

LABORATÓRIO DE RADIOISÓTOPOS
INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS
TERCEIRA PARTE

PORTO DE SUAPE: MEDIDA DA MOVIMENTAÇÃO DE SEDIMENTO
DE FUNDO AO LARGO DA LINHA DE RECIFES, EM REGIME
DE INVERNO.

COMPANHIA BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NUCLEAR
INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS
C.P. 1941 - Belo Horizonte - MG
Novembro/1974

LABORATÓRIO DE RADIOISÓTOPOS
INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS
EQUIPE

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

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

PARTICIPANTES

Pedro Edmundo Aun
Jefferson Vianna Bandeira
José Olympio N. M. de Castro
Geraldo Godinho Pinto
Matheus Eustáquio da Silveira

LABORATÓRIO DE RADIOISÓTOPOS

PORTO DE SUAPE: MEDIDA DA MOVIMENTAÇÃO DE SEDIMENTO
DE FUNDO AO LARGO DA LINHA DE RECIFES, EM REGIME
DE INVERNO.

COMPANHIA BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NUCLEAR
INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS
C.P. 1941 - Belo Horizonte - MG
Novembro/1974

R E S U M O

Este relatório apresenta os resultados da terceira campanha de medidas realizada em Suape, Estado de Pernambuco, pelo Laboratório de Radioisótopos do Instituto de Pesquisas Radioativas, como parte do trabalho contratado com a Transcon S.A. Consultoria Técnica e a Companhia de Desenvolvimento Industrial de Pernambuco.

Esta parte do estudo refere-se ao comportamento do material de fundo, ao largo da linha de recifes, em regime de inverno.

A injeção de material radioativo (Ir-192) foi realizada no dia 28 de junho de 1974 e consistiu da imersão de 500g de vidro moído, com a granulometria do material do fundo.

Esta detecção foi realizada no dia 22 de outubro, portanto 116 dias após a injeção.

Os resultados, ainda uma vez, mostraram uma pequena movimentação do material, na direção nordeste, paralelamente à linha de recifes.

A análise realizada determinou uma vazão sólida média, entre a data da injeção e esta detecção, de 80 quilogramas por metro linear e por dia. Entre as duas últimas detecções (23 de agosto e 22 de outubro), esta vazão é da ordem de 50 quilogramas por metro e por dia.

Estes resultados encerram as medidas da movimentação do traçador, em regime de inverno, restando o seu relacionamento com as medidas hidráulicas executadas, o que será feito em um próximo relatório.

PORTO DE SUAPE: MEDIDA DA MOVIMENTAÇÃO DE SEDIMENTO
DE FUNDO AO LARGO DA LINHA DE RECIFES, EM REGIME
DE INVERNO.

PARTE 3 - A TERCEIRA CAMPANHA DE DETECÇÃO.

1. INTRODUÇÃO.

Este relatório é referente à terceira campanha de medidas, realizada em Suape, Pernambuco, pelo Laboratório de Rádioisótopos do Instituto de Pesquisas Radioativas. Ela faz parte do estudo, presentemente em andamento, da movimentação de sedimento de fundo, ao largo da barreira de recifes, em regime de inverno.

Este estudo está previsto no contrato celebrado entre a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (CBTN), a Transcon S.A. Consultoria Técnica e a Companhia de Desenvolvimento Industrial de Pernambuco (DIPER), em junho de 1974. As medidas hidráulicas, necessárias à interpretação dos resultados obtidos com traçadores radioativos, foram realizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH) do Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis.

Devido ao pequeno movimento observado nas detecções anteriores, o Laboratório de Rádioisótopos julgou conveniente a realização desta terceira campanha de medidas. Ao mesmo tempo, foram executados estudos preliminares no interior da linha de recifes, pois existe também a previsão contratual da medida da movimentação de sedi

mento nesta área. Eles constaram de:

- i. levantamento geral do ruído de fundo natural na baía;
- ii. coleta de material de fundo;
- iii. registro de correntes na embocadura do Rio Massangana;
- iv. uma injeção de um traçador de meia-vida curta nesta mesma região.

Os resultados destes estudos preliminares serão objeto de um relatório separado.

2. A TERCEIRA CAMPANHA DE DETECÇÃO.

2.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.

O método de trabalho utilizado foi descrito detalhadamente na primeira parte deste relatório. A análise, com a utilização do "método do balanço de traçadores", foi também apresentada no mesmo relatório.

