RI
145

Tombo 50/081

SUPERINTENDENCIA REGIONAL DE RECIFE

LEVANTAMENTO GEOFÍSICO PILOTO

PROJETO SANTANA

CEARÁ

I 99
I/2004

Março/1978

Jaime Paulino

CPRM

RESUMO

O levantamento Geofísico Piloto foi programado para a Etapa II do Projeto Santana com o objetivo de definir a aplicabilidade de um método ou de métodos geofísicos para verificar a existência do nível conglomerático e da marga na sequência sedimentar do Araripe e, constatar mineralizações no referido nível.

De acôrdo com o Memo nº 122/DEPEM/78 de 30.01.78 foram programados cerca de 11 km de perfis a serem levantados pelo método VLF e IP.

Os perfis foram locados em uma área próximo à cidade do Crato, interligando os furos PS-10-CE e PS-2-CE e a ocorrência Riacho Fundão.

As medições com o receptor VLF, não revelaram nenhuma anomalia que pudesse ser atribuida à zonas condutivas de mineralizações metálicas. As anomalias detetadas são atribuidas à acidentes topográficos e à linhas de transmissão que cortam a região.

O método IP, permitiu separar várias zonas condutivas com anomalias de resistividade, efeito de frequência e fator de metal, significativas.

As anomalias de IP podem estar relacionadas à pequena espessura de um conglomerado calcário, (mineralizado com galena e pirita) ou ao topo da sequência folhelho argilito cinza escuro.

CPRM

SINOPSE

1. INTRODUÇÃO 1
2. LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS 1
3. OBJETIVOS 3
4. DADOS ESTATÍSTICOS 3
5. EQUIPAMENTOS 4
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 5
7. CONCLUSÕES 9
8. AGRADECIMENTOS 13
9. BIBLIOGRAFIA 14

ANEXOS

1. MAPAS DE PERFIS VLF
2. POLARIZAÇÃO INDUZIDA - PERFIL "A"
2.A POLARIZAÇÃO INDUZIDA - PERFIL "A"
3. POLARIZAÇÃO INDUZIDA - PERFIL "B"
4. POLARIZAÇÃO INDUZIDA - PERFIL "E"

CPRM

LEVANTAMENTO GEOFÍSICO PILOTO NA ÁREA DO PROJETO SANTANA - CEARÁ

1. INTRODUÇÃO

O interesse pelo estudo da Sequência Plumbífera do Araripe foi despertado após o trabalho de Farina(XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia - 1974), dando origem ao Projeto Santana (DNPM) ora em execução pela Superintendência Regional de Recife.

Para a Etapa II, baseados nas sugestões de Motta,A. C. e de técnicos do DEPRO, DEPEM e DNPM foi apresentada, uma proposta para inclusão de levantamentos geofísicos no Projeto.

Estes trabalhos constariam inicialmente de um levantamento piloto, num total de 11 km empregando os métodos, VLF e IP.

O presente relatório consta dos resultados deste Levantamento Geofísico Piloto.

2. LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS

Os 3 perfis programados para esta fase, foram locados próximos à cidade de Crato, no local denominado Fundão.

O trabalho foi desenvolvido em torno dos furos PS-10-CE e PS-02-CE e da conhecida ocorrência situada no leito do Riacho Fundão.

Foram abertas picadas e colocadas estacas a ca

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

CPRM

da 25 m segundo programação apresentada através do Memo nº 122/DEPEM/78, com pequenas diferenças nas direções dos perfis, conforme discriminado abaixo e representado na fig.1 (Mapa de Localização)

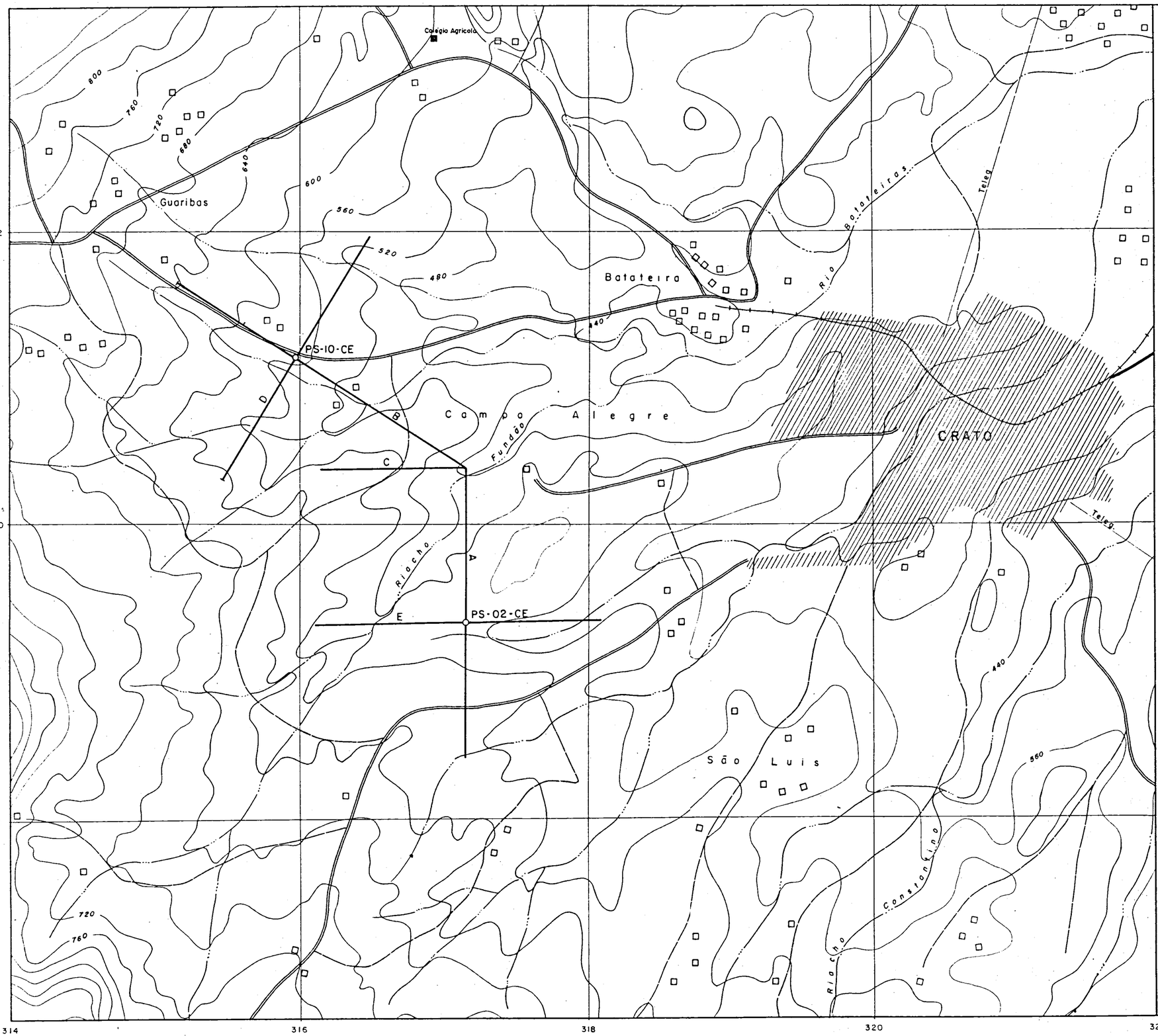
PERFIL A - A partir do furo PS-02-CE
1 km para N (até o afloramento mineralizado) e 1 km para S.

