
ARMADILHA PARA SEDIMENTOS GROSSEIROS DE FUNDO: UMA TENTATIVA DE AVALIAR A VELOCIDADE DE REPOSIÇÃO DO ESTOQUE ARENOSO EM UM TRECHO DO RIO JACUÍ-RS.

Carlos Hartmann

Prof. do Depto. de Geociências - FURG

Carlos Roney Tagliani

Prof. do Depto. de Geociências - FURG

RESUMO: A maior parte da areia utilizada pela construção civil da região metropolitana de Porto Alegre provém da mineração dos leitos dos rios Sinos, Caí e principalmente Jacuí. Neste, em um trecho de aproximadamente 20 Km, são retirados anualmente cerca de 1 milhão de metros cúbicos de areia, utilizando-se dragas de caçamba em rosário. A grande preocupação das empresas mineradoras é quantificar a velocidade de reposição do estoque disponível em um dado período de tempo, com o objetivo de racionalizar o processo de lavra. Para essa finalidade foi desenvolvido um equipamento para "trapear" o sedimento que transita junto ao fundo. Este trabalho apresenta os resultados preliminares, bem como a descrição do equipamento e metodologias utilizadas.

Palavras chaves: Sedimento de fundo, areia fluvial

ABSTRACT: The major part of sand used by building industries in Porto Alegre City come from Sinos, Caí and Jacuí rivers bed. Near one million of cubic meters of sand per year are taken from Jacuí River using rosary dredger. The great concern of dredging companies is to quantify the time the sand store is replaced in the same place, in order to have the control of mining process. For this, an equipment to collect the sediment that run through the bottom of the river bed was built. This paper describes the preliminary results, gives the the description of the equipment and the methodology for the procedures.

Key words: sediment evaluation, river sand.

INTRODUÇÃO

Qualquer tipo de rocha exposta na superfície da Terra pode se constituir na rocha matriz que originará um determinado sedimento. Os processos químicos, físicos e biológicos associados ao intemperismo desagregam as rochas, produzindo partículas minerais discretas que podem ser removidas pela erosão e transportadas seja por gravidade, água, gelo ou vento. Durante esse trajeto, os minerais mais estáveis química e fisicamente (quartzo, por exemplo) são preservados, ao passo que os instáveis (micas, feldspatos e outros) são mais facilmente destruídos.

Por definição, qualquer partícula mineral com diâmetro entre 0,062 mm e 2 mm pertence à

classe areia. Apesar da variabilidade mineralógica das areias, o quartzo é o seu constituinte principal.

Desde há muito tempo o homem vem usando esse bem mineral como matéria prima na indústria e principalmente na construção civil.

Com a crescente demanda desse importante recurso, as reservas estão sendo exauridas rapidamente, e em especial aquelas localizadas mais próximas aos centros consumidores. Isto determina aumento nos custos de exportação, bem como aumento no impacto do meio ambiente.

Os rios são poderosos agentes de transporte sedimentar e, portanto, em certos locais do seu leito, podem ser encontrados depósitos arenosos significativos. Uma vantagem desse tipo

de jazida em relação às outras (por exemplo, paleocanais fluviais, terraços marinhos, depósitos eólicos antigos etc.) é que o estoque arenoso é renovável e, portanto, teoricamente inexaurível. A questão que se coloca é a racionalização da lavra em função da velocidade de reposição do estoque arenoso em um dado período de tempo.

O leito do Rio Jacuí é constituído, na sua maior parte, por areias que são mineradas regularmente, há muito tempo, por meio de dragas em rosário e levadas por barcaças para comercialização na região da Grande Porto Alegre.

A barragem de Amarópolis, construída 20 Km a montante das áreas de mineração, interrompeu parcialmente o transporte natural dos sedimentos, provocando uma imediata redução do prisma sedimentar a jusante. Esse fato, agravado

pela demanda cada vez maior desse recurso, tem preocupado os proprietários das concessões de lavras.

Desta forma, a questão se resume em avaliar a quantidade e a velocidade de reposição do estoque. A maneira mais fácil de se obter esses dados é colocar armadilhas no leito do rio, que permitam "trapear" os sedimentos que transitam junto ao fundo por rolamento, saltação e/ou suspensão.