Como, na data da detecção, haviam decorrido 116 dias desde a injeção, o decaimento radioativo foi corrigido multiplicando-se cada contagem pelo fator 2,95.

Outra correção realizada deveu-se à diferença entre as eficiências de contagem da sonda de detecção no dia considerado como origem dos tempos e a data da detecção. O fator de correção, que multiplicou todas as contagens obtidas, tem o valor 1,026.

As correções devidas às variações da velocidade do barco e à diferença de inclinação das linhas de detecção foram executadas ponto por ponto, por meio de uma calculadora programável Hewlett Packard 9820 A, como anteriormente.

O programa de cálculo localiza também, a partir das posições do barco fornecidas pela rede de triangulação, as posições da sonda de detecção, levando em conta o sentido do movimento e o comprimento do cabo (72m).

Os resultados obtidos foram empregados na construção da curva de isocontagem da detecção e do diagrama de transporte.

Calculou-se também a posição do centro de gravidade da nuvem radioativa, a partir das posições da sonda e dos valores das contagens em cada intervalo de tempo.

Do diagrama de transporte, deduziu-se o valor da atividade recuperada \underline{N} e a espessura média de transporte \underline{E} .

A partir da posição do centro de gravidade e das coordenadas do ponto de injeção, pode-se determinar a velocidade média da nuvem V_m .

Estes valores permitem o cálculo da vazão sólida de arraste.

2.2. O TRABALHO DE CAMPO.

A terceira campanha de medidas em Suape foi realizada entre os dias 6 e 25 de outubro de 1974. Grande parte desse intervalo de tempo foi ocupada com o trabalho no interior da linha de recifes, tendo a detecção ao largo sido realizada no dia 22 de outubro.

Como habitualmente, uma sonda de cintilação foi arrastada pelo fundo da região em estudo, suportada por um trenô, rebocado por um barco. Nesta detecção, foi utilizado o "Suape I", construído em Suape, com cerca de 10m de comprimento e 2,5m de boca. O equipamento foi o mesmo das detecções anteriores:

- Detectores de cintilação SRAT, tipo SPP3
- Contador de impulsos Hewlett Packard
- Registrador bi-canal Hewlett Packard
- Impressora Hewlett Packard
- Gerador a gasolina Honda
- Ecosonda Raytheon.

O posicionamento do barco foi feito pela mesma rede de teodolitos, utilizando as bases situadas no Forte de Nazaré e em Outeiro Alto, e fornecendo as posições do barco de 30s em 30s. Estas posições eram lançadas em uma carta, na cabine do barco, permitindo rápida orientação, ao piloto, sobre as necessárias correções de rota.

A comunicação barco-teodolitos era feita por rádio-transmissores portáteis Tokay.

A detecção apresentou bons resultados, cobrindo se a nuvem radioativa com cerca de 25 linhas, distantes entre si de 50m a 10m. Verificou-se novamente que o deslocamento da nuvem havia sido pequeno, o que indica pequeno movimento do material de fundo.

3. A ANÁLISE DOS DADOS EXPERIMENTAIS: DETECÇÃO DE 22 DE OUTUBRO.

As curvas de isocontagem correspondentes à detecção de 22 de outubro aparecem na figura 15. O movimento da nuvem tem ainda a orientação nordeste, paralelamente à linha de recifes, como é demonstrado na figura 16.

O comprimento da nuvem foi de 280m e a sua largura de 100m, após 116 dias da data de injeção. Devido ao longo período de tempo decorrido, as curvas de contagens baixas tornam-se difíceis de detectar, confundindo-se com o ruído de fundo natural. Isto explica a aparente diminuição no tamanho da nuvem radioativa, em comparação com as detecções anteriores.

A região de alta atividade continua próxima ao ponto de injeção.

Ainda desta vez, não foi observada a presença de atividade ao sul desse ponto, não havendo componente de movimento nesta direção.

O diagrama de transporte correspondente a esta detecção é apresentado na figura 17, mostrando que a atividade está concentrada em uma região com cerca de 70m de comprimento.

A área do diagrama de transporte fornece a contagem total recuperada durante a detecção, dando para N - o balanço das taxas de contagem - o valor:

$$N = 4,6 \times 10^7 \text{ c/s} \times \text{m}^2$$

A atividade A injetada foi de

$$A = 2,4 \times 10^6 \mu\text{Ci}.$$

O primeiro membro da expressão citada anteriormente tem então o valor $5,03 \times 10^{-2}$. Para obter-se o mesmo valor para o segundo membro, teremos $E = 0,18\text{m}$.

