

COLETA E ANÁLISE DE AMOSTRAS DE ÁGUA PARA  
DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS  
EM SUSPENSÃO. MEDIÇÕES DE CORRENTE  
VITÓRIA, ES. - NOVEMBRO/80

Divisão de Radioisótopos

- DERL.PD-008/81 -

COLETA E ANÁLISE DE AMOSTRAS DE ÁGUA PARA DETERMINAÇÃO  
DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO. MEDIÇÕES  
DE CORRENTE - VITÓRIA, ES. - NOVEMBRO/80

AUTOR

Virgílio Lopardi Bomtempo

EQUIPE DE CAMPO

Antônio Fioravante Neto  
Ricardo da Silva Gomes  
Virgílio Lopardi Bomtempo

ANÁLISES DE LABORATÓRIO E GRÁFICOS

Vera Lúcia Mendes Dias da Costa

DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS/DERL

CDTN - NUCLEBRÁS

- Fevereiro/1981 -

## ÍNDICE

	PÁGINA
I. APRESENTAÇÃO	1.
II. TRABALHO DE CAMPO EM ÉPOCA SECA	4.
III. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	9.
IV. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES CONCLUSÕES	27.
IV.1 Avaliação dos Resultados Obtidos no Rio Aribiri	27.
IV.2 Avaliação dos Resultados Obtidos no Canto da Juburuna (Ilha das Cobras)	34.
IV.3 Avaliação dos Resultados Obtidos no Terminal da Prainha	39.
IV.4 Conclusões	46.

ANEXO I

REFERÊNCIAS

COLETA E ANÁLISE DE AMOSTRAS DE ÁGUA PARA DETERMINAÇÃO  
DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO. MEDIÇÕES  
DE CORRENTE - VITÓRIA, ES. - NOVEMBRO/80

I. APRESENTAÇÃO

A partir de janeiro de 1978, a COMDUSA - Companhia de Melhoramentos e Desenvolvimento Urbano de Vitória, ES, assumiu a implantação, administração e execução dos serviços de transporte de passageiros na baía de Vitória, ligando por hidrovia a ilha (Vitória) ao continente, nos municípios de Vila Velha e Cariacica.

Nesse mesmo ano o sistema transportou 3529893 passageiros. No ano seguinte, 1979, esse número evoluiu para 5094313 passageiros, mostrando um crescimento da ordem de 44% <sup>(1)</sup>.

Tendo em vista o aumento da demanda e a necessidade de oferecer maior conforto e segurança aos usuários do sistema aquaviário, a COMDUSA tem como uma de suas prioridades a ampliação e a revitalização do Sistema de Transporte Aquaviário Urbano na Grande Vitória.

Para alcançar tais objetivos conseguiu, num trabalho conjunto com o Instituto Jones dos Santos Neves, incluir a região metropolitana da Grande Vitória no Programa Trienal (1980 - 1982) de Transporte Hidroviário Urbano do Ministério dos Transportes, cuja coordenação geral está a cargo da EBTU - Empresa Brasileira de Transportes Urbanos.

Assim é que a COMDUSA decidiu estudar a viabilidade da implantação de novos terminais aquaviários e readequar aqueles já existentes às novas exigências de demanda.

Como parte dos estudos para se levantar essa viabilidade a COMDUSA contratou com a NUCLEBRÁS - Empresas Nucleares Brasileiras S.A., estudos de concentração de sólidos em suspensão e de medições de corrente em locais de interesse da Contratante, que serão ferramentas nas definições das etapas de ampliação e de readequação dos terminais que compõem o Sistema.

O Contrato assinado entre a COMDUSA e a NUCLEBRÁS recebeu o nº 3/80/013 e determinou que seriam feitas coletas de amostras de água para estudos de concentração de sólidos em suspensão e medições simultâneas de direção e velocidade de corrente.

Contratou-se que o trabalho seria feito em tres pontos distintos da baía, escolhidos pelo Consultor da COMDUSA. Acertou-se que as coletas de amostras de água e as medições simultâneas de corrente seriam feitas a cada meia-hora, em cinco profundidades diferentes no máximo, por vertical, durante ciclos completos de maré, em regimes de sizígia e de quadratura e em época seca e chuvosa.

A NUCLEBRÁS acionou a Divisão de Radioisótopos, pertencente ao Departamento de Radioproteção e Apoio ao Licenciamento do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, em Belo Horizonte, Minas Gerais, como o órgão executor dos trabalhos de campo e das análises em laboratório.

O presente relatório trata dos trabalhos e resultados atingidos em época seca, tendo os trabalhos de campo sido realizados no período de 20 a 30 de novembro de 1980.

O relatório traz, em seu capítulo primeiro, uma apresentação do problema que a COMDUSA pretende estudar e uma descrição geral do que foi contratado entre a COMDUSA e a NUCLEBRÁS. No segundo capítulo faz uma descrição do que foram os trabalhos de campo em época seca. Os resultados das análises feitas em laboratório estão contidos em forma tabular no terceiro capítulo. O último capítulo introduz alguns comentários sobre os resultados e apresenta conclusões sobre o trabalho e os resultados obtidos em época seca.

## II. TRABALHO DE CAMPO EM ÉPOCA SECA

As regiões contratadas para estudo foram o rio Aribiri, o Canto da Juburuna e o Terminal da Prainha.

O rio Aribiri deságua no canal de Vitória entre os morros da Penitenciária e da Urca, formando um saco de aproximadamente 500m de largura na boca, de pequena profundidade. O ponto escolhido para coletas fica a meia distância entre as margens, no trecho de alinhamento mais reto, a uns 800m da ponte que leva a Capuaba.

O ponto de coletas no Canto da Juburuna situa-se no banco de lama ali existente, tendo a Ilha das Cobras a 150m a leste e o morro da Penitenciária a 300m a oeste.

O ponto de coletas no terminal da Prainha situa-se a meia distância entre a segunda e a terceira bóias (vermelhas), a bombordo das embarcações que deixam o terminal, e que compõem o balizamento cego existente no canal de acesso ao terminal. Os três pontos de medições aparecem na figura 1.

Por determinação do Consultor da COMDUSA, a coleta de amostras de água foi feita simultaneamente às medições de direção e de velocidade de correntes.

Em cada vertical, a primeira coleta foi feita sempre a 0,30m do fundo e colheu-se, no máximo, 5 amostras por vertical, a cada meia-hora e durante um ciclo completo de maré, em regimes de sizígia e de quadratura.

Foi utilizado no trabalho um flutuante alugado a firma local, com aproximadamente 13,0m de comprimento por uns 4,0m de largura, de calado pequeno (0,50m), rebocado por lancha da mesma firma.

Nele foram instalados dois guinchos manuais da Hidrologia S.A. com contadores mecânicos de profundidade, para sustentação da bomba Vibravert, utilizada para a coleta das amostras de água, e do correntômetro digital da Hidrologia S.A., para leituras de direção e de velocidade de correntes.

A cada meia hora as profundidades instantâneas eram obtidas com um disco padronizado para evitar enterramento, preso a um cabo graduado e descido manualmente.

Utilizou-se também, em caráter experimental, um turbidímetro digital de leitura direta em desenvolvimento na Divisão de Eletrônica do CDTN. Ao mesmo tempo em que as amostras eram coletadas pela bomba anotavam-se os valores fornecidos pelo turbidímetro para posteriores comparações com os resultados obtidos pelo método tradicional de levantamento de concentração total por filtração.

Para acionamento da bomba vibratória e do turbidímetro empregou-se um gerador Honda, a gasolina, de 1500W. Para iluminação das embarcações durante os trabalhos realizados à noite e durante madrugadas foi utilizado um outro gerador Honda, de 300W, também a gasolina.

As amostras de água foram recolhidas em frascos padronizados, de 500ml, acondicionados em engradados plásticos.



ticos.

O trabalho de campo iniciou-se em 20/11/80 com reparos na embarcação e montagem dos equipamentos.

O primeiro trabalho de coletas foi realizado no rio Aribiri, iniciando-se às 14:55h do dia 22/11/80 e terminando às 03:05h do dia seguinte.

