

ESTUDO DE NOVOS LOCAIS PARA DESPEJO DE DRAGAGEM
NO PORTO DE RECIFE: MOVIMENTAÇÃO DE SEDIMENTO
NO FUNDO, EM REGIME DE INVERNO.

Setembro/1976

ESTUDO DE NOVOS LOCAIS PARA DESPEJO DE DRAGAGEM NO
PORTO DE RECIFE: MOVIMENTAÇÃO DE SEDIMENTO
NO FUNDO, EM REGIME DE INVERNO.

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Jefferson Vianna Bandeira
José Olympio N. M. de Castro
Pedro Edmundo Aun

EQUIPE DE CAMPO

Jefferson Vianna Bandeira
José Olympio N. M. de Castro
Antonio Fioravante Neto
Ricardo da Silva Gomes
José Joaquim Lima de Campos

EQUIPE DE ANÁLISE

Pedro Edmundo Aun
Vera Lúcia Mendes Dias da Costa
José Joaquim Lima de Campos
Luiz Raphael Aun

CONSULTOR

Victor Freire Motta

LABORATÓRIO DE RADIOISÓTOPOS
IPR - NUCLEBRÁS
Caixa Postal 1941 - Belo Horizonte

ÍNDICE

PÁGINA

RESUMO

I.	INTRODUÇÃO	1.
II.	TRABALHOS PRELIMINARES	3.
III.	O TRABALHO DE CAMPO	7.
IV.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	10.
V.	CONCLUSÕES	13.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO	PÁGINA
1	- Carta da Região em Estudo.	17.
2	- Distribuição do Diâmetro Mediano das Amostras de Fundo.	18.
3	- Sistema de Injeção.	19.
4	- Ruído de Fundo Natural em Condições de Inverno.	20.
5	- Curvas de Isocontagem - 1a. Detecção.	21.
6	- Curvas de Isocontagem - 2a. Detecção.	22.
7	- Curvas de Isocontagem - 3a. Detecção.	23.
8	- Diagrama de Transporte - 1a. Detecção.	24.
9	- Diagrama de Transporte - 2a. Detecção.	25.
10	- Diagrama de Transporte - 3a. Detecção.	26.
11	- Desaparecimento do Traçador no Período Experimental.	27.

RESUMO

Como parte de um Contrato estabelecido entre a Empresa de Portos do Brasil S.A. - Portobrás - e as Empresas Nucleares Brasileiras S.A. - Nuclebrás -, o Laboratório de Radioisótopos (LRI) do Instituto de Pesquisas Radioativas (IPR) e o Instituto de Pesquisas Hidroviárias (INPH) realizaram um estudo com traçadores radioativos em Recife, como parte da determinação de um local para o despejo do material dragado do Porto.

Este trabalho teve por finalidade estudar o comportamento do material dragado que se tinha depositado no fundo, em condições de inverno, sendo realizado entre 10 e 30 de julho de 1976. Ele consistiu na injeção de material dragado, marcado com ouro - 198, no fundo da região em estudo, situada nas proximidades do molhe sul, a cerca de 3km ao sul da entrada do porto. A injeção foi realizada, por meio de equipamento especialmente desenvolvido para o trabalho, no dia 22 de julho. Tres detecções foram executadas em 25, 26 e 27 de julho, seguindo a técnica de arrastar-se, por meio de um barco, um detector de radiação através da área em estudo.

Apesar das difíceis condições de mar reinantes no período, as detecções foram de boa qualidade.

A análise dos resultados, baseada no estabelecimento de curvas de mesma concentração de material radioativo, mostrou que apenas menos de 1% do traçador permanece na área de injeção. É provável que a maior parte do

material injetado entre novamente em suspensão, desaparecendo da região de medida. Esta conclusão é favorável à utilização do local como depósito de material dragado, desde que se determine que a parte que entra em suspensão não retorna ao porto. Esta última condição será verificada por medidas realizadas com sedimento em suspensão, a serem iniciadas em outubro de 1976.

Durante as medidas com traçadores, o INPH coletou dados sobre ondas, correntes e ventos na região estudada, os quais serão objeto de análise posterior.

ESTUDO DE NOVOS LOCAIS PARA DESPEJO DE DRAGAGEM NO
PORTO DE RECIFE: MOVIMENTAÇÃO DE SEDIMENTO
NO FUNDO, EM REGIME DE INVERNO.

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho resulta de um contrato estabelecido entre a Empresa de Portos do Brasil S.A. - Portobrás - e as Empresas Nucleares Brasileiras S.A. - Nuclebrás -, sendo órgãos executores o Laboratório de Radioisótopos (LRI) do Instituto de Pesquisas Radioativas (IPR) e o Instituto de Pesquisas Hidroviárias (INPH), da Portobrás.

A dragagem do Porto de Recife é permanente. O material retirado da bacia do porto é transportado em batelões até à região do Banco Victor Pisani, onde é descarregado.

Em reuniões entre técnicos do INPH e do IPR, foi estabelecido o interesse em estudar-se a opção de descarregar o material dragado diretamente no mar, por sobre o molhe sul, com a finalidade de eliminar-se, tanto quanto possível, as viagens de descarga. Para que esta solução seja viável, os rejeitos de dragagem não devem retornar ao porto ou à região do canal de acesso protegida pelo quebra-mar do Banco Inglês. (Fig. 1). Nestas regiões, as condições hidráulicas podem permitir, em certos casos, uma redeposição do material.

Num problema como este, 2 fases devem ser estudadas:

- a. o transporte em suspensão do material, logo após a descarga
- b. a movimentação do sedimento que se depositou no fundo após o despejo.

O transporte em suspensão deve ser estudado em diferentes condições hidráulicas, principalmente naquelas que tem maior probabilidade de causarem o retorno do material à região dragada. Quanto ao sedimento depositado no fundo, é necessário lembrar que há dois regimes hidráulicos marcadamente diferentes na área de Recife, conforme reinem condições de verão ou de inverno. O esquema estabelecido para o trabalho prevê o estudo de várias condições hidráulicas na parte relativa aos estudos em suspensão e, na parte de estudos de fundo, medidas tanto em condições de verão, como em regime de inverno.

Este relatório trata de um estudo sobre a movimentação de material de dragagem depositado no fundo, em condições de inverno, correspondendo ao item g do Plano de trabalho anexo ao Contrato.

II. TRABALHOS PRELIMINARES

O trabalho foi iniciado, da parte do INPH, por medidas de corrente na região próxima à entrada do Porto de Recife. Posteriormente, uma equipe do INPH realizou medidas de corrente na área prevista para o rejeito do material dragado e no interior da bacia do Porto, em condições de inverno. A mesma equipe registrou também a amplitude, o período e a direção das ondas, na região de Recife, na mesma época.

Por parte do LRI, o trabalho foi iniciado pela coleta de amostras de fundo da região estudada, cujos resultados estão incluídos no anexo 1. Este trabalho foi realizado em Dezembro de 1975, colhendo-se 33 amostras, tanto na região do porto, como em mar aberto. Foi utilizado o barco "Suape I", sendo o posicionamento realizado por sextantes.

Estas amostras foram analisadas no LRI, por peneiramento e/ou decantação (Bottom). A distribuição dos diâmetros medianos das amostras é apresentada na Figura 2, na qual podem ser vistas as regiões em que predominam a areia e vasa. Esta distribuição deve ser levada em consideração na escolha dos locais de injeção do material dragado, para estudos de fundo com traçadores, pois, se a injeção for feita sobre um fundo de areia, é menos provável que o material fino permaneça no local de lançamento.

Como continuação dos trabalhos, em ordem cronolô

gica, foi feita uma comparação entre as sucessivas batimétricas da região do canal de acesso protegida pelo quebra-mar do Banco Inglês. A finalidade deste estudo foi a verificação da existência de regiões de sedimentação e de erosão na região da sombra do quebra-mar. Este trabalho, que caracteriza o comportamento sedimentológico da região estudada, foi apresentado em um relatório separado.

O problema da injeção do material dragado, constituído de finos, foi também estudado detalhadamente. Como era esperada uma movimentação relativamente rápida do material, optou-se pelo desenvolvimento de um equipamento que fornecesse uma injeção concentrada em uma área pequena. O injetor desenvolvido é apresentado na Figura 3, sendo que a opção apresentada destina-se a utilizar a marcação com Au-198, radioisótopo emissor gama, com 411 kev de energia e meia-vida de 2,7 dias. O processo de marcação consiste na redução do cloreto áurico em ouro metálico, sobre as partículas de vasa. Os rendimentos de fixação são maiores que 99%, quando a proporção de traçador para sedimento seco é da ordem de 0,1 a 1 grama por quilo. A marcação é praticamente instantânea e a fixação ao sedimento é irreversível. O processo de marcação inicia-se pela dissolução de lâminas de ouro metálico radioativo em água régia. Quando a dissolução se completou, o pH da solução é tornado neutro, pela adição de hidróxido de sódio. A solução radioativa é então colocada em um balão, sobre a câmara de injeção, de onde será gotejada sobre a vasa. A vasa a ser marcada é lançada, por extrusão, na câmara de injeção e misturada com o radioisótopo por um sistema de hélices acionado por um motor. O lançamento da vasa na

câmara de injeção e o gotejamento simultâneo da solução de traçador prosseguem até que se atinja o volume a ser injetado. Toda a marcação é realizada em uma região protegida da agitação produzida pelas ondas. A câmara de injeção é constituída por um cilindro de PVC, dentro do qual se movimenta um pistão, acionado por uma bomba aspirante-premente manual. O bico de injeção é fechado, durante a marcação e a descida do injetor ao fundo, por folhas finas de alumínio. Durante todo o processo de marcação, a câmara de injeção é mantida no interior de blindagem cilíndrica de chumbo, para proteção do pessoal envolvido no trabalho. A câmara de injeção é envolvida por uma campânula metálica que, ao se apoiar no fundo no momento da injeção, servirá para manter o material marcado em seu interior. (campo de velocidade nulo).