Com esse objetivo, uma dessas armadilhas foi projetada e construída na Universidade de Rio Grande (FURG) e vem sendo utilizada pela Sociedade de Mineração Rio dos Ratos Ltda. num trecho do Rio Jacuí (Fig.1). Este trabalho tem por finalidade apresentar esse equipamento, bem como a metodologia e os resultados preliminares obtidos até o momento.

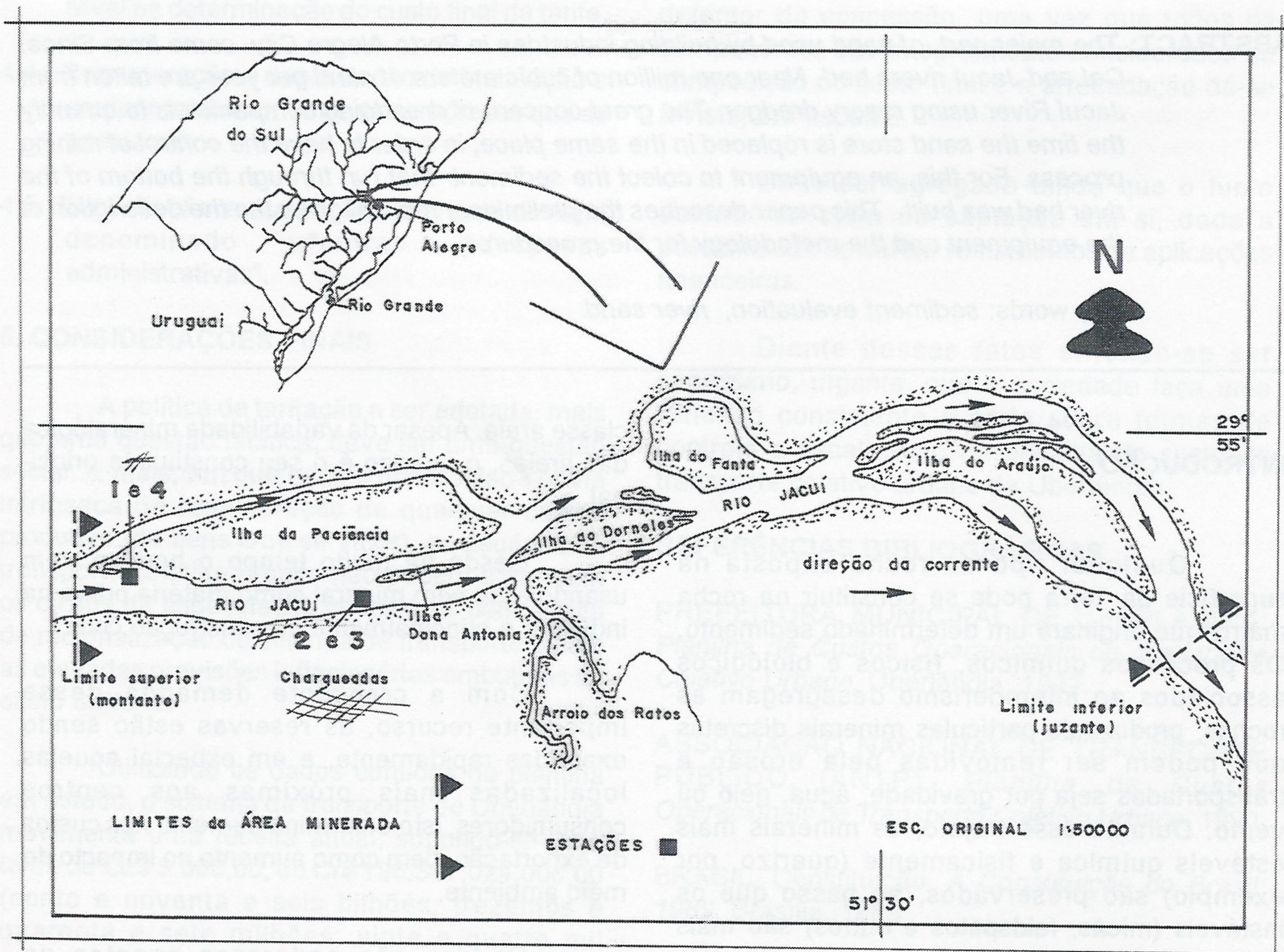


Fig. 1 - Localização da área minerada e dos locais onde foram feitos os primeiros testes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O equipamento foi projetado para ser colocado no leito do rio em qualquer profundidade, permanecendo imóvel, conectado à superfície numa bóia por meio de um cabo ou corrente. Tem como única finalidade aprisionar o material que transita junto ao fundo pela correnteza. O material grosseiro, constituído de areias médias a grossas, é geralmente transportado por saltação e rolamento, ou mesmo em suspensão junto ao fundo, dependendo da força da corrente.