As coordenadas do centro de gravidade da nuvem radioativa, calculadas a partir dos dados, pelo programa de análise, são

$$X_G = 3080 \text{ m}$$

$$Y_G = 1089 \text{ m}.$$

As coordenadas do ponto de injeção, adotadas desde o início como origem do movimento, são

$$X_I = 3109 \text{ m}$$

$$Y_I = 1081 \text{ m}.$$

A distância entre estes dois pontos é de 30,1 m.

Como, entre a injeção e a detecção, decorreram 116 dias a velocidade média da nuvem é

$$V_m = 0,26 \text{ m/dia.}$$

A vazão sólida de arraste, calculada entre a data da injeção e esta detecção, é dada por

$$Q = \rho V_m L E$$

Considerando-se a largura de transporte L igual a 1 m e a densidade do material de fundo ρ igual a 1,65 t/m³, obtem-se

$$Q = 0,08 \text{ t/m.dia.}$$

A vazão de arraste, em cada metro de fundo perpendicular à direção de movimento é, portanto, da ordem de 80 kg por metro e por dia.

Calculando-se a vazão sólida entre a segunda e terceira detecções pela expressão

$$Q = \rho \times \frac{E_1 + E_2}{2} L ,$$

onde:

X distância entre os centros de gra
 vidade das duas detecções;

E_1 e E_2 espessuras médias de transporte nas
 duas detecções,

obtem-se:

$$Q' = 2,72 \text{ t/m.}$$

Como, entre a segunda e a terceira detecções, decorreram 60 dias, a vazão será de 45 kg por metro line ar e por dia. Este valor é bastante próximo do obtido pa ra a vazão sólida entre a primeira e a segunda detecções.

Apesar do movimento ser pequeno, ele é, aparen temente, constante. Isto é confirmado pela figura 18, na qual aparecem as posições sucessivas dos centros de gravi dade da nuvem radioativa ao longo do tempo.

4. CONCLUSÕES.

O movimento do material de fundo, observado nesta detecção, continua sendo feito na direção nordeste, paralelamente aos recifes.

O valor da vazão sólida média entre a data da injeção (28/06) e esta detecção (22/10) foi de 80 quilos por metro linear e por dia.

Entre as detecções de 23 de agosto e a atual, a vazão sólida de arraste foi de 45 quilos por metro linear e por dia, valor quase idêntico ao encontrado entre as detecções de 7 de julho e 23 de agosto.

Estes resultados parecem indicar que houve um movimento mais intenso do material de fundo entre a data da injeção e a primeira detecção (07/07). Este período corresponde a uma época de intensa agitação do mar, provocada por ventos fortes do quadrante sul. A partir da primeira detecção, a taxa de movimentação do material estabilizou-se em torno de 50 quilos por metro e por dia.