Após o término da marcação, o barco é deslocado até o ponto de injeção e o injetor é descido ao fundo. Acciona-se então a bomba até esvaziar-se inteiramente a câmara de injeção no interior da campânula de proteção. Uma boia, presa a uma poita ligada à campânula, é então lançada. A campânula é deixada no ponto de injeção por cerca de 24 horas, para permitir que o material injetado se decante sobre o fundo.

No dia seguinte, o barco volta ao local de injeção, localizado pela boia, para a retirada da campânula.

Foram também realizadas calibrações das sondas a serem utilizadas no trabalho, em uma caixa de calibração, na qual foi colocada, em diferentes profundidades, uma so

lução contendo uma atividade conhecida de ouro-198. A forma aproximada da lei obtida para a resposta das sondas a uma atividade unitária uniformemente distribuída, à profundidade z é :

$$f = 30 e^{-0,15z}$$

sendo $f_0 = 30$ c/s/ μ c/m² a resposta da sonda a uma atividade unitária superficial.

Finalmente, durante viagens prévias realizadas ao Recife, estabeleceram-se os contatos necessários para a realização do trabalho, envolvendo autorizações das autoridades da Marinha e do Dentel.

III. O TRABALHO DE CAMPO

A equipe do LRI viajou para Recife no dia 12 de julho de 1976. No dia 10, as camionetes que transportavam o equipamento haviam deixado Belo Horizonte.

Os primeiros dias de trabalho foram dedicados à preparação do barco para as detecções e ao levantamento do ruído de fundo natural da região. O trabalho foi iniciado com o barco "Suape I" e terminado com o "Ursa Maior", em vista de sucessivos defeitos do primeiro. Ambos têm cerca de 12m de comprimento e 3m de boca.

O levantamento do ruído de fundo natural ocupou 3 dias de trabalho, devido às más condições do mar e à existência de muitos obstáculos no fundo, o que ocasionava sucessivas interrupções no trabalho. A carta na qual se representa o ruído de fundo natural, constitui a Figura 4.

As regiões de menor atividade correspondem a fundos de areia e as de maior atividade a fundos em vasa. Existem regiões intermediárias, nas quais é provável a existência simultânea de areia e de finos.

O equipamento utilizado no trabalho foi o habitual, incluindo sondas de cintilação, contadores de impulsos, registradores e impressoras, alimentadas por um gerador a gasolina.

Durante o decorrer das medidas, foram efetuadas, pelo INPH, registros de ondas e observação visual das direções de propagação e registros de correntes, na área em estudo. Estes dados e seu relacionamento com os resultados obtidos com traçadores serão objeto de um relatório específico.

É importante ressaltar que as condições de mar reinantes durante o trabalho com traçadores foram bastante duras, havendo o registro de ondas com amplitude próxima de 3m. Nestas condições, as detecções tornam-se muito difíceis, por exigirem navegação segundo direções paralelas entre si e perpendiculares ao deslocamento principal do traçador. Além disso, em certas regiões do fundo, havia grande quantidade de pedras ou de detritos, o que dificultava o arraste do trenó de detecção. Finalmente, o fato de ter sido o trabalho realizado nas proximidades do recife introduz uma outra dificuldade na execução de boas detecções. Levando-se em conta todos estes fatores, pode-se dizer que as detecções executadas foram de qualidade relativamente boa.

A localização do barco durante as detecções foi realizada por triangulação a vante, a partir de 2 teodolitos, localizados nas bases cujas coordenadas UTM são das abaixo:

	NORTE	LESTE
Base A (Farol do Picão)	9108757,75	294556,81
Base B (Cibrazem)	9107115,02	293500,26

A injeção da vasa marcada com ouro radioativo foi realizada no dia 22 de julho, a uma profundidade de 6 a 7m, seguindo a metodologia anteriormente descrita. O material marcado é constituído de vasa presente na região do porto, que é o material que será despejado posteriormente na região. A campânula que protege o local de deposição do radioisótopo contra a ação de ondas e correntes foi deixada no ponto de injeção, a fim de permitir a deposição da vasa marcada em condições calmas. Em 23 de julho, ainda com a campânula colocada, foi realizada uma detecção em torno do ponto de injeção, para verificar se o radioisótopo permanecera naquele local. Encontrou-se uma pequena quantidade de atividade bem próxima ao local de injeção, o que indica que a campânula realmente impediu o espalhamento do traçador durante o período de decantação. Neste mesmo dia, a campânula foi retirada, estando prevista a realização da detecção de mise-en-place logo em seguida. Entretanto, o "Suape I" teve seu leme quebrado, provavelmente por manutenção deficiente, o que obrigou o retorno da equipe ao porto. Todo o equipamento de detecção foi transferido para o "Ursa Maior". No dia 24, tentou-se realizar a 1ª. detecção, o que não foi possível, devido ao mau tempo reinante e às precárias condições de visibilidade. Nos dias seguintes, 25, 26 e 27 de julho realizaram-se 3 detecções, sendo o trabalho encerrado por restar pouca atividade na área de injeção.

IV. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Um exame preliminar das detecções realizadas mostrou que a atividade encontrada no fundo, mesmo na 1ª. de detecção, era pequena em relação à atividade injetada. Isto mostra que parte do traçador depositado no fundo foi transportado para fora da região. Observe-se que o fundo, na região de injeção, é em areia, o que foi comprovado por uma amostra colhida durante a injeção.

O fato de parte do material ter desaparecido torna impossível a aplicação do método do balanço para o cálculo de vazões sólidas de transporte de fundo. Uma aplicação simplificada do método pode ser usada para estimar a porcentagem de material que saiu da região de injeção. Adotou-se a técnica de integrar as curvas de isodose diretamente, em lugar da integração das contagens em cada linha de detecção. O processo adotado foi o seguinte:

a. Transformação das coordenadas bipolares, que definem a posição do barco, em cartesianas, utilizando-se uma calculadora portátil programável Hewlett Packard 25.

b. A partir destas coordenadas, calcula-se a velocidade do barco entre 2 posicionamentos sucessivos. No método de análise adotado, estes valores são usados apenas para verificar a correção dos dados de posição obtidos, já que valores discrepantes da velocidade indicam erro nos ângulos medidos (de leitura ou de anotação). Caso isto ocorra, realizam-se as correções necessárias.

c. As linhas de detecção, determinadas ponto a ponto no item a, são lançadas em uma carta da região. Os pontos lançados indicam a posição, em cada instante, do barco que realizou a detecção, quando é necessário conhecer a posição da sonda de detecção.

d. Determinou-se a posição da sonda, a partir dos dados anteriores e do comprimento do cabo de tração utilizado. A correção foi feita a partir da direção média de cada linha de detecção.

e. Os dados de contagem utilizados foram os fornecidos pela impressora, o que corresponde a integrações da atividade por período de 5,8s. Duas correções foram feitas: a correção do ruído de fundo natural e a correção do decaimento radioativo. Os dados corrigidos são transformados em taxa de contagem média, dividindo-os pelo intervalo de tempo de integração.

f. Os valores das taxas de contagem foram lançados na carta que contém as linhas de detecção.

g. Os pontos de mesma taxa de contagem, unidos por uma linha contínua, dão origem ao diagrama de curvas de isocontagem ou de isodose. Elas representam a distribuição espacial do traçador em determinado instante e são apresentadas nas Figuras 5, 6 e 7.

h. A integração das contagens detectadas foi feita a partir de secções arbitrarias das curvas de isodose. Numa dada secção, observam-se os valores das taxas

de contagem correspondentes às suas diversas intersecções com as curvas de isodose. Estas taxas são integradas, a partir de um gráfico de taxas de contagem versus distância sobre a secção. Os diversos valores integrais são utilizados na construção dos diagramas de transporte, apresentados nas Figuras 8, 9 e 10. Neles, faz-se corresponder a cada secção o valor da integração anteriormente realizada. A área do diagrama de transporte N é dada em $\frac{c}{s} \times m^2$. Conhecendo-se a resposta da sonda a uma atividade unitária uniformemente distribuída f_0 e sabendo-se a atividade injetada A , pode-se calcular a quantidade de traçador recuperada R , determinando-se $R = \frac{N}{f_0 A}$.

Este foi o esquema da análise executada, apresentado de forma simplificada. A integração das taxas de contagem a partir das curvas de isodose é menos precisa do que a integração direta realizada sobre as contagens de cada linha de detecção. Este segundo método é normalmente utilizado quando se pretende realizar cálculos de vazão sólida de fundo.

Como, devido ao desaparecimento de parte da atividade injetada, o cálculo das vazões sólidas de fundo não tem significação, adotou-se este método simplificado de análise, capaz de fornecer, no caso presente, as mesmas informações que seriam dadas pelo método mais sofisticado.

V. CONCLUSÕES

A observação das curvas de isocontagem mostra que o material que permaneceu no fundo espalhou-se por uma região aproximadamente circular, com 100m de diâmetro. Há indicações, baseadas na forma das curvas, de um deslocamento pequeno do material injetado para o sul; portanto, para fora da região crítica. Os valores das taxas de contagem mostram também que apenas uma pequena parte do material injetado permaneceu no fundo, na região de injeção. O desaparecimento do traçador dificultou bastante a interpretação dos resultados, pois o radioisótopo remanescente forneceu taxas de contagem da mesma ordem de grandeza que a apresentada pelo ruído natural de um fundo em vasa.

