



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez  
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros  
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE  
DO APROVEITAMENTO DE SÓLIDOS ASSOREADOS  
NO PARQUE ECOLÓGICO DO RIO TIETÊ  
COMO FONTE DE AREIA

Relatório Final

Dezembro/89

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS E MOBILIZAÇÃO

Dra. Laura Maria Regina Tetti

DEPARTAMENTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA AMBIENTAL

Engº João Vicente de Assunção

DIVISÃO DE ESTUDOS APLICADOS

Engº Paulo Tetuia Hasegawa

SETOR DE PESQUISA DE ÁGUA E PROCESSOS DE TRATAMENTO

Limnologista Hideo Kawai

PROGRAMA 09.00.00 - DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

PROJETO 09.08.00 - ESTUDO PARA USOS MÚLTIPLOS DO PARQUE ECOLÓGICO DO RIO TIETÊ TENDO EM VISTA A MELHORIA DA QUALIDADE DO MEIO AMBIENTE.

ATIVIDADE - VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE SÓLIDOS ASSOREADOS NO PARQUE ECOLÓGICO DO RIO TIETÊ COMO FONTE DE AREIA.

Relatório Final

São Paulo - Dezembro 1989

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez  
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros  
05499-900 - SÃO PAULO - SP

<b>CETESB</b>	<b>FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA</b>
---------------	------------------------------------

<b>DOCUMENTO</b>				
<b>TIPO</b>	<b>DATA</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>Nº PÁGINA/V.</b>	<b>Nº MAPAS</b>
RELATÓRIO	Dez/89	DTAP	12	1

**TÍTULO DO DOCUMENTO**

VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE SÓLIDOS ASSOREADOS NO PARQUE ECOLÓGICO DO RIO TIETÊ COMO FONTE DE AREIA

**AUTOR RESPONSÁVEL**

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

**AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM**

Limnologista Hideo Kawai  
 Engº Luiz E. Z. Medel  
 Inspetor de Qualidade Senior Fuad Souza Curi

**DOCUMENTO AUTORIZADO POR**

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

**DOCUMENTO REVISADO**

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

**CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA**

EXTERNA       INTERNA

RESERVADA

**PALAVRAS CHAVES**

PARQUE ECOLÓGICO  
 SÓLIDOS ASSOREADOS  
 "BOTA-FORA"  
 APROVEITAMENTO DE AREIA

**CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO**

09.08.00 - ESTUDO PARA USOS MÚLTIPLOS DO PARQUE ECOLÓGICO DO RIO TIETÊ TENDO EM VISTA A MELHORIA DA QUALIDADE DO MEIO AMBIENTE.

**DISTRIBUIÇÃO INTERNA**

ÁREAS/Nº DE CÓPIAS

**USO DA BIBLIOTECA**

<b>CLASSIFICAÇÃO DE ASSUNTO</b>	<b>Nº DOCUMENTO</b>	<b>VISTO / CARIMBO / DATA</b>

EQUIPE TÉCNICA

Limnologista Hideo Kawai

Engº Luiz Eduardo Z. Medel

Inspetor de Qualidade Senior Fuad Souza Curi

EQUIPE DE APOIO

Secretária Marly A. Westin

Desenhista Marisa Cury

## RESUMO

O crescente assoreamento do rio Tietê, especialmente no trecho correspondente à RMSP, vem exigindo a realização de dragagens cada vez mais frequentes. Grande parte do material retirado no passado foi depositado em "bota-fora" localizados em área pertencente ao Parque Ecológico do Tietê.

O presente trabalho traz os resultados dos estudos realizados com a finalidade de determinar a viabilidade técnico-econômica da exploração da areia presente no material dragado, bem como dos sólidos acumulados na área inundada do Parque.

Os resultados dos ensaios realizados indicam que 50% desses materiais podem ser aproveitados após beneficiamento. Este nível de aproveitamento é considerado satisfatório e poderia justificar a implantação de um empreendimento destinado à separação e comercialização da areia presente nesse material.

ÍNDICE

	Pag.
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	01
2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS .....	02
3. RESULTADOS OBTIDOS .....	03
4. ALGUNS ASPECTOS REFERENTES À IMPLANTAÇÃO DO PORTO DE AREIA NO PARQUE ECOLÓGICO .....	11
5. FOTOGRAFIAS .....	12

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo avaliação realizada pelo DAEE existem cerca de  $6 \times 10^6 \text{ m}^3$  de sólidos assoreados na área do Parque Ecológico do rio Tietê, uma parcela dos quais encontra-se em forma dragada no bota-fora e outra, acumulada ainda no leito do rio e na área inundada.

No passado era frequente a retirada dos sólidos dragados no "bota-fora", clandestinamente ou através de solicitação oficial, como no caso da empresa construtora da estrada para o aeroporto de Cumbica.