PERFIL B - A partir do PS-10-CE
1 km para N 57° W
2 km para S 57° E (até o afloramento-mineralizado)

PERFIL C - A partir do afloramento mineralizado:
2 km para W.

PERFIL D - A partir do PS-10-CE
1 km para N 32° E
1 km para S 32° W

PERFIL E - a partir do PS-02-CE
1 km para E
1 km para W.



LEGENDA

- CIDADE
- ESTRADA ASFALTADA
- ESTRADA DE TERRA
- CAMINHO
- DRENAGEM INTERMITENTE
- CURVA DE NÍVEL
- PERFÍS GEOFÍSICOS
- FURO DE SONDA

CPRM - Superintendência Regional de Recife

PROJETO SANTANA

MAPA DE LOCALIZAÇÃO PERFÍS GEOFÍSICOS

0 500 1000 m

Data: Março/1978

FIG - I

CPRM

3. OBJETIVOS

A Geofísica Piloto, objetivou responder as seguintes questões empregando os métodos VLF e IP de acordo, com a programação apresentada pela SUREG/RE após compatibilização processada pelo DEPRO (Memo 1401/DEPEM/77).

a) Seria possível utilizar apenas um método,uma combinação de métodos, ou se parece inviável o emprego da Geofísica?

b) Qual o poder de resolução e as respostas dos diferentes métodos em relação a fácies carbonatada e em geral, o desempenho da prospecção geofísica efetuada ao atravessar os diferentes níveis da coluna?

c) Qual a produção média e o custo dos diferentes métodos?

d) Qual o efeito da topografia nos diferentes - métodos?

f) Qual o espaçamento adequado entre os eletrodos?

4. DADOS ESTATÍSTICOS

Os trabalhos de campo iniciaram no dia 21/2/ 78 com o levantamento VLF, após seleção da estação transmissora.

Foi selecionada a estação de Cutler, cujo sinal era claramente recebido.

Foram levantados por VLF 9,6 km de perfis com leitura a cada 25 km.

Os trabalhos empregando o método IP iniciaram no dia 24/02/78 em trechos selecionados dos perfis A, B e E. Foram executados 11 casas com intervalos entre eletrodos de 25 e 12,5 m.

A produção média diária com VLF foi de 4,8 km/dia e do IP 2 casas/dia.

5. EQUIPAMENTOS

O levantamento eletromagnético foi realizado com um receptor EM-16 fabricado pela GEONICS, Canadá.

O levantamento IP foi executado empregando um modelo P-660 (domínio de frequência) da MCPHAR, Canadá com o dispositivo eletródico dipolar axial.

CPRM

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 - VLF (Very Low Frequency)

O mapa de Perfis de VLF, anexo 1, mostra algumas anomalias que comparadas a modelos podem ser atribuidas a efeitos topográficos, à linhas de transmissão que fazem parte da rede elétrica da região e ao modelo de laje horizontal, que se aproxima do modelo geológico de uma camada horizontal condutora.

A anomalia I, do Perfil A, é interpretada como devido ao forte aclive ondulado, da margem direita do riacho Fundão (vide Prancha 1 - CURVA MODELO ACLIVE).

As anomalias II e III detectadas pelos Perfis B e D (anexo 1) são interpretadas como causadas por uma camada horizontal condutora (vide Prancha 2 - CURVA MODELO - LAJE HORIZONTAL).

As ondulações observadas no interior da anomalia seriam explicadas como alterações na condutividade da laje ou variações no relevo topográfico.

6.2 - Polarização Induzida

As casas para emprego do IP foram selecionadas, com base na posição dos furos PS-10-CE e PS-02-CE.

Os valores das medições de IP estão representados por um sistema especial de gráficos denominado pseudo-cortes ou pseudo-seções. Nestes gráficos os valores medidos são representados abaixo de uma linha de referência em pontos que se distribuem segundo um princípio convencional, conforme ilustrado nos pseudo-cortes apresentados.

Cada casa foi usada com separações de eletrodos, que fornecem 7 filas de números entre os quais se traçam as isolinhas.

A interpretação qualitativa desses pseudo-cortes consiste basicamente na procura de zonas, onde os valores de resistividade aparente, efeito de frequência e fator de metal sejam diferenciados de duas ou tres vezes do valor de fundo ou "background" observado na área de investigação.

A resistividade aparente que é calculada a partir dos valores de AV e I medidos, depende da posição dos eletrodos em relação às heterogeneidades polarizáveis.

O efeito de frequência traduz a variaçao da resistividade com as frequências e é dado pela fórmula:

$$(EF) = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1}$$

onde, ρ_1 é a resistividade medida com a menor frequência - (AC_1 = 0,3Hz) e ρ_2 é a resistividade medida com a maior frequência (AC_2 = 2,5Hz). Este fator é comumente representado em porcentagem.

No equipamento utilizado (P-660) o efeito de frequência é lido diretamente no receptor.