Uma análise semi-quantitativa pode ser realizada a partir dos diagramas de transporte, figuras 8, 9 e 10. A integração das contagens detectadas forneceu os seguintes valores para N:

Dia 25/07 N = 113500 c/s x m²

Dia 26/07 N = 89000 c/s x m²

Dia 27/07 N = 72500 c/s x m²

O material radioativo foi produzido pela irradiação de 3g de ouro metálico durante 5 horas, no Reator do IPR, no dia 19/07. Levando-se em conta o decaimento ra

diativo, verifica-se que a atividade existente no dia da 1ª. detecção, 25 de julho, era da ordem de $A = 1300$ mCi.

Foi determinado experimentalmente que a sonda de detecção utilizada fornecia 30 contagens por segundo, para uma atividade superficial uniformemente distribuída de 1 μ ci por metro quadrado. Utilizando-se os valores de f_0 e A , a recuperação, no caso da 1ª. detecção, será de

$$R = \frac{N}{f_0 A} = \frac{113500}{30 \times 1,3 \times 10^6} = 2,9 \times 10^{-3}$$

ou seja, uma recuperação da ordem de 0,3%.

As recuperações das detecções posteriores são ainda menores. Conclui-se, portanto, que menos de 1% do material injetado no fundo permaneceu na região de injeção. O restante foi transportado para outra região, possivelmente em suspensão. Devido à grande dispersão que o material sofre ao ser retirado da região de injeção, não foi possível determinar-se para onde se deslocou o traçador que desapareceu. É possível que o material que permaneceu no local de injeção seja constituído pela fração mais grossa do material injetado.

Na figura 11 aparecem:

a. o valor da atividade no dia 23, quando foi retirada a campânula de proteção e iniciado o processo de movimentação do material.

b. os valores de N correspondentes a cada uma das detecções, nos dias 25, 26 e 27.

A análise desta figura pode ser feita a partir de duas hipóteses. Admitindo-se, inicialmente, que as ações hidráulicas reinantes entre os dias 23 e 27 tenham sido semelhantes, a figura indica que a maior parte do material desaparece no primeiro dia após a retirada da campânula. Nos dias seguintes, a curva de desaparecimento se suaviza, tendendo para uma exponencial, pois os valores de N correspondentes às 3 detecções encontram-se praticamente sobre uma reta em papel semi-logaritmico.

O outro caso possível é que as ações hidráulicas tenham sido mais intensas nos dias 23 e 24, explicando a maior perda observada nestes dias.

Os dois tipos de comportamento correspondem a diferentes mecanismos de retirada de material e são importantes para uma futura previsão do material descarregado que permanecerá na região de despejo. Eles devem ser novamente examinados quando os dados hidráulicos coletados durante o trabalho forem inteiramente analisados.

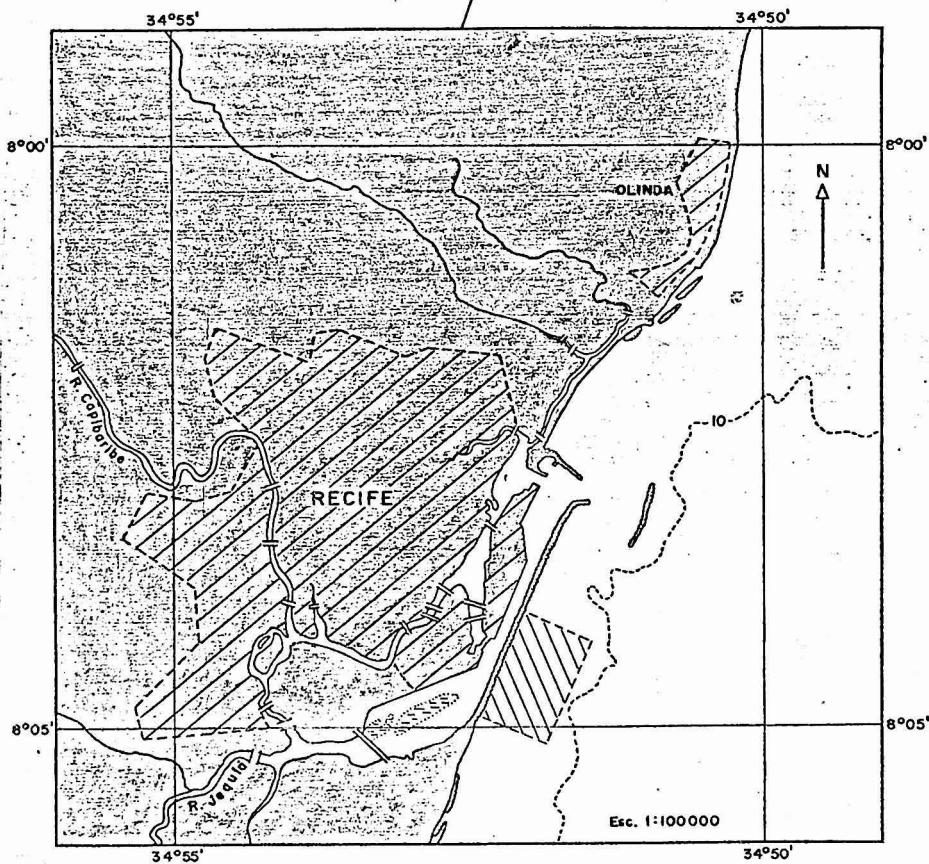
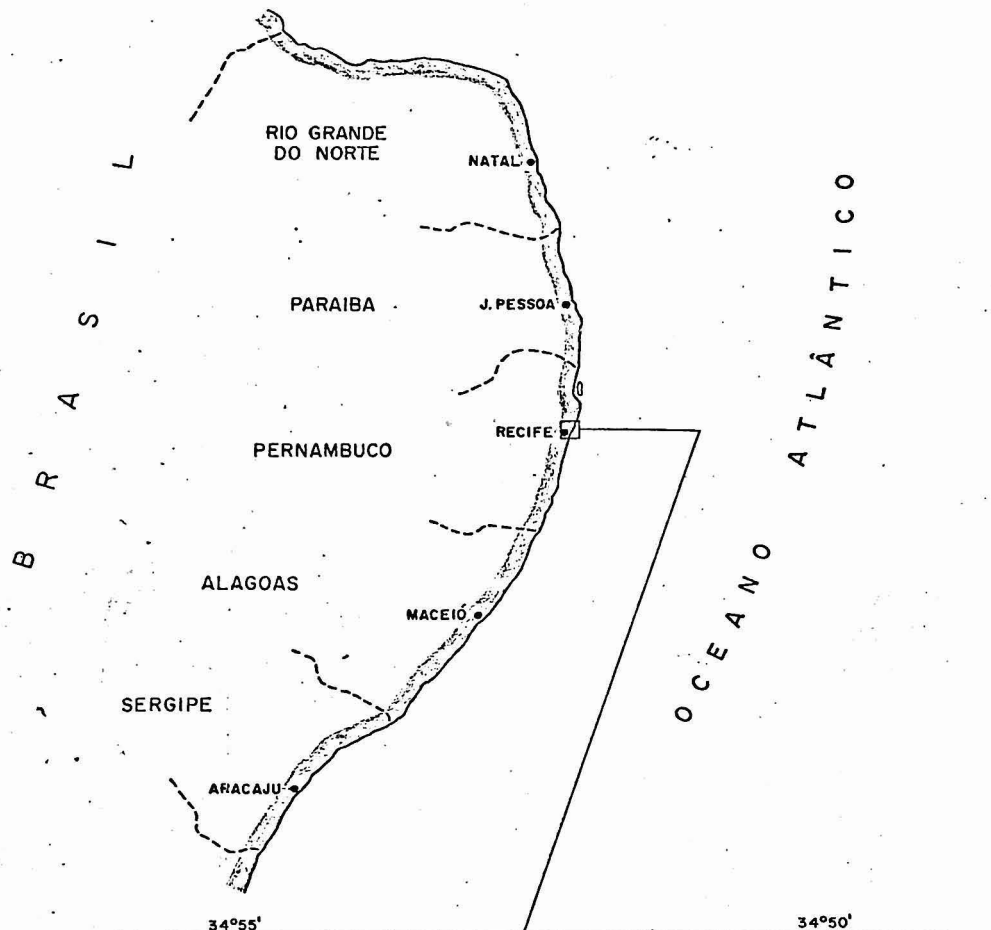
O trabalho realizado permite concluir que, para as condições hidráulicas reinantes no período experimental, o material depositado no fundo não permanece no local de lançamento, restando apenas menos de 1% da massa original na região em estudo. Este dado é favorável ao uso da região estudada como local de despejo de dragagem, caso o material desaparecido não tenha se dirigido para a região

de sombra do quebra-mar do Banco Inglês ou para o Porto. A direção da movimentação do material que deixou o local de injeção não foi determinada neste trabalho, pois a sua diluição é suficiente para que ele atinja concentrações mais baixas que as detectáveis pelo equipamento de medida de radiação.

As direções de movimentação do sedimento em suspensão serão determinadas posteriormente, através de medidas diretas, planejadas para terem início no final de outubro.

