

MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA  
SECRETARIA NACIONAL DE MINAS E METALURGIA  
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL  
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA - CGA

**ESTUDOS MAGNETOMÉTRICOS E GEOELÉTRICOS  
NA REGIÃO DE JOÃO CÂMARA-RN**

ESTUDOS MAGNETOMÉTRICOS

MICHAEL G.P. DREWS  
MARCELO A. VIEIRA  
EDSON L. BARRETO

ESTUDOS GEOELÉTRICOS

FERNANDO A.R. OLIVEIRA



MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA  
OZIRES SILVA - MINISTRO DE ESTADO

SECRETARIA NACIONAL DE MINAS E METALURGIA  
LUIZ ANDRÉ RICO VICENTE - SECRETÁRIO NACIONAL

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL  
ELMER PRATA SALOMÃO - DIRETOR

DIVISÃO DE GEOLOGIA  
BENEDICTO WALDIR RAMOS

4º DISTRITO - DNPM  
AUGUSTO CESAR - DIRETOR

3º DISTRITO - DNPM / CGA  
MARCO AURÉLIO GUIMARÃES - DIRETOR

CONVÊNIO: DNPM - CPRM

1990

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

3º DISTRITO

CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA - CGA

CHEFE DO CGA  
MARCO AURÉLIO GUIMARAES

COORDENADOR DE PROJETOS  
ANTONINO JUAREZ BORGES

ESTUDOS MAGNETOMÉTRICOS E GEOELÉTRICOS  
NA REGIÃO DE JOÃO CÂMARA-RN

EQUIPE EXECUTORA

ESTUDOS MAGNETOMÉTRICOS:

MICHAEL GUSTAV PETER DREWS  
MARCELO DE ARAÚJO VIEIRA  
EDSON LOPES BARRETO  
RICARDO MOACYR DE VASCONCELOS  
JULIO DE FREITAS FERNANDES VASQUES  
AFRÂNIO DA CUNHA MACEDO  
JOSE RONALDO ROSA BARROS

DESENHO:  
MARCIO VIEIRA DA SILVEIRA

ESTUDOS GEOELÉTRICOS:

FERNANDO ANTONIO RODRIGUES OLIVEIRA  
FREDERICO ANDRÉ FAVRE  
JÚLIO DE FREITAS FERNANDES VASQUES  
JORGE EMILIANO PEREIRA  
MAURICIO VIEIRA RIOS  
DELI MOREIRA SOARES  
NEURO RODRIGUES

MONTAGEM FINAL:  
ROSÂNGELA GONÇALVES BASTOS SOUZA

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUREG-BH

1990

I96

C P R M - D I D O T E	
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	2094 - 5
N.º de Volumes:	- V: -
PHL - 010956	

## S U M Á R I O

	Pag.
1. Introdução.....	1
2. Dados de Execução.....	2
3. Trabalhos de Magnetometria.....	3
3.1 Objetivos e Metodologia Aplicada.....	3
3.2 Interpretação Regional.....	4
3.3 Interpretação da Área Piloto de João Câmara.....	5
3.4 Magnetometria Terrestre.....	7
4. Trabalhos de Eletrorresistividade.....	9
4.1 Objetivos e Metodologia Aplicada.....	9
4.2 Interpretação dos Dados.....	11
4.2.1 Morfologia das Curvas.....	11
4.2.2 Interpretação Quantitativa.....	11
4.3 Apresentação dos Resultados.....	12
5. Conclusões e Recomendações.....	13
6. Bibliografia.....	16

### Anexos:

Apêndice A - TRABALHOS DE MAGNETOMETRIA  
Mapas obtidos a partir dos dados de  
intensidade magnética total.

Apêndice B - TRABALHOS DE ELETORRESISTIVIDADE  
Interpretação das sondagens elétricas  
- curvas medidas e calculadas.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente projeto decorreu da decisão do Departamento Nacional da Produção Mineral em executar o levantamento geológico-geotectônico da região setentrional do Rio Grande do Norte visando a obtenção de elementos para o estudo da Sismicidade do Nordeste Brasileiro. O levantamento está a cargo da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, cabendo ao Centro de Geofísica Aplicada - CGA, o fornecimento de informações geofísicas direcionadas para a consecução do estudo em questão.

Os trabalhos executados pelo CGA originaram-se da necessidade de se obter informações de caráter geotectônico e estrutural, principalmente em subsuperfície, de forma a contribuir para o estudo da movimentação tectônica responsável pelos abalos sísmicos ocorridos nos últimos três anos, na região de João Câmara-RN.

A contribuição pretendida busca, em primeiro lugar, eleger uma metodologia geofísica viável para efeito de aplicação em larga escala ao longo de toda a faixa da Região Nordeste. Em segundo lugar, vem a procura imediata de informações relevantes que possam colaborar com o estudo do condicionamento geológico ligado ao fenômeno.

Para consecução destes objetivos foram realizados os seguintes trabalhos:

a) Interpretação dos dados aeromagnetométricos do Projeto Bacia Potiguar e reconhecimento terrestre das principais feições magnéticas da região de João Câmara.

b) Levantamento das espessuras dos sedimentos da Bacia Potiguar num trecho de 900 km<sup>2</sup> através do método das sondagens elétricas verticais na faixa ao norte de João Câmara e Taipu.

Para estudos de detalhe, foi selecionada a Área Piloto João Câmara, por ser a mais afetada pelos abalos sísmicos do Nordeste e também por conter as feições geológicas mais representativas da Bacia Potiguar.

Desta forma espera-se que o exame do presente relatório, junto ao de outros trabalhos técnicos científicos, possa no futuro, estabelecer uma diretriz geral para novas frentes de investigação com a relação custo/benefício melhor otimizada.

Os trabalhos de campo foram feitos contando com o apoio do 4. Distrito do DNPM/ Residência de Natal e da Superintendência Regional da CPRM em Recife.

## 2. DADOS DA EXECUÇÃO

Coube ao CGA a execução dos levantamentos magnetométrico e elétrico, partindo-se da interpretação dos dados aeromagnéticos regionais do Projeto Bacia Potiguar, para se chegar à realização dos levantamentos terrestres da área de João Câmara, concentrando-se os trabalhos nas imediações da "Falha de Samambaia" (epicentro dos terremotos).

A metodologia aplicada foi discutida e aprovada por representantes do DNPM, CNPq/ON, UFRN e CPRM em reunião realizada junto à Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM em 19/05/89, sendo posteriormente apresentada a toda a comunidade em encontros promovidos pelo 4. Distrito do DNPM em Natal nos dias 27/06/89 e 26/07/89, já mostrando os resultados preliminares dos trabalhos em andamento.

Os trabalhos de campo foram executados no período de 08/07/89 a 19/09/89, contando com o apoio administrativo do DNPM/4.DS/Natal e da CPRM/SUREG-RE.

### Magnetometria:

- a) interpretação dos dados aeromagnetométricos na escala 1:500.000;
- b) interpretação dos dados aeromagnométricos da área de João Câmara na escala 1:100.000;
- c) execução de 240 km de perfis estratégicos de magnetometria terrestre perpendiculares aos principais lineamentos aeromagnetométricos desta área.

### Eletrorresistividade:

Execução de 41 sondagens elétricas verticais na Área Piloto João Câmara, para se determinar a espessura sedimentar e o comportamento do paleo-relevo, com aplicação dos seguintes arranjos:

- Sondagem Elétrica Vertical com arranjo Schlumberger.
- Sondagem Elétrica Vertical Dipolar com arranjo Equatorial.

As Sondagens Elétricas foram distribuídas de forma a distanciarem-se no mínimo três quilômetros de qualquer outra, formando uma malha irregular, homogeneamente distribuída, aproveitando os trechos retos das estradas da região.

### 3. TRABALHOS DE MAGNETOMETRIA

Michael Gustav Peter Drews  
Marcelo de Araujo Vieira  
Edson Lopes Barreto

#### 3.1. OBJETIVOS E METODOLOGIA APLICADA

O objetivo prioritário da Magnetometria resume-se em chamar a atenção do geólogo para estruturas, lineamentos, alinhamentos e outras feições, que de ordinário lhe passariam despercebidas, visando fornecer subsídios para a elucidação dos sismos de João Câmara.

Os trabalhos tiveram início com a interpretação regional de dados aeromagnetométricos já disponíveis, prosseguindo com o reconhecimento terrestre da Área Piloto de João Câmara, de modo a abordar as duas seguintes etapas:

- a) Interpretação Regional - apresentada em mapa na escala 1:500.000 (figura 1).
- b) Interpretação da Área de João Câmara - relativa a dados aeromagnéticos dispostos em mapa na escala 1:100.000, juntamente com os dados de geofísica terrestre de 240 km de caminhamento.

Os dados aeromagnetométricos utilizados nas duas etapas retromencionadas - regional e da área de João Câmara - provêm do Projeto Bacia Potiguar (Petrobrás, 1987), levantamento este executado há 500 m de altitude e espaçamento entre as linhas de produção de 2 km, a oeste, e de 4 km a leste, onde está localizada a Área Piloto de João Câmara.

Nestas condições as leituras amostradas já sofrem implicitamente um processo de filtragem, tal que, são eliminadas as altas frequências correspondentes às pequenas estruturas e feições superficiais, justamente as que mais interessam ao mapeamento geológico. Assim, os mapas de interpretação, ora apresentados, estão sujeitos a estas restrições, principalmente o da área de João Câmara que foi elaborado na escala 1:100.000 a partir da interpolação de dados coletados em linhas de vôo espaçadas de 4 km.

Os dados foram processados na CPRM/DEPRO, tendo sido gerados os mapas abaixo discriminados (Apêndice A), decorrentes da transformação das leituras originais obtidas em nT em outras grandezas magnéticas, sem os quais não seria possível ao intérprete a percepção de aspectos relevantes do campo magnético:

- a) intensidade magnética do campo total, isolinhas em nanotesla.
- b) primeira derivada vertical com redução ao equador, em nT/m.
- c) primeira derivada vertical com redução ao polo, em nT/m.

d) mapa regional na escala 1:500.000, isolinhas em nT.

e) mapa de pseudossusceptibilidade magnética, isolinhas em e.m.u.

A interpretação foi feita tendo como base o mapa de intensidade magnética total (figura 2), tendo em vista que o mesmo, ainda que implicitamente, apresenta todas as informações realçadas nos demais. Inicialmente, as feições magnéticas visíveis foram determinadas neste mapa e aquelas de difícil percepção foram delimitadas posteriormente, com o auxílio da observação superposta dos demais mapas, onde estas outras encontram-se realçadas e portanto são facilmente identificadas pelo intérprete.

Dentre os mapas que mais contribuíram para a interpretação estão os de Primeira Derivada Vertical com Redução ao Equador e o Mapa Regional. O primeiro na delimitação de corpos e estruturas rasas e o segundo para a visualização dos grandes traços estruturais.

Quanto ao reconhecimento terrestre, foram executados 240km de perfis selecionados a partir dos mapas aeromagnetométricos de escala 1:100.000 (figura 3), distribuídos em onze segmentos cortando a "Falha de Samambaia" na Área de João Câmara (figura 4). A locação dos perfis tomou por base a faixa dos epicentros dos abalos sísmicos, visando neste local, o reconhecimento em maior detalhe de estruturas ou corpos magnéticos provavelmente correlacionados ao fenômeno. Sete destes perfis são perpendiculares aos grandes lineamentos de direção nordeste visíveis nos mapas aeromagnéticos e quatro outros são perpendiculares aos lineamentos leste-oeste igualmente identificados nestes mapas.

### 3.2. INTERPRETAÇÃO REGIONAL

A região apresenta-se com grandes feições magnéticas bem diferenciadas que vão desde a quase total ausência de anomalias na região do Grabem da Bacia Potiguar até faixas de anomalias de alta frequência correspondentes às fontes superficiais do Pré-Cambriano. Toda a área coberta pelo aerolevanteamento, excluindo o Grabem, é caracterizada por intenso tectonismo nas principais direções NE e WE correlacionadas a estruturas ou a corpos tanto rasos quanto profundos compartimentados entre estas direções (figura 1).

Os lineamentos magnéticos de direção NE, preponderantes na área de cobertura sedimentar, correspondem a grandes traços estruturais do embasamento pré-cambriano. Algumas destas feições mantêm continuidade quando se passa do cristalino para os sedimentos notando-se, todavia, mudanças na direção e intensidade de magnetização das estruturas. Estas mudanças de direção são atribuídas à imposição de deslocamentos ou a truncamentos a partir dos lineamentos WE paralelos à borda da bacia, mudando a direção das estruturas de NNE, no cristalino, para NE nos sedimentos. Este comportamento é mais acentuado a partir da borda ENE do Grabem ocorrendo na parte oriental da bacia. A redução de intensidade magnética observada nas áreas de cobertura

sedimentar mais espessa é explicada pela maior profundidade do embasamento cristalino, onde, em geral, residem as mais intensas fontes magnéticas e logicamente, as medidas do campo pelo sensor sofrem uma atenuação pela maior distância dessas mesmas fontes.

Os lineamentos EW cortam toda região do Pré-Cambriano, apresentando-se como anomalias de alta frequência devidas a corpos ou a estruturas rasas e até mesmo aflorantes interrompidas pelo sistema de falhamentos NE. Estes lineamentos estão coincidentes, em direção e localização, com os diques de diabásio mapeados, estando seguramente correlacionados aos mesmos. Convém ainda considerar a possibilidade da existência de diques de diabásio subjacentes à cobertura sedimentar, que entretanto, não deixaram registros no aerolevanteamento em questão, quer pela profundidade elevada onde estariam situados quer pela filtragem de seus efeitos.

Na bacia sedimentar, lineamentos em outras direções também são observadas, destacando-se aqueles de direção NW. Estes lineamentos se apresentam como pequenas falhas descontínuas que evidenciam sua origem a partir de rompimentos secundários aos grandes traços estruturais NE.

No Pré-Cambriano, a predominância de rochas magnéticas é bastante nítida, sobressaindo as formas anômalas de alta frequência coincidentes com as ocorrências de diques de diabásio. É notável uma intensa faixa anômala NS ao longo do rio Açu, caracterizando uma mesma unidade geológica do Pré-Cambriano, contrastando com a área vizinha, a leste, cuja magnetização é suave. Quanto às litologias já conhecidas no mapa geológico 1:500.000, pode-se afirmar que embora a magnetometria não as diferencie completamente, identifica lineamentos cuja direção coincide com a das unidades e estruturas mapeadas.

### 3.3. INTERPRETAÇÃO DA ÁREA PILOTO DE JOÃO CÂMARA

Uma imagem ampliada desta área, mapa 1:100.000 (figura 3), mostra com mais detalhes os grandes lineamentos realçados na interpretação regional, além de outros de menor expressão, delimitando feições magnéticas bem diferenciadas. Estas feições permitem um melhor questionamento sobre as correlações existentes entre as variações no relevo magnético e os corpos e estruturas que lhes deram origem. Outrossim, os perfis de magnetometria terrestre fornecem informações complementares importantes, úteis na caracterização das feições magnéticas cortadas pelos mesmos, sobretudo ressaltando anomalias devidas a corpos rasos.

A observação do mapa supramencionado chama de imediato a atenção para a faixa onde se situa a "Falha de Samambaia", não só pelo notável paralelismo das isolinhas na direção NNE, como também pelo alto gradiente local do campo magnético. Este fato caracteriza claramente a existência de um grande "trend" estrutural paralelo e muito próximo da "Falha de Samambaia". Além disso, o mapa revela uma grande movimentação tectônica a NW desta Falha, que contrasta com o relevo magnético mais suave a SE.



Também são realçados no Pré-Cambriano os grandes lineamentos EW, que aparecem cortando toda a área levantada. São eles caracterizados por anomalias de mais alta frequência correspondentes a corpos ou estruturas rasas paralelos à borda da Bacia Potiguar e dos diques de diabásio ali mapeados.

Na cobertura sedimentar, outros lineamentos aparecem na faixa noroeste da "Falha de Samambaia", em segmentos descontínuos cujas direções variam de EW a WNW, confirmando a hipótese anterior relativa à grande movimentação tectônica ocorrida nesta faixa.

Por fim, vale ainda ressaltar, a presença de grandes lineamentos NNW (principalmente aquele que passa ao lado de João Câmara, muito bem definido), os quais devem ser também objeto de futuros estudos geoestruturais.

Desta forma, fica aqui sugerido o modelo estrutural segundo o qual a faixa definida como "Falha de Samambaia" seria a separação de dois blocos magneticamente diferenciáveis e comportamento tectônico distinto.

#### -- Unidades Magnéticas Diferenciáveis

No mapa de interpretação, podem ainda ser individualizadas doze feições magnéticas distintas; apresenta-se abaixo, uma descrição sumária de suas principais características, bem como algumas considerações sobre os corpos e estruturas que lhes deram origem, sempre com o intuito de permitir uma futura correlação geológico-geofísica (figura 3).

Unidade A - na porção sudeste, já no limite da área, engloba dois pares de anomalias com dois baixos associados a altos distintos. Um mínimo de -170 nT e máximo de 40 nT confere um alto gradiente à unidade evidenciado pelas proximidades das isolinhas. A presença do baixo magnético no extremo norte da Serra Pelada é provavelmente causada por gabros do Pré-Cambriano.

Unidade B - esta unidade situada na parte leste da área, contorna a anomalia de maior gradiente magnético com uma amplitude de 510 nT. Assim como a unidade A, a fonte magnética desta anomalia é provavelmente os mesmos gabros do Pré-Cambriano.

Unidade C - denominou-se de "C" a porção, em geral, monótona do mapa magnético, comumente de baixo gradiente magnético. Uma porção de área dessa unidade ocupa a parte sudeste da "Falha de Samambaia". Aí seu baixo gradiente e baixa frequência são certamente provenientes de fontes magnéticas profundas. Corresponde a várias litologias.

Unidade D - esta unidade se notabiliza pelo constante paralelismo e aproximação das isolinhas, bem como, sua disposição semi-longitudinal, do lado nordeste da "Falha de

Samambaia". Corresponde a uma zona de transição rápida do campo devido a fontes profundas. Esta disposição, talvez seja, a maior evidência magnetométrica da "Falha de Samambaia".

Unidade E - esta unidade é a resposta de rochas de mais elevada susceptibilidade magnética relativas àquelas separadas pela "Falha de Samambaia" e que, segundo o modelamento automático, estão localizadas predominantemente na parte sudeste da referida falha.

Unidade F - a unidade F e a unidade D representam no "relevo magnético", encostas íngremes e antagônicas de um morro alongado, cujo topo é a unidade C. O traço da "Falha de Samambaia" está localizada à sudeste, no "sopé" do "morro" assim descrito.

Unidade G - situada a oeste da área, compõe uma anomalia magnética isolada formada por um par de alto e baixo magnético com alto gradiente e amplitude magnética de 450 nT. Recomenda-se verificar a existência neste local, de rochas básicas como fonte desta anomalia.

Unidade L - abrange cerca de seis faixas estreitas de isolinhas alongadas na direção leste-oeste. Estes alinhamentos podem ser tanto o efeito, no campo magnético, causado pela presença de diques básicos, como também contatos entre blocos litológicos magneticamente diferenciáveis.

### 3.4 - MAGNETOMETRIA TERRESTRE

Os perfis de geofísica terrestre, de um modo geral, confirmam a interpretação dos dados aeromagnetométricos e acrescentam-lhe algumas informações úteis para uma melhor definição dos lineamentos e feições magnéticas, objetos dessa interpretação (figuras 4, 5 e 6). Além disso, a correlação entre a magnetometria terrestre e o aerolevante possibilitam uma melhor definição quanto à metodologia ideal a ser aplicada na área em estudo. Desta forma, os principais resultados alcançados são os seguintes:

- o Pré-Cambriano aparece bem diferenciado da cobertura sedimentar pela presença de anomalias de alta frequência e formas variadas; não sendo, todavia, possível individualizar estruturas devidas a falhas, a contatos, ou mesmo a diques mapeados na região;

- embora todos os perfis apresentem anomalias e zonas anômalas bem nítidas, a correlação das mesmas entre dois perfis consecutivos não é possível por possuírem formas e amplitudes diversas. Esse fato indica que os grandes lineamentos revelados pelo aerolevante, na verdade, representam o somatório das pequenas parcelas de magnetização devidas a corpos e estruturas menores; o que implica na constatação de uma maior complexidade do comportamento geoestrutural da área levantada;

- frente a esta constatação, a magnetometria terrestre só poderia fornecer informações mais concretas através da execução de um levantamento mais detalhado, com perfis mais próximos entre si e em malha regular; tal execução, porém, é economicamente inviável.

- ademais, como também existem restrições quanto à altura de vôo (500 m) e espaçamento entre os perfis (4 km) do Projeto Bacia Potiguar, fica aqui a sugestão para que a pequena Área Piloto de João Câmara seja coberta por aerolevanteamento com espaçamento entre as linhas de produção de 500 a 1 km e altura de vôo de 100 a 150 m.

- a interpretação quantitativa concebeu vários modelos correspondentes a diversos perfis magnetométricos perpendiculares à "Falha de Samambaia", todavia, a ausência de dados geológicos que possam reduzir a multiplicidade de modelos possíveis calculados para um mesmo perfil não permitiu a seleção de um deles em particular; aliás, fato inerente à ambiguidade do método magnético.

DNPM/CGA-ESTUDOS MAGNETOMÉTRICOS E GEOELÉTRICOS  
NA REGIÃO DE JOÃO CÂMARA - RN

INTERPRETAÇÃO QUALITATIVA DOS DADOS AEROMAGNETOMÉTRICOS

PROJETO BACIA POTIGUAR

0 5 15 25 35 km  
ESCALA

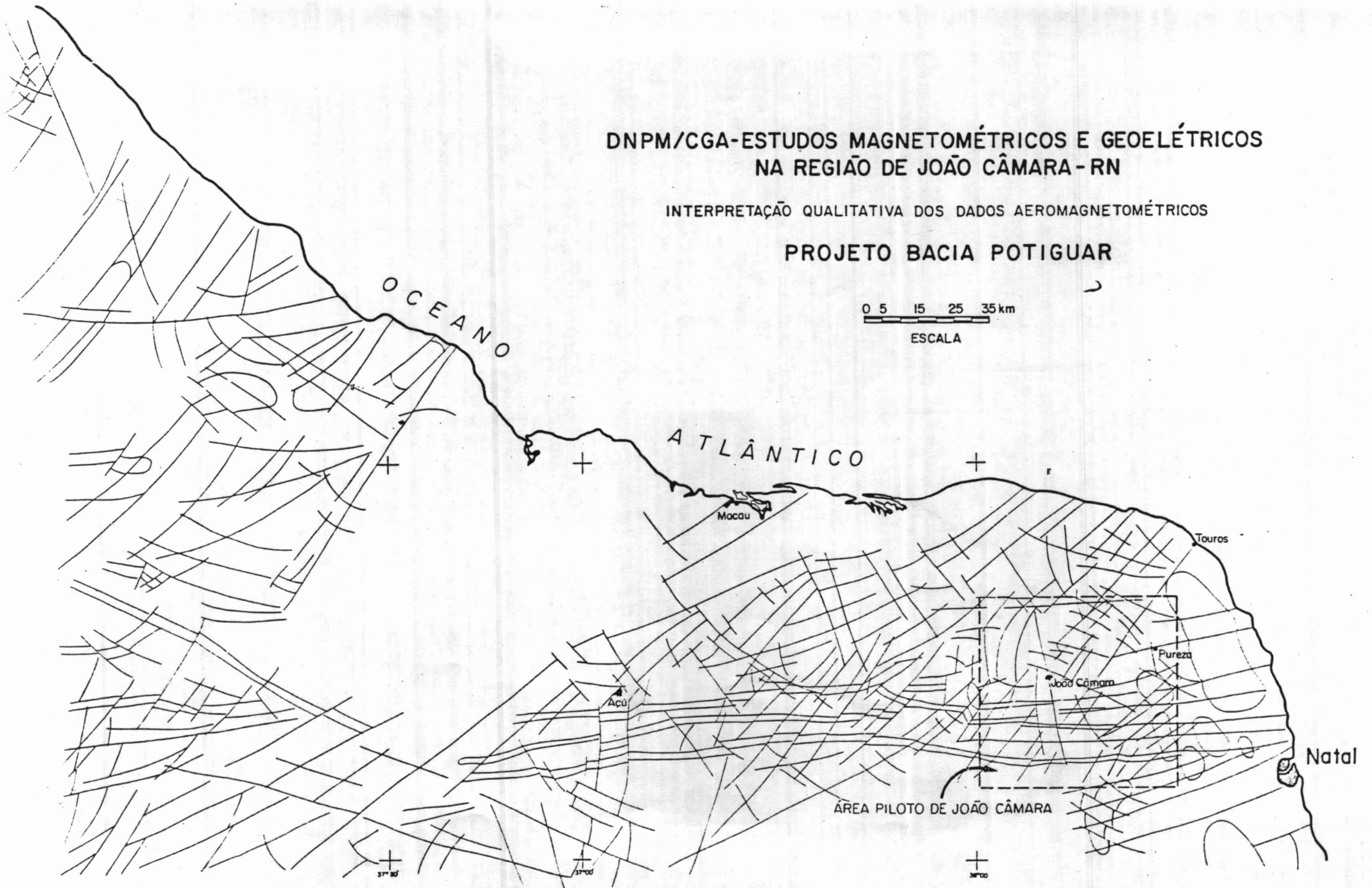
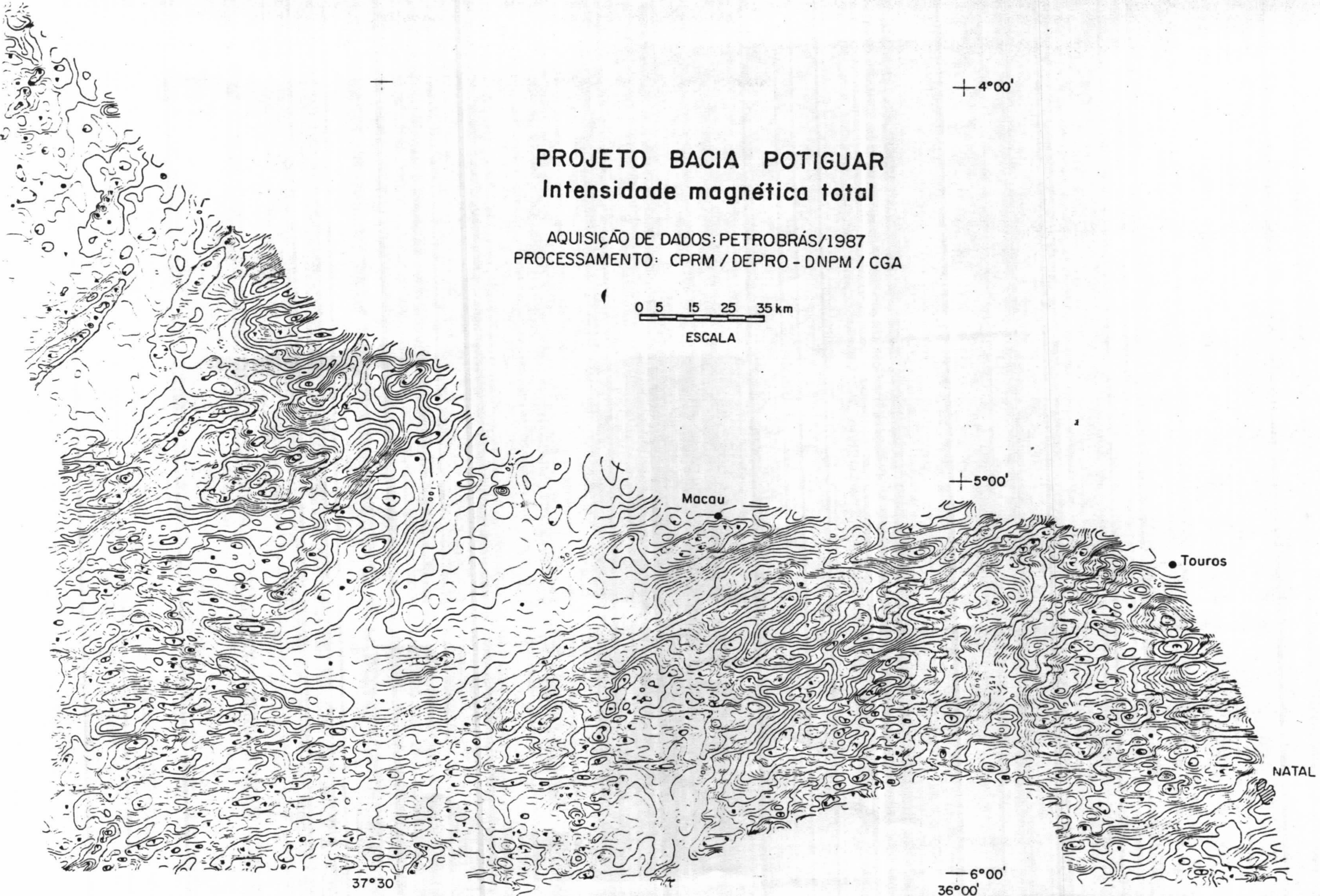


FIGURA 1



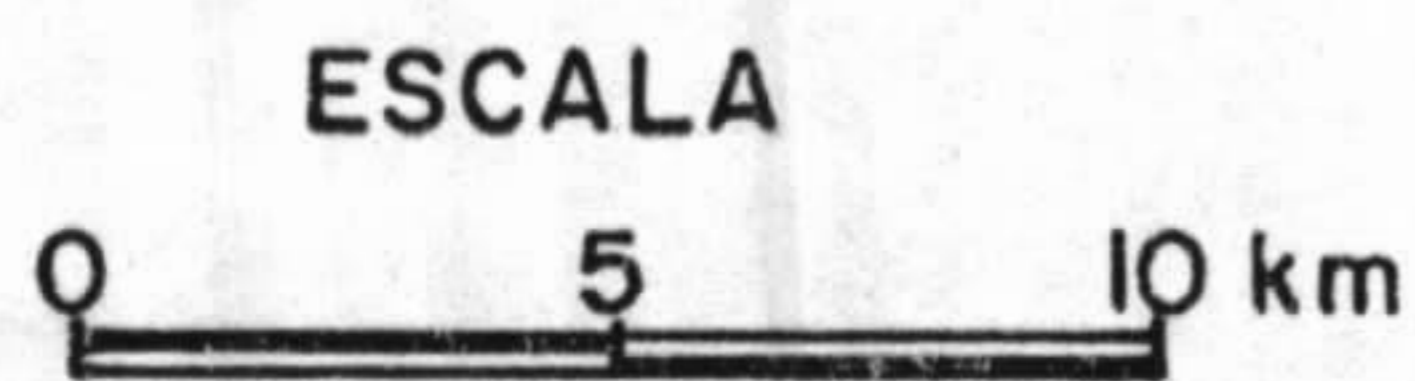
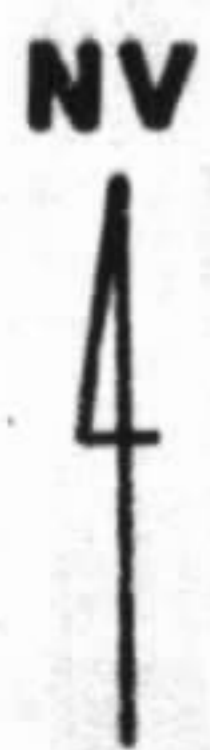
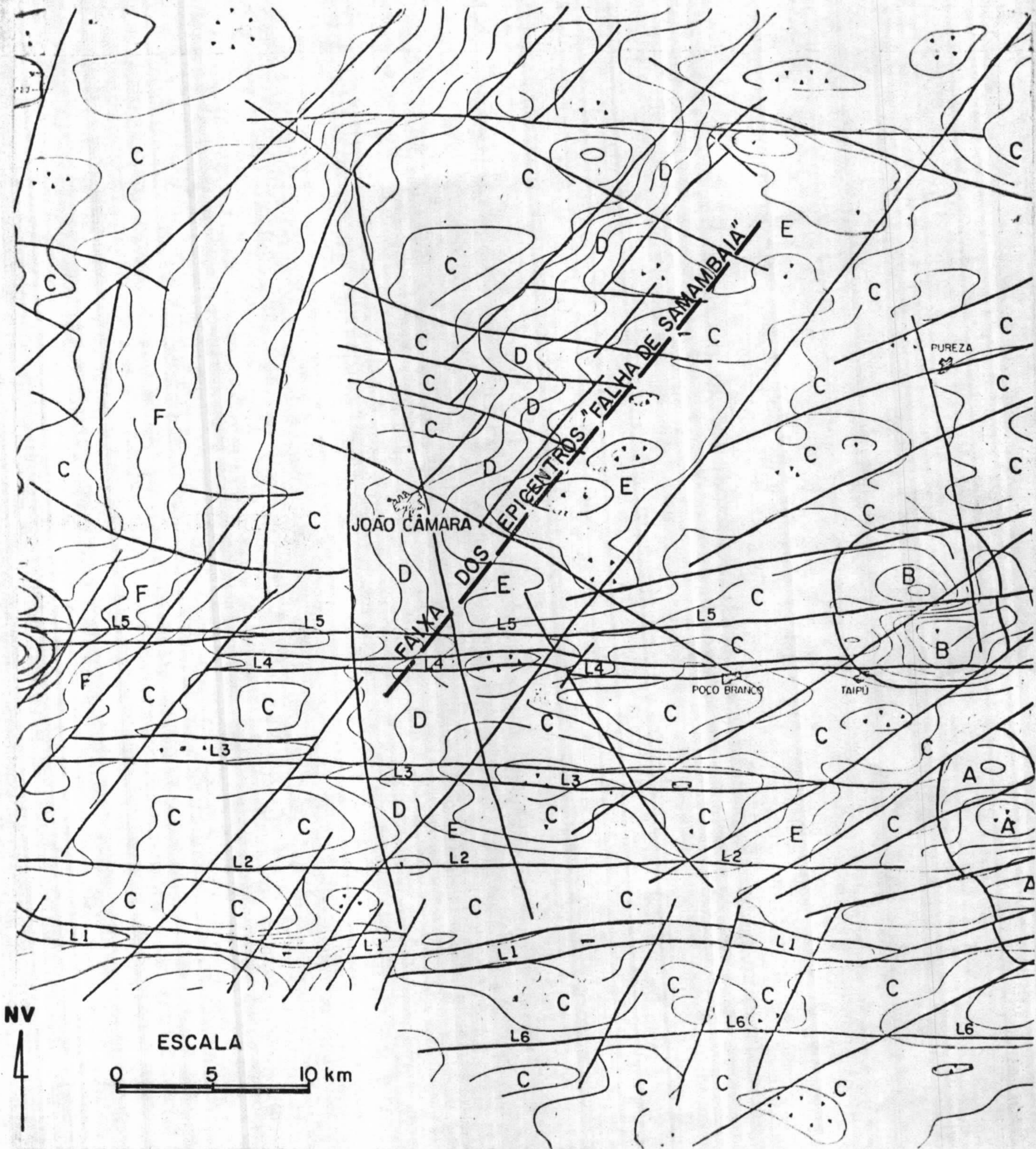
PROJETO BACIA POTIGUAR  
Intensidade magnética total