O fator de metal é outra variável normalmente representada nos pseudo-cortes e é calculado dividindo o valor do EF medido pela resistividade aparente encontrada e multiplicada por 10^3.

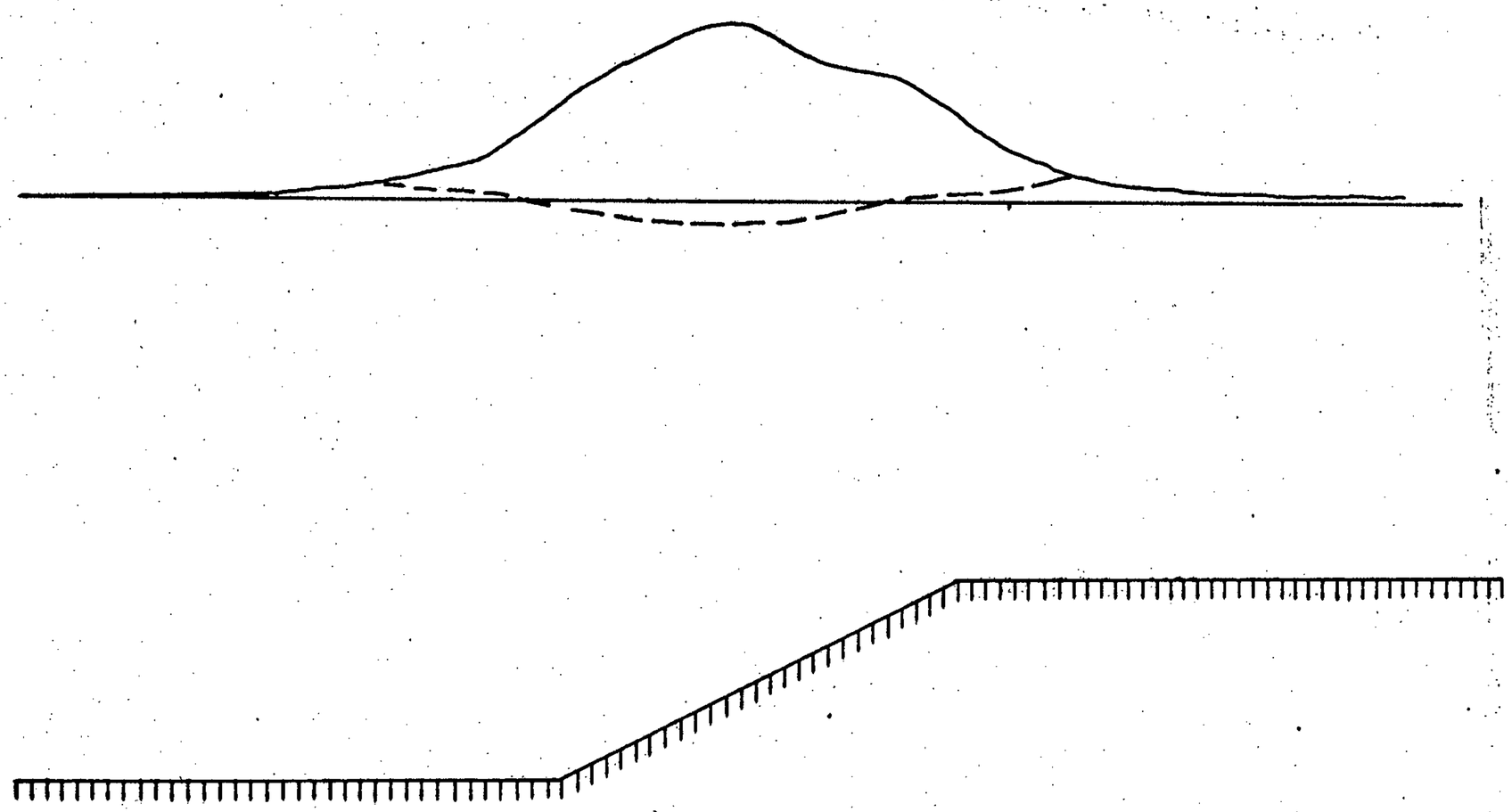
PERFIL A

O perfil A, anexo 2, foi locado passando pelo furo PS-02-CE e com direção aproximadamente NS.

Foi inicialmente levantado com espaçamento entre eletrodos de 25 m, revelando valores de resistividade aparente, superficiais, muito baixas, principalmente nos vales.

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

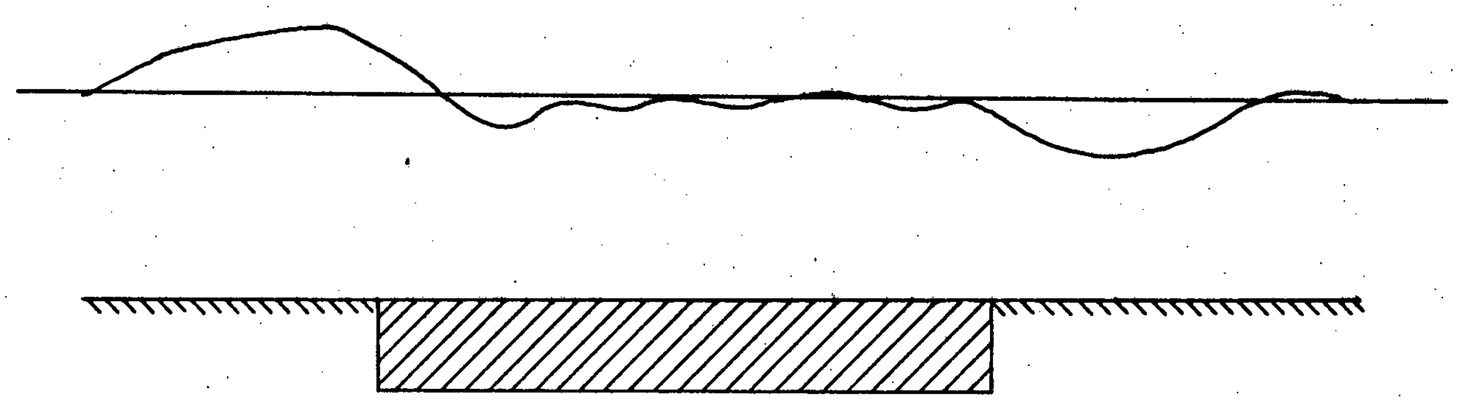
CURVA MODELO



ACLIVE (DE MANUAL DO VLF-EM 16 - CGA)

PRANCHA - I

CURVA MODELO



LAJE HORIZONTAL (DE GEONICS - EM-16 VLF - MANUAL DE OPERAÇÕES)

PRANCHA - 2

Esta constatação, mostrou uma condição de inadequabilidade para o emprego do IP, pois nesse caso os valores de ρ_1 e ρ_2 são praticamente iguais dando valores de EF nulos, e ou negativos, sendo em muitos casos até mesmo impossível as leituras dos valores de EF.