O sistema é constituído de três partes:

1^a) Base suporte e poita

Construída com uma chapa de ferro com diâmetro de 60 cm e espessura de 4 cm, pesando em torno de 40 quilos. Esse peso tem como única finalidade garantir a permanência da armadilha no fundo do rio. Na sua parte inferior existem pinos com 6 cm de comprimento para aumentar a fixação ao fundo. Na parte superior quatro hastes de ferro prendem o cabo ou corrente que serve para colocar e retirar o equipamento do fundo do rio (Fig.2).

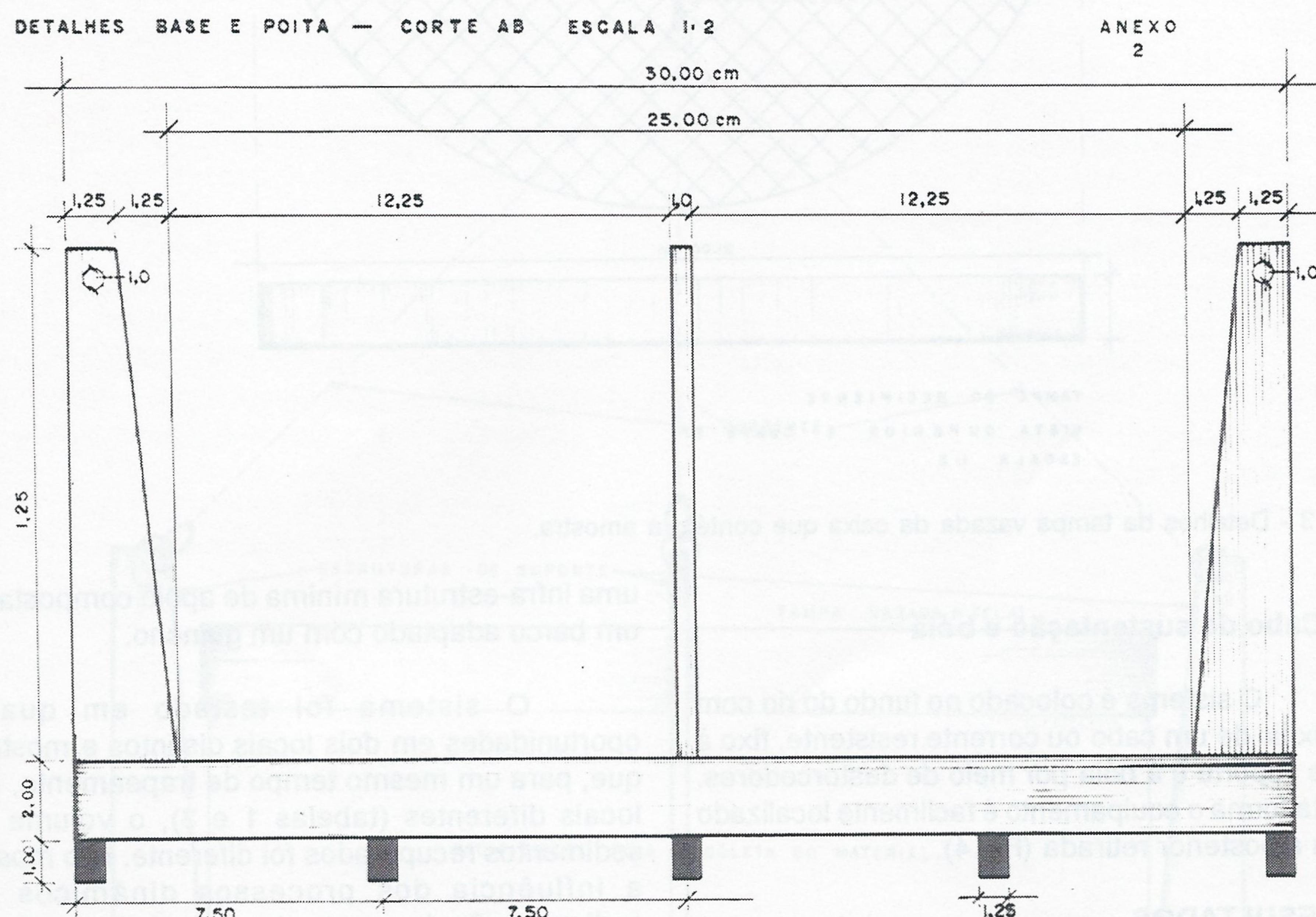


Fig. 2 - Detalhes da base e poita.

2^a) Recipiente de armazenagem da amostra:

Consta de uma caixa circular construída de folha de zinco galvanizado, com espessura máxima de 2 mm, diâmetro de 50 cm e altura de 20 cm. O recipiente é preso à base suporte por

meio de grampos. Uma "tampa" com 51 cm de diâmetro e 4 cm de altura de borda, também de zinco galvanizado, toda vasada, semelhante a uma tela com malha de 2 x 2 cm, é colocada na parte superior. A finalidade dessa "tampa" vasada é de aumentar o atrito com o fluxo, determinando a formação de redemoinhos, forçando a queda das partículas para o seu interior (Fig.3).