No mesmo dia 23/11/80 iniciaram-se as coletas de amostras e respectivas medições de corrente no Canto da Jurburuna, às 16:00h. As mesmas terminaram às 04:00h do dia 24/11/80.

A última etapa dos trabalhos em sizígia foi realizada no dia 25/11/80, no período compreendido entre as 07:00h e as 18:30h. O local estudado foi o terminal da Prainha.

Os trabalhos em regime de quadratura iniciaram-se na Prainha, em 28/11/80 e foram realizados no período entre as 06:45h e as 18:45h.

No sábado, 29/11/80, trabalhou-se no rio Aribiri, de 09:45h até as 21:45h.

Finalmente, encerrando os trabalhos em época seca colheram-se amostras nas proximidades da Ilha das cobras, durante o dia 30/11/80, entre 07:50h e 19:50h.

Foi feita a desmontagem de todo o equipamento e a equipe que participou dos trabalhos de campo retornou a

Belo Horizonte na segunda feira, 01/12/80.

A Tabela 1 resume os trabalhos realizados no campo, em época seca.

LOCAL	DATA	REGIME
Aribiri	22/11/80	Sizígia
	29/11/80	Quadratura
Juburuna	23/11/80	Sizígia
	30/11/80	Quadratura
Prainha	25/11/80	Sizígia
	28/11/80	Quadratura

TABELA 1 - TRABALHO DE CAMPO EM ÉPOCA SECA

### III. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

As amostras de água colhidas durante os trabalhos de campo, acondicionadas em frascos padronizados, foram analisadas nos laboratórios da Divisão de Radioisótopos, através do método prescrito pela "Environmental Protection Agency", publicado no relatório "Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes" 1971, página 278. Uma cópia desse método é apresentada no Anexo I do presente relatório, em sua versão original.

Os dados de concentração de sólidos em suspensão e de correntes estão dispostos em forma de tabelas, para facilitar a leitura e a compreensão dos mesmos.

As tabelas apresentam oito colunas, do seguinte modo:

- "Número da amostra", que contém o número gravado em cada frasco de vidro que recolheu cada uma das amostras;
- "Profundidade", que contém a profundidade instantânea, medida na hora da coleta, obtida com disco padronizado preso a um cabo graduado; é a altura da lâmina d'água no momento da coleta, com valor em centímetros;
- "Altura a partir do fundo", que contém, para cada vertical, a altura, medida do fundo, em que se fez a coleta, com valor em centímetros;

- "Hora", que apresenta a hora em que foram feitas as coletas, com intervalos de 30 minutos. Os valores aparecem na forma H:MIN;
- "Corrente", com duas sub-colunas. Na primeira aparece a direção, medida em graus, referida ao NM e na segunda a velocidade, em cm/s;
- "Concentração", que contém a concentração de sólidos em suspensão, em mg/l;
- "Observações".

**Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS**  
**DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD**

**DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO**  
**MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES**

CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES

LOCAL 210 ARIBIRI DATA 22/11/80 REGIME SIZÍGIA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO(°)	VELOC.(cm/s)		
0628	190	30	14:55	225	17	17.5	PH <sub>at</sub> 15:03
1816	190	80	14:55	224	22	15.3	Cada DHA-1980 (TABIA)
2976	190	130	14:55	226	—	14.5	
1427	195	30	15:25	240	4	14.8	
2398	195	80	15:25	231	3	15.6	
2978	195	130	15:25	228	5	17.6	
1552	190	30	15:55	31	7	14.5	
2503	190	80	15:55	52	10	10.2	
1424	190	130	15:55	51	9	17.1	
2971	175	30	16:25	27	20	19.3	
1820	175	80	16:25	39	24	13.8	
1562	175	130	16:25	—	19	11.0	
1438	175	30	16:55	21	16	33.2	
2402	175	80	16:55	39	20	28.7	
0949	175	130	16:55	—	15	16.4	
0527	155	30	17:25	55	33	48.8	
0082	155	80	17:25	60	38	49.1	
0466	155	130	17:25	—	—	31.1	
0204	125	30	17:55	38	41	40.5	
0719	125	80	17:55	—	40	39.7	
0416	125	120	17:55	—	—	31.3	
0084	110	30	18:25	44	33	53.2	
0961	110	80	18:25	—	34	47.7	
0942	110	110	18:25	—	—	47.2	
1419	100	30	18:55	32	34	89.7	
2500	100	80	18:55	—	—	58.4	
1421	90	30	19:25	26	37	31.1	
0201	90	90	19:25	—	—	24.8	
1564	75	30	19:55	—	17	24.0	
0599	75	75	19:55	—	—	19.7	
0050	60	30	20:25	—	19	15.8	
1557	60	60	20:25	—	—	14.9	
1433	50	30	20:55	—	—	14.6	

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS  
DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD

DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO  
MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES

CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES

LOCAL RIO ARIBIRI DATA 22/11/80 REGIME SIZÍGLA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO(°)	VELOC.(cm/s)		
1426	45	45	21:25	—	—	13.5	BM 21:12h TÁBUA DHN-1980
0158	50	50	21:55	—	—	15.8	
1566	50	30	22:25	—	—	18.5	
1431	60	30	22:55	—	—	15.7	
1445	80	30	23:25	238	12	10.9	
1434	90	30	23:55	229	26	21.9	
1428	90	80	23:55	—	—	16.7	
1444	105	30	00:25	228	8	15.1	
1446	105	80	00:25	221	10	35.2	
0199	125	30	00:55	215	26	23.6	
0836	125	80	00:55	232	25	36.6	
0026	150	30	01:25	225	22	30.5	
2498	150	80	01:25	238	19	27.4	
0329	150	130	01:25	—	—	52.3	
0061	170	30	01:55	224	22	39.8	
0670	170	80	01:55	252	25	33.0	
0424	170	130	01:55	—	20	39.8	
0323	180	30	02:25	212	24	37.7	
0751	180	80	02:25	232	24	53.3	
0552	180	130	02:25	—	27	49.8	
0717	185	30	02:55	214	19	36.2	
0386	185	80	02:55	211	20	27.8	
0696	185	130	02:55	204	19	22.0	
0391	180	30	03:25	218	16	22.6	PM 03:44 h
0781	180	80	03:25	210	19	16.3	TÁBUA DHN-1980

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS  
DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD

DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO  
MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES

CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES

LOCAL RIO ARIBIRI DATA 29/11/80 REGIME QUADRATURA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO (°)	VELOC. (cm/s)		
2834	170	30	09:45	—	—	18.6	PM 08:39h
2811	170	80	09:45	—	—	12.4	TABUA DHN-1980
2830	170	130	09:45	—	—	3.4	
2829	170	170	09:45	—	—	8.1	
2815	170	30	10:15	—	—	18.7	
2816	170	80	10:15	—	—	16.5	
2831	170	130	10:15	—	—	13.8	
2817	170	170	10:15	—	—	6.7	
2812	160	30	10:45	—	—	16.8	
2820	160	80	10:45	—	—	13.1	
1344	160	130	10:45	—	—	8.3	
2813	160	160	10:45	—	—	7.6	
2818	155	30	11:15	—	—	19.7	
2819	155	80	11:15	—	—	10.9	
2828	155	155	11:15	—	—	9.7	
2826	150	30	11:45	—	—	19.5	$v \approx 15$ cm/s (MEDI)
2814	150	80	11:45	—	—	21.4	o FLUTUADOR A
2823	150	150	11:45	—	—	11.5	120 ml DA SUPERFICIE)
2832	150	30	12:15	—	—	12.1	
2837	150	80	12:15	—	—	18.1	
1592	150	150	12:15	—	—	16.6	
1586	145	30	12:45	—	—	16.0	
1580	145	80	12:45	—	—	12.3	
1944	145	145	12:45	—	—	11.3	
1951	140	30	13:15	—	—	12.9	$v \approx 13$ cm/s (MEDI)
1942	140	80	13:15	—	—	13.5	DA FLUTUADOR A 120 ml DA
1952	140	140	13:15	—	—	17.9	SUPERFICIE)
1587	135	30	13:45	—	—	14.4	
1589	135	80	13:45	—	—	13.4	
1582	135	135	13:45	—	—	17.9	
1839	130	30	14:15	—	—	14.1	
1578	130	80	14:15	—	—	18.7	
1588	130	130	14:15	—	—	17.8	

**Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS**  
**DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD**

**DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO**  
**MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES**

**CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES**

**LOCAL** RIO ARIBIRI **DATA** 29/11/80 **REGIME** QUADRATURA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO(°)	VELOC.(cm/s)		
1943	125	30	14:45	—	—	14.2	v ≈ ZERO (c)
1937	125	80	14:45	—	—	13.1	FLUTUADOR A
1953	125	125	14:45	—	—	9.7	100cm DA SUPERFÍCIE)
1936	125	30	15:15	—	—	14.1	BM 14:55h
1581	125	80	15:15	—	—	11.3	TÁBUA DHU-1980
1593	125	125	15:15	—	—	14.0	
1590	130	30	15:45	—	—	13.5	
2054	130	80	15:45	—	—	15.7	
1705	130	130	15:45	—	—	13.4	
2068	135	30	16:15	—	—	13.3	
2069	135	80	16:15	—	—	12.9	
1982	135	135	16:15	—	—	22.1	
1981	135	30	16:45	—	—	10.6	
2073	135	80	16:45	—	—	12.4	
2072	135	135	16:45	—	—	7.5	
2062	140	30	17:15	—	—	5.2	v ≈ 16cm/s(FLU-
2056	140	80	17:15	—	—	9.9	TUADOR A 100cm
2053	140	140	17:15	—	—	7.8	DA SUPERFÍCIE)
2060	145	30	17:45	—	—	4.7	
2063	145	80	17:45	—	—	6.9	
2071	145	145	17:45	—	—	2.7	
1980	150	30	18:15	—	—	1.8	
2070	150	80	18:15	—	—	1.9	
2074	150	150	18:15	—	—	1.6	
2061	150	30	18:45	—	—	1.6	v ≈ 19cm/s(FLU-
2058	150	80	18:45	—	—	1.6	TUADOR A 100cm
2059	150	150	18:45	—	—	6.6	DA SUPERFÍCIE)
2835	155	30	19:15	—	—	3.9	
2702	155	80	19:15	—	—	3.3	
2841	155	155	19:15	—	—	7.8	
2707	160	30	19:45	—	—	4.4	
2827	160	80	19:45	—	—	2.0	
2833	160	160	19:45	—	—	1.9	



**Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS**  
**DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD**

**DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO**  
**MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES**

CLIENTE : **COMDUSA - VITÓRIA, ES**

LOCAL RIO ARIBIRI DATA 29/11/80 REGIME QUADRATURA

N° DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO (°)	VELOC. (cm/s)		
2822	160	30	20:15	—	—	2.1	
2838	160	80	20:15	—	—	1.6	
2843	160	160	20:15	—	—	2.3	
2839	160	30	20:45	—	—	3.0	
1345	160	80	20:45	—	—	2.2	
2842	160	160	20:45	—	—	—	
2821	160	30	21:15	—	—	—	v ≈ 12 cm/s
2844	160	80	21:15	—	—	—	(NA SUPERFICIE)
2825	160	160	21:15	—	—	—	
2824	160	30	21:45	—	—	—	PIA 20:34h
2708	160	80	21:45	—	—	—	TÁBUA DHN-1980
2836	160	160	21:45	—	—	—	

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS  
DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD

DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO  
MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES

CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES

LOCAL I. COBRAS

DATA 23/11/80

REGIME SIZÍGIA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO (°)	VELOC. (cm/s)		
0021	150	30	16:00	325	4	36,0	PM 15:41h
0034	150	80	16:00	—	6	40,4	TABUA DHU-1980
1556	150	130	16:00	—	—	19,4	
2499	140	30	16:30	93	10	15,8	
1561	140	80	16:30	86	14	6,4	
0462	140	130	16:30	—	—	15,8	
1607	130	30	17:00	118	8	17,1	
1602	130	80	17:00	—	6	7,0	
1627	130	130	17:00	—	—	11,4	
1626	125	30	17:30	153	13	9,8	
1617	125	80	17:30	—	7	10,6	
1618	125	125	17:30	—	—	11,3	
1608	100	30	18:00	138	11	12,1	
1629	100	80	18:00	—	—	8,8	
1625	90	30	18:30	121	12	24,2	
1613	90	90	18:30	—	—	13,3	
2193	75	30	19:00	—	9	11,8	
2215	50	30	19:30	—	11	36,2	
1057	40	40	20:00	—	—	83,9*	
2212	25	25	20:30	—	—	65,0*	
2220	16	16	21:00	—	—	79,9*	
1019	7	7	21:30	—	—	43,7*	BM 21:55h TABUA DHU-1980
1018	5	5	22:30	—	—	16,3*	Obs.: Não se co- lheu amostra
2217	10	10	23:00	—	—	43,6*	AS 22:00h
2211	18	18	23:30	—	—	104,6*	
1012	30	30	24:00	—	—	36,7*	
2848	50	50	00:30	—	—	12,1*	
2874	65	30	01:00	—	—	32,5*	
2191	90	30	01:30	320	7	22,3*	
2869	110	30	02:00	318	8	15,5*	Obs.: Não se co- lheu amostra
2845	110	80	02:00	—	—	6,6	AS 02:30h
2856	130	30	03:00	262	7	2,6	
2875	130	80	03:00	253	8	7,7	

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS  
DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD

DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO  
MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES

CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES

LOCAL I. COBRAS DATA 23/11/80 REGIME SIZÍGIA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO (°)	VELOC. (cm/s)		
2207	130	130	03:00	—	—	8.2	
2876	150	30	03:30	325	4	6.8	
2849	150	80	03:30	293	6	10.1	
1692	150	130	03:30	—	—	2.7	
1973	150	30	04:00	322	6	4.8	PM 04:29h
1971	150	80	04:00	290	7	5.3	TABUA DHA-18
1972	150	130	04:00	—	—	6.8	
<p>OBS.: Os horários e amplitudes de PRAAIAR (PM) e BAIXAMAR (BM) são referidos ao mareógrafo instalado na LHA DO URUBU, com as coordenadas:</p> <p>LATITUDE - 20° 19,2' S</p> <p>LONGITUDE - 040° 19,1' W</p>							

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS  
DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD

DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO  
MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES

CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES

LOCAL I. COBRAS DATA 30/11/80 REGIME QUADRATURA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO(°)	VELOC.(cm/s)		
1072	95	30	07:50	—	—	56,0*	BM 20 03:10h (TÁBUA MAREZ DHU-1980)
1061	95	95	07:50	—	—	8,6	
1356	98	30	08:20	—	—	1,6	
1057	98	98	08:20	—	—	1,0	
1026	100	30	08:50	—	—	0,4	
1073	100	100	08:50	—	—	4,1	
1069	100	30	09:20	—	—	0,2	
1055	100	100	09:20	—	—	1,4	
1065	102	30	09:50	—	—	0,6	v ≈ 5,0 cm/s (FLUTUADOR A
1062	102	102	09:50	—	—	0,2	50cm DA SUPERFICIE)
1066	110	30	10:20	—	—	0,4	PM 20 10:00h
1068	110	110	10:20	—	—	0,4	(TÁBUA MAREZ DHU-1980)
1071	105	30	10:50	—	—	0,8	v ≈ 5,0 cm/s
1060	105	105	10:50	—	—	0,8	(FLUTUADOR A 50cm SUPERFICIE)
1355	105	30	11:20	—	—	1,0	
1063	105	105	11:20	—	—	0,6	
1056	100	30	11:50	—	—	8,2	
1058	100	100	11:50	—	—	0,8	
<del>1064</del>	95	30	12:20	—	—	6,0	
2208	95	95	12:20	—	—	0,8	
2205	95	30	12:50	—	—	6,1	
2198	95	95	12:50	—	—	9,1	
2188	90	30	13:20	—	—	10,3	v ≈ 40 cm/s
2190	90	90	13:20	—	—	6,5	(FLUTUADOR A 50cm DA SUPERFICIE)
2189	85	30	13:50	—	—	0,4	
2194	85	85	13:50	—	—	0,6	
2201	85	30	14:20	—	—	3,6	
2204	85	85	14:20	—	—	2,7	
2209	75	30	14:50	—	—	6,2	
1028	75	75	14:50	—	—	6,9	
2203	65	30	15:20	—	—	3,7	
2202	65	65	15:20	—	—	5,7	
2187	60	30	15:50	—	—	2,8	



Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS  
DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD

DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO  
MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES

CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES

LOCAL TERM. PRAIA DATA 25/11/80 REGIME MZÉLIA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO (°)	VELOC. (cm/s)		
2676	180	30	07:00	—	—	0,4	PM AS 05:12
2675	180	80	07:00	198	—	5,6	(TÁBUA MARES DHU-1980)
2677	180	130	07:00	221	—	3,5	
2704	180	180	07:00	—	—	20,2	
2687	175	30	07:30	238	—	13,4	
2686	175	80	07:30	252	—	5,9	
2683	175	130	07:30	229	—	5,8	
2681	175	175	07:30	—	—	8,2	
2680	175	30	08:00	264	13	8,0	
2695	175	80	08:00	264	19	2,0	
1720	175	175	08:00	248	16	12,2	
1739	160	30	08:30	300	16	0,6	
1732	160	80	08:30	249	17	1,0	
1735	160	160	08:30	246	—	12,5	
1738	150	30	09:00	253	11	12,5	
1031	150	80	09:00	238	—	5,6	
1716	150	150	09:00	—	—	7,6	
1723	125	30	09:30	232	5	8,3	
1715	125	80	09:30	—	—	9,3	
1713	125	125	09:30	231	—	9,4	
2963	120	30	10:00	240	7	14,5	
2958	120	80	10:00	—	—	7,1	
2979	120	120	10:00	249	—	19,7	
2964	120	30	10:30	260	10	21,3	
2955	120	80	10:30	—	—	21,1	
2956	120	120	10:30	256	—	22,5	
2952	120	30	11:00	243	13	18,8	
1029	120	80	11:00	—	—	12,3	3H AS 11:05h (TÁBUA MARES DHU-1980)
2962	120	120	11:00	274	—	14,5	
2953	120	30	11:30	290	9	11,9	
1067	120	80	11:30	—	—	11,1	
1070	130	30	12:00	235	6	11,8	
1059	130	80	12:00	—	—	9,5	

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS  
DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD

DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO  
MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES

CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES

LOCAL TERMINAL PRAIA DATA 25/11/80

REGIME ATÍPICA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO(°)	VELOC.(cm/s)		
1075	130	30	12:30	255	6	11,4	
1076	130	80	12:30	308	6	10,7	
1728	150	30	13:00	186	6	13,1	
1731	150	80	13:00	155	6	10,3	
1727	150	150	13:00	—	—	13,4	
1725	160	30	13:30	264	3	13,5	
1077	160	80	13:30	207	6	9,5	
1644	160	130	13:30	—	—	12,3	
1633	165	30	14:00	262	3	9,5	
1711	165	80	14:00	225	7	7,0	
1642	165	130	14:00	210	6	9,8	
1643	165	165	14:00	—	—	24,0	
1640	180	30	14:30	256	4	17,3	
1641	180	80	14:30	260	6	6,5	
1708	180	130	14:30	—	—	15,7	
1649	190	30	15:00	132	5	12,8	
1631	190	80	15:00	84	3	20,5	
2339	190	130	15:00	48	7	19,6	
2345	190	190	15:00	—	—	30,8	
2280	200	30	15:30	167	7	12,6	
2326	200	80	15:30	41	2	14,8	
2333	200	130	15:30	53	4	14,9	
2236	200	200	15:30	—	—	64,0 *	
2343	200	30	16:00	128	3	19,3	
2285	200	80	16:00	73	5	13,9	
2283	200	130	16:00	25	6	11,8	
2324	200	200	16:00	—	—	46,8 *	
2327	210	30	16:30	128	8	21,7	
2353	210	80	16:30	41	7	11,2	
2347	210	130	16:30	44	8	8,4	
2329	210	210	16:30	—	—	17,3	
2337	215	30	17:00	111	9	12,1	
2331	215	80	17:00	84	4	14,4	





Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS  
DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD

DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO  
MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES

CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES

LOCAL TERMINAL PRAINHA DATA 28/11/80 REGIME QUADRATURA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO(°)	VELOC.(cm/s)		
1594	200	30	06:45	124	6	7,6	BA A 01:00h (TÁBUA MARÉS DHN -1980)
1656	200	80	06:45	143	—	5,0	
1650	200	130	06:45	353	—	5,2	
1637	200	200	06:45	—	—	17,0	
1595	205	30	07:15	111	4	7,9	PM às 07:34h (TÁBUA MARÉS DHN -1980)
1654	205	80	07:15	145	—	10,2	
1638	205	130	07:15	243	—	1,0	
1048	205	205	07:15	—	—	1,4	
1653	215	30	07:45	148	4	3,3	
1584	215	80	07:45	308	8	5,9	
1585	215	130	07:45	352	5	11,6	
1577	215	215	07:45	—	—	7,3	
1652	205	30	08:15	326	7	5,7	
2051	205	80	08:15	340	—	—	
2065	205	130	08:15	353	—	9,2	
1492	205	205	08:15	—	—	7,1	
1490	200	30	08:45	90	—	1,9	
1486	200	80	08:45	149	—	4,6	
1488	200	130	08:45	304	—	3,4	
2066	200	200	08:45	—	—	5,4	
2049	200	30	09:15	35	—	5,1	
2067	200	80	09:15	265	—	6,4	
1491	200	130	09:15	225	—	5,0	
1474	200	200	09:15	—	—	5,6	
1487	210	30	09:45	290	—	7,3	
2050	210	80	09:45	266	—	6,1	
2052	210	130	09:45	232	—	5,0	
1380	210	210	09:45	—	—	0,8	
1367	205	30	10:15	221	—	12,0	
1851	205	80	10:15	212	—	4,6	
1828	205	130	10:15	285	—	1,4	
1362	205	205	10:15	—	—	2,6	
1373	200	30	10:45	256	—	11,2	

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS  
DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD

DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO  
MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES

CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES

LOCAL TERMINAL PRAINHA DATA 28/11/80 REGIME QUADRATURA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO(°)	VELOC.(cm/s)		
1378	200	80	10:45	214	—	6,4	
1374	200	130	10:45	256	—	3,0	
1369	200	200	10:45	—	—	3,8	
1846	195	30	11:15	208	—	15,0	
1365	195	80	11:15	211	—	5,3	
1361	195	130	11:15	225	—	12,0	
1375	195	195	11:15	—	—	5,2	
1333	190	30	11:45	236	—	13,4	
1346	190	80	11:45	223	—	10,6	
1360	190	130	11:45	205	—	2,4	
1357	190	190	11:45	—	—	9,8	
1359	180	30	12:15	256	—	33,5 *	
1339	180	80	12:15	233	—	45,3 *	
1343	180	130	12:15	290	—	2,4	
1342	180	180	12:15	—	—	2,8	
1351	190	30	12:45	182	—	1,2	
1353	190	80	12:45	294	—	2,2	
1354	190	130	12:45	318	—	2,4	
1350	190	190	12:45	—	—	2,6	
1338	180	30	13:15	209	—	7,5	
1687	180	80	13:15	201	—	3,8	
1694	180	130	13:15	326	—	5,2	
1695	180	180	13:15	—	—	6,2	
1707	175	30	13:45	105	—	3,2	Bal em 13:38h
1689	175	80	13:45	66	—	2,1	(TÁBUA NADES DIN-1980)
1698	175	130	13:45	349	—	3,6	
1693	175	175	13:45	—	—	3,2	
2944	175	30	14:15	207	—	21,0	
1702	175	80	14:15	167	—	9,4	
1700	175	130	14:15	45	—	8,1	
1697	175	175	14:15	—	—	5,5	
1696	180	30	14:45	136	—	8,6	
1709	180	80	14:45	181	—	—	

