5 horizontal Wenner resistivity profiles. The VES data were initially treated with the auxiliary point method and later, groups of models were constructed using a curve-generating routine to fit the field VES curves.

The geo-electric results show two types of terrain. The first with higher resistivities, reaching to 950 ohm-m, is characterized by long (10 Km) belts up to one Km wide with dominantly sand sediments beginning near surface and extending to depths on the order of 60 m. These are saturated with potable water, with the water table typically at depths of only 2 to 5 m. These aquifer zones cover less than 30% of the area. The second type of terrain occupying the rest of the area has resistivities less than 6 ohm-m and often as low as 0.5 ohm-m, and is interpreted as silts and clays with saline water.

Water samples taken from the surface and from shallow wells show a range of resistivities between 1.1 and 362 ohm-m. Se-

ven drill holes were made, to depths as great as 54m. These verified the geophysical interpretations and clearly showed the differences between the channel-fill deposits which constitute the aquifers (channel sands or point bar deposits) and the fine, organic and clay-rich sediments of the adjacent flood-plain environment. Several of the drill holes were completed as water wells and now supply potable water on two of the ranches.

Although the ages of the sediments are unknown, these large channels could have been excavated during the Pleistocene sea-level minimum and later filled with coarse, medium, and fine sand as sea level rose again, diminishing the velocities of the rivers or distributaries passing through the region. There has since been a drainage reversal, with the belts underlain by channel sands now existing as slight topographic highs, which could be explained by differential compaction.

S U M A R I O

INTRODUÇÃO

CAPÍTULO 1 - Caracterização da Área 3

1.1. Caracterização Global 3

1.2. Caracterização Local 5

1.3. Acesso 8

1.4. Geologia Regional 9

1.5. Geologia Local 13

1.6. Hidrogeologia 14

CAPÍTULO 2 - Método de Eletroresistividade 16

2.1. Conceitos Gerais 16

2.2. Metodologia do Trabalho de Campo 18

2.3. Análise dos Erros 20

CAPÍTULO 3 - Estudo de Hidrogeologia 27

3.1. Qualidade da Água 27

3.2. Perfuração de Poços 28

CAPÍTULO 4 - Interpretação dos Dados 41

4.1. Ponto Auxiliar 41

4.2. Problema Direto 43

4.3. Interpretação Qualitativa 44

4.4. Interpretação Quantitativa 53

5. CONCLUSÕES	64
Geofísica-Geohidrológica	64
Problemas e Sugestões Para Trabalhos Futuros	66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
APÊNDICE 1 - Dados de Campo	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1 - Localização da Ilha de Marajó	4
FIGURA 2 - Localização da Região do Rio Paracauari, mostran do feições sinuosas visível na fotografia aérea.	7
FIGURA 3 - Mapa de Situação com Campo e Floresta Demarcado.	*
FIGURA 4 - Esboço Estrutural da Ilha de Marajó (RADAM, 1974)	10
FIGURA 5 - Coluna Estratigráfica Preliminar da Bacia Sedi- mentar da Foz do Rio Amazonas (seg Schaller, Vas- concelos e Castro, 1971)	12
FIGURA 6 - Mapa Base	*
FIGURA 7 - Curva de Campo (SEV-19) com suas respectivas in- certezas	25
FIGURA 8 - Curva de Campo (SEV-2) com suas respectivas in- certezas	26
FIGURA 9 - Perfil geológico do poço 01, no Retiro Bonfim , com barras indicando profundidade da amostragem.	30
FIGURA 10 - Perfil geológico do poço 02, no Retiro Bonfim	31
FIGURA 11 - Perfil geológico do poço 03, no Retiro Aliados	32
FIGURA 12 - Perfil geológico do poço 04, na Fazenda Gavinho	33
FIGURA 13 - Perfil geológico do poço 05, na Fazenda São Lou- renço	34
FIGURA 14 - Perfil geológico do poço 06, na Fazenda Conceição	35
FIGURA 15 - Perfil geológico do poço 07, na Fazenda Conceição	36
FIGURA 16 - Grupo de Sondagens Elétricas feitas nos "Paleoca- nais"	45

FIGURA 17 - Grupo de Sondagens Elétricas fora dos "Paleocanais"	47
FIGURA 18 - Perfil de resistividade nº 1, utilizando Arranjo Wenner com "a" = 50 m	48
FIGURA 19 - Perfil de resistividade nº 2, utilizando Arranjo Wenner com "a" = 50 m	50
FIGURA 20 - Perfil de resistividade nº 3, utilizando Arranjo Wenner com "a" = 50 m	51
FIGURA 21 - Perfis de resistividade nº 4, feitos nas Fazendas Conceição e Anjos, utilizando Arranjo Wenner	52
FIGURA 22 - Sondagem elétrica feita na Fazenda Gavinho, com interpretação geoelétrica ("x" representa os dados de campo, a linha contínua a curva calculada)	55
FIGURA 23 - Sondagem elétrica vertical feita na Fazenda Menino Deus	56
FIGURA 24 - Secção geoelétrica no ramo Sul-Norte onde os números representam os valores de resistividade em $\Omega \cdot m$	57
FIGURA 25 - Secção geoelétrica no ramo Leste-Oeste onde os números representam os valores de resistividade em $\Omega \cdot m$	58
FIGURA 26 - Mapa de resistividade interpretada a um nível de 20 m	*
FIGURA 27 - Mapa de resistividade interpretada a um nível de 50 m	*

FIGURA 28 - Mapa de contorno de resistência transversal to-	
tal	*
FIGURA 29 - Sondagem elétrica feita no Retiro Bonfim com in-	
terpretação geoelétrica e litológica	61
FIGURA 30 - Sondagem elétrica vertical feita na Fazenda São	
Joaquim	62

* Vide final da tese.

INTRODUÇÃO

A Ilha de Marajó, localizada perto do Equador, no Norte do Estado do Pará, vem sofrendo problemas severos de falta de água, em virtude de flutuações sazonais a que a região está sujeita, o que causa insuficiência na produção de águas superficiais durante as estiagens. Entretanto, é bom salientar que a rede hidrográfica da Ilha está sujeita ao regime das marés, cuja influência é notória em toda a região. Elas são tão intensas que causam o fenômeno da inversão de corrente nos rios.

A avaliação quantitativa e qualitativa de água subterrânea é, pois, de grande importância na solução do problema de abastecimento de água na Ilha de Marajó, cuja atividade econômica mais importante é a agropecuária, com 250.000 cabeças de gado na parte Leste da Ilha.

A água consumida pela população da Ilha de Marajó tem sua fonte em aquíferos contaminados sob o ponto de vista bacteriológico, ou mesmo apresentando teor de sais que a torna impossível ao consumo humano. A água que a população consome é proveniente de poços escavados, o que torna perigoso à saúde, devido a sua qualidade. Por outro lado, existem cidades, como Soure, que é abastecida por poços tubulares mais profundos, feitos pela COSANPA (Companhia de Saneamento do Pará).

A partir de 1974, a Universidade Federal do Pará, através do Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas, iniciou trabalhos de pesquisa de Geofísica aplicada à Hidrogeologia, criando o Projeto Marajó, com apoio da FINEP. Então, foram selecionadas áreas pilotos on

de levou-se em consideração vários fatores importantes, como: densidade demográfica, problemas de água para abastecimento público e uso na agricultura e pecuária, viabilidade de aplicação e execução de métodos geofísicos, hidrogeológicos e facilidade de acesso. Com base nesses critérios, definiu-se uma das áreas piloto, situada na região do Rio Paracauari, para o desenvolvimento desta pesquisa.

O trabalho de campo teve início em agosto de 1976 e seu término em dezembro de 1977, totalizando oito semanas. Neste mesmo período, foi feita coleta d'água nos poços domésticos existentes nas fazendas, com o objetivo de estabelecer se a quantidade e qualidade da água constitui um sério problema, como também para saber se existe uma correlação com as anomalias encontradas nas medidas geoelétricas.

Alguns pontos são mencionados como objetivo deste trabalho de tese:

a) Foram propostos estudos geofísicos através de método de resistividade, com o objetivo de mapear os aquíferos rasos de boa potencialidade, com valores altos de resistividade.

b) Determinação das zonas condutivas, provavelmente saturadas com água salgada ou zonas com predominância de argila.

c) Coletar amostras de água dos poços rasos e do Rio Paracauari, a fim de determinar a condutividade elétrica no estudo hidrogeológico, e para determinar, em detalhe, as zonas que apresentam sérios problemas hidrogeológicos.

d) Perfuração de poços, a fim de estudar, até 50 metros, a litologia e aferir a interpretação do método de eletroresistividade, pois este último fornece informações com ambigüidade. Nesta área só existia uma perfuração, feita pelo IDESP para pesquisa sedimentar.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

1.1 - Caracterização Global

A Ilha de Marajó (Fig. 1), com uma superfície de 49.600km^2 , está situada no delta do Rio Amazonas, entre os paralelos 0° e 2° de latitude Sul e entre os meridianos de 48° e 51° de longitude Oeste. Está limitada ao Norte pelo canal principal do Rio Amazonas e pelo Oceano Atlântico; ao Sul pela foz dos rios Pará e Tocantins; a Oeste existe um emaranhado de canais denominados "furos", interligando o Rio Amazonas, na parte Sul, ao Rio Pará. A Leste, após a foz do Rio Tocantins, é denominada essa parte do estuário, de Baía de Marajó.

O clima da Ilha de Marajó é do tipo Tropical úmido, apresentando temperatura média de 27°C . De acordo com a classificação de Köppen (MOURA e TANCREDI, 1976), está entre os tipos AM (tropical quente chuvoso em todas as estações) e Af (tropical quente e excessivas chuvas sazonais típico de monções).

Levando-se em consideração a vegetação da Ilha, MOURA e TANCREDI (1976) distinguem duas áreas naturais no Marajó: a região de "campos", com 23.000 Km^2 na parte Leste, e a região de "mata", com 26.500 km^2 na parte Oeste.

Na parte de floresta predomina o tipo Af, com precipitação pluviométrica apresentando um índice anual de 2900 mm (três estações) e pluviosidade mensal sempre superior a 60 mm. Na região Oriental, que compreende os campos naturais, a pluviosidade média anual é de 2708 mm (cinco estações) e a mensal inferior a 60 mm, durante

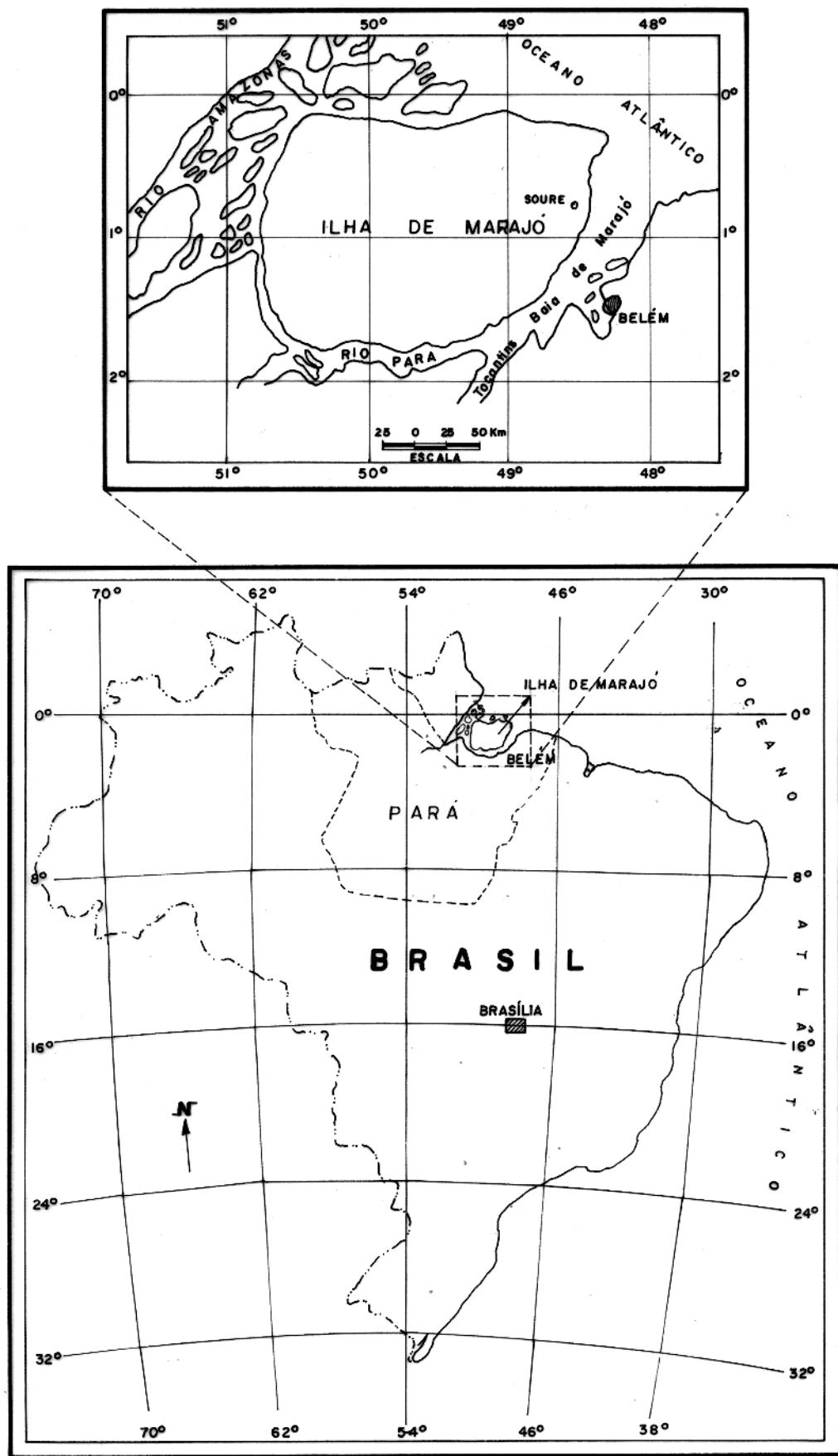


Fig. 1 - LOCALIZAÇÃO DA ILHA DE MARAJÓ.

mais de dois meses (Tabela 1).

1.2 - Caracterização Local

A região do Rio Paracauarí (Fig. 2), onde se desenvolve a referida pesquisa, fica localizada na região de "campos", ocupando uma área de aproximadamente 250 Km². Pode-se dizer que, do ponto de vista topográfico, apesar de não se ter dados altimétricos, a área , de um modo geral, é plana e com menos de 5 metros em relação ao ní-vel do mar, apresentando partes mais elevadas, denominadas de tesos. Estas elevações variam entre 1 e 2,5 metros em comparação com a área adjacente. Observou-se que outra parte da área não apresenta relevo e outra mostra depressões que contêm lagos temporários.

Na região de campos naturais, verificam-se inundações que representam um sério problema, pois temos dois períodos que localmen-te são denominados de inverno, os primeiros seis meses, e verão, os seis restantes. Durante os meses de janeiro a agosto ainda podemos encontrar água na superfície. Esta água, assim como a subterrânea ex-traida de poços escavados, com catavento, é consumida pelos animais. O homem consome água da chuva ou subterrânea extraída de poços rasos com profundidade variando de dois a cinco metros. Em geral, as fazen-das que contêm água de boa qualidade têm seus poços localizados em áreas topograficamente elevadas, que são os tesos. Entretanto, as fa-zendas que estão localizadas fora destes tesos, em regiões baixas do ponto de vista topográfico, não apresentam água subterrânea de boa qualidade, não servindo para o consumo humano. Entretanto, apresenta-se muito rica em íons dissolvidos e em constituintes orgânicos. Por outro lado, durante os meses de setembro a dezembro, ocorre a seca e,

ESTAÇÃO	CACHOEIRA	SOURE	SANTA CRUZ	TAPERA	CAMARÁ
MÊS / ANO	1952 - 1972	1955 - 1971	1955 - 1972	1971 / 1972	1972
JANEIRO	219	317	249	232	386
FEVEREIRO	348	511	299	370	634
MARÇO	466	639	352	578	311
ABRIL	411	584	441	507	522
MAIO	303	385	373	480	140
JUNHO	140	181	18	240	147
JULHO	125	144	186	181	277
AGOSTO	61	84	70	64	109
SETEMBRO	29	37	21	21	42
OUTUBRO	15	14	24	6	21
NOVEMBRO	37	72	89	18	25
DEZEMBRO	105	93	72	204	348
MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO - TOTAL - 2708 mm					

**TABELA-1 – Precipitação pluviométrica anual e mensal na
região de Campos Naturais (Dados do IDESP, 1974).**

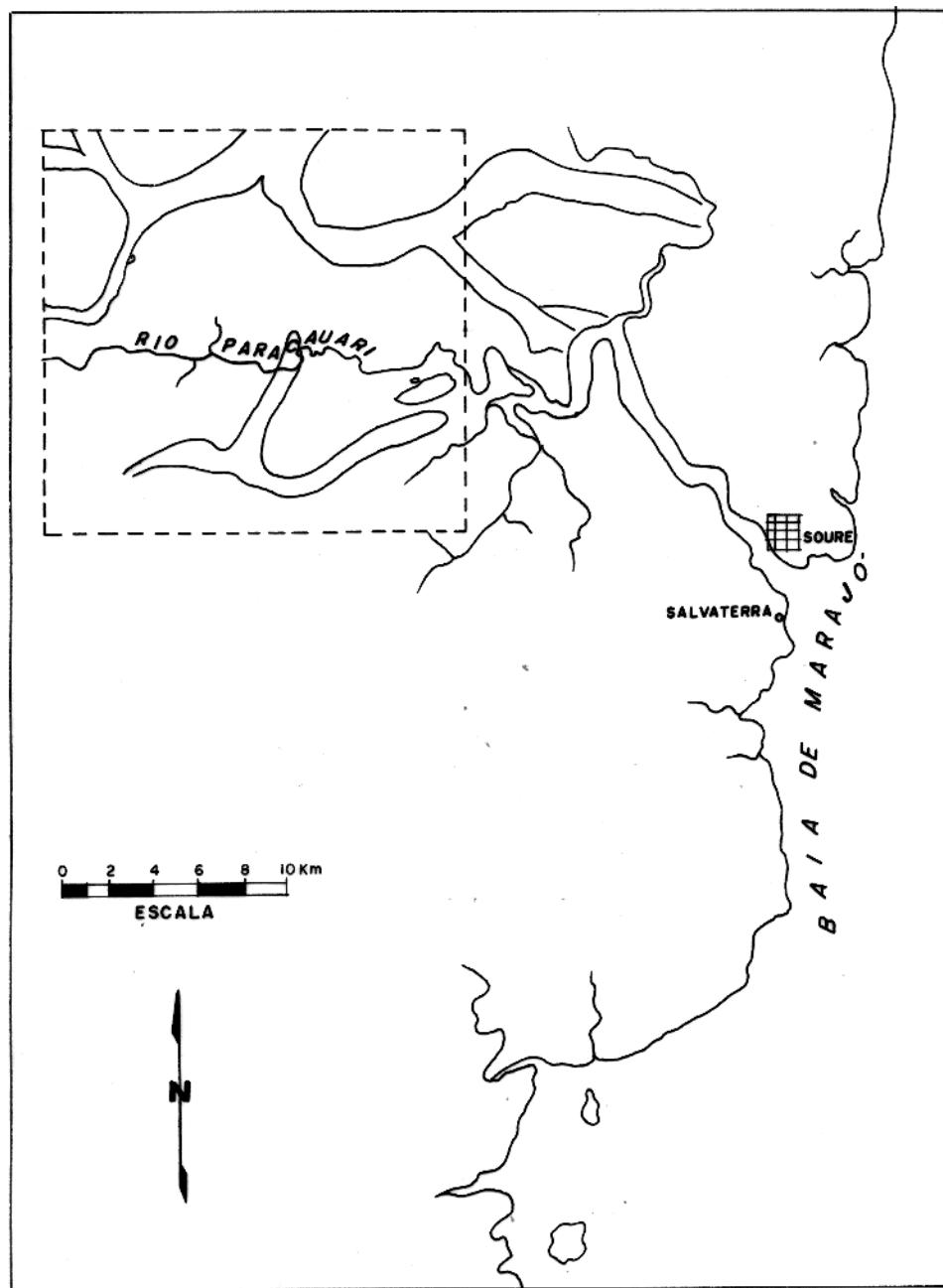


FIG. 2 - LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DO RIO PARACUARI, MOSTRANDO FEIÇÕES SINUOSAS VISÍVEL NA FOTOGRAFIA AÉREA.

com ela, a falta de água de superfície, o que prejudica sensivelmente a pecuária. Durante secas fortes, o índice de mortalidade do rebanho bovino nas fazendas é considerável. Já em secas não muito fortes o índice está entre 5% e 10%. Haveria uma possível solução para o caso, se nessa área localizássemos pontos favoráveis à exploração de água subterrânea, que é um dos objetivos deste trabalho.

Durante o inverno, esta região fica quase inundada (aproximadamente 70%), com profundidade que vai desde alguns centímetros até um metro, e são vários os fatores que contribuem para isto. Dentro eles podemos citar: fortes chuvas, relevo praticamente plano, solos impermeáveis e um sistema de drenagem com pequeno gradiente. Este aspecto é bastante prejudicial tanto à pecuária como à navegação, dificultando a própria condição de vida dos habitantes. Neste período o gado morre em consequência de atoleiros, pois, em geral, existe uma baixa permeabilidade em virtude do solo ser argiloso. Já nos altos ou tressos o solo, de uma maneira geral, é mais arenoso, facilitando, portanto, a percolação da água de chuva nos aquíferos.

A maior parte da área é constituida por campos naturais, com exceção da faixa ao longo do Rio Paracauari e igarapés principais, como pode ser visto no mapa de vegetação (Fig. 3), onde predomina vegetação tipo floresta e mangue.

1.3 - Acesso

Para ter acesso à área, existem dois tipos de transporte : fluvial e aéreo, ambos partindo de Belém a Soure. O primeiro, linha Belém-Soure, faz viagem semanal; o outro, um taxi aéreo, faz voo comercial diário, levando aproximadamente 25 minutos para atingir o seu

destino. Chegando em Soure, freta-se um barco, que em geral é bastante lento, atingindo o início da área, fazenda São Lourenço, em aproximadamente duas horas. Dentro da área, o acesso é difícil no inverno. Neste período, o transporte utilizado para locomoção é uma carroça, geralmente puxada por dois ou quatro búfalos. É difícil o acesso a pé nesta época do ano, primeiramente pelos diversos atoleiros, gerados pelas grandes chuvas, impossibilitando, portanto, o desenvolvimento dos trabalhos durante esta fase. Durante os seis meses restantes, ou mais precisamente de setembro a dezembro, a situação muda totalmente com respeito ao acesso, pois podemos transitar utilizando cavalos, carroças e, em alguns trechos, tratores e Jeep. Veja as trilhas e estradas no mapa de vegetação (Fig. 3). Mesmo nesta época, ou mais precisamente para o fim do verão, já é possível trafegar a pé.

No desenvolvimento deste trabalho, tivemos que percorrer a maior parte da área a pé, levando, além de equipamentos, mantimentos e água para o consumo, visto que em algumas fazendas e retiros era difícil obter água de boa qualidade. Em alguns casos, o nosso trabalho teve seu ritmo acelerado, em virtude de alguns fazendeiros terem dedicado animais para o transporte dos equipamentos.

O interior da Ilha não tem energia elétrica, nem telefone, o que torna difícil a comunicação com o restante do Estado.

1.4 - Geologia Regional

Os trabalhos de Geologia de subsuperfície da Petrobrás (BAHIA et alii, 1966) indicam que a bacia de Marajó faz parte da bacia sedimentar do Rio Amazonas e que comporta os "Grabens" de Mexiana e Limoeiro (Fig. 4) e pelas plataformas continentais do Pará e Ama-

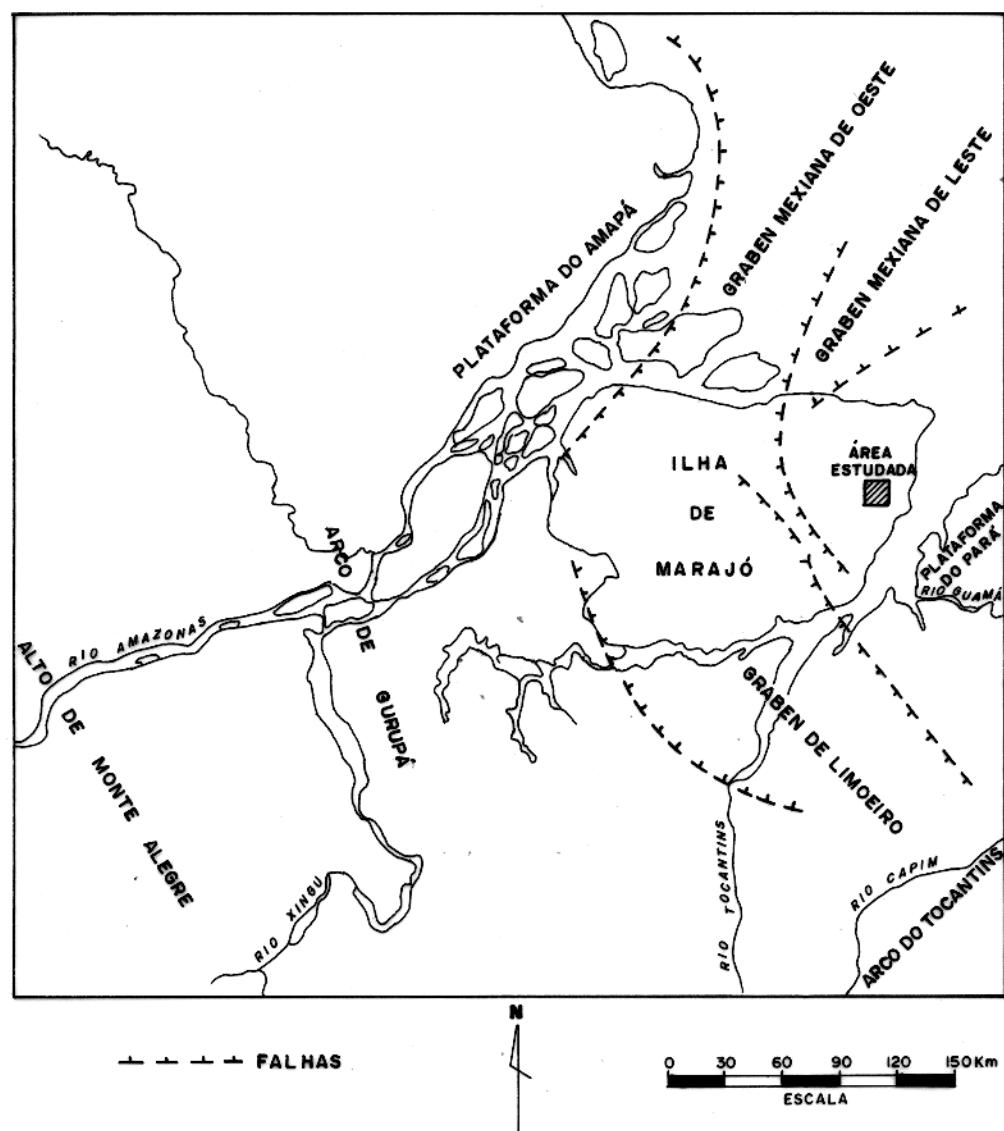


FIG. 4 - ESBOCO ESTRUTURAL DA ILHA DE MARAJÓ. (RADAM, 1974)

pá. O "Graben" de Mexiana, de direção NE-SW, e o de Limoeiro, perpendicular ao primeiro, são resultados de falhas de gravidade, e formam a fossa Marajoara. A região da foz do Amazonas exibe um espesso pacote sedimentar, que preenche os "Grabens" acima mencionados com espessura que excede a 5000 metros, sobre um embasamento cristalino grano-gnaissico (IDESP, 1974). As rochas cristalinas estão a grandes profundidades e são basicamente constituídas por: granito, gnaisses, quartzitos, xistos e filitos, consideradas como de Idade Precambriana.