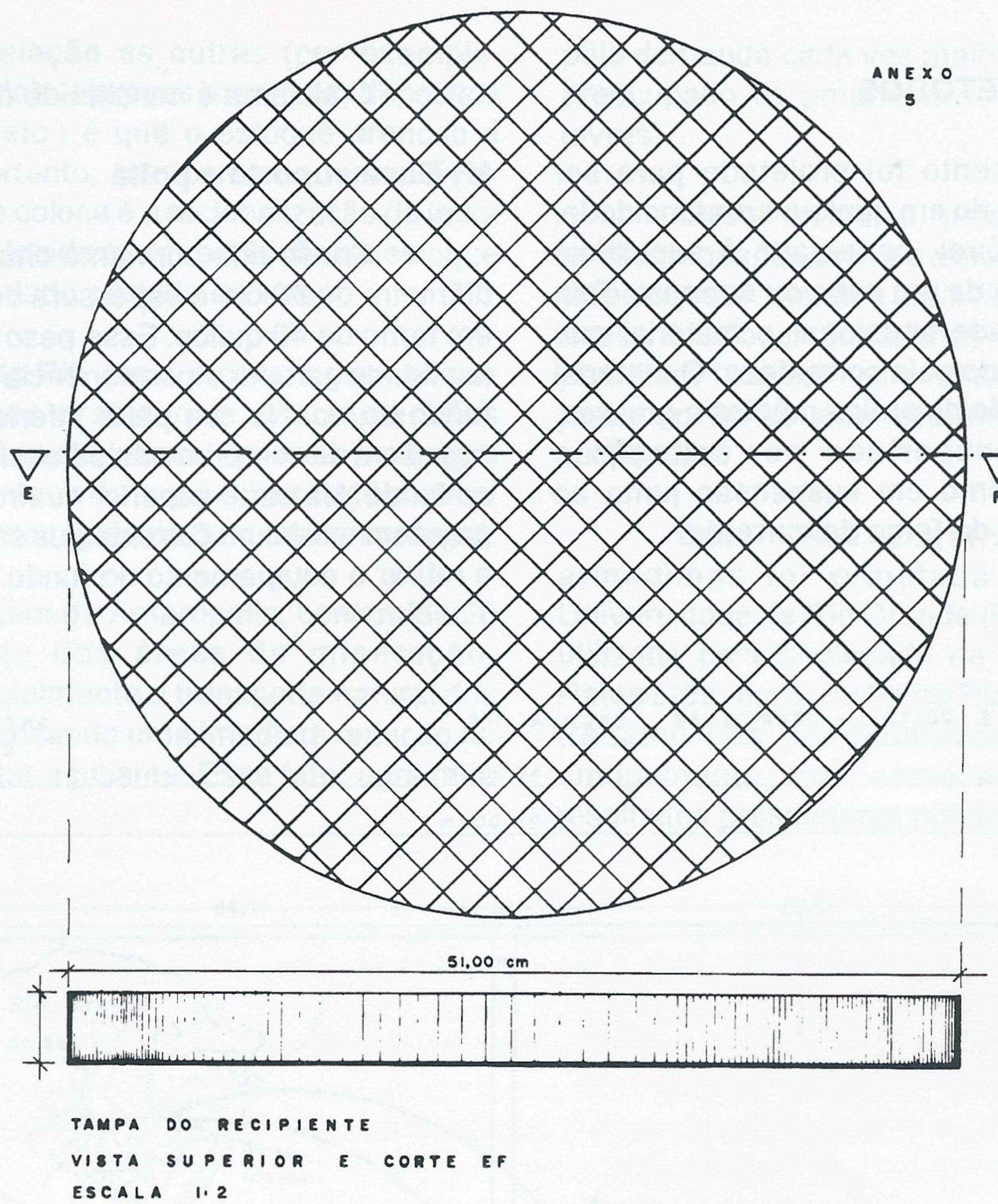


Fig. 3 - Detalhes da tampa vazada da caixa que contém a amostra.

3ª) Cabo de sustentação e bóia

O sistema é colocado no fundo do rio com o auxílio de um cabo ou corrente resistente, fixo à base suporte e à bóia por meio de destorcedores. Desta forma o equipamento é facilmente localizado para a posterior retirada (Fig.4).

3. RESULTADOS

Considera-se que o objetivo preliminar deste trabalho foi atingido, uma vez que a recuperação de sedimento no *trap* mostra a viabilidade do uso do equipamento para o tipo de estudo proposto.

Do ponto de vista operacional, o sistema mostrou-se um tanto desconfortável, determinado pelo seu peso, especialmente quando de sua retirada do fundo do rio com a amostra, o que exigiu

uma infra-estrutura mínima de apoio composta de um barco adaptado com um guincho.

O sistema foi testado em quatro oportunidades em dois locais distintos e mostrou que, para um mesmo tempo de trapeamento, em locais diferentes (tabelas 1 e 3), o volume de sedimentos recuperados foi diferente. Isto mostra a influência dos processos dinâmicos de sedimentação (aumento de velocidade de fluxo, áreas de erosão, deposição etc.), associados às características do agente transportador (competência, capacidade e carga).

Como esses processos dependem de outras variáveis (morfologia, taxa de precipitação/vazão etc.), verifica-se a necessidade de um estudo de detalhe que leve em consideração todos esses fatores, a fim de se avaliar a quantidade e a velocidade de reposição do estoque arenoso para aquela área.