AQUISIÇÃO DE DADOS: PETROBRÁS/1987  
PROCESSAMENTO: CPRM / DEPRO - DNPM / CGA

0 5 15 25 35 km  
ESCALA

FIGURA - 2

DNPM/CGA - INTERPRETAÇÃO DOS DADOS AEROMAGNETOMÉTRICOS DA ÁREA PILOTO DE  
 JOÃO CÂMARA - RN  
 AQUISIÇÃO DE DADOS - PETROBRÁS/1987  
 PROCESSAMENTO DOS DADOS : CPRM / DEPRO - DNPM/CGA



— LEGENDA —

==== - Alinhamento magnético  
 (contour symbol) - Domínio magnético isolado

— - Lineamento magnético  
 A, B, C - Unidade magnética

FIG. 3

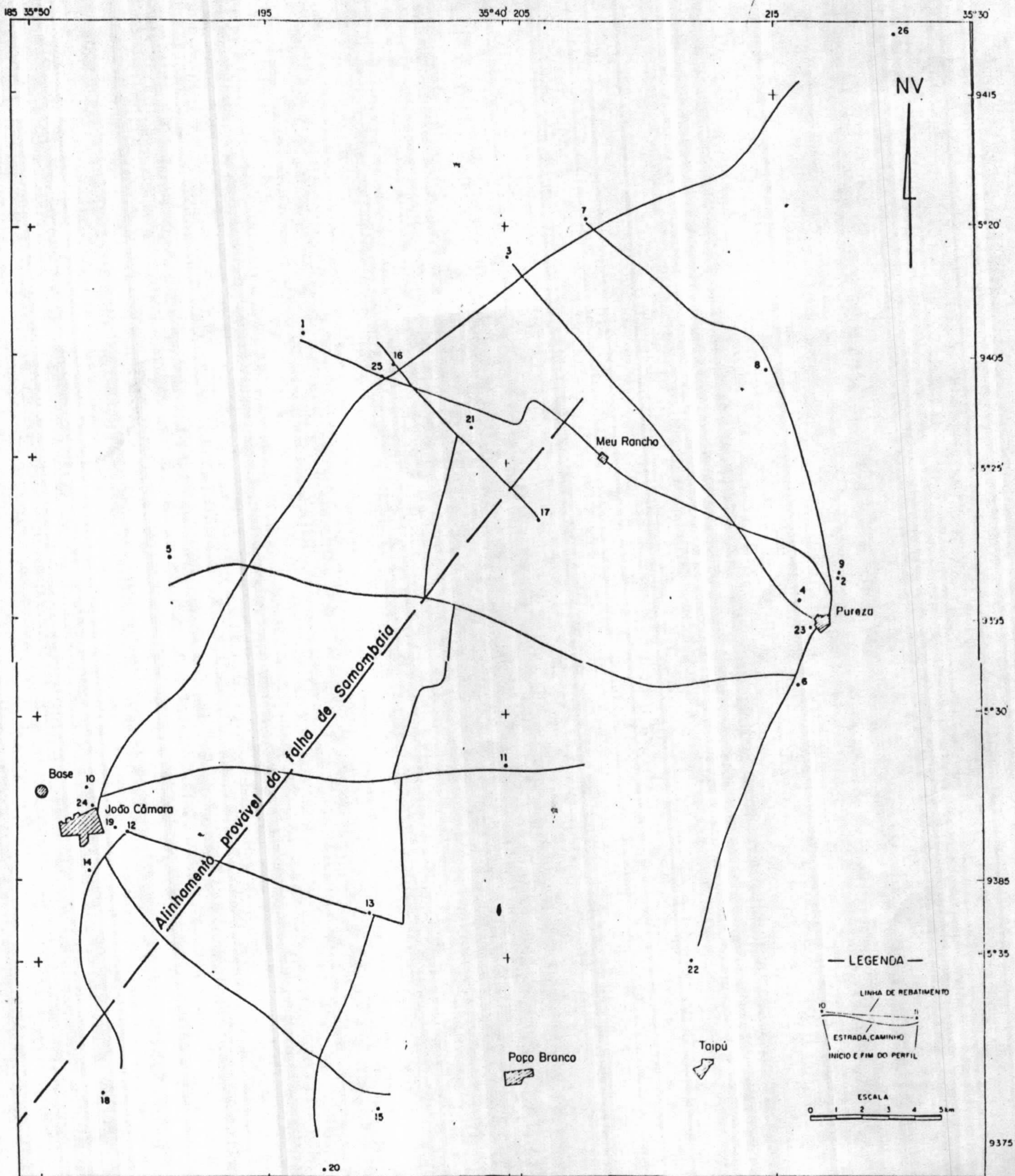


FIGURA 4 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS MAGNETOMÉTRICOS TERRESTRES

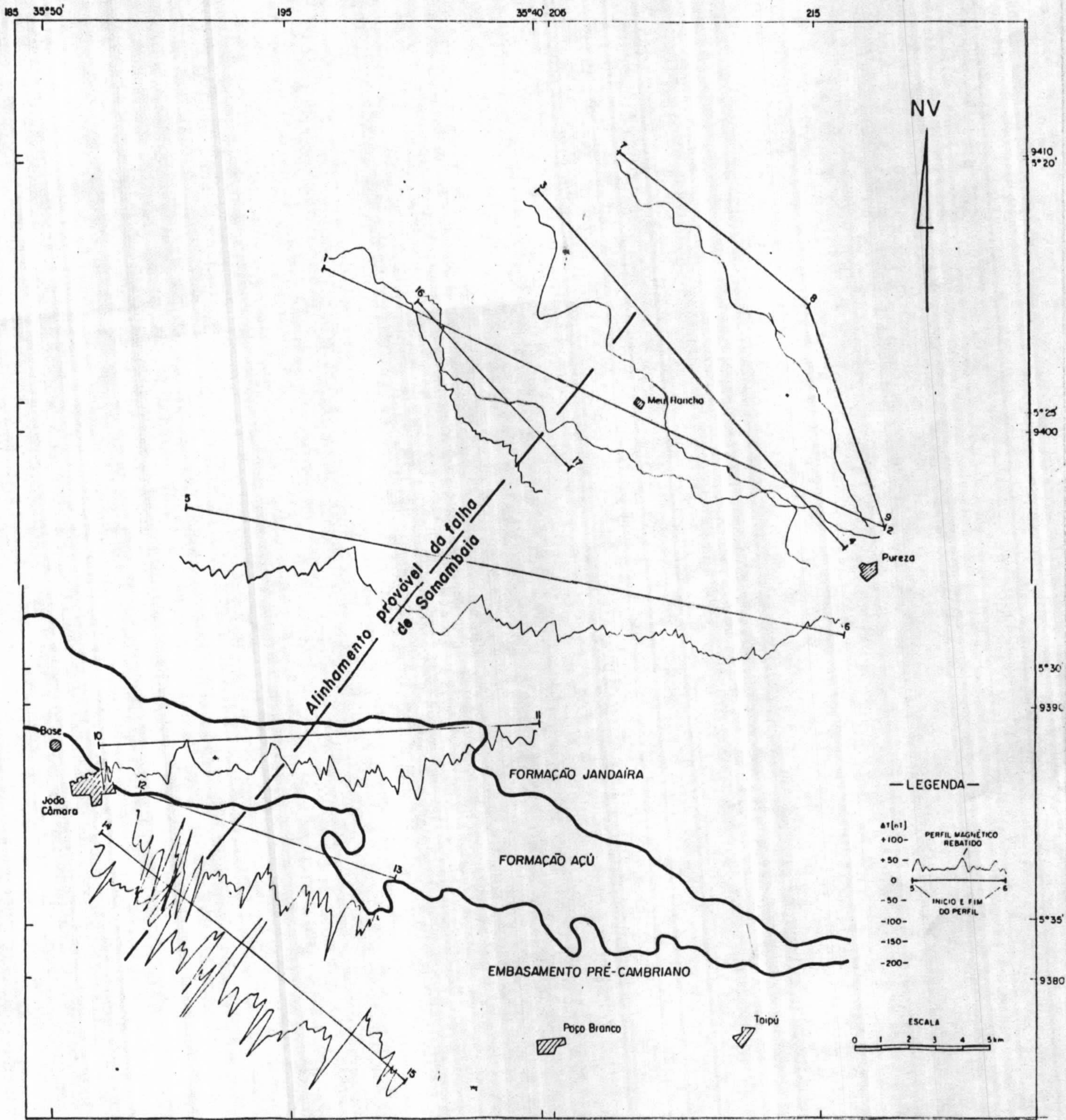


FIGURA 5 - MAPA DOS PERFIS MAGNETOMÉTRICOS TERRESTRES REBATIDOS



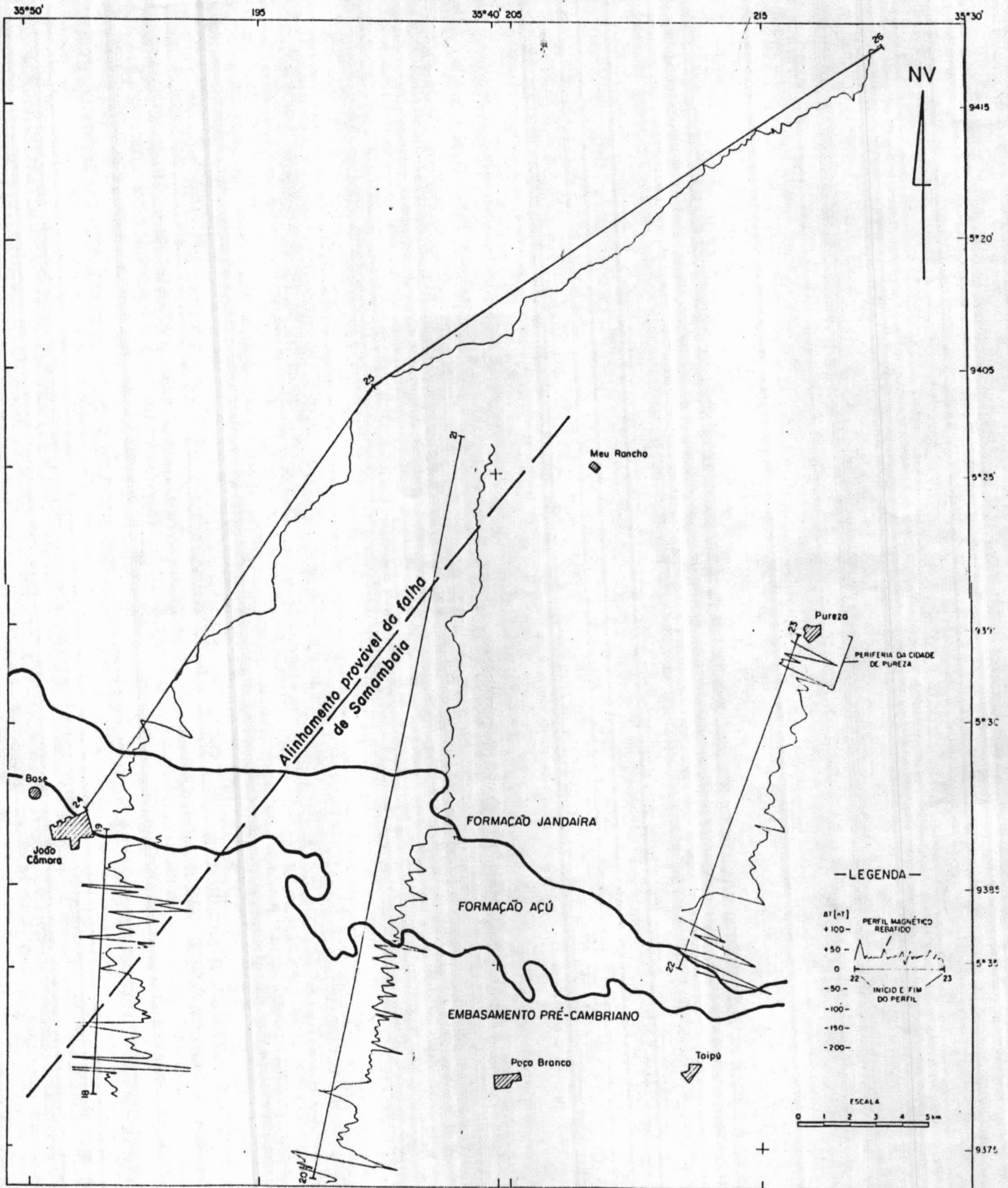


FIGURA 6 - MAPA DOS PERFIS MAGNETOMÉTRICOS TERRESTRES REBATIDOS

## 4. TRABALHOS DE ELETRORRESISTIVIDADE

Fernando A. R. Oliveira

### 4.1. OBJETIVOS E METODOLOGIA APLICADA

A realização dos ensaios de eletrorresistividade teve como principal objetivo a determinação da espessura dos sedimentos da Bacia Potiguar, na área ao norte de João Câmara, e também a detecção de possíveis estruturas que pudessem estar correlacionadas aos abalos sísmicos que ocorrem na região, com a finalidade última de aprofundar os conhecimentos sobre as causas deste fenômeno e possibilitar uma maior avaliação do risco sísmico ao qual se expõe a população. A figura 7 mostra a situação da área investigada pelo método geoeletrico.

O método da eletrorresistividade emprega corrente elétrica contínua produzida por uma fonte artificial (gerador, baterias, etc.) que aplicada no subsolo através de eletrodos de metal, cria um potencial elétrico que por sua vez é medido através de outros eletrodos colocados na vizinhança. Expandindo-se o arranjo de eletrodos, obtém-se a penetração da corrente elétrica e conseqüentemente a mudança de distribuição do potencial elétrico, de acordo com a geometria do arranjo eletródico utilizado e as descontinuidades geoeletricas de subsuperfície. Normalmente o método é utilizado na investigação de bacias sedimentares e estudos hidrogeológicos. No presente trabalho foram duas as configurações de eletrodos empregadas:

#### a) Sondagem Elétrica Vertical com arranjo Schlumberger

Este arranjo caracteriza-se pela utilização de quatro eletrodos (A, M, N e B), na superfície do terreno, colineares, simétricos em relação ao centro do arranjo. Os dois mais externos (A e B) são ligados ao circuito emissor de corrente contínua e os dois internos (M e N) ligados ao circuito de medida de potencial elétrico "U" criado por A e B. Medindo-se U e I, obtém-se a resistividade aparente através da relação:

$$\rho_a = K_{Schl} \frac{\Delta U}{I}$$

onde o fator  $K_{Schl}$  é um fator geométrico cuja função é compensar a queda de potencial devida às variações nas distâncias causadas pela expansão do arranjo.

#### b) Sondagem Elétrica Vertical Dipolar com arranjo Equatorial

O arranjo Equatorial foi utilizado na área investigada, por se adaptar aos locais onde a abertura de picadas é difícil ou quando, na execução de sondagens profundas, exige-se maior quantidade de cabos elétricos, do que a disponível. Este arranjo,

bastante utilizado na União Soviética para o estudo de bacias sedimentares, não havia ainda sido aplicado no Brasil, apesar de suas vantagens práticas e econômicas.

O arranjo consiste basicamente nos eletrodos A e B de corrente contínua e no par de eletrodos para medida M e N que se desloca ao longo de uma perpendicular ao alinhamento AB que passa pelo centro do mesmo. Ambos os dipolos são paralelos entre si e perpendiculares ao eixo que passa por seus centros.

Embora os dois tipos de arranjos possuam diferenças operacionais e geométricas, seus resultados finais são equivalentes. Neste trabalho foram realizados 40 SEVs com arranjo Schlumberger e 01 SEV com arranjo Equatorial, com AB (distância entre os eletrodos mais externos) variando de 400 a 6000 metros de extensão.

As Sondagens Elétricas foram distribuídas de forma a distanciarem-se no mínimo três quilômetros de qualquer outra, formando uma malha irregular homogeneamente distribuída aproveitando os trechos retos das estradas da região.

Com a série de valores de resistividade aparente obtidos em cada ponto, à medida que se expande o arranjo, constroem-se curvas que representam as espessuras e a resistividade dos estratos naquele local. A obtenção dessas espessuras e resistividades foi feita, no caso específico, através de um processo de filtragem digital (Gosh, 1970) realizado em computadores e através da comparação com curvas-padrão publicadas para esse fim.

Assim, obtém-se o posicionamento em profundidade dos diferentes estratos geoeletricos, cada qual caracterizado por um determinado valor médio das resistividades de suas rochas. Por fim, procura-se correlacionar a coluna geoeletrica determinada pela interpretação, com a coluna estratigráfica estabelecida para a região.

No caso específico da Bacia Potiguar, na área estudada, são poucas as informações sobre as características geoeletricas das duas formações geológicas de maior potência e interesse para o problema específico.

#### a) Formação Açu

A Formação Açu, segundo Souza (1982), "caracteriza-se por uma seção superior de arenitos finos intercalados com folhelhos esverdeados e uma seção inferior mais espessa, avermelhada, composta por conglomerados e arenitos com delgadas intercalações de folhelhos e siltitos".

No trabalho de Queiroz, M. A. et alii (1985), sondagens elétricas verticais detectaram uma camada de baixa resistividade (2 a 10 ohm x m) na região de Canguaretama, sotoposta ao calcário, que foi considerado equivalente ao arenito Açu encontrado na borda da Bacia Potiguar. Na região Canguaretama, um poço tubular atingiu esta camada descrita então como arenito creme. Na borda da bacia a formação Açu repousa discordantemente sobre o embasamento cristalino e foi depositada durante as idades Albiano, Cenomaniano e Turoniano.

#### b) Formação Jandaíra

Segundo Souza (1982), é constituída principalmente (Tibana e Terra, 1981) por "calcarenito com bioclastos de moluscos, algas verdes, briozoários e equinóides, calcarenitos a miliolídeos, calcilutito bioclástico e calcilutito "birdseyes"". Também Queiroz (1985) assinala a existência de calcário com resistividades variando de 20 a 100 ohm x m na região de Canguaretama.

### 4.2. INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

#### 4.2.1. MORFOLOGIA DAS CURVAS

A forma das curvas medidas é apresentada no mapa (figura 8). De maneira geral as curvas obtidas se assemelham por apresentarem um mínimo bastante pronunciado na sua parte média. O mínimo evidencia a baixa resistividade da Formação Açú e da Formação Jandaíra sobre o embasamento cristalino de alta resistividade. Em muitas das curvas interpretadas, a simples inspeção visual permite diferenciar nitidamente até seis camadas, sendo muito característica uma sinuosidade que se apresenta no mínimo de algumas delas. A evidência de contrastes geoeletricos dentro dos sedimentos da bacia permite dizer que o método de Sondagem Elétrica Vertical apresenta um poder resolutivo que pode ser ferramenta útil na separação de litologias.

#### 4.2.2. INTERPRETAÇÃO QUANTITATIVA

A interpretação quantitativa consistiu na computação de curvas baseadas em modelos geoeletricos do subsolo, sugeridos pelo intérprete e sua comparação com as curvas de campo (medidas) para verificação do grau de coincidência entre elas (ajuste).

Devido à escassez de informações de subsuperfície para criação de um modelo geoeletrico inicial mais apurado, buscou-se um modelo que satisfizesse a condição de melhor ajuste, mas valendo-se de grande grau de liberdade na variação das resistividades e espessuras das camadas. Este procedimento gerou as colunas geoeletricas apresentadas como apêndice neste relatório. No apêndice, apresentam-se superpostas as curvas de campo e as curvas calculadas de forma a permitir a avaliação do ajuste alcançado pelos modelos (vide Apêndice B).

Deve-se considerar que os valores dessas espessuras e resistividades são aproximados e que se optou sempre pelo modelo mais profundo (maior espessura dos estratos) no caso de mais de uma hipótese de interpretação.

### 4.3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A figura 9 mostra a curva típica da região onde não existe o calcário Jandaíra e sim apenas o arenito Açú e coberturas recentes. Ficam claras as diferenças entre esta curva e a curva típica obtida mais ao norte (figura 10), onde ocorre também o calcário Jandaíra e portanto é maior o número de estratos. Fazer correlação entre as colunas geoeletricas obtidas, no intuito de individualizar estratos que possuam continuidade lateral expressiva e que possam portanto ser representados em seções geológicas, não traria uma melhoria significativa da qualidade da interpretação nessa etapa do trabalho. Tal fato é devido à ambiguidade das interpretações de eletrorresistividade quando não se utiliza uma sondagem mecânica paramétrica para fins de calibração. Deve-se ressaltar que as linhas sísmicas de reflexão 230-RL-60 e 230-RL-70, fornecidas pela Petrobrás, não foram utilizadas na interpretação, por serem pouco elucidativas.

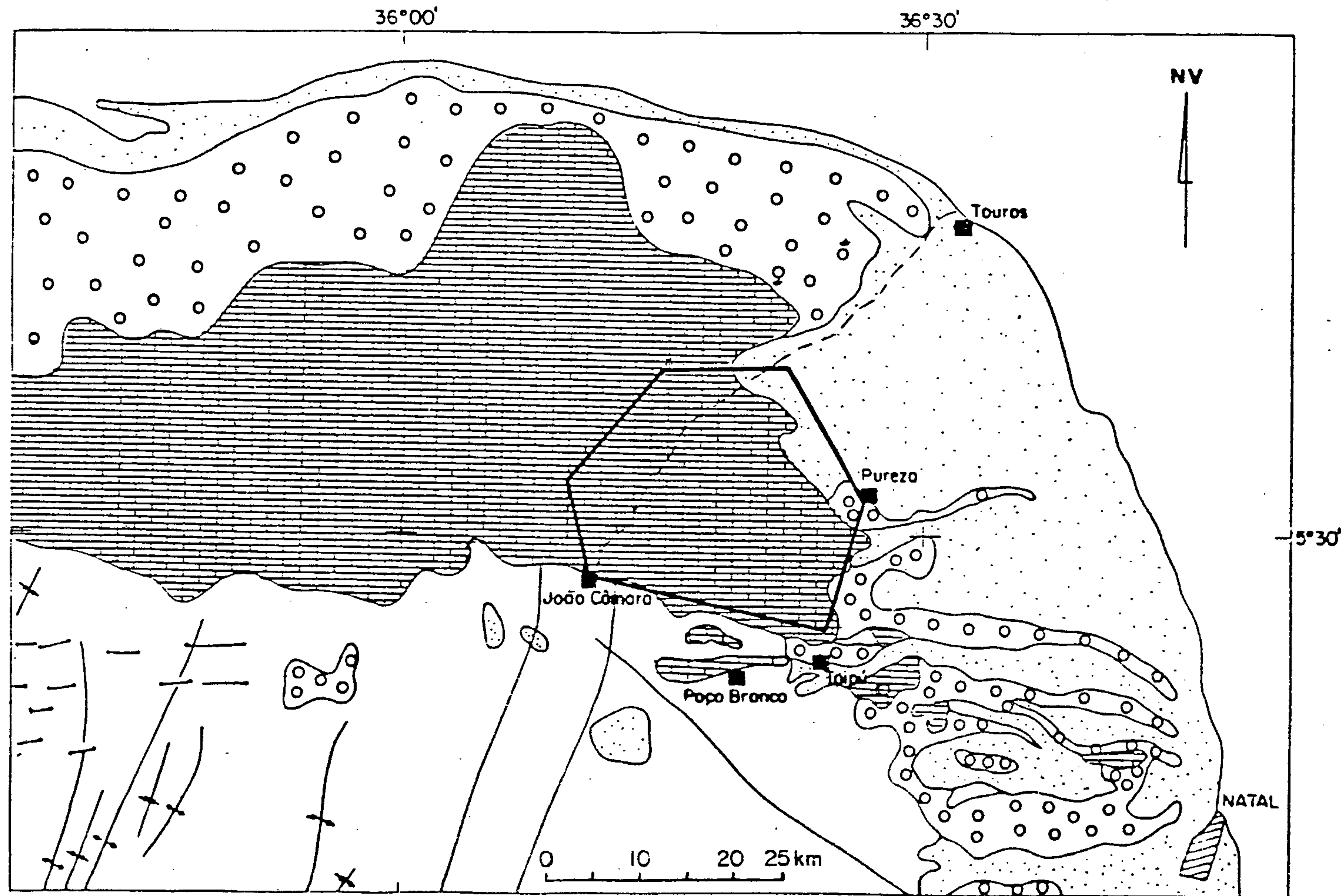
Sendo assim, apenas a espessura total dos sedimentos, obtidas pela soma das espessuras das camadas geoeletricas, foi utilizada para a confecção de um mapa de profundidade do topo do embasamento cristalino.

O mapa de profundidade do embasamento assim delineado, tem sua utilidade reforçada pela constatação de que diversos falhamentos regionais que cortam os terrenos pré-cambrianos, têm continuidade sob a bacia sedimentar, cortando inclusive toda a sua coluna estratigráfica (Fortes, 1982). Assim, o que acontece nos terrenos cristalinos se reflete nos sedimentos, podendo chegar até à superfície.




Este mapa, que é apresentado na figura 11, confirma o mergulho regional (Souza, 1982) para N-NW. Ao centro da área estudada se apresenta uma depressão de direção aproximada E-W que desaparece no rumo W e inflete para SE no limite este do mapa. Paralelamente à depressão, do lado norte, temos um alto bastante pronunciado que se destaca a partir do centro do mapa se estendendo para este. Avançando-se para o norte, toma-se novamente o mergulho regional até se atingir a profundidade de -700 metros no limite da área investigada.

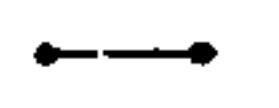
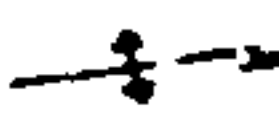


A estrutura descrita pode ser interpretada como uma falha em charneira com direção E-W cujo rejeito vertical diminui para oeste, paralelamente à linha flexural da borda sul da bacia, que é evidenciada por sua vez por diques de diabásio em enxames paralelos e subparalelos à direção E-W. Ao mesmo tempo, se acompanharmos as isóbatas de -200, -300 e -400 observaremos que, no local próximo à estrada que liga João Câmara a Touros, estas linhas têm uma tendência acentuada para NNE, o que pode evidenciar uma outra direção de falhamento com menor expressão no nosso mapa, mas compatível com as direções principais do embasamento pré-cambriano aflorante, ao sul da borda da bacia.

MAPA DE SITUAÇÃO DA ÁREA INVESTIGADA  
 SOBRE MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO  
 RIO GRANDE DO NORTE (PARCIAL)



— CONVENÇÕES GEOLÓGICAS —

-  - LIMITE APROXIMADO DOS ENSAIOS GEOELÉTRICOS
-  - CONTATO GEOLÓGICO
-  - FALHA INDISCRIMINADA

-  - DIQUES
-  - ANTICLINAL
-  - SINCLINAL
-  - TRAÇOS DE FOLIAÇÃO


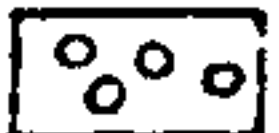
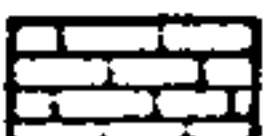
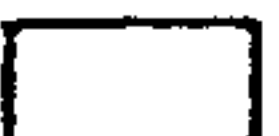
-  - Quaternário: aluvios fluviais, depósitos de praia.
-  - Terciário: arenitos, argilitos, conglomerados.
-  - Cretáceo: arenito, calcáreo, margo e folhelho.
-  - Pré-Cambriano indiferenciado.