A sedimentação nesta região, segundo a coluna estratigráfica estabelecida por SCHALLER, VASCONCELOS e CASTRO (1971) (Fig. 5), iniciou-se com a Formação "Jacarezinho", de provável idade Neocretácea Inferior, e Formação "Limoeiro". A Formação "Jacarezinho" é constituída por clásticos grosseiros de talus e leques aluviais adjacentes às falhas do "Graben" de Limoeiro. Sua espessura é bastante variável e chega a 1000 metros. Já a Formação "Limoeiro" é constituída de arenitos conglomeráticos gradando a finos com intercalação de argilitos, que se repetem ciclicamente, sugerindo origem fluvial para essa Formação. Esta Formação atinge grande espessura nos "Grabens" de Limoeiro e Mexiana, chegando à ordem de 1500 metros. DAMEON e LIMA (1970), estabeleceram sua idade como sendo Neocretáceo e Paleoceno. Já na idade Terciária, assentando sobre a Formação "Limoeiro", tem-se a Formação "Marajó". A Litologia é constituída de argilitos, folhelhos e arenitos que atingem a uma espessura de 200 metros nos "Grabens" de Limoeiro e Mexiana.

O Grupo Pará (SCHALLER et alii, 1971) é constituído de sedimentos clásticos de origem fluvial do Mioceno ao Holoceno, que estão situados na embocadura do Rio Amazonas e se estendem na Plataforma Continental. Estes autores dividem ainda o Grupo Pará nas Fon-

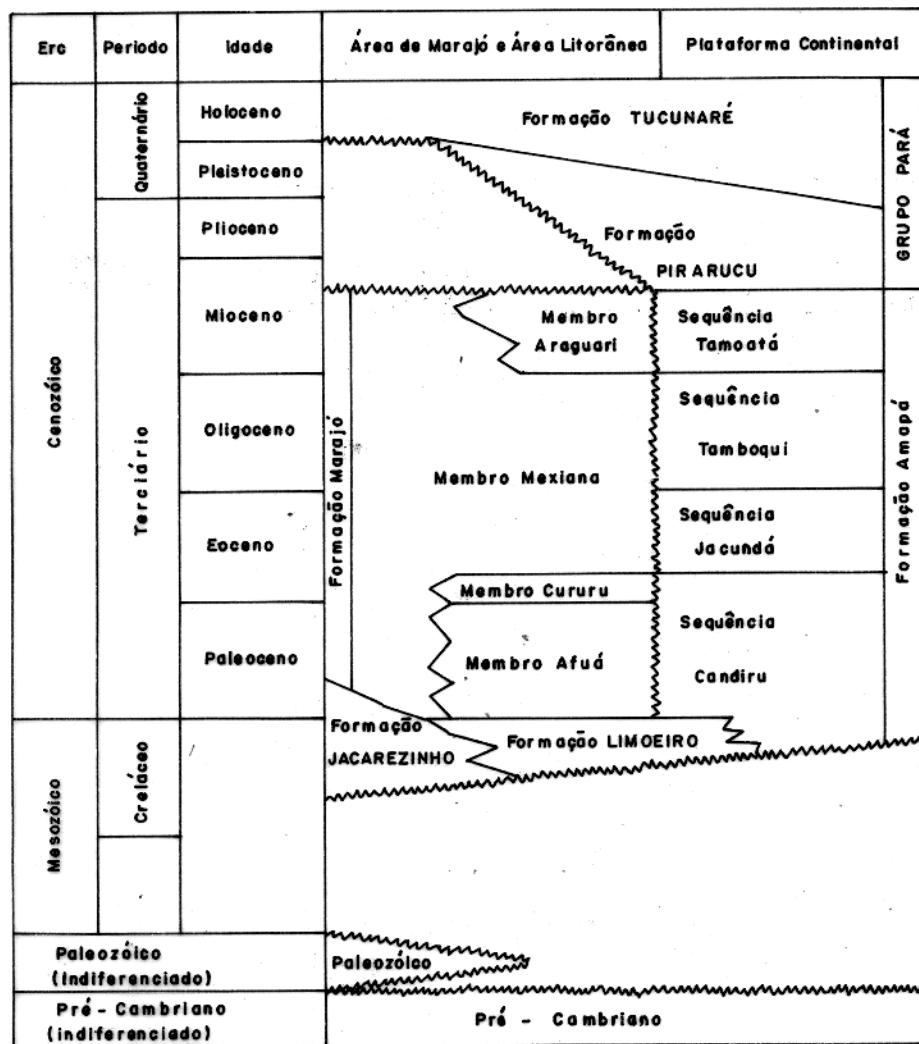


FIG. 5 - COLUNA ESTRATIGRÁFICA PRELIMINAR DA BACIA SEDIMENTAR DA FÓZ DO RIO AMAZONAS (Seg. SCHALLER, VASCONCELOS E CASTRO - 1971).

mações "Pirarucu", na base predominantemente argilosa e tem uma espessura de 1200 metros, quando da perfuração feita pela Petrobrás do poço 1 - APS - 1 (Amapá submarino - 1), no litoral, a 340 Km ao norte em relação ao centro da região do Rio Paracauari; e Formação "Tucunaré", no topo predominantemente arenoso e seu intervalo vai de 0 a 700 metros.

1.5 - Geologia Local

A região do Paracauari está a Leste dos "Grabens" de Mexiana e Limoeiro, com espessura de sedimentos provavelmente menor que 500 metros, com interpolação dos mapas de SCHALLER (1971).

Esta região, com sedimentos superficiais de idade provavelmente Holoceno (Formação Tucunaré ?), resultantes do transporte fluvial e acumulados em grandes volumes de sedimentos, e por isto mesmo heterogêneo horizontal e verticalmente. Nesta região são verificados, através da fotografia aérea, a existência de algumas feições curvilíneas chamadas comumente de "Paleocanais". Os "Paleocanais", topograficamente altos, são chamados de tesos. Veja mapa base (Fig. 6). Realmente, o que se verificou foi que os "Paleocanais" planos e baixos topograficamente, parecem mostrar sedimentos de argila e silte. Entretanto, os que estão topograficamente mais elevados apresentam areias finas e médias, como também existe uma intercalação de areia e argila em proporções variáveis. Observa-se no mapa base (Fig. 6) que a drenagem atual tem direção fora dos "Paleocanais" topograficamente mais altos. Entretanto nos "Paleocanais" topograficamente mais baixos, a drenagem está dentro dos mesmos, como pode ser visto na parte sudoeste do mapa. Os "Paleocanais" mais arenosos, nesta área, estão

localizados nas fazendas Santo André, Santo Antônio, Gavinho e Conceição. Existe ainda "Grez do Pará" (concreções ferruginosas), observados na orla do Rio Paracauari com maré baixa, nas fazendas Gavinho e São Lourenço.

1.6 - Hidrogeologia

Sob o ponto de vista hidrogeológico, as duas fontes de informações de que dispomos são as dos poços perfurados pela Fundação Serviço Especial de Saúde Pública (FSESP), de onde as cidades da Ilha de Marajó utilizam água subterrânea para o seu próprio abastecimento.

A outra, o IDESP, foi o pioneiro no desenvolvimento dos estudos sobre água subterrânea na Ilha. Aplicou-se o método geofísico de eletroresistividade, com a finalidade de avaliar os recursos de água subterrânea da Ilha de Marajó e tentar resolver o problema da pecúria. Ainda segundo o relatório do IDESP (1974) e TANCREDI (1972), a Ilha apresenta aquíferos livres, cujo nível hidrostático está em torno de 3 metros de profundidade, o que sugere possibilidades de localizar água subterrânea a pequena profundidade. Na região do Rio Paracauari, existe um único poço perfurado pelo IDESP, na localidade do Retiro Vitória, pertencente à Fazenda Menino de Deus, com profundidade de 50 metros. O perfil litológico, como também a sondagem elétrica vertical (Sev 56) feita neste mesmo local, são apresentados no relatório do IDESP (1974).

Um fato importante que pode ser mencionado, é que algumas fazendas têm sua sede dentro dos "Paleocanais", e foi observado que a água nestas fazendas é de boa qualidade, como é o caso das fazendas Santo André, Santo Antonio, Menino de Deus e Anjos, e, de uma ma-

neira geral, as que se encontram fora dos "Paleocanais" possuem á-
gua de péssima qualidade, como é o caso da Fazenda Gavinho, cujo pro-
prietário utiliza água de chuva, colhida durante o inverno em uma cis-
terna. Outras, que sofrem consequências mais sérias, são as fazendas
Genipapo, Conceição e São Lourenço, que em época alguma têm água de
boa qualidade.

CAPÍTULO 2

MÉTODO DE ELETRORESISTIVIDADE

2.1 - Conceitos Gerais

O método da eletroresistividade (Keller and Frischknecht, 1970), é essencialmente baseado na Lei de Ohm, onde uma corrente contínua de intensidade I é enviada ao terreno, através dos eletrodos de corrente A e B, e onde se mede a diferença de potencial $\Delta V = V_m - V_n$, entre os eletrodos M e N. Dependendo da maneira como o quadripolo AMNB é distribuído na superfície da terra, podemos estudar as variações em profundidade ou laterais de resistividade, onde se distinguem duas técnicas: sondagem elétrica e perfil horizontal de resistividade. Para o primeiro caso utilizamos o arranjo de Schlumberger, e o arranjo Wenner para perfis de resistividade, apesar de se poder usar qualquer arranjo, tanto para sondagem elétrica vertical (SEV) como para perfil de resistividade. Os parâmetros a e b representam as separações dos eletrodos, sendo a para o arranjo Wenner e b para o Schlumberger, onde $a = AB/2$ e $b = MN$.

Se o subsolo é homogêneo e isotrópico, a resistividade é dada por:

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.1)$$

Caso o subsolo não seja homogêneo, havendo, portanto, variações de resistividade em profundidade e lateralmente, a equação (2.1), fornece a resistividade aparente ρ_a .

O fator geométrico K , que depende da posição relativa dos quatro eletrodos para um semi-espacô uniforme, é dado por:

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}} \quad (2.2)$$

Para a configuração Wenner, o fator geométrico K vale:

$$K = 2\pi a \quad (2.3)$$

Já para o dispositivo Schlumberger, considerando a distância MN muito pequena, podemos usar a expressão:

$$\rho = \pi a^2 \frac{E}{I} \quad (2.4)$$

Os desenvolvimentos teóricos estabelecem que, o que medimos realmente é o campo elétrico E , que na prática toma-se como $\Delta V/b$. Nas observações de campo usamos a expressão:

$$\rho = \pi \frac{a^2}{b} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.5)$$

onde

$$K = \pi \frac{a^2}{b} \quad (2.6)$$

e o erro que cometemos é bem pequeno, cerca de 5% (Keller and Frischnecht, 1970) quando consideramos $b < 2a/5$.

Quando se trata de perfil horizontal de resistividade, os quatro eletrodos são deslocados simultaneamente, mantendo fixa a distância entre eles, pois queremos ter uma idéia qualitativa da variação lateral de resistividade a uma determinada profundidade. Já na sondagem elétrica, variando o espaçamento entre os eletrodos, es-

tamos interessados nas variações em profundidade da eletroresistividade do subsolo. A técnica de sondagem elétrica, assumindo homogeneidade lateral, é usada primeiramente para indicar mudança da resistividade com a profundidade e camadas com resistividades diferentes. Já no perfil de resistividade observa-se a mudança da resistividade lateralmente.

2.2 - Metodologia do Trabalho de Campo

O trabalho de campo foi realizado com uma equipe de 5 pessoas, totalizando 53 sondagens elétricas verticais (SEV) e 5 perfis horizontais de resistividade.

Foram utilizados os equipamentos, ER-300, Resistivímetro da Companhia Nacional Pergeo-Perfilagem e Geofísica Ltda, cuja potência máxima é de 80 watts, e o Sercel da série AE-631A, da Companhia Francesa Societé d'Etudes Recherches et Constructions Electroniques, apresentando uma potência máxima de 200 watts e utilizando corrente contínua para ambos. Estes foram os equipamentos usados tanto para perfis como sondagem elétrica. Entretanto, vale salientar que o ER-300 foi o mais utilizado nas campanhas de campo, por uma série de vantagens:

- a) facilidade de operação
- b) facilidade de transporte
- c) facilidade de manutenção

Neste estudo, o método geofísico aplicado foi o da sondagem elétrica vertical (SEV) com arranjo Schlumberger, com a finalidade de se estudar as variações em profundidade da litologia. Havia também interesse de determinar os limites laterais nos bons

aquíferos, foi aplicado, também, o método do perfil de resistividade, utilizando o arranjo Wenner, pois, como se sabe, a resistividade é a propriedade que maior distinção faz entre água salgada e água doce.

A malha foi de uma sondagem elétrica por 5 Km^2 , onde 3 sondagens elétricas, em média, eram realizadas por dia. Cada vez que realizada as SEV, fazia-se a plotagem das curvas de campo em papel bilogarítmico, para se ter certeza que as medidas foram feitas corretamente, bem como decidir sobre os próximos locais de medidas.

O comprimento máximo de linha de emissão de corrente foi $AB = 1000$ metros. Foi observado que as medidas com $AB = 800$ metros e $AB = 1000$ metros, tornavam difíceis as leituras, em consequência das limitações do aparelho. Além desses fatos mencionados, nos esforçamos suficientemente para manter a linha de emissão $AB = 1000$ metros, pois é nosso intento obter informações a respeito de camadas resistivas localizadas abaixo das camadas condutivas.

Durante o trabalho de campo, todos os dados foram anotados e locados em um mapa confeccionado a partir de fotografias aéreas, em escala conveniente (1:20000). A escolha do mapa e sua escala tem o objetivo de assegurar uma localização exata das estações medidas e permitir uma apresentação cômoda dos resultados.

Sempre no início de um trabalho é imprescindível estabelecer uma correlação entre os dados do problema e as medidas geofísicas, a fim de definir as possibilidades do método. Então, é necessário fazer sondagens elétricas de aferimento, onde existam dados geológicos precisos, como poços e perfis geológicos.

Verificou-se que em alguns pontos a resistência de contato apresentava valores altos e, para diminuí-la foi colocado água

salgada no local onde os eletrodos estavam cravados, diminuindo esta resistência depois de alguns instantes e permitindo o procedimento das medidas.

2.3 - Análise dos Erros

A pesquisa foi realizada no período denominado de seca, e algumas sondagens elétricas verticais (SEV), apresentaram problemas operacionais. Sempre que possível, as medidas de SEV, eram feitas mais de uma vez.

As noções sobre a teoria dos erros deve ter como base a grandeza que chamamos mensurável, isto é, a que pode ser expressa por símbolos matemáticos ou que pode ser medida. Ao medirmos uma grandeza qualquer, sempre compáramos com outra de mesma espécie, direta ou indiretamente. Esta teoria é importante para quem quer medir e obter maior precisão na medida direta ou indireta das grandezas (Hennies, Farah, Bilac, 1972).

Em nosso trabalho as medidas foram efetuadas utilizando o resistivímetro ER-300. Entretanto, sabe-se que os números que exprimem o resultado da medida, no nosso caso ΔV e I , não são inteiramente exatos, pois há possibilidades de efetuarmos erros de várias espécies: grosseiros, são muito frequentes nas leituras de escalas, nas operações devido a fuga de correntes, na transferência dos dados experimentais para a caderneta de campo e no caso do operador não obedecer as marcas dos espaçamentos entre os eletrodos, implicando em erro nos valores da resistividade; sistemáticos, decorrem, em geral, em virtude da imperícia do operador ou defeito nos instrumentos de medidas. Assim, se repetirmos no campo várias medidas de

resistividade, não encontraremos valores todos iguais. Este fato atribuimos a vários fatores:

- a) Método da medida empregada
- b) Instrumento utilizado
- c) Operador
- d) Menor leitura que a precisão do instrumento

Uma medida será qualificada de precisa se os erros aleatórios associados forem pequenos. A medida será acurada se os erros sistemáticos forem pequenos. Uma boa medida deve ser simultaneamente precisa e acurada (Hennies, Farah, Bilac, 1972).

Sem levar em consideração erros de escala, fugas de corrente, é sempre possível fazer uma estimativa de erro máximo. Apesar de não se ter feito várias medidas de ΔV e I , para um mesmo valor de $AB/2$, é possível estimar o erro, sem que seja preciso fazer um tratamento estatístico.

É sempre dado pelo fabricante o erro inerente ao instrumento, ou seja, o erro que se pode introduzir na medida é aproximadamente a metade da menor divisão (intervalo) ou, às vezes, igual à menor divisão da escala, na região onde se faz a leitura. Este valor recebe o nome de desvio avaliado da medida. Consideraremos como imprecisão do equipamento aproximadamente 0,1mA e 0,1mV, como ponto de partida. Sendo a resistividade função de "múltiplas" variáveis $\rho_a(K, I, \Delta V)$, e como ela é determinada pela expressão

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.7)$$

Usaremos duas regras simples para determinar as imprecisões relativas e absolutas da resistividade aparente, considerando somente erros nas leituras de I e ΔV

- na adição e subtração as incertezas absolutas se somam,
- na multiplicação e divisão as incertezas relativas se somam.

Isto tudo pode ser resumido pela expressão

$$\rho_a = K \frac{\Delta V \pm \delta v}{I \pm \delta i} \quad (2.8)$$

onde δv e δi são respectivamente as incertezas $0,1\text{mV}$ e $0,1\text{mA}$ já mencionadas.

Escolhemos a SEV 19 localizada no "paleocanal", (Tab.2) e SEV 2 fora deste : (Tab.3) para uma análise de erros.

Observando-se a tabela nota-se que a partir de $AB/2=80\text{m}$, o valor das incertezas relativas é bem considerável em virtude das voltagens serem pequenas. Já na SEV 2 (Tab.3), onde constata-se altos valores nas incertezas relativas para quase todos os valores de $AB/2$, foi devido às medidas de potencial serem bem pequenas, e, também, devido a este terreno apresentar resistividade aparente bem baixa, não ultrapassando $10\Omega\cdot\text{m}$.

As curvas de campo para a SEV 19 e SEV 2 estão mostradas nas figuras 7 e 8.

AB/2	MN	K	I	ΔV	ρ	Incerteza Relativa (%)	Incerteza Absoluta ($\Omega \cdot m$)
1	0,6	4,76	11,5	78	32	± 1	$\pm 0,3$
1,5	0,6	11,3	11,5	38	37,3	$\pm 1,1$	$\pm 0,4$
2	0,6	20,5	11	24	47,7	$\pm 1,3$	$\pm 0,6$
3	0,6	46,7	12,5	14	52	± 1	$\pm 0,5$
4	0,6	83,3	16,5	13,2	66	$\pm 1,4$	$\pm 0,9$
5	0,6	130	16,2	9	72	$\pm 1,7$	$\pm 1,2$
5	2	37,7	16	32	75	± 1	$\pm 0,7$
7	0,6	256	12	4	85	$\pm 3,2$	$\pm 2,7$
7	2	75,4	12	14	87	$\pm 1,5$	$\pm 1,3$
10	2	156	9	5,6	97	$\pm 2,8$	$\pm 2,7$
15	2	352	9,5	3	111	$\pm 4,3$	$\pm 4,7$
15	6	113	9,5	10	118	± 2	$\pm 2,3$
20	2	627	11	2,4	136	± 5	$\pm 6,8$
20	6	205	11	7,6	141	$\pm 2,2$	± 3
30	6	467	50	13	121	± 1	$\pm 1,2$
40	6	833	43	5	96	$\pm 2,2$	± 2
60	6	1880	110	3,6	61	$\pm 2,7$	$\pm 1,6$
60	20	550	110	12	60	± 1	$\pm 0,6$
80	6	3340	120	1,5	41,7	± 6	$\pm 2,5$
80	20	990	120	4,4	36	$\pm 2,3$	$\pm 0,8$
100	20	1560	60	0,75	19,5	± 13	$\pm 2,5$
140	20	3060	120	0,26	6,6	$\pm 38,4$	$\pm 2,5$
140	60	980	120	0,85	6,9	± 11	$\pm 0,7$
200	20	6270	100	0,1	6,2	± 100	$\pm 6,6$
200	60	2050	100	0,3	6,1	± 33	± 2
300	60	4670	100	0,15	7,0	$\pm 66,6$	$\pm 4,6$
400	60	8330	230	0,2	7,2	± 50	$\pm 3,6$
500	60	13000	200	0,12	7,8	± 83	$\pm 6,4$

Tab. 2 - Dados de Campo e incertezas nos valores de resistividade da SEV-19.