Decidiu-se então, repetir as medições, com o espaçamento de 12,5 m, apesar de se considerar a necessidade da utilização de espaçamentos ainda menores, unicamente por estarem as picadas estaqueadas a cada 25 m.

Com a nova separação entre eletrodos obtiveram-se valores de resistividade das camadas superficiais que, mais elevadas, permitiram definir melhor as zonas condutivas subjacentes e obter valores de efeito de frequência e fator de metal expressivos.

A comparação dos dois gráficos, anexos 2 e 2A, no trecho coincidente, evidencia claramente à melhor definição das zonas condutivas com o menor espaçamento, possibilitando, admitir estarem relacionadas à pequena camada mineralizada ou à sequência folhelho-marga-argilito cinza escuro.

Foram destacadas no gráfico, dos valores obtidos com espaçamento de 12,5 m, nove zonas condutivas enumeradas de 1 a 9 no anexo 2A.

As anomalias de resistividade, 2 , 4 , 5 e 6 contudo, são as únicas que correspondem a valores significativos de EF e FM.

Baseando-se nesses resultados o furo PS-02-CE (estaca 45) não foi perfurado no ponto mais favorável.

As posições mais interessantes para testar as anomalias seriam nas estacas 47, entre as estacas 52 e 53, e na 42.

d. 002 NE 7530.0210.0343

PERFIL B

O perfil B, anexo 3, foi o que mostrou os melhores resultados do método IP.

A cobertura arenosa que capeia a sequência de folhelhos-argilitos cinza escuro, apresenta resistividades elevadas, fornecendo condições mais favoráveis para a aplicação do método.

Também nesse perfil, constatou-se que o furo PS-10-CE não foi locado na melhor posição.

Destacam-se 3 zonas com resistividade da ordem de 6 Ω m, que poderiam ser testadas por sondagem para se estabelecer suas relações com a camada mineralizada.

PERFIL E

No perfil E foi executada apenas uma casa com centro no furo PS-02-CE. Foi empregado o espaçamento de 25m, e revelada uma zona de baixa resistividade que deve corresponder à sequência folhelho-argilito.

NE 7530.0210.0343

7. CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos do projeto, procuraremos após discussão dos resultados obtidos responder às questões - propostas:

a) Seria possível utilizar apenas um método, uma combinação de métodos ou se parece inviável o emprego da Geofísica?

- Considerando a grande extensão da região do Araripe onde as rochas sedimentares se distribuem por uma área de cerca de 8.000 km^2, alongada na direção E-W, com aproximadamente 160 km, estando em sua maior parte recoberta, julgamos que antes de qualquer trabalho de Geofísica Terrestre seria recomendável o emprego de Geofísica Aérea por helicóptero empregando os métodos combinados (magnetometria , radiometria e eletromagnetometria).

b) Qual o poder de resolução e as respostas dos diferentes métodos com relação a fácies carbonatada e em geral, o desempenho da prospecção geofísica efetuada ao atravessar os diferentes níveis da coluna?

- O método VLF conforme discutido no ítem 6, revelou somente anomalias devido a efeitos superficiais.

As anomalias atribuidas a camadas condutoras, possivelmente superficiais, são enormemente influenciadas pelo relevo topográfico. Seria desejável, que os perfis tivessem sido levantados altimetricamente, desde que o mapa topográfico existente está numa escala incompatível para o levantamento, a fim de permitir analisar melhor os efeitos topográficos.

O método de Polarização Induzida após a execução - das primeiras medidas esbarrou em condições inadequadas , para sua aplicação, como baixas resistividades superficiais.

Em áreas de cotas mais elevadas, como mostra o Per-

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

fil B, com espaçamento entre eletrodos de 12,5 m, revelou resistividades superficiais mais elevadas, permitindo delimitar zonas de resistividades aparentes baixas, valores de efeito de frequência e fator de metal significativos.

Estas zonas poderiam estar relacionadas à pequena-espessura de um conglomerado calcário, mineralizado com galena e pirita que ocorre com a sequência de folhelhos e argilitos cinza escuros, carbonosos. As resistividades - mais elevadas são atribuidas à sequência arenosa superior.

Nos vales onde provavelmente essa sequência arenosa superior tenha sido erodida, as baixas resistividades-superficiais observadas seriam causadas pela sequência de folhelhos-argilitos cinza escuro.

Considerando a pequena espessura das camadas resistivas superficiais, seriam necessários espaçamentos menores do que 12,5 m, o que encareceria substancialmente um método já bastante caro, como o IP.

Acreditamos, como sugerido por Motta A.C. que para verificação da existência do nível conglomerático e da marga com sua cobertura de folhelho, dentro da fácies arenosa que o método mais indicado não só pelo baixo custo como também pelos resultados do IP, seja o da Eletroresistividade. Este método conforme lembrado por Motta, tem-seu resultado assegurado, considerando que mesmo não conseguindo diferenciar o conglomerado e a marga do folhelho a determinação da sequência já contribuiria para a pesquisa desde que o folhelho é um guia na região.

Não acreditamos contudo, que nunhum dos métodos - propostos, IP e VLF, possam detectar a mineralização propriamente dita.

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

c) Qual a produção média e o custo dos diferentes métodos?

- Este quesito envolve uma série de parâmetros para ser respondido integralmente, principalmente no que se refere aos custos, que dependem essencialmente do ônus do pessoal operativo.