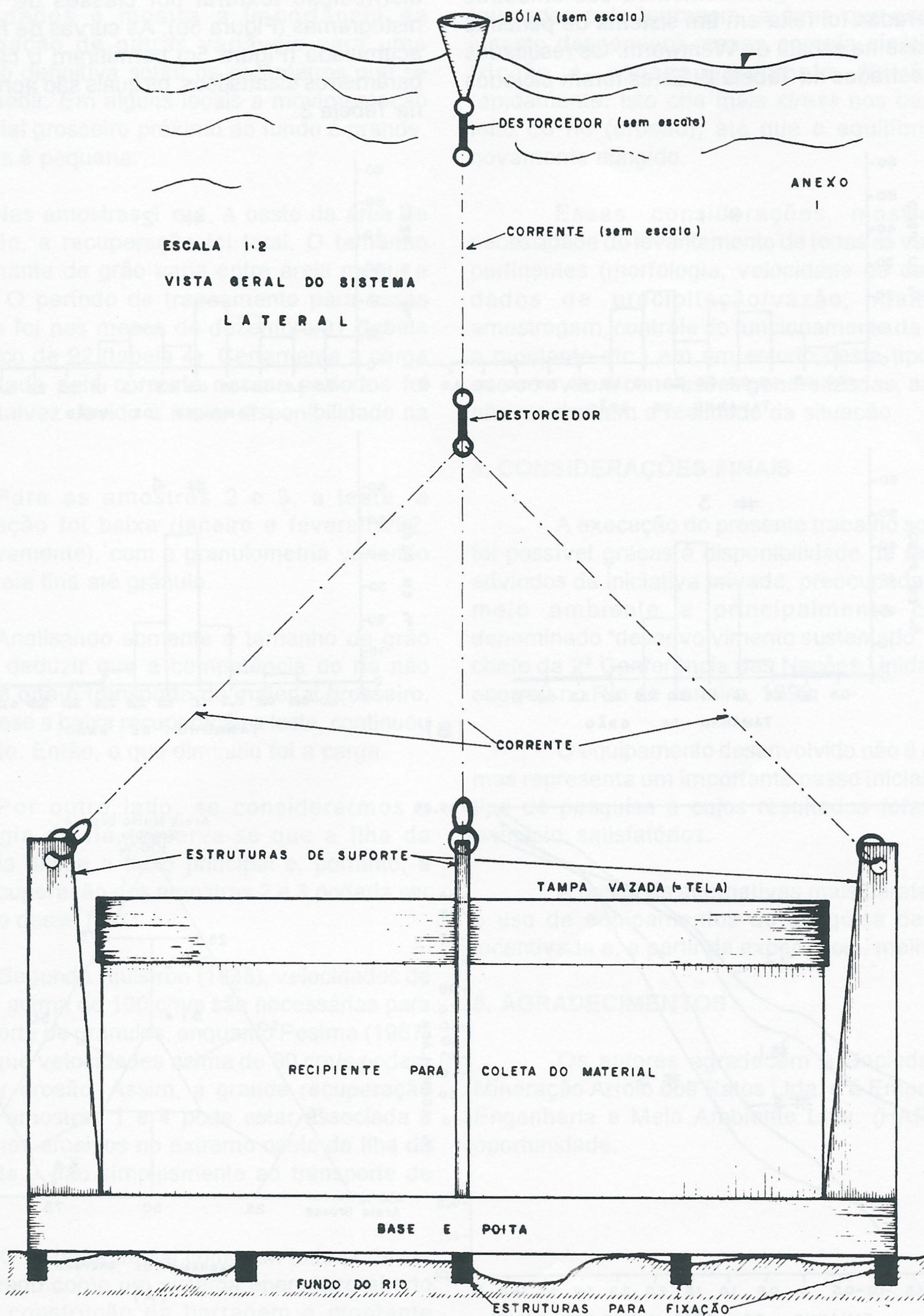


Fig. 4 - Vista geral do Sistema. Base e Poita, grampos de fixação no leito do rio, estruturas de suporte, caixa com tampa vazada e, sistema de sustentação do cabo e/ou corrente.

A análise granulométrica das amostras recuperadas foi feita em um sistema de peneiras com base na escala de Wentworth. Os resultados são mostrados na Tabela 2. Estes foram plotados

no diagrama triangular de Shepard (Fig.5a) e a distribuição textural por classes de 1/2 fi em histogramas (Figura 5b). As curvas de freqüência acumulada (Figura 5c) permitiram o cálculo dos parâmetros estatísticos, os quais são apresentados na Tabela 3.