AB/2	MN	K	I	ΔV	ρ	Incerteza Relativa (%)	Incerteza Absoluta ($\Omega \cdot m$)
1	0,6	4,76	11	20	8,65	$\pm 1,4$	$\pm 0,1$
1,5	0,6	11,3	11,5	5	4,9	$\pm 2,8$	$\pm 0,2$
2	0,6	20,5	13,5	2,2	3,3	$\pm 5,2$	$\pm 0,2$
3	0,6	46,7	86	6,4	3,4	$\pm 1,6$	$\pm 0,05$
4	0,6	83,3	52	2,5	4,0	± 4	$\pm 0,1$
5	0,6	130	110	3,2	3,7	± 3	$\pm 0,1$
5	2	37,7	110	12	4,1	$\pm 0,9$	$\pm 0,03$
7	0,6	256	48	1,0	5,3	± 10	$\pm 0,5$
7	2	75,4	48	3,0	4,7	$\pm 3,3$	$\pm 0,1$
10	2	156	87	2,8	5,0	$\pm 3,6$	$\pm 0,2$
15	2	352	80	1,2	5,3	$\pm 8,4$	$\pm 0,4$
15	6	113	80	3,8	5,4	$\pm 2,7$	$\pm 0,1$
20	2	627	50	0,45	5,6	± 22	$\pm 1,2$
20	6	205	50	1,3	5,3	$\pm 7,8$	$\pm 0,4$
30	6	467	130	1,5	5,4	$\pm 6,6$	$\pm 3,5$
40	6	833	210	1,4	5,5	$\pm 7,1$	$\pm 0,4$
60	6	1880	170	0,4	4,4	± 25	$\pm 1,1$
60	20	550	170	1,55	5,0	$\pm 6,4$	$\pm 0,3$
80	6	3340	380	0,8	4,3	± 20	$\pm 0,8$
80	20	990	380	1,6	4,1	$\pm 6,2$	$\pm 0,2$
100	20	1560	300	0,7	3,6	± 14	$\pm 0,5$
140	20	3060	90	0,11	3,7	± 90	$\pm 3,3$
140	60	980	90	0,3	3,2	± 33	± 1
200	20	6270	420	0,28	4,1	± 35	$\pm 1,4$
200	60	2050	420	0,75	3,7	± 13	$\pm 0,4$
300	60	4670	440	0,55	5,8	± 18	± 1
400	60	8330	420	0,35	6,9	± 28	± 2
500	60	13000	400	0,3	9,7	$\pm 3,3$	$\pm 3,2$

Tab. 3 - Dados de Campo e Incertezas nos valores de resistividade da SEV-2

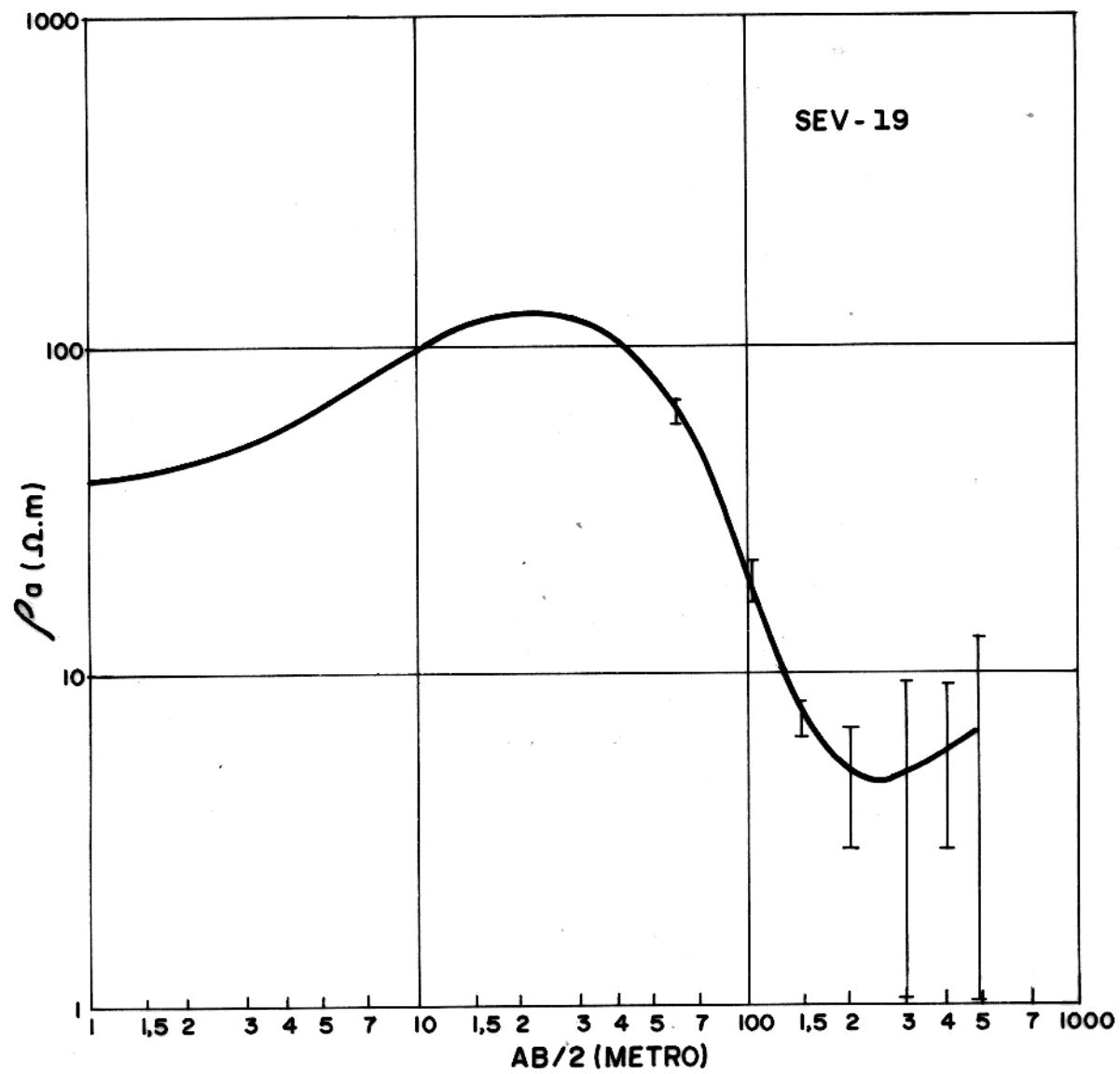


FIG. 7- CURVA DE CAMPO (SEV-19) COM SUAS RESPECTIVAS INCERTEZAS.

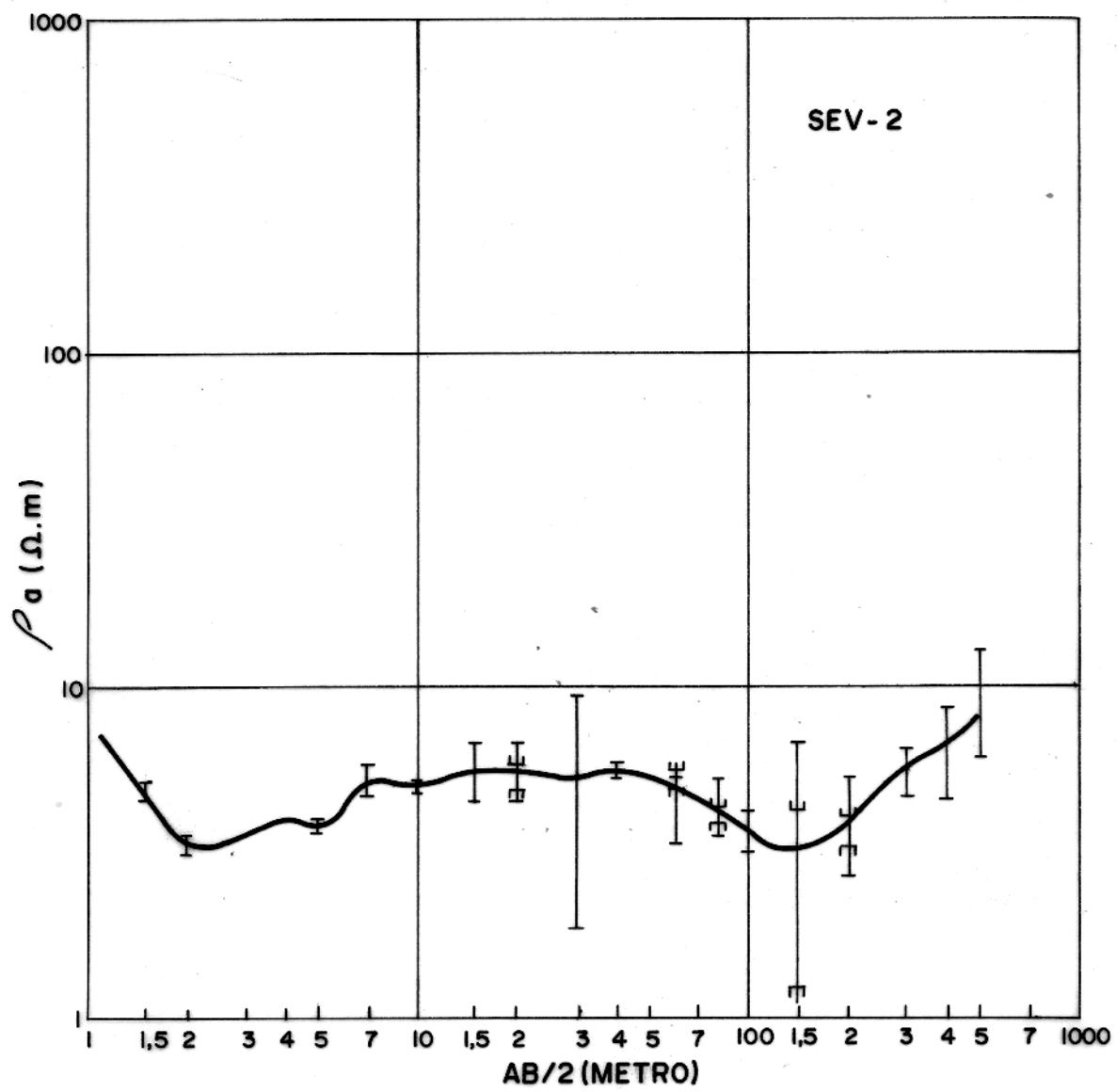


FIG.8 - CURVA DE CAMPO (SEV-2) COM SUAS RESPECTIVAS INCERTEZAS.

CAPÍTULO 3

ESTUDOS DE HIDROGEOLOGIA

3.1 - Qualidade da Água

A água pura é muito pouco condutiva, devido ao teor dos íons ser bem baixo. Já as águas que encontramos na natureza possuem uma condutividade apreciável, devido terem sais dissolvidos. Parece que a maior ou menor quantidade destes sais medidos pela condutividade, na parte oriental da Ilha de Marajó, estão ligados com a natureza dos sedimentos com que estas estiveram em contato.

Estudos recentes, segundo CUTRIM e SAUCK (1978), foram realizados com a finalidade de verificar a influência das águas da Baía de Marajó e dos cursos d'água da Ilha de Marajó nas águas subterrâneas. Diversas amostras de água de superfície e subterrânea foram coletadas, para medir suas condutividades. Com os resultados encontrados por CUTRIM e SAUCK (1978), os aquíferos rasos (até 20 m) sofrem pouca ou nenhuma influência das águas do rio ou mesmo da Baía de Marajó. Entretanto, para distâncias maiores que 50 metros, próximo da praia, existem poços que indicam que não existe nenhuma influência das águas do rio.

Em nosso trabalho tivemos o cuidado de colher algumas amostras d'água tanto do Rio Paracauari como de alguns poços escavados de fazendas situadas na área pesquisada. Estas coletas foram realizadas tanto em períodos de seca como de inverno. Foi tentado determinar a condutividade dessas águas no próprio local, mas foi em vão, devido o não funcionamento do condutivímetro portátil. Logo, a única solução foi trazer as amostras d'água em recipientes plásticos e determinar suas condutividades em laboratório. Atualmente este tra-

Iho de controlar a qualidade das águas, através da condutividade, está sendo feito, durante mais de um ano, em uma área maior, por outros pesquisadores do Projeto Marajó.

As coletas d'água feitas em vários períodos (Tab. 4), a uma temperatura média de 27°C e sua análise mostram alguns valores máximos e mínimos de resistividade, correspondentes às estações chuvosas e seca.

3.2 - Perfuração de Poços

A maior parte dos poços existentes na região do Rio Paracauari são escavados e de pequena profundidade, atingindo no máximo 3 metros. Quase todos estes poços foram feitos por braçais, que utilizaram picaretas e pás como ferramentas.

As perfurações realizadas nesta pesquisa, na região do Rio Paracauari, têm por finalidade determinar a profundidade das águas subterrâneas, espessura dos aquíferos e auxiliar na interpretação das sondagens elétricas verticais. Foram feitos sete poços, com diâmetro variando entre 1,5 e 3 polegadas. As perfurações foram feitas em locais próximos e dentro dos "Paleocanais", como pode ser visto no mapa base (Fig. 6), por se apresentarem como possíveis armazenadores de água subterrânea, e áreas adjacentes que também se mostravam favoráveis, em virtude dos resultados das interpretações geoeletétricas. Durante a realização dos furos, fizeram-se anotações dos perfis litológicos dos vários sedimentos e das profundidades em que eles se encontravam (Figs. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15).

Estas amostras de lavagem ou em tubos bipartidos, foram extraídas e coletadas em sacos plásticos, com etiquetas registrando o

L O C A L	Valor Máximo		Valor Mínimo	
	Data	Ω.m	Data	Ω.m
Faz. S. Lourenço. Poço da casa principal (SPP-1)	23.08.78	7,1	06.02.78	3,8
Faz. S. Lourenço. Retiro Santa Lúcia	19.08.77	362,0	23.06.77	333,0
Faz.S. Lourenço-Furo 5 (SP-2)	03.03.78	100,0	17.09.78	17,2
Faz. Gavinho. Furo 4, a 1 Km da casa principal da Fazenda (SP-1)	23.08.78	23,8	29.07.78	10,2
Faz. Gavinho. Retiro Bonfim, a 200 m do Furo 3	21.08.77	151,5	21.06.77	137,0
Faz.Gavinho - Retiro Aliados	21.08.77	17,2	21.06.77	14,2
Faz. Santo André. Poço aberto revestido de cimento	17.09.77	133,3	03.03.78	76,9
Faz. Menino Deus. Retiro Santo Antônio	02.08.77	112,3	22.06.77	70,9
Fazenda Conceição - Furo 7 (SPP-3)	23.08.78	62,5	08.02.78	41,6
Fazenda Conceição a 80 metros do Furo 7 - (SPP-4)	24.07.78	1,9	08.01.78	1,4
Fazenda Conceição, casa do feitor (SPE-1)	23.08.78	15,3	03.12.78	11,1
Fazenda S. Lourenço (Rio Paracauari) -(SR-3)	23.08.78	38,4	08.12.78	1,1
Fazenda S. André (Rio Paracauari) (SR-2)	23.08.78	62,5	08.02.78	1,2
Fazenda Genipapo (Rio Paracauari) (SR-1)	23.08.78	111,0	08.02.78	1,3

TAB. 4 - Valores máximos e mínimos de resistividade das águas coletadas na região do Rio Paracauari

FURO-01
11/08/77

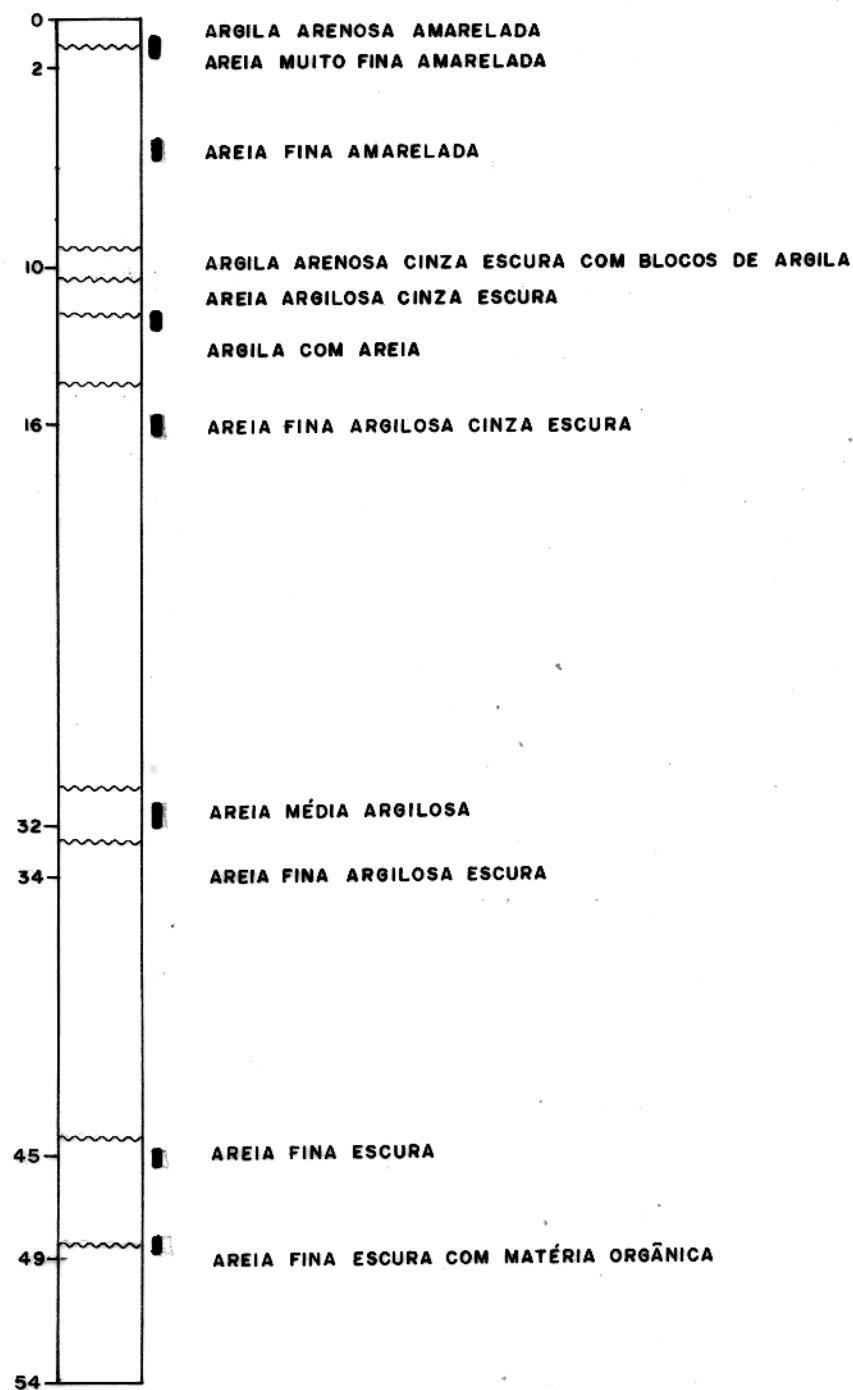


FIG. 9 - PERFIL GEOLÓGICO DO POÇO 01, NO RETIRO BONFIM, COM BARRAS INDICANDO PROFUNDIDADE DA AMOSTRAGEM.

FURO-02
13/08/77

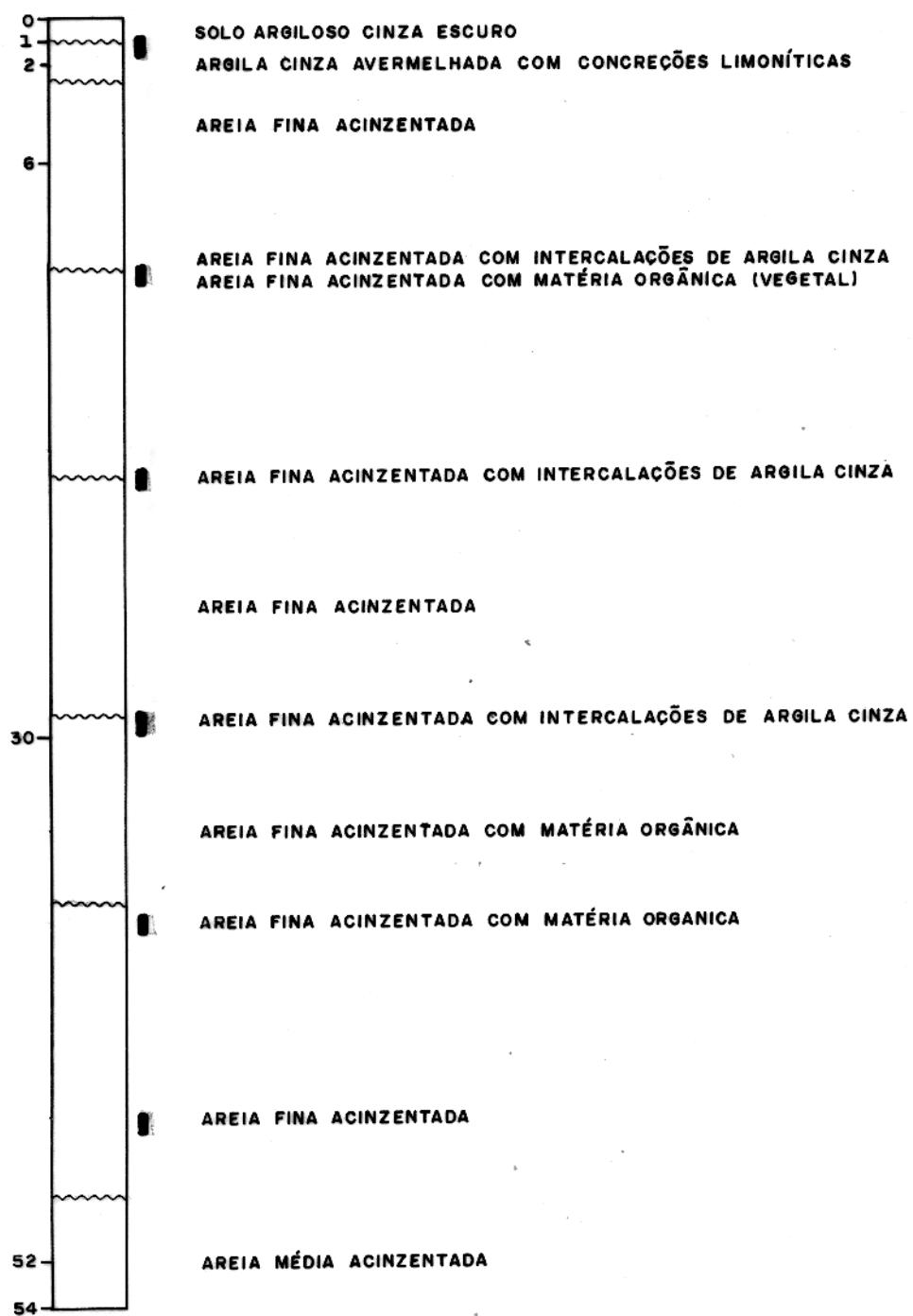


FIG. 10 - PERFIL GEOLÓGICO DO POÇO 02, NO RETIRO BONFIM.

FURO-03
16/08/77

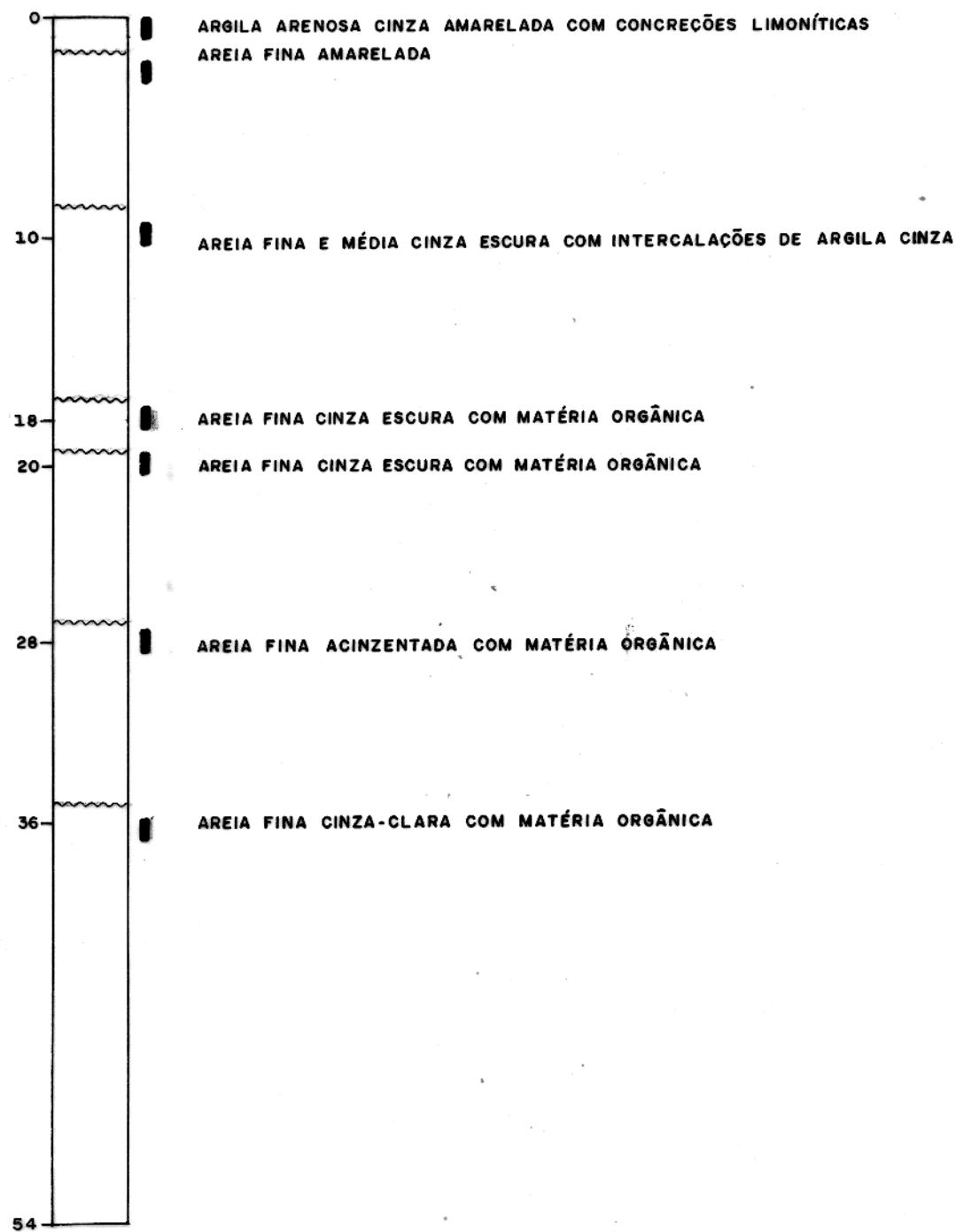


FIG. 11 - PERFIL GEOLÓGICO DO POÇO 03, NO RETIRO ALIADOS.

FURO - 04
21/08/77

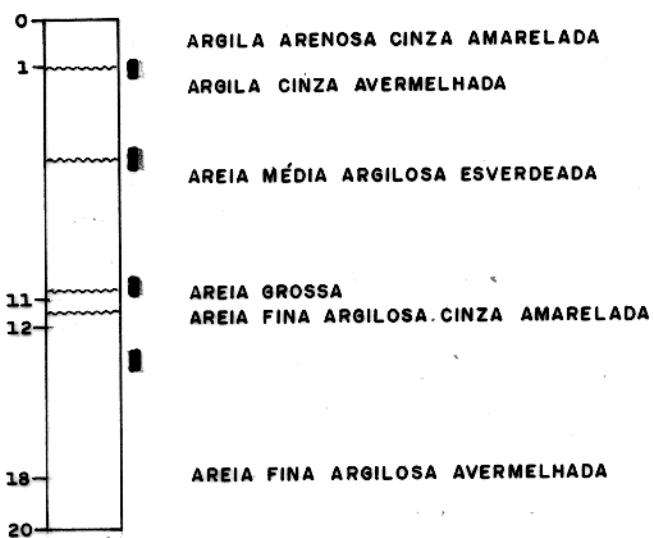


FIG. 12 - PERFIL GEOLÓGICO DO POÇO 04, NA FAZENDA GAVINHO.