Quanto à produção, baseados em nossa experiência podemos fazer as seguintes estimativas:

VLF - de 8 a 10 km por dia

IP - 2 a 3 perfilagens diárias (mão é possível estimar uma produção em unidade linear).

ER - 5 perfilagens diárias (também não é possível, estimar uma produção em unidade linear).

TURAM - 1 "loop" por dia.

d) Qual o efeito da topografia nos diferentes métodos?

- O VLF é talvez o método eletromagnético mais afetado pelo relevo topográfico. Acidentes topográficos como: aclives, elevação e depressão, constituem anomalias típicas facilmente identificadas. Normalmente porém, as anomalias de acidentes do relevo não impedem que sejam reconhecidas as anomalias devidas a zonas condutivas. As anomalias de zonas condutivas possuem em geral comprimento de onda bem menor que aquelas dos acidentes.

O principal efeito do relevo sobre os dados do IP, acreditamos seja quanto ao erro no posicionamento das anomalias.

e) Qual o espaçamento adequado entre os eletrodos?

- A comparação dos Pseudo-cortes do Perfil A com espaçamento de 25 e 12,5 m mostra claramente a necessidade, principalmente nas áreas de menor altitude, de se usar espaçamentos ainda menores, da ordem de até 5 m.

Este fato, constitue numa das fortes razões para se optar pelo método de eletroresistividade fazendo-se uso do chamado arranjo de gradiente, ou como preferem outros, arranjo Schlumberger modificado.

Finalmente como vimos, quando discutimos os resultados das medições, que o IP não forneceu nenhuma informação adicional além da resistividade e seu custo operacional já nos leva a preferir o método elétrico de mapeamento de gradiente.

As medições de resistividade, objetivando o mapeamento de gradiente são efetuadas utilizando eletrodos fixos para corrente e sondas móveis potencial, com separação muito pequena.

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

8. AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos ao DEPRO/DIGEOF, pela oportunidade de executar este trabalho, às SUREG/BH e SUREG/RE, pelas facilidades oferecidas.

Aos prospectores Olindo Capistrano Filho e Wallace Guedes, do CGA, pela excelente ajuda aos trabalhos de campo.

Em particular ao geólogo Marcos de B. Munis que acompanhou os trabalhos de campo contribuindo com suas valiosas sugestões.

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

9. BIBLIOGRAFIA

VIEIRA, A.B. - Manual do VLF EM-16 - Centro de Geofísica Aplicada - 1976

Manual do IP Mc Phar P-660 - Centro de Geofísica Aplicada - 1976

ORELLANA, E. - Prospeccion Geoletrica por campos variables- Biblioteca Técnica Philips - Madrid - 1974

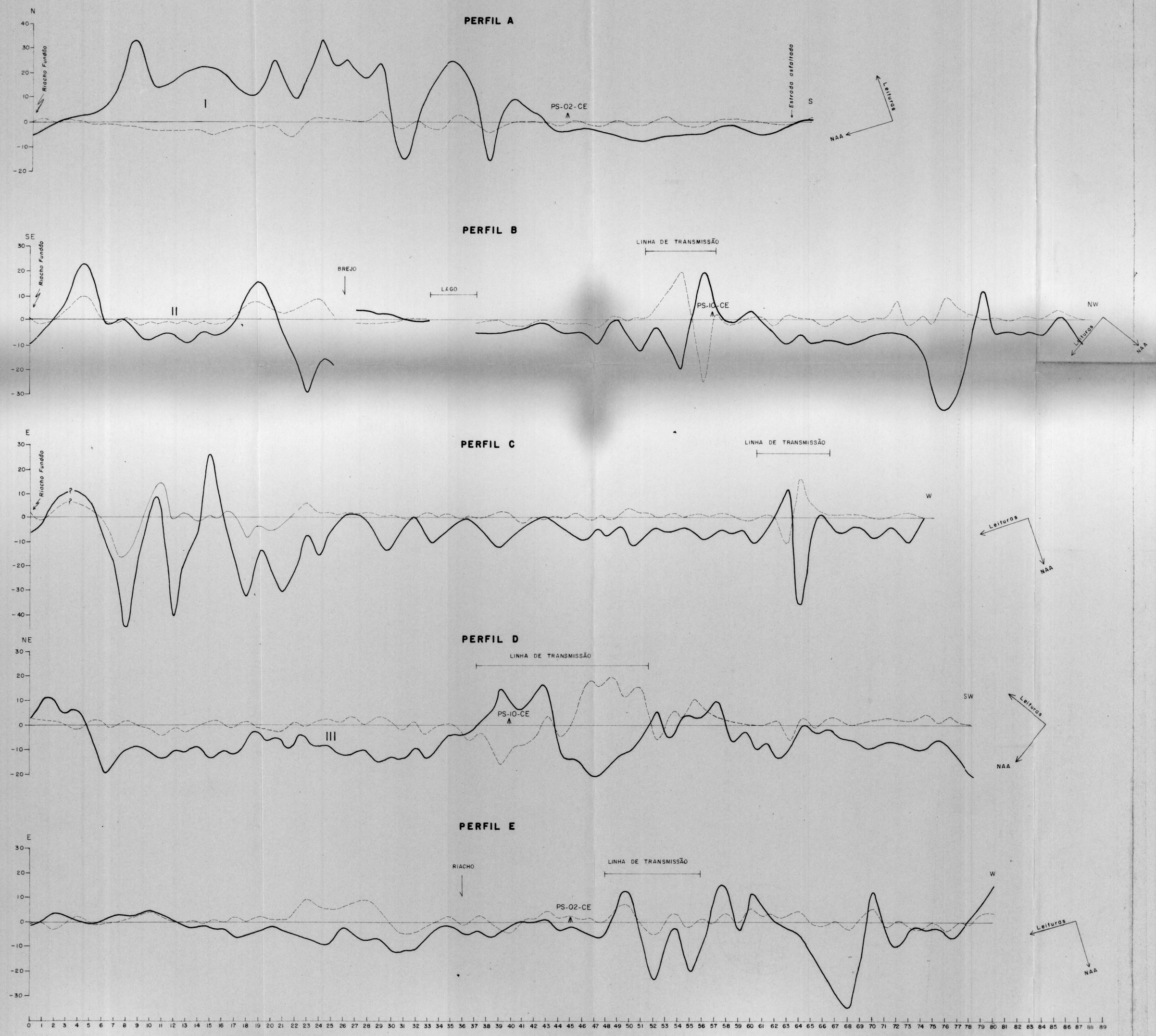
MADDEN, T. R e CANTWELL T. - Induced Polarization, A review Mining Geophysics - SEG - Vol II - Pag. 373