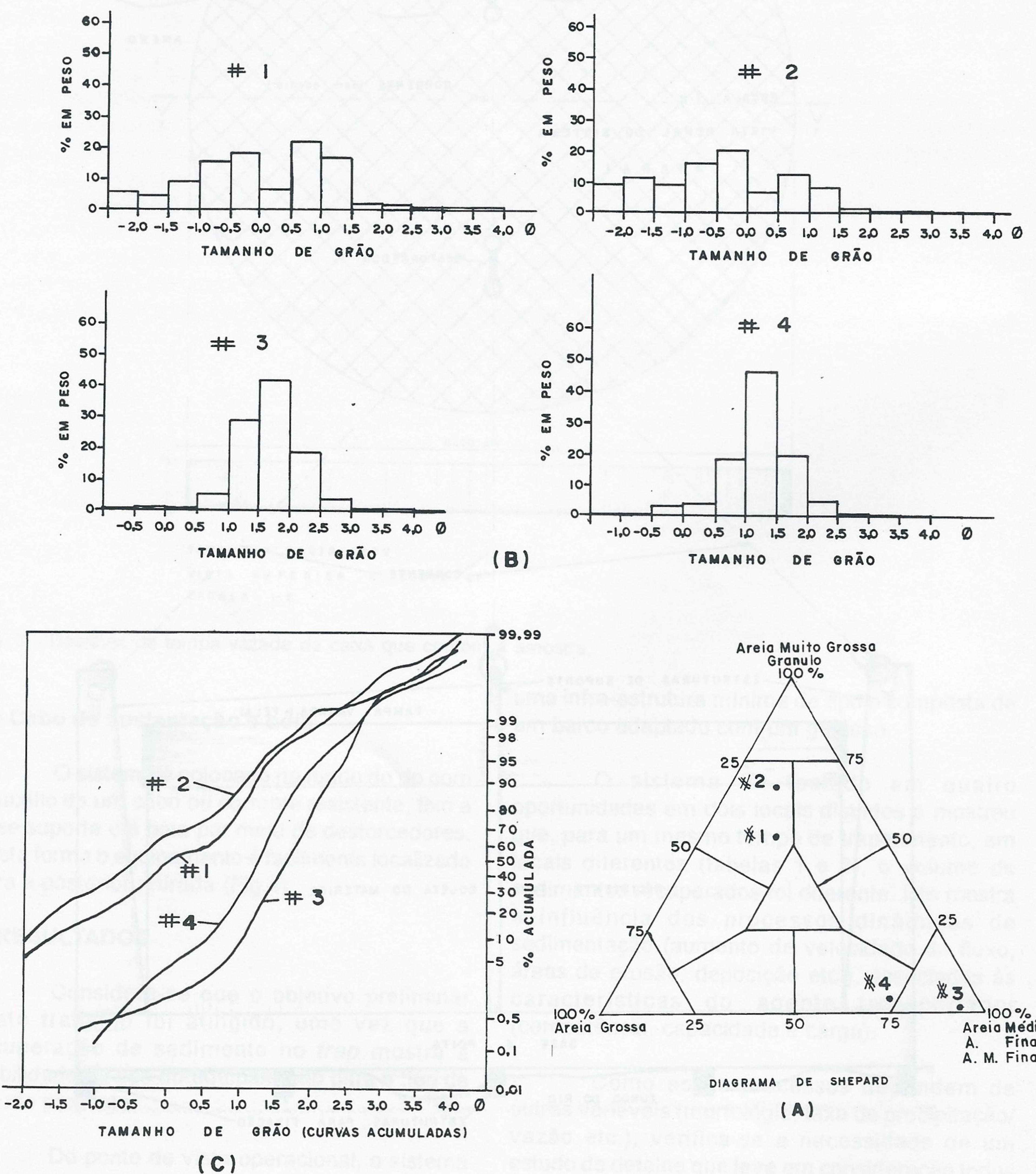


Fig. 5 - Tamanho de Grão.

A Tabela 1 tenta correlacionar a maioria desses dados e mostra a importância da determinação de outras variáveis para uma conclusão definitiva sobre os parâmetros que se deseja medir. Em alguns locais a movimentação de material grosso próximo ao fundo é grande, em outros é pequena.

Nas amostras 1 e 4, a oeste da área de mineração, a recuperação foi total. O tamanho predominante de grão varia entre areia média e grânulo. O período de trapeamento para essas amostras foi nos meses de dezembro/91 (tabela 1) e março de 92 (tabela 4). Certamente a carga transportada pela corrente nesses períodos foi grande, talvez devido à maior disponibilidade na fonte.

Para as amostras 2 e 3, a leste, a recuperação foi baixa (janeiro e fevereiro/92, respectivamente), com a granulometria variando desde areia fina até grânulo.

Analizando somente o tamanho de grão pode-se deduzir que a competência do rio não variou, já que o transporte de material grosso, no que pese a baixa recuperação a leste, continuou ocorrendo. Então, o que diminuiu foi a carga.

Por outro lado, se considerarmos a morfologia do rio, observa-se que a Ilha da Paciência divide o fluxo principal e, portanto, a baixa recuperação das amostras 2 e 3 poderia ser resultado desse fato.

Segundo Hjulstrom (1935), velocidades de corrente acima de 100 cm/s são necessárias para o transporte de grânulos, enquanto Postma (1967) admite que velocidades acima de 80 cm/s podem provocar erosão. Assim, a grande recuperação para as amostras 1 e 4 pode estar associada a fenômenos erosivos no extremo oeste da Ilha da Paciência e não simplesmente ao transporte de fundo.