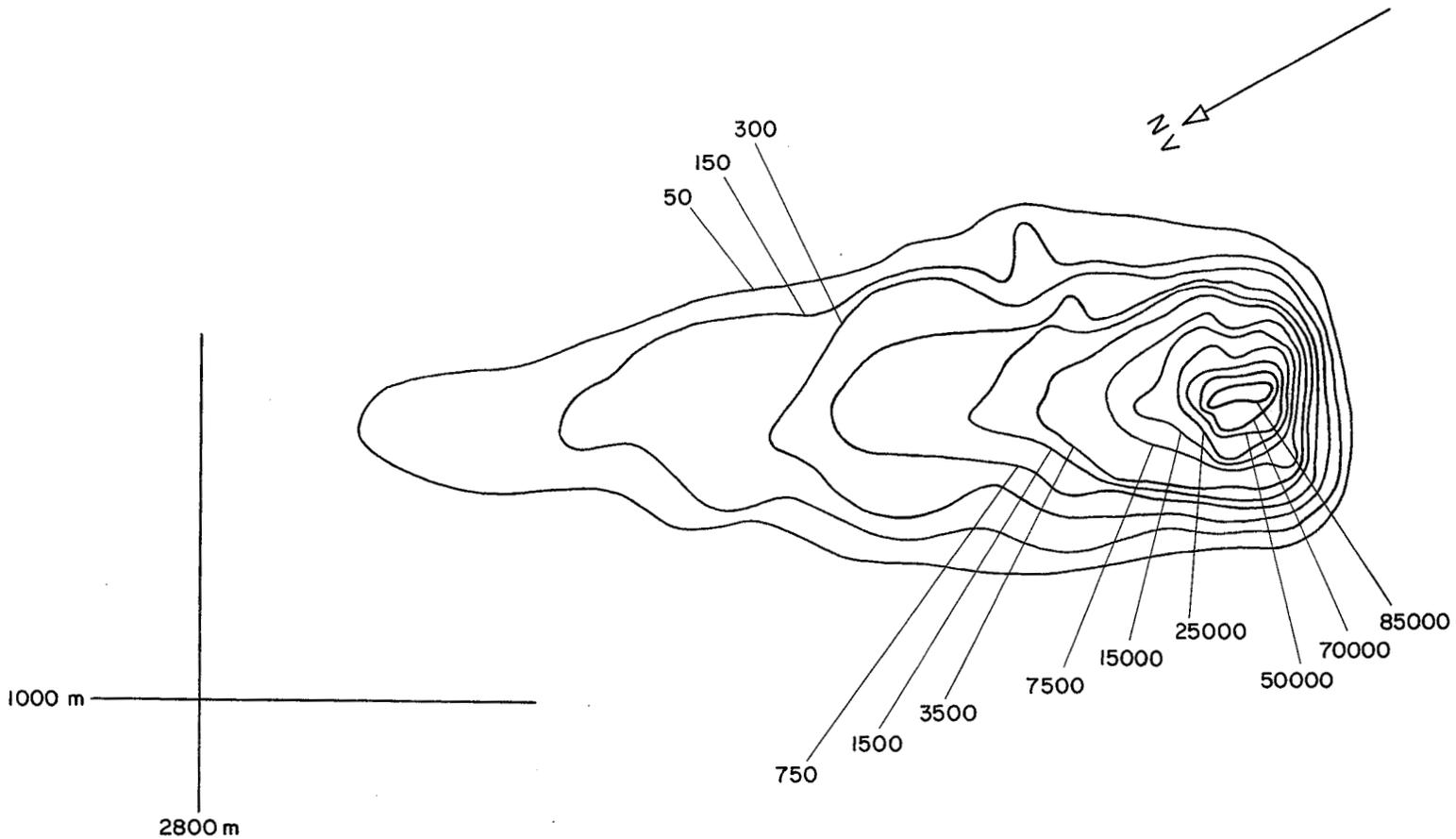
É necessário agora relacionar os dados hidráulicos coletados (ondas e correntes) aos resultados obtidos com os traçadores radioativos.

A análise destes dados está em fase final e será objeto de um relatório separado.

Com os resultados obtidos, pode-se afirmar que o movimento do material de fundo, na região ao largo da barreira de recifes que protege Suape, e a uma profundidade de 14m, faz-se na direção nordeste, paralelamente à

barreira.