FURO - 05
25/08/77

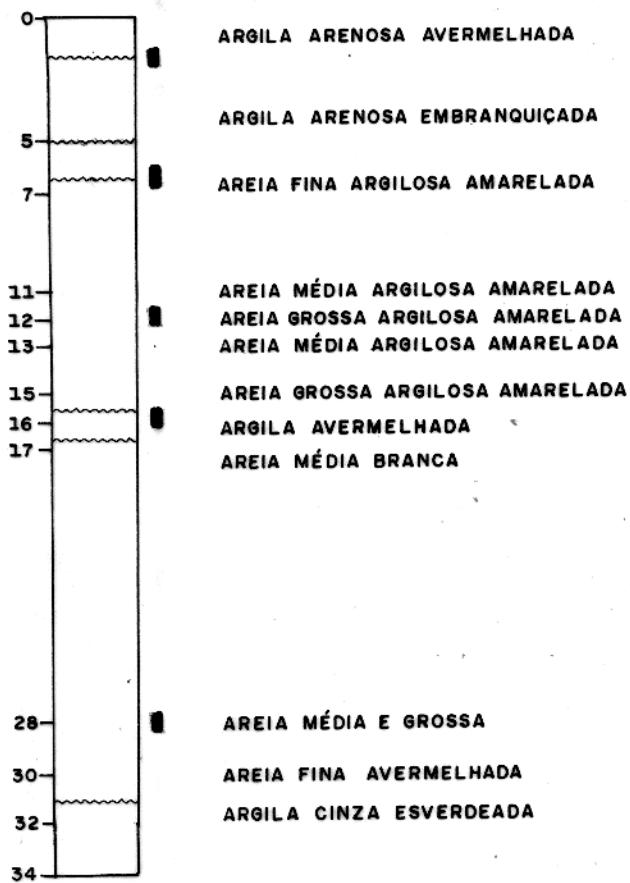


FIG. 13 - PERFIL GEOLÓGICO DO POÇO 05, NA FAZENDA S. LOURENÇO.

FURO-06
26/11/77

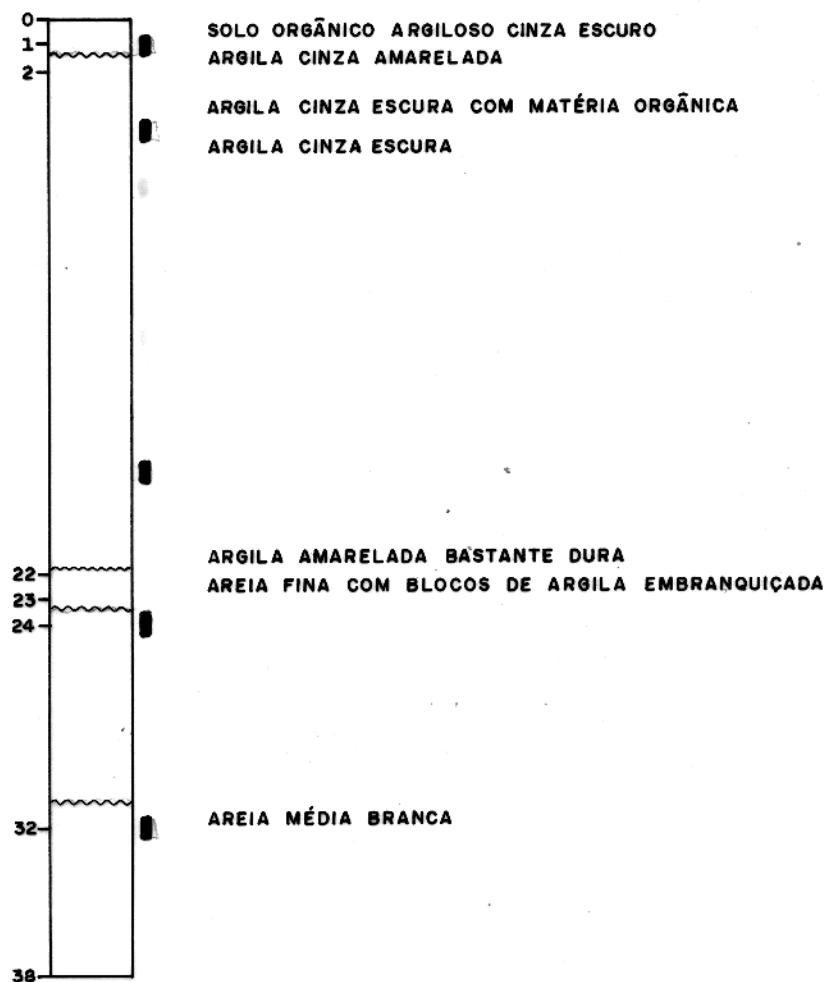


FIG.14 - PERFIL GEOLÓGICO DO POÇO 06, NA FAZENDA CONCEIÇÃO.

FURO - 07
28/11/77

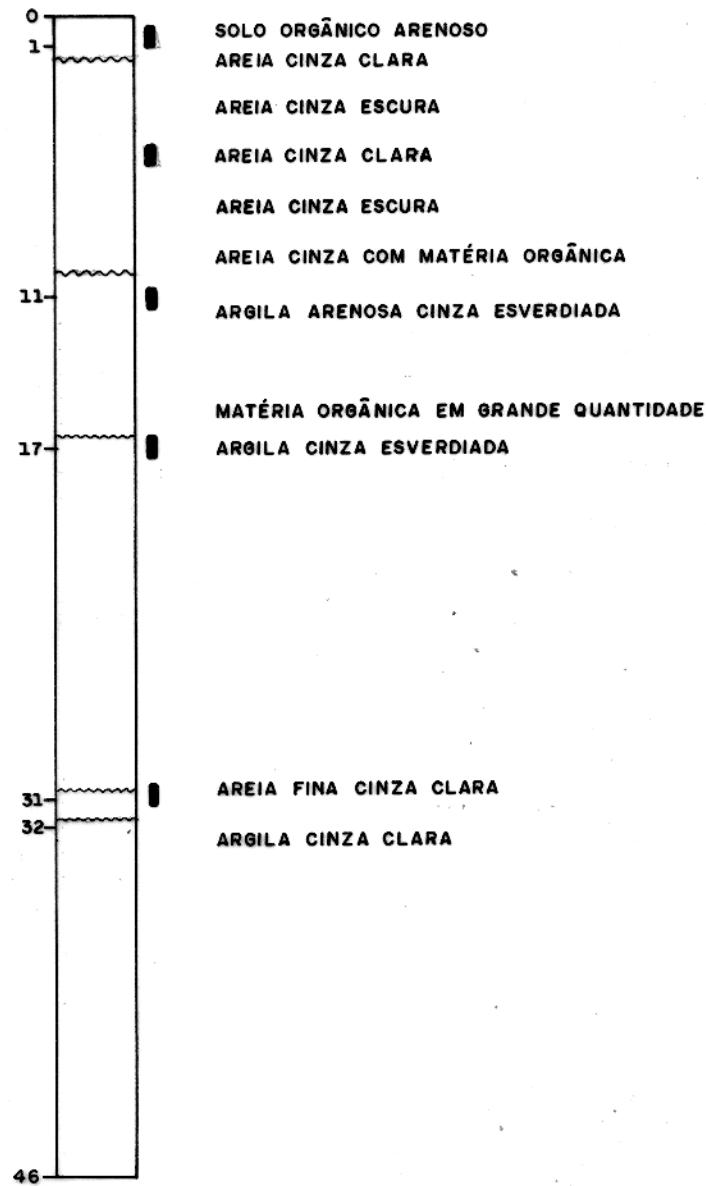


FIG. 15 - PERFIL GEOLÓGICO DO POÇO 07, NA FAZENDA CONCEIÇÃO.

número do poço, e as profundidades em que foram retiradas. Essas amostras foram levadas ao laboratório de Sedimentologia do Núcleo de Geofísica da Universidade Federal do Pará, para serem estudadas.

Das perfurações realizadas, somente os furos 2 e 6 não foram revestidos. Os demais foram revestidos com 12 metros de tubo PVC, onde seis metros são de filtro.

O furo 1, feito no Retiro Bonfim, pertence à Fazenda Gavinho; a uma profundidade de 54 metros, apresentou água de boa qualidade, onde o aquífero raso está entre 2 e 10 metros (Fig. 9). Devido a areia ser muito fina, o filtro foi obstruído e, em consequência, o poço foi abandonado. O intervalo de areia deste furo é típico de "Paleocanais".

O furo 2, ao lado do "Paleocanal" próximo ao Retiro Bonfim, não apresentou condições favoráveis à exploração de água subterrânea. Este furo apresentou areia muito fina com silte e matéria orgânica (Fig. 10), e água com gosto salobra.

O furo 3, feito no Retiro Aliados pertencente à Fazenda Gavinho, apresentou água de boa qualidade, e foi localizado em um "Paleocanal" relativamente mais jovem, sem cobertura de argila. Este "Paleocanal" apresenta linhas alternadas de árvores e campos. O aquífero raso e arenoso está entre 1 e 12 metros (Fig. 11). O filtro está localizado entre 6 e 12 metros.

O furo 4, localizado a 1 Km da casa principal da Fazenda Gavinho, numa região de campo constituída só de grama que apresenta uma cobertura de 5 metros de argila (Fig. 12), apresentou água de boa qualidade. O aquífero raso está entre 5 e 13 metros. As resistividades de amostragem d'água deste furo, podem ser vistas na Tabela 4. Em consequência da profundidade da areia (5 a 13 metros), e da cobertura

de argila (5 metros), interpreta-se este como um "Paleocanal" mais antigo.

Já o furo 5, localizado na Fazenda São Lourenço, local que antes apresentava água de péssima qualidade (SPP-1 na Tab. 4), apresentou água de boa qualidade (SP-2 na Tab. 4). Esta fazenda possui alguns poços escavados, onde a qualidade da água não é satisfatória durante o ano inteiro, ou seja, é salobra. O grau de salinização da água no poço principal aumenta do inverno para o verão, como pode ser visto através dos valores máximos e mínimos de resistividade na Tabela 4. Durante esta perfuração, após 6,5 metros de profundidade, localizou-se um corpo de areia (Fig. 13), que continha água de boa qualidade, sendo mesmo superior à dos poços existentes na fazenda. Na superfície, ou através de fotografias aéreas, não ficou evidenciado que o local deste furo esteja localizado dentro de um padrão típico de "Paleocanal". Mesmo assim, pode-se interpretar este como um outro "Paleocanal" mais antigo, com um capeamento de 6,5 metros de argila.

O mesmo ocorreu com a Fazenda Conceição, onde foi feito o furo 7 (Fig. 15), a uns 80 metros da casa principal, bem na margem Leste do "Paleocanal" e cuja água foi analisada como de boa qualidade, quando comparada com a dos poços já existentes. O aquífero raso, areia fina, vai quase da superfície até 10 metros. A água deste poço apresentou qualidade superior à de outros furos e poços como o SPE-1 e SPP-4 (Tab. 4).

O furo 6, nesta mesma fazenda, a uns 100 metros fora do "Paleocanal", apresentou água de péssima qualidade e não foi revestido com PVC. Observa-se, pela Fig. 14, que este furo não apresenta aquífero raso, e o corpo mais arenoso encontra-se a uma profundidade a partir de 32 metros, e contaminado com água salgada.

Os furos revestidos foram usados como piezômetros para amostragens d'água, durante um ano, por pesquisadores do Projeto Marajó, ficando, depois, disponíveis para os fazendeiros. Hoje, já existe um catavento, montado sobre o furo 7 pelo proprietário, para o abastecimento das casas da Fazenda Conceição.

Outros furos foram realizados nesta área, como trabalho de pesquisa de uma aluna de Pós-Graduação do Núcleo de Geofísica, que estuda os ambientes de deposição dos sedimentos nos "Paleocanais" e em áreas adjacentes.

Algumas conclusões deste Capítulo são apresentadas abaixo:

1. Existe água de boa qualidade nos aquíferos rasos, situados em "Paleocanais" que apresentam corpos de areia a profundidades menores que 20 metros.
2. "Paleocanais" com areia próxima à superfície são evidenciados através dos padrões de vegetação nas fotografias aéreas e confirmados no campo.
3. Os corpos de areia com bastante cobertura de argila (até 6,5 metros), e que não aparecem na fotografia aérea, foram localizados através de eletroresistividade.
4. Os sedimentos siltíticos-argilosos fora dos "Paleocanais" são saturados com água salobra, talvez devido às suas baixas permeabilidade e estagnação ou falta de circulação (que podemos esperar nessa região por causa da topografia plana e só a alguns metros acima do nível do mar).
5. Parece que a topografia dos "Paleocanais" (cerca 1 a 2 metros de relevo), está relacionada com a espessura do pacote arenoso. Isto implica um mecanismo de compactação diferencial, onde os sedimentos siltíticos-argilosos fora dos "Paleocanais" sofrem mais com

pactação que os sedimentos arenosos.

6. Comparando os furos 7 (SPP-3) e 6 (SPP-4) (Tab. 4), distantes 80 m um do outro, localizados na Fazenda Conceição, há indicação de que há pouca mistura entre água salobra fora dos "Paleocanais" e a água potável dentro dos "Paleocanais". Isto implica que a permeabilidade dos sedimentos siltíticos-argilosos é bem baixa.

CAPÍTULO 4

INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

4.1 - Ponto Auxiliar

As sondagens elétricas obtidas foram interpretadas primeiramente através da técnica semi-empírica do ponto auxiliar (ZOHDY, 1965), que fornece uma interpretação preliminar dos dados obtidos em campo e que, em alguns casos, é satisfatório, tendo em vista o que se quer ter como informação. Utilizando o ponto auxiliar, o problema de múltiplas camadas é progressivamente reduzido a um simples caso de duas camadas. Logo, para interpretar curvas de sondagens elétricas verticais de múltiplas camadas são utilizadas as curvas padrões de duas ou três camadas.

As curvas de sondagem elétrica vertical, SEV, de duas camadas, onde $\rho_1 < \rho_2$ ou $\rho_1 > \rho_2$, em ambos os casos tendem assintoticamente para ρ_1 pela esquerda, ou para ρ_2 pela direita. Já as curvas de SEV de três camadas são conhecidas como: tipo H ($\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$); tipo K ($\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$); tipo Q ($\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$) e tipo A ($\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$). Já as curvas de quatro ou mais camadas são consideradas como combinações de várias de três camadas (ORELLANA, 1972).

A idéia básica deste método é comparar a curva de campo com as curvas teóricas já mencionadas, até encontrar uma destas que coincida com a de campo. O importante deste procedimento é a representação das curvas em escala logarítmica, com o que se consegue uma enorme redução do número de curvas teóricas necessárias.

FLATHE (1955), introduziu este conhecimento para o cálculo de curvas de sondagens, que requer simplesmente o uso de peque-

nas máquinas de calcular. O método é preciso e muitas vezes pode-se obter bons resultados quando interpretados por geofísicos experientes, mas as limitações são, no entanto, severas. Ele é utilizado para casos aproximados de um condutor perfeito ou de um substrato isolante perfeito (FLATHE, 1955).

A primeira e a segunda etapa de interpretação foram feitas utilizando a técnica do ponto auxiliar. Como primeira etapa, considera-se a fase ainda de campo, onde algumas sondagens elétricas eram feitas e interpretadas. Esta interpretação é muito importante, apesar de ser feita com cada curva individualmente, pois nos fornece idéia de como escolher novos pontos de medidas. Evita, portanto, que se façam sondagens desnecessárias, pois o importante não é ter um grande número de medidas, e sim medidas bem localizadas. Inclusive, esta primeira interpretação permite desconfiar se uma determinada sondagem está incorreta, possibilitando que a mesma seja refeita. É uma fase a que o pesquisador deve dedicar o máximo de atenção.

A interpretação das curvas de sondagem elétrica vertical é baseada na suposição de que a subsuperfície consiste de um número finito de camadas distintas, separadas por planos horizontais, sendo cada camada isotrópica e homogênea.

A segunda etapa é considerada após o encerramento dos trabalhos de campo. Nesta fase já dispomos de todas as curvas agrupadas. Agora, já podemos ter uma primeira idéia de selecionar curvas em grupos, levando em consideração o comportamento das curvas e a geologia da área. Foi através deste processo que obtivemos nosso primeiro modelo para, em seguida, interpretá-lo, usando uma técnica mais refinada.

Vale salientar que, sem os controles dos furos e da condu-

tividade d'água, somente os dados de resistividade poderiam trazer uma série de interpretações para um mesmo problema e jamais saberíamos qual a solução correta.

4.2 - Problema Direto

Em seguida, partimos para um outro tipo de interpretação mais refinada, onde as curvas teóricas são geradas de modelos geoeletétricos, e que, através do processo de tentativas, são entregues ao computador. Foram utilizados nesta interpretação, os computadores IBM/370 modelo 135; HP/9866A, modelo 9830A do Núcleo de Geofísica e IBM 1130 da Universidade Federal do Pará.

O programa calcula modelos de até dez camadas e vinte e dois pontos que correspondem aos valores de AB/2.

Nesta interpretação mais apurada, usamos o programa escrito em Fortran IV por L. RIJO (1977), cujo coeficiente de filtro foi calculado por W. ANDERSON (U.S.G.S. Denver). Este programa em Fortran IV tem como base os trabalhos de D.P. GHOSH (1971): KOEFOED, O., GHOSH, D.P. and POLMAN, G.J. (1972).

Em princípio, esta interpretação é baseada no fornecimento, pelo intérprete, de modelos para as sondagens elétricas. Estes modelos são entregues ao computador através de valores de resistividade e espessura das camadas consideradas, e o programa calcula a curva teórica. Estes parâmetros, resistividade e espessura, são flexíveis, podendo ser modificados pelo intérprete, até uma ajustagem da curva gerada com a curva de campo pelo modelo fornecido.

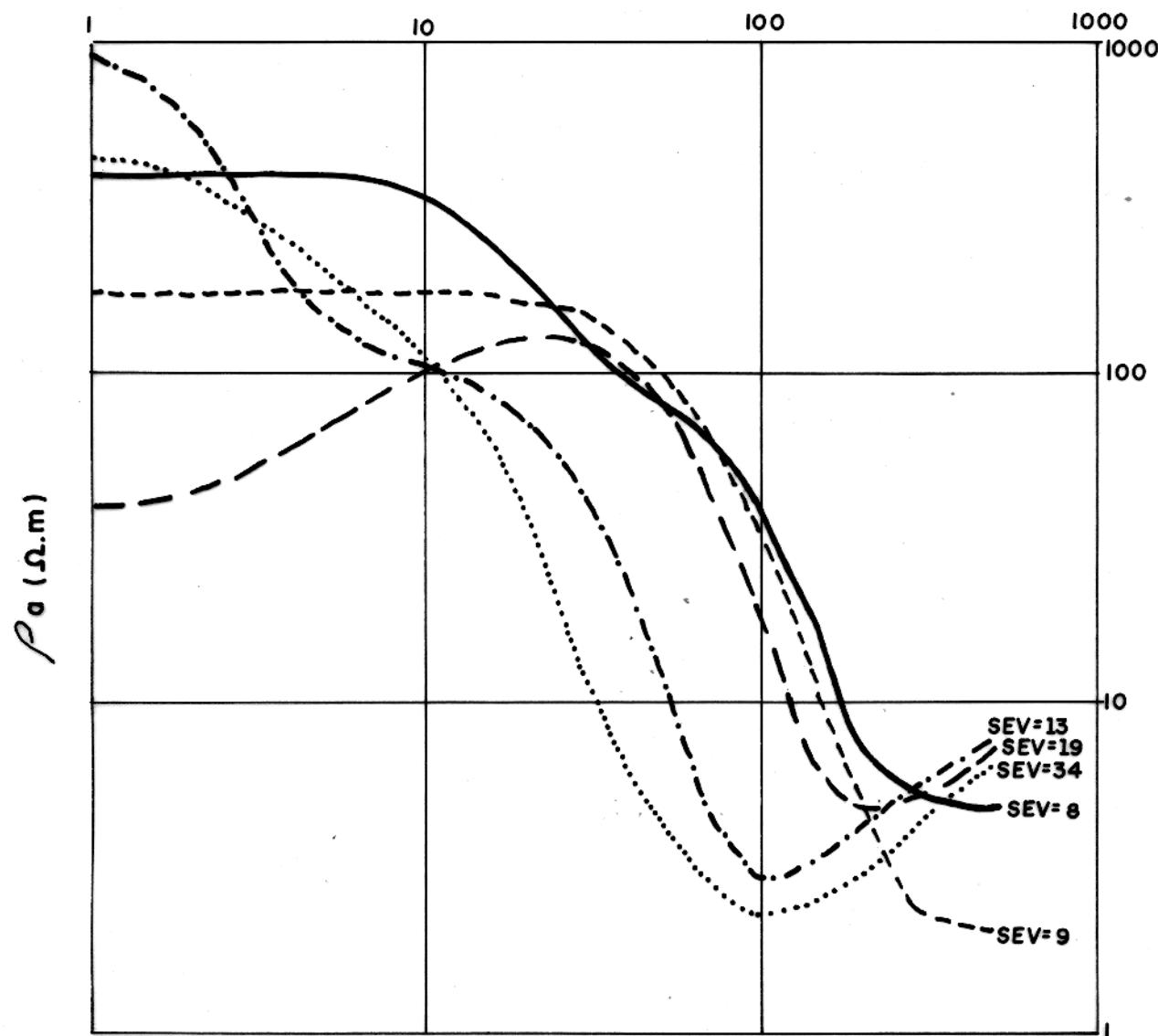
Vale salientar que esta técnica de interpretação, além de corrigir os resultados obtidos pelo processo do "ponto auxiliar", é

um método mais eficiente em relação a tempo e rapidez, além de se ter um número maior de camadas interpretadas.

4.3 - Interpretação Qualitativa

Como pode ser visto no mapa base (Fig.6), foi tentado, inicialmente, fazer uma malha regular, o que, na realidade, nem sempre é possível, em consequência das dificuldades que surgem no campo. Entretanto, as sondagens elétricas feitas na Região do Rio Paracauari apresentam características bem marcantes. Estas sondagens foram distribuídas, algumas, em áreas denominadas "Paleocanais", que, em geral, são arenosas, enquanto que as outras foram feitas em áreas adjacentes.

Durante a interpretação, foi possível observar zonas onde as resistividades apresentavam valores bem baixos e outras com valores bem mais altos. Daí, tornou-se possível selecionar estas sondagens elétricas verticais em dois grupos de curvas, que representam ambientes geológicos diferentes. O primeiro grupo exibe curvas típicas de ambientes arenosos, o que constitui a grosso modo a geologia da área. São típicas de "Paleocanais". Observa-se que em pequenas profundidades ($AB/2 < 8$ metros), algumas curvas apresentam valores de resistividade maiores que as outras (Fig. 16). Também pode-se observar que as curvas deste grupo, a partir de $AB/2 > 8$ metros, apresentam um mesmo padrão geoelétrico, caracterizando provavelmente uma mesma sequência de sedimentos. A parte variável destas curvas pode ser interpretada como solo mais ou menos argiloso e mais ou menos úmido. A segunda parte da curva representa



AB / 2 (METRO)

Fig.16- GRUPO DE SONDAGENS ELÉTRICAS FEITAS NOS
"PALEOCANAIS"

uma camada relativamente resistiva, que pode ser interpretada, provavelmente, como areia com água de boa qualidade. A terceira parte, que representa o mínimo da curva (Fig. 16), pode ser interpretada como silte-argila ou água salobra. A quarta parte da curva, que representa a camada mais resistiva, não foi pesquisada e nem furada, devido às limitações de nossos aparelhos.

O segundo grupo corresponde às sondagens elétricas verticais, feitas em áreas adjacentes aos "Paleocanais", o que corresponde a valores bem baixos de resistividade (Fig. 17), caracterizando um ambiente geológico com predominância de argila ou água salgada. Estes terrenos não são favoráveis à exploração de água subterrânea de boa qualidade. Neste caso, tanto argila e água salgada apresentam resistividade da mesma ordem de grandeza; entretanto, o método da eletroresistividade não pode distinguir se é argila ou água salgada. Veja que os valores assintóticos para os mínimos (Fig. 16), são iguais aos encontrados em quase todo o intervalo AB/2, no segundo grupo (Fig. 17).

Foram realizados alguns perfis de resistividade para verificação dos sedimentos com respeito à variação lateral da litologia. O perfil 1 (Fig. 18), foi feito na Fazenda Gavinho, mais especificamente no Retiro Bonfim, utilizando o arranjo Wenner com "a" = 50 m, numa extensão de 1 Km. Esta perfilagem foi feita entre os furos 1 e 2, e veio confirmar água de boa qualidade no primeiro, e silte, argila e água salgada no segundo. O segundo furo foi feito fora do "Paleocanal". Sobre o "Paleocanal" o perfil mostra uma irregularidade que implica uma não homogeneidade dos sedimentos dentro do "Paleocanal".