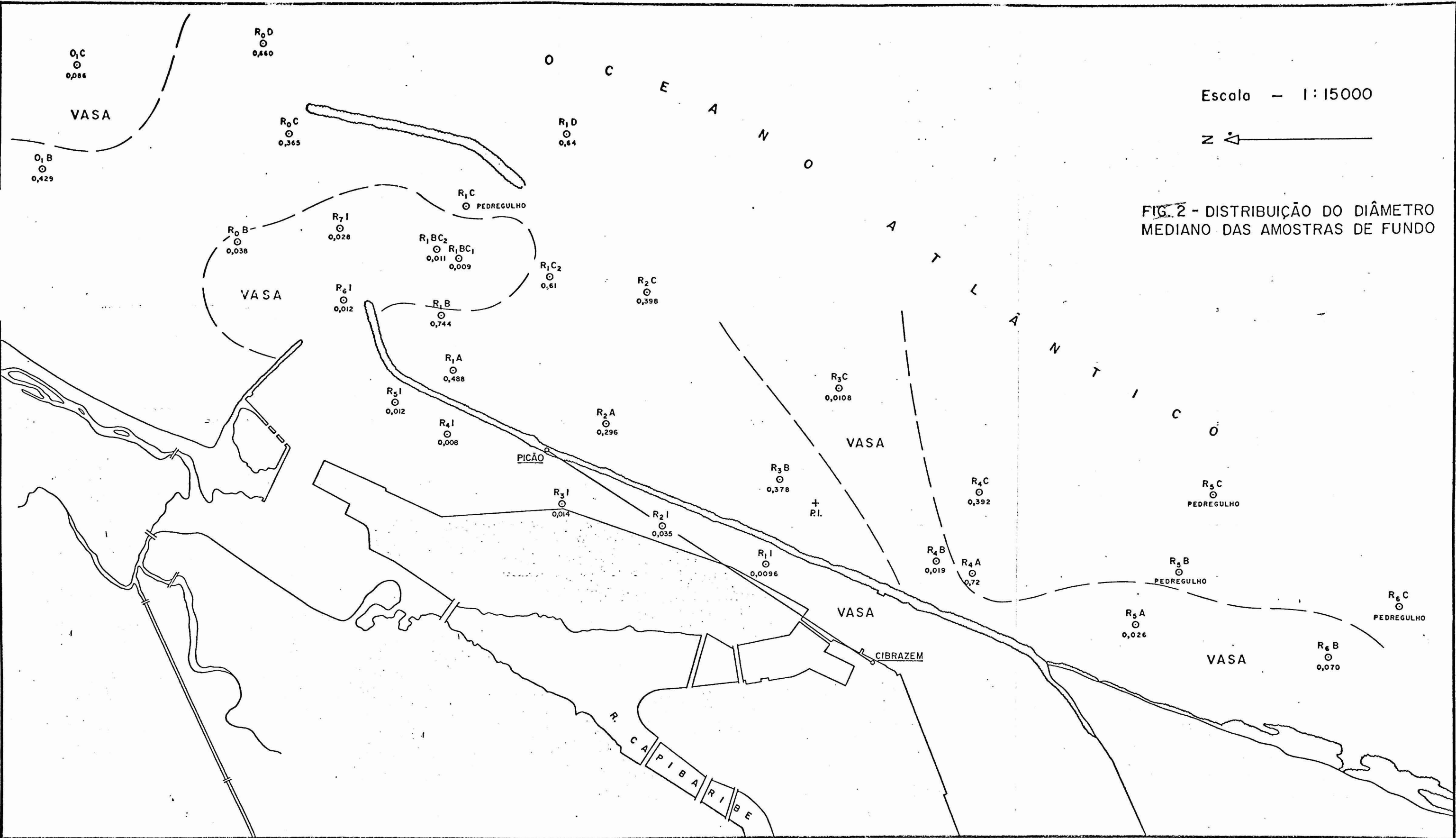
É, além disso, necessário realizar-se um estudo do comportamento do material depositado no fundo em regime de verão, quando as ações hidráulicas são menos intensas, para verificar se o seu comportamento será igual ao observado em regime de inverno. Esta campanha de medida está prevista para o início de 1977.

./mgs.



CARTA DA REGIÃO EM ESTUDO

FIG. I



Escala - 1:15000

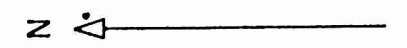
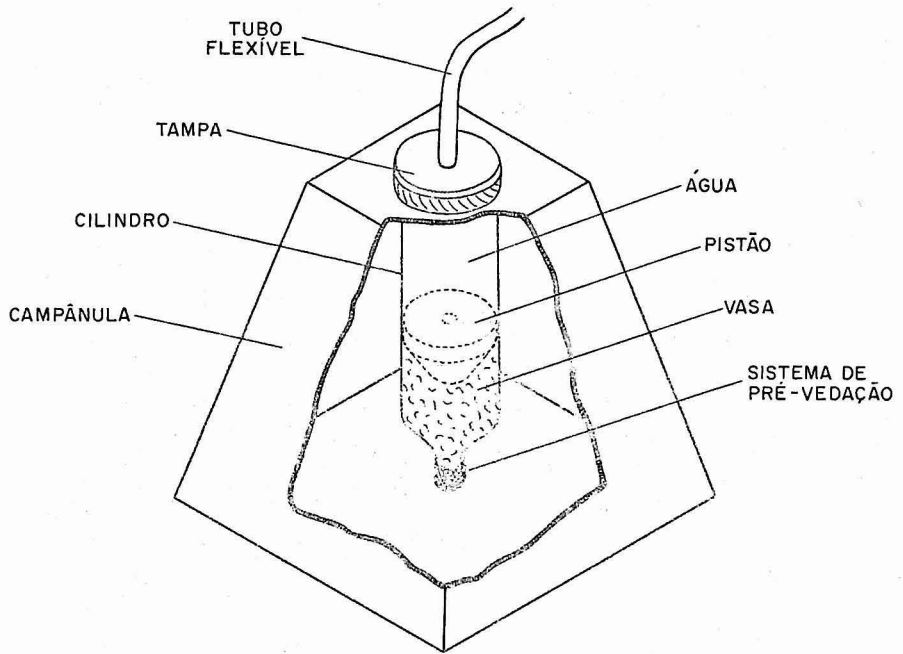
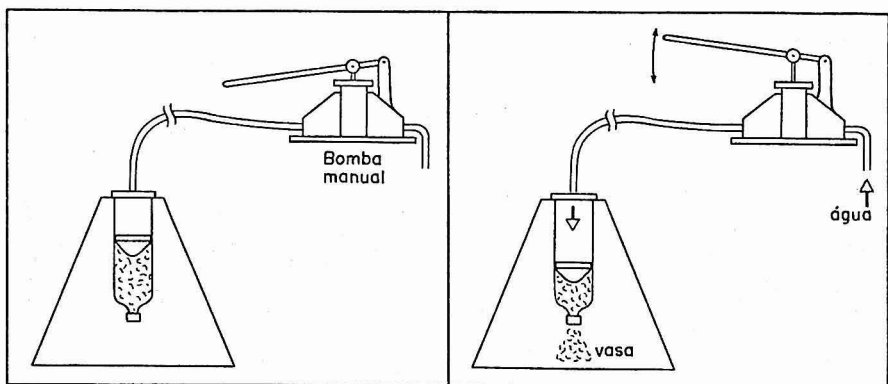


FIG. 2 - DISTRIBUIÇÃO DO DIÂMETRO MEDIANO DAS AMOSTRAS DE FUNDO



SISTEMA DE INJEÇÃO



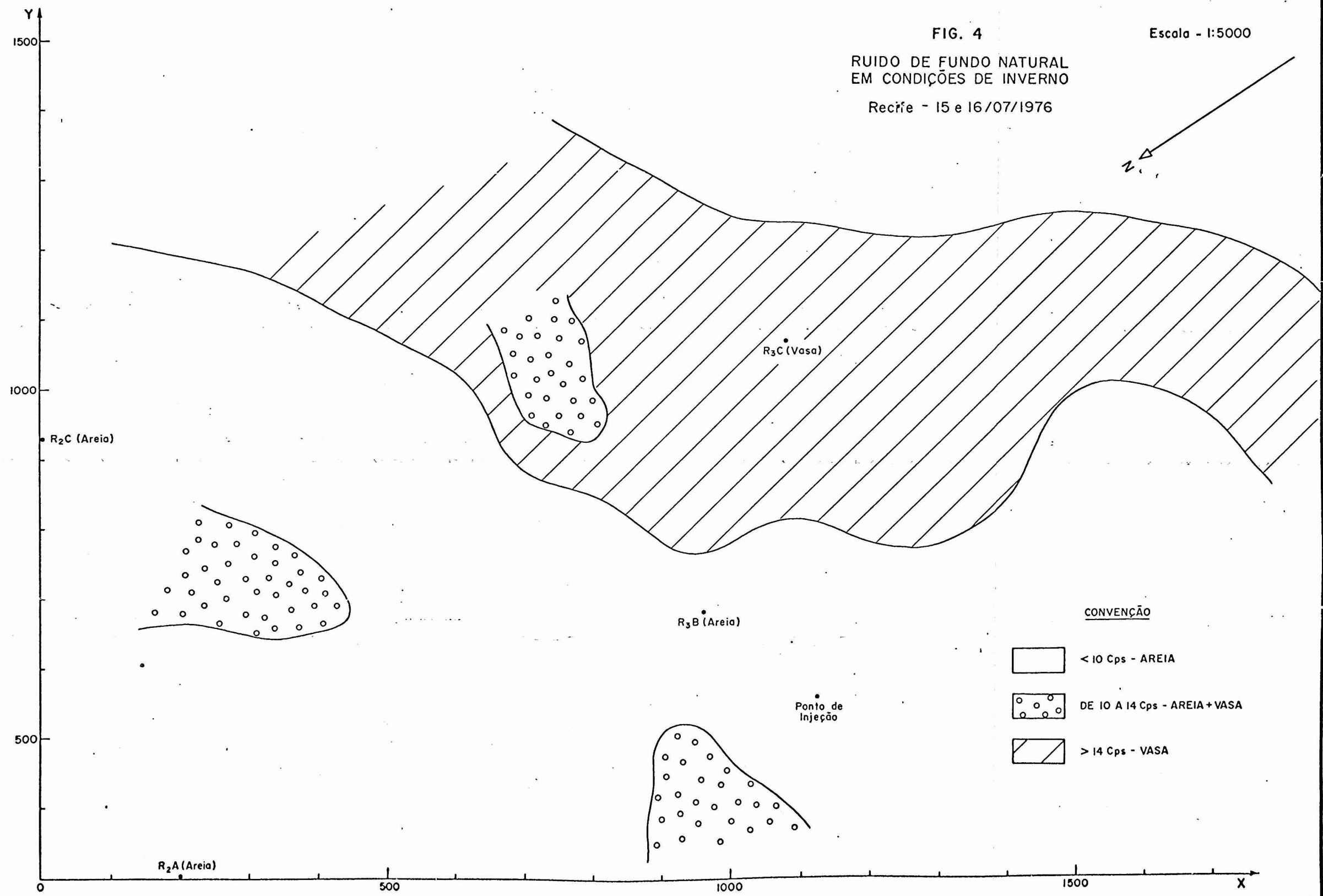
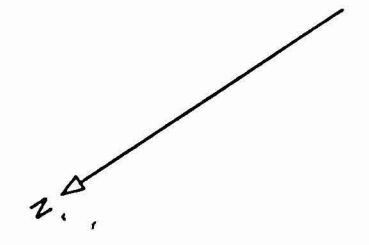
Esquema de funcionamento