Tais fatos de utilização de sólidos como fonte de areia despertaram nossos interesses em realizar uma investigação criteriosa para averiguar a viabilidade técnica e econômica de exploração real de sólidos assoreados no Parque como fonte de areia.

A presente nota técnica apresenta o desenvolvimento dos trabalhos e as conclusões obtidas a respeito dessa questão.

## 2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Com base nas informações obtidas através de contatos mantidos com várias empresas que atuam no campo da mineração, inclusive da Associação de Mineração do Vale do rio Paraíba, pensou-se, inicialmente, em instalar um equipamento piloto numa das margens do rio Tietê, na área do Parque Ecológico. Os sólidos acumulados no leito desse rio seriam succionados juntamente com a água e transportados ao Brag (sistema de beneficiamento) onde seria processada a separação de sólidos de acordo com o padrão desejável.

Em função desse procedimento escolhido, foram demarcados 6 pontos para a inspeção geológica ao longo da área inundada do Parque para estabelecimento do local para a implantação desse equipamento piloto (vide planta anexa). Em cada ponto foram recolhidas três amostras em diferentes profundidades, ou seja, uma amostra na superfície, uma na profundidade de

50 cm e a última na profundidade de 100 cm. Todas as amostras coletadas foram enviadas à CETESB para a determinação da composição granulométrica.

A idéia da instalação desse equipamento de beneficiamento piloto no Parque, todavia, foi modificada posteriormente, tendo em vista os elevados custos envolvidos na aquisição, aliados às implicações operacionais e de manutenção. A realização de testes em escala real foi transferida, então, para o próprio porto de areia de alguma empresa em operação, transportando-se os sólidos existentes no Parque.

A Empresa de Mineração Brejão Ltda localizada em Carapicuíba manifestou maior interesse de participação na investigação e ofereceu sua colaboração para o desenvolvimento do teste. Assim, foram retirados cerca de 200 m<sup>3</sup> de sólidos do "bota-fora" I e enviados à lagoa de dragagem de areia dessa empresa.

O processo de beneficiamento utilizado para o presente estudo é do tipo BRAGA, constituído de tubo de sucção de sólidos e tanques de separação de sólidos como se vê nas fotografias anexas.

Em vista das características dos sólidos testados, os quais contêm significativo teor de impurezas, foi utilizado o processo de dupla lavagem.

Após o término do processo experimental, foi avaliada a quantidade de sólidos residuais beneficiados. Ao mesmo tempo, foram encaminhados à Associação Brasileira de Cimento Portland 3 amostras, uma de sólidos brutos, uma de sólidos com uma lavagem e a outra com lavagem dupla, para identificação comparativa de qualidade.

### 3. RESULTADOS OBTIDOS

Nos quadros de nº 1 a nº 6, estão apresentados os resultados obtidos na determinação da composição granulométrica de sólidos coletados ao longo do rio, no Parque Ecológico.

As areias de granulometria média e grossa tem maior aceitação na construção civil. Por outro lado, as areias mais finas tem

Quadro 1 - Composição granulométrica dos sólidos coletados no ponto 1.

PUNTO		PUNTO 1											
		Profundidade 0m			Profundidade 0,5m			Profundidade 1,0m					
GRANULOMETRIA		PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA
PENEIRA													
U.S.													
m m													
4	4,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2,00	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0,84	2,3	2	3	1,0	1	1	0	0	0	0	0	0
40	0,42	3,4	2	5	3,5	3	4	1,9	1	1	1,9	1	1
100	0,149	22,4	16	21	26,2	20	24	18,4	13	14	18,4	13	14
200	0,075	64,4	45	66	73,6	57	81	85,6	59	73	85,6	59	73
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NÃO RETIDO		48,5	34	100	24,7	19	100	39,8	27	100	39,8	27	100
TOTAL		143,0	100	-	129,0	100	-	145,7	100	-	145,7	100	-
RESUMO		Pedregulho ..... 0%			Pedregulho ..... 0%			Pedregulho ..... 0%			Pedregulho ..... 0%		
		Areia Grossa ..... 1%			Areia grossa ..... 0%			Areia grossa ..... 0%			Areia grossa ..... 0%		
		Areia média ..... 4%			Areia média ..... 4%			Areia média ..... 1%			Areia média ..... 1%		
		Areia fina ..... 61%			Areia fina ..... 77%			Areia fina ..... 72%			Areia fina ..... 72%		
		Silte e argila.... 34%			Silte e argila... 19%			Silte e argila... 27%			Silte e argila... 27%		