FIGURA 7

# MAPA DE MORFOLOGIA DAS CURVAS DE ELETRORRESISTIVIDADE

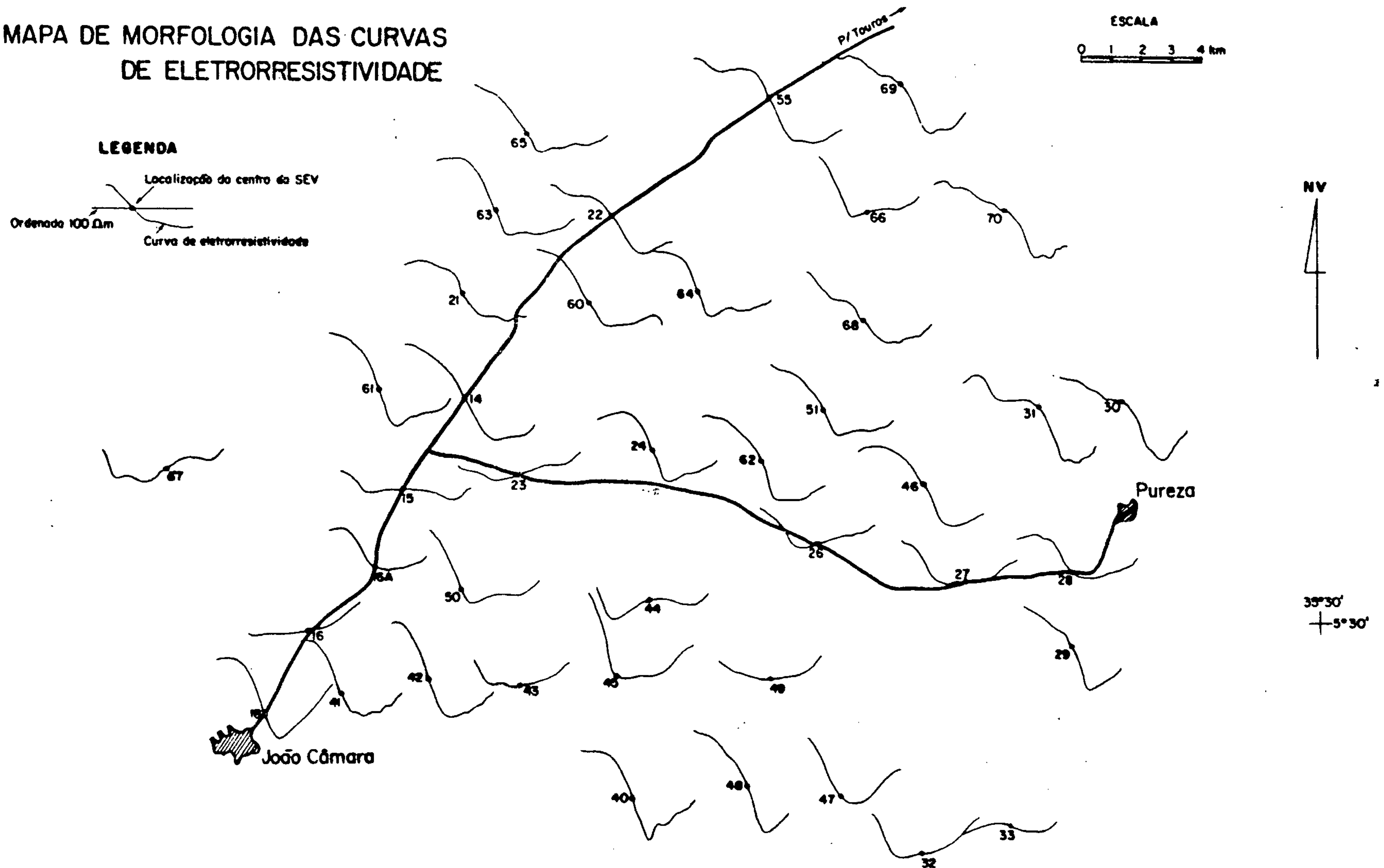
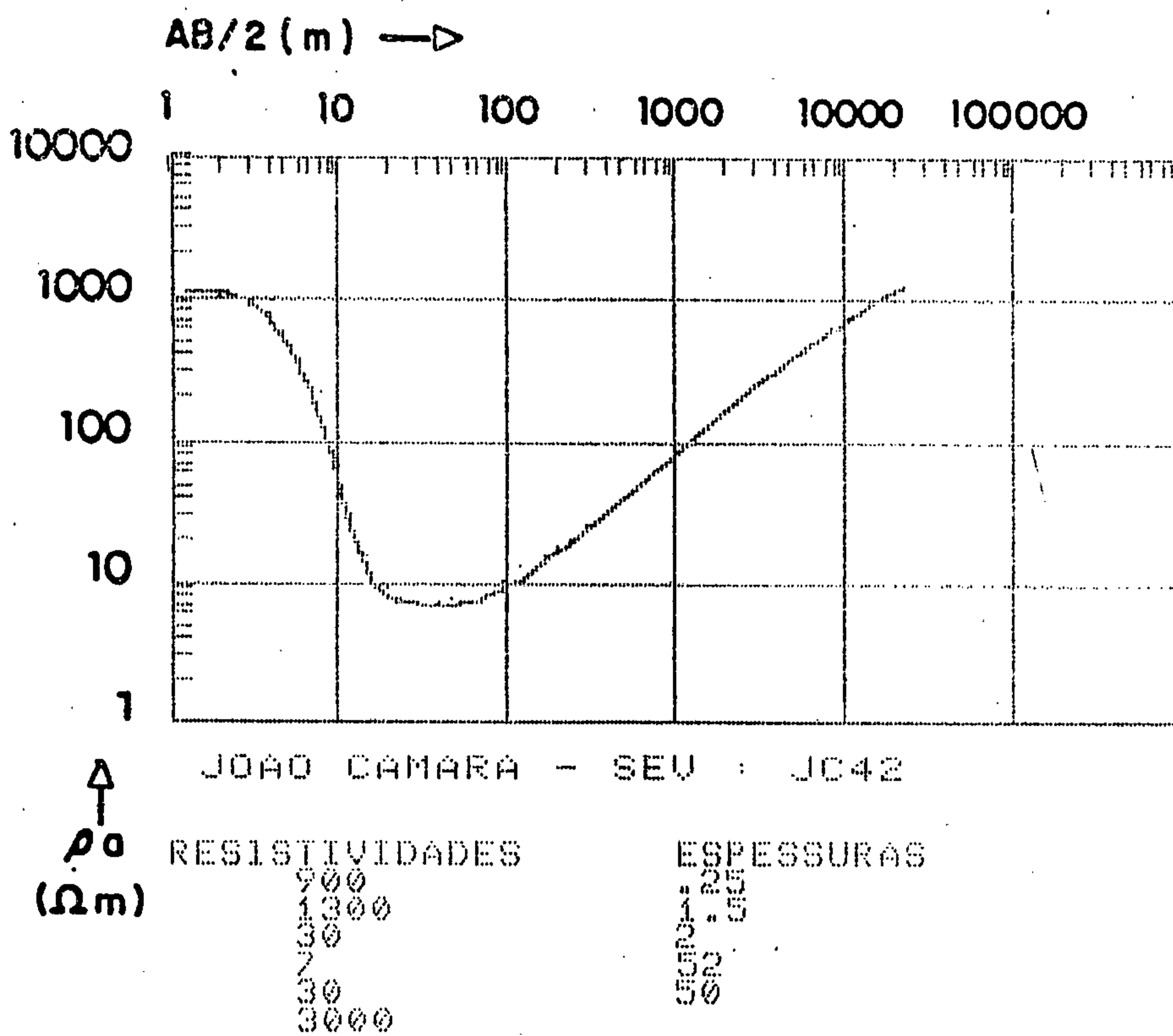
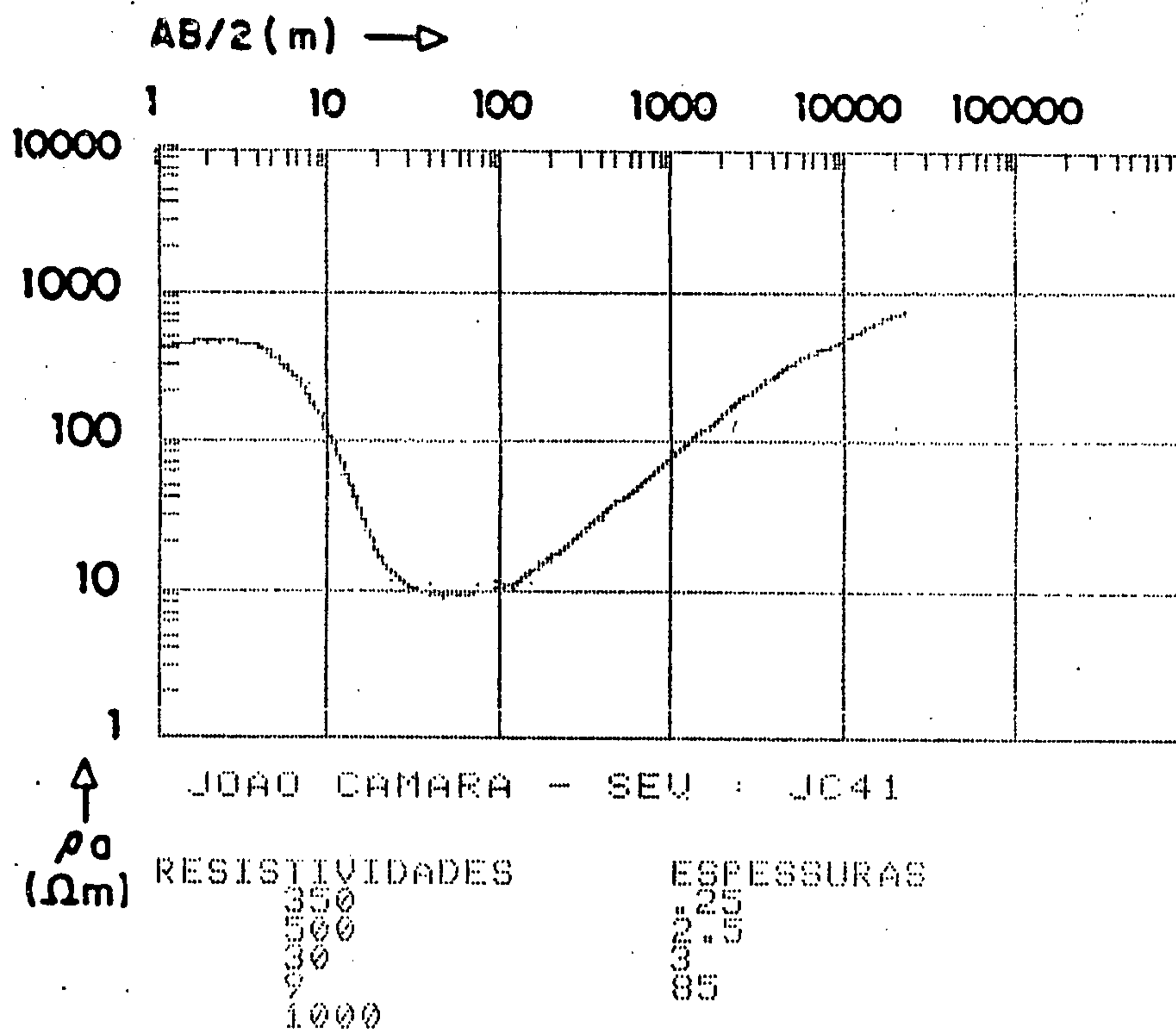


FIGURA 8

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS



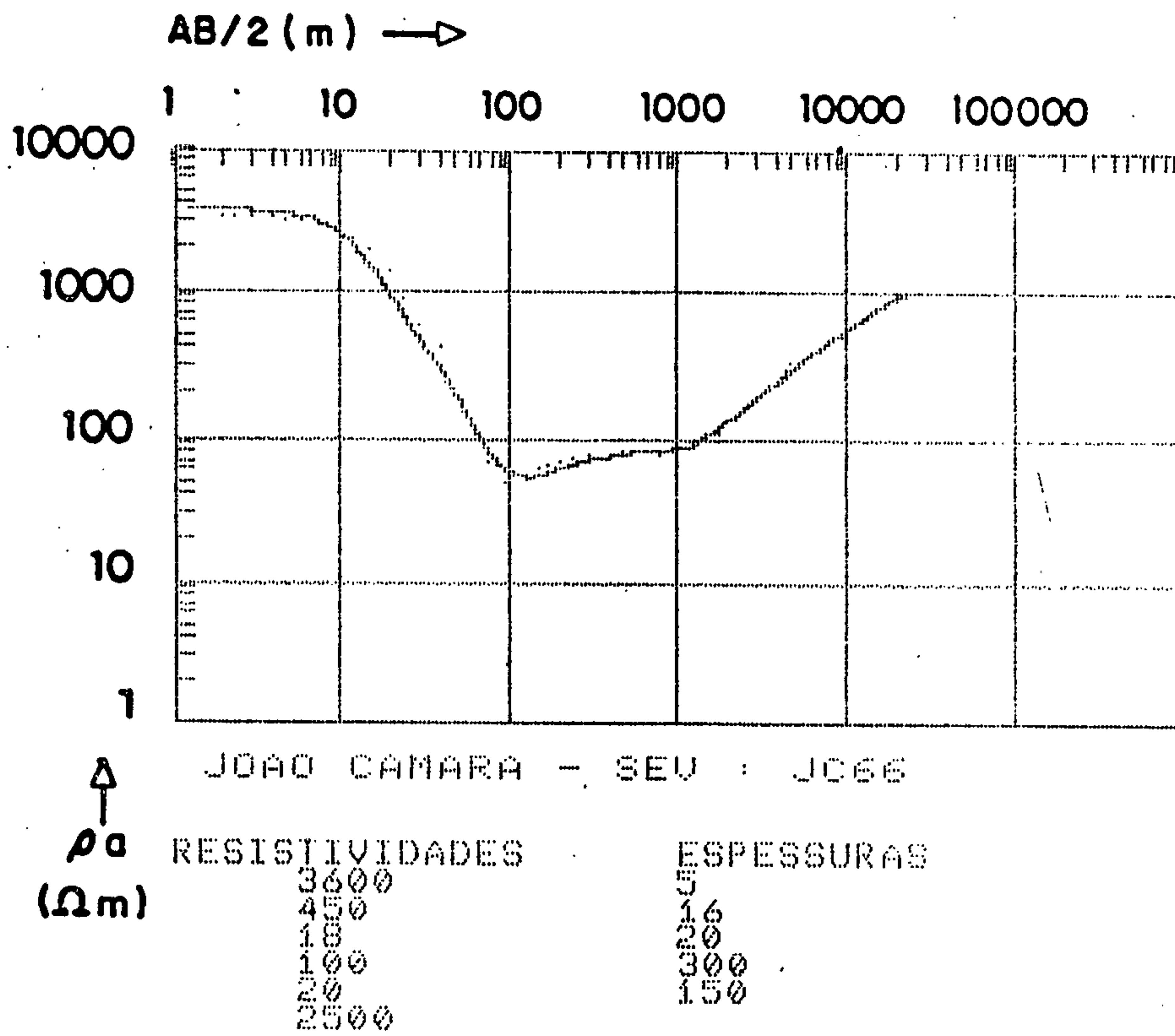
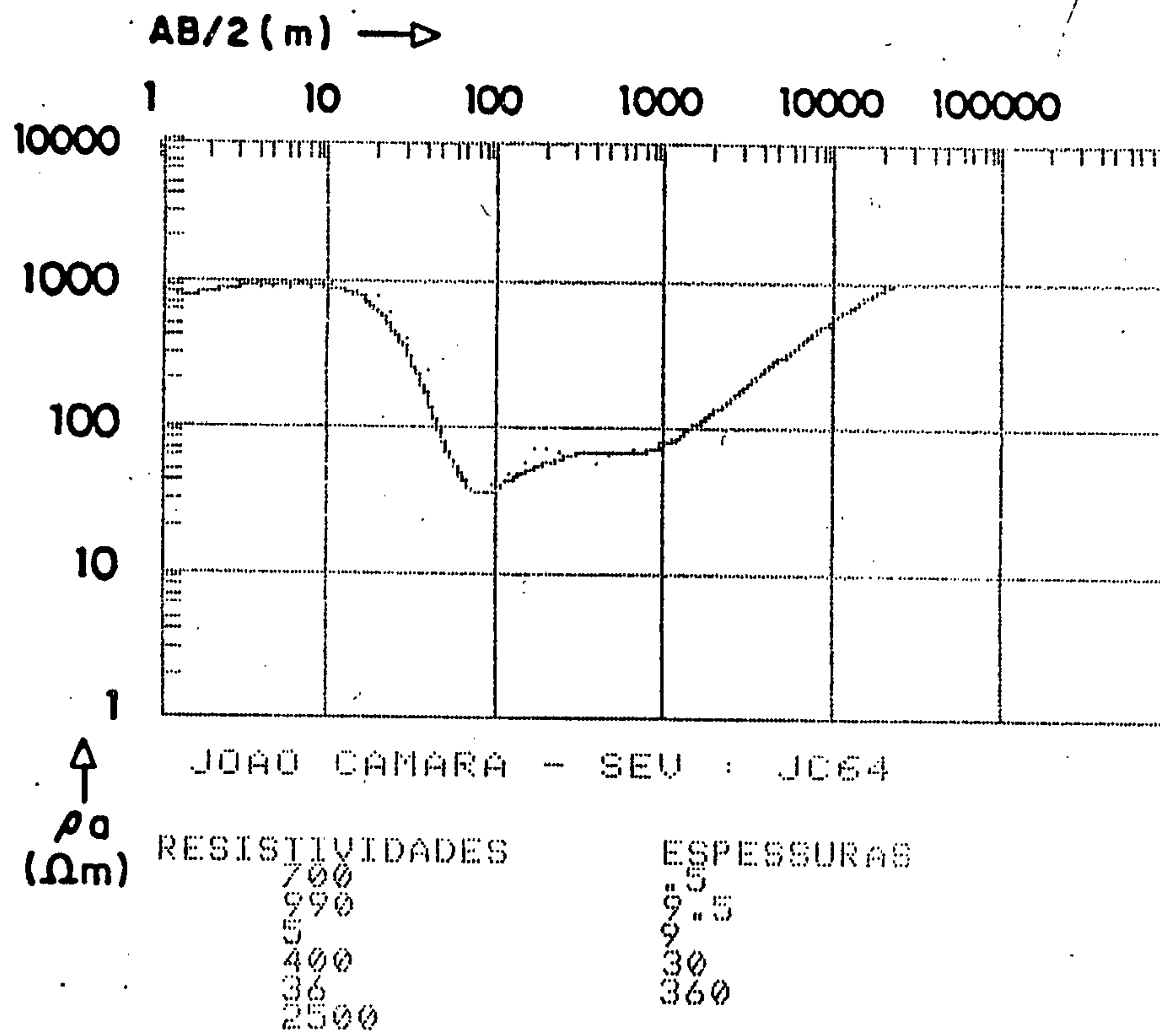
..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA



# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS



..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

MAPA DE PROFUNDIDADE DO EMBASAMENTO CRISTALINO DA BACIA POTIGUAR  
 JOÃO CÂMARA - RN  
 BASEADO NA INTERPRETAÇÃO DE SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

- LEGENDA
- + - Embasamento
  - △ - Localização de SEV/SED
  - - - - - Isóbata
  - — — — Falha
  - — — — Falha provável
  - — — — Contato geológico aprox.

Datum = nível do mar  
 1 Intervalo de curva = 100 m

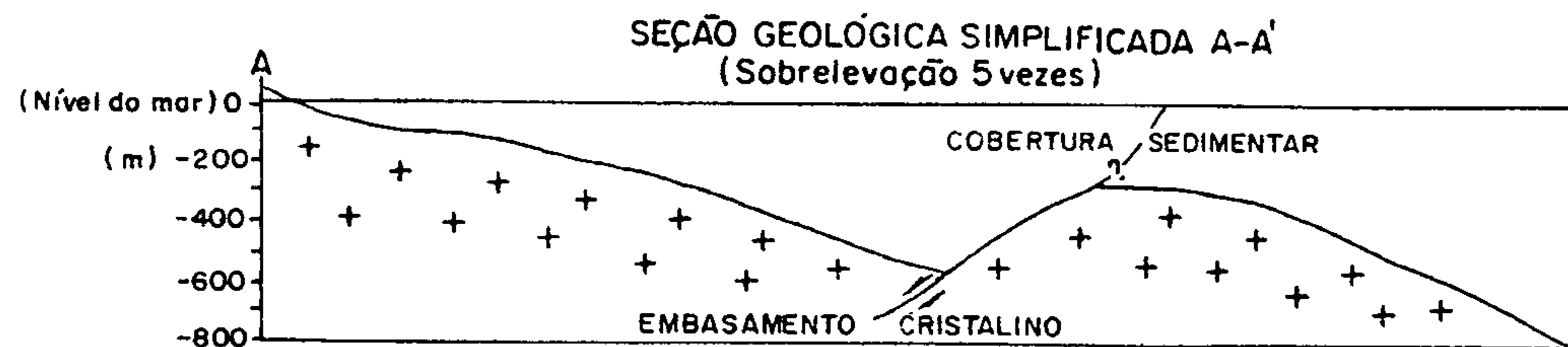
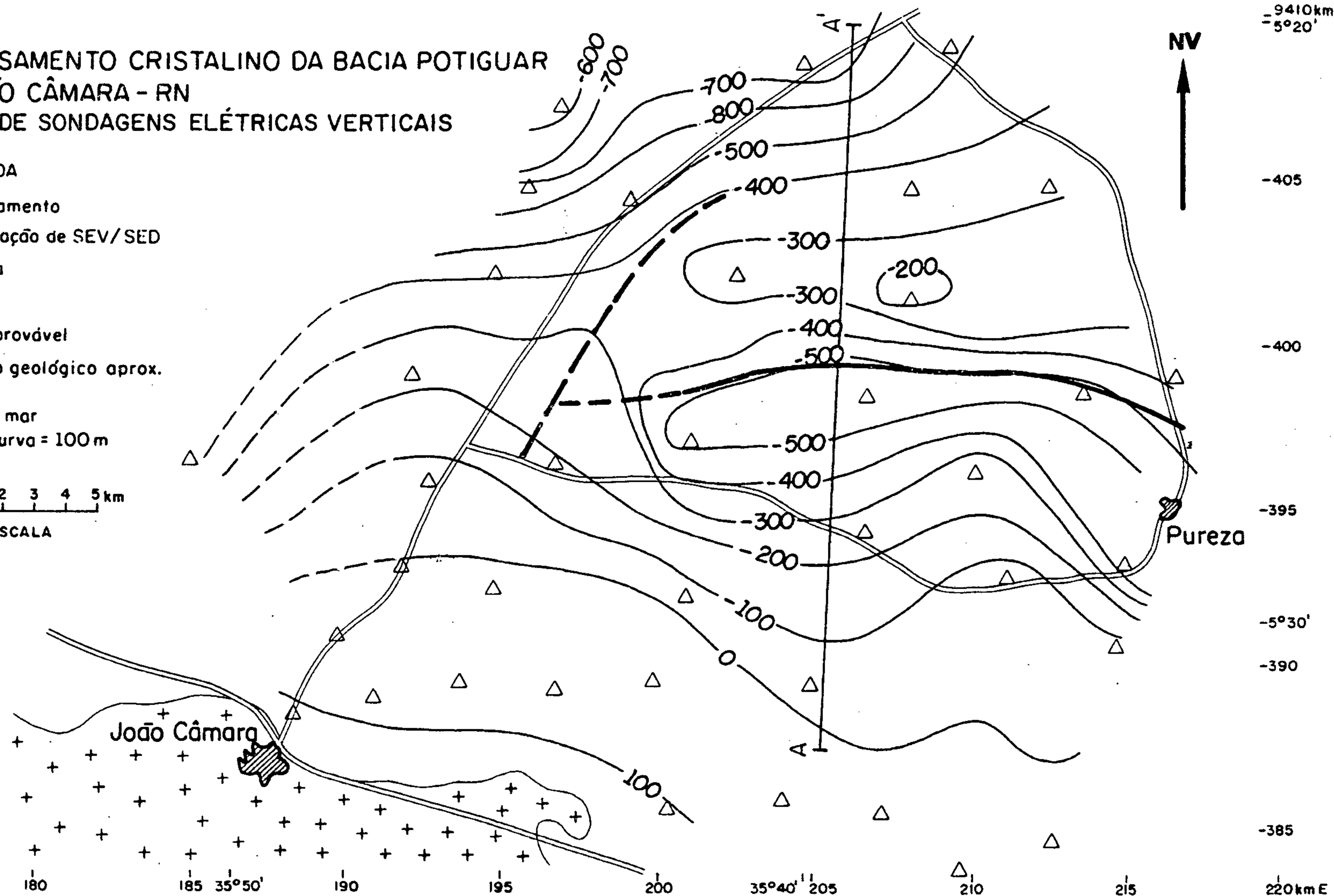
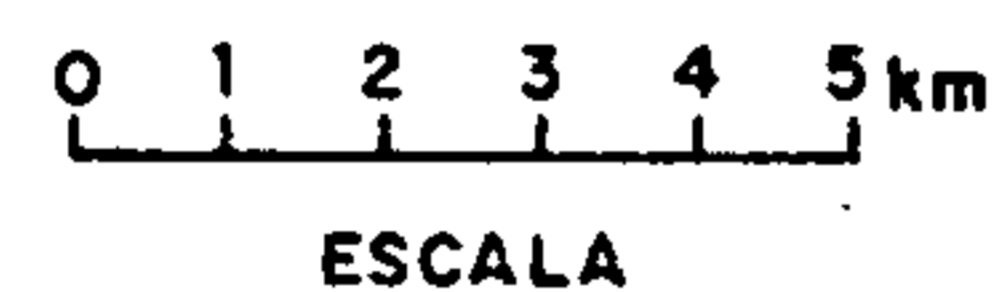


FIGURA 11

BASE TOPOGRÁFICA: FOLHAS SB-25-V-C-IV  
 (JOÃO CÂMARA) E SB 25-V-C-1 (PUREZA) -  
 1: 100000, SUDENE, 1971

GEOLOGIA: AMPLIAÇÃO MAPA GEOLÓGICO -  
 1: 250000 - PROJETO MAPAS METALOGÊNICOS  
 E DE PREVISÃO DE RECURSOS MINEIRAIS  
 FOLHA NATAL (SB 25-V-C) CPRM 1983

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os dois métodos empregados, ambos com finalidades específicas, mostraram-se eficazes para um melhor conhecimento da geologia das áreas estudadas, fornecendo novos subsídios para o estudo da Sismicidade do Nordeste Brasileiro. Em consequência a análise dos resultados de cada método, permitiu a elaboração de uma metodologia de trabalho otimizada para ser aplicada em maior detalhe e em larga escala em toda Região Nordeste.

A interpretação dos dados aeromagnetométricos na escala 1:500.000 (figura 1), mostrou que toda área coberta pelo aerolevanteamento, excluindo o "Graben" da Bacia Potiguar, é caracterizada por intenso tectonismo correlacionado a corpos, tanto rasos quanto profundos, compartimentados entre estruturas condicionantes de direções NE e EW. As estruturas mais profundas correspondem aos lineamentos NE na bacia sedimentar, porém são truncadas na borda da bacia onde se defletem, assumindo no cristalino a direção NNE. Já os lineamentos EW apresentam-se como estruturas mais rasas paralelas aos diques de diabásios mapeados no Pré-Cambriano e, provavelmente, correlacionados aos mesmos.

Assim uma vez delineadas as estruturas responsáveis pelos abalos sísmicos de João Câmara, pode-se procurar delimitar outras áreas de igual risco sísmico a partir do estudo mais detalhado dos lineamentos supracitados.

Os dados magnetométricos na escala 1:100.000 sugerem um modelo estrutural segundo o qual a faixa definida como "Falha de Samambaia" seria a separação de dois blocos magneticamente diferenciáveis e de comportamento tectônico diverso; estando o mais perturbado situado a NW da Falha. Os lineamentos EW aparecem bem caracterizados no Pré-Cambriano como sinais de fontes magnéticas rasas. Na cobertura sedimentar a resposta da magnetometria a estas estruturas é atenuada certamente pela profundidade onde se encontram.

A eletrorresistividade permitiu a confecção do mapa das profundidades do topo do embasamento cristalino. Este mapa tem sua utilidade reforçada pela constatação de que diversos falhamentos regionais que cortam os terrenos pré-cambrianos têm continuidade sob a bacia sedimentar, cortando inclusive toda a sua coluna estratigráfica (Fortes, 1982). Assim o que acontece nos terrenos cristalinos se reflete nos sedimentos, podendo chegar até a superfície.

O mapa apresentado na figura 11 confirma o mergulho regional (Souza, 1982) para NNW. Ao centro da área estudada se apresenta uma depressão de direção aproximada EW que desaparece no rumo W e inflete para SE no limite este do mapa. Paralelamente à depressão, do lado norte, temos um alto bastante pronunciado que se destaca a partir do centro do mapa se estendendo para este. Avançando-se para o norte toma-se novamente o mergulho regional até se atingir a profundidade de -700 metros no limite da área investigada.

A estrutura descrita pode ser interpretada como uma falha em charneira com direção EW e rejeito vertical diminuindo para oeste, paralela à linha flexural da borda sul da bacia, que é

evidenciada por sua vez por diques de diabásio em enxames paralelos e subparalelos à direção EW. Ao mesmo tempo, acompanhando-se as isóbatas de -200, -300 e -400 observa-se que, no local próximo à estrada que liga João Câmara a Touros, estas linhas têm uma tendência acentuada para NNE, o que pode evidenciar uma outra direção de falhamento com menor expressão no mapa, mas compatível com as direções principais do embasamento pré-cambriano aflorante, ao sul da borda da bacia.

Embora os dois métodos usados tenham finalidades bastantes diferentes foi possível correlacionar os resultados obtidos, chegando-se à conclusão de que as informações fornecidas por cada método se reforçam mutuamente, quais sejam:

- os lineamentos NE paralelos à "Falha de Samambaia", que se apresentam regionalmente como grandes estruturas profundas, também foram detectados pela resistividade através de uma estrutura rasa mapeada no relevo do embasamento cristalino. Assim a magnetometria está de acordo com a concepção de que os falhamentos regionais que cortam os terrenos pré-cambrianos têm continuidade sob a bacia sedimentar;

- a estrutura de direção EW, interpretada como falha pela eletrorresistividade no mapa do relevo do embasamento e apresentada em seção mostrando rejeito visível, não foi detectada tão nitidamente pela magnetometria, todavia esta estrutura deve estar correlacionada aos demais lineamentos magnetométricos mapeados nesta direção como estruturas rasas.

#### RECOMENDAÇÕES:

O aerolevanteamento magnetométrico do Projeto Bacia Potiguar foi plenamente satisfatório para a delimitação dos grandes traços estruturais que ditam o comportamento da geologia regional, deixando a desejar quando se quer informações em escalas maiores que 1:100.000. Quanto à magnetometria terrestre, seus resultados foram insatisfatórios devido à complexidade geológica da região, exigindo um maior adensamento dos perfis de amostragem, o que por sua vez é inviável pela dificuldade de abertura de picadas e o alto custo envolvido.

Assim, recomenda-se a execução de um novo aerolevanteamento com perfis espaçados de 1.000 m e altura de vôo de 100 m, que cobriria oito folhas 1:100.000: Natal, João Câmara, Lajes, Açu, Touros, Pureza, Jandaíra e Macau, com prioridades para as folhas de João Câmara e Pureza. A duração do trabalho é estimada em um mês para a aquisição dos dados e três meses para processamento.

A eletrorresistividade, por ter apresentado resultados plenamente satisfatórios, deve ser usada novamente e com a mesma metodologia consagrada no presente trabalho.

A área já levantada deve ser objeto de maior detalhamento, visando a obtenção de seções geo-elétricas com maior número de sondagens elétricas, prioritariamente a seção AA' apresentada neste relatório. As áreas adjacentes devem ser cobertas por uma

malha de sondagens semelhante à que foi usada, visando um melhor fechamento das isóbatas e, em consequência, uma melhor definição das estruturas apresentadas.

Quanto à contribuição da Sismologia, pode-se afirmar que as seções de sísmica de reflexão (230-RL-60 e 230-RL-60) fornecidas pela PETROBRÁS foram pouco elucidativas; devendo ser objeto de estudo posterior com os técnicos dessa empresa.

## 6. BIBLIOGRAFIA

Asmus, H.E.: Significado Geotectônico das Feições Estruturais das Bacias Marginais Brasileiras e Áreas Adjacentes. Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Geologia. V. 4, pg. 1547-1557.

Cautwell, T., et alii: Deep Resistivity Results from New York and Virginia. Journal of Geophysical Research. Vol. 69, No. 20, pg. 4367-4376, 1964.

Castro, J. C.; et alii: A Sedimentação da Formação Açú, Cretáceo Médio da Bacia Potiguar e Um análogo recente: O estuário do Rio Açú, na região de Macau, RN. Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Geologia. V. 5, pg. 2417-2422. Salvador, 1982.

Cinna, L. - Sismicidade Intraplaca. Simpósio Sismicidade na Região de João Câmara, RN. - Publicação Especial No. 01, Observatório Nacional, Rio de Janeiro, 1987.

Costa, Tilson Baltazar da: Correlação entre Gradiente de Temperatura e Litologia da Bacia Potiguar. Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Geologia. V. 4, pg 1581-1591. Salvador, 1982.

Ferreira, J. M. - Sismicidade no Rio Grande do Norte. Simpósio Sismicidade na Região de João Câmara, RN - Publicação Especial No. 01, Observatório Nacional, Rio de Janeiro, 1987.

Fortes, F. P.: Utilização Combinada da Fotogeologia com a Magnetometria, Gravimetria e Sísmica, na Prospecção de Petróleo, na Bacia Potiguar. Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Geologia. V. 5, pg. 2407-2416. Salvador, 1982.

Gomes, R. A. A. D.; Motta A. C.: Compartimentação Tectônica da Bacia Potiguar Interpretados a partir de Mapa Bouguer. Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Geologia. V. 4, pg. 1644-1651. Salvador, 1982.

Henning, H.; Vieira, A. B.: Eletro-resistividade - SEV. Manual de Operação. Centro de Geofísica Aplicada. 1978.

Paterson, N. R.- Exploration Geophysics. AGID-GUIDE to Mineral Resources Development. Toronto, Canada, 1983.

Paterson, Grant and Watson - P. G. W., Geophysical Interpretation Software Library - Program Documentation. Toronto, Canada, 1986

Telford, W. M. et alii - Applied Geophysics. Great Britain, Cambridge, University Press, 1978. 860 p.11, graf.

Souza, Sérgio M. de: Atualização da Litoestratigrafia da Bacia Potiguar. Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Geologia. V. 5, pg. 2392-2405. Salvador, 1982.

Keller, George V.: Recent Developments in the Use and Interpretation of Direct-Current Resistivity Surveys Geophysics and Geochemistry in the Search for Metallic Ores. Geological Survey of Canada. 1979.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA - CGA

ESTUDOS MAGNETOMÉTRICOS E GEOELÉTRICOS

NA REGIÃO DE JOÃO CÂMARA

A P Ê N D I C E - A

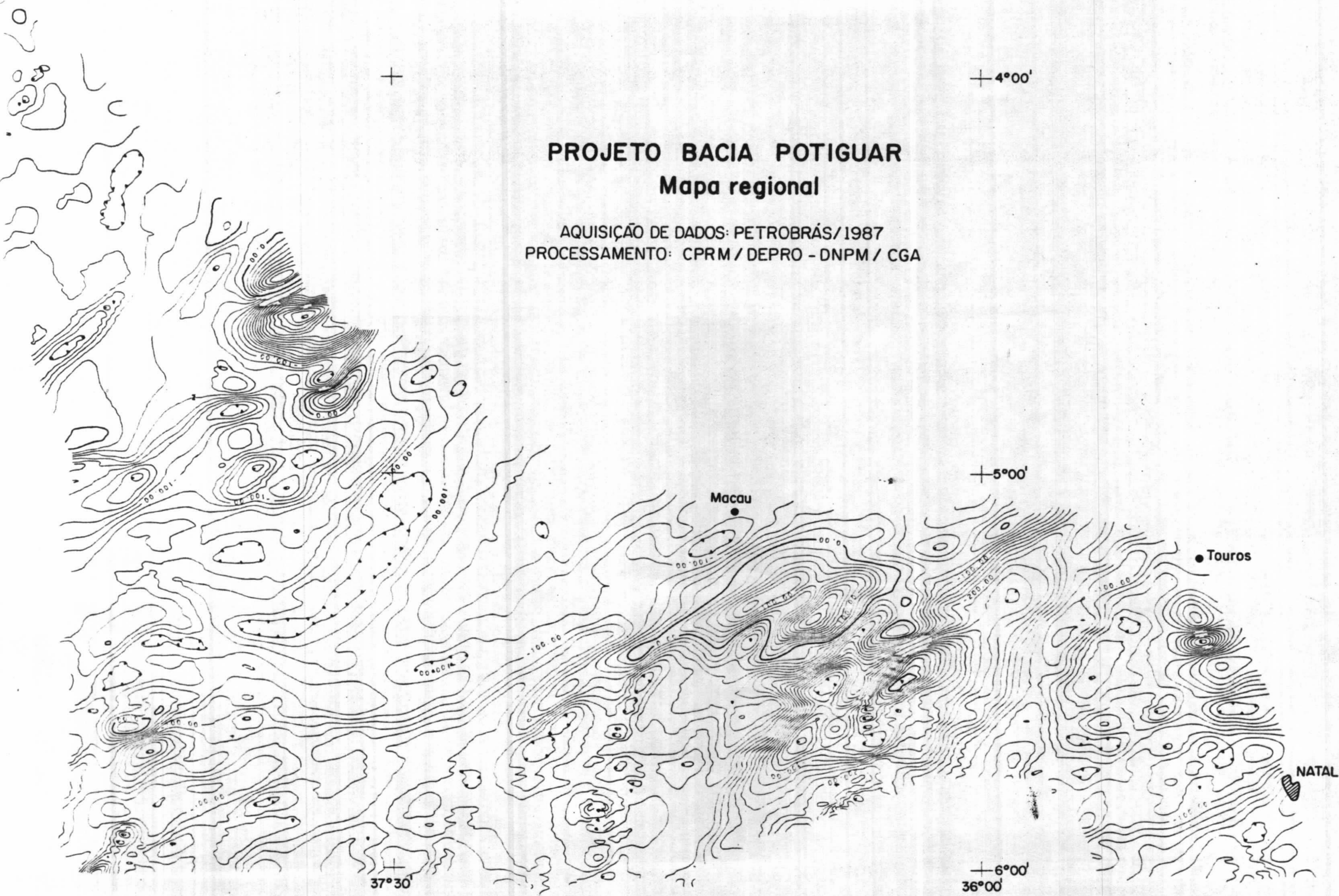
TRABALHOS DE MAGNETOMETRIA

Mapas obtidos a partir dos dados de intensidade magnética total.