FIG. 4

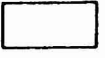
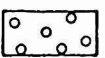
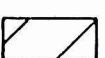
Escala - 1:5000

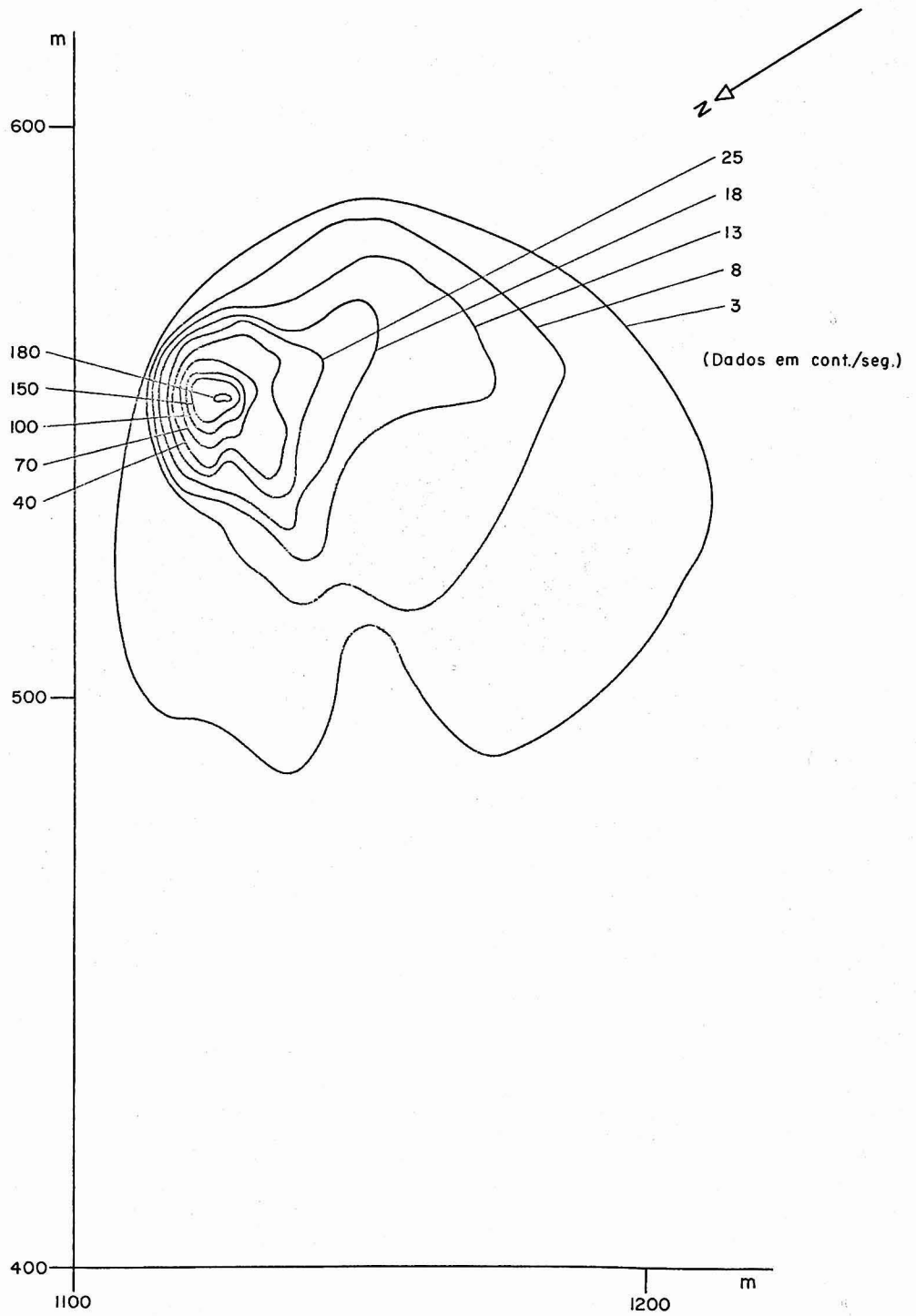
RUIDO DE FUNDO NATURAL
EM CONDIÇÕES DE INVERNO