Quadro 3 - Composição granulométrica de sólidos coletados no ponto 3

PUNTO		PONTO 3											
		Profundidade 0m			Profundidade 0,5m			Profundidade 1,0m			Profundidade 1,5m		
GRANULOMETRIA		PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA
PENEIRA													
U.S.													
4	4,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0,84	1,8	1	1	1,4	1	1	4,0	2	2	3,2	2	2
40	0,42	5,1	3	4	6,5	3	4	25,0	15	17	18,4	14	16
100	0,149	117,8	77	81	151,0	79	83	127,6	77	94	93,1	71	87
200	0,075	25,9	17	98	28,6	15	98	8,4	5	99	14,1	11	98
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NÃO RETIDO		2,4	2	100	3,1	2	100	1,1	1	100	2,3	2	100
TOTAL		153,0	100	-	190,6	100	-	166,1	100	-	131,3	100	-
RESUMO		Pedregulho ..... 0% Areia grossa .. 0% Areia média ... 4% Areia fina ..... 94% Silte e argila . 2%			Pedregulho .... 0% Areia grossa .. 0% Areia média ... 4% Areia fina ..... 94% Silte e argila . 2%			Pedregulho..... 0% Areia grossa .. 0% Areia média... 17% Areia fina .... 82% Silte e argila. 1%			Pedregulho ..... 0% Areia grossa .. 0% Areia média ... 16% Areia fina ..... 82% Silte e argila . 2%		

Quadro 4 - Composição granulométrica dos sólidos coletados no ponto 4

PUNTO		PONTO 4											
		Profundidade 0m				Profundidade 0,5m				Profundidade 1,0m			
GRANULOMETRIA		PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA
PENEIRA													
U.S.	m m												
4	4,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2,00	1,0	1	1	1,3	1	1	1,2	1	1	1,2	1	1
20	0,84	5,3	3	4	2,7	2	3	9,4	9	10	9,4	9	10
40	0,42	33,7	21	25	20,4	13	16	16,9	16	26	16,9	16	26
100	0,149	115,0	70	95	124,4	79	95	43,6	40	66	43,6	40	66
200	0,075	7,0	4	99	7,0	4	99	21,4	20	86	21,4	20	86
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NÃO RETIDO		1,3	1	100	1,1	1	100	16,0	15	101	16,0	15	101
TOTAL		163,3	100	-	156,9	100	-	108,5	101	-	108,5	101	-
RESUMO		Pedregulho ..... 0% Areia Grossa ..... 1% Areia média ..... 24% Areia fina ..... 74% Silte e argila..... 1%				Pedregulho ..... 0% Areia grossa ..... 1% Areia média ..... 15% Areia fina ..... 83% Silte e argila ... 1%				Pedregulho ..... 0% Areia grossa ..... 1% Areia média ..... 25% Areia fina ..... 60% Silte e argila ... 15%			

Quadro 5- Composição granulométrica dos sólidos coletados no ponto 5

PONTO		PONTO 5														
		Profundidade 0m				Profundidade 0,5m				Profundidade 1,0m						
GRANULOMETRIA	PENEIRA	U.S.	m	m	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% ACUMULADA			
	4	4,76			0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	10	2,00			0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	20	0,84			2,0	2	2	0	0	0	0	0	0			
	40	0,42			3,2	3	5	0	0	0	1,8	1	1			
	100	0,149			39,3	35	40	0	0	0	36,9	26	27			
	200	0,075			60,9	55	95	0	0	0	66,3	46	73			
	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	NÃO RETIDO				5,6	5	100	110,0	100	100	38,0	27	100			
	TOTAL				111,0	100	-	110,0	100	-	143,0	100	-			
	RESUMO				Pedregulho ..... 0%				Silte e argila ... 100%				Pedregulho ..... 0%			
					Areia Grossa ..... 0%								Areia grossa ..... 0%			
					Areia média ..... 5%								Areia média ..... 1%			
					Areia fina ..... 90%								Areia fina ..... 72%			
					Silte e argila..... 5%								Silte e argila .... 27%			

Quadro 6- Composição granulométrica dos sólidos coletados no ponto 6

PUNTO GRANULOMETRIA		PUNTO 6					
		Profundidade 0m		Profundidade 0,5m		Profundidade 1,0m	
PENEIRA U.S. m m		PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA
		4	4,76	11,0	8	8	9,5
10	2,00	20,3	14	22	11,9	6	11
20	0,84	28,1	20	42	23,8	13	24
40	0,42	24,8	18	60	40,7	22	46
100	0,149	25,3	18	78	79,8	43	89
200	0,075	10,8	8	86	15,8	8	97
-	-	-	-	-	-	-	-
NÃO RETIDO		20,2	14	100	4,7	3	100
TOTAL		140,5	100	-	186,2	100	-
RESUMO		Pedregulho ..... 8%		Pedregulho ..... 5%		Pedregulho ..... 5%	
		Areia Grossa ..... 14%		Areia grossa ..... 6%		Areia grossa ..... 11%	
		Areia média ..... 38%		Areia média ..... 35%		Areia média ..... 62%	
		Areia fina ..... 26%		Areia fina ..... 51%		Areia fina ..... 21%	
		Silte e argila... 14%		Silte e argila ... 3%		Silte e argila .... 1%	

mercado limitado, podendo ser utilizadas apenas para fins de acabamento em geral.