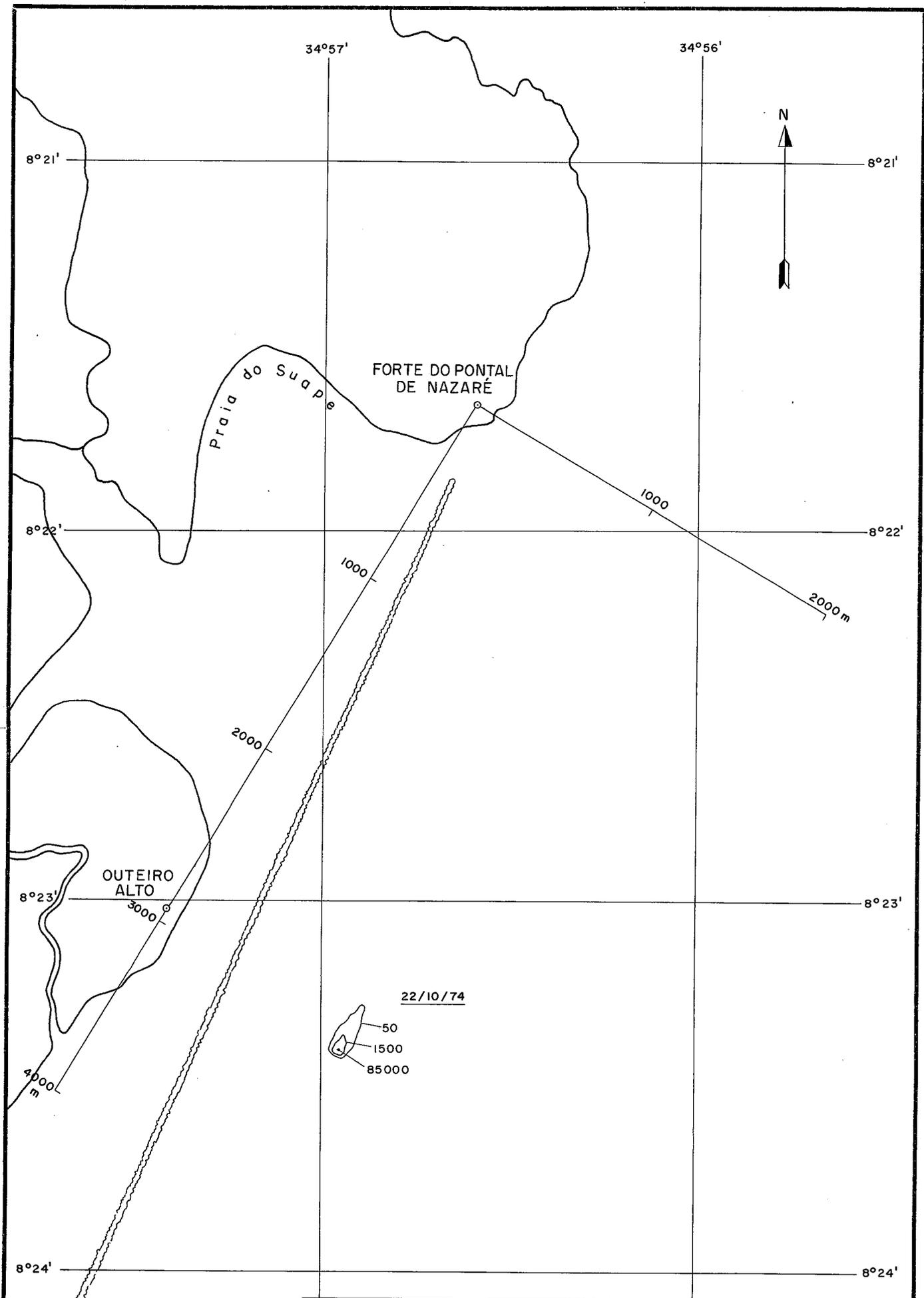
Sua ordem de grandeza corresponde à movimentação de cerca de 100 quilogramas de areia, por metro linear e por dia.