Recife - 15 e 16/07/1976

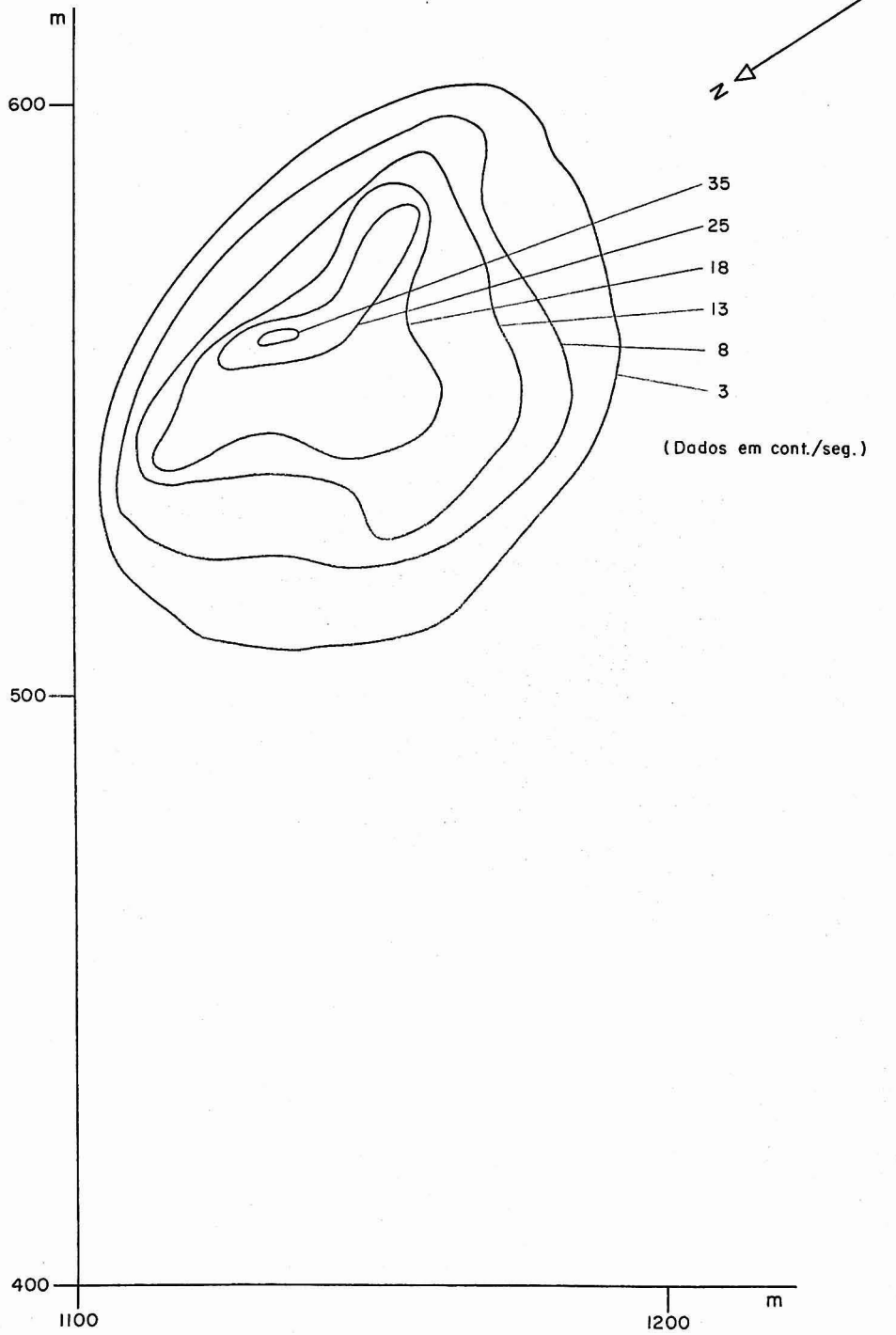


CONVENÇÃO

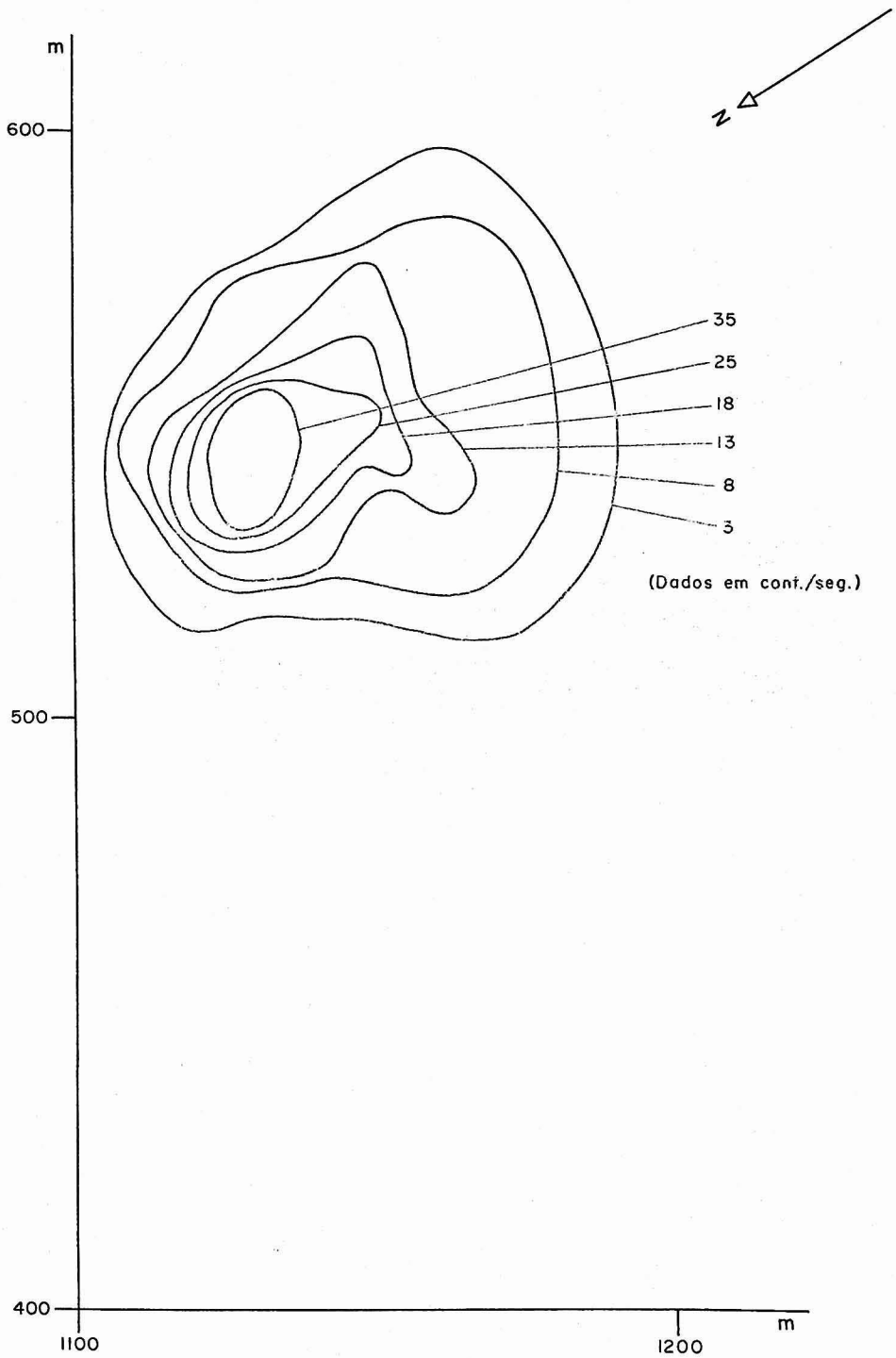
-  < 10 Cps - AREIA
-  DE 10 A 14 Cps - AREIA + VASA
-  > 14 Cps - VASA