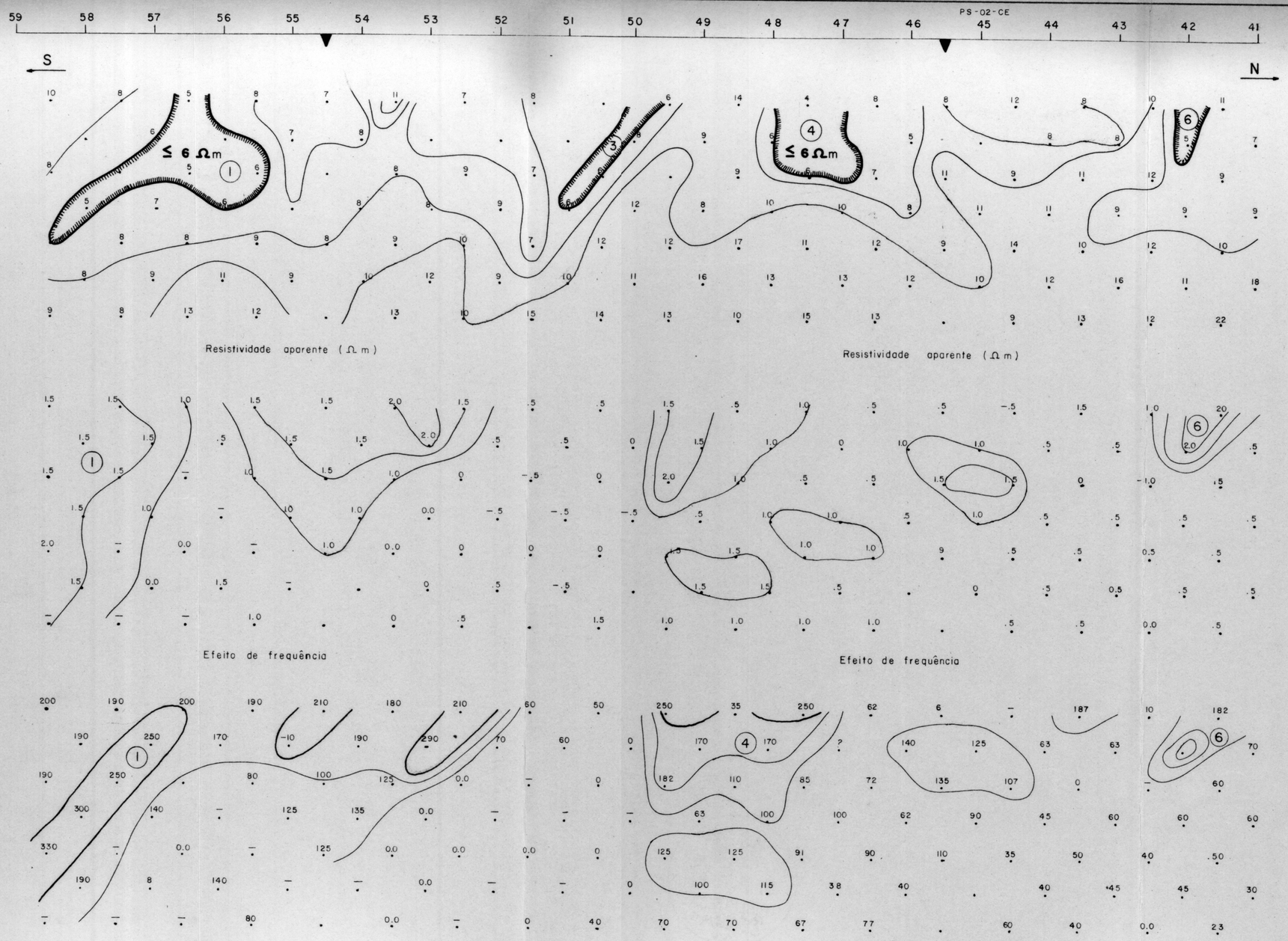
PARASNIS, D. S. - Mining and Groundwater Geophysics - 1967- Economic Geology. Report nº 28 - Geological Survey of Canadá - Pag. 290.

FARINA , M. - Sequência Plumbífera do Araripe - Mineralização Singenética Sulfetada no Cretáceo Sedimentar Brasileiro - XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, 1974.

Mod. 002

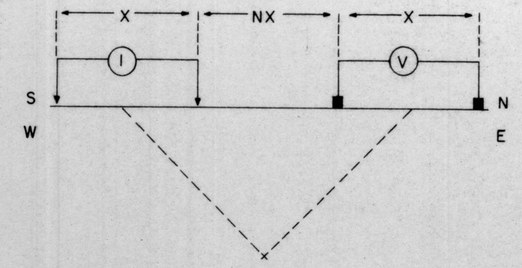
NE 7530.0210.0343


PERFIL A
N
S
Riacho Fundão
Estrada asfaltada
PS-02-CE
I
Leituras
NAA
PERFIL B
SE
NW
Riacho Fundão
BREJO
LAGO
LINHA DE TRANSMISSÃO
PS-10-CE
II
Leituras
NAA
PERFIL C
E
W
Riacho Fundão
LINHA DE TRANSMISSÃO
Leituras
NAA
PERFIL D
NE
SW
LINHA DE TRANSMISSÃO
PS-10-CE
III
Leituras
NAA
PERFIL E
E
W
RIACHO
LINHA DE TRANSMISSÃO
PS-02-CE
Leituras
NAA