BELO HORIZONTE, 1990

**PROJETO BACIA POTIGUAR**  
**Mapa regional**

AQUISIÇÃO DE DADOS: PETROBRÁS/1987  
PROCESSAMENTO: CPRM / DEPRO - DNPM / CGA





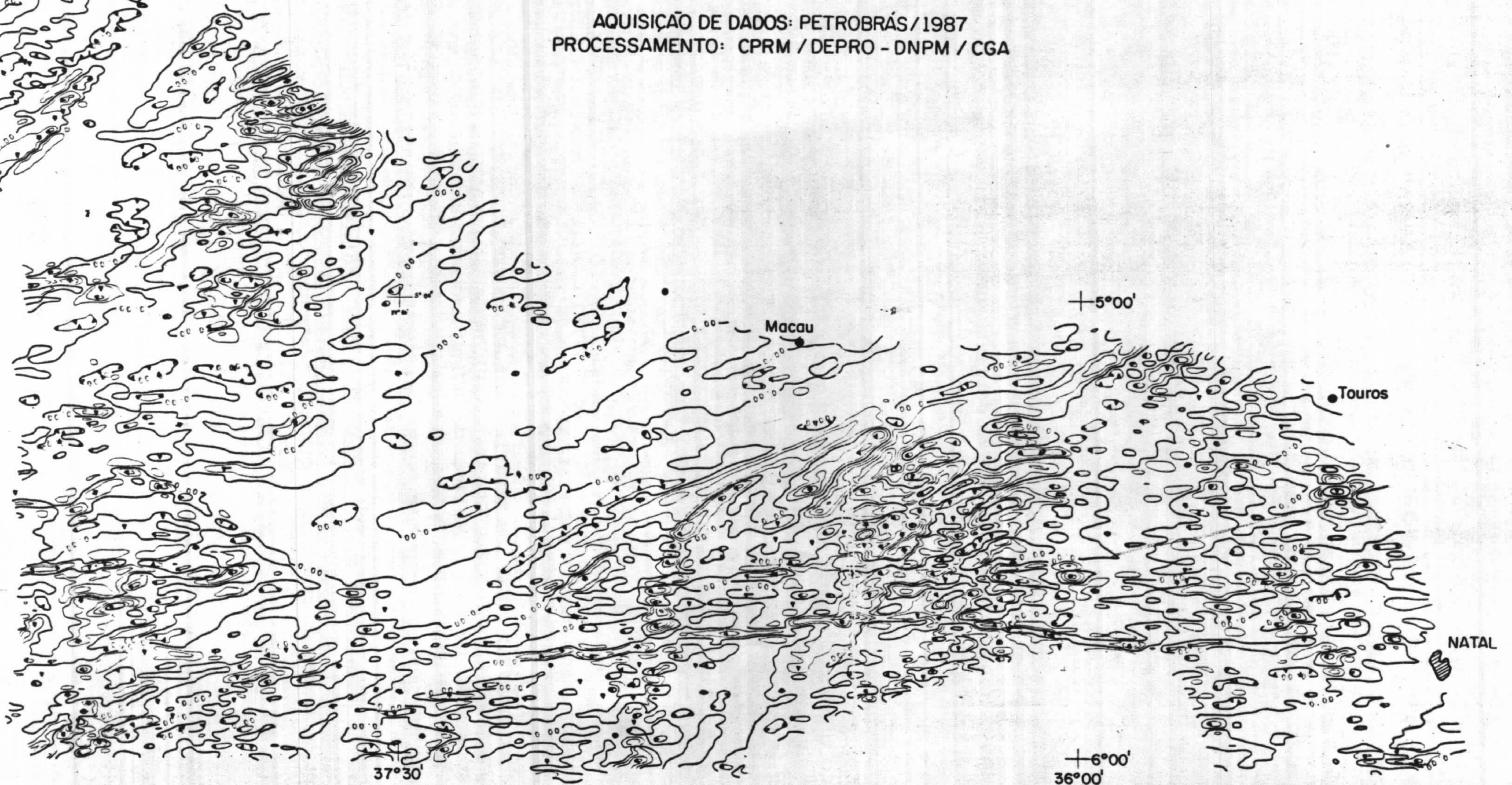
+

+ 4°00'

# PROJETO BACIA POTIGUAR

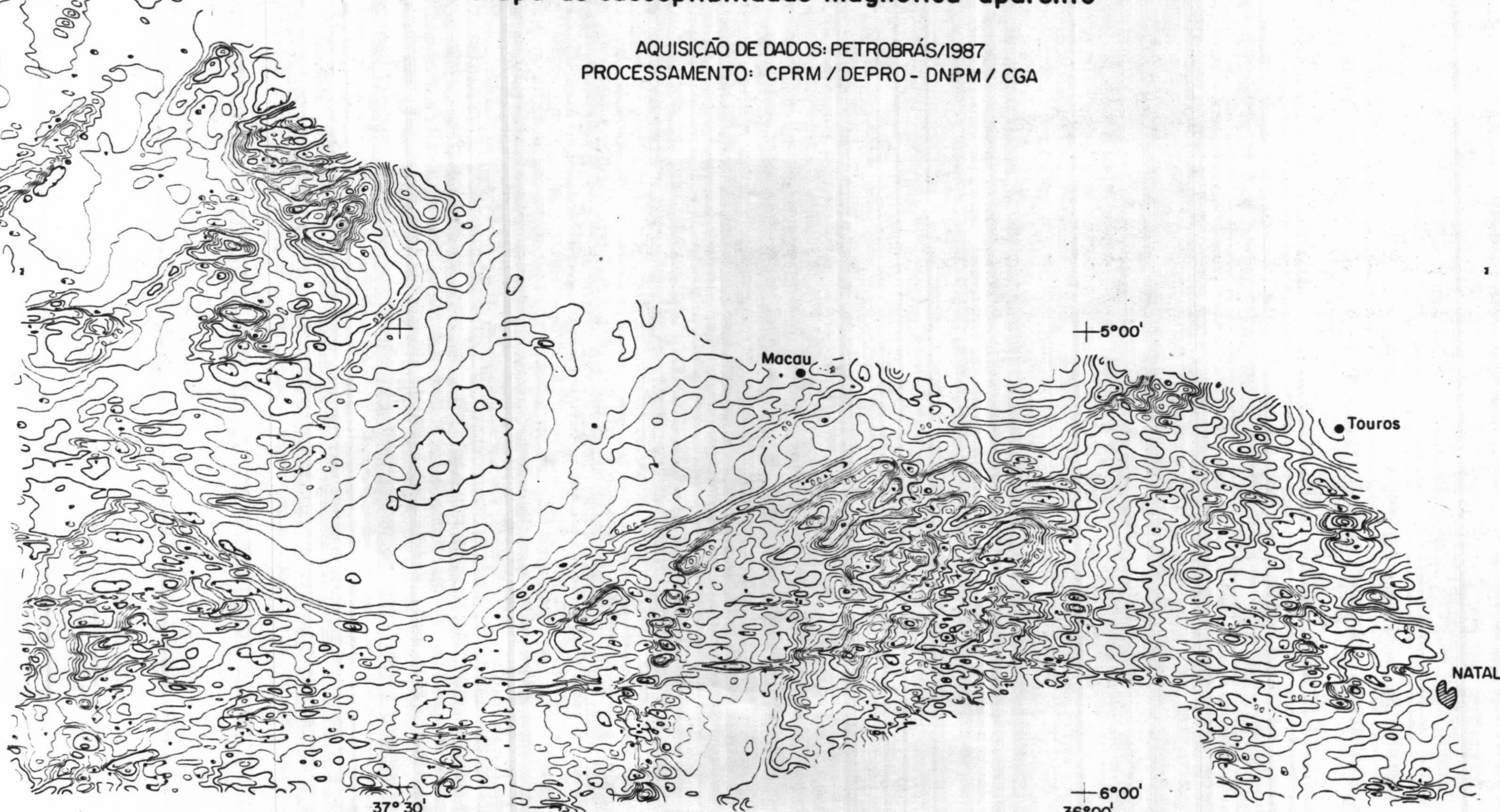
## Primeira derivada com redução ao equador

AQUISIÇÃO DE DADOS: PETROBRÁS / 1987  
PROCESSAMENTO: CPRM / DEPRO - DNPM / CGA



PROJETO BACIA POTIGUAR  
Mapa de susceptibilidade magnética aparente

AQUISIÇÃO DE DADOS: PETROBRÁS/1987  
PROCESSAMENTO: CPRM / DEPRO - DNPM / CGA



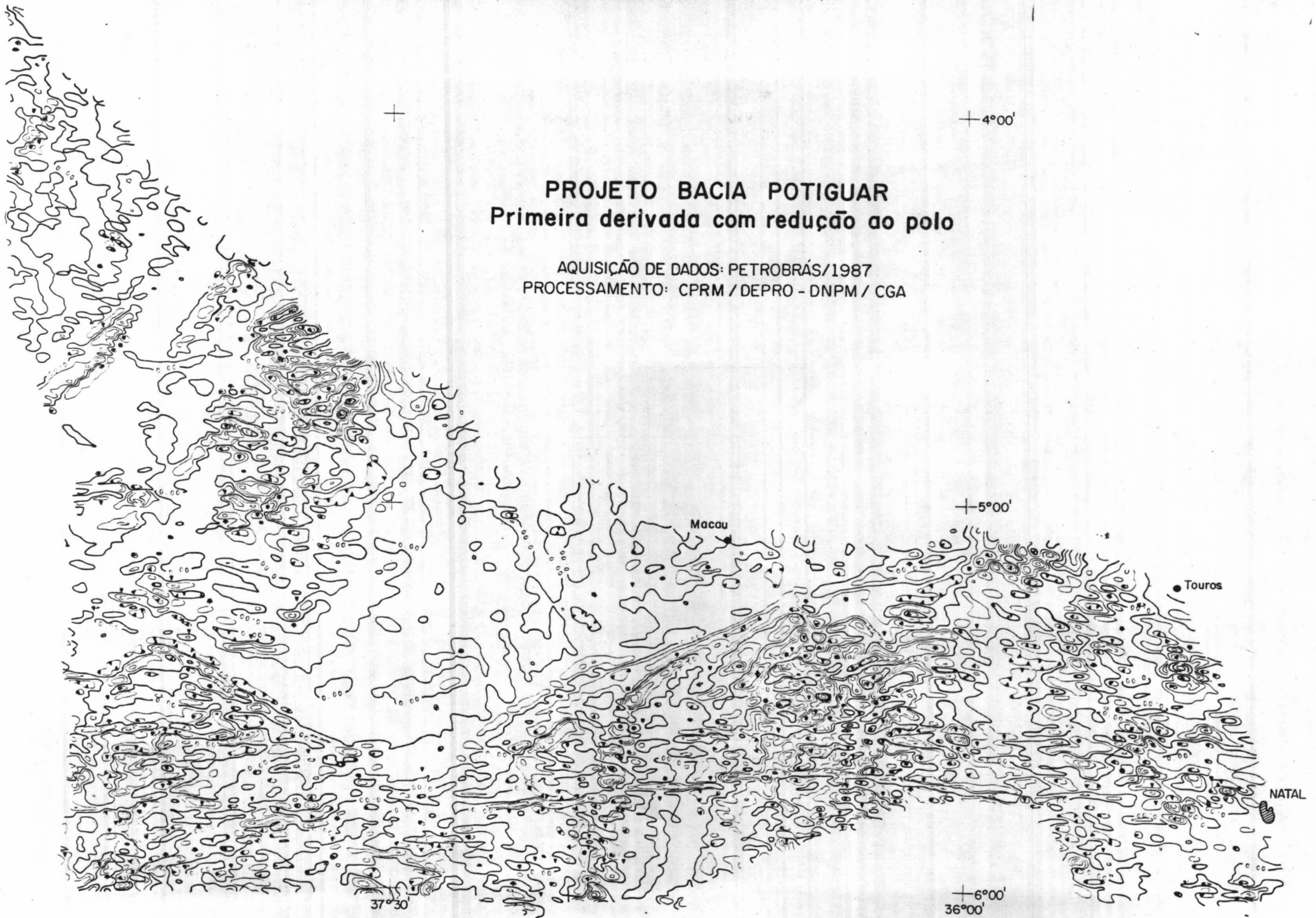
+

+ 4°00'

# PROJETO BACIA POTIGUAR

## Primeira derivada com redução ao polo

AQUISIÇÃO DE DADOS: PETROBRÁS/1987  
PROCESSAMENTO: CPRM / DEPRO - DNPM / CGA



DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL  
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA - CGA

ESTUDOS MAGNETOMÉTRICOS E GEOELÉTRICOS  
NA REGIÃO DE JOÃO CÂMARA

A P Ê N D I C E - B

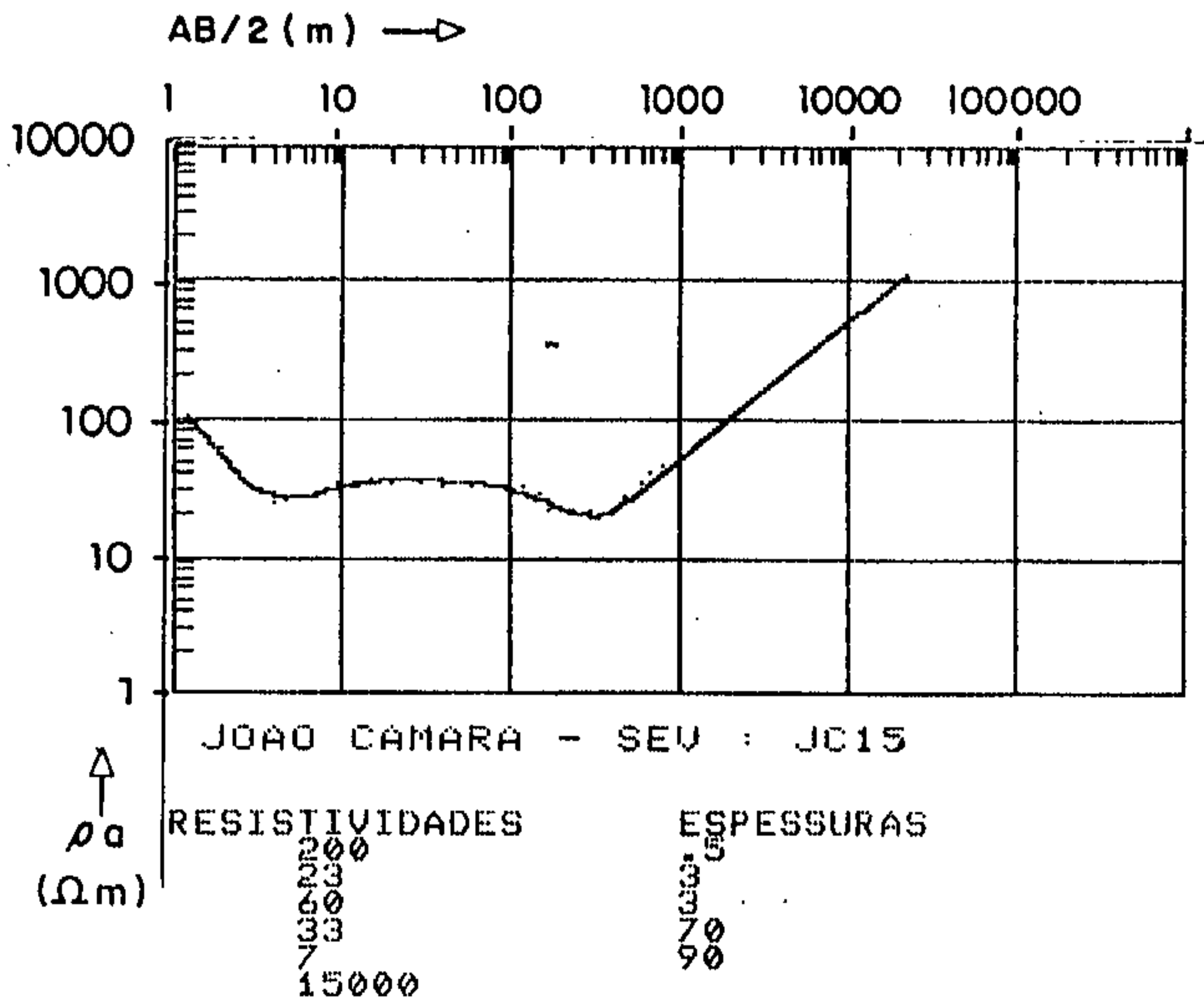
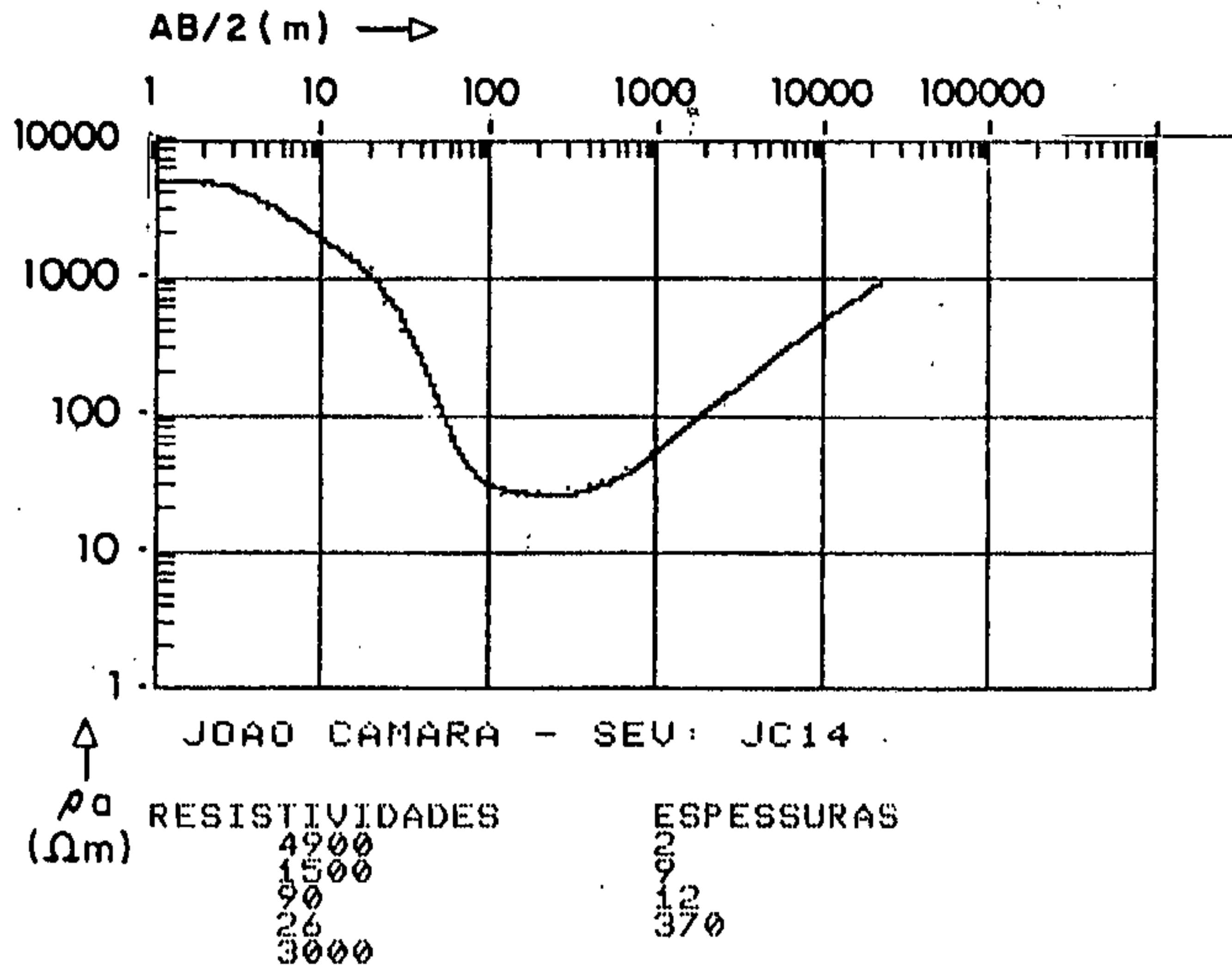
TRABALHOS DE ELETRORRESISTIVIDADE

Interpretação das sondagens elétricas: curvas medidas e calculadas

BELO HORIZONTE, 1990

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

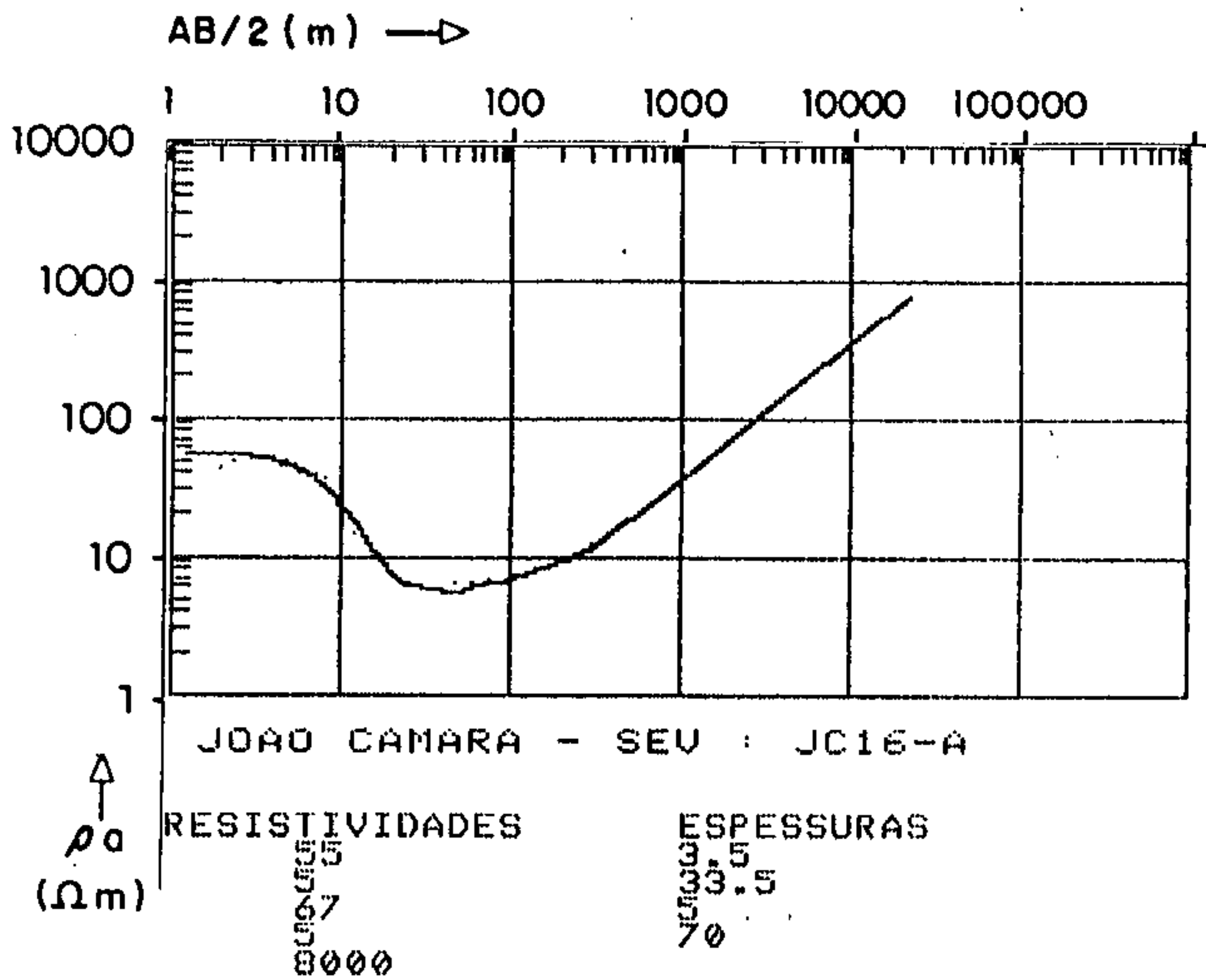
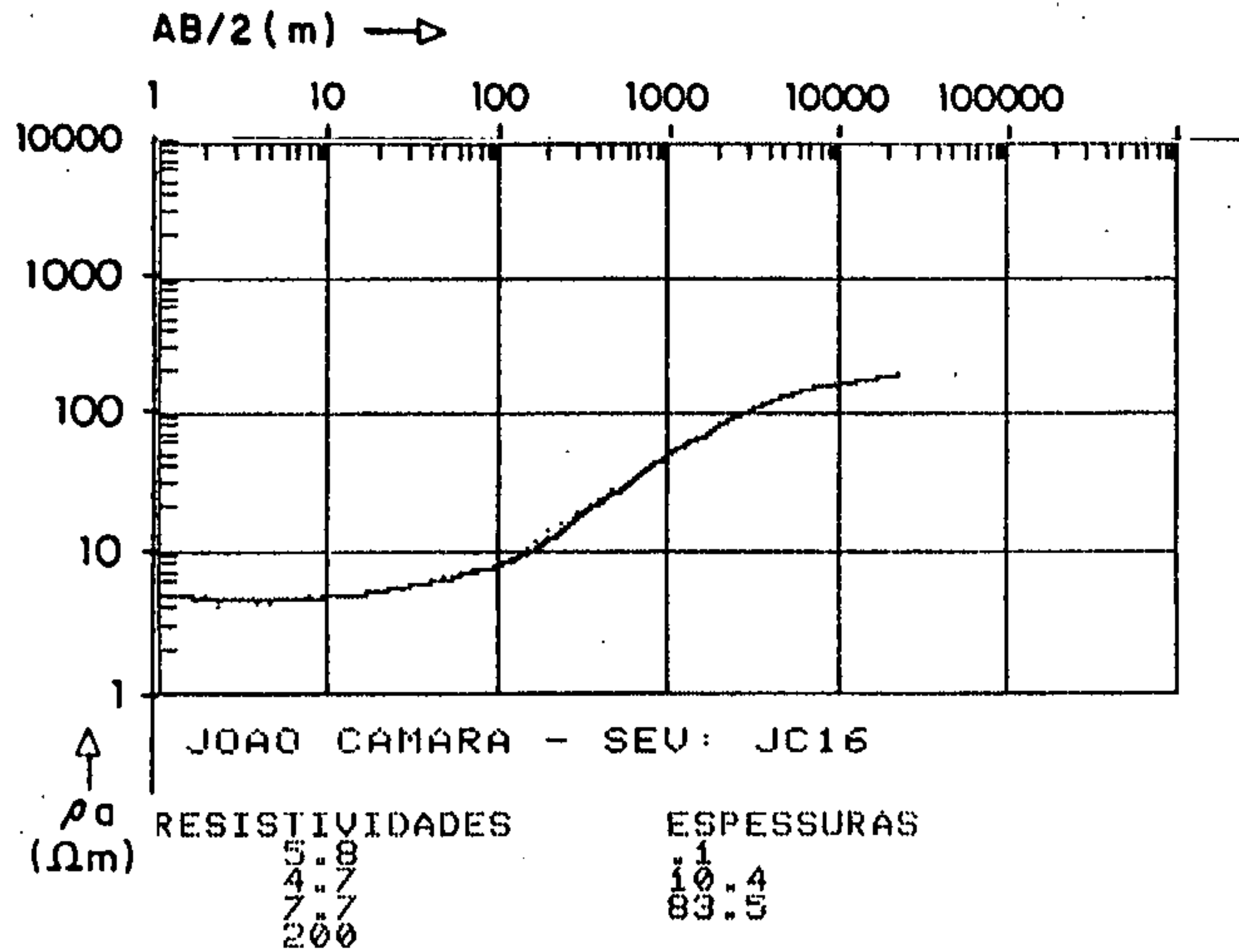


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

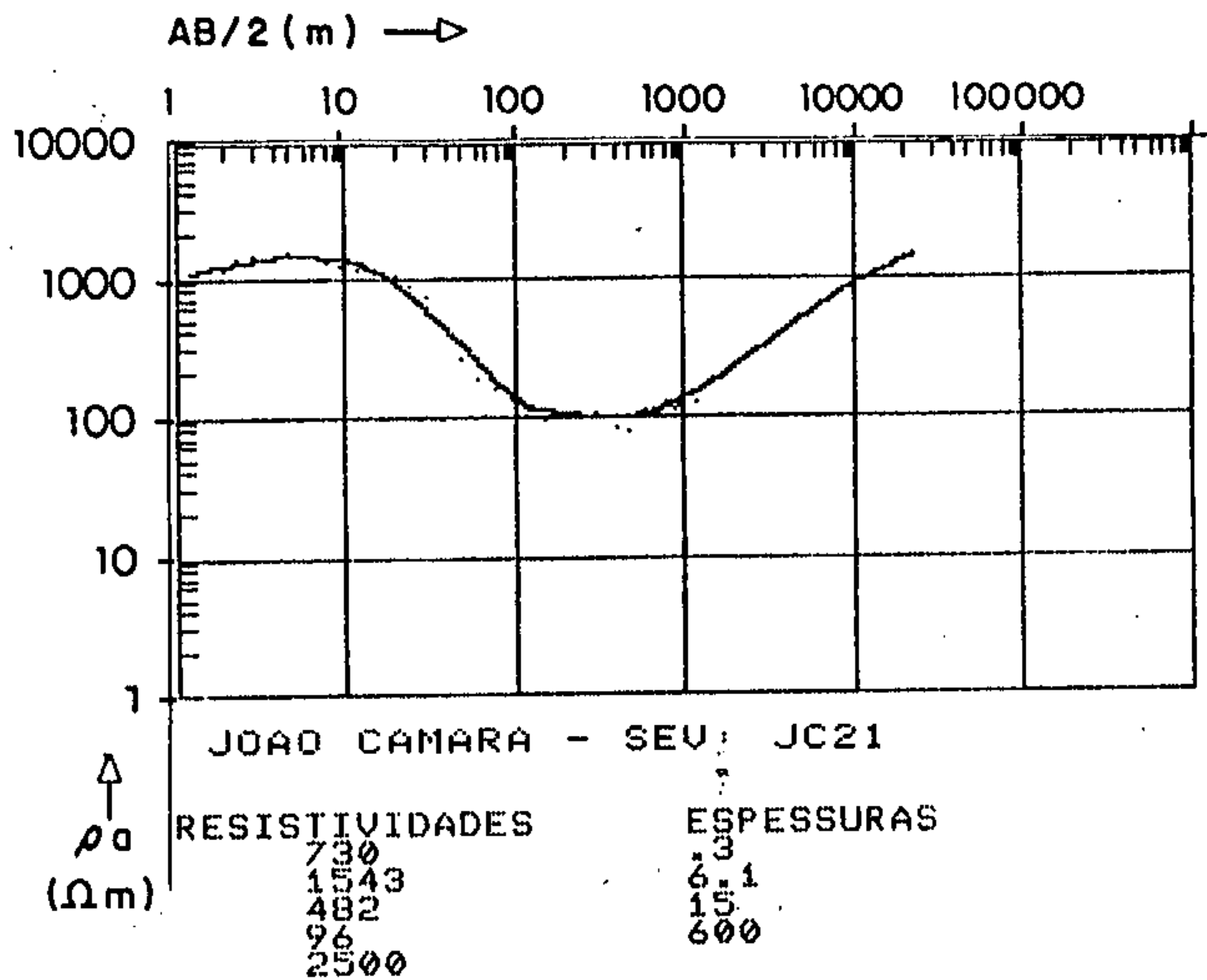
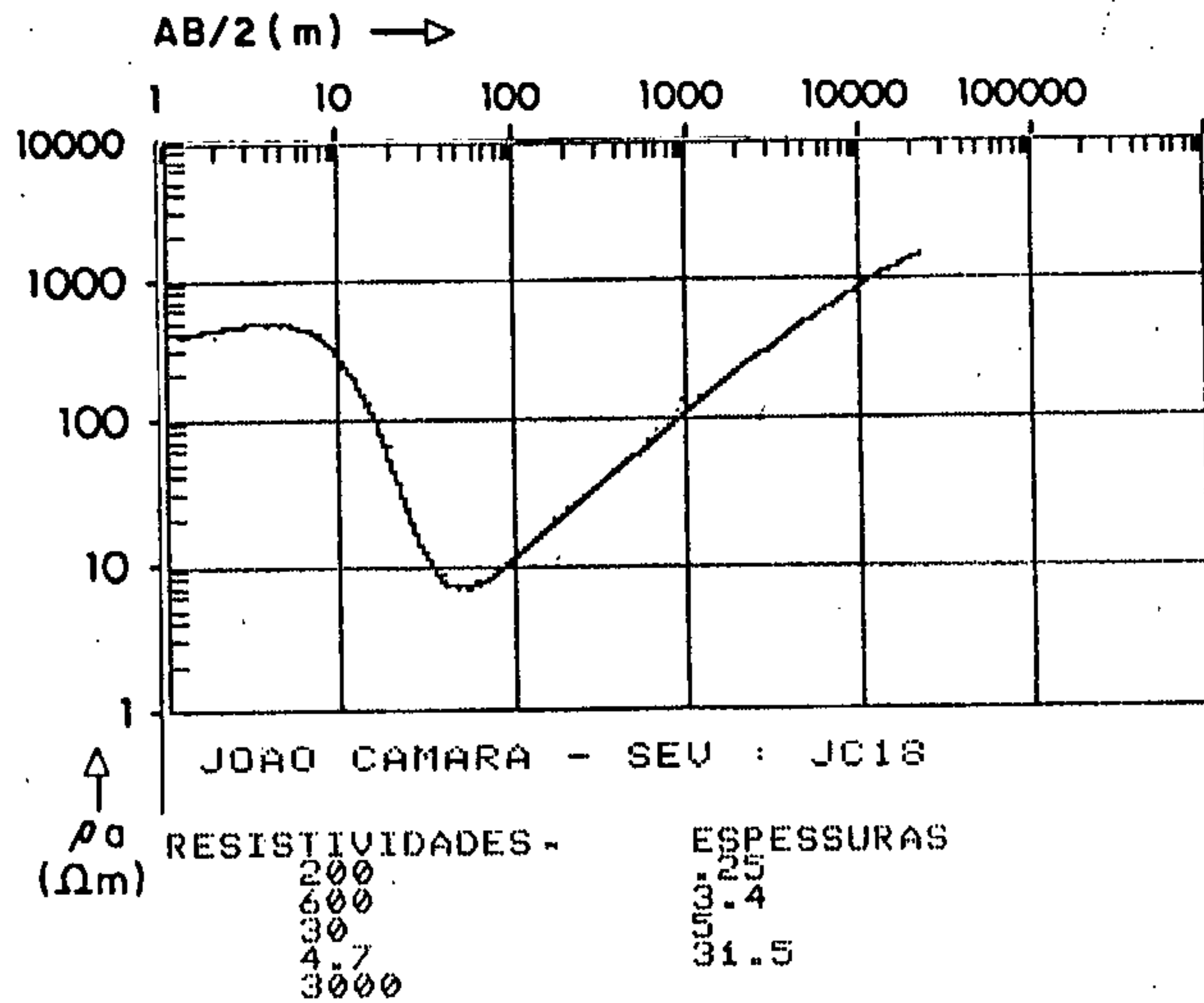