CURVAS DE ISOCONTAGEM
1a. Detecção - 25/07/76



CURVAS DE ISOCONTAGEM
2a. Detecção - 26/07/76



CURVAS DE ISOCONTAGEM
3a. Detecção - 27/07/76

FIG. 7

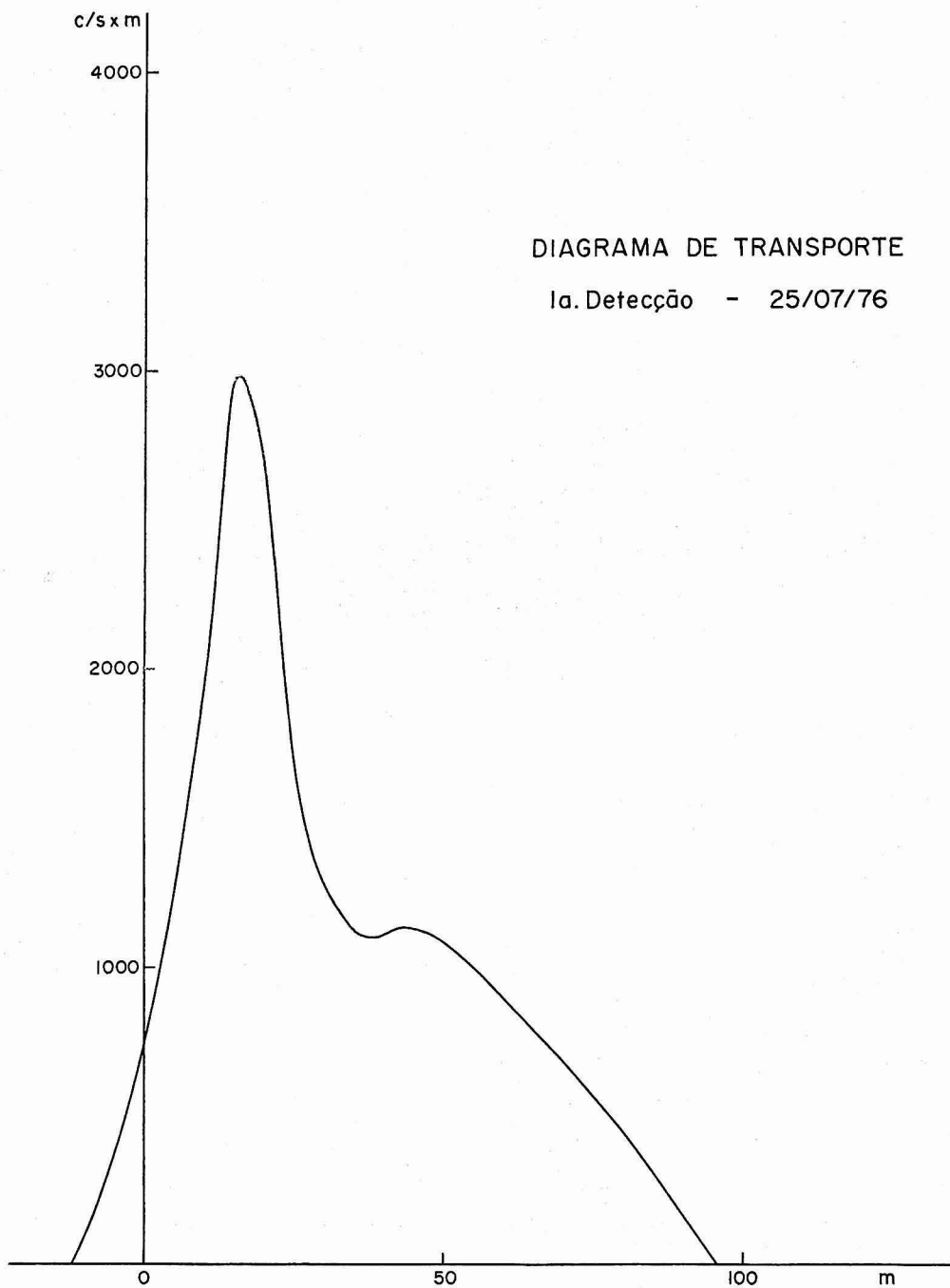


FIG. 8

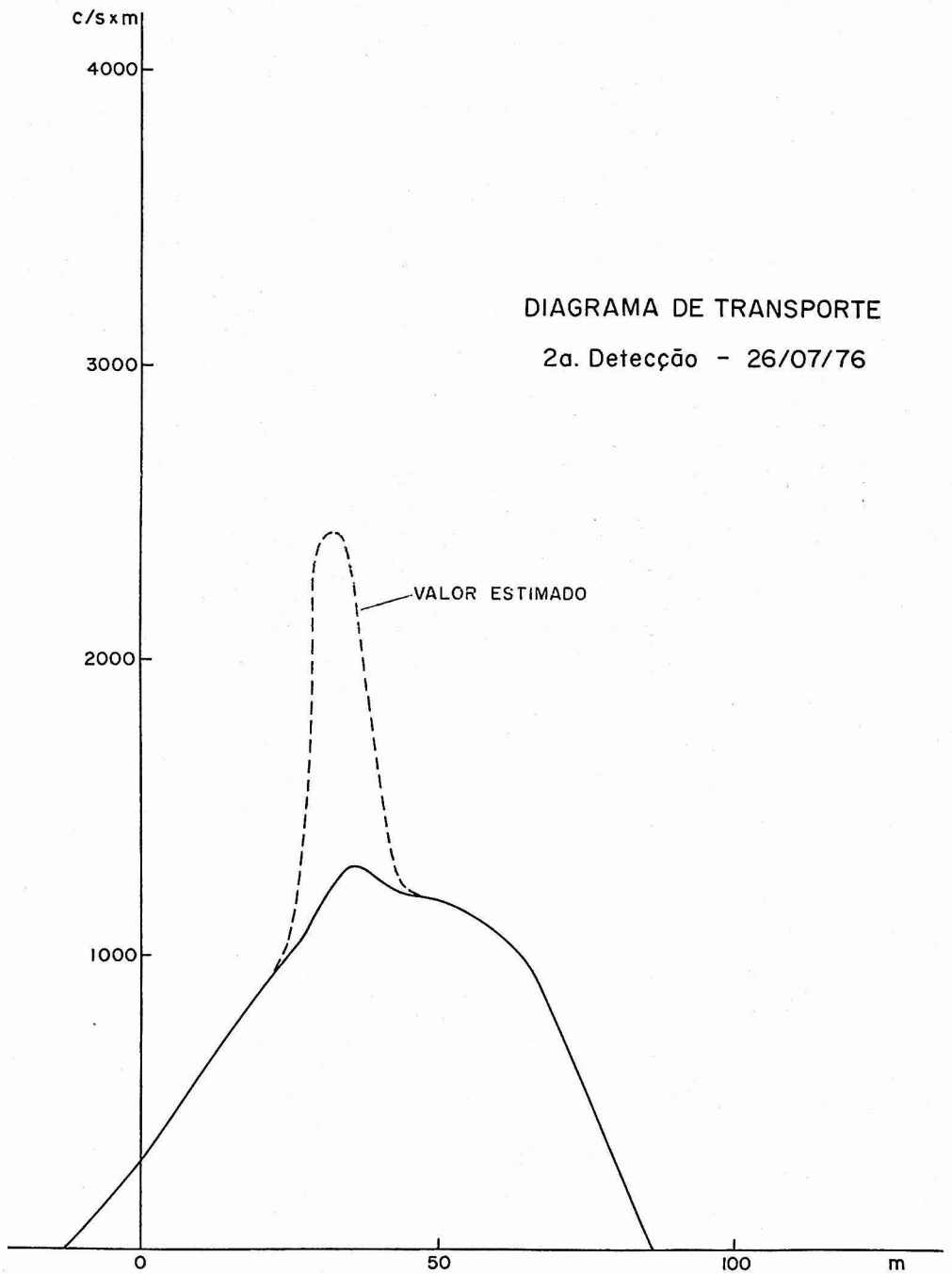


FIG. 9

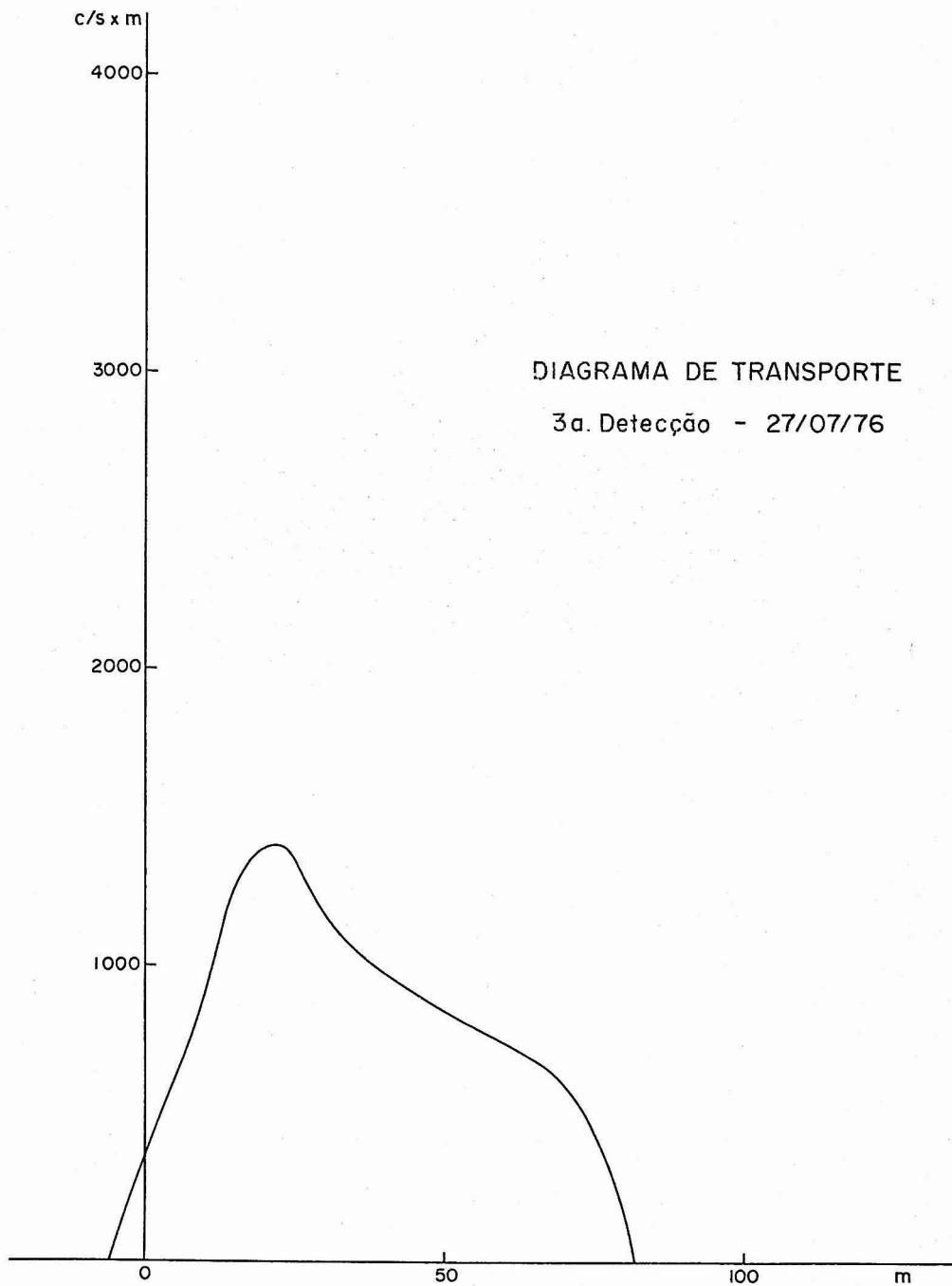


FIG. 10

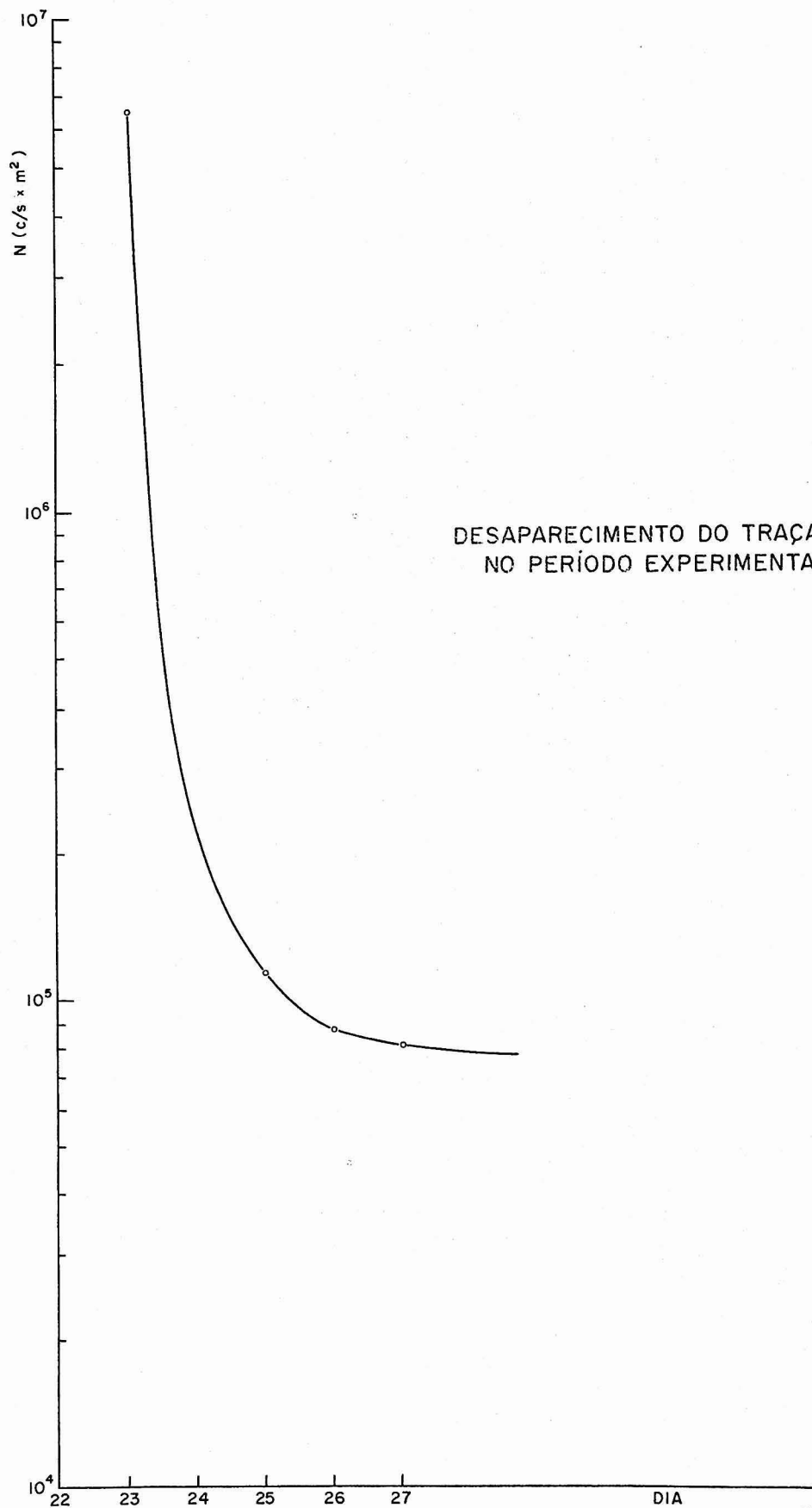


FIG. II

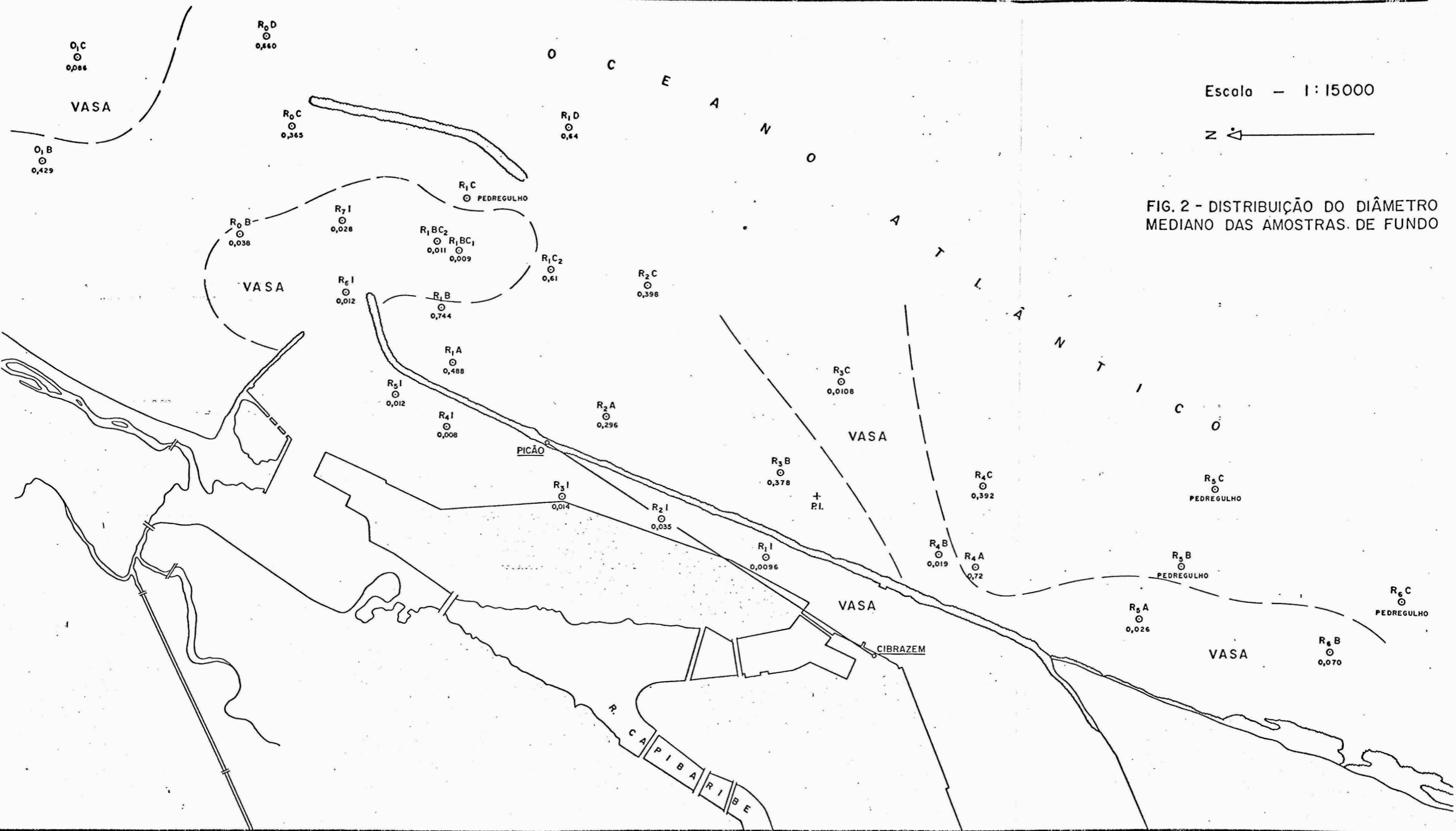


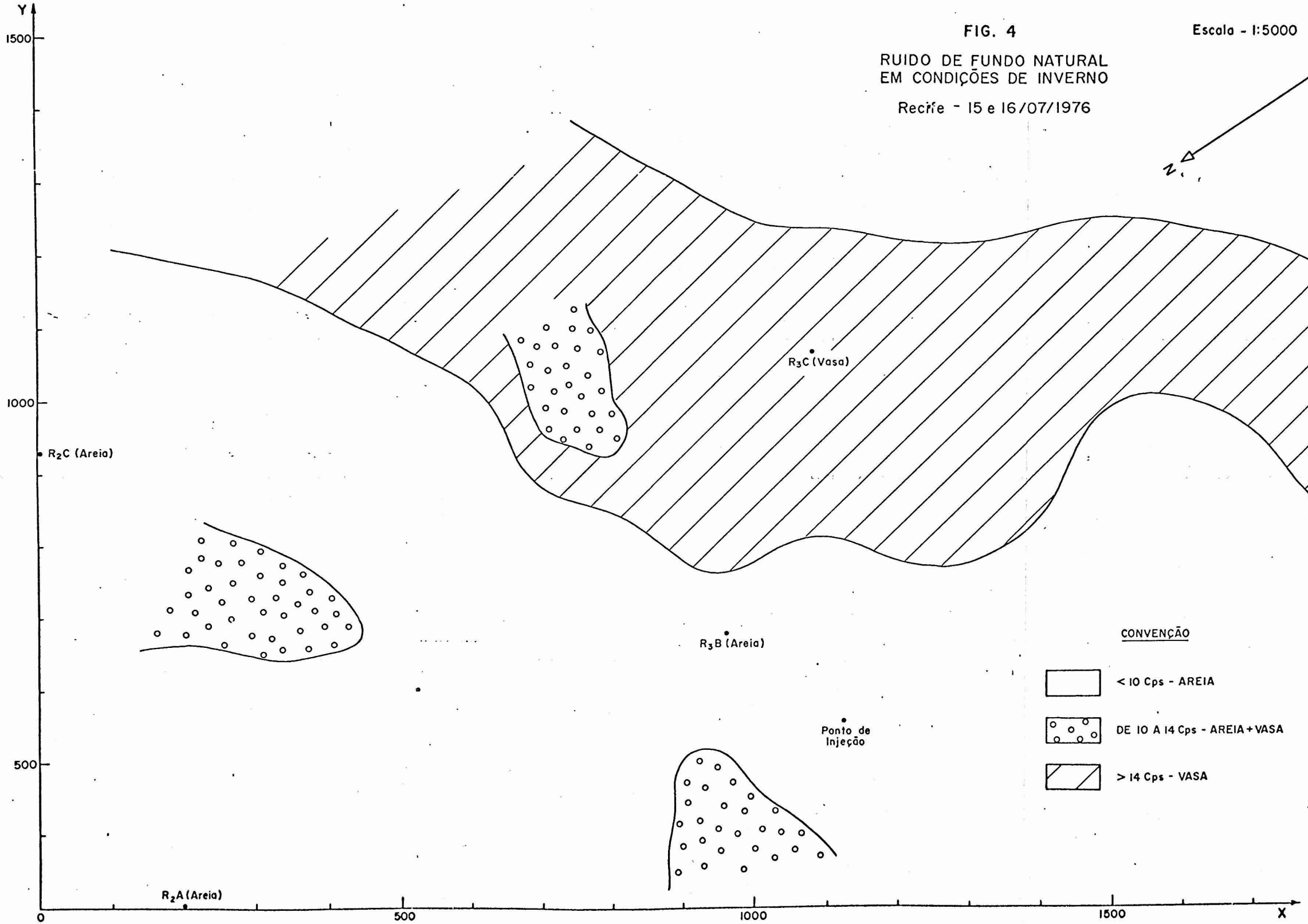
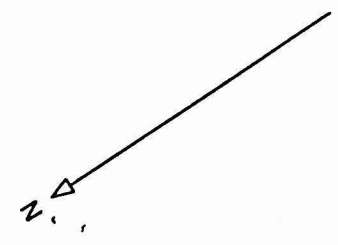
FIG. 2 - DISTRIBUIÇÃO DO DIÂMETRO MEDIANO DAS AMOSTRAS. DE FUNDO

FIG. 4

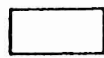


Escala - 1:5000

RUIDO DE FUNDO NATURAL
EM CONDIÇÕES DE INVERNO

Recife - 15 e 16/07/1976



CONVENÇÃO

-  < 10 Cps - AREIA
-  DE 10 A 14 Cps - AREIA + VASA
-  > 14 Cps - VASA

ANEXO 1

CURVAS GRANULOMÉTRICAS DE AMOSTRAS DE FUNDO

PORTO DE RECIFE

LABORATÓRIO DE RADIOISÓTOPOS

IPR - NUCLEBRÁS

1976