O sistema fluvial como um todo pode ser considerado como um sistema energético aberto onde a construção da barragem a montante representa uma alteração dos fluxos de matéria e energia de entrada (input), assim como a modificação das saídas (output).

Uma vez que os sedimentos grosseiros são trapeados pela barragem, a água que escorre a jusante despenderá menos energia cinética em fricção e, consequentemente, fluirá mais rapidamente. Isto cria mais stress nos bancos e leito do rio (erosão), até que o equilíbrio seja novamente atingido.

Essas considerações mostram a necessidade do levantamento de todas as variáveis pertinentes (morfologia, velocidade de corrente, dados de precipitação/vazão, malha de amostragem, controle do funcionamento da clausa a montante etc.) em um estudo deste tipo, para que se evitem conclusões generalizadas, as quais não mostrariam a realidade da situação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução do presente trabalho somente foi possível graças à disponibilidade de recursos advindos da iniciativa privada, preocupada com o meio ambiente e principalmente com o denominado "desenvolvimento sustentado", carro chefe da 2ª Conferência das Nações Unidas, que ocorreu no Rio de Janeiro, 1992.

O equipamento desenvolvido não é o ideal, mas representa um importante passo inicial nesse tipo de pesquisa e cujos resultados foram, em princípio, satisfatórios.

A busca de alternativas mais baratas para o uso de equipamentos de pesquisa deve ser incentivada e, a partir da experiência, melhorada.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Sociedade de Mineração Arroio dos Ratos Ltda. e à Empresa de Engenharia e Meio Ambiente Ltda. (HAR) pela oportunidade.

TABELA 1

Relação das amostras, localização, profundidade, tempo de trapeamento e recuperação

AMOSTRA Nº	PROFUNDIDADE metros	LOCAL	DATA E TEMPO TRAPEAMENTO	PESO AMOSTRA Umida	PESO AMOSTRA Seca
1	5	Margem esquerda limite superior área minerada	9-12-91 a 8-01-92 (30 dias)	45 kg	37,1 kg
2	4	Margem direita I. Dna Antonia	8 a 24-01-92 (16 dias)	380 gr	280 gr
3	4	Margem direita I. Dna Antonia	24-01 a 21-02-92 (29 dias)	3,5 gr	2,8 kg
4	4,5	Margem esquerda limite superior área minerada	21-02 a 26-03-92 (36 dias)	55 kg	54 kg

TABELA 2

Resultados da Análise Granulométrica

DENOMINAÇÃO Classes	TAMANHO GRÃO (mm)	ESCALA $f_i(0)$	CLASSE GRANULOMÉTRICA (% em peso)			
			#1	#2	#3	#4
Grânulo	4,0 a 2,0	-2,0 a -1,0	18,45	29,90	-	-
Areia M. Grossa	2,0 a 1,0	-1,0 a 0,0	33,91	37,14	1,33	4,20
Areia Grossa	1,0 a 0,5	0,0 a +1,0	27,85	20,05	5,91	22,97
Areia Média	0,5 a 0,29	1,0 a 2,0	18,42	11,38	70,41	66,42
Areia Fina	0,29 a 0,135	2,0 a 3,0	0,42	0,59	21,96	6,13
Areia M. Fina	0,135 a 0,062	3,0 a 4,0	0,09	0,06	0,38	0,27

TABELA 3

Parâmetros estatísticos

AMOSTRA Nº	MEDIANA (Md)	TAMANHO MÉDIO (Mz)	DESVIO PADRÃO (&i)	ASSIMETRIA (SKI)	CURTOSIS (KG)
1	0,0	+0,22	1,1	-0,104	0,91
2	-0,4	-0,41	1,13	-0,003	0,90
3	+1,7	+1,68	0,48	-0,052	2,70
4	+1,25	+1,18	0,53	-0,043	1,39

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FOLK, R.L. & WARD, W.C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, Okla. (23):3-26, 1957.
- HJULSTROM, F. Studies of the morphological activities of rivers as illustrated by the River Fyris. *Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala*. (25):221-527, 1975.
- POSTMA, H. Sediment transport and sedimentation in the estuarine environment, p. 158-179 in Lauff, G.H., ed., *Estuaries*: Washington, D.C., Am. Asoc. Adv. Sci., Spec. Pub. (83):757p., 1967.