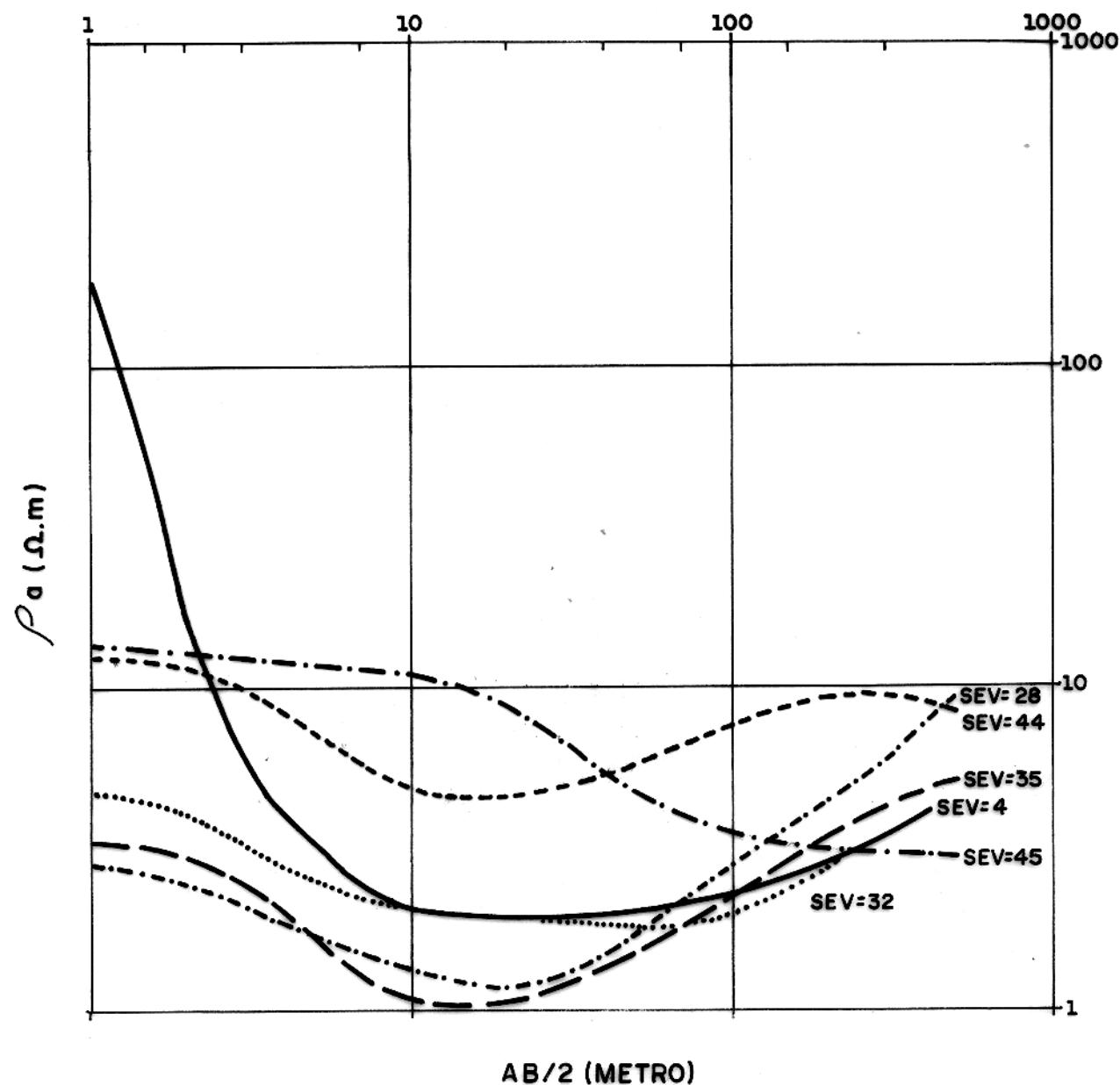


Fig. 17- GRUPO DE SONDAGENS ELÉTRICAS FORA DOS
"PALEOCANAIS."

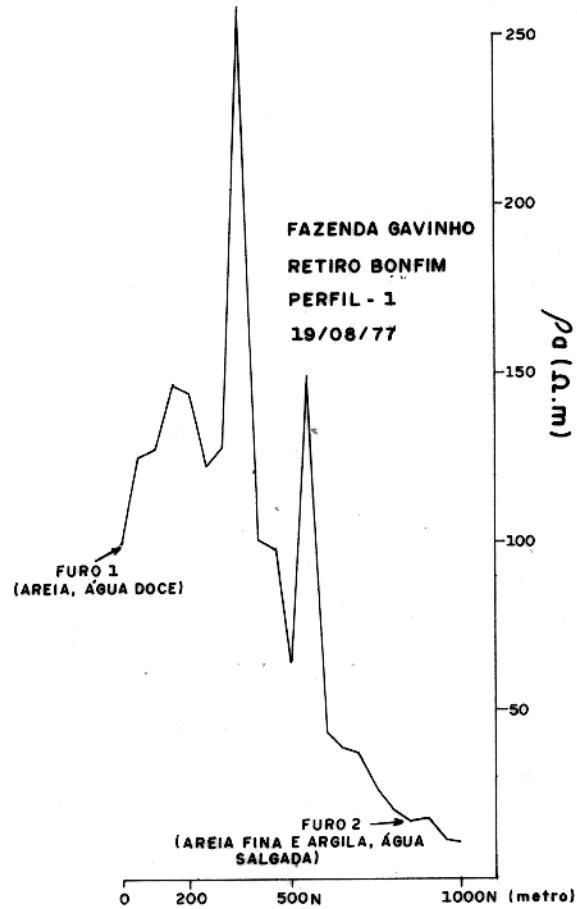


FIG. 18 - PERFIL DE RESISTIVIDADE Nº 1 UTILIZANDO ARRANJO WENNER
COM "a" = 50m.

O segundo e terceiro perfil de eletroresistividade, usando a configuração Wenner com "a" = 50 m (Figs. 19 e 20), foi feito próximo à Fazenda São Lourenço, perpendicular ao Rio Paracauari. Estes perfis foram feitos com extensão de 2,5 Km, para verificar mudança lateral. Isto foi evidenciado pelas diversas sondagens elétricas verticais feitas nesta área. Os perfis mostraram um comportamento parecido com o dos "Paleocanais", com valores altos de resistividade aparente, desde o Rio Paracauari até 1300 m do perfil 2 (Fig. 19) até 300 m do perfil 3 (Fig. 20). Provavelmente, há em subsuperfície sedimentos mais arenosos com água de boa qualidade. Nesta área as fotografias aéreas não mostram nenhuma evidência de "Paleocanais" em superfície. O perfil 2, a partir de 1300 m, e o perfil 3, a partir de 300 m, vieram confirmar valores baixos de resistividade (menor que 30 $\Omega \cdot m$), já obtidos através de sondagens elétricas verticais.

O perfil 4 (Fig. 21), com o mesmo arranjo dos anteriores e "a" = 50 m, foi feito nas Fazendas Conceição e Anjos. Esse perfil foi repetido com "a" = 25 m, por uma equipe constituída de alunos de Pós-Graduação, sob a orientação do Dr. Sauck, cumprindo o programa da disciplina Geofísica de Campo. Este perfil serviu para mostrar, com maior detalhe, o comportamento do "Paleocanal" a pequenas profundidades (Fig. 21). Conclusões referentes ao perfil 4 (Fig. 21), são mostradas abaixo.

1. Este perfil mostra um mesmo valor para a resistividade aparente, aproximadamente 1 $\Omega \cdot m$, ao Leste do "Paleocanal" situado ao Leste da área.
2. A parte correspondente a altos valores de resistividade aparen-

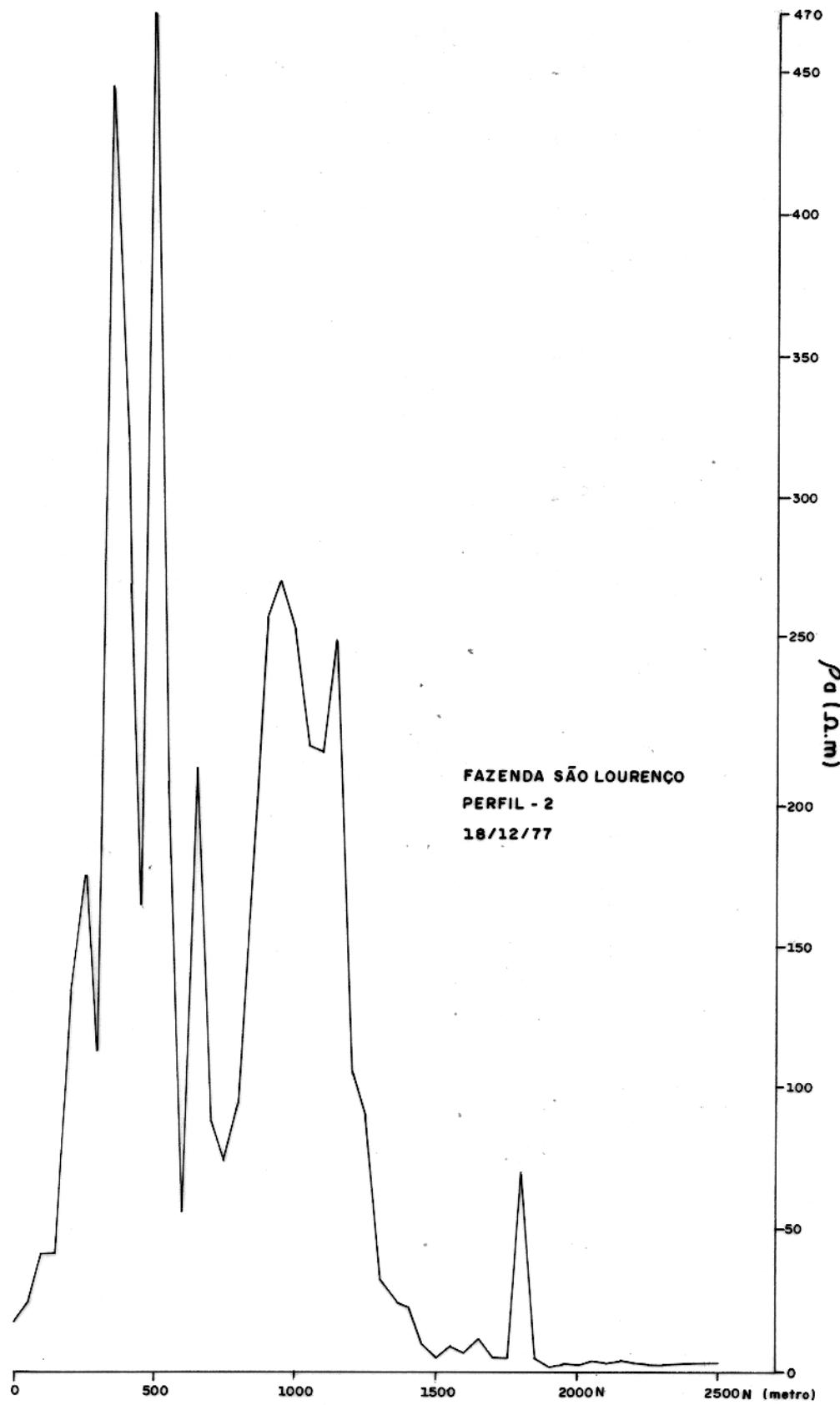


FIG.19 - PERFIL DE RESISTIVIDADE Nº2, UTILIZANDO ARRANJO WENNER COM "d" = 50m.

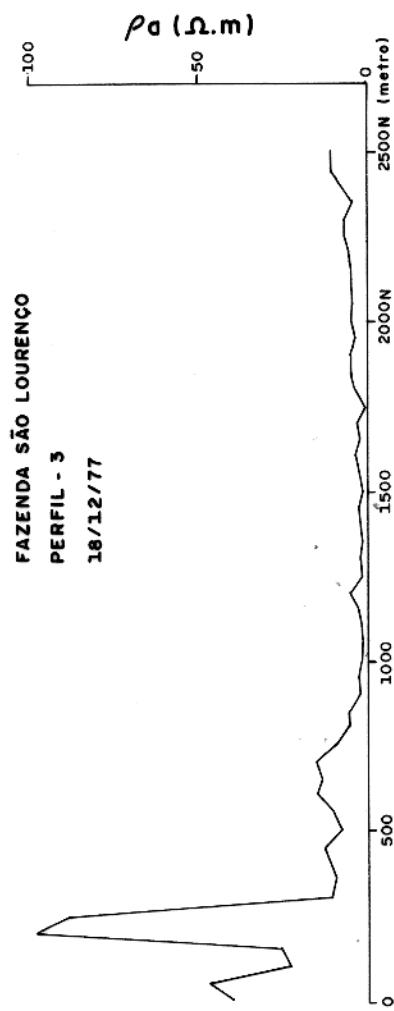


FIG. 20 - PERFIL DE RESISTIVIDADE Nº 3, UTILIZANDO ARRANJO WENNER COM "a" = 50 m.

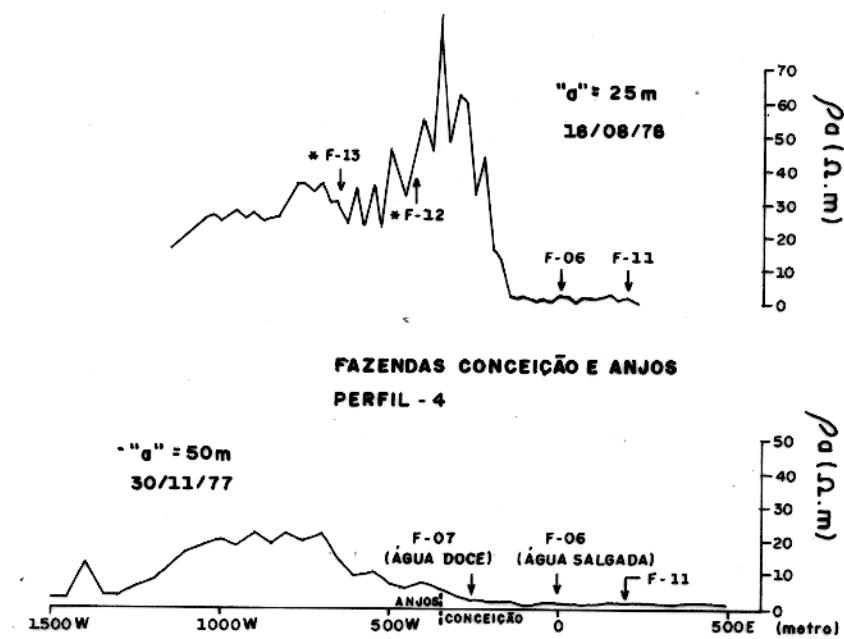


FIG. 21 - PERFIS DE RESISTIVIDADE Nº 4 FEITOS NAS FAZENDAS CONCEIÇÃO E ANJOS UTILIZANDO ARRANJO WENNER.

te, na perfilagem com " a " = 25 m na parte Leste do "Paleocanal" , mostra valores baixos na perfilagem com " a " = 50 m, indicando que a camada resistiva é rasa no lado Leste (estação 350 W) e que mergulha para Oeste.

3. Com " a " = 25 m, a resistividade aparente é mais irregular na parte Leste e mais suave na parte Oeste, implicando que o corpo é superficial onde existe esta irregularidade, e mais para Oeste existe uma camada de argila em cima de uma camada de areia cuja espessura aumenta para Oeste, onde a resistividade aparente é suave, e está diminuindo.

4. O perfil com " a " = 50 m, mostra que o corpo tem maior espessura e/ou profundidade, na parte Oeste.

5. Novos poços feitos recentemente por outros pesquisadores do Projeto Marajó (veja furos indicados com * na Fig. 21), provaram que o contato entre argila para cima e areia para baixo, aumenta em profundidade para Oeste.

4.4 Interpretação Quantitativa

Como resultado da interpretação qualitativa, selecionamos dois grupos de curvas. Estes grupos são bastante distintos, pois apresentam comportamentos diferentes. Em consequência deste fato, cada grupo caracteriza um ambiente geológico distinto.

O primeiro grupo é composto de sondagens elétricas verticais, realizadas dentro dos "Paleocanais" que, em geral, são arenosos. O segundo é constituído por sondagens feitas em áreas adjacentes aos "Paleocanais" que, em geral, são argilosas. O primeiro

grupo apresenta resistividade da primeira camada variando entre 17 $\Omega\cdot m$ a 950 $\Omega\cdot m$. Estes valores mais baixos correspondem a areias com cobertura de argila em superfície e os valores mais altos à areia. As sondagens elétricas 6 e 19 (Fig. 22 e 23), no intervalo de AB/2 10 m a 30 m (semelhante a um ombro), apresentam valores máximos na resistividade aparente. Este comportamento deve estar associado à presença de areia e água de boa qualidade. As sondagens elétricas 8, 9, 13 e 34 (Fig. 16), neste mesmo intervalo de AB/2, apresentam o mesmo comportamento na resistividade aparente. Estas sondagens elétricas no intervalo AB/2 entre 10 m e 35 metros apresentam valores interpretados de resistividade para o máximo ou ombro que varia entre 50 $\Omega\cdot m$ a 300 $\Omega\cdot m$ (veja interpretação no apêndice). Acredita-se que neste intervalo de resistividade, apresenta-se um mesmo terreno arenoso, como pode ser visto nas secções geoelétricas (Fig. 24, 25). Na primeira secção geolétrica, no ramo Sul-Norte da área (Fig. 24), observa-se que tem dois aquíferos rasos, extendendo-se até uma profundidade de 33 m e 43 m, aproximadamente. Na segunda secção geolétrica (Fig. 25), o aquífero em superfície está localizado mais para Oeste, onde se encontra um "Paleocanal" topograficamente elevado.

Na subsuperfície, a partir de 11 m, a SEV-52 mostra uma estrutura geoelétrica muito diferente das demais. Outras SEV para Norte e Sul da SEV-52, mostram um comportamento semelhante, implicando uma descontinuidade nesta direção, que tanto pode ser devida a uma falha, uma mudança lateral de facies, ou um "Paleocanal" muito extenso mais para Oeste.

Nas sondagens elétricas verticais 3, 23 e 27 na parte Leste da secção, existe um "Paleocanal" plano ou sem relevo e sem ár

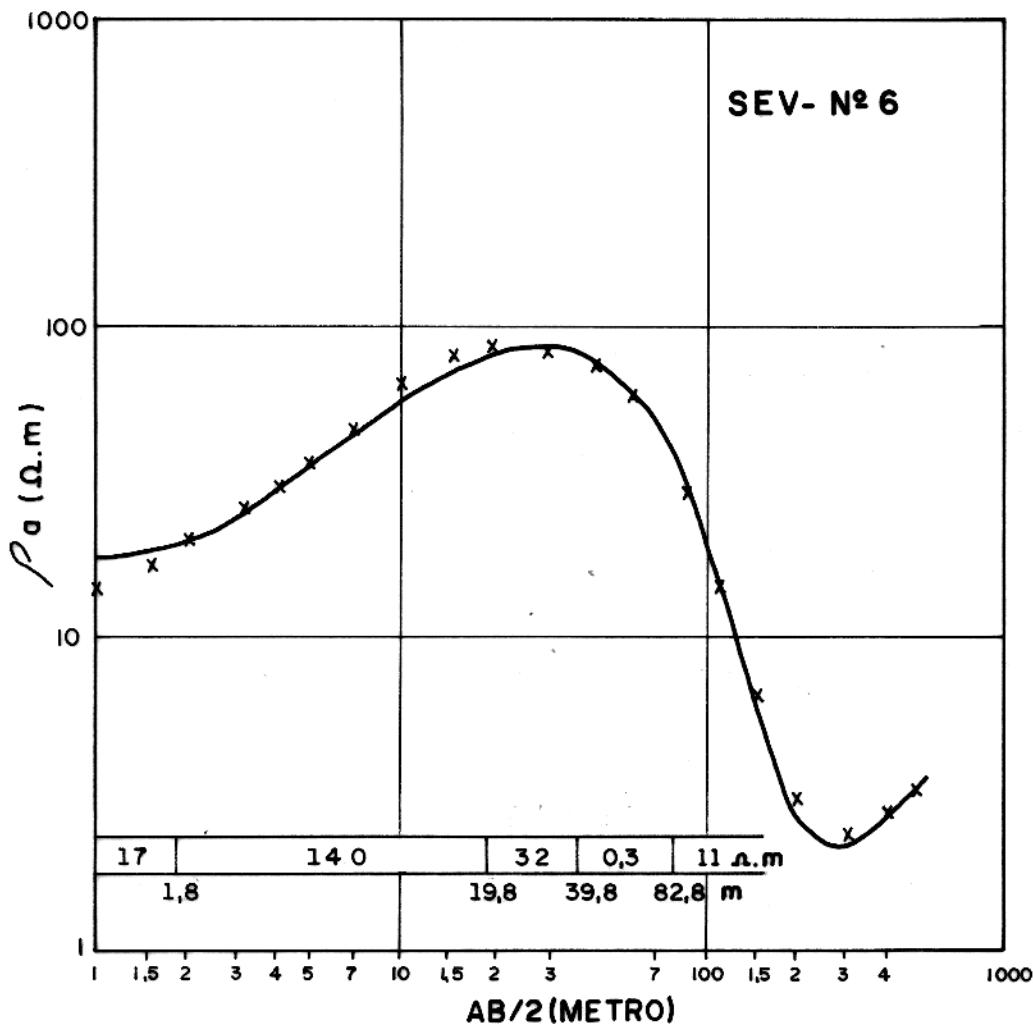


Fig.22. SONDAÇÃO ELÉTRICA FEITA NA FAZENDA GAVINHO, COM INTERPRETAÇÃO GEOELÉTRICA
 ("X" Representa os dados do campo, a linha continua a curva calculada.)

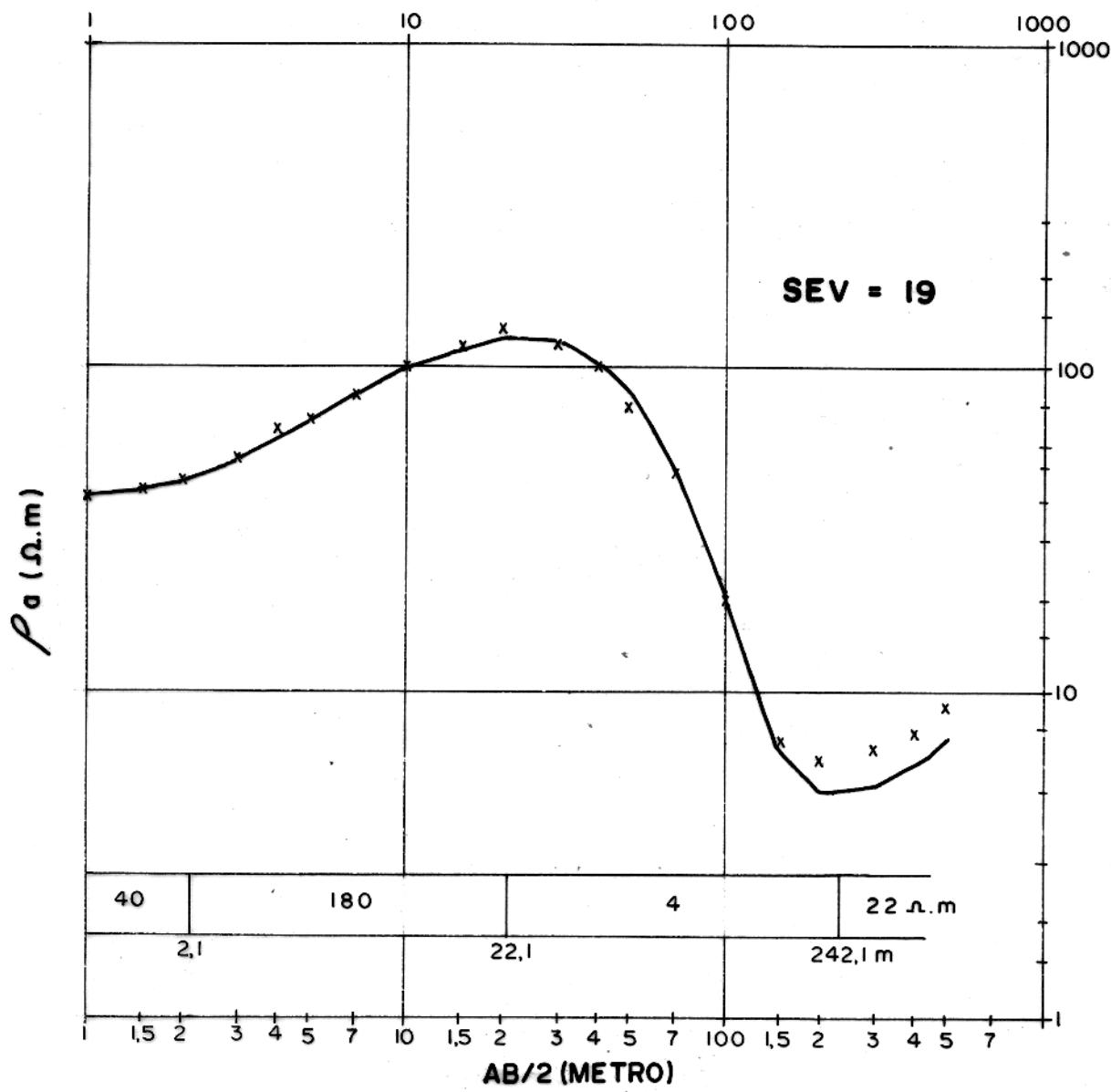


FIG. 23 - SONDAÇÃO ELÉTRICA VERTICAL FEITA NA FAZENDA MENINO DEUS.