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/NUCLEBRÁS  
DIVISÃO DE RADIOISÓTOPOS - DERL/PD

DETERMINAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO  
MEDIÇÕES DE DIREÇÃO E VELOCIDADE DE CORRENTES

CLIENTE : COMDUSA - VITÓRIA, ES

LOCAL TERMINAL PAINHA DATA 28/11/80

REGIME QUADRATURA

Nº DA AMOSTRA	PROFUNDIDADE (cm)	ALTURA A PARTIR DO FUNDO (cm)	HORA	CORRENTE		CONCENTRAÇÃO (mg/l)	OBSERVAÇÕES
				DIREÇÃO(°)	VELOC.(cm/s)		
1690	180	130	14:45	77	—	2,6	
1691	180	170	14:45	—	—	3,2	
1699	185	30	15:15	329	—	32,9	
1686	185	80	15:15	298	—	6,5	
1036	185	130	15:15	249	—	1,0	
1042	185	185	15:15	—	—	8,7	
1045	180	30	15:45	281	—	13,3	
1052	180	80	15:45	210	—	4,5	
1346	180	130	15:45	249	—	4,5	
1337	180	180	15:45	—	—	4,9	
1054	180	30	16:15	226	—	6,8	
1046	180	80	16:15	338	—	14,0	
1037	180	130	16:15	—	—	11,9	
1034	180	180	16:15	325	8	8,0	
1038	180	30	16:45	223	—	12,8	
1043	180	80	16:45	292	—	13,9	
1047	180	130	16:45	253	—	8,9	
1053	180	180	16:45	350	6	9,2	
1334	185	30	17:15	264	—	15,2	
1044	185	80	17:15	345	—	8,3	
1041	185	130	17:15	356	—	2,5	
1035	185	185	17:15	326	7	4,4	
1844	195	30	17:45	271	—	5,4	
1480	195	80	17:45	173	—	5,7	
1469	195	130	17:45	188	—	5,9	
1470	195	195	17:45	328	12	2,5	
1477	195	30	18:15	257	—	28,3	
1476	195	80	18:15	195	—	8,3	
1471	195	130	18:15	208	—	3,8	
1468	195	195	18:15	—	—	5,3	
1465	200	30	18:45	200	—	10,4	
1845	200	80	18:45	210	—	8,6	
1484	200	130	18:45	208	—	6,9	



#### IV. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES. CONCLUSÕES

##### IV.1 Avaliação dos Resultados Obtidos no Rio Aribiri

O rio Aribiri tem um traçado bastante irregular, sem definição precisa de sua calha devido à presença constante, nas margens, de grande extensão de vegetação de mangue.

O fundo é constituído por vasa bastante fluida e de odor desagradável, escura e muito fina, com pouca presença de areia.

Os movimentos de maré são diretamente sentidos no rio, chegando, com um atraso de 15 a 20 minutos, em relação às preamares e baixamares previstas para a estação maregráfica localizada na Ilha do Urubu, ao ponto de coletas no rio Aribiri.

As coletas em sizígia no Aribiri iniciaram-se às 14:55h no dia 22/11/80. A maré no local estava em final de enchente. A Tábua de Marés da DHN para 1980 previa PM às 15:03h. A parada de maré no local das coletas se fez sentir em torno das 15:25h, quando a velocidade registrada pelo correntômetro caiu drasticamente. Na leitura feita às 15:55h já se observa a mudança de direção do fluxo (maré em regime de vazante) e, a partir daí, aumento da velocidade da corrente até os valores máximos, registrados em torno das 18:00h, quando então esses valores novamente decrescem até a BM que no local ocorreu por volta

de 21:25h. (Pela Tábua de Marés da DHN, a BM seria às 21:12h).

Os valores de concentração de sólidos em suspensão são de modo geral, baixos, inferiores mesmo ao limite inferior da faixa que a EPA considera como de maior confiabilidade do método de análise utilizado (20 mg/l a 20000 mg/l; ver Anexo I). Resultados mais expressivos só foram obtidos quando as velocidades de corrente eram maiores, como ocorreu no intervalo 17:30 - 19:00h e no intervalo 01:00 - 02:30h. O primeiro intervalo, entre uma PM e a BM seguinte, apresenta velocidades de corrente e valores de concentração maiores que os observados no intervalo seguinte, inserido entre a já referida BM e a PM prevista para as 03:44h (Tábua de Marés da DHN - 1980). Tal constatação pode evidenciar que as velocidades na vazante são maiores e que os sedimentos trazidos em suspensão para o mar são em quantidade um pouco maior que aqueles que adentram o rio, embora tais quantidades sejam, em valor absoluto, aparentemente pequenas.

Para confirmar essa afirmação, a figura 2, que traz a distribuição das velocidades médias pelas direções deixa bem claro o padrão de correntes no Aribiri no que diz respeito ao efeito da maré. As direções de corrente compreendidas entre  $0^{\circ}$  e  $40^{\circ}$  correspondem à fase de vazante da maré, enquanto que as direções compreendidas entre  $185^{\circ}$  e  $215^{\circ}$  correspondem à enchente, havendo um registro solitário em  $230^{\circ}$ . O fluxo é, portanto, praticamente unidirecional em cada fase de maré, tendo seu sentido invertido a cada meio-ciclo da mesma.

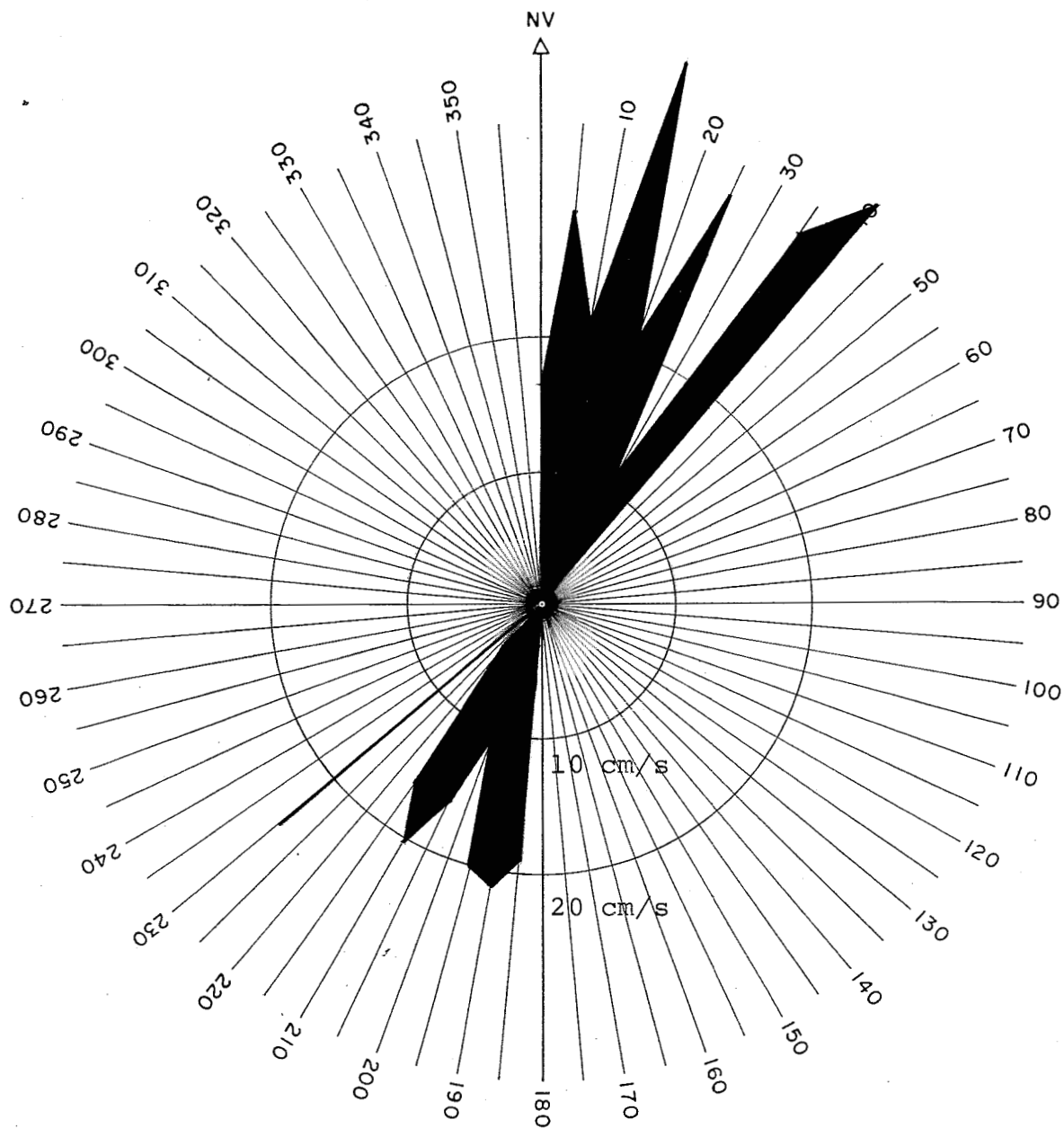


FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS VELOCIDADES MÉDIAS  
 PELAS DIREÇÕES - RIO ARIBIRI  
 22/11/80 - SIZÍGIA

Esc.: 1 cm = 5 cm/s

Na figura 2 observa-se também que a média das velocidades médias na vazante é sensivelmente maior que a mesma média na enchente, isto tanto no fundo quanto na superfície.