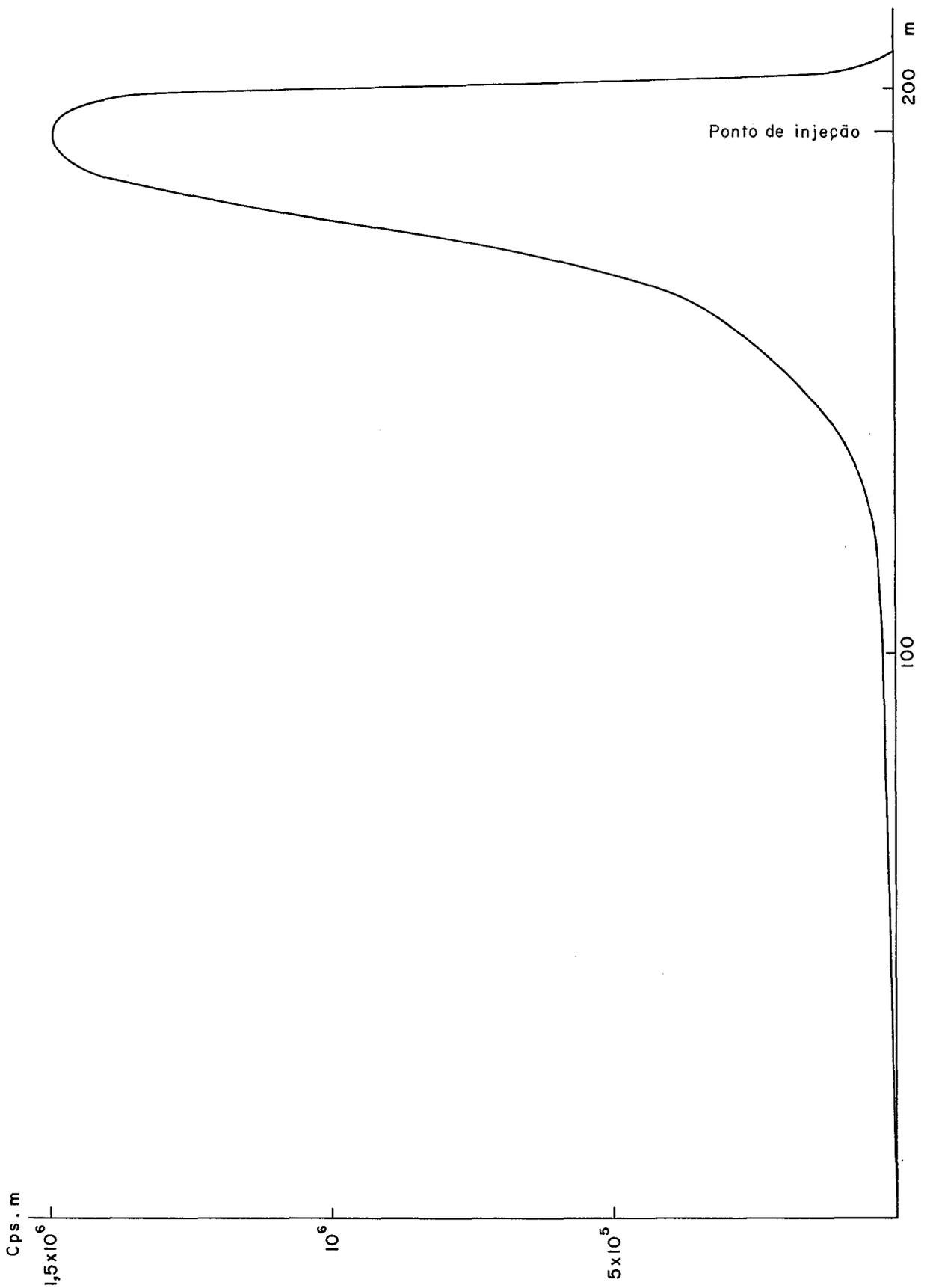
(DADOS EM CONTAGENS POR SEGUNDO)