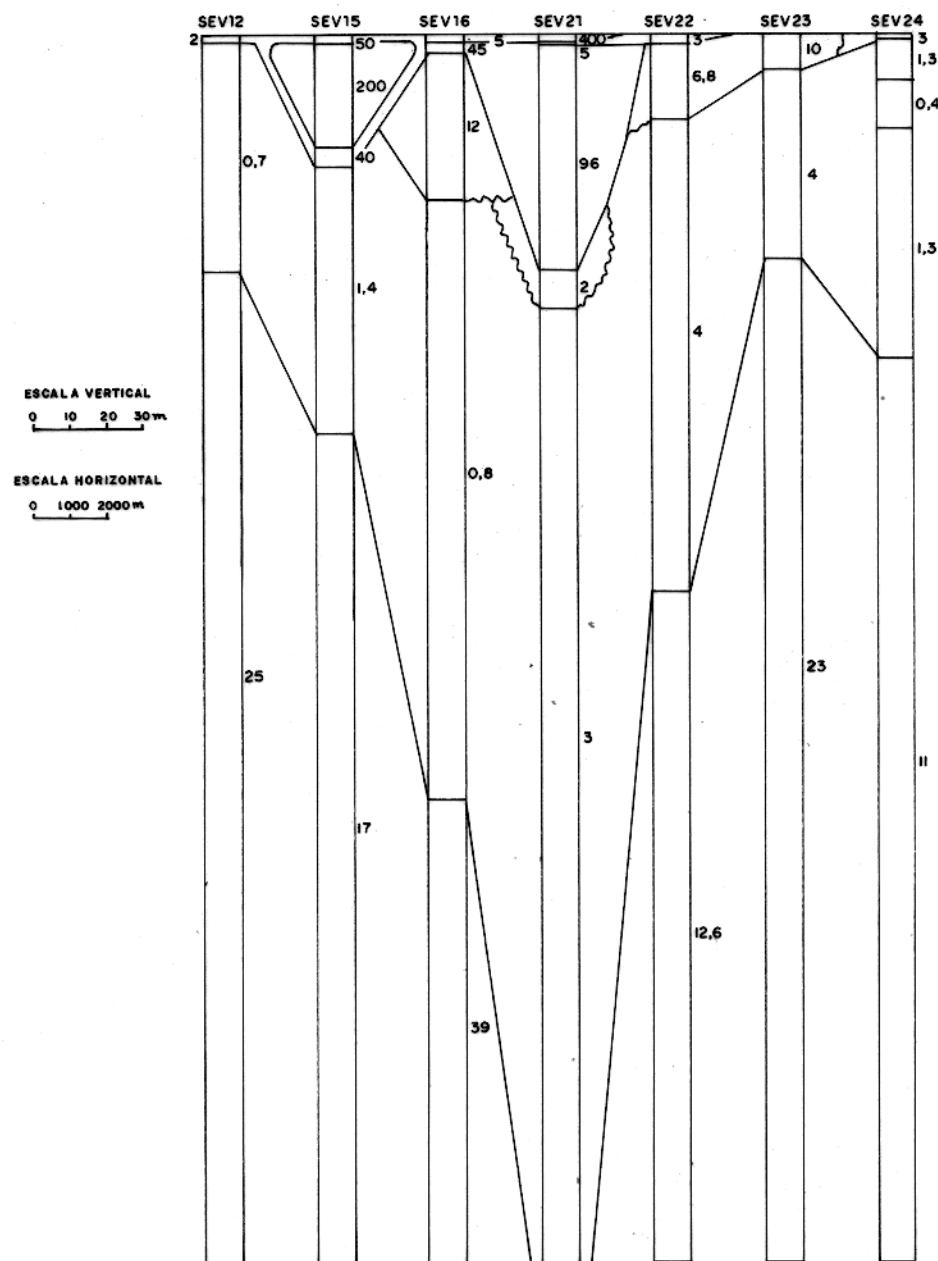


FIG.24 - SECÇÃO GEOELÉTRICA NO RAMO SUL-NORTE ONDE OS NÚMEROS
REPRESENTAM OS VALORES DE RESISTIVIDADE EM $\Omega \cdot m$.

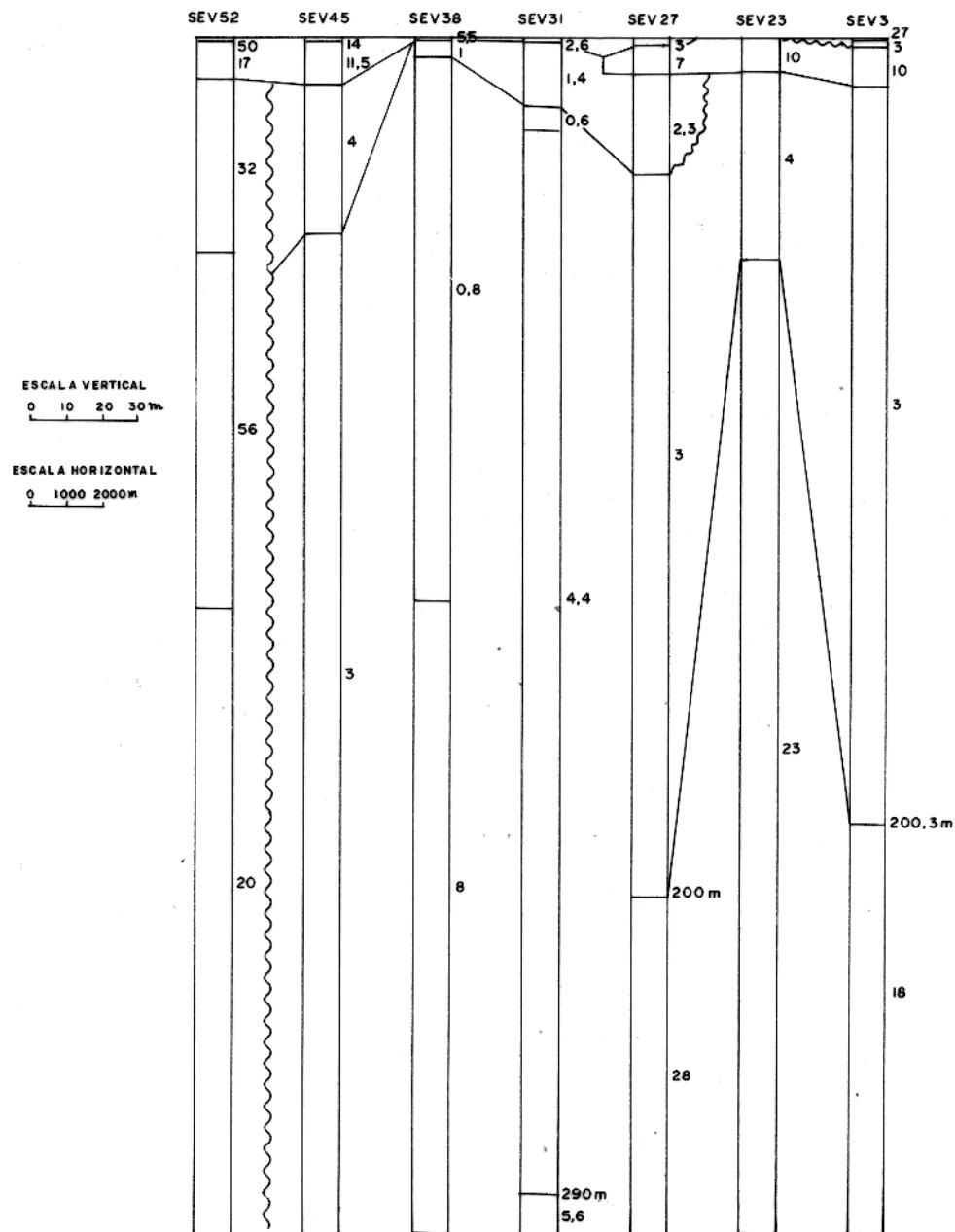


FIG. 25 - SECÇÃO GEOELÉTRICA NO RAMO LESTE-OESTE ONDE OS NÚMEROS REPRESENTAM OS VALORES DE RESISTIVIDADE EM $\Omega \cdot m$.

vóres, o que pode ser visto na secção com resistividade de 7 a $10\Omega\cdot m$, implicando que a água é um pouco menos salgada que os sedimentos encaixantes. Foi constatado, através de perfurações, que os bons aquíferos, em média estão a estas profundidades (ver secção geoelétrica). Já à profundidades maiores que 60 metros, os aquíferos não são de boa qualidade, pois podem estar saturados com água salgada ou mesmo existir predominância de argila.

O segundo grupo de curvas (Fig. 17), apresenta resistividades bem baixas. Com exceção da primeira parte de três curvas, todas as outras apresentam resistividade aparente menor que $10\Omega\cdot m$, às vezes, até $0,5\Omega\cdot m$. Estas curvas, com espaçamento AB/2 maiores que 100 metros, apresentam os valores de resistividade interpretados em torno de $100\Omega\cdot m$. Pode ser que se possa ter bons aquíferos a profundidades maiores, mas realmente isto não foi constatado, pois nosso aparelho de perfuração tem suas limitações em torno de 60 metros, e, também, por não ser econômico a exploração de aquíferos nessa profundidade.

Foram feitos mapas de resistividade interpretada a profundidade de 20 metros e 50 metros (Fig. 26 e 27), onde novamente pode ser visto que os locais favoráveis à exploração de água subterrânea são alguns dos "Paleocanais", ou suas antigas extensões na subsuperfície, e que as áreas adjacentes aos mesmos, que constituem aproximadamente 70% da área prospectada, é desfavorável à exploração de água subterrânea de boa qualidade. O mapa, a um nível de 20 m (Fig. 26), mostra regiões que podem ser exploradas do ponto de vista hidrogeológico, e que economicamente é mais barato para os fazendeiros. Já o de nível de 50 m talvez não seja, hoje, econômico para a agropecuária, e constitui o nosso limite máximo perfurado.

A interpretação das curvas de sondagem elétrica, veio revelar que existe um nível condutivo profundo e bastante espesso (argilas) que está presente em toda a área e que provavelmente foi escavado por umas paleo-drenagens e posteriormente preenchido por sedimentos predominantemente arenosos e mais recentes, que são os "Paleocanais".

Esses dois mapas mostram, com linhas quebradas, os eixos desses antigos "Paleocanais". O de 50 metros, tem uma geometria bem diferente que os traços superficiais, com aparência de um meandro, envolvendo as Fazendas Gavinho, Santo André e São Lourenço.

Como o interesse é prospectar os aquíferos mais rasos nestes "Paleocanais", foi feito um mapa de resistências transversais totais (Fig. 28), de todos os horizontes acima daquele nível condutivo, com a finalidade de mostrar as áreas mais promissoras. Este mapa ainda fornece o comportamento da camada resistiva com um mínimo de ambigüidade, pois altos valores de T indicam camadas de grande espessura ou altos valores de resistividade, ou, ainda, a combinação dos dois fatores. A única desvantagem deste mapa é que ele não dá informação sobre a profundidade da camada resistiva.

A Fig. 29 mostra a SEV 8 com sua interpretação e o perfil litológico correspondente ao furo 1, feito neste local. Observa-se que o aquífero raso está entre 2 e 10 metros.

Ainda podemos observar que a sondagem elétrica vertical nº 11, (Fig. 30), apresenta-se totalmente diferente das demais, sendo típica de um outro terreno geologicamente mais velho e topograficamente mais elevado, como o da região na faixa litoral entre Soure e Ponta de Pedras, onde os valores de resistividade são mais altos. Os estudos nestas áreas estão sendo desenvolvidos por Bezerra e Kobaya-

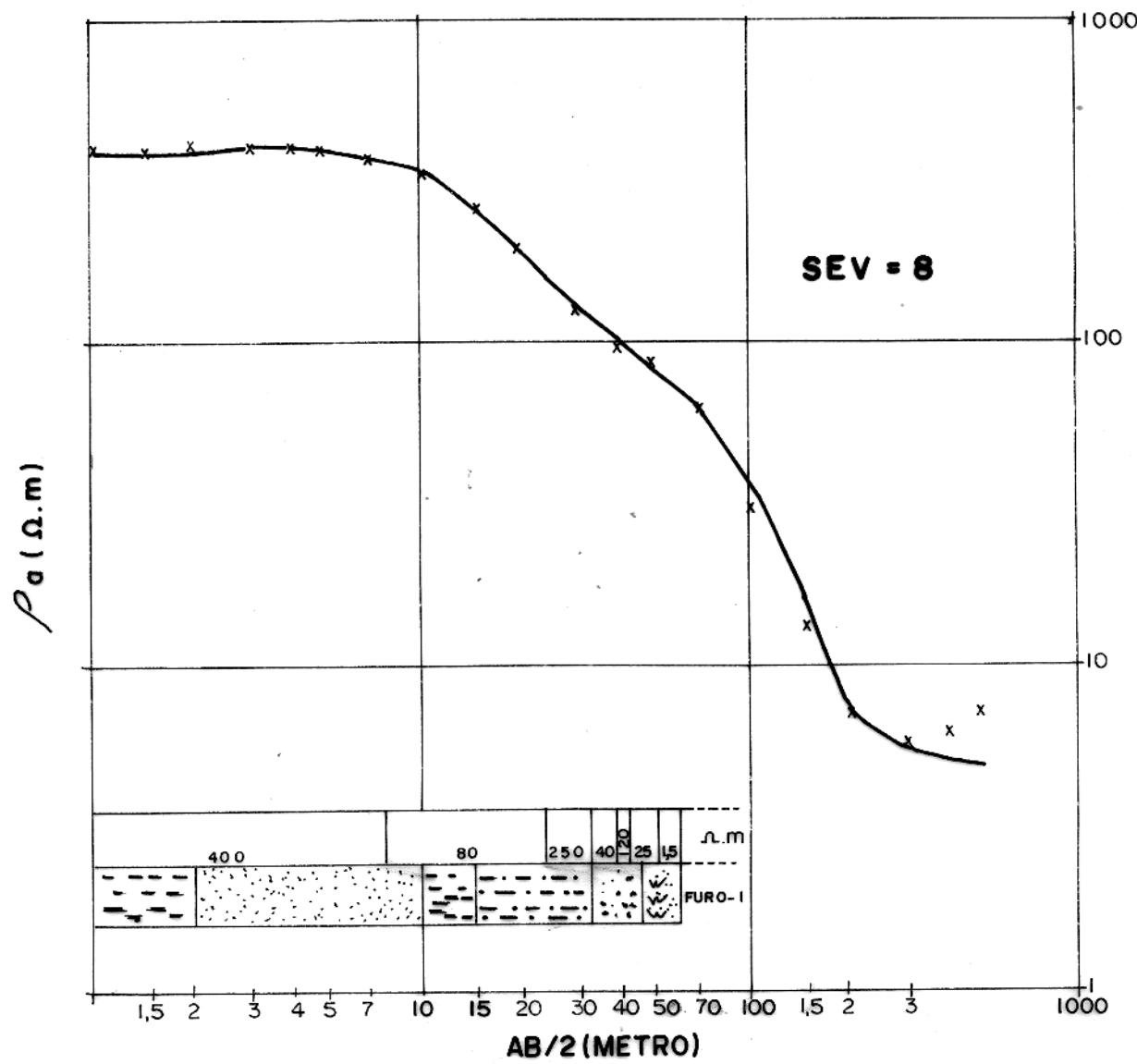


FIG. 29 - SONDAÇÃO ELÉTRICA FEITA NO RETIRO BONFIM COM INTERPRETAÇÃO GEO-ELETTRICA E LITOLOGICA.

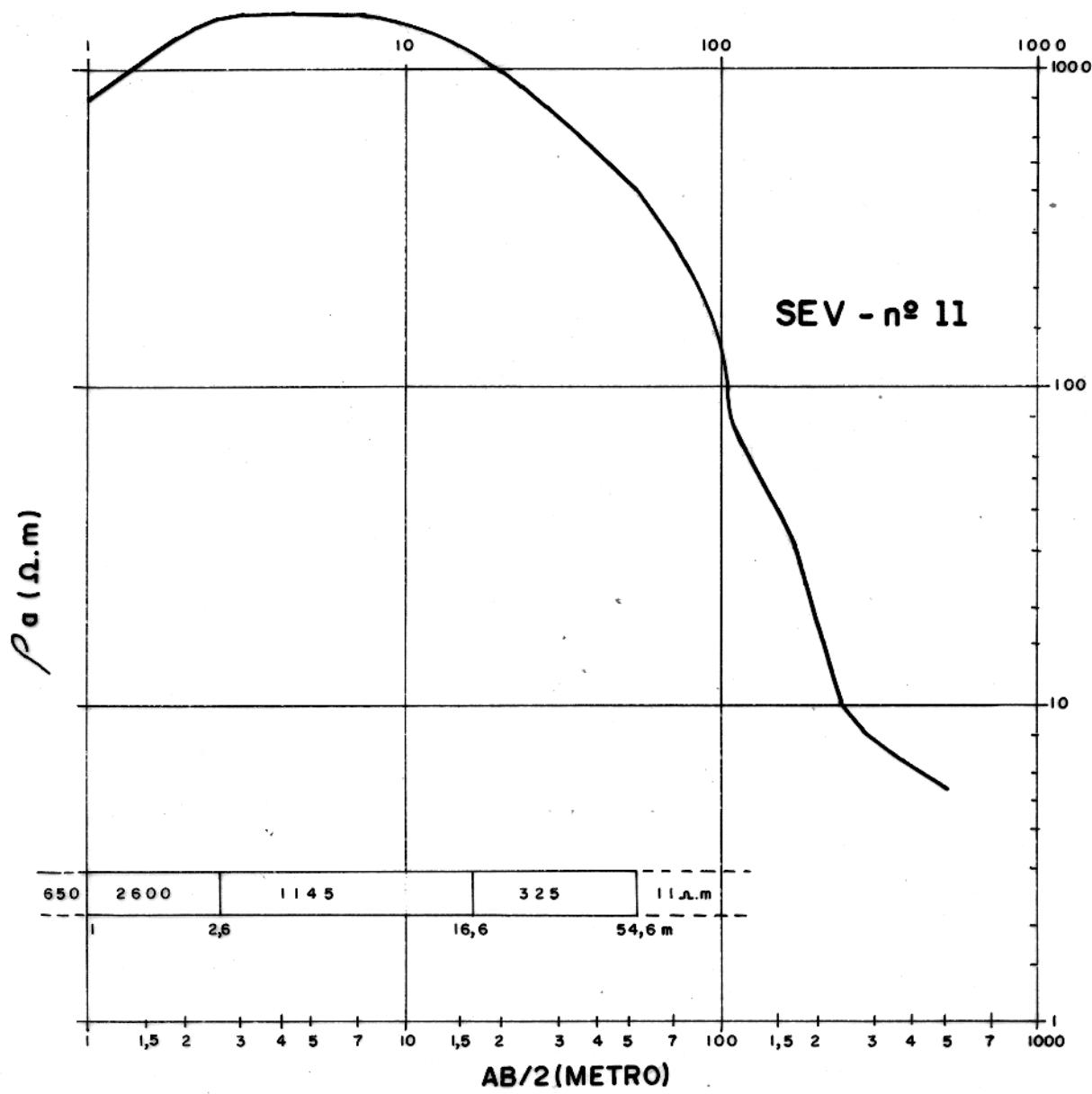


FIG. 30 - SONDAÇÃO ELÉTRICA VERTICAL FEITA NA FAZENDA SÃO JOAQUIM.

shi (1979).

Segue no anexo I todas as outras curvas de sondagem elétrica vertical, com suas respectivas interpretações, que compõem os dois grupos já mencionados. Também, no anexo 2 temos os dados de campo para todas as sondagens elétricas verticais.

5. CONCLUSÕES

5.1 - Conclusões Geofísicas-Geohidrológicas

Os resultados expostos neste Capítulo foram baseados em dados geológicos, geofísicos e hidrológicos:

Na região dos campos naturais, através de interpretações realizadas com fotografias aéreas, foi possível determinar que parte desta área, aproximadamente 30%, é constituída de "Paleocanais", superficiais ou rasos, com sedimentos mais arenosos, e que formam bons aquíferos.

Segundo o ponto de vista topográfico, existem na área "Paleocanais" mais elevados, planos e em forma de depressão. Nos "Paleocanais" planos e baixos, há uma predominância de argila e silte. Já os mais elevados (1 a 2 metros), apresentam areia com algumas intercalações de argila. Isso foi possível ser observado através dos perfis estratigráficos dos furos realizados, que podem ser vistos nas Figs. de 9 a 15. Até hoje não se conhece o porque desses "Paleocanais" serem elevados, mas talvez seja devido a um fenômeno de compactação diferencial.

Nas áreas entre os "Paleocanais", foi possível denotar que estes terrenos apresentam resistividades muito baixas, não chegando a ultrapassar os 6 $\Omega \cdot m$. Em consequência, podemos afirmar que estes terrenos apresentam argila ou água salgada. Evidentemente, há aquíferos localizados nesta área, e eles são de péssima qualidade.

Outro fato importante, é que quase todas as fazendas que possuem aquíferos rasos com água de boa qualidade, estão localizadas em "Paleocanais" topograficamente elevados, com exceção da Fa-

zenda São Lourenço que tem mais ou menos 6 metros de cobertura de argila, acima do corpo arenoso. Nestas áreas, a resistividade assume valores crescentes, atingindo até os 350 $\Omega\text{.m}$, indo até aos 60 metros de profundidade.

Os aquíferos bons apresentam em média 10 a 35 metros de espessura. Foi analisado o comportamento geoelétrico dos aquíferos, permitindo, portanto, que se fizesse a separação dos de boa qualidade dos de péssima qualidade.

Foi feito um mapeamento com um grau de precisão muito bom dos aquíferos rasos, que são importantes dentro do ponto de vista econômico. Além desses dados, foi ainda possível localizar as áreas de baixo potencial hidrogeológico.

Verificou-se que a maiores profundidades, entre 60 e 100 metros, os sedimentos não têm boa potencialidade hidrogeológica. Isto se deve ao fato de estarem saturados com água salgada, ou por existir grande quantidade de argila.

Os perfis de eletroresistividade mostram os limites laterais dos "Paleocanais" mais elevados, onde as resistividades estão variando entre 20 $\Omega\text{.m}$ e 300 $\Omega\text{.m}$. Entretanto, nos outros "Paleocanais" de baixa elevação, estas resistividades são menores que 6 $\Omega\text{.m}$.

Existe possibilidade de contaminação dos aquíferos rasos, devido à penetração das águas de baixa qualidade dos aquíferos profundos, quando sofrem processos de bombeamento. Por isto, o estudo dinâmico dos aquíferos deve ser feito antes da exploração intensiva.

A resistividade das águas subterrâneas mostra uma relação com a geologia e topografia. Áreas mais elevadas ou com mais areia do que silte e argila apresentam águas com altos valores de resistividade.

A qualidade da água dos poços mais distantes que 100 metros aproximadamente, não sofrem influência do rio, embora a condutividade do mesmo varie muito durante o ano.

5.2 - Problemas e Sugestões para Trabalhos Futuros

É conveniente fazer alguns furos na área para provar ou não o mecanismo da compactação diferencial, para o desnível de alguns "Paleocanais".

Um estudo sobre a hidrodinâmica dos aquíferos é necessário, para determinar os parâmetros hidrodinâmicos como cálculo de vazão, permeabilidade e porosidade, podem ser encarados como trabalhos futuros, com finalidade de se ter um controle das águas destes aquíferos, durante o ano hidrológico:

Os "Paleocanais", principalmente os que se situam na parte Oeste da área, parecem ter sofrido uma migração lateral com o tempo (profundidade), o que pode ser confirmado através de mais furos e de estudos dos sedimentos depositados nesta região.

Estudo interessante pode ser feito sobre a razão da variação da resistividade nos aquíferos rasos, de estação chuvosa para seca, o que implica que duas sondagens elétricas verticais feitas em um mesmo local sofrem mudanças.

Possivelmente existem ligações na subsuperfície entre "Paleocanais" de idades diferentes, que se supõe ocorrer na Fazenda São Lourenço, e a Oeste da Fazenda Conceição. Precisa ser verificada a existência ou não de intercalações de argila entre ou dentro dos "Paleocanais".

Um estudo minucioso sobre as possíveis áreas de recarga

deve ser feito:

a) A primeira são as constituídas por "Paleocanais" em superfície, como é o caso das Fazendas Gavinho, Santo André e Conceição, onde se tem areia em superfície.

b) A segunda são constituídas por "Paleocanais" com cobertura de argila, onde, no fim da estação seca, há muitos riachos favorecendo a percolação das primeiras chuvas, até que o solo fique saturado e estes riachos se fechem.

Finalmente, uma vez escolhidos os locais apropriados das perfurações, deve-se estudar qual a melhor maneira para construir o sistema de captação, isto devido ao problema de inundações durante a estação chuvosa, que pode prejudicar tanto o poço em si, como o sistema de captação propriamente dito.

6. REFERÉNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, G.A., Bahia, R.P. & Rezend, W.M.,(1966) Prospeções Geológicas e Geofísicas executadas pela Petrobrás na Foz do Amazonas; Preceeding of the Seventh Guiana Geological Conference Paramaribo Surinam In: Verhandelingen van het Koninklijk Nederlands Geologisch Mijnboukundig Genodthchap. 27: p. 13-21.
- ASTIER, J.L.,(1975) Geofísica Aplicada La Hidrogeologia. Paraninfo , p. 57-101.
- BATTACHARYA, P.K. & Patra, H.P.,(1968) Direct Current Geoelectric Sounding; principles and interpretations. Amsterdam, Elsevier p. 41-98.
- BRASIL. D.N.P.M. Proj. Radam(1974) Folha 22 Belém; Geologia, Geomorfologia, Solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. 5.
- CUTRIM, E. & Sauck, W.(1978) Condutividade das águas da parte oriental da Ilha e da Baía de Marajó. IN:Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife, Nov.01-07. Resumo, S.B.G. p. 354-55.
- DAEMON, R.F. & Lima, E.C.,(1970) Estudo Bioestratigráfico Preliminar efetuado em sedimentos Cretáceos, Paleocênicos e Neogênicos da Bacia do Marajó em base Palinológica. Belém, Petrobrás, relatório interno, DIREX/RENOR.
- FLATHE, H.,(1955) Five Layer Master Curves for the Hidrogeological Interpretation of Geoelectrical Resistivity Measurements Above a two-storey Aquifer. Geophysics. 3: p. 470-508.
- GHOSH, D.P.,(1971) The Application of Linear filter theory to the direct interpretation of geoelectrical resistivity sounding measurements. Geophysics. 42: p. 192-217.

- HENNIES, Farah, Bilac., (1972) Textos de Laboratório. São Paulo, Universidade de São Paulo.
- INSTITUTO de Desenvolvimento Econômico Social do Pará (IDESPA) (1974) Estudos Integrados da Ilha de Marajó, Relatório
- KELLER, V. Frischknecht, F., (1966) Electrical Methods in Geophysical Prospecting. Oxford, Pergamon Press, p. 90-196.
- KOEFOED, O., Ghosh, D.P. & Polman, G.J., (1972) Computation of type curves for electromagnetic depth sounding with a horizontal transmitting coil by means of a digital linear filter. Geophysical Prospecting. 20: p. 206-420.
- ORGANIZAÇÃO dos Estados Americanos. Departamento de Desenvolvimento Regional. (1974) Marajó-um estudo para o seu desenvolvimento.
- ORELLANA, E. (1972) Prospección Geoelectrical en corrient continua. Madrid, Paraninf. p.137-213.
- RIJO, L.; Pelton, W.H.; Feitosa, E.C. & Ward, S.H., (1974) Interpretation of Apparent Resistivity data from Apodi Valley, Rio Grande do Norte, Brasil. Geophysics. 42(4): p. 811-822.
- SCHALLER, H.; Vasconcelos, D.N. & Castro, J.C., (1971) Estratigrafia Preliminar da foz do Rio Amazonas. In: Cong. SBG, 25, São Paulo. p.189-802.
- TANCREDI, A.C., (1972) Application de La Prospection Electrique à l'étude hidrogéologique da Ilha de Marajó, état du Pará, Brésil; Diplôme Et. sup., Strasbourg, Multig., p. 25.
- ZOHDY, A.A.R., (1965) The auxiliary point method of electrical sounding interpretation and its relationship to the Dar Zarrouk parameters. Geophysics. 30: p. 644-660.