O gráfico apresentado na figura 3, que mostra a distribuição da concentração com a profundidade ao longo do ciclo de maré, é bastante ilustrativo no esclarecimento da afirmação de serem as concentrações, em regra, maiores na vazante que na enchente.

É possível observar-se que, de 15:25h às 20:55h a concentração no fundo foi sempre maior que na superfície o que aliás, é a tendência normal. As velocidades mais altas nesse período transportam o sedimento em suspensão em direção à boca do rio. Estranhamente, a concentração na parada da maré em torno das 21:25h não aumentou, nem mesmo no fundo, e esse aumento deveria acontecer pois, com as águas em repouso, o sedimento sólido teria maior facilidade de decantação.

Com a maré em fase de enchente, a seguir, os valores de concentração voltaram a aumentar. É possível que parte desse material que volta seja o material transportado pelo rio para o mar. Uma definição nesse sentido seria possível através de uma caracterização física e granulométrica do sedimento em suspensão ou de testes realizados com traçadores radioativos.

Uma análise mais aprofundada dos trabalhos no Aribiri em quadratura será dificultada pela inexistência de dados de corrente, visto que o correntômetro sofreu a



Fig 3

varia impossível de ser reparada no local.

O trabalho em quadratura foi iniciado às 09:45h do dia 29/11/80, em regime de vazante. A Tábua de Marés da DHN previa PM às 08:39h. Em torno das 15:15h estava-se em BM no local, com um atraso de uns 20 minutos em relação à previsão da Tábua de Marés (BM às 14:55h) da DHN.

Os valores de concentração se apresentam, regra geral, inferiores àqueles obtidos em sizígia, a ponto de, a partir da BM às 15:15h, caírem para níveis praticamente desprezíveis.

Apesar disso, uma consulta à figura 4, que trata da distribuição da concentração com a profundidade ao longo do ciclo de maré em quadratura, mostra que o fenômeno observado na sizígia se repete qualitativamente, ou seja, os valores de concentração na fase de vazante são maiores que os valores na enchente.

Também se repete o fato de não haver aumento de concentração na parada da maré, seja na superfície, seja mais próximo ao fundo.

Na quadratura, no entanto, os valores de concentração na enchente não se recuperaram. Isto talvez se deva ao fato de que, após a baixa-mar das 15:15h, a enchente, com velocidades menores que as da enchente de sizígia (foram feitas algumas medições com flutuadores) tenha favorecido a decantação dos sedimentos antes deles passarem pela seção de coletas; também devido a um efeito menos acentuado sobre o fundo (pelas baixas velocidades), não se

Fig. 4

tenham produzido as tensões críticas de cisalhamento junto ao fundo capazes de colocar em suspensão para transporte rio adentro os sedimentos depositados no leito do rio ou no piso marinho.

Pode-se entender, portanto, que o efeito mais crítico de carreamento de sólidos em suspensão na época seca se dá em sizígia e em regimes de vazante apesar de, em valor absoluto, os números serem pequenos.

#### IV.2 Avaliação dos Resultados Obtidos no Canto da Juburuna (Ilha das Cobras)

O ponto de coleta de amostras na região da Juburuna fica situado sobre o banco de lama adjacente ao Morro da Penitenciária. Fica a oeste da Ilha das Cobras, do lado oposto àquele onde foi dragado o canal de acesso ao estaleiro da NISIBRA. O local é raso e o fundo descobriu-se totalmente quando da baixa-mar registrada em torno das 22:00h do dia 23/11/80, em regime de sizígia.

O trabalho de coleta de amostras e de medições de corrente em sizígia iniciou-se às 16:00h do dia 23/11/80. A previsão da Tábua de Marés da DHN para 1980 registra PM às 15:41h, referida à estação maregráfica da Ilha do Urubu. Quando os trabalhos se iniciaram, ainda havia uma fraca corrente de enchente que, nos trinta minutos seguintes, teve sua direção alterada e entrou em regime de vazante com velocidades superiores às aquelas observadas na enchente.

A lama no local apresenta areia e conchas e tem capacidade de suporte razoável, sendo até bastante dura.

Os primeiros valores de concentração ficaram certamente mascarados pelo revolvimento do fundo ocorrido na chegada e durante o fundeio das embarcações.

Altamente prejudicados foram também os valores de concentração obtidos para as amostras colhidas no período que vai das 20:00h até a 01:00h pois, devido à pequena altura da lâmina d'água não se pode coletar amostras de maneira adequada, como também não foi possível o uso de correntômetro para avaliação de correntes.

A partir de 01:30h do dia 24/11/80, voltou-se a registrar dados de direção e velocidade de correntes. Quanto aos primeiros, nota-se que, à medida que se caminha para a PM seguinte (que, de acordo com a Tábua de Marés se daria às 04:29h), tende-se a obter valores semelhantes à aqueles registrados na primeira PM coberta pelo trabalho. No caso de valores de velocidade, nota-se que, regra geral, eles são menores que aqueles registrados no período de vazante.

Também os valores de concentração na fase de enchente são menores que os valores de concentração obtidos durante a vazante, indicando com isso que, provavelmente, as correntes com maior velocidade possam colocar em suspensão material depositado no fundo ou que as correntes de vazante carregam para o canal material vindo de montante do ponto onde foram feitas as coletas.

Apesar dos registros de corrente não terem tido a continuidade desejável, devido às pequenas profundidades, os dados obtidos, quase todos a 30cm do fundo (alguns a 80cm) mostram um padrão de direções com certa regularidade.

As correntes de vazante, com velocidades médias maiores que as de enchente, estão na faixa de direções que vai de  $65^{\circ}$  a  $130^{\circ}$ , enquanto as de enchente se acham entre  $230^{\circ}$  e  $305^{\circ}$ , no sentido geral de leste para oeste. Isto se pode observar na figura 5.

Com respeito aos valores de concentração, os gráficos apresentados na figura 6 ajudam a compreensão da afirmativa de serem os valores de concentração na vazante maiores que aqueles na enchente.

Pode-se observar também os valores colhidos entre 20:00h e 01:00h, bastante irrealis, devido ao modo anômalo com que as coletas foram realizadas.

Deve-se salientar que às 22:00h não se fez coleta pois o local estava completamente seco.

As coletas em regime de quadratura nessa região iniciaram-se às 07:50h do dia 30/11/80, umas duas horas antes da PM que, no local, deveria ocorrer próximo às 10:00h, de acordo com a Tábua de Marés da DHN, para 1980.