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

## GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

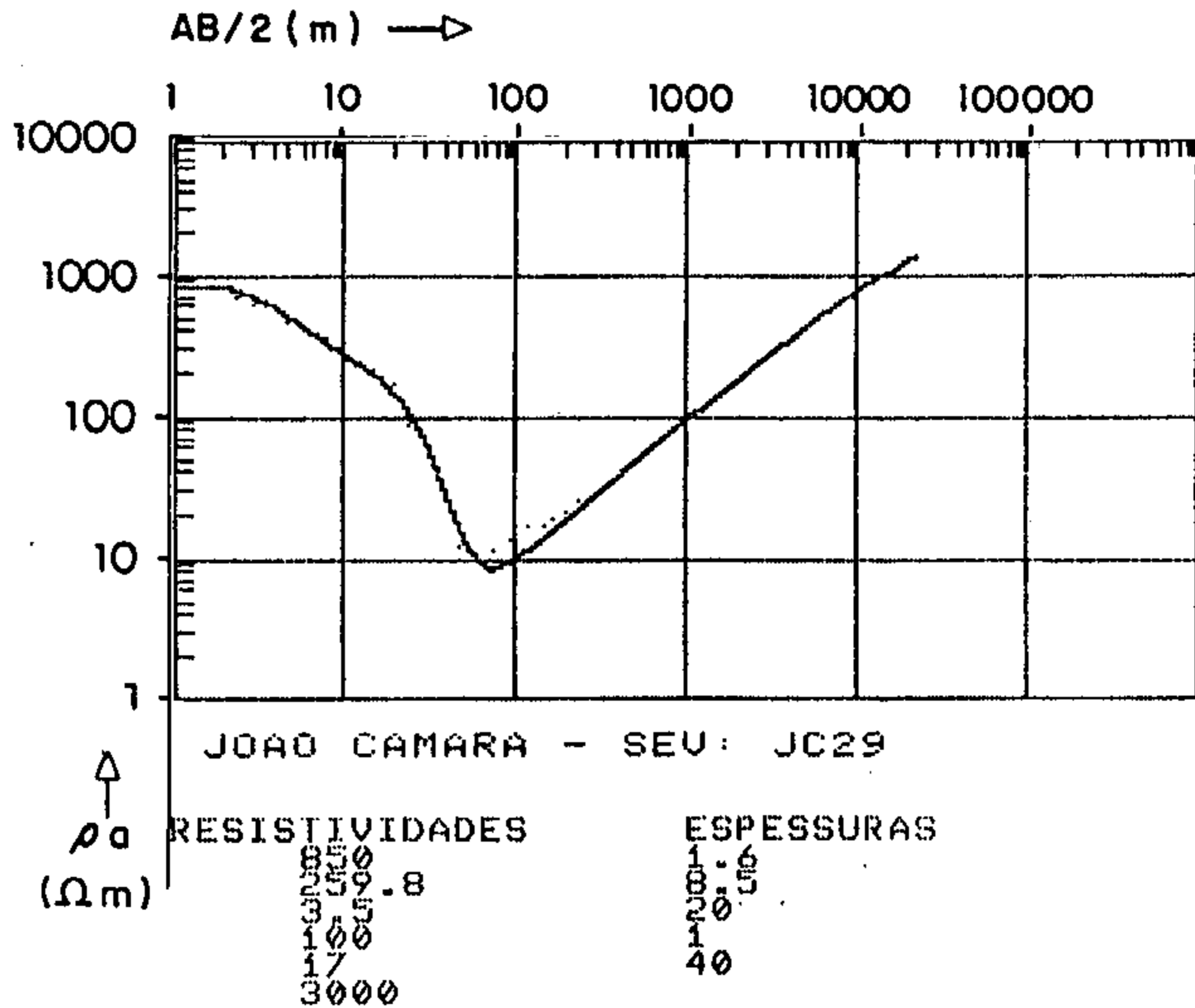
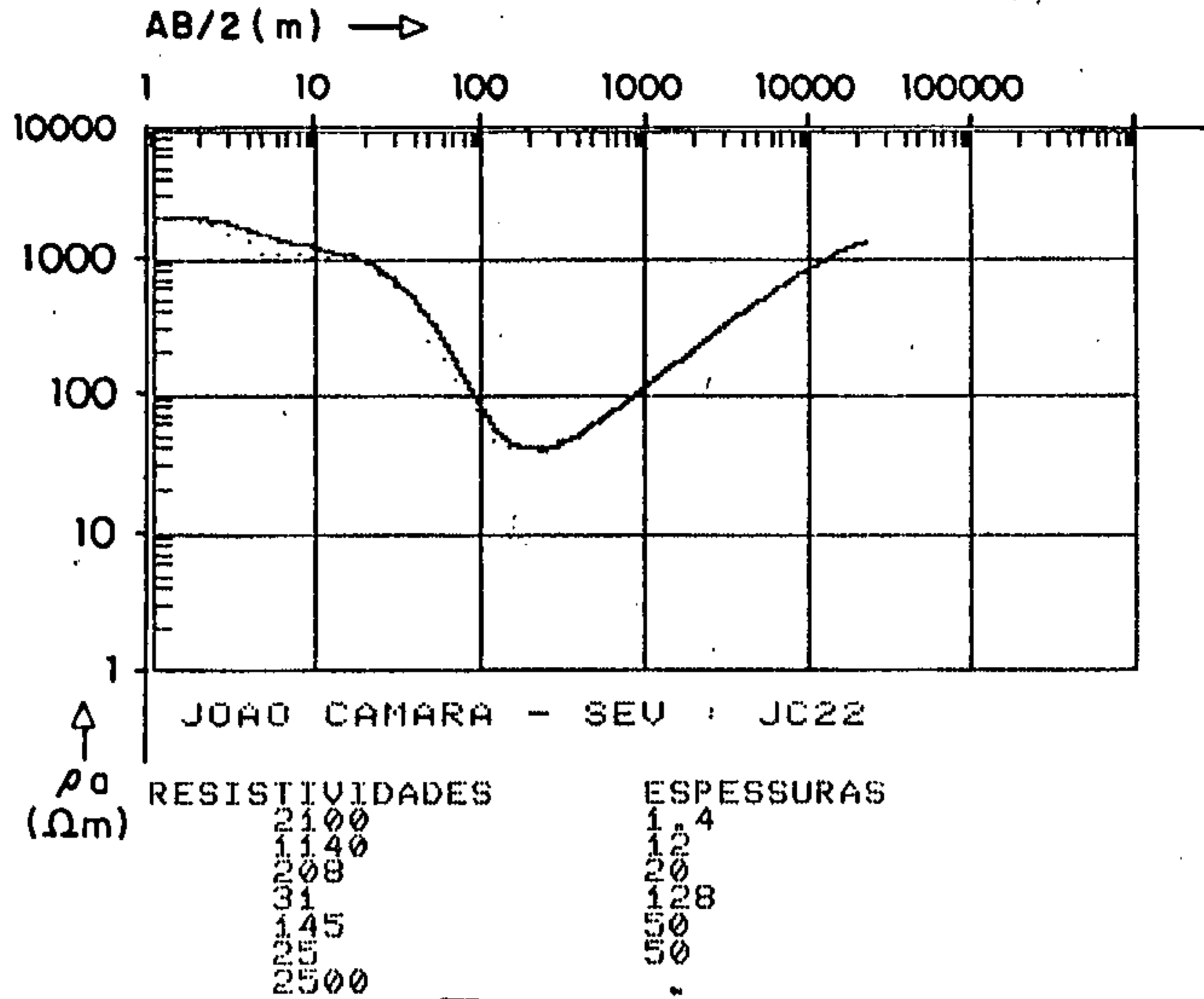


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIAS E CALCULADAS



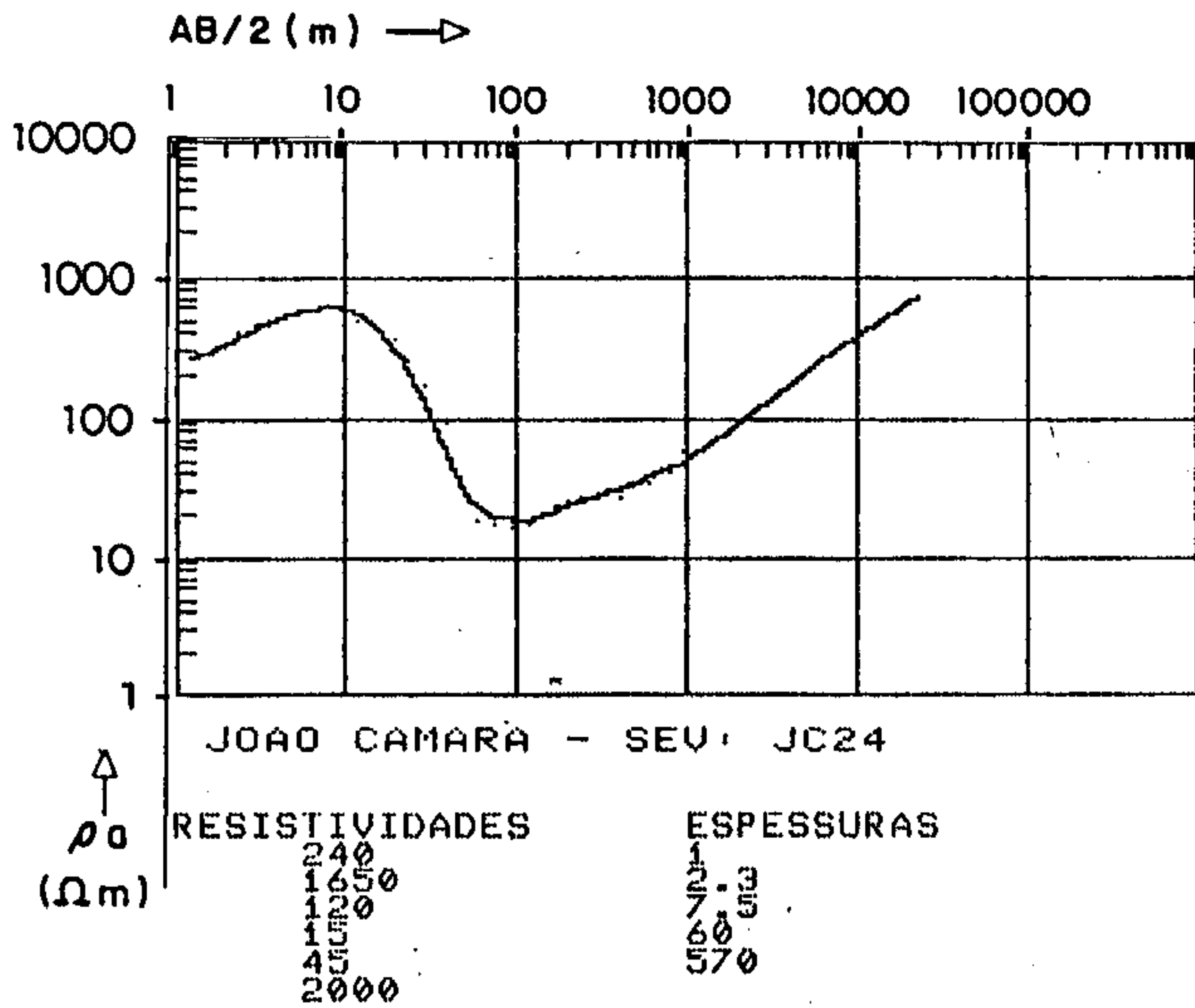
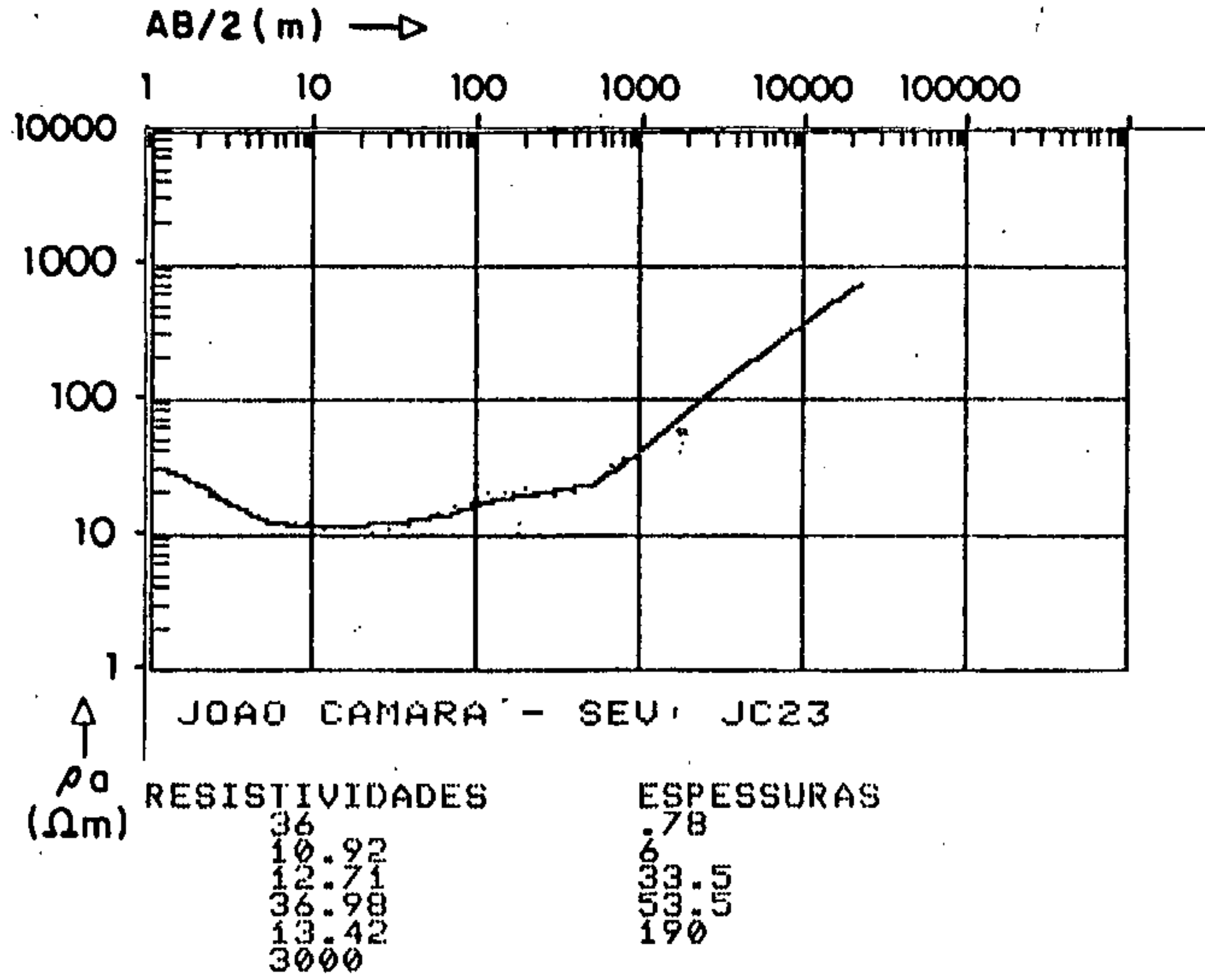
..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA



# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

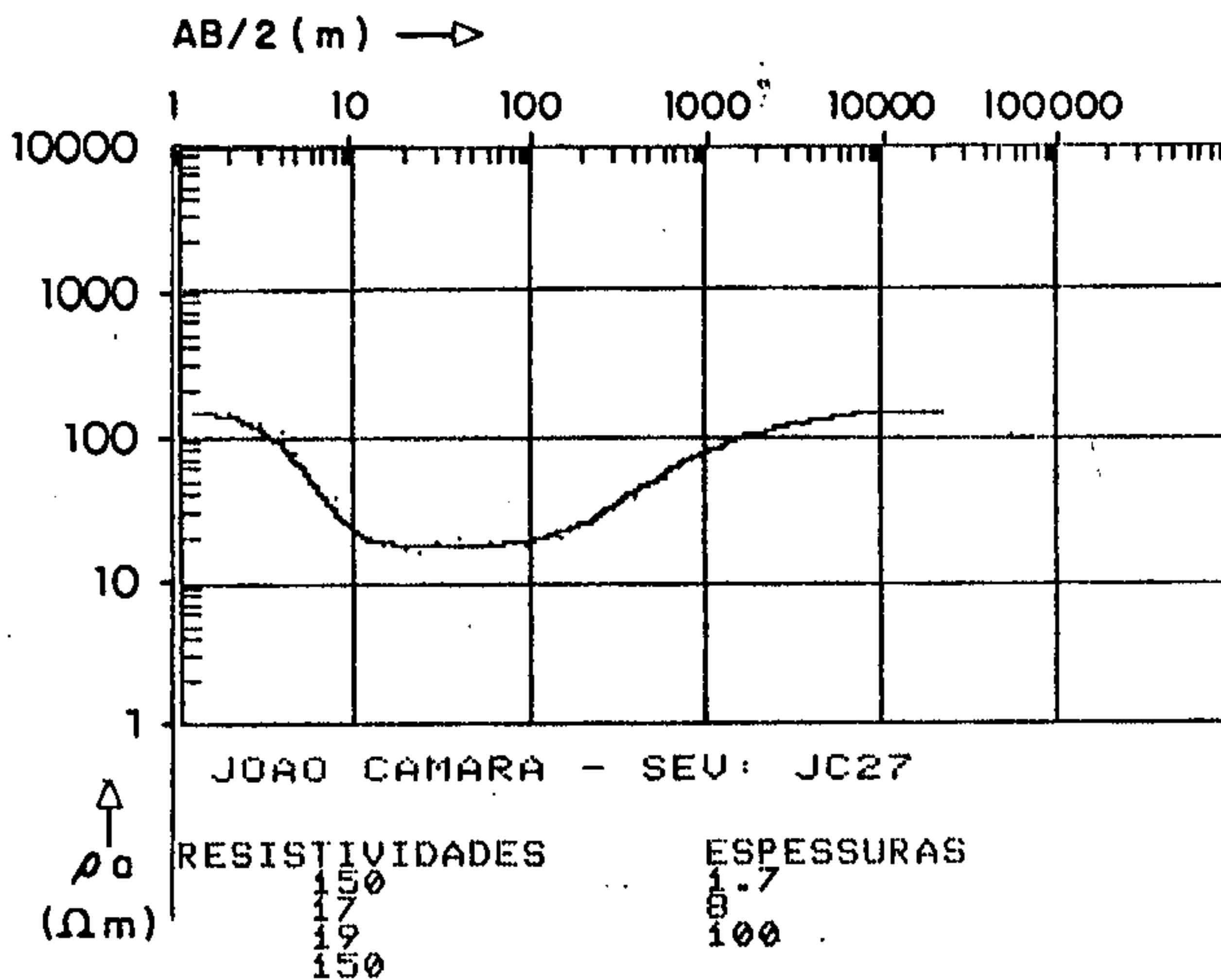
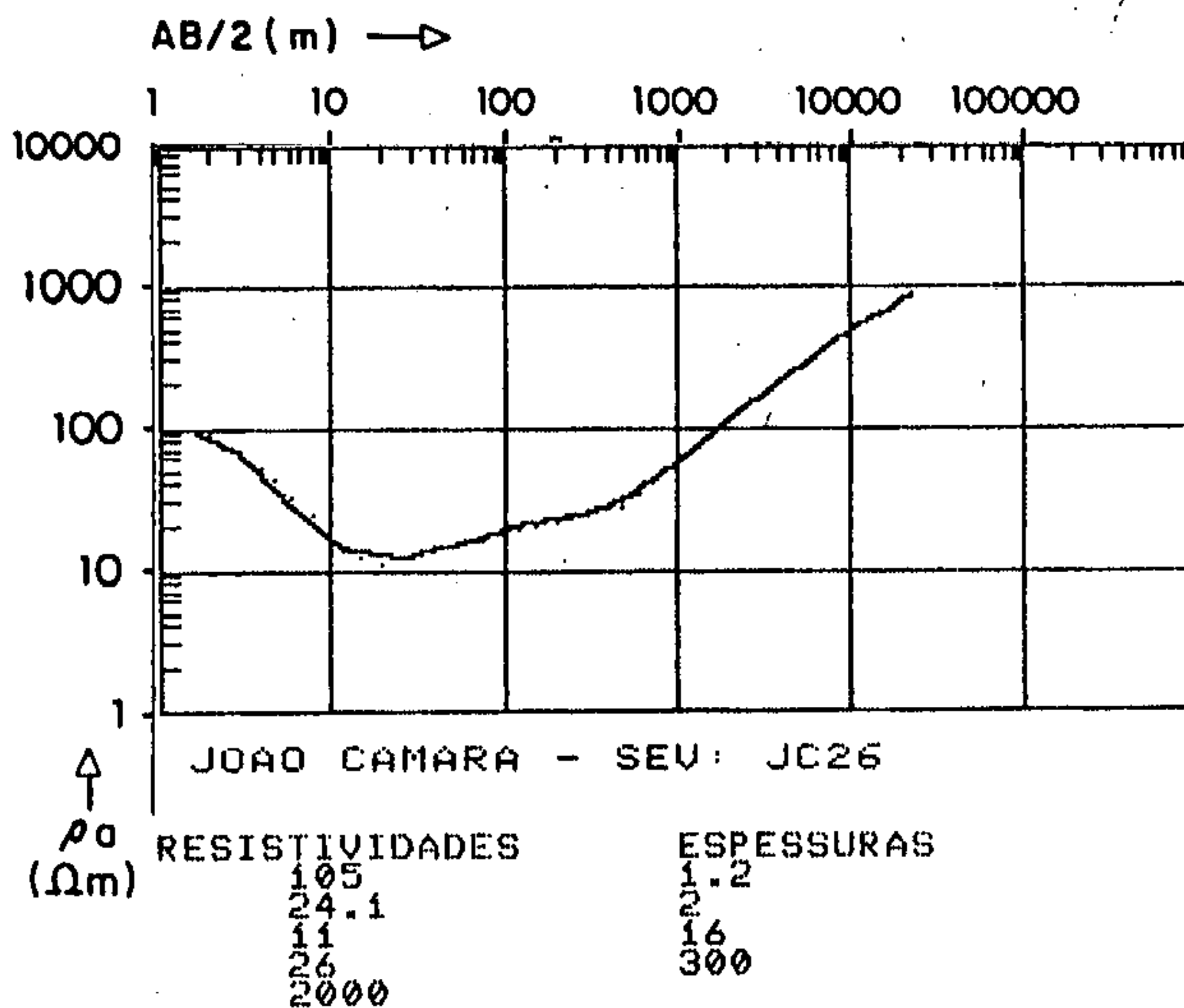


..... CURVA MEDIDA

— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

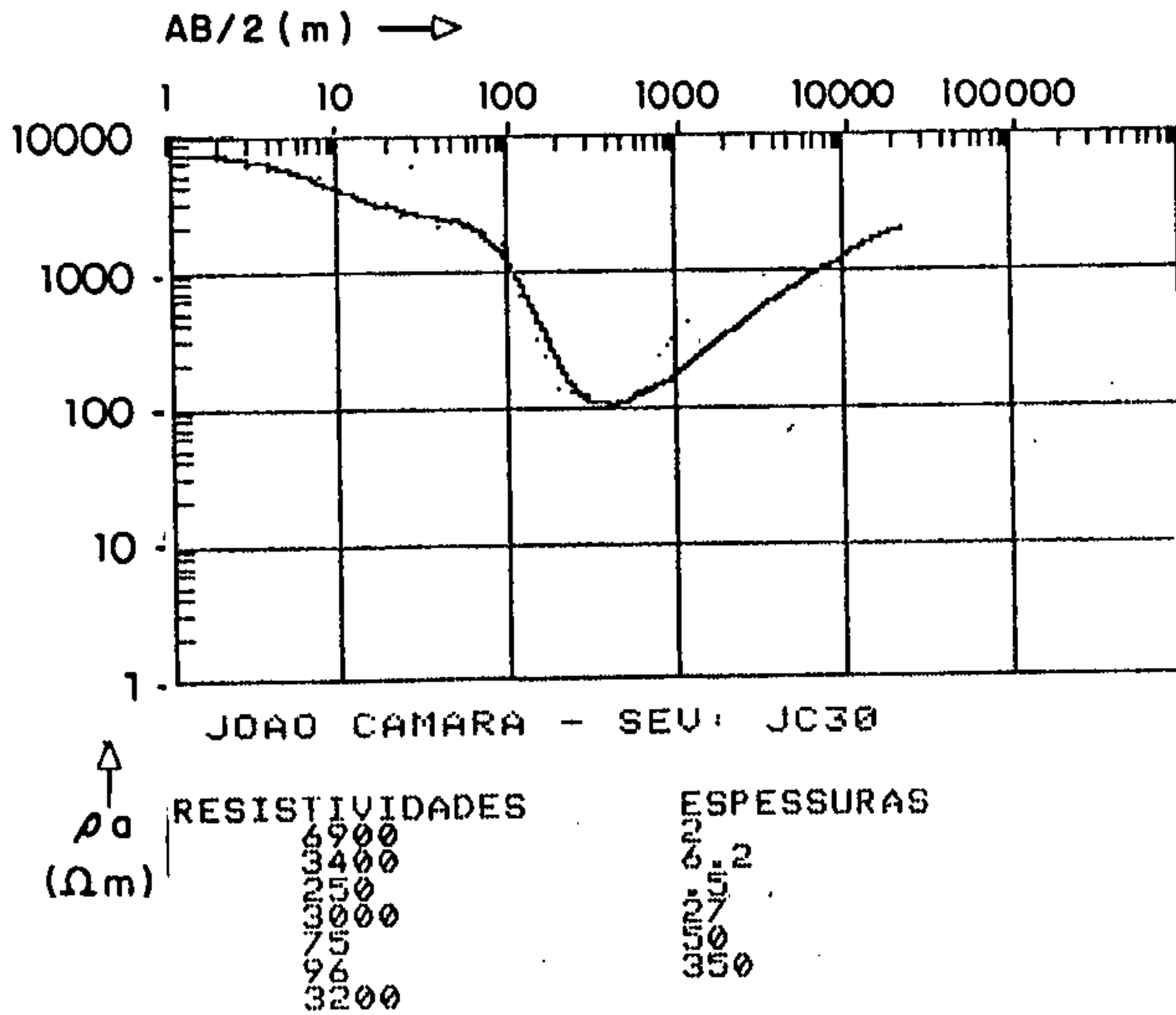
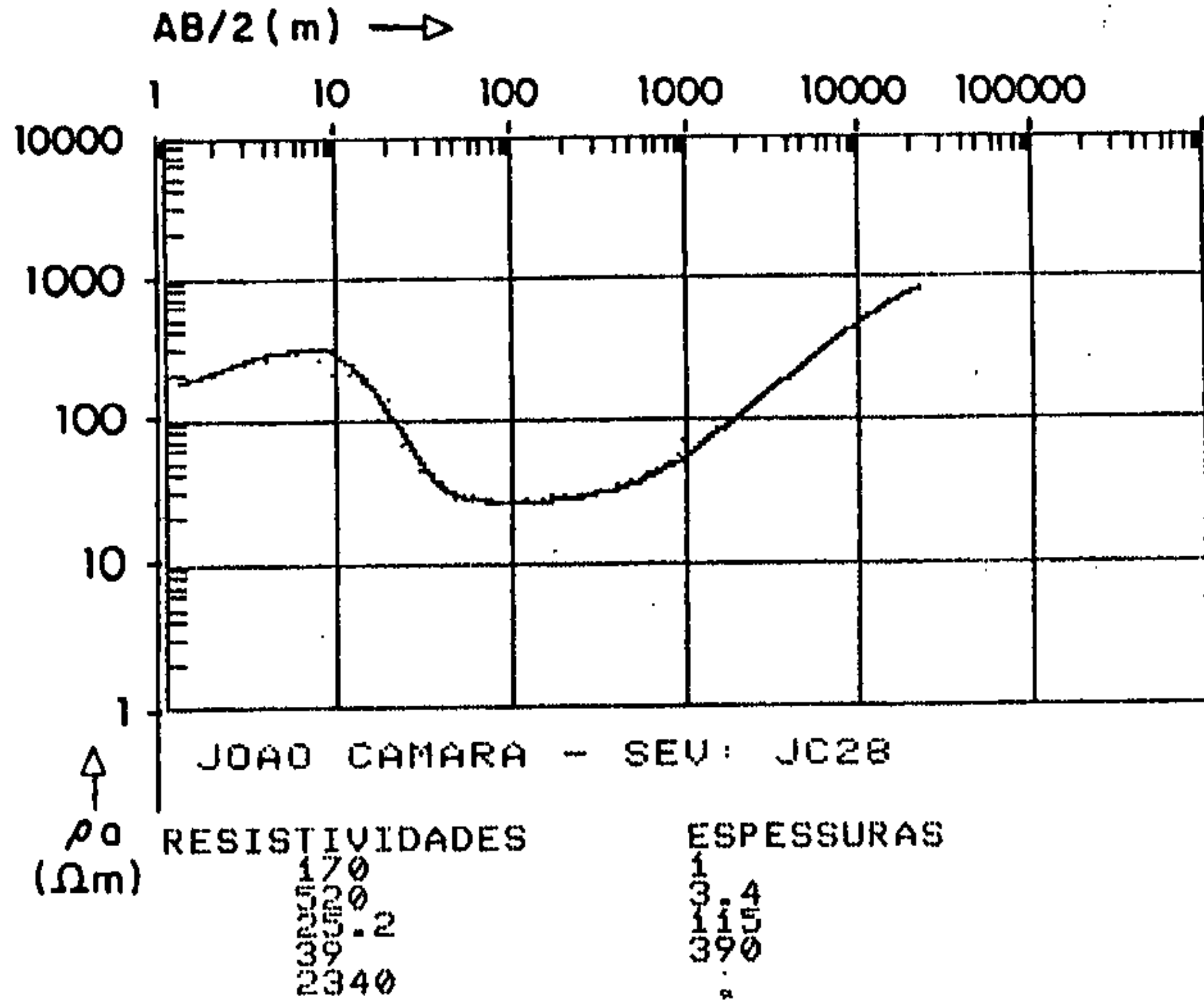