LEGENDA

DISPOSIÇÃO DOS ELETRODOS



X = 25 m

FREQUÊNCIAS: AC 1 = 0,3 Hz
AC 2 = 2,5 Hz

CPRM - Superintendência Regional de Recife

PROJETO SANTANA

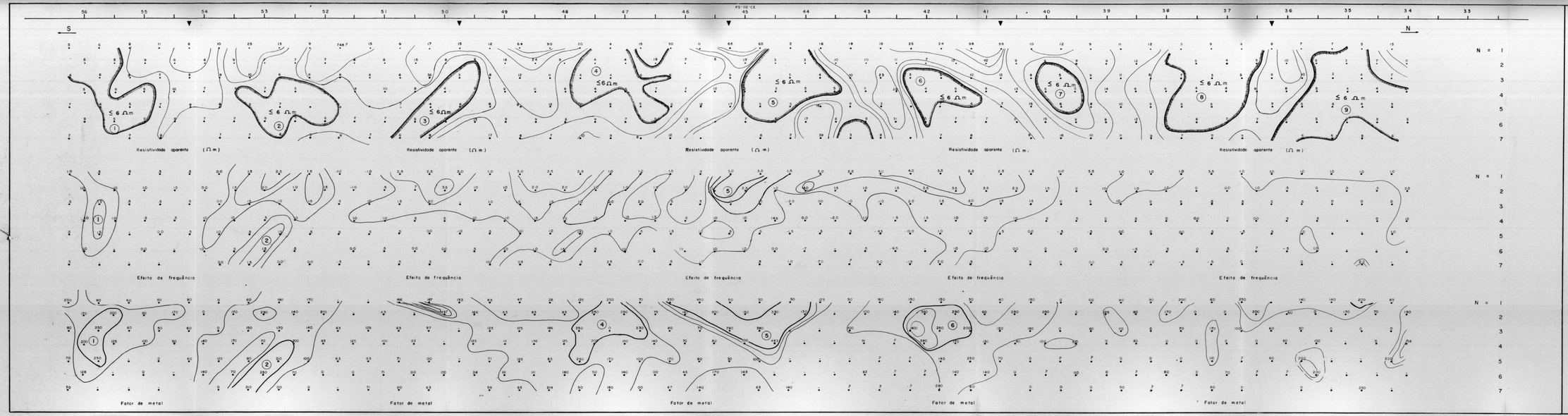
POLARIZAÇÃO INDUZIDA

PERFIL A

0 25 50 m

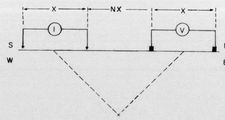
Data Março/1978

ANEXO: 2



LEGENDA

DISPOSIÇÃO DOS ELETRODOS



X = 12,5 m

FREQUÊNCIAS: AC1 = 0,3 Hz
AC2 = 2,5 Hz

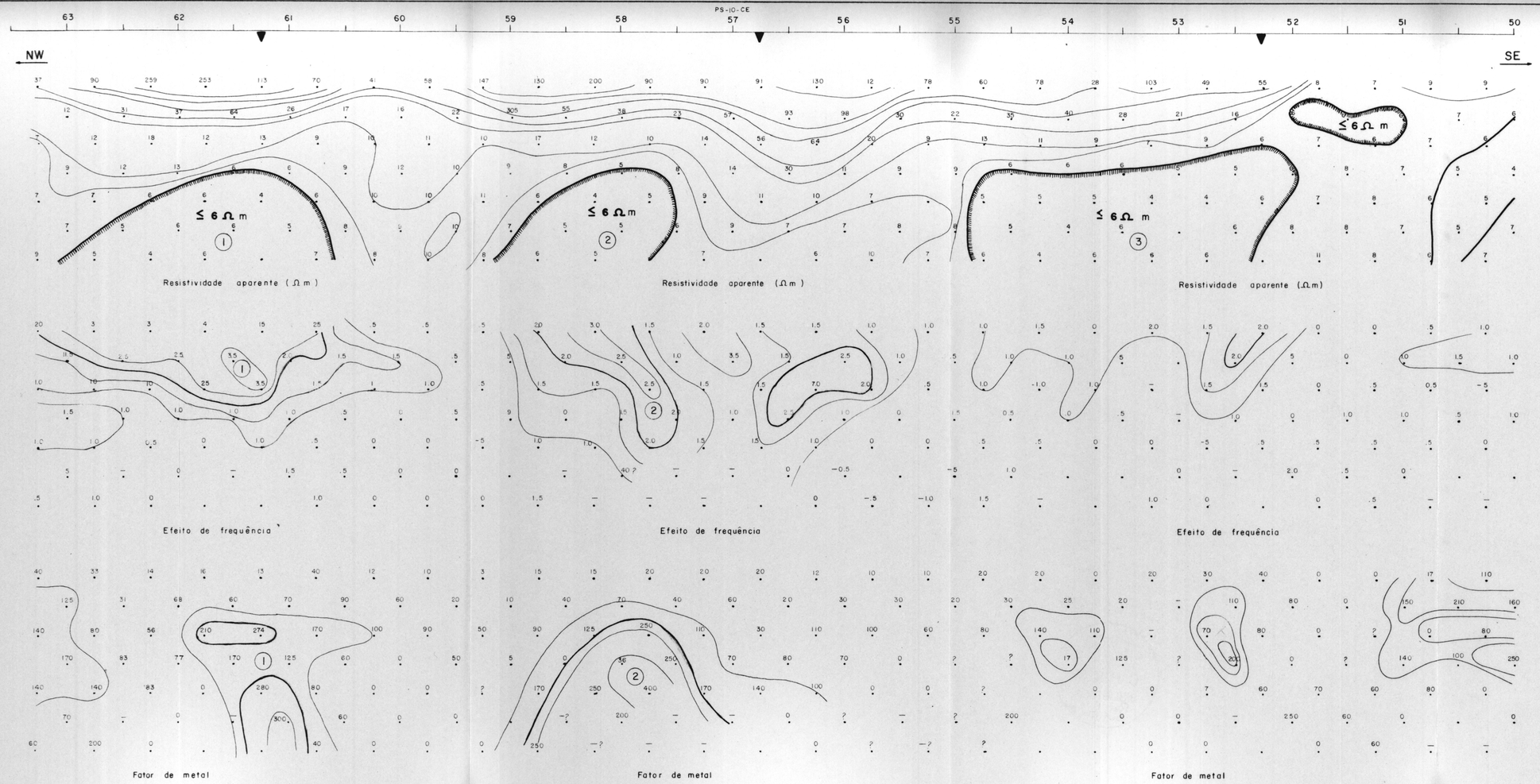
CPRM – Superintendência Regional de Recife