APÊNDICE 1 - Dados de Campo

		SEV-1 (17/8/76)			SEV-2 (19/8/76)			SEV-3 (19/8/76)		
AB / 2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	6,0	260,0	206,0	11,0	20,0	8,7	9,0	23,0	12,1
1,5	0,6	5,4	72,0	150,0	11,5	5,0	4,9	7,7	4,1	6,0
2	0,6	26,5	180,0	139,0	13,5	2,2	3,3	8,3	1,9	4,7
3	0,6	32,4	122,0	175,0	86,0	6,4	3,4	87,0	7,5	4,0
4	0,6	34,0	72,0	176,0	52,0	2,5	4,0	85,0	4,4	4,3
5	0,6	32,0	44,0	178,0	110,0	3,2	3,7	130,0	4,8	4,8
5	2	32,0	160,0	188,0	110,0	12,0	4,1	130,0	18,0	5,2
7	0,6	38,0	25,0	168,0	48,0	1,0	5,3	135,0	3,2	6,0
7	2	38,0	90,0	179,0	48,0	3,0	4,7	135,0	11,0	6,1
10	2	50,0	52,0	162,0	87,0	2,8	5,0	76,0	3,2	6,6
15	2	56,0	23,0	144,0	80,0	1,2	5,3	100,0	2,1	7,3
15	6	56,0	79,0	159,0	80,0	3,8	5,4	100,0	6,4	7,2
20	2	63,0	14,0	139,0	50,0	0,5	5,6	96,0	0,9	5,9
20	6	63,0	48,0	156,0	50,0	1,3	5,3	96,0	2,9	6,1
30	6	125,0	36,0	134,0	130,0	1,5	5,4	125,0	1,25	4,6
40	6	170,0	22,0	108,0	210,0	1,4	5,5	86,0	0,4	3,9
60	6	86,0	2,6	57,0	170,0	0,4	4,4	210,0	0,45	4,0
60	20	86,0	10,5	67,0	170,0	1,55	5,0	212,0	1,4	3,5
80	6	60,0	0,4	19,0	380,0	0,5	4,3	212,0	0,3	3,9
80	20	60,0	1,1	18,0	380,0	1,6	4,1	212,0	0,8	3,4
100	20	100,0	0,6	9,3	300,0	0,7	3,6	320,0	0,7	3,5
140	20	320,0	0,42	4,0	90,0	0,11	3,7	300,0	0,4	4,0
140	60	320,0	1,2	3,6	90,0	0,3	3,2	320,0	1,2	3,5
200	20	300,0	0,2	4,0	420,0	0,28	4,1	548,0	0,4	4,0
200	60	250,0	0,4	3,4	420,0	0,75	3,7	548,0	1,2	4,3
300	60	232,0	0,2	4,0	440,0	0,55	5,8	540,0	0,7	5,6
400	60	310,0	0,2	5,3	420,0	0,35	6,9	460,0	0,4	5,8
500	60	440,0	0,22	6,7	400,0	0,3	9,7	510,0	0,25	6,4

		SEV-4 (19/8/76)			SEV-5 (20/8/76)			SEV-6 (20/8/76)		
AB / 2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	4,6	190,0	196,0	25,0	14,0	2,7	9,5	49,0	24,0
1,5	0,6	4,4	17,0	44,0	37,0	7,9	2,4	13,0	22,0	19,0
2	0,6	4,0	2,4	12,3	47,0	5,6	2,4	12,0	11,8	20,0
3	0,6	21,0	2,0	4,4	47,0	3,0	2,8	8,3	4,7	26,0
4	0,6	25,0	1,0	3,3	600,0	26,0	3,6	13,2	4,8	30,0
5	0,6	32,0	0,6	2,4	560,0	17,0	4,0	6,4	1,8	36,0
5	2	32,0	2,0	2,3	560,0	52,0	3,5	6,5	6,0	34,0
7	0,6	26,0	0,22	2,1	220,0	3,8	4,4	8,2	1,4	44,0
7	2	26,0	0,75	2,1	215,0	11,0	4,0	8,2	5,0	46,0
10	2	23,0	0,3	2,0	740,0	24,0	5,0	5,3	2,6	76,0
15	2	30,0	0,15	1,7	735,0	13,0	6,0	9,5	2,4	89,0
15	6	30,0	0,5	1,8	730,0	44,0	6,8	10,0	7,0	79,0
20	2	42,0	0,12	1,9	750,0	8,0	6,7	11,5	1,6	87,0
20	6	42,0	0,4	2,0	750,0	27,0	7,0	11,5	5,2	93,0
30	6	54,0	0,24	2,0	760,0	14,0	8,7	14,0	2,5	83,0
40	6	170,0	0,42	2,0	740,0	7,8	8,8	9,5	0,75	66,0
60	6	115,0	0,13	2,1	750,0	4,2	10,5	78,0	1,6	38,0
60	20	115,0	0,4	1,9	750,0	13,7	10,0	79,0	6,4	44,0
80	6	360,0	0,2	1,8	700,0	2,0	9,5	87,0	0,55	21,0
80	20	125,0	0,25	1,9	700,0	7,0	9,9	88,0	2,0	22,0
100	20	140,0	0,2	2,2	820,0	4,2	8,0	200,0	1,2	9,0
140	20	140,0	0,13	2,8	670,0	1,2	5,5	460,0	1,4	9,3
140	60	140,0	0,45	3,15	680,0	4,1	6,0	440,0	3,9	8,6
200	20	720,0	0,36	3,1	780,0	0,45	3,6	320,0	0,15	3,0
200	60	720,0	1,2	3,4	790,0	1,6	4,0	320,0	0,5	3,0
300	60	650,0	0,6	4,3	720,0	0,5	3,2	300,0	0,15	2,3
400	60	680,00	0,45	5,5	540,0	0,15	2,3	330,0	0,11	2,7
500	60	440,0	0,4	11,8	540,0	0,08	2,0	460,0	0,12	4,0

		SEV 7 (20/8/76)			SEV 8 (21/8/76)			SEV 9 (24/8/76)		
AB/2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	12,2	180,0	70,0	7,0	480,0	326,0	7,0	220,0	149,0
1,5	0,6	10,5	40,0	43,0	7,3	180,0	279,0	9,2	135,0	165,0
2	0,6	12,5	25,0	41,0	7,1	83,0	240,0	9,4	80,0	174,0
3	0,6	10,0	8,4	39,0	7,8	39,0	233,0	12,0	38,0	147,0
4	0,6	11,2	4,4	33,0	4,0	12,5	260,0	12,0	22,0	152,0
5	0,6	12,0	2,7	29,2	5,4	12,5	300,0	6,8	8,9	160,0
5	2	12,0	8,5	27,0	5,4	48,0	335,0	6,8	26,0	144,0
7	0,6	18,0	2,1	30,0	3,2	4,4	352,0	10,0	6,9	176,0
7	2	18,0	8,0	33,0	3,2	16,0	377,0	10,0	20,0	150,0
10	2	17,0	4,0	37,0	3,8	8,0	328,0	6,9	6,5	146,0
15	2	25,5	3,4	47,0	20,0	14,0	246,0	20,0	8,5	149,0
15	6	25,5	12,0	53,0	22,0	52,0	267,0	20,0	28,0	158,0
20	2	23,0	1,9	51,0	17,5	5,8	208,0	20,0	5,0	156,0
20	6	23,0	5,0	44,0	17,5	20,0	234,0	20,0	16,5	169,0
30	6	20,0	1,6	37,0	20,0	5,9	138,0	23,0	7,0	142,0
40	6	14,0	0,5	30,0	22,0	2,6	98,0	18,0	2,6	120,0
60	6	66,0	0,6	17,0	16,5	0,7	80,0	59,0	2,9	92,0
60	20	66,0	2,0	17,0	16,5	2,4	80,0	59,0	9,0	83,0
80	6	115,0	0,22	6,0	22,0	0,35	53,0	46,0	1,0	72,0
80	20	115,0	0,7	6,0	22,0	1,1	49,0	46,0	3,2	68,0
100	20	115,0	0,35	5,0	28,0	0,5	28,0	42,0	1,3	46,0
140	20	180,0	0,12	2,0	100,0	0,45	13,8	52,0	0,25	14,7
140	60	320,0	0,7	2,0	100,0	1,55	15,0	52,0	0,8	15,0
200	20	300,0	0,1	2,0	105,0	0,11	6,5	120,0	0,11	5,8
200	60	300,0	0,26	1,7	105,0	0,35	6,8	120,0	0,35	5,9
300	60	260,0	0,1	1,8	95,0	0,1	4,9	100,0	0,1	4,7
400	60	500,0	0,12	1,9	120,0	0,05	3,4	110,0	0,05	3,7
500	60	380,0	0,08	2,7	100,0	0,02	2,6	85,0	0,02	3,0

		SEV 10(25/8/76)			SEV 11(25/8/76)			SEV 12(25/8/76)		
AB/2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	7,9	120,0	72,0	4,8	780,0	773,0	34,0	23,0	3,2
1,5	0,6	5,3	16,0	34,0	4,0	360,0	1017,0	26,0	4,6	1,9
2	0,6	4,1	4,6	23,0	4,0	240,0	1230,0	28,0	2,4	1,8
3	0,6	6,4	2,6	19,0	1,0	31,0	1447,0	120,0	3,6	1,4
4	0,6	26,0	5,8	18,0	1,45	25,0	1436,0	190,0	3,0	1,3
5	0,6	8,0	1,22	19,0	2,65	30,0	1471,0	175,0	1,8	1,3
5	2	8,0	3,6	17,0	2,7	96,0	1365,0	175,0	5,8	1,2
7	0,6	39,0	3,8	25,0	3,0	16,0	1365,0	155,0	0,75	1,23
7	2	40,0	13,8	26,0	3,0	58,0	1457,0	155,0	2,7	1,3
10	2	39,0	7,9	32,0	2,35	20,0	1327,0	270,0	2,1	1,2
15	2	56,0	7,2	45,0	8,4	22,0	921,0	300,0	1,1	1,29
15	6	56,0	23,5	47,0	8,4	80,0	1076,0	320,0	4,2	1,48
20	2	81,0	7,4	57,0	9,1	14,0	965,0	250,0	0,7	1,75
20	6	81,0	22,0	56,0	9,1	46,0	1036,0	240,0	1,9	1,6
30	6	220,0	36,0	76,0	8,2	13,0	740,0	380,0	1,25	1,53
40	6	460,0	44,0	80,0	11,5	7,8	565,0	260,0	0,45	1,44
60	6	170,0	7,4	82,0	11,5	1,8	294,0	350,0	0,35	1,88
60	20	170,0	23,0	74,0	11,5	7,7	368,0	342,0	1,15	1,84
80	6	130,0	2,6	67,0	11,0	0,8	243,0	160,0	0,1	2,0
80	20	130,0	8,8	67,0	11,0	2,2	198,0	160,0	0,35	2,0
100	20	174,0	6,2	55,0	15,0	8,85	88,0	220,0	0,3	2,0
140	20	240,0	2,6	33,0	32,0	0,4	43,0	280,0	0,18	1,9
140	60	240,0	8,0	33,0	32,0	0,4	37,0	280,0	0,6	2,0
200	20	300,0	0,8	17,0	62,0	0,1	10,0	220,0	0,1	2,8
200	60	300,0	2,3	15,7	62,0	0,4	14,0	220,0	0,35	3,0
300	60	200,0	0,2	4,7	50,0	0,09	8,0	480,0	0,3	3,0
400	60	198,0	0,1	4,2	43,0	0,09	17,0	305,0	0,15	4,0
500	60	120,0	0,05	5,4	47,0	0,09	25,0	230,0	0,09	5,0

		SEV 13 (26/8/76)			SEV 14 (26/8/76)			SEV 15 (27/8/76)		
AB / 2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	3,4	640,0	896,0	21,0	18,0	4,0	20,0	37,0	8,8
1,5	0,6	4,2	240,0	645,0	14,0	3,2	2,6	16,0	7,8	5,5
2	0,6	3,8	90,0	485,0	16,0	1,6	2,0	28,0	5,0	5,7
3	0,6	3,8	21,0	258,0	100,0	4,8	2,2	21,0	2,9	6,44
4	0,6	3,8	8,0	175,0	190,0	5,6	2,4	22,0	2,2	8,3
5	0,6	5,4	6,2	149,0	230,0	4,7	2,6	18,0	1,2	8,6
5	2	5,4	21,0	146,0	230,0	15,0	2,5	18,0	3,8	7,9
7	0,6	6,7	3,1	118,0	140,0	1,4	2,5	18,0	0,7	9,9
7	2	6,7	11,5	129,0	140,0	4,6	2,47	18,0	2,4	10,0
10	2	4,5	3,2	110,0	120,0	2,6	3,4	26,0	2,2	13,2
15	2	24,0	5,5	80,0	230,0	2,8	4,2	29,0	1,2	14,5
15	6	24,0	18,0	84,0	230,0	9,0	4,4	29,0	4,0	15,5
20	2	34,0	3,9	71,0	160,0	1,3	5,0	19,0	0,5	16,5
20	6	34,0	12,0	72,0	160,0	4,0	5,1	19,0	1,6	17,2
30	6	24,0	2,2	42,0	180,0	2,7	7,0	150,0	4,8	14,9
40	6	32,0	0,75	19,5	260,0	3,4	7,6	270,0	4,0	12,3
60	6	31,0	0,15	9,0	180,0	0,7	7,3	105,0	0,45	8,0
60	20	31,0	0,5	8,8	180,0	2,1	6,4	105,0	2,0	10,0
80	6	80,0	0,09	3,9	560,0	1,3	7,7	140,0	0,26	6,2
80	20	80,0	0,3	3,7	560,0	4,2	7,4	95,0	0,55	5,7
100	20	69,0	0,15	3,3	190,0	8,85	6,9	230,0	0,6	4,0
140	20	60,0	0,08	4,0	370,0	8,85	7,0	145,0	0,1	2,1
140	60	60,0	0,28	4,5	370,0	2,6	6,8	145,0	0,3	2,0
200	20	115,0	0,08	4,3	330,0	0,3	5,7	580,0	0,18	1,9
200	60	115,0	0,26	4,6	330,0	1,0	6,2	580,0	0,5	1,8
300	60	120,0	0,15	5,8	380,0	0,3	3,6	290,0	0,1	1,6
400	60	135,0	0,11	6,1	290,0	0,12	3,4	280,0	0,05	1,5
500	60	110,0	0,7	8,2	470,0	0,15	4,1	290,0	0,04	1,7

		SEV 16(27/8/76)			SEV 17(27/8/76)			SEV 18(26/8/76)		
AB/2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	11,0	19,0	8,2	15,0	220,0	69,8	24,0	20,0	3,9
1,5	0,6	13,0	7,0	6,0	13,0	56,0	48,0	30,0	9,0	3,3
2	0,6	9,0	2,6	5,9	19,0	40,0	43,0	18,0	3,4	3,8
3	0,6	9,0	1,3	6,7	14,0	8,0	26,0	20,0	1,3	3,0
4	0,6	12,5	1,3	8,6	13,0	3,8	24,0	100,0	4,6	3,8
5	0,6	21,0	1,6	9,9	15,0	2,2	19,0	95,0	2,8	3,8
5	2	21,0	4,8	8,6	15,0	7,0	17,0	95,0	11,0	4,0
7	0,6	22,0	0,8	9,3	56,0	4,0	18,0	105,0	2,1	5,12
7	2	22,0	3,0	10,2	56,0	13,0	17,5	105,0	6,4	4,5
10	2	23,0	1,4	9,4	58,0	7,5	20,0	99,0	3,0	4,8
15	2	10,0	0,3	10,5	120,0	7,4	21,0	170,0	2,7	5,5
15	6	10,0	0,9	10,0	120,0	26,0	24,0	170,0	8,5	5,6
20	2	40,0	0,6	9,4	100,0	3,8	23,8	140,0	1,3	5,8
20	6	40,0	2,0	10,2	100,0	12,0	20,6	140,0	4,2	6,15
30	6	200,0	4,0	9,3	46,0	2,2	22,3	280,0	3,8	6,3
40	6	260,0	2,6	8,3	80,0	1,0	10,4	150,0	1,0	5,5
60	6	130,0	0,4	6,7	120,0	0,4	6,2	370,0	1,0	5,0
60	20	130,0	1,4	5,9	120,0	1,2	5,5	370,0	3,2	4,8
80	6	240,0	0,2	2,7	140,0	0,15	3,5	90,0	0,12	4,45
80	20	240,0	0,7	2,8	140,0	0,5	3,5	90,0	0,4	4,4
100	20	380,0	0,55	2,25	150,0	0,3	3,1	700,0	1,7	3,7
140	20	490,0	0,3	1,87	120,0	0,12	3,0	400,0	0,5	4,2
140	60	490,0	0,95	1,9	120,0	0,4	3,2	380,0	1,8	4,6
200	20	600,0	0,2	2,0	250,0	0,13	3,2	450,0	0,45	6,2
200	60	600,0	0,6	2,0	250,0	0,4	3,28	450,0	1,3	5,9
300	60	680,0	0,3	2,0	300,0	0,2	3,1	380,0	0,7	8,6
400	60	720,0	0,2	2,3	320,0	0,15	3,9	220,0	0,25	9,46
500	60	500,0	0,1	2,6	340,0	0,15	5,7	320,0	0,22	8,9

		SEV 19 (26/8/76)			SEV 20 (27/8/76)			SEV 21 (28/8/76)		
AB / 2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	11,5	78,0	32,0	16,0	6,0	1,78	5,2	31,0	283,0
1,5	0,6	11,5	38,0	37,3	22,0	2,2	1,13	18,0	52,0	326,0
2	0,6	11,0	24,0	47,7	120,0	5,6	0,95	32,0	60,0	384,0
3	0,6	12,5	14,0	52,0	145,0	2,7	8,86	120,0	100,0	388,0
4	0,6	16,5	13,2	66,0	300,0	3,8	1,05	83,0	190,0	190,0
5	0,6	16,2	9,0	72,0	420,0	2,6	1,22	100,0	66,0	85,7
5	2	16,0	32,0	75,0	420,0	14,0	1,25	100,0	190,0	71,7
7	0,6	12,0	4,0	85,0	420,0	2,0	1,21	50,0	13,0	66,0
7	2	12,0	14,0	87,0	420,0	6,8	1,22	50,0	40,0	60,0
10	2	9,0	5,6	97,0	400,0	3,0	1,17	145,0	60,0	60,5
15	2	9,5	3,0	111,0	420,0	1,4	1,17	56,0	12,0	75,5
15	6	9,5	10,0	118,0	420,0	4,2	1,13	135,0	85,0	71,2
20	2	11,0	2,4	136,0	620,0	1,1	1,11	60,0	8,0	83,5
20	6	11,0	7,6	141,0	620,0	3,6	1,19	60,0	22,0	75,4
30	6	50,0	13,0	121,0	540,0	1,6	1,38	170,0	30,0	82,0
40	6	43,0	5,0	96,0	420,0	0,85	1,68	210,0	20,0	79,0
60	6	110,0	3,6	61,0	540,0	0,7	2,43	190,0	6,6	65,4
60	20	110,0	12,0	60,0	540,0	2,4	2,44	190,0	22,0	63,5
80	6	120,0	1,5	41,7	720,0	0,55	2,55	208,0	3,0	48,5
80	20	120,0	4,4	36,0	720,0	2,3	3,16	208,0	10,0	47,5
100	20	60,0	0,75	19,5	600,0	1,4	3,6	105,0	2,5	37,4
140	20	120,0	0,26	6,6	450,0	0,55	3,74	190,0	1,1	17,7
140	60	120,0	0,85	6,9	450,0	1,8	3,92	190,0	3,2	16,5
200	20	100,0	0,1	6,2	730,0	0,45	3,86	400,0	0,45	7,05
200	60	100,0	0,3	6,1	730,0	1,4	3,93	400,0	1,3	6,6
300	60	100,0	0,15	7,0	690,0	0,7	4,76	260,0	0,25	4,48
400	60	230,0	0,2	7,2	650,0	0,4	5,12	320,0	0,17	4,4
500	60	200,0	0,2	7,8	790,0	0,3	4,93	470,0	0,15	4,15

		SEV 22(28/8/76)			SEV 23(28/8/76)			SEV24(29/8/76)		
AB / 2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	13,0	9,5	3,47	19,0	54,0	13,5	16,0	15,0	4,45
1,5	0,6	25,0	8,0	3,62	14,0	12,5	10,0	320,0	72,0	2,77
2	0,6	13,0	2,3	3,62	12,0	5,6	9,55	320,0	39,0	2,5
3	0,6	260,0	19,0	3,40	11,5	2,5	10,15	260,0	11,0	1,97
4	0,6	140,0	6,0	3,57	18,0	2,4	11,1	280,0	6,0	1,78
5	0,6	180,0	5,0	3,6	18,0	1,5	10,8	280,0	3,4	1,58
5	2	180,0	19,0	3,98	17,0	4,0	8,8	280,0	11,0	1,48
7	0,6	130,0	2,5	4,92	18,0	0,6	9,2	260,0	1,8	1,77
7	2	130,0	8,2	4,75	18,0	2,0	8,39	260,0	5,2	1,51
10	2	320,0	10,5	5,12	83,0	4,8	9,0	370,0	2,9	1,22
15	2	420,0	6,5	5,52	130,0	2,8	7,58	300,0	0,9	1,05
15	6	420,0	21,0	5,8.	130,0	8,0	6,95	300,0	3,0	1,13
20	2	180,0	1,6	5,55	180,0	1,5	5,22	430,0	0,75	1,09
20	6	180,0	5,4	6,15	180,0	4,0	4,56	430,0	2,5	1,19
30	6	420,0	5,2	5,78	200,0	1,65	3,85	660,0	1,8	1,27
40	6	210,0	1,4	5,55	190,0	0,8	3,55	440,0	0,7	1,32
60	6	260,0	0,6	4,35	190,0	0,38	3,75	760,0	0,7	1,73
60	20	260,0	2,2	4,65	190,0	1,2	3,48	760,0	2,4	1,74
80	6	270,0	0,4	4,95	360,0	0,4	4,7	640,0	0,4	2,34
80	20	270,0	1,2	4,39	360,0	1,4	3,85	640,0	1,5	2,31
100	20	500,0	1,5	4,68	580,0	1,6	4,45	720,0	1,3	2,79
140	20	340,0	0,5	4,5	680,0	1,1	4,95	600,0	0,6	3,06
140	60	340,0	1,6	4,63	680,0	3,0	4,3	600,0	2,0	3,29
200	20	340,0	0,3	5,54	360,0	0,35	6,1	590,0	0,35	7,71
200	60	340,0	1,0	6,0	360,0	1,2	6,84	590,0	1,2	4,17
300	60	340,0	0,5	6,75	290,0	0,5	8,0	850,0	1,0	5,5
400	60	420,0	0,35	6,95	340,0	0,35	8,6	640,0	0,5	6,5
500	60	450,0	0,25	7,23	450,0	0,35	10,0	630,0	0,3	6,18

		SEV 25(29/8/76)			SEV 26(29/8/76)			SEV 27(20/10/76)		
AB/2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	4,0	52,0	61,8	160,0	100,0	2,97	29,0	22,0	3,61
1,5	0,6	2,7	17,0	71,1	237,0	44,0	2,1	31,0	10,0	3,64
2	0,6	6,3	24,0	78,0	200,0	20,0	2,0	309,0	54,0	3,58
3	0,6	12,0	22,0	85,6	160,0	7,4	2,1	340,0	27,0	3,7
4	0,6	11,0	11,0	83,3	180,0	4,8	2,2	200,0	10,0	4,16
5	0,6	10,0	6,5	84,5	260,0	4,0	2,0	190,0	6,4	4,37
5	2	10,0	24,0	90,5	260,0	12,5	1,82	190,0	24,0	4,76
7	0,6	32,0	8,5	68,0	310,0	2,5	2,06	275,0	5,5	5,12
7	2	32,0	28,0	66,0	310,0	8,0	1,94	275,0	18,0	4,93
10	2	94,0	40,0	66,0	250,0	3,2	1,96	210,0	6,6	4,9
15	2	88,0	13,0	52,0	180,0	1,0	1,95	115,0	1,4	4,28
15	6	88,0	40,0	51,0	180,0	3,1	1,94	115,0	4,6	4,52
20	2	120,0	7,8	40,7	250,0	0,75	1,88	130,0	0,85	4,0
20	6	120,0	25,0	39,4	250,0	2,4	1,97	130,0	2,6	4,1
30	6	65,0	3,3	23,7	650,0	2,7	1,94	300,0	1,8	2,8
40	6	55,0	0,9	3,6	750,0	2,0	2,21	400,0	1,2	2,49
60	6	210,0	0,77	6,9	770,0	1,2	2,87	350,0	0,55	2,95
60	20	210,0	2,5	6,5	770,0	3,9	2,79	350,0	1,8	2,82
80	6	245,0	0,22	3,0	700,0	0,6	2,87	420,0	0,37	2,94
80	20	245,0	0,7	2,82	700,0	2,0	2,83	420,0	1,2	2,82
100	20	420,0	0,7	2,6	487,0	1,0	3,2	300,0	0,5	2,6
140	20	390,0	0,38	2,98	400,0	0,55	4,21	240,0	0,25	3,1
140	60	390,0	1,2	3,0	420,0	1,8	4,2	240,0	0,9	3,67
200	20	200,0	0,15	4,7	360,0	0,28	4,88	280,0	0,15	3,35
200	60	200,0	0,45	4,6	360,0	0,85	4,84	280,0	0,5	3,66
300	60	620,0	0,9	6,7	400,0	0,5	5,83	380,0	0,4	4,98
400	60	66,0	0,08	10,0	340,0	0,3	7,35	480,0	0,3	5,2
500	60	100,0	0,12	15,6	330,0	0,2	7,9	300,0	0,1	4,33