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

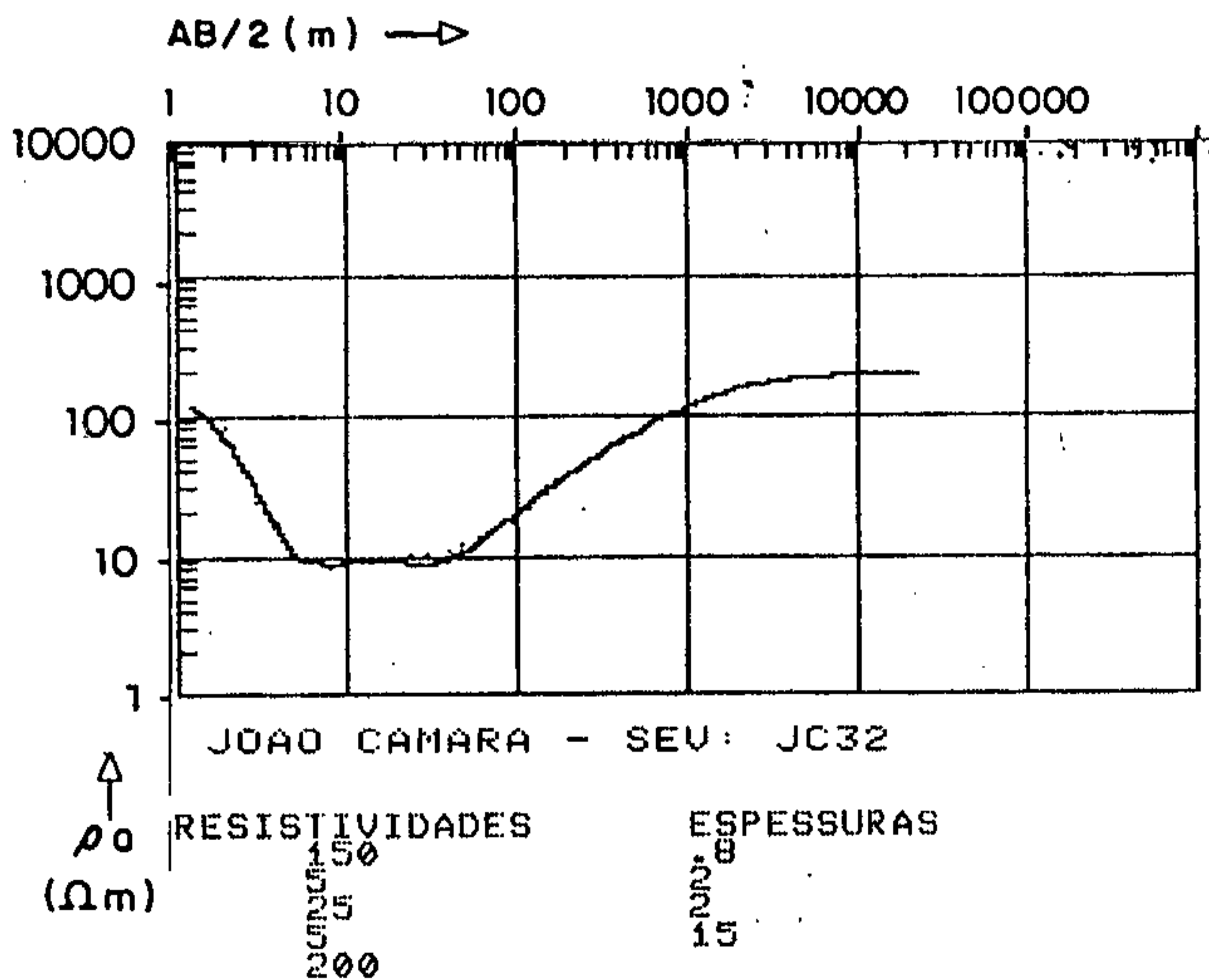
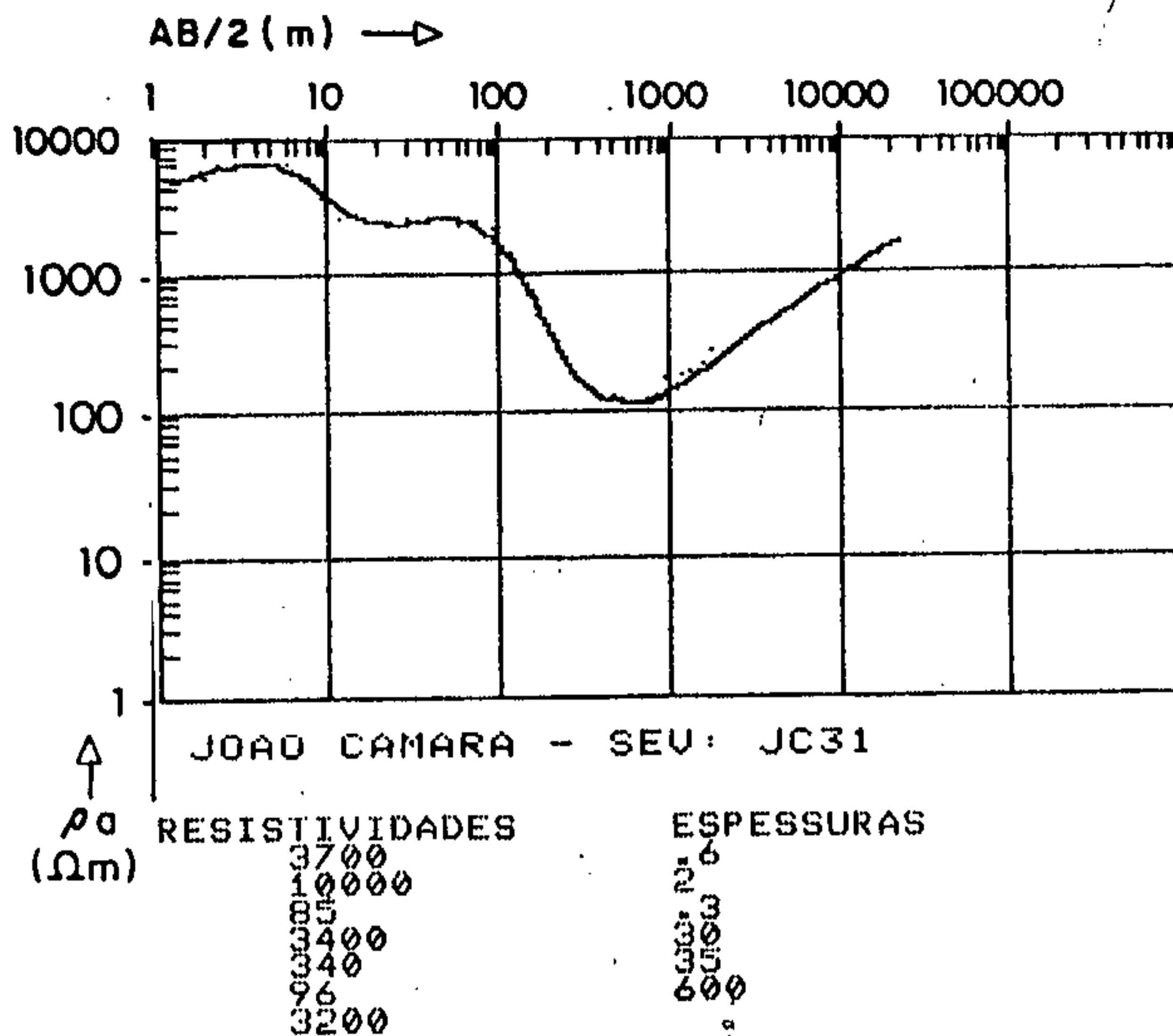


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

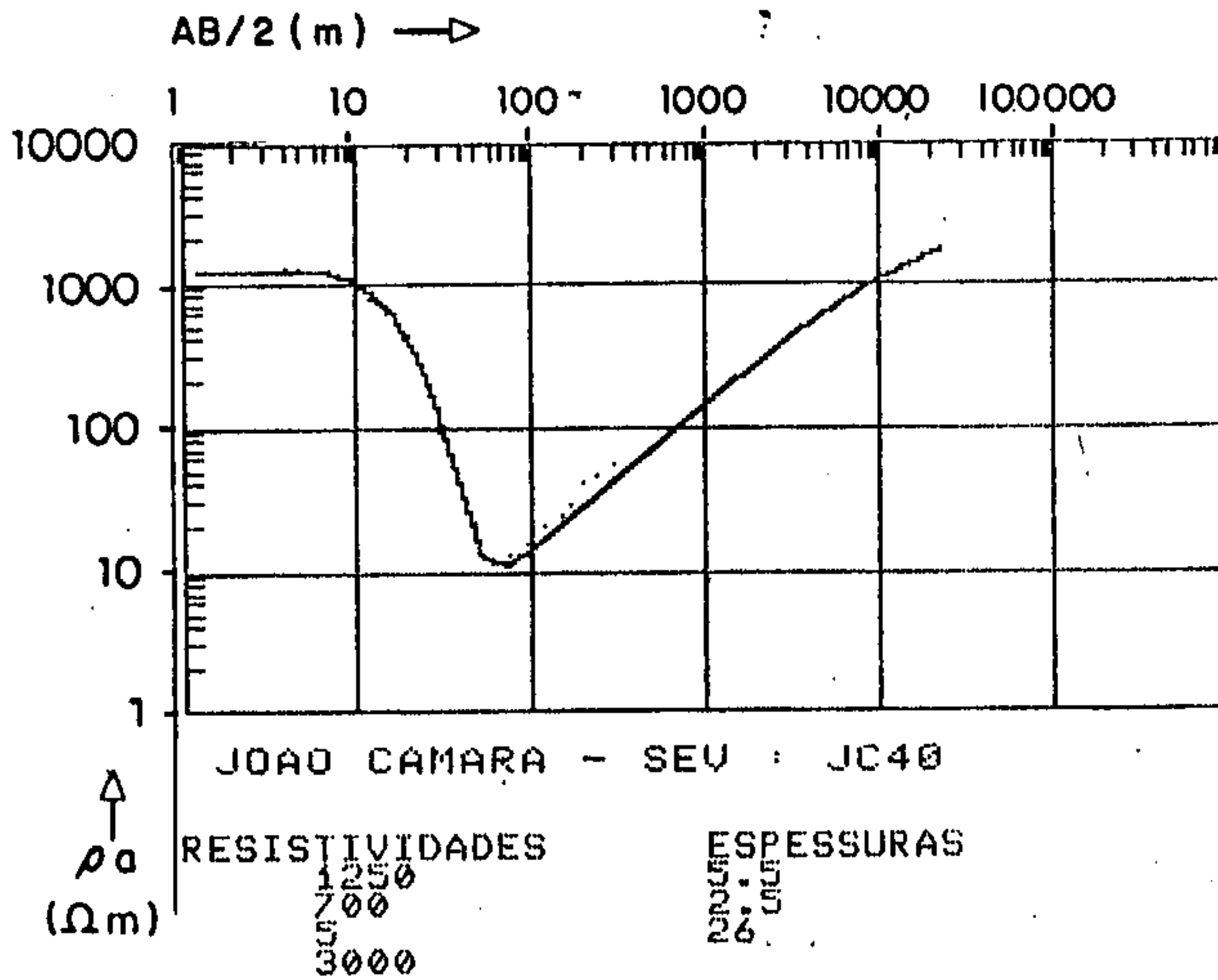
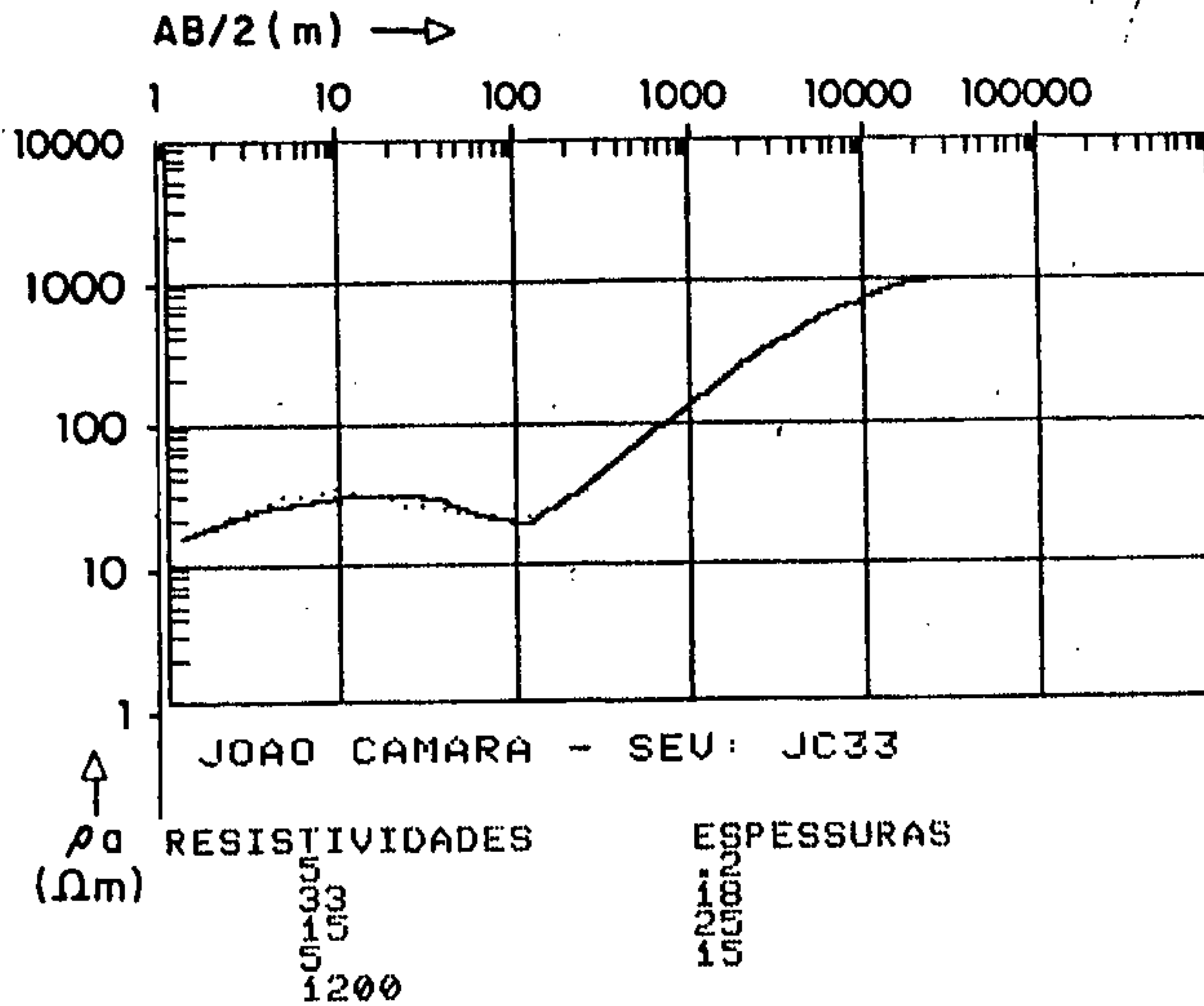


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

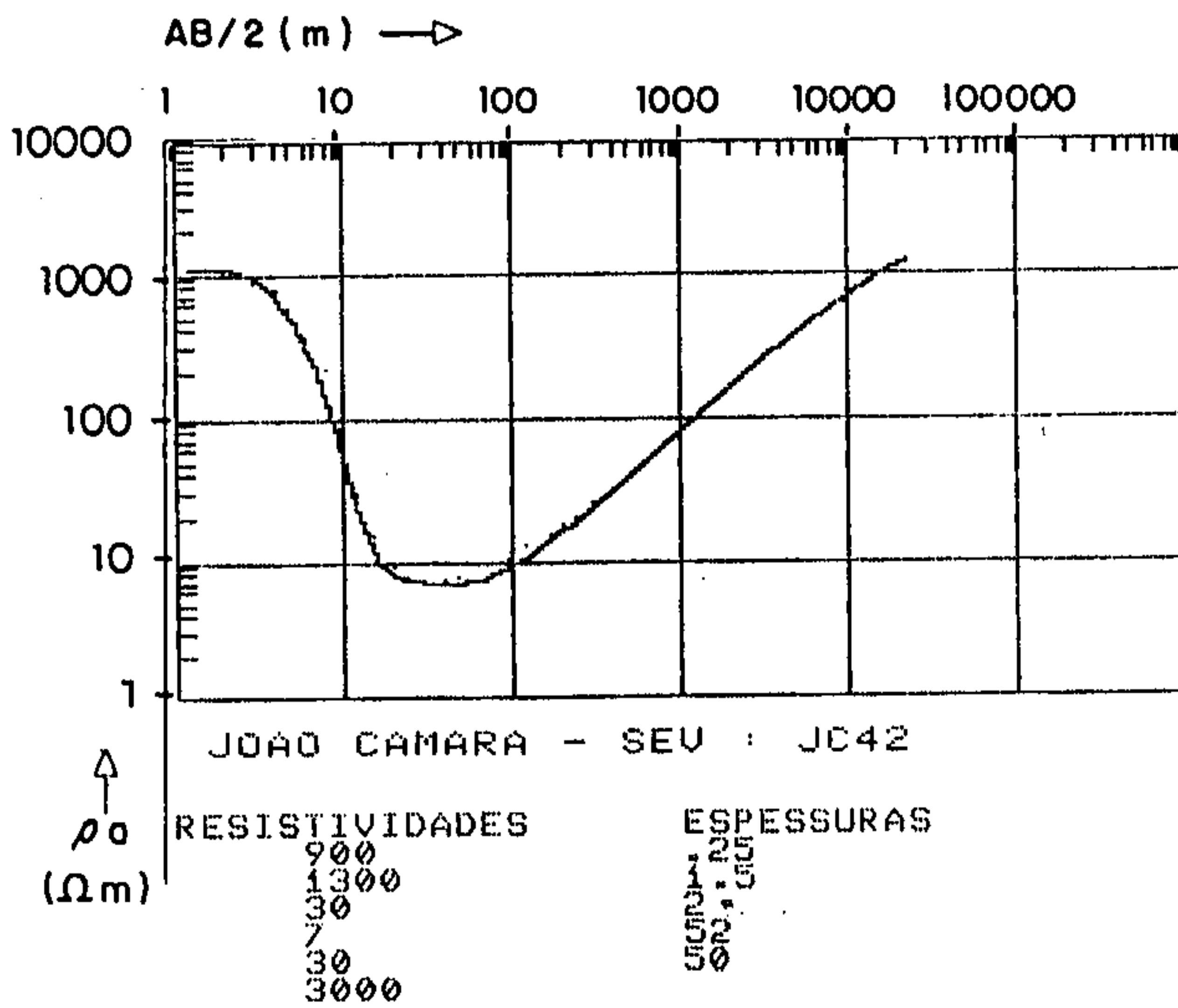
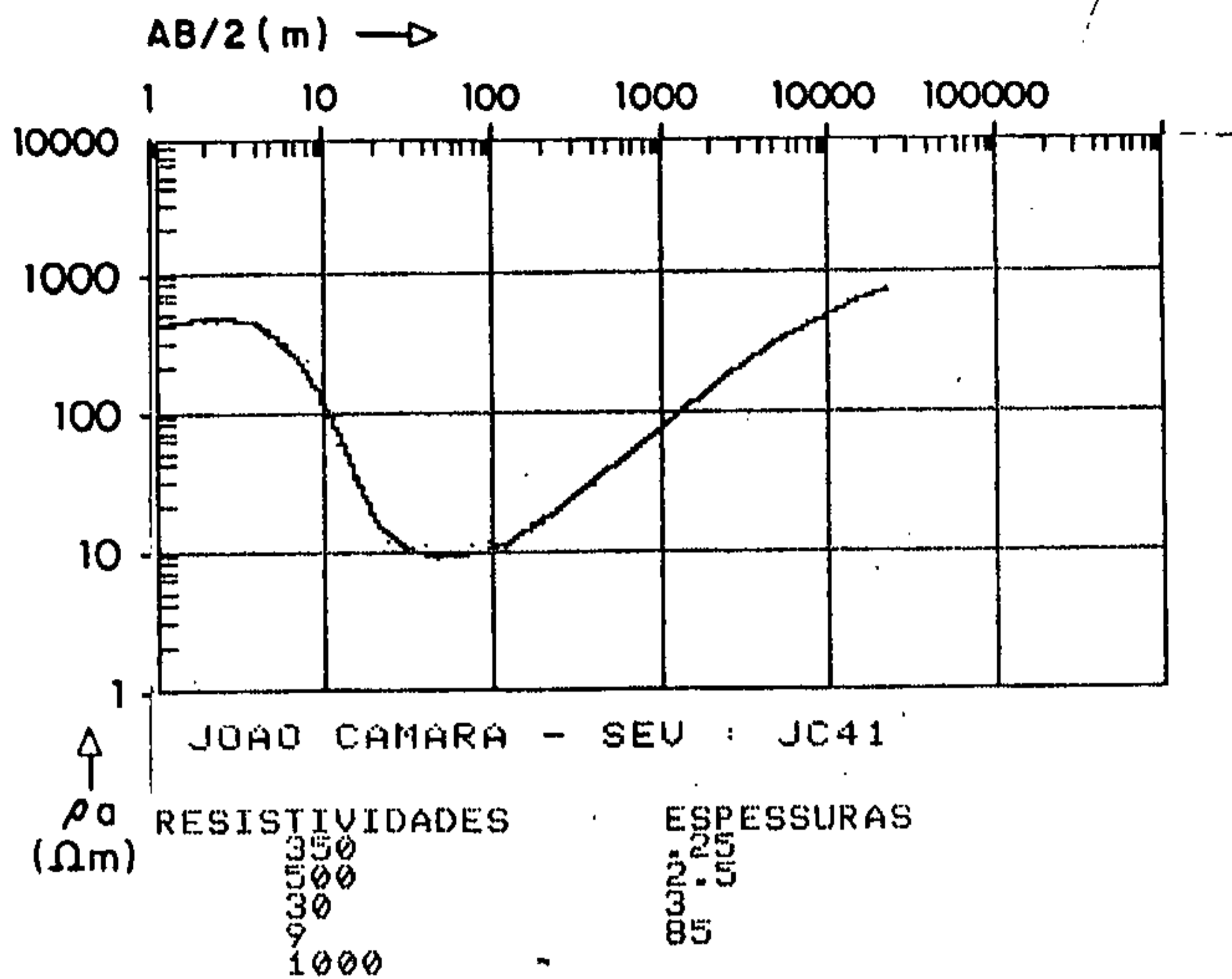


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

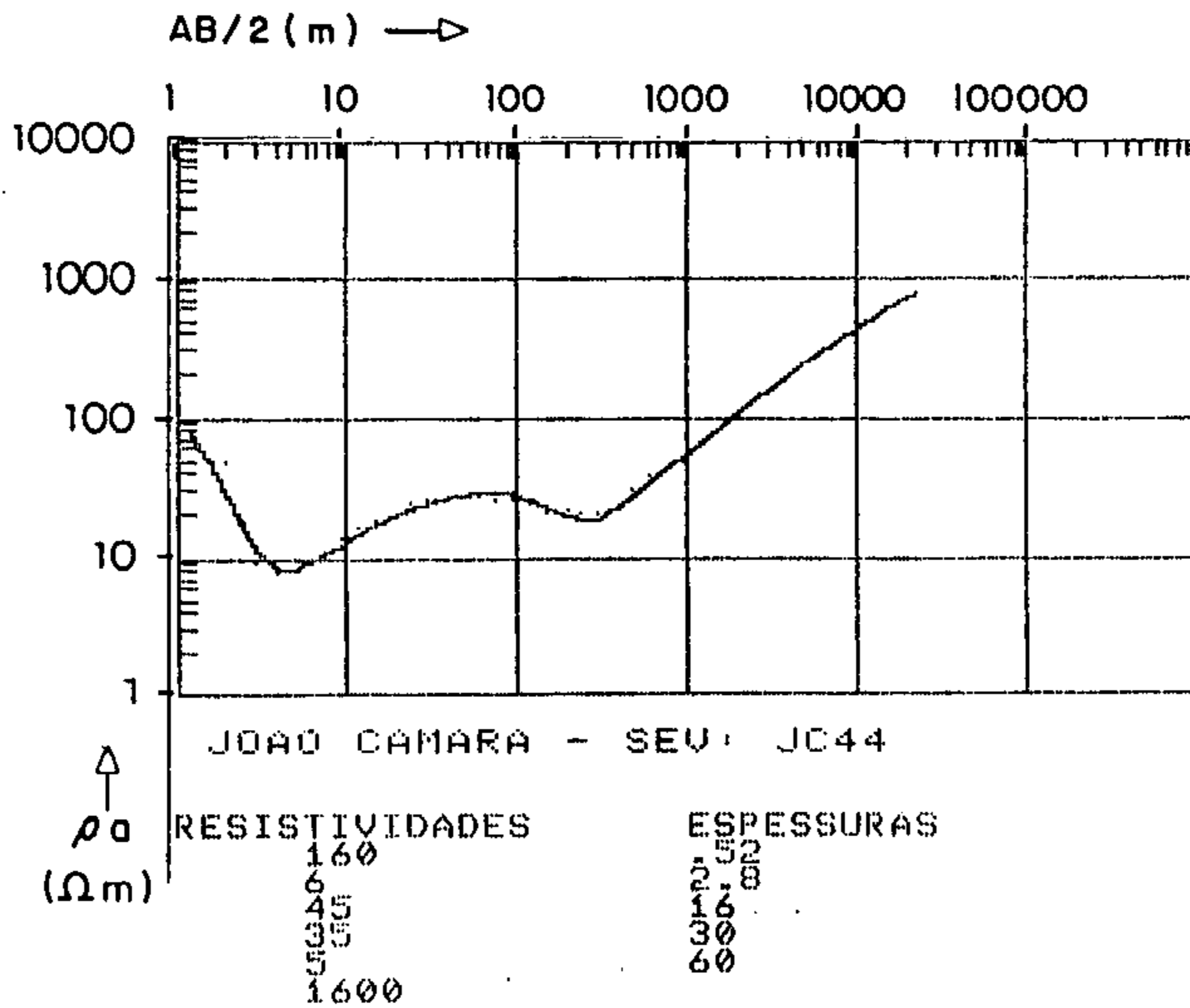
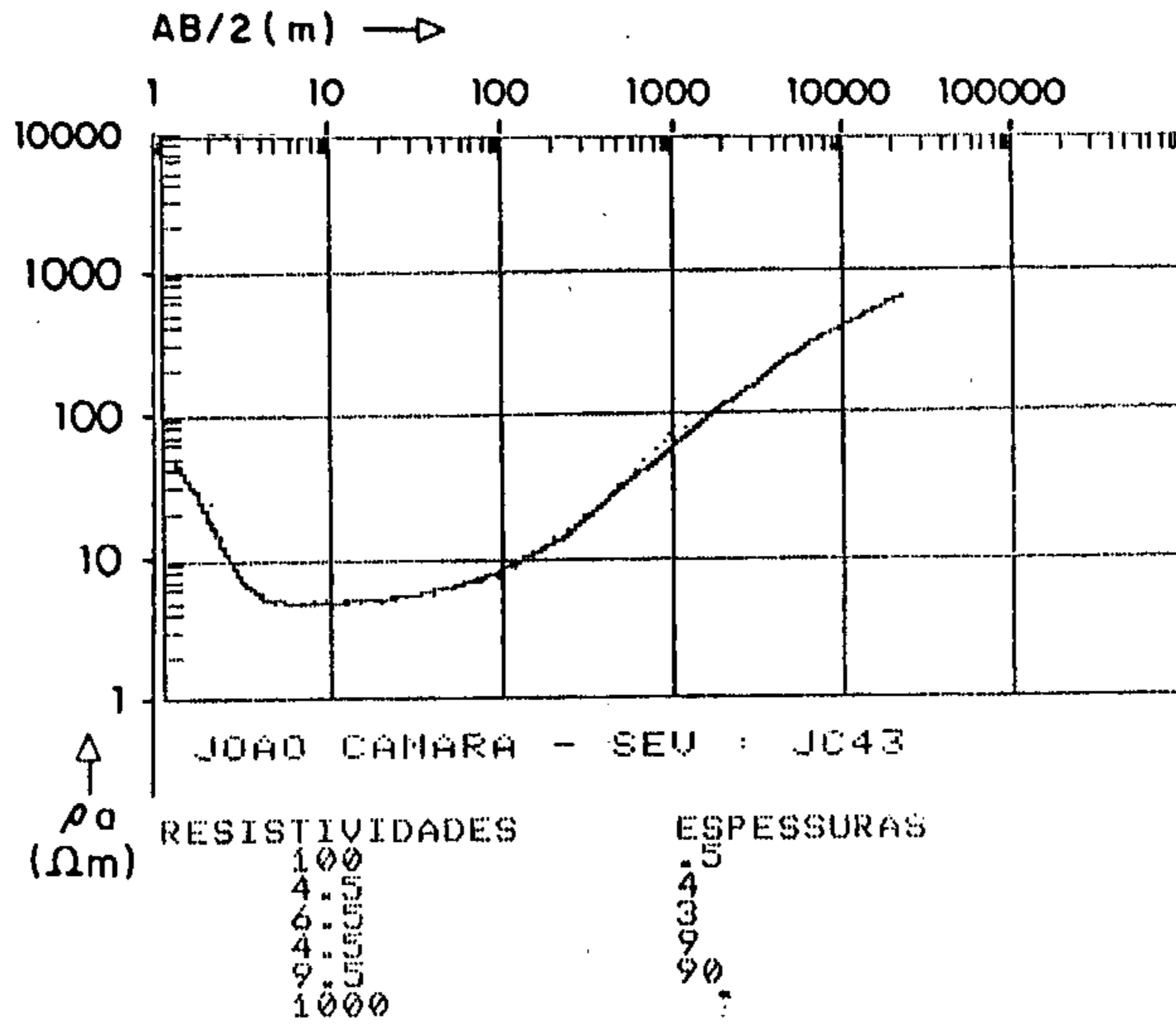


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

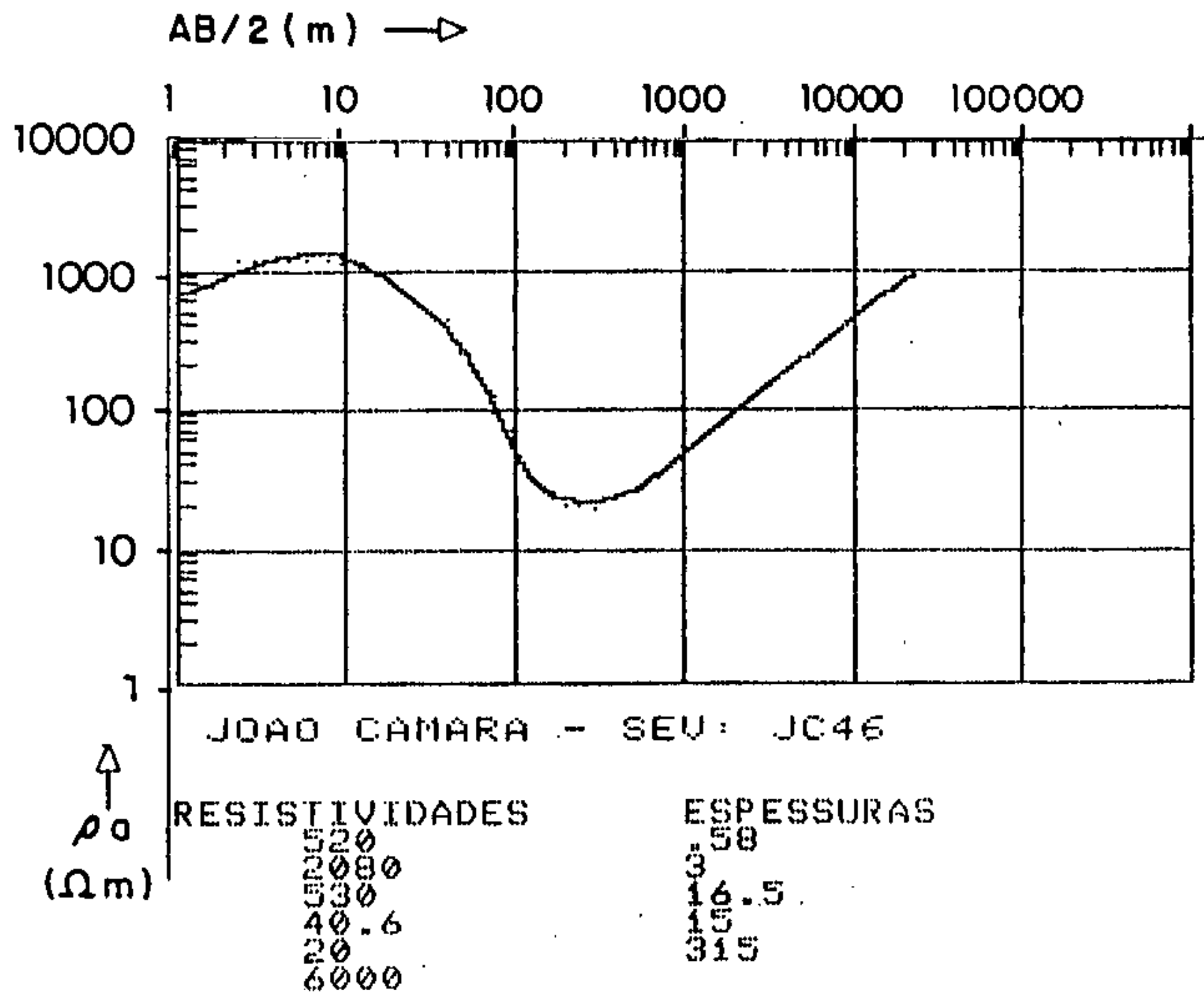
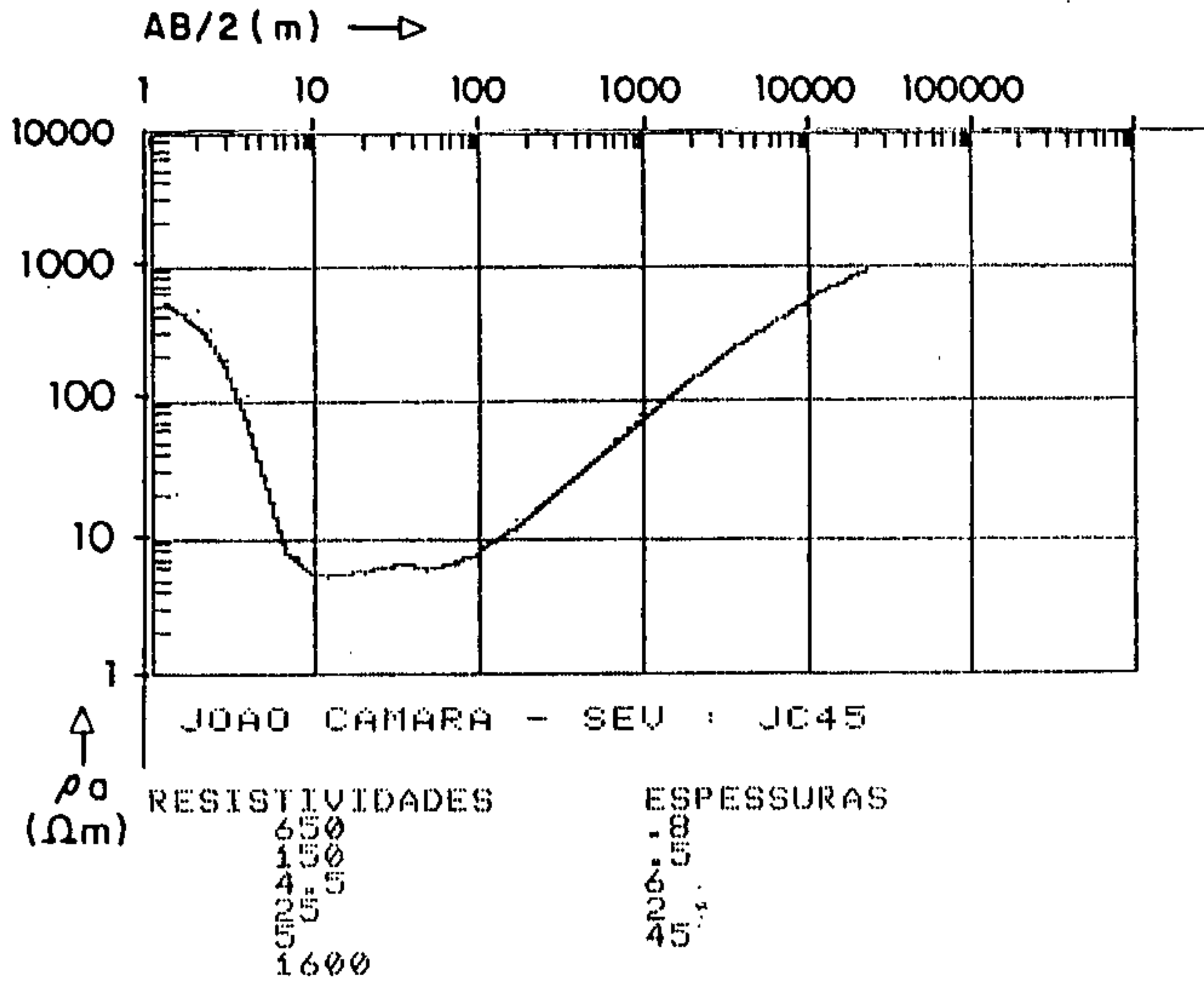