Laboratório de
 Radioisótopos
 IPR - CBTN
 C. Postal 1941 - BH

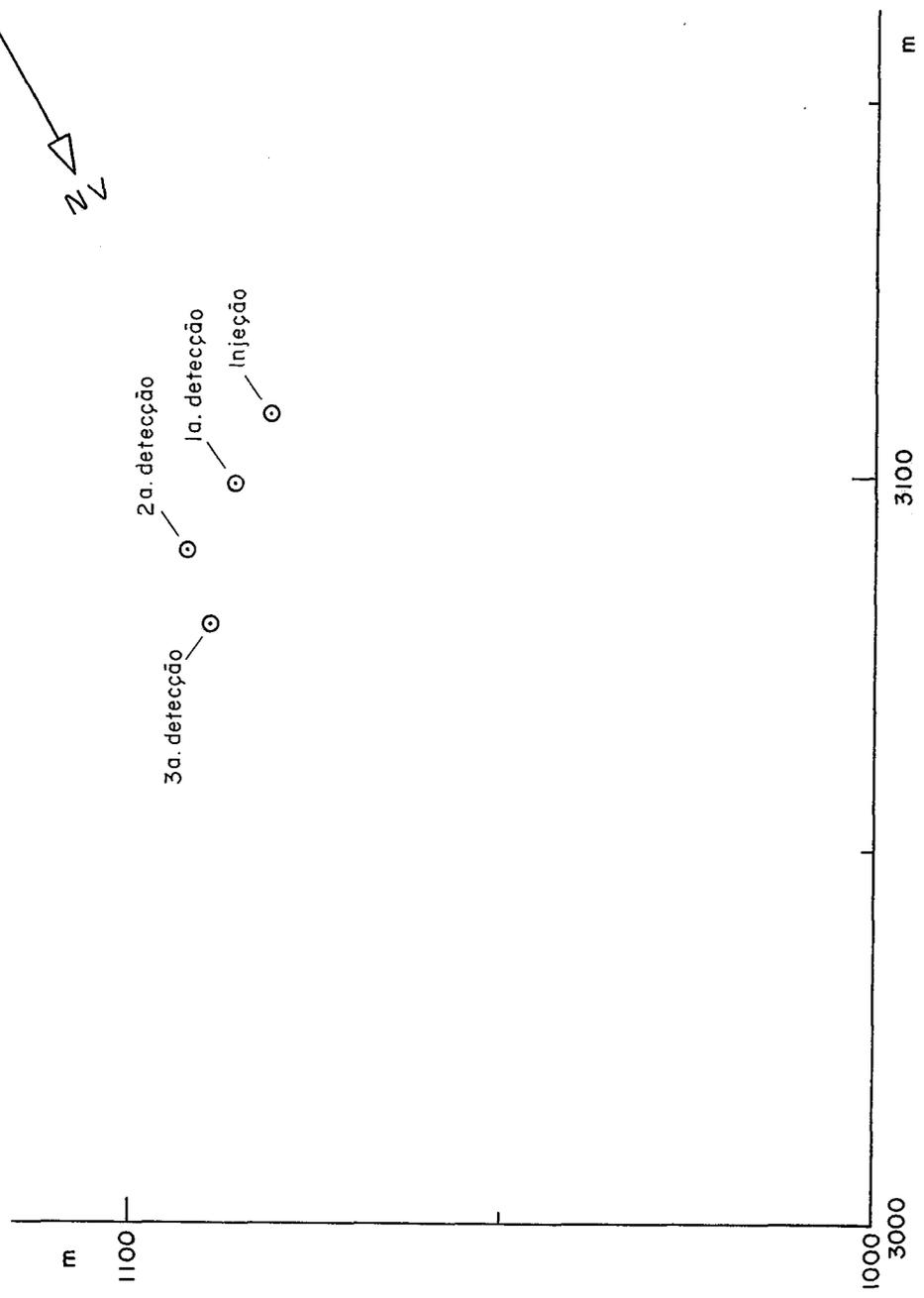
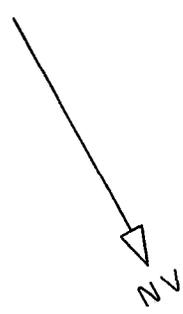
CLIENTES: TRANSCON S.A. - DIPER
 MOVIMENTO DE SEDIMENTO DE FUNDO - SUAPE
 Curvas de isocontagem. Detecção de 22/10/74
 Data 20/11/74
 Escala 1:2000
 Desenhista L.R.A.
 Aprovação P.E.A.
 Figura Nº 15



Laboratório de Radioisótopos IPR - CBTN C.Postal 1941 - BH	CLIENTES : TRANSCON S.A. - DIPER			
	MOVIMENTO DE SEDIMENTO DE FUNDO - SUAPE			
	Planta de situação: evolução da nuvem radioativa			
	Data 20/11/74	Escala 1:25000	Desenhista L.R.A.	Aprovação P.E.A.



Laboratório de Radioisótopos IPR - CBTN C.Postal 1941 - BH	CLIENTES : TRANSCON S.A. - DIPER				
	MOVIMENTO DE SEDIMENTO DE FUNDO - SUAPE				
	Diagrama de Transporte, Detecção de 22/10/74				
	Data 20/11/74	Escala	Desenhista L.R.A.	Aprovação P.E.A.	Figura Nº 17



Laboratório de Radioisótopos IPR - CBTN C.Postal 1941 - BH	CLIENTES : TRANSCON S.A. - DIPER				
	MOVIMENTO DE SEDIMENTO DE FUNDO - SUAPE				
	Posições sucessivas dos centros de gravidade da nuvem				
	Data 20/11/74	Escala 1:1000	Desenhista L.R.A.	Aprovação P.E.A.	Figura Nº 18

I N D I C E

TÍTULO.

PARTE 3 - A TERCEIRA CAMPANHA DE DETECÇÃO.

1.	INTRODUÇÃO.	pag. 1
2.	A TERCEIRA CAMPANHA DE DETECÇÕES.	
	2.1. Considerações Preliminares.	pag. 3
	2.2. O Trabalho de Campo.	pag. 4
3.	A ANÁLISE DOS DADOS EXPERIMENTAIS:	
	Detecção de 22 de Outubro.	pag. 6
4.	CONCLUSÕES.	pag. 11

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 15 - Curvas de Isocontagem. Detecção de 22/10/74.
- FIGURA 16 - Planta de Situação: evolução da nuvem radioativa.
- FIGURA 17 - Diagrama de Transporte. Detecção de 22/10/74.
- FIGURA 18 - Posições Sucessivas dos Centros de Gravidade da Nuvem.