O que se observa é que os valores de concentração de sedimento sólido em suspensão são, via de regra, bem menores que aqueles obtidos durante a sizígia. Ainda

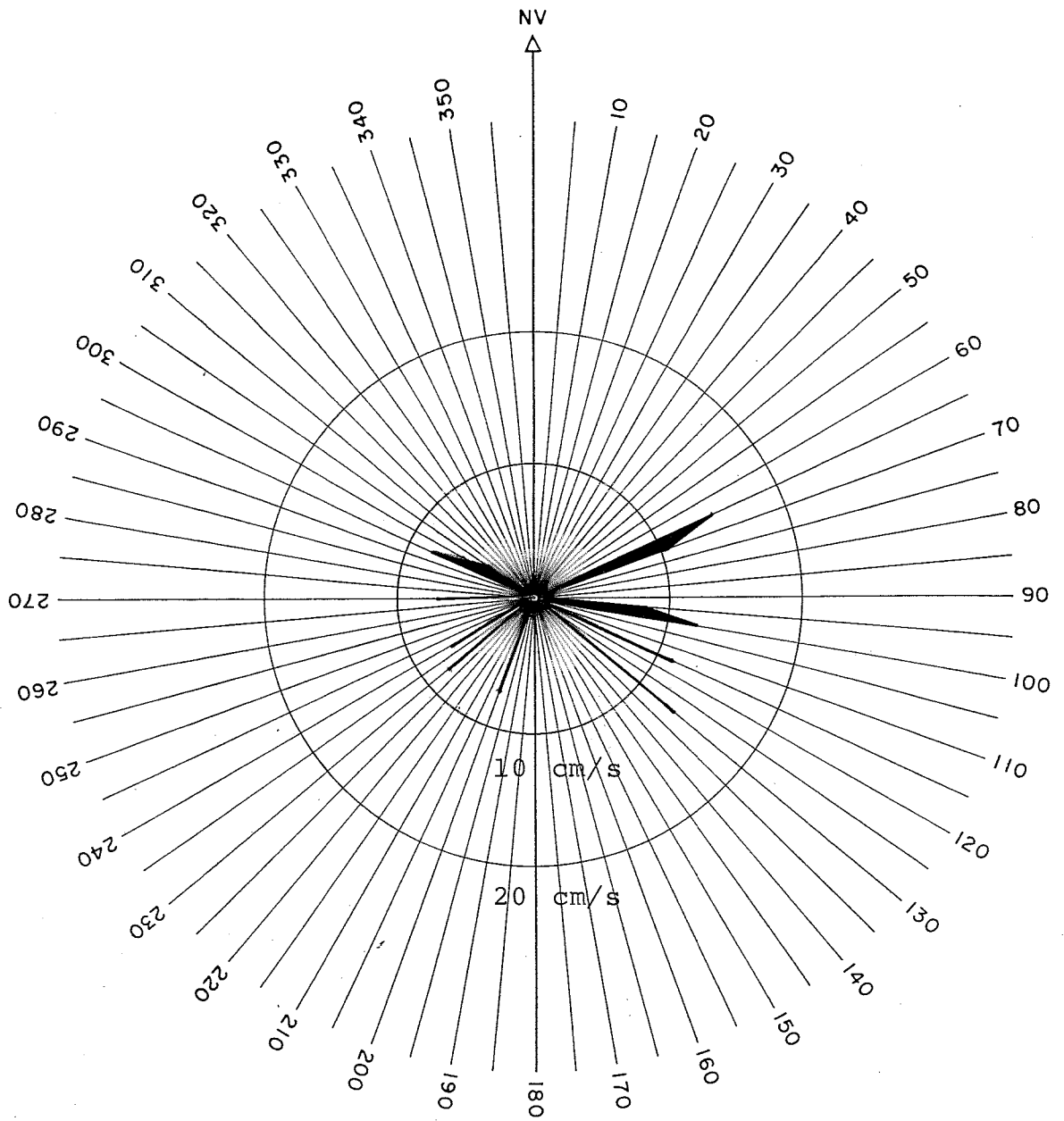


FIGURA 5 - DISTRIBUIÇÃO DAS VELOCIDADES MÉDIAS  
 PELAS DIREÇÕES - CANTO DE JUBURUNA  
 (ILHA DAS COBRAS) - 23/11/80 - SIZÍGIA

Esc.: 1 cm = 5 cm/s

fig. 6



assim, os valores obtidos entre a PM das 10:00h e a BM das 16:12h, ou seja, em regime de vazante, são no geral maiores que aqueles obtidos durante a fase de enchente, reproduzindo o comportamento observado durante o regime de sizígia anteriormente apresentado.

Muitos dos valores apresentados são duvidosos em termos de grandeza, pois se situam muito abaixo do limite inferior de confiabilidade do método de análise, mas indicam claramente que a concentração encontrada é baixíssima, se encarados qualitativamente. O valor de concentração obtido para a amostra 1072 é incorreto, e certamente decorrente da operação de fundeamento das embarcações.

Não se pode aqui contar com as medições a correnteômetro pois este se avariou, sem possibilidade de reparo no local, no dia anterior.

Os gráficos da figura 7 esclarecem melhor os valores de concentração obtidos.

#### IV.3 Avaliação dos Resultados Obtidos no Terminal da Prainha

O canal de acesso ao Terminal Aquaviário da Prainha apresenta um balizamento de bóias cegas a bombordo das embarcações que partem do terminal. O ponto de coleta de amostras e de medições de correntes situa-se a meia distância entre a segunda e a terceira bóias contadas a partir do terminal, no limite da área alargada para manobras.

Fig. 7

bras das lanchas.

O fundo é de areia razoavelmente compacta e apresenta irregularidades devido aos trabalhos de dragagem ali executados pela firma Bandeirantes. Durante os trabalhos de campo esteve operando nas imediações uma draga de sucção que, através de tubulação de ferro, lançava o material dragado na área que aparece na figura 1 como "aterro". É possível, portanto, que, de alguma forma os resultados obtidos nas análises tenham sido afetados pelo revolvimento de material que a operação de dragagem certamente provocou.

As coletas de amostras em sizígia iniciaram-se às 07:00h do dia 25/11/80, aproximadamente 2 horas após a PM prevista para as 05:12h.

As velocidades de corrente medidas até a BM seguinte, e que ocorreu por volta das 14:45h, apresentaram valores médios um pouco maiores que as velocidades na enchente seguinte, apesar de, em ambos os casos, ter-se um padrão de direções bem irregular, tendo o correntômetro indicado muitas e diferentes direções de corrente durante todo o ciclo.

Isto pode ser bem visualizado na figura 8 e pode ter explicação no fato de serem as velocidades medidas em geral muito baixas. Quando isto ocorre, o sensor de direção do correntômetro tende a indicar direções variáveis, dada a dificuldade que ele tem de se orientar adequadamente na direção da corrente. Outra causa possível é devida à morfologia do local. É possível que os escoamentos