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS



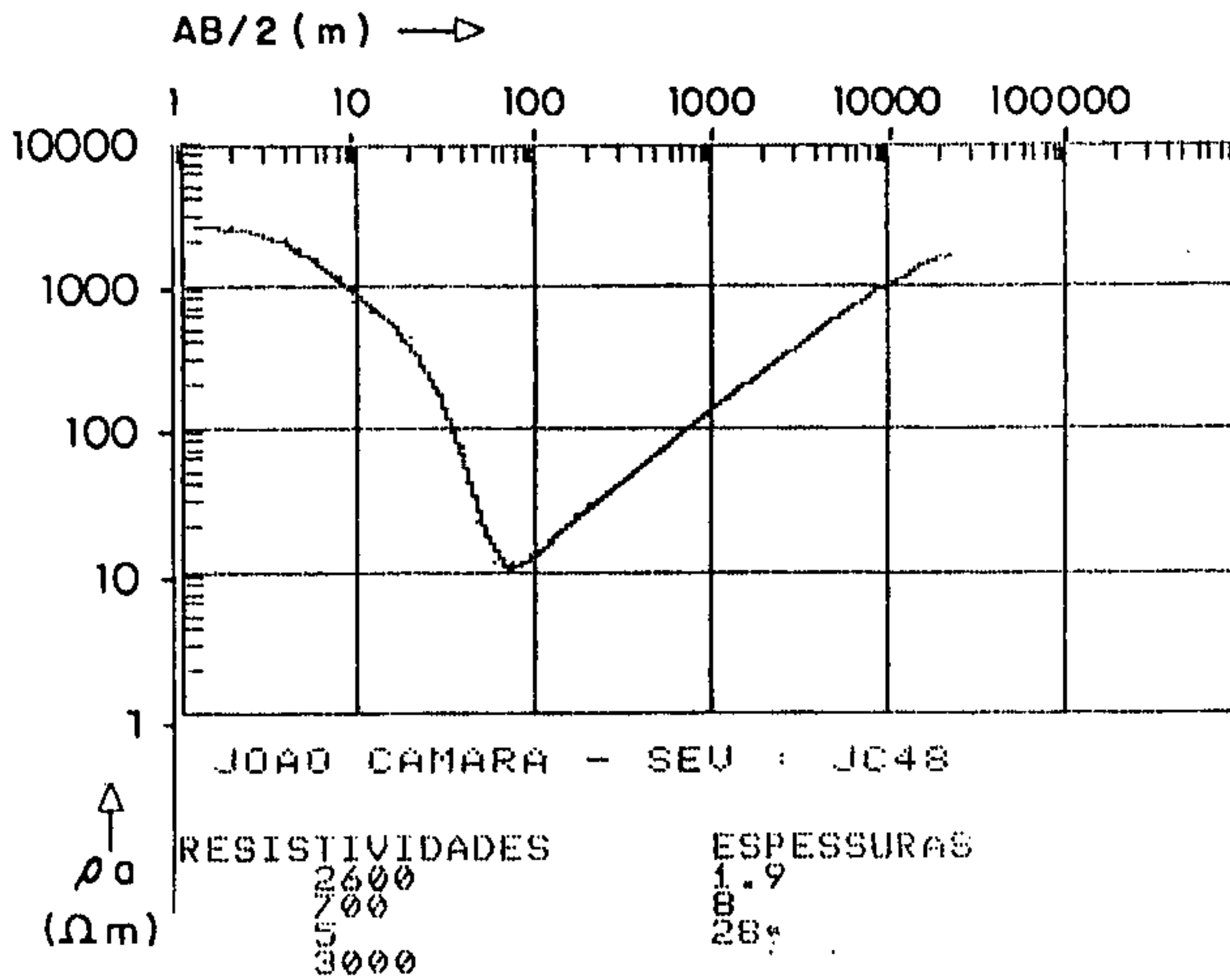
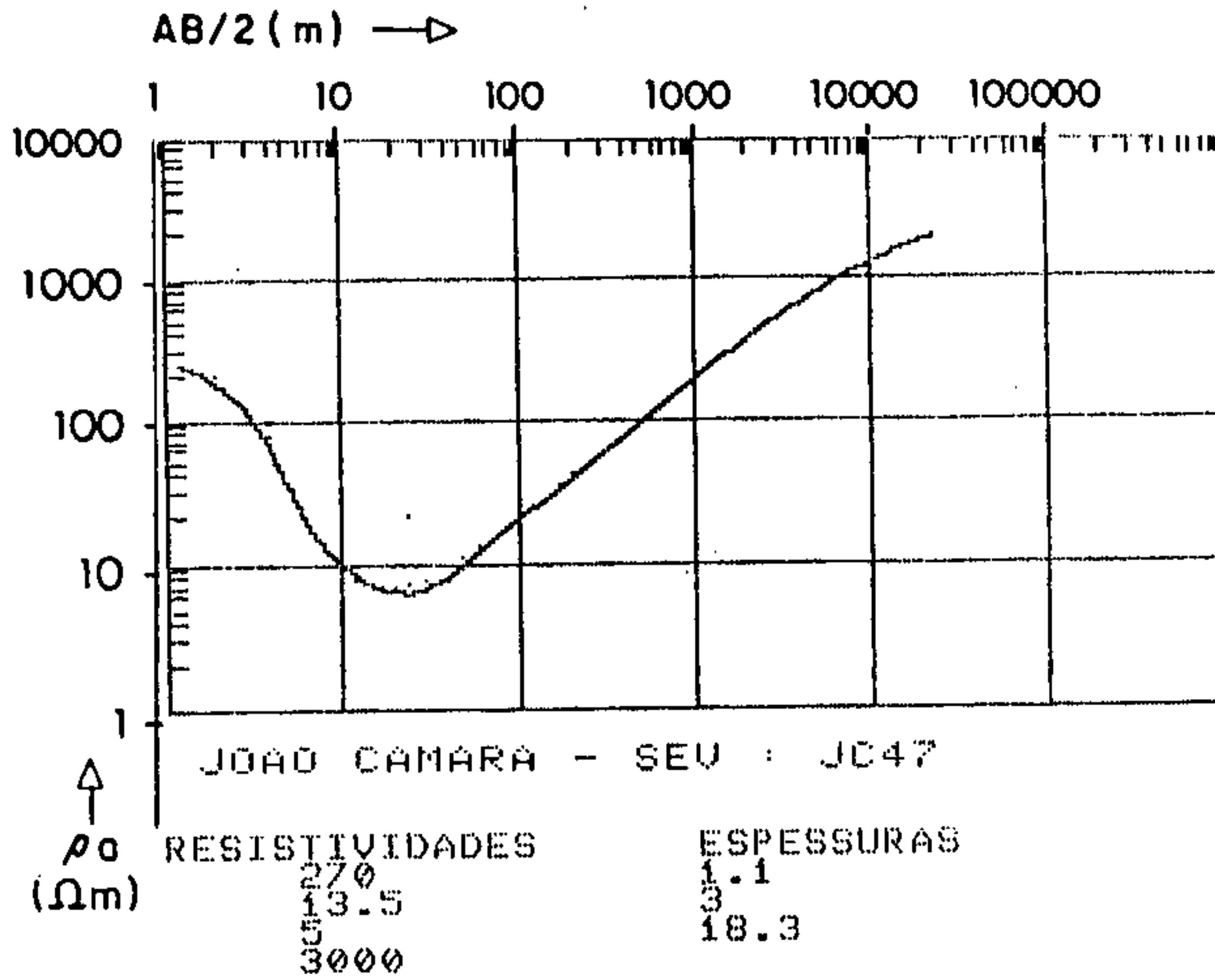
..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA



# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

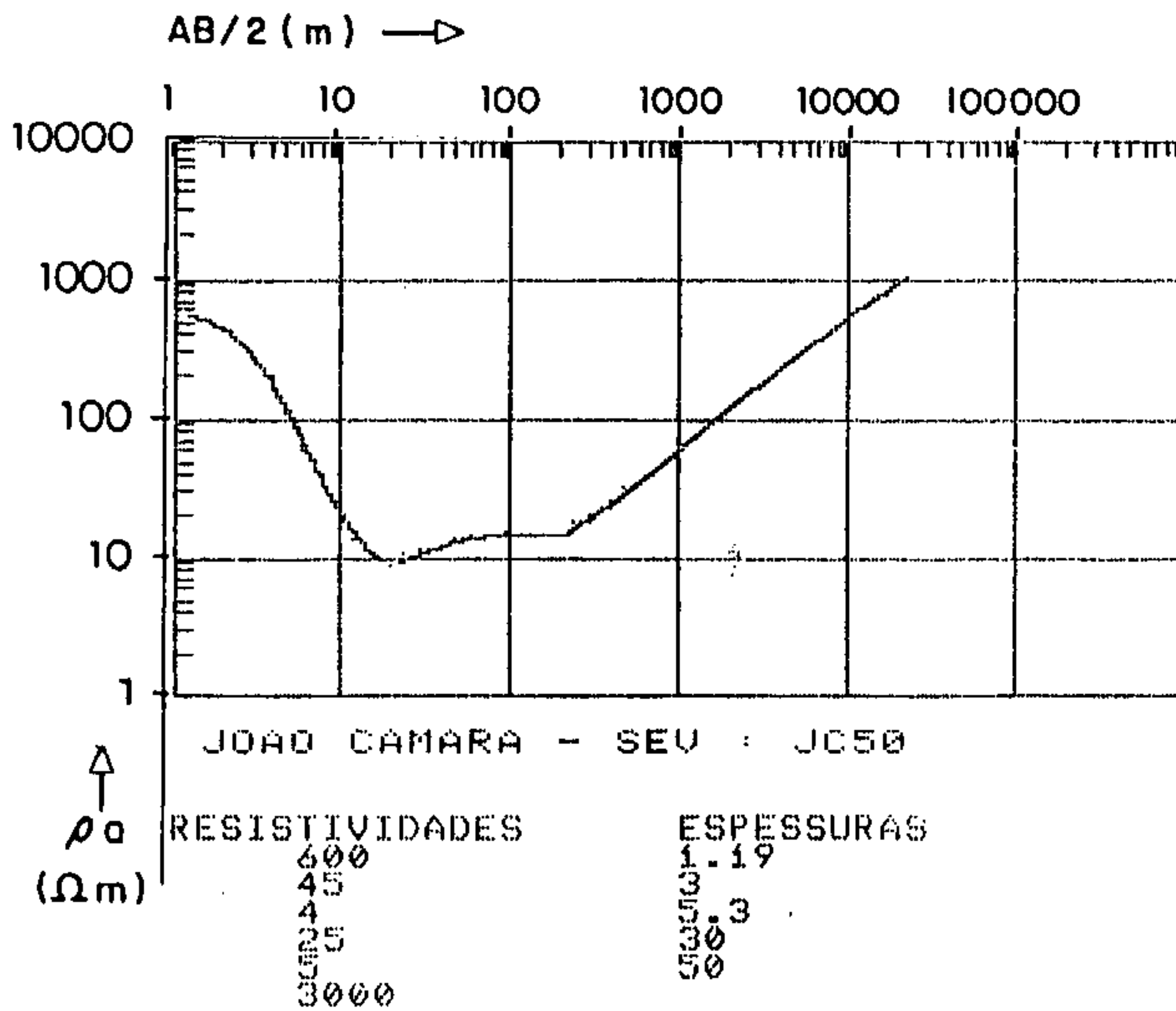
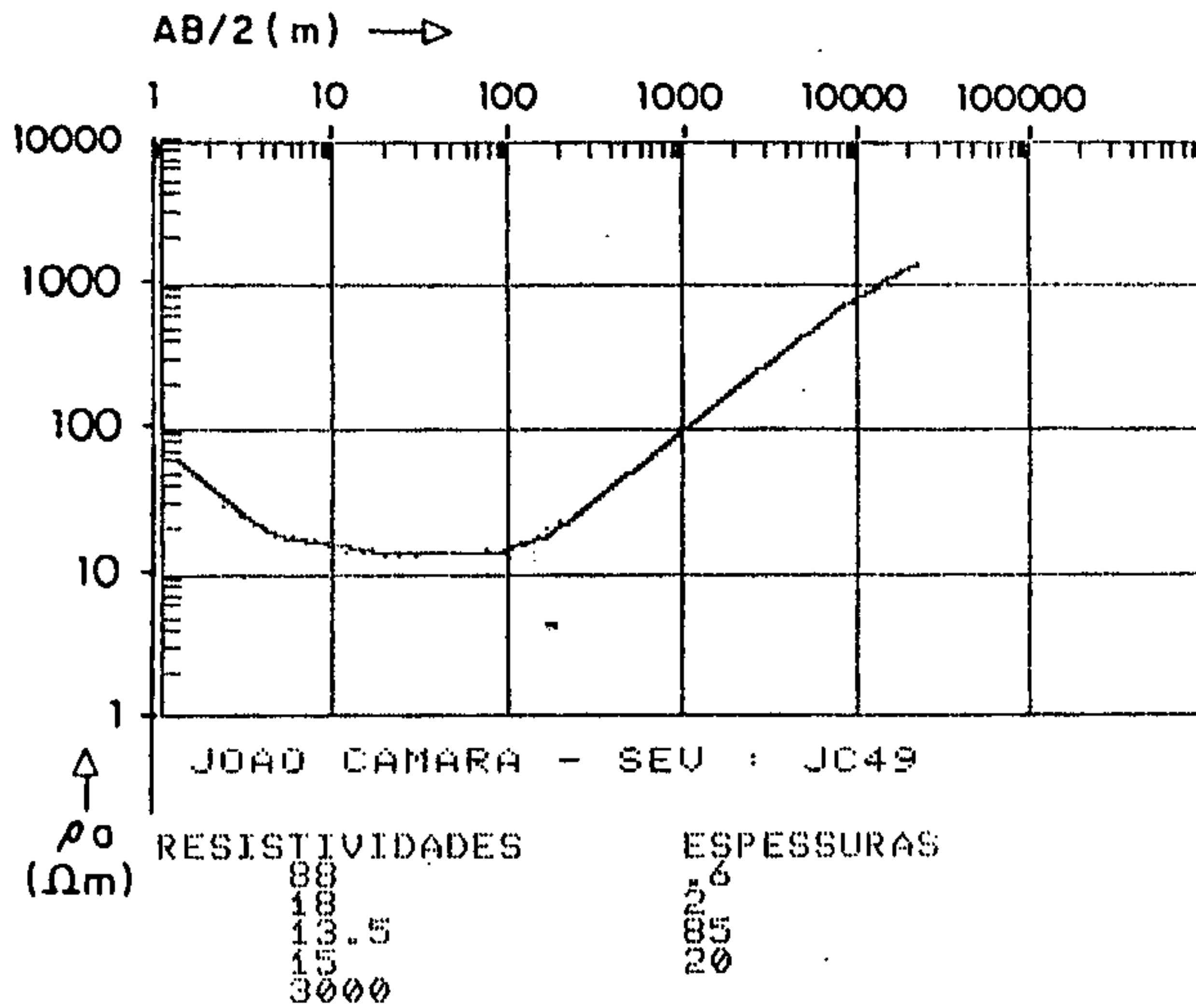


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

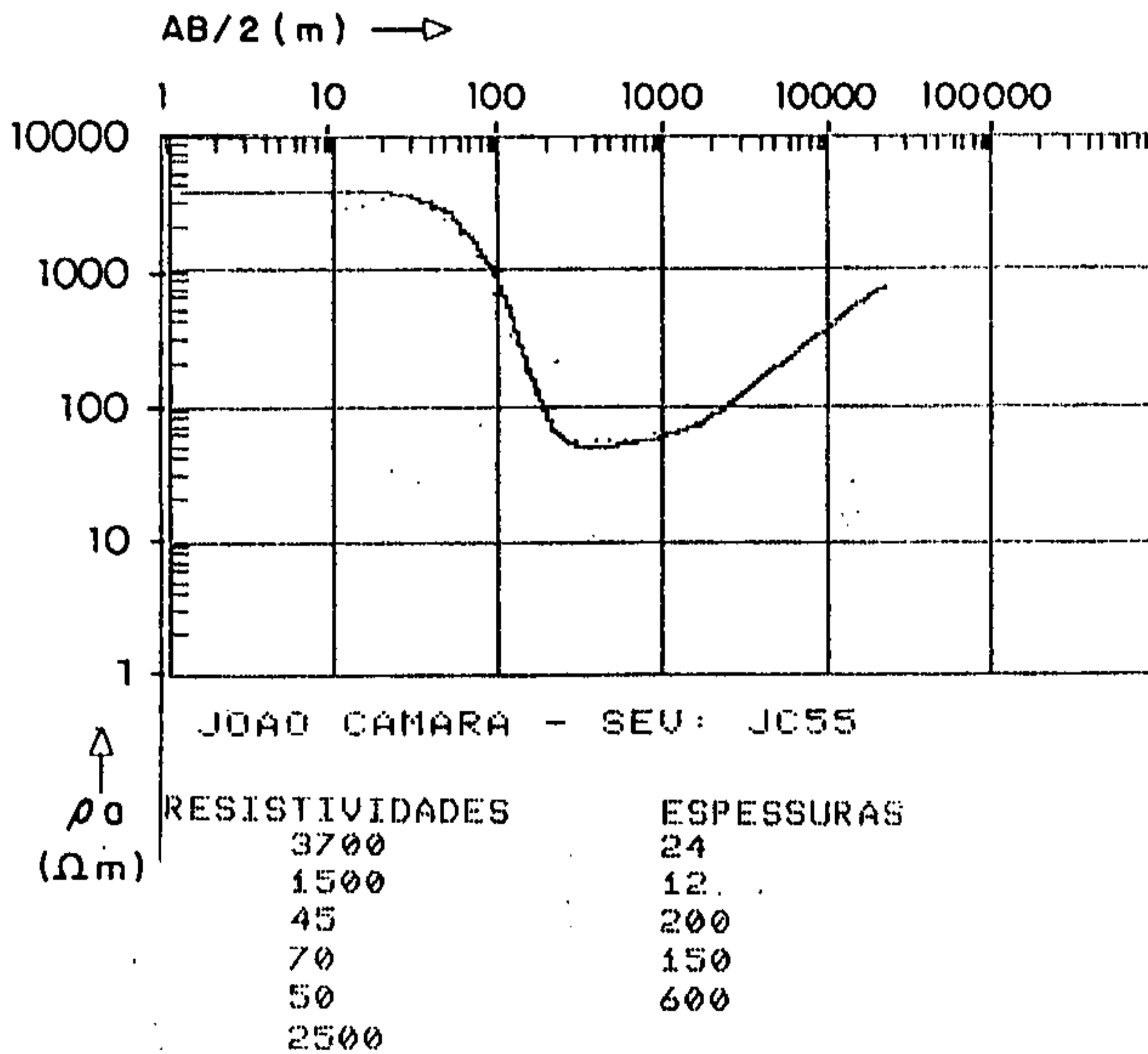
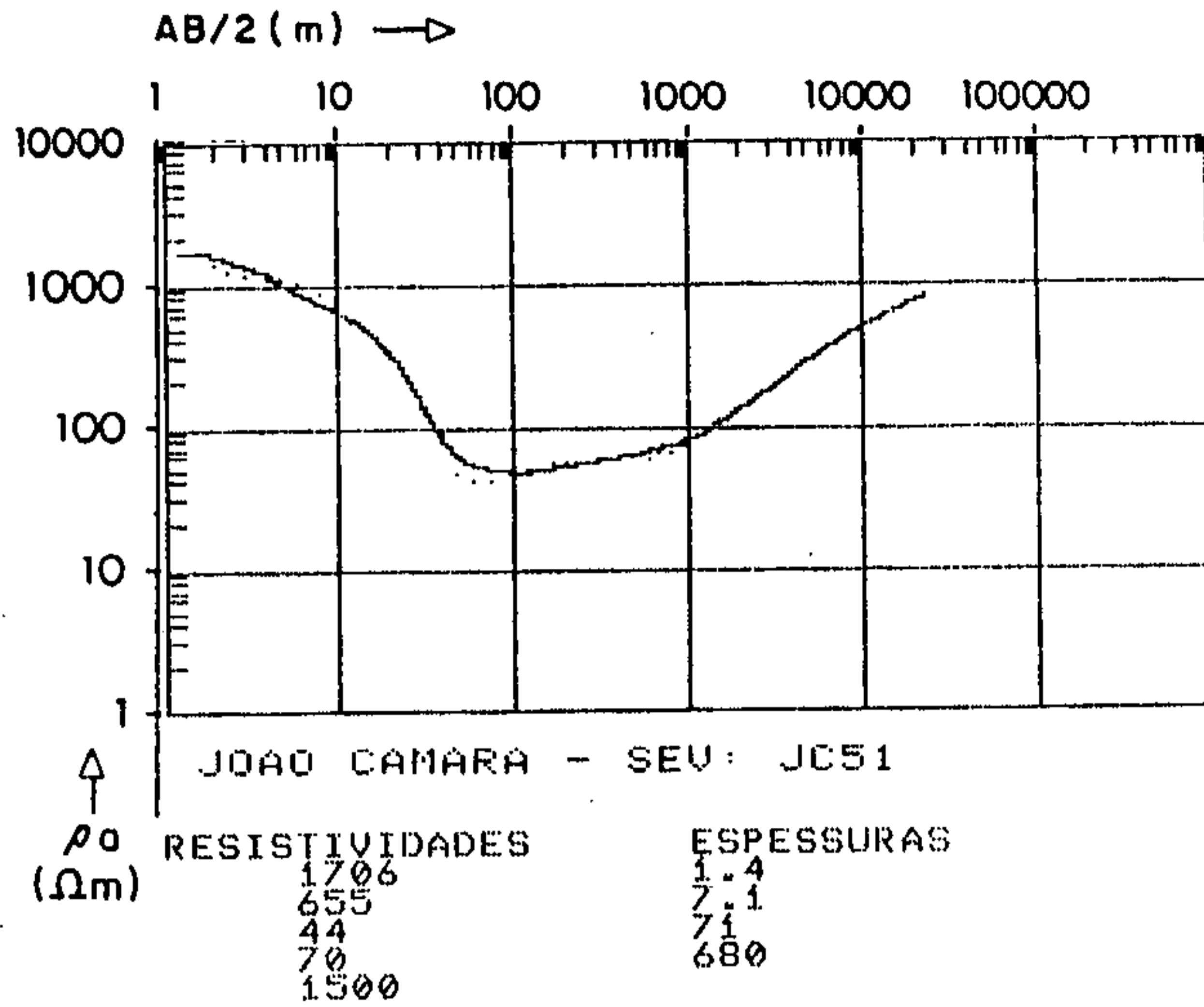


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

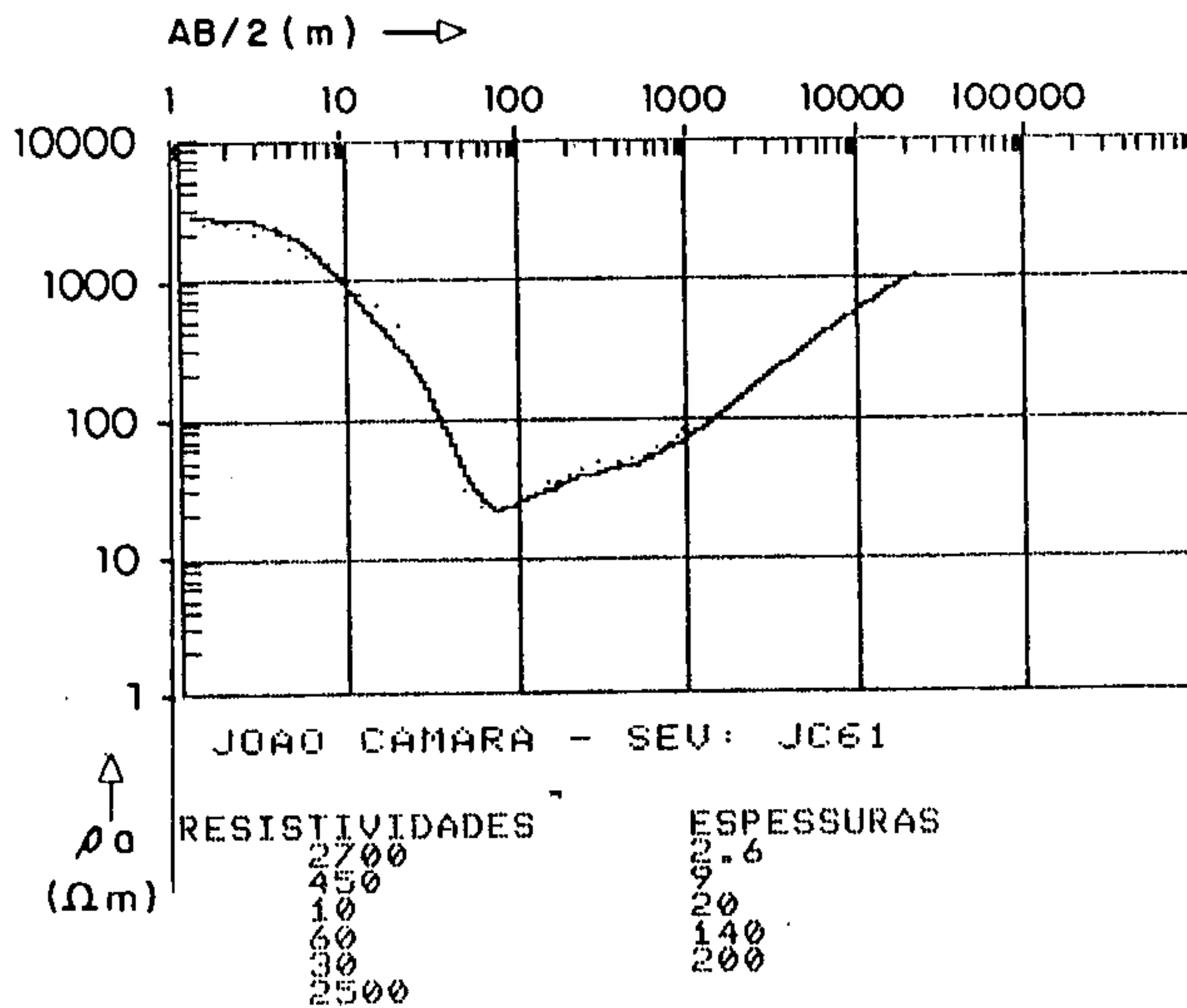
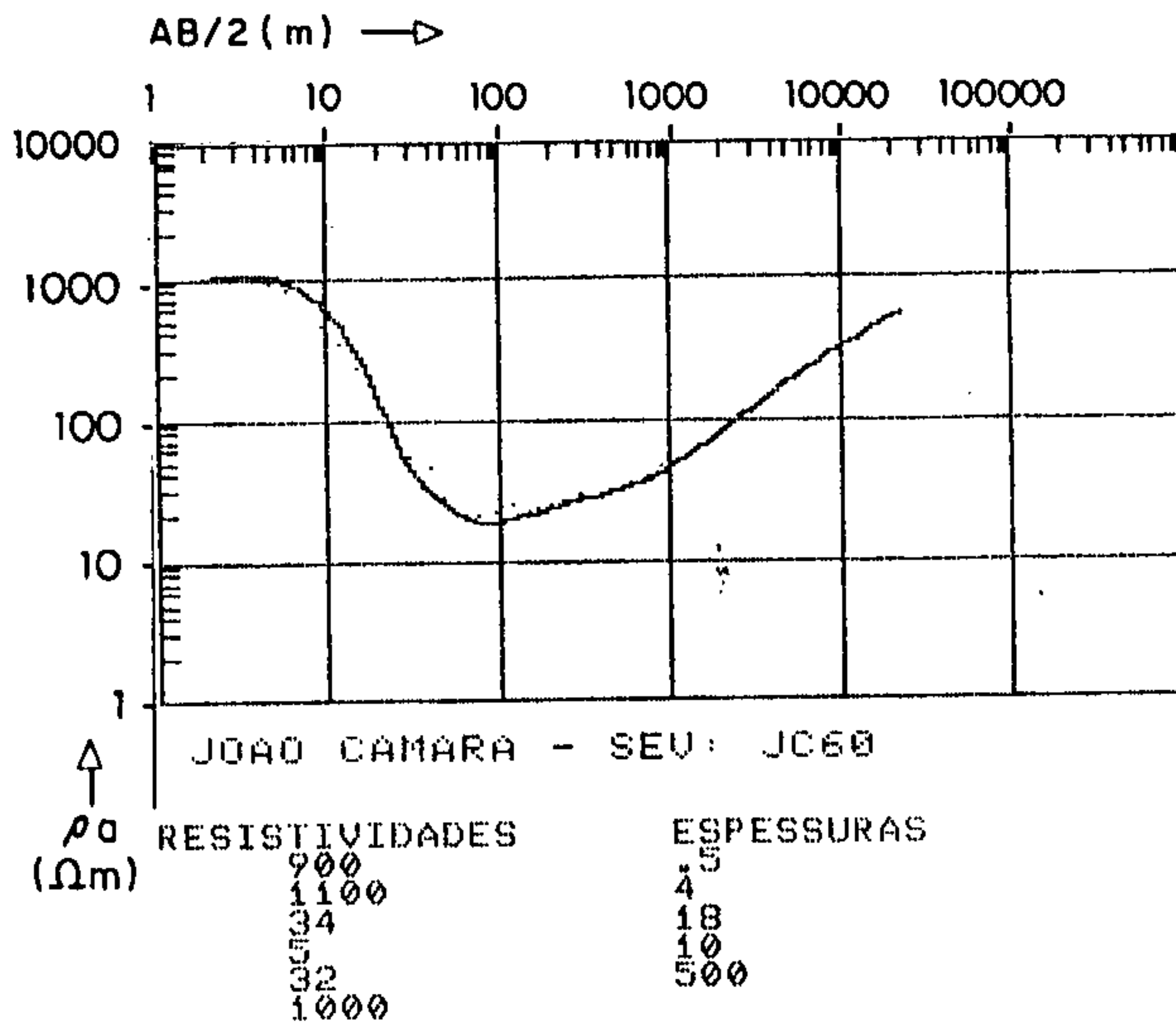