De acordo com esse critério, os sólidos encontrados nos pontos 1, 2 e 5, constituídos de silte e argila e areias finas, não apresentam nenhuma possibilidade de serem aproveitados.

Os sólidos coletados nos pontos 3 e 4 também pertencem à granulometria fina, sendo limitado o seu mercado. Enquanto que os que foram determinados no ponto 6 podem ser enquadrados dentro do critério aceitável para comercialização. Conforme as investigações realizadas posteriormente, constatou-se a presença de sólidos com categoria granulométrica semelhante a desses pontos nos "bota-fora" B, C, D e I. O volume total de sólidos potencialmente comerciável existente nesses "bota-fora" foi estimado em torno de  $2 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Além desses materiais referidos, ainda existem sólidos acumulados no leito e os que poderão ser futuramente carregados pelos afluentes a montante.

O teste do processo de beneficiamento, realizado em escala real na Empresa de Mineração Brejão Ltda, demonstrou viabilidade de aplicação do sistema convencional, porém, com o processo de lavagem dupla, devido à presença de impurezas, tais como os materiais pulverulentos e matérias orgânicas em maior proporção. Os ensaios realizados na Associação Brasileira de Cimento Portland demonstraram claramente o efeito do processo de lavagem aplicado para eliminação de impurezas, como se indica no quadro 7.

QUADRO 7  
ÍNDICES FÍSICOS DAS AREIAS ENSAIADAS

ÍNDICES	AMOSTRA		
	AREIA BRUTA	LAVAGEM SIMPLES	LAVAGEM DUPLA
DIMENSÃO MÁXIMA CARACTERÍSTICA (mm)	4,8	4,8	4,8
MÓDULO DE FINURA	2,58	2,68	3,08
TEOR DE MATERIAIS PULVERULENTOS (%)	5,2	3,3	1,1
IMPUREZAS ORGÂNICAS (ppm)	> 300	> 300	< 300

11.

Com base nas composições obtidas no ensaio ABCP comprova-se que a areia submetida à lavagem dupla atende às prescrições da NBR 7211, "Agregados para concreto", sendo classificada como areia média quanto à distribuição granulométrica.

#### 4. ALGUNS ASPECTOS REFERENTES À IMPLANTAÇÃO DO PORTO DE AREIA NO PARQUE ECOLÓGICO

Admitindo-se o acúmulo de  $2 \times 10^3$  m<sup>3</sup> de sólidos no "bota-fora" do Parque, 50% dos quais são comerciáveis após o beneficiamento e com preço de venda por volta de 29 BTNs por m<sup>3</sup>, o montante da receita a ser obtida pela comercialização desse produto girará em torno de 20.000.000 de BTNs.

Segundo os estudos realizados com base nas informações obtidas de várias empresas de Mineração, tal nível de receita pode ser considerado satisfatório para a viabilização do empreendimento, embora deva-se ressaltar as dificuldades operacionais originadas pela dispersão do "bota-fora" (não concentrado num local) e menor camada de areia, o que motiva a necessidade de deslocar os equipamentos de beneficiamento periodicamente.

Tais aspectos negativos, porém, poderiam ser compensados pela localização bastante privilegiada do Parque do ponto de vista da proximidade ao mercado, comparativamente com as empresas de mineração existentes, por exemplo, no Vale do rio Paraíba.

Um assunto importante que deve ser resolvido para efetivação e implantação prática do porto de areia do Parque seria a adequação da estrutura administrativa por parte do DAEE, para permitir a aplicação de uma parcela do retorno econômico conseguido pela venda de areia, para investimento em pesquisas a serem realizadas no próprio Parque Ecológico. Deve-se ressaltar que a dragagem de sólidos do rio para o seu aproveitamento já representa uma significativa contribuição para a Administração Pública em termos de desassoreamento da bacia inundada. Nestas circunstâncias, a aplicação de uma parte do retorno econômico para novas pesquisas e para a manutenção do Parque, com vistas a contribuir para a melhoria do meio ambiente, é plenamente justificável.

FOTOGRAFIAS

SISTEMA DE BENEFICIAMENTO

SISTEMA DE SUÇÃO DE SÓLIDOS



ASPECTO GERAL DO SISTEMA DE  
BENEFICIAMENTO