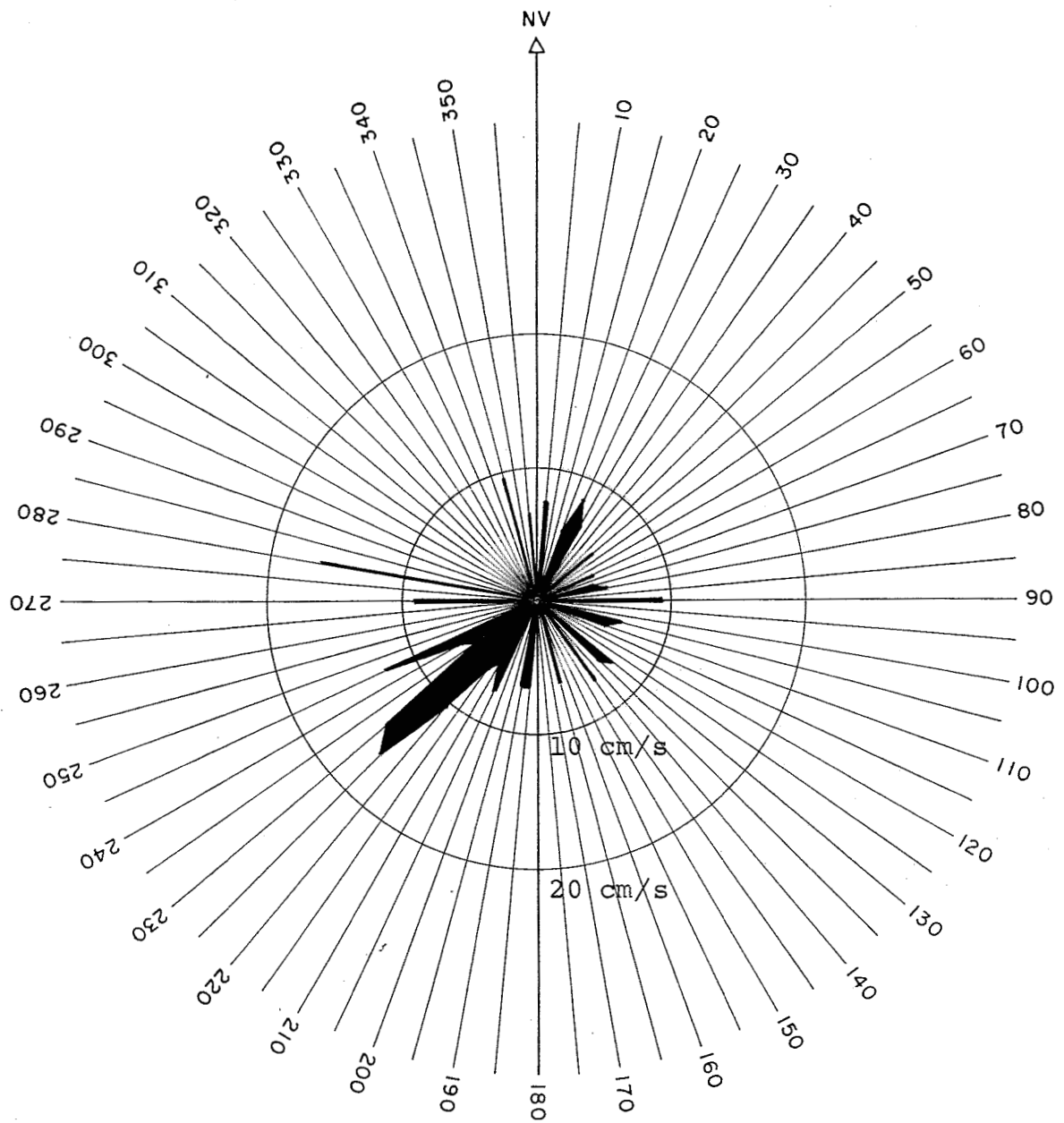


FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO DAS VELOCIDADES MÉDIAS  
PELAS DIREÇÕES. TERMINAL PRAINHA  
25/11/80 - SIZÍGIA

Esc.: 1 cm = 5 cm/s

principais de maré se dêem através do canal fronteiro à região e que o movimento de águas, no local da medição, seja induzido por estes escoamentos, mudando de sentido (horário para anti-horário) conforme a maré passe de enchente a vazante. Isto pode gerar movimentos de água, em função da velocidade do escoamento principal, de direções não muito bem definidas.

A figura 9, que mostra a distribuição da concentração com a profundidade não facilita uma comparação entre valores nas fases de enchente e de vazante, pois não parece haver uma tendência à definição de qualquer parâmetro de comparação. A exceção parecem ser as concentrações no fundo ligeiramente maiores na enchente que na vazante e valores de concentração na superfície, também em enchente, algo maiores que no fundo.

As coletas de amostras e medições de corrente no Terminal da Prainha, em quadratura, iniciaram-se às 06:45h do dia 28/11/80 aproximadamente uma hora antes da PM prevista para o local.

Não se obtiveram bons registros de velocidade de correntes, mas as direções apresentavam um padrão um pouco mais regular que as correntes em sizígia.

Quanto aos valores de concentração, apresentados nos gráficos da figura 10, pode-se dizer que são, via de regra, menores que os valores obtidos em sizígia e que, como acontecera antes, os resultados obtidos na enchente, são ligeiramente superiores aos da fase de vazante. As amo

Fig. 9 & 10

tras colhidas às 12:15 mostram resultados atípicos, que certamente estão incorretos por problema de coleta.

#### IV.4 Conclusões

Resumindo os comentários feitos nos itens anteriores pode-se dizer que, em qualquer dos pontos estudados e em fase de enchente ou de vazante da maré os teores de sólidos em suspensão encontrados são, em valor absoluto, pequenos.

No Aribiri, observa-se que o fluxo é praticamente unidirecional em cada fase de maré, com velocidades médias na vazante maiores que na enchente. As maiores concentrações foram obtidas também nas vazantes, com maiores teores na fase de sizígia.

Quanto aos resultados obtidos no Canto da Juburu na, pode-se salientar a maior irregularidade no padrão de correntes e a tendência de se encontrar teores maiores de concentração durante as vazantes, e em especial na fase de sizígia.

No Terminal da Prainha o padrão de correntes parece bastante irregular, sendo as velocidades medidas muito baixas, o que dificulta a correta orientação do sensor de direção do correntômetro. Também devido ao canal nas imediações, é possível que os escoamentos principais da maré se façam por ele, sendo o movimento das águas no local das medições induzido por estes escoamentos que, mudando

de sentido com o regime de maré, causem movimentos de di  
reções pouco definidas.

No que diz respeito aos valores de concentração, pode-se admitir que nas enchentes, tanto em sizígia quan  
to em quadratura, são ligeiramente maiores que nas vazan  
tes, como também o são ao compararmos a sizígia com a qua  
dratura.

Quanto à natureza e padrões de transporte desses sedimentos sólidos, somente estudos de granulometria e de caracterização físico-química, aliados a testes com traçadores radioativos, poderiam fornecer resultados confiã  
veis.

./jms.



## A N E X O I

Método Utilizado no Laboratório para Determinação da Concentração de Sólidos em Suspensão, conforme a publicação "Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes", páginas 278 e 279, editada em 1971 pela Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.

SOLIDS, NON-FILTERABLE (SUSPENDED)

STORET NO. 00530

1. Scope and Application

1.1 This method is applicable to surface waters, domestic and industrial wastes, and saline waters.

1.2 The practical range of the determination is 20 mg/l to 20,000 mg/l.

2. Summary of Method

2.1 A well-mixed sample is filtered through a standard glass fiber filter, and the residue retained on the filter is dried to constant weight at 103-105°C.

3. Definitions

3.1 Non-filterable solids are defined as those solids which are retained by a standard glass fiber filter and dried to constant weight at 103-105°C.

4. Sample Handling and Preservation

4.1 Non-homogenous particulates such as leaves, sticks, fish, and lumps of fecal matter should be excluded from the sample.

4.2 Preservation of the sample is not practical; analysis should begin as soon as possible.

5. Interferences

5.1 Too much residue on the filter will entrap water and may require prolonged drying.

6. Apparatus

6.1 Glass fiber filter discs, 4.7 cm or 2.2 cm, without organic binder, Reeve Angel type 984 H, Gelman type A, or equivalent.

6.2 Filter holder, membrane filter funnel or Gooch crucible adapter.

6.3 Suction flask, 500 ml.

6.4 Gooch crucibles, 25 ml (if 2.2 cm filter is used).

6.5 Drying oven, 103-105°C.

6.6 Desiccator.

6.7 Analytical balance, 200 g capacity, capable of weighing to 0.1 mg.

## 7. Procedure

7.1 Preparation of glass fiber filter disc: Place the disc on the membrane filter apparatus or insert into bottom of a suitable Gooch crucible. While vacuum is applied, wash the disc with three successive 20 ml volumes of distilled water. Remove all traces of water by continuing to apply vacuum after water has passed through. Remove filter from membrane filter apparatus or both crucible and filter if Gooch crucible is used, and dry in an oven at 103-105°C for one hour. Remove to desiccator and store until needed. Weigh immediately before use.

7.2 Assemble the filtering apparatus and begin suction. Shake the sample vigorously and rapidly transfer 100 ml to the funnel by means of a 100 ml volumetric cylinder. If suspended matter is low, a larger volume may be filtered.

7.3 Carefully remove the filter from the membrane filter funnel assembly. Alternatively, remove crucible and filter from crucible adapter. Place in drying oven and dry at 103-105°C to constant weight.

## 8. Calculations

8.1 Calculate non-filterable solids as follows:

$$\text{Non-filterable solids, mg/l} = \frac{(\text{Wt. of filter + residue}) - (\text{wt. of filter}) \times 1000}{\text{ml of sample filtered}}$$

## 9. Precision and Accuracy

9.1 Precision data are not available at this time.

9.2 Accuracy data on actual samples cannot be obtained.

## REFERÊNCIAS

- 1 - "A Revitalização do Sistema Aquaviário", por Luiz Otávio. Jornal do Aquaviário: Ano I, número 1. Outubro de 1980.