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

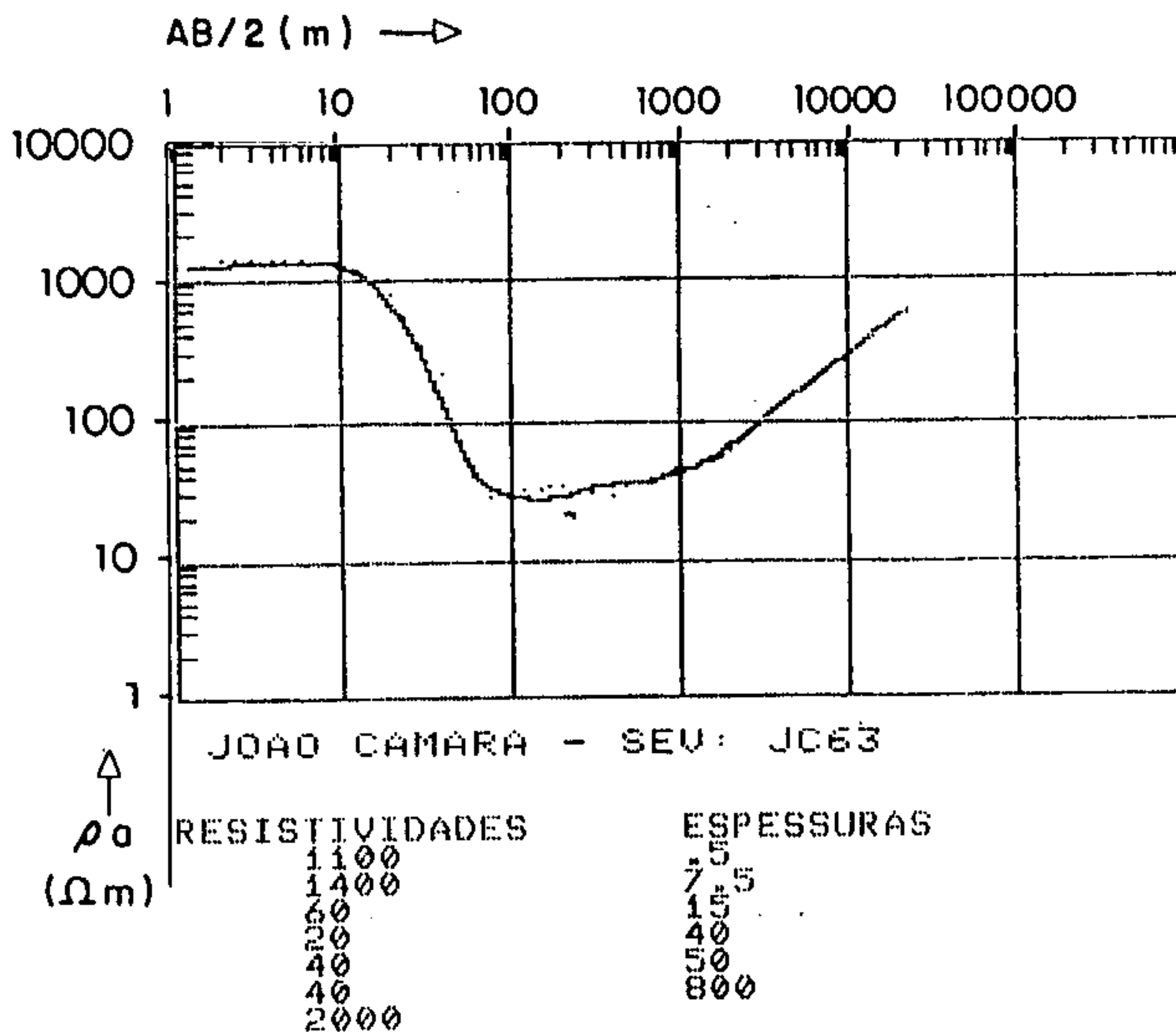
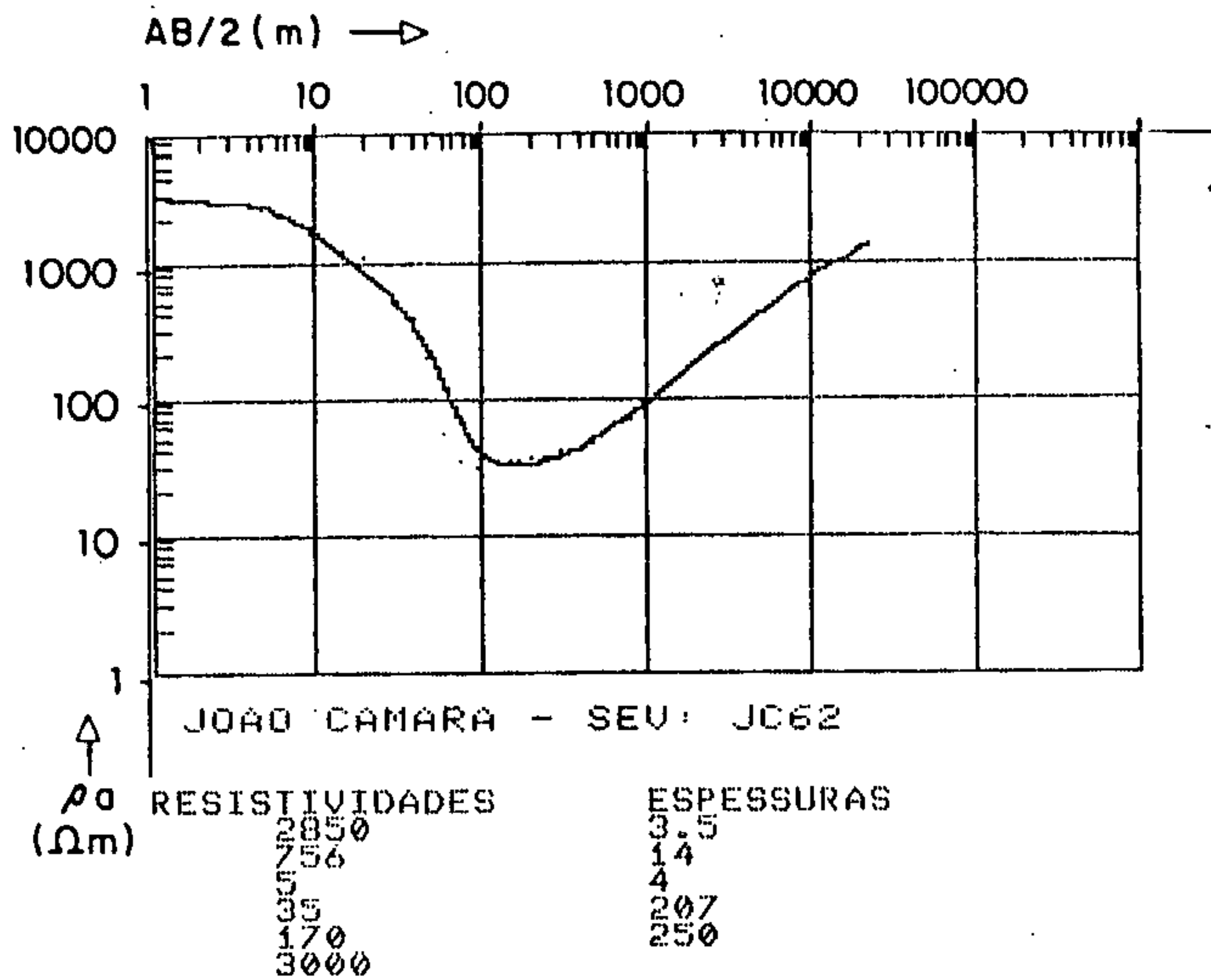


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

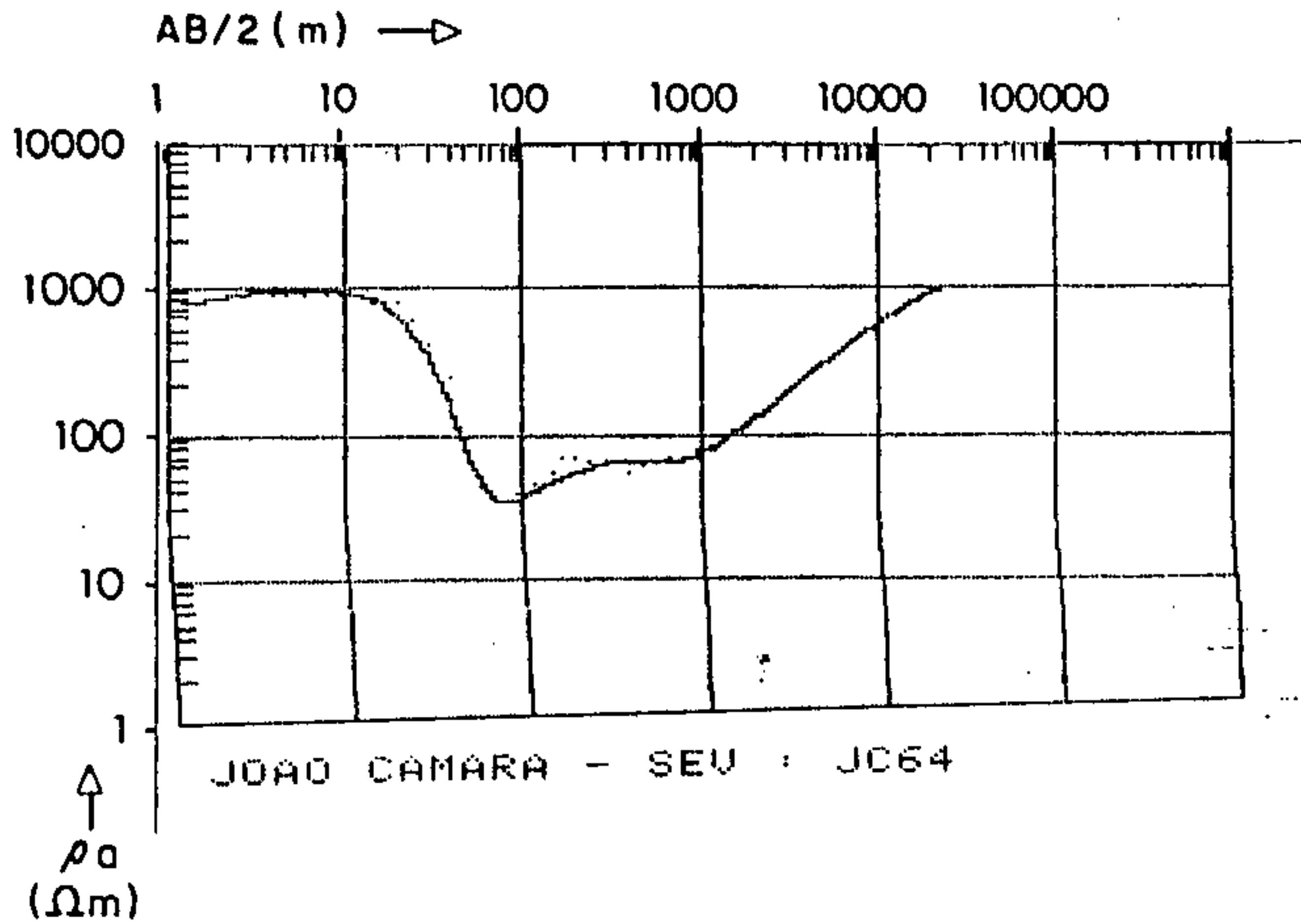


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

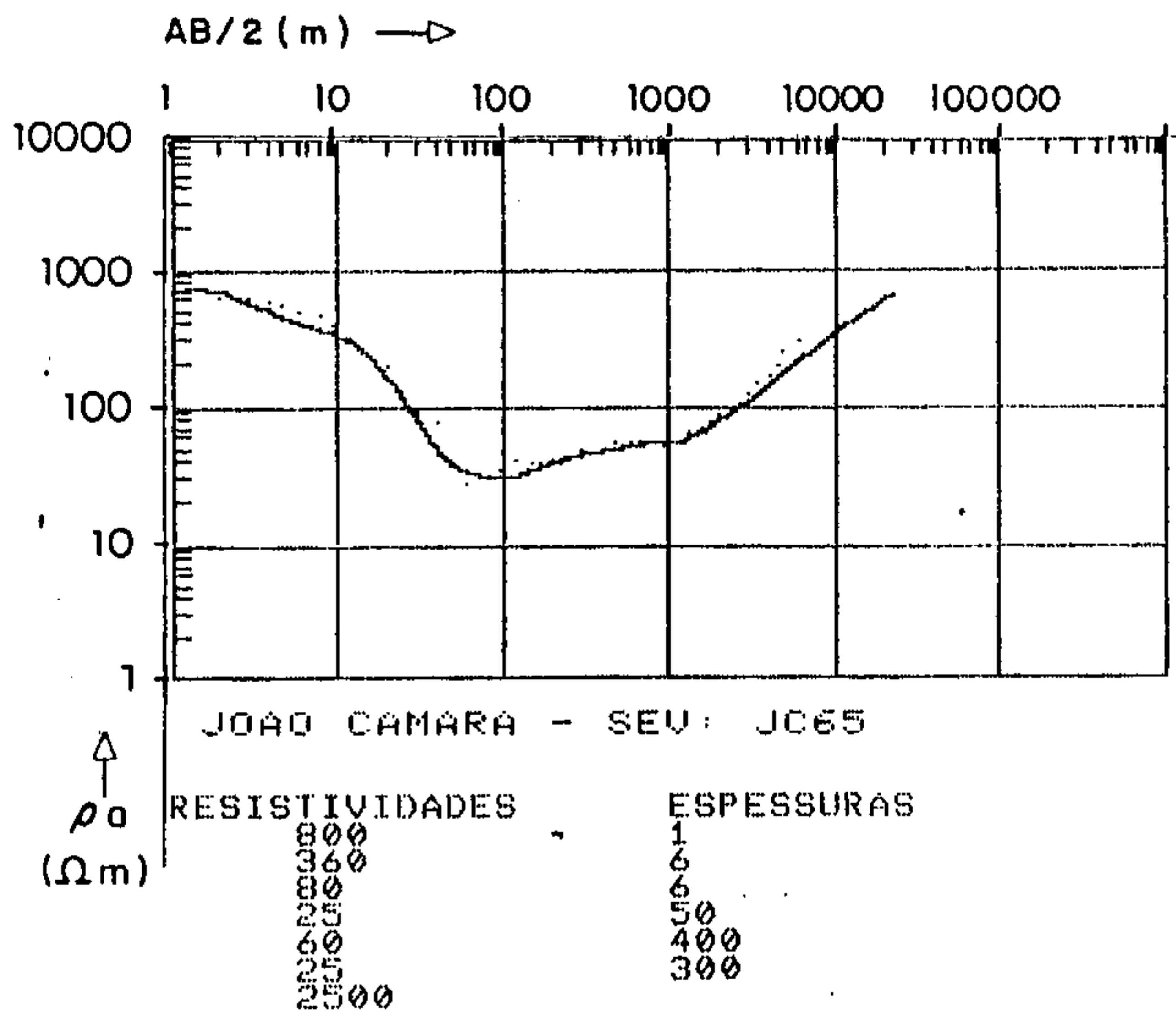


RESISTIVIDADES

700  
990  
5  
400  
36  
2500

ESPESSURAS

5  
9.5  
30  
360



RESISTIVIDADES

800  
360  
80  
25  
60  
25  
2500

ESPESSURAS

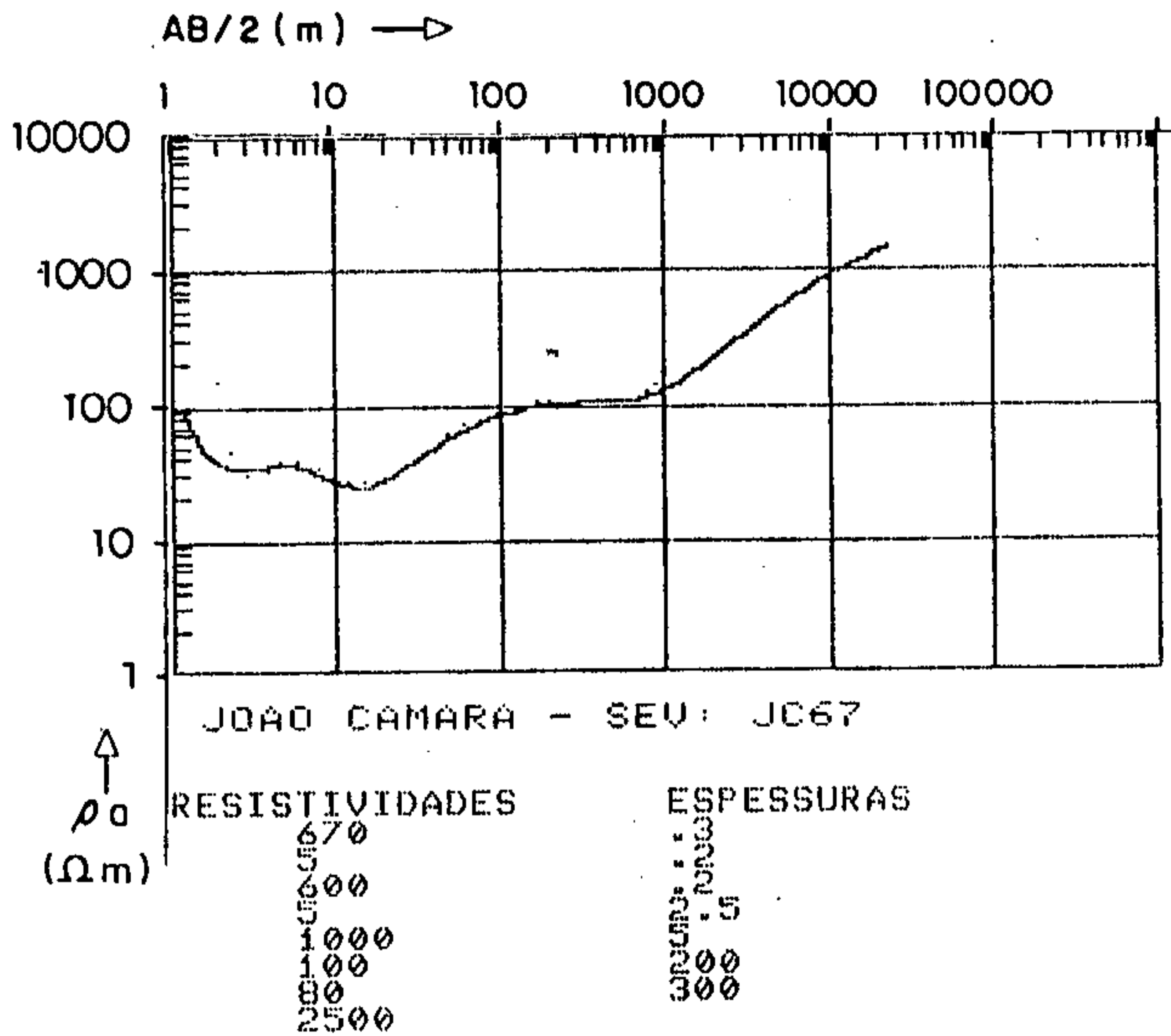
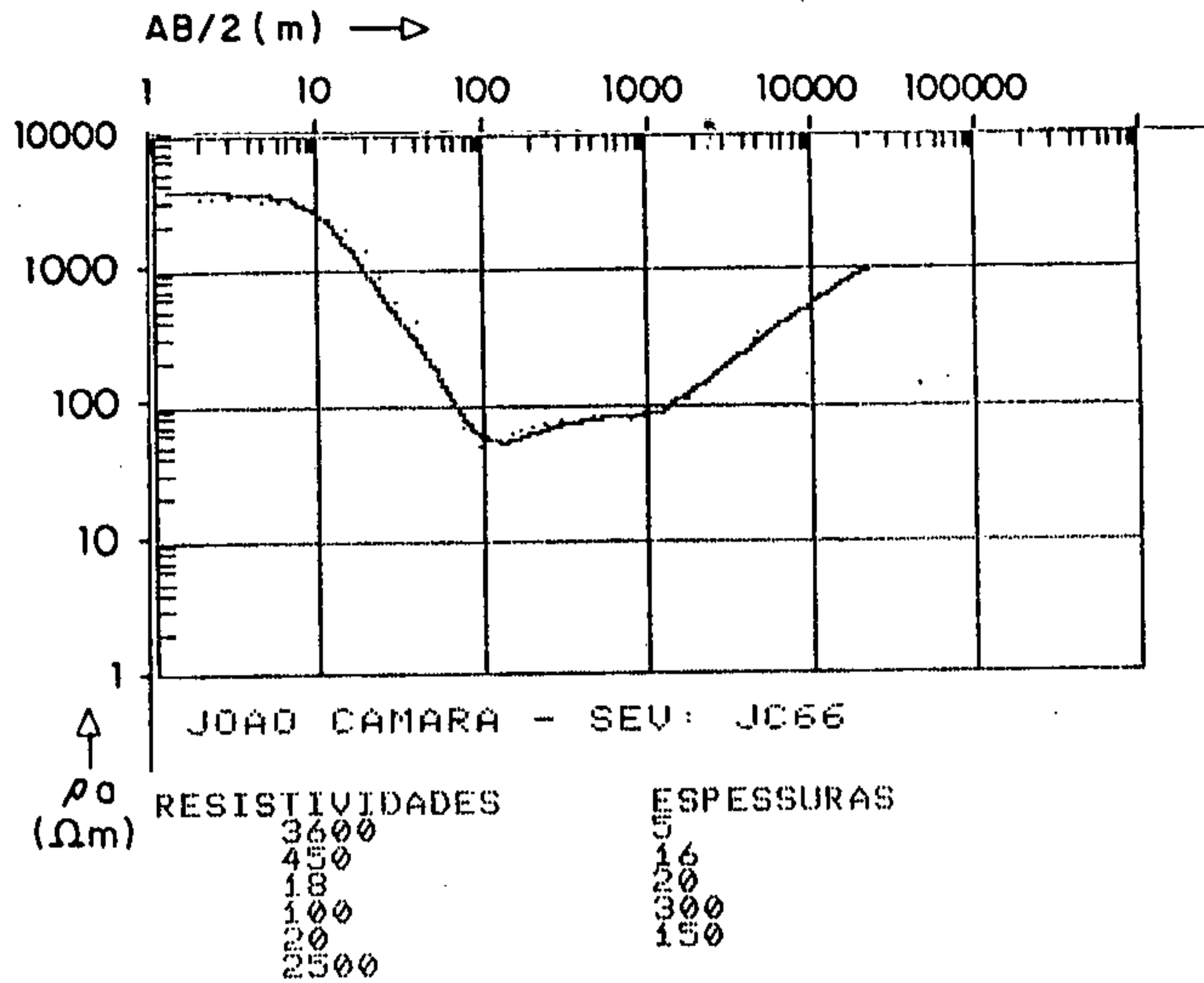
1  
6  
6  
50  
400  
300

..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS

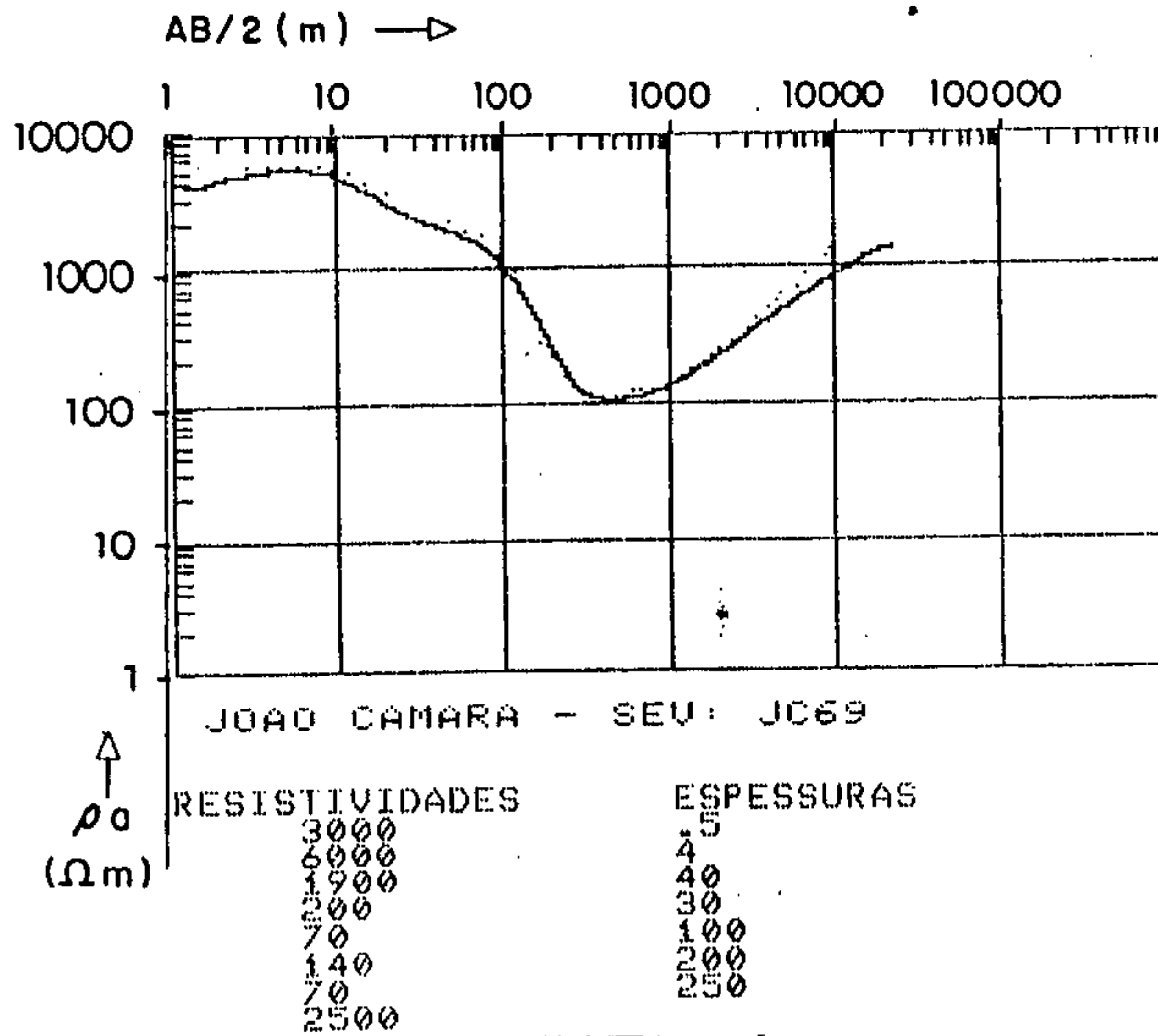
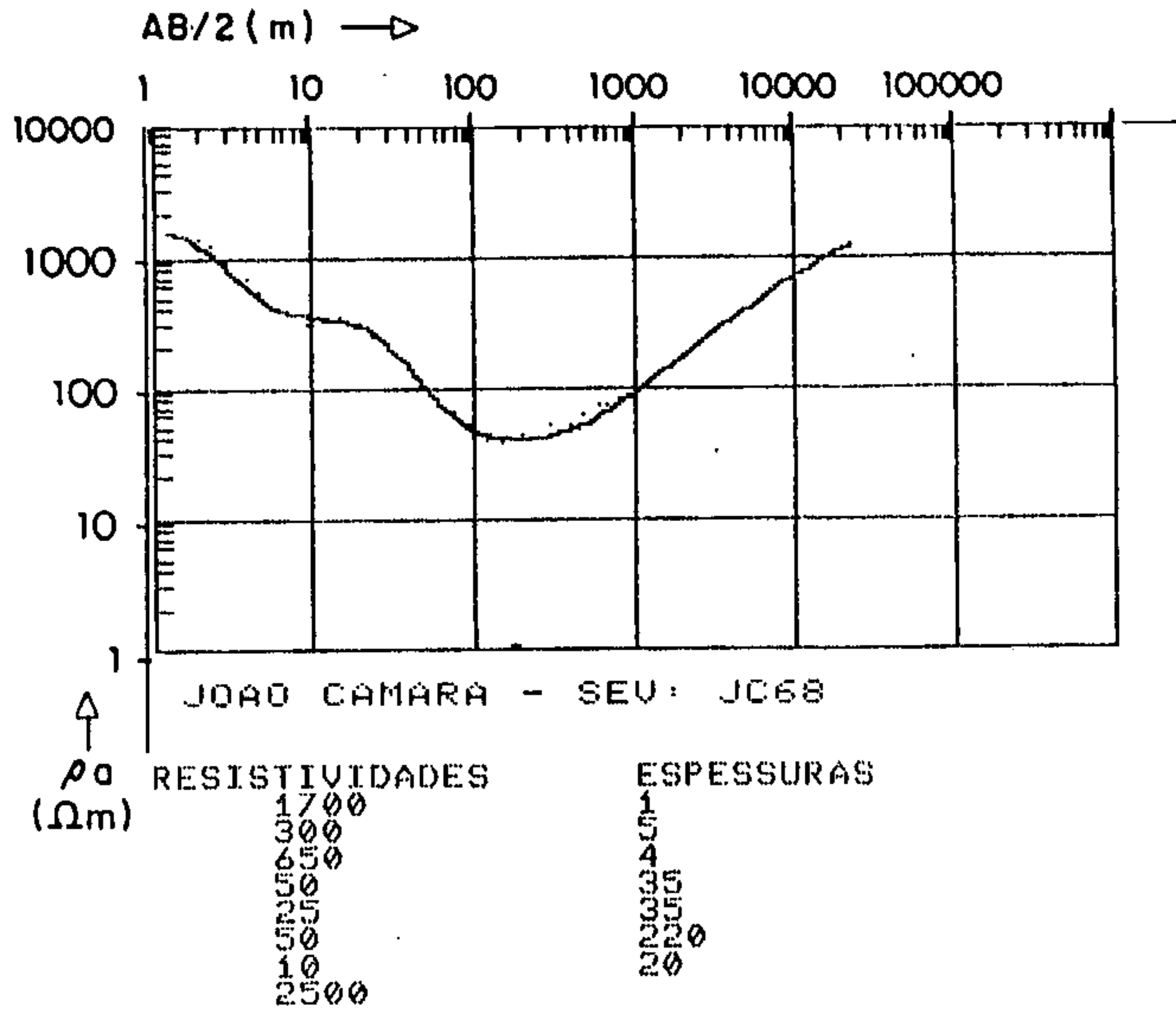


..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA

# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS



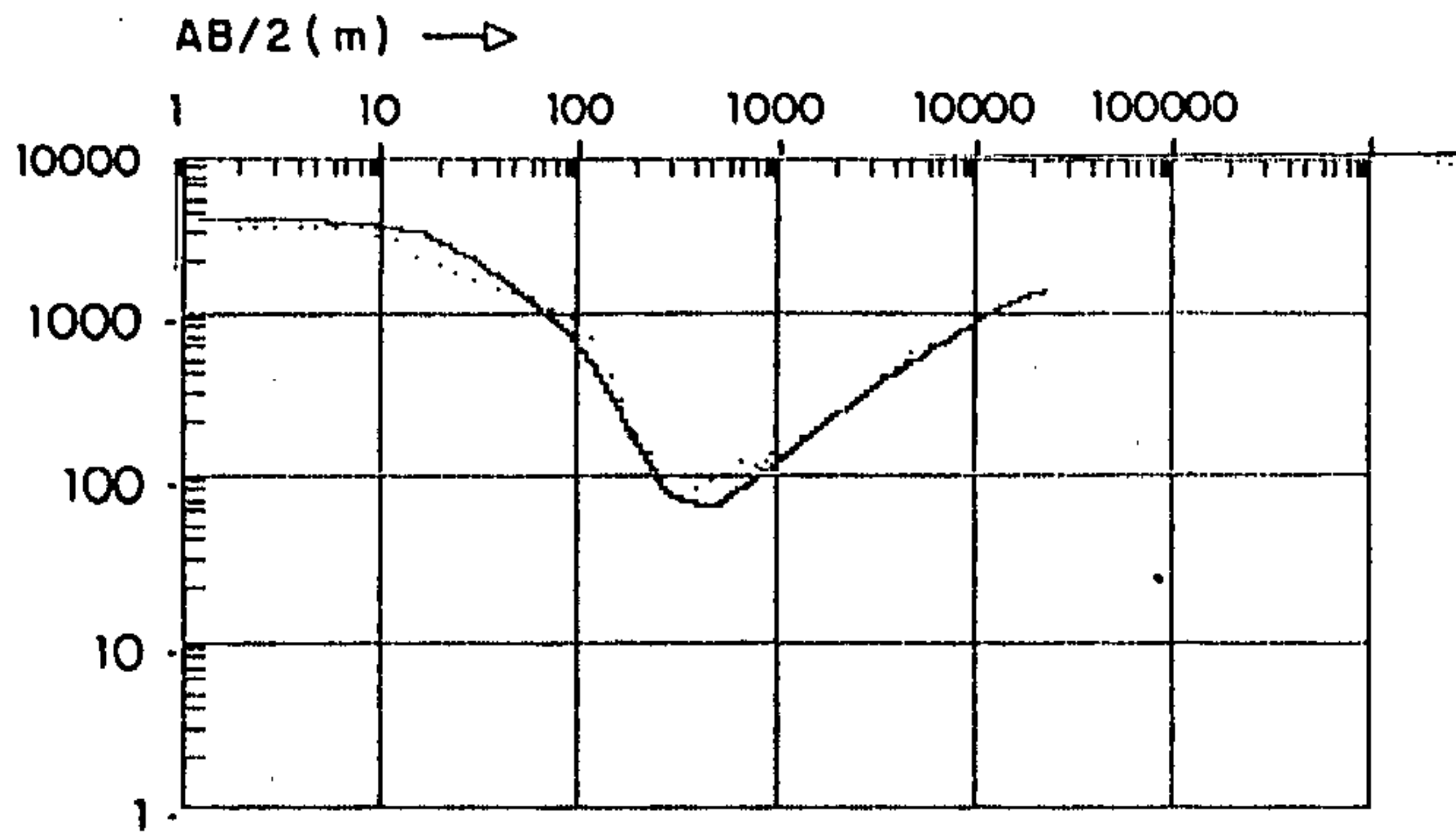
..... CURVA MEDIDA

———— CURVA CALCULADA



# SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

GRÁFICO BILOGARÍTMICO COM AS CURVAS MEDIDAS E CALCULADAS



JOAO CAMARA - SEV: JC70

↑  
 $\rho_a$   
( $\Omega m$ )

RESISTIVIDADES	ESPESSURAS
3600	4
32000	6
132000	30
32000	300
500	3000
1200	50
2500	

..... CURVA MEDIDA      ——— CURVA CALCULADA