PROJETO SANTANA

POLARIZAÇÃO INDUZIDA
PERFIL A

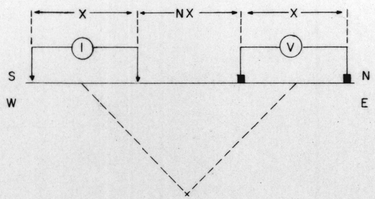
Data: Março / 1978

ANEXO: 2 A



LEGENDA

DISPOSIÇÃO DOS ELETRODOS



X = 12,5 m

FREQUÊNCIAS: AC 1 = 0,3 Hz
AC 2 = 2,5 Hz

CPRM – Superintendência Regional de Recife

PROJETO SANTANA

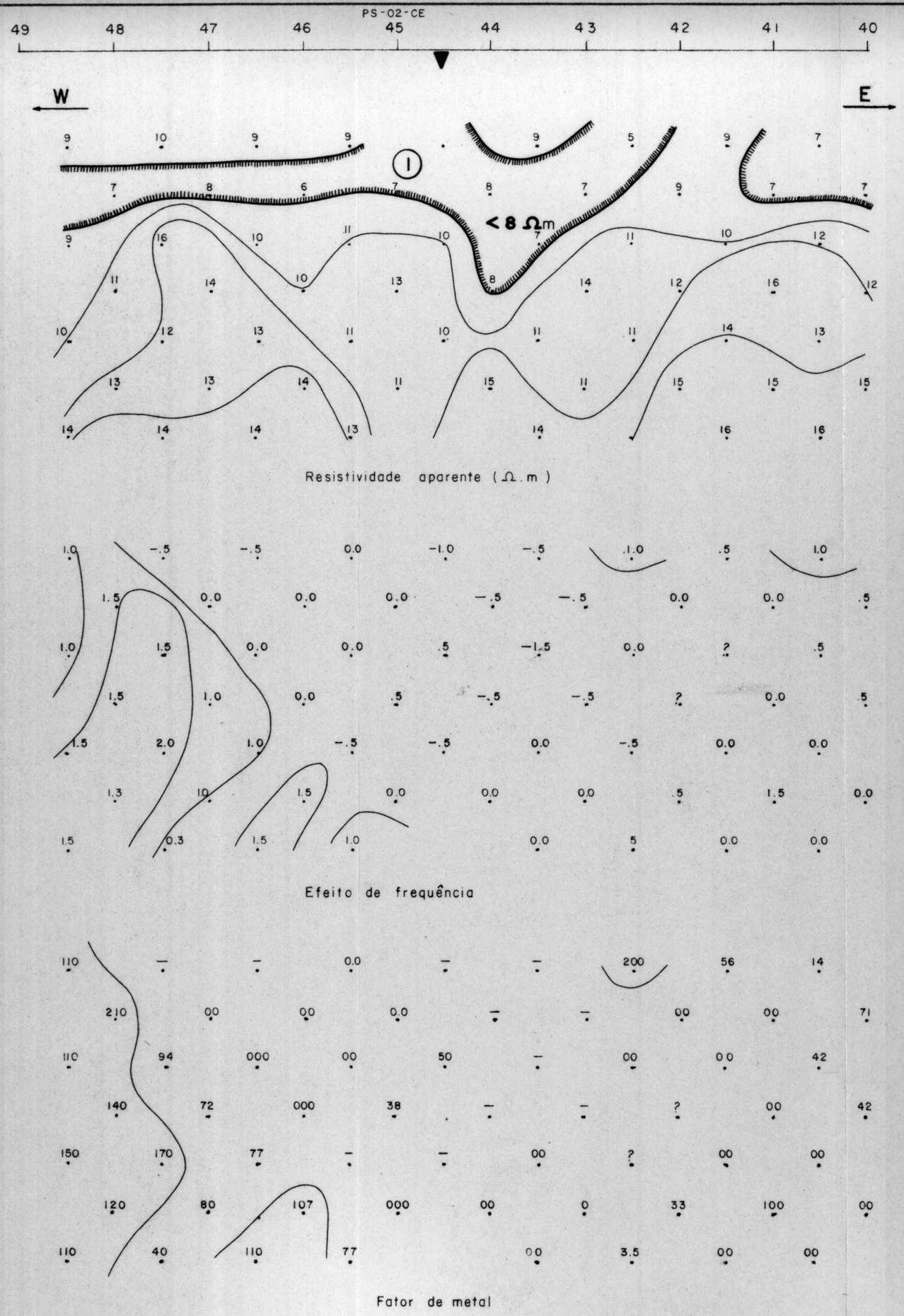
POLARIZAÇÃO INDUZIDA

PERFIL B

0 12,5 25 m

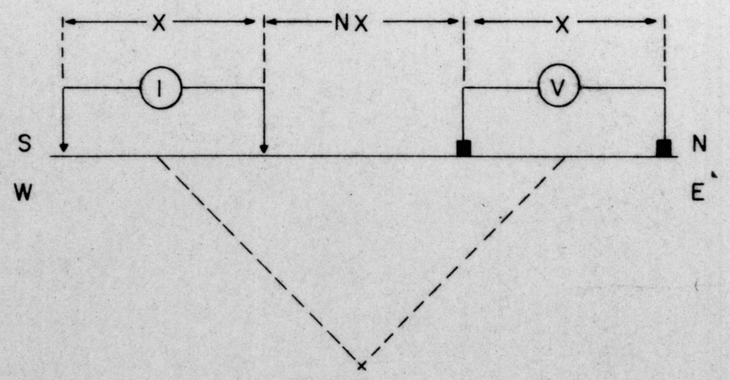
Data: Março/1978

ANEXO: 3



LEGENDA

DISPOSIÇÃO DOS ELETRODOS



X = 25 m

FREQUÊNCIAS: AC 1 = 0,3 Hz

AC 2 = 2,5 Hz

CPRM – Superintendência Regional de Recife

PROJETO SANTANA

POLARIZAÇÃO INDUZIDA

PERFIL E

0 25 50 m

Data: Março/1978

ANEXO: 4