		SEV 28(22/10/76)			SEV 29(23/10/76)			SEV 30(23/10/76)		
AB/2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	300,0	170,0	2,6	53,0	27,0	2,4	14,5	52,0	17,0
1,5	0,6	180,0	40,0	2,51	50,0	8,2	1,85	14,3	14,2	11,2
2	0,6	400,0	46,0	2,35	51,0	4,5	1,8	6,3	1,7	5,5
3	0,6	190,0	8,0	1,96	47,5	1,6	1,57	7,5	0,55	3,42
4	0,6	240,0	5,5	1,9	54,0	8,85	1,31	42,0	1,0	1,98
5	0,6	220,0	3,2	1,89	55,0	0,5	1,18	59,0	0,55	1,21
5	2	220,0	11,0	1,88	55,0	1,52	1,04	59,0	1,8	1,15
7	0,6	180,0	1,1	1,56	50,0	0,2	1,02	86,0	0,3	0,89
7	2	180,0	3,6	1,5	50,0	0,62	0,93	86,0	1,0	0,87
10	2	230,0	2,0	1,35	246,0	1,4	0,88	172,0	0,75	0,68
15	2	350,0	1,3	1,3	245,0	0,51	0,73	400,0	0,68	0,60
15	6	350,0	4,0	1,29	245,0	1,72	0,79	400,0	2,2	0,62
20	2	390,0	0,75	1,2	330,0	0,45	0,85	335,0	0,3	0,56
20	6	390,0	2,4	1,26	330,0	1,4	0,86	335,0	0,95	0,58
30	6	490,0	1,4	1,33	175,0	0,3	0,80	500,0	0,67	0,62
40	6	720,0	1,5	1,73	53,0	0,05	0,78	172,0	0,15	0,72
60	6	760,0	1,0	2,47	57,0	---	---	280,0	0,13	0,87
60	20	760,0	3,2	2,31	57,0	0,08	0,77	280,0	0,42	0,82
80	6	660,0	0,5	2,53	53,0	---	---	300,0	0,07	0,77
80	20	660,0	1,6	2,4	53,0	0,06	1,12	300,0	0,25	0,82
100	20	760,0	1,4	2,87	180,0	0,2	1,7	155,0	0,08	0,8
140	20	650,0	0,75	3,53	390,0	0,2	1,56	240,0	0,1	1,27
140	60	650,0	2,5	3,76	390,0	0,6	1,5	240,0	0,3	1,22
200	20	520,0	0,35	4,22	390,0	0,12	1,92	320,0	0,08	1,56
200	60	520,0	1,2	4,73	390,0	0,35	1,84	320,0	0,25	1,6
300	60	400,0	0,5	5,83	640,0	0,3	2,18	420,0	0,17	1,89
400	60	680,0	0,65	7,96	570,0	0,2	2,92	430,0	0,1	1,93
500	60	700,0	0,5	9,28	330,0	0,1	3,93	510,0	0,08	2,03

		SEV 31(23/10/76)			SEV 32(22/10/76)			SEV 33(22/10/76)		
AB/2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	4,9	2,7	2,62	15,5	17,0	5,22	9,2	42,0	21,7
1,5	0,6	11,7	2,6	2,51	16,0	6,8	4,8	8,0	20,0	28,2
2	0,6	10,2	1,0	2,0	18,0	3,5	3,98	15,5	23,0	30,4
3	0,6	1,4	0,55	1,83	22,0	1,6	3,39	7,6	5,4	33,8
4	0,6	20,5	0,4	1,62	43,0	1,4	2,71	5,8	2,6	37,3
5	0,6	27,3	0,35	1,66	45,0	0,8	2,31	10,5	3,4	42,0
5	2	27,3	1,2	1,65	45,0	2,6	2,17	10,5	10,0	36,0
7	0,6	43,0	0,25	1,48	47,0	0,4	2,17	14,0	2,2	40,0
7	2	43,0	0,85	1,49	47,0	1,4	2,24	14,0	6,8	36,0
10	2	46,0	0,4	1,35	56,0	0,75	2,08	17,0	4,0	36,0
15	2	65,0	0,25	1,35	80,0	0,45	1,98	18,0	2,0	39,0
15	6	65,0	0,8	1,39	80,0	1,4	1,97	18,0	6,5	40,0
20	2	77,0	0,15	1,22	140,0	0,4	1,79	20,0	1,3	40,7
20	6	77,0	0,45	1,19	140,0	1,3	1,9	20,0	4,2	43,0
30	6	280,0	0,6	1,0	160,0	0,6	1,75	118,0	8,2	32,4
40	6	142,0	0,17	0,99	155,0	0,3	1,61	99,0	2,6	21,8
60	6	640,0	0,35	1,02	260,0	0,25	1,8	360,0	2,5	13,0
60	20	640,0	1,2	1,03	260,0	0,8	1,7	360,0	7,2	11,0
80	6	175,0	0,06	1,14	330,0	0,18	1,82	320,0	0,65	6,78
80	20	175,0	0,2	1,13	330,0	0,6	1,8	320,0	2,0	6,18
100	20	750,0	0,6	1,24	420,0	0,55	2,04	280,0	0,85	4,73
140	20	390,0	0,21	1,64	460,0	0,4	2,66	240,0	0,25	3,18
140	60	390,0	0,7	1,75	460,0	1,2	2,55	240,0	0,8	3,26
200	20	450,0	0,13	1,81	510,0	0,25	3,07	370,0	0,3	5,08
200	60	450,0	0,4	1,82	510,0	0,75	3,01	370,0	0,9	4,9
300	60	141,0	0,06	1,98	490,0	0,35	3,33	200,0	0,32	7,47
400	60	610,0	0,15	2,04	590,0	0,26	3,52	340,0	0,35	8,57
500	60	528,0	0,1	2,46	610,0	0,15	3,19	140,0	0,1	9,28

		SEV 34 (24/10/76)			SEV 35 (24/10/76)			SEV 36 (24/10/76)		
AB / 2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	1,6	105,0	312,0	24,0	22,0	4,37	54,0	21,0	1,85
1,5	0,6	0,6	22,0	414,0	180,0	54,0	3,38	53,0	6,2	1,32
2	0,6	0,4	7,8	358,0	220,0	32,0	2,98	55,0	3,1	1,15
3	0,6	1,0	5,0	233,0	105,0	6,4	2,84	55,0	1,0	0,85
4	0,6	5,1	11,5	187,0	78,0	2,5	2,67	175,0	1,8	0,85
5	0,6	5,2	6,4	160,0	77,0	1,0	1,69	54,0	0,3	0,72
5	2	5,2	22,0	159,0	77,0	2,9	1,44	54,0	1,0	0,69
7	0,6	3,8	2,1	141,0	120,0	0,62	1,34	52,0	0,12	0,59
7	2	3,8	6,8	134,0	120,0	2,0	1,25	52,0	0,4	0,58
10	2	2,3	1,6	108,0	145,0	1,0	1,07	51,5	0,15	0,45
15	2	6,8	1,3	67,0	210,0	0,7	1,17	680,0	1,2	0,62
15	6	7,3	4,4	68,0	210,0	1,8	1,02	690,0	3,9	0,63
20	2	9,8	0,55	35,0	162,0	0,3	1,16	240,0	0,25	0,65
20	6	9,8	1,8	37,0	162,0	1,0	1,27	240,0	0,8	0,68
30	6	24,0	0,7	13,6	170,0	0,45	1,23	233,0	0,2	0,4
40	6	140,0	1,1	6,5	130,0	0,2	1,28	330,0	0,12	0,3
60	6	125,0	0,22	3,3	410,0	0,4	1,83	920,0	0,13	0,26
60	20	125,0	0,7	3,0	410,0	1,3	1,74	920,0	0,45	0,26
80	6	135,0	0,1	2,47	510,0	0,32	2,09	480,0	0,04	0,27
80	20	135,0	0,3	2,2	510,0	1,1	2,14	480,0	0,12	0,24
100	20	195,0	0,25	2,0	620,0	1,0	2,5	510,0	0,1	0,3
140	20	320,0	0,23	2,19	320,0	0,3	2,85	245,0	0,03	0,37
140	60	320,0	0,7	2,1	320,0	1,0	3,06	245,0	0,1	0,4
200	20	340,0	0,17	3,13	110,0	0,7	4,0	870,0	0,07	0,50
200	60	340,0	0,55	3,31	110,0	0,2	3,74	870,0	0,2	0,47
300	60	250,0	0,22	4,1	230,0	0,2	4,05	460,0	0,06	0,6
400	60	200,0	0,18	7,49	460,0	0,25	4,5	370,0	0,04	0,9
500	60	140,0	0,1	9,2	460,0	0,22	6,2	900,0	0,06	0,86

		SEV 37 (25/10/76)			SEV 38 (25/10/76)			SEV 39 (26/10/76)		
AB/2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	10,5	12,0	5,44	19,0	13,5	3,38	22,0	30,0	6,49
1,5	0,6	21,5	10,0	5,25	28,0	6,0	2,42	23,0	9,5	4,66
2	0,6	50,0	10,0	4,1	1,0	0,75	1,53	22,0	3,8	3,54
3	0,6	44,0	3,0	3,18	52,0	1,4	1,25	24,0	1,5	2,91
4	0,6	45,0	1,0	1,85	30,0	0,45	1,24	43,0	1,2	2,32
5	0,6	44,0	0,5	1,47	30,0	3,0	1,3	110,0	1,8	2,12
5	2	44,0	17,0	1,45	30,0	1,0	1,25	110,0	6,0	2,05
7	0,6	45,0	0,25	1,42	30,0	0,13	1,1	120,0	1,0	2,13
7	2	45,0	0,8	1,34	30,0	0,4	1,0	120,0	3,2	2,01
10	2	215,0	1,4	1,01	65,0	0,43	1,03	145,0	2,0	2,15
15	2	220,0	8,85	1,36	230,0	0,7	1,07	175,0	1,0	2,01
15	6	220,0	2,4	1,23	230,0	2,1	1,03	175,0	3,3	2,13
20	2	145,0	0,22	0,95	160,0	0,23	0,90	186,0	0,6	2,02
20	6	145,0	0,7	0,98	160,0	0,7	0,89	186,0	1,9	2,09
30	6	300,0	0,6	0,93	290,0	0,55	0,88	248,0	1,0	1,88
40	6	450,0	0,5	0,92	330,0	0,35	0,88	295,0	0,6	1,69
60	6	540,0	0,3	1,04	630,0	0,3	0,89	365,0	0,3	1,54
60	20	540,0	1,0	1,0	630,0	1,2	1,04	365,0	1,0	1,5
80	6	200,0	0,6	1,0	490,0	0,15	1,02	570,0	0,3	1,75
80	20	200,0	0,2	0,99	490,0	0,45	0,90	570,0	0,95	1,65
100	20	310,0	0,2	1,0	350,0	0,25	1,11	630,0	0,8	1,98
140	20	360,0	0,15	1,27	320,0	0,15	1,43	590,0	0,4	2,07
140	60	360,0	0,45	1,22	320,0	0,45	1,37	590,0	1,3	2,15
200	20	490,0	0,1	1,28	440,0	0,15	2,13	610,0	0,25	2,56
200	60	490,0	0,3	1,25	440,0	0,45	2,09	610,0	0,8	2,68
300	60	520,0	0,15	1,34	285,0	0,15	2,45	735,0	0,5	3,17
400	60	610,0	0,1	1,36	420,0	0,12	2,38	830,0	0,35	3,51
500	60	590,0	0,07	1,54	390,0	0,07	2,33	875,0	0,25	3,75

		SEV 40(12/8/77)			SEV 41(12/8/77)			SEV 42(14/8/77)		
AB / m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	95,0	62,0	3,1	20,0	16,0	3,8	60,0	26,0	2,06
1,5	0,6	360,0	74,0	2,41	300,0	85,0	3,57	90,0	13,0	1,67
2	0,6	230,0	24,0	2,13	270,0	39,0	2,96	28,0	1,6	1,17
3	0,6	290,0	12,0	1,93	340,0	16,0	2,17	42,5	1,0	1,1
4	0,6	250,0	6,0	1,99	280,0	7,5	2,23	51,0	0,7	1,14
5	0,6	350,0	5,4	2,0	220,0	3,5	2,0	71,0	0,7	1,28
5	2	350,0	17,5	1,88	220,0	15,0	2,57	68,0	1,9	1,05
7	0,6	230,0	1,6	1,78	190,0	2,1	2,82	175,0	1,1	1,61
7	2	230,0	5,5	1,8	190,0	6,0	2,38	175,0	3,0	1,29
10	2	200,0	2,2	1,71	240,0	4,0	2,6	400,0	3,7	1,44
15	2	580,0	2,6	1,57	400,0	3,2	2,81	460,0	2,0	1,53
15	6	580,0	8,8	1,71	400,0	10,5	2,96	460,0	6,0	1,47
20	2	380,0	1,15	1,89	320,0	1,52	2,97	480,0	1,5	1,96
20	6	380,0	3,7	1,99	320,0	5,0	3,2	480,0	4,4	1,88
30	6	300,0	1,2	1,86	370,0	2,4	3,02	340,0	1,4	1,92
40	6	420,0	0,9	1,78	500,0	1,8	3,0	200,0	0,4	1,66
60	6	510,0	0,45	1,65	600,0	1,0	3,13	560,0	0,4	1,34
60	20	510,0	1,4	1,5	600,0	3,2	2,93	560,0	1,8	1,77
80	6	510,0	0,3	1,96	460,0	0,45	3,26	600,0	0,3	1,67
80	20	510,0	0,95	1,84	460,0	1,4	3,0	600,0	1,0	1,64
100	20	400,0	0,58	2,26	390,0	0,8	3,2	360,0	0,32	1,39
140	20	600,0	0,43	2,2	420,0	0,55	4,0	420,0	0,18	1,31
140	60	600,0	1,4	2,28	420,0	1,8	4,2	420,0	0,5	1,17
200	20	580,0	0,21	2,27	460,0	0,3	4,0	400,0	0,1	1,57
200	60	580,0	0,65	2,29	460,0	1,0	4,45	400,0	0,3	1,54
300	60	550,0	0,4	3,39	480,0	0,5	4,86	290,0	0,12	1,93
400	60	470,0	0,25	4,43	360,0	0,3	6,94	420,0	0,15	2,98
500	60	620,0	0,2	4,19	460,0	0,25	7,0	---	---	---

		SEV 43(16/10/77)			SEV 44(17/10/77)			SEV 45(17/10/77)		
AB/2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	55,0	70,0	6,05	47,0	100,0	10,1	44,0	96,0	10,38
1,5	0,6	56,0	30,0	6,05	47,0	51,0	12,2	44,0	44,0	11,3
2	0,6	59,0	16,0	5,5	53,0	30,0	11,3	45,0	28,2	12,8
3	0,6	49,0	5,0	4,75	51,0	10,0	9,15	44,0	12,0	12,7
4	0,6	45,0	2,4	4,44	52,0	5,0	8,0	46,0	7,3	13,2
5	0,6	33,0	1,1	4,33	55,0	3,0	7,09	46,0	4,6	13,0
5	2	33,0	3,5	3,99	55,0	10,0	6,85	46,0	14,0	11,4
7	0,6	40,0	0,6	3,84	57,0	1,3	5,83	48,0	2,3	12,2
7	2	40,0	2,0	3,77	57,0	4,2	5,55	48,0	7,0	10,9
10	2	42,0	1,0	3,71	68,0	2,3	5,27	48,0	3,4	11,05
15	2	46,0	0,5	3,82	72,0	1,0	4,88	48,0	1,2	8,8
15	6	46,0	1,7	4,17	72,0	3,3	5,17	48,0	4,2	9,88
20	2	66,0	0,4	3,8	132,0	1,1	5,22	47,0	0,6	8,0
20	6	66,0	1,25	3,88	132,0	3,5	5,43	47,0	2,0	8,72
30	6	105,0	0,95	4,22	220,0	2,6	5,51	47,0	0,62	6,16
40	6	115,0	0,6	4,34	245,0	1,7	5,78	460,0	3,0	5,43
60	6	130,0	0,3	4,33	325,0	1,1	6,36	300,0	0,7	4,38
60	20	130,0	1,1	4,65	325,0	3,6	6,09	300,0	2,3	4,21
80	6	185,0	0,27	4,87	445,0	0,9	6,75	480,0	0,6	4,17
80	20	185,0	0,9	4,81	445,0	3,1	6,09	480,0	2,0	4,12
100	20	215,0	0,8	5,8	550,0	2,5	7,09	560,0	1,3	3,62
140	20	280,0	0,55	6,01	640,0	1,8	8,6	560,0	0,6	3,27
140	60	280,0	1,8	6,3	640,0	6,0	9,18	560,0	1,7	2,97
200	20	295,0	0,3	6,37	630,0	0,9	8,95	610,0	0,28	2,87
200	60	295,0	1,0	6,94	630,0	2,9	9,43	610,0	0,8	2,68
300	60	365,0	1,6	7,67	460,0	0,8	8,12	900,0	0,55	2,85
400	60	410,0	0,4	8,12	490,0	0,45	7,65	720,0	0,25	2,89
500	60	660,0	0,4	7,87	720,0	0,4	7,22	910,0	0,2	2,85

		SEV 46(17/8/77)			SEV 47(18/8/77)			SEV 48(18/8/77)		
AB / 2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	15,0	18,5	5,87	200,0	120,0	2,85	105,0	22,0	0,99
1,5	0,6	15,5	6,0	4,32	590,0	130,0	2,49	70,0	6,0	0,8
2	0,6	17,0	2,2	2,65	400,0	48,0	2,46	220,0	8,5	0,79
3	0,6	19,0	0,8	1,96	360,0	19,0	2,46	170,0	3,0	0,82
4	0,6	65,0	1,2	1,53	470,0	12,5	2,21	220,0	2,2	0,83
5	0,6	55,0	0,55	1,3	418,0	6,7	2,08	320,0	2,0	0,81
5	2	55,0	1,8	1,23	418,0	20,0	1,8	320,0	15,0	1,47
7	0,6	61,0	0,30	1,25	440,0	3,0	1,74	280,0	2,1	1,94
7	2	61,0	1,0	1,23	440,0	10,0	1,71	280,0	3,4	0,91
10	2	75,0	0,6	1,24	500,0	5,2	1,62	225,0	3,2	1,95
15	2	78,0	0,3	1,35	480,0	1,9	1,39	230,0	1,1	1,68
15	6	78,0	1,0	1,44	480,0	6,0	1,41	230,0	3,9	1,91
20	2	81,0	0,2	1,54	680,0	1,6	1,48	350,0	1,0	1,79
20	6	81,0	0,6	1,51	680,0	5,2	1,57	350,0	3,2	1,87
30	6	345,0	1,2	1,62	760,0	2,6	1,6	260,0	1,1	1,97
40	6	377,0	0,9	1,98	540,0	1,0	1,56	540,0	1,2	1,85
60	6	390,0	0,45	2,16	680,0	0,6	1,66	518,0	0,6	2,17
60	20	390,0	1,5	2,11	680,0	1,9	1,54	518,0	1,8	1,91
80	6	530,0	0,35	2,2	400,0	0,2	1,67	510,0	0,3	1,96
80	20	530,0	1,1	2,05	400,0	0,65	1,61	510,0	0,9	1,74
100	20	570,0	0,8	2,18	480,0	0,5	1,62	480,0	0,5	1,63
140	20	625,0	0,4	1,95	690,0	0,55	2,44	358,0	0,2	1,7
140	60	625,0	1,3	2,3	690,0	1,7	2,42	358,0	0,65	1,77
200	20	630,0	0,2	1,99	440,0	0,2	2,85	670,0	0,26	2,47
200	60	630,0	0,62	2,01	440,0	0,62	2,89	670,0	0,8	2,48
300	60	760,0	0,3	1,84	400,0	0,35	4,08	680,0	0,4	2,74
400	60	870,0	0,2	1,91	460,0	0,26	4,7	638,0	0,26	3,39
500	60	950,0	0,12	1,64	730,0	0,28	4,98	600,0	0,22	4,76

		SEV-49(12/10/77)			SEV-50(12/10/77)			SEV-51(14/10/77)		
AB/2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m
1	0,6	36,0	40,0	5,28	34,0	56,0	7,84	41,0	65,0	7,5
1,5	0,6	38,0	15,0	4,46	20,0	13,1	7,4	38,0	28,0	8,32
2	0,6	42,0	8,0	3,9	20,5	6,3	6,3	32,0	14,0	8,9
3	0,6	44,0	2,9	3,0	27,5	3,9	6,62	33,0	8,5	12,0
4	0,6	56,0	1,85	2,75	28,0	2,65	7,88	29,0	6,5	18,7
5	0,6	58,0	1,2	2,68	26,0	1,9	9,5	22,0	4,0	23,6
5	2	58,0	3,8	2,47	26,0	6,9	10,0	22,0	12,0	20,5
7	0,6	60,0	0,6	2,56	30,0	1,8	15,3	35,0	3,8	27,8
7	2	60,0	2,0	2,5	30,0	5,6	14,0	35,0	11,0	23,6
10	2	78,0	1,3	2,6	29,0	3,2	17,2	42,0	6,4	23,7
15	2	88,0	0,8	3,2	35,0	1,8	18,1	36,0	2,2	21,5
15	6	88,0	2,6	3,3	35,0	6,0	19,3	36,0	6,8	21,3
20	2	87,0	0,55	3,9	37,0	1,1	18,6	63,0	1,9	18,9
20	6	87,0	1,75	4,1	37,0	3,5	19,4	63,0	6,1	19,8
30	6	63,0	0,75	5,5	48,0	2,1	20,4	95,0	3,2	15,7
40	6	79,0	0,6	6,32	52,0	1,3	20,8	102,0	1,8	14,7
60	6	122,0	0,45	6,93	58,0	0,7	22,7	180,0	1,3	13,5
60	20	122,0	1,5	6,7	58,0	2,4	22,7	180,0	4,0	12,2
80	6	195,0	0,4	6,85	92,0	0,7	25,4	145,0	0,9	12,2
80	20	195,0	1,3	6,59	92,0	2,4	25,8	245,0	2,8	11,3
100	20	160,0	0,7	6,82	135,0	2,3	26,5	230,0	1,6	10,8
140	20	260,0	0,6	7,06	215,0	1,7	24,2	278,0	0,9	9,9
140	60	260,0	1,9	7,16	215,0	5,5	25,0	278,0	2,8	9,87
200	20	210,0	0,25	7,46	260,0	0,95	22,9	350,0	0,55	9,85
200	60	210,0	0,8	7,8	260,0	3,0	23,6	350,0	1,8	10,5
300	60	340,0	0,6	8,24	320,0	1,45	21,2	415,0	1,0	11,2
400	60	390,0	0,4	8,54	380,0	0,85	18,6	430,0	0,7	13,5
500	60	630,0	10,4	8,25	410,0	0,5	15,8	650,0	0,8	16,0

		SEV-52(15/10/77)			SEV-53(15/10/77)			SEV		
AB/2 m	MN m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ ohm-m	I ma	ΔV mv	ρ
1	0,6	2,3	25,0	51,0	1,25	30,0	114,2			
1,5	0,6	3,3	13,0	44,5	4,25	33,5	89,0			
2	0,6	4,5	8,0	36,4	4,8	24,5	104,6			
3	0,6	4,6	2,6	26,3	3,0	7,2	112,0			
4	0,6	6,6	1,8	22,7	3,1	5,0	134,3			
5	0,6	8,2	1,4	22,1	1,4	1,4	130,0			
5	2	8,2	4,5	20,9	1,4	5,2	140,0			
7	0,6	12,0	1,0	21,3	1,6	0,9	144,0			
7	2	12,0	3,3	20,7	1,6	3,1	146,0			
10	2	14,0	2,0	22,2	4,2	3,5	130,0			
15	2	16,0	1,1	24,2	4,5	1,8	140,8			
15	6	16,0	3,4	24,0	4,5	6,0	150,6			
20	2	32,0	1,3	25,4	6,0	1,2	125,4			
20	6	32,0	4,2	26,9	6,0	3,8	129,8			
30	6	41,0	2,4	27,3	5,7	0,8	65,5			
40	6	43,0	1,5	29,0	10,5	0,6	47,6			
60	6	53,0	1,0	35,5	7,8	0,15	36,1			
60	20	53,0	3,1	32,1	7,8	0,5	35,2			
80	6	87,0	1,05	40,3	20,5	0,2	32,5			
80	20	87,0	3,15	35,8	20,5	0,65	31,5			
100	20	101,0	2,35	36,3	24,0	0,5	32,5			
140	20	123,0	1,4	34,8	110,0	1,2	33,3			
140	60	123,0	4,5	35,8	110,0	3,9	34,7			
200	20	137,0	0,7	32,0	63,0	0,3	29,8			
200	60	137,0	2,2	32,9	63,0	1,0	32,5			
300	60	198,0	1,3	30,6	150,0	1,0	31,1			
400	60	223,0	0,8	29,8	160,0	0,6	31,2			
500	60	336,0	0,7	27,0	190,0	0,45	30,7			