



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E AMBIENTE
Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras

Proc. 0604//14/16599

COLUNA DE SEDIMENTAÇÃO

Velocidade de queda de sedimentos do Esteiro dos Frades, Ria de Aveiro

Estudo realizado no âmbito do projecto "Murano – Muros das Marinhas de Sal da Ria de Aveiro", co-financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia

Lisboa • Novembro de 2009

I&D HIDRÁULICA E AMBIENTE

RELATÓRIO 350/2009 – NEC

COLUNA DE SEDIMENTAÇÃO

**Velocidade de Queda de Sedimentos do Esteiro dos
Frades, Ria de Aveiro**

SETTLING COLUMN

**Settling Velocity of Sediments from Esteiro dos
Frades, Ria de Aveiro**

COLONNE DE SEDIMENTATION

**Vitesse de Chute de Sédiments du Esteiro dos Frades,
Ria de Aveiro**

COLUNA DE SEDIMENTAÇÃO

Velocidade de Queda de Sedimentos do Esteiro dos Frades, Ria de Aveiro

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	1
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	3
4. CONCLUSÕES	4
ANEXO I: FIGURAS	7
ANEXO II: QUADROS	13

Índice de Figuras

Figura 1:	Localização do ponto de amostragem.....	2
Figura A.1:	Evolução da concentração de sedimento em suspensão (média vertical). Ensaios 1, 2, 3, 4 e 5.	9
Figura A.2:	Evolução da concentração de sedimento em suspensão a 10 níveis. Ensaio 1: concentração inicial 2,25 g/l; salinidade 0%.....	9
Figura A.3:	Evolução da concentração de sedimento em suspensão a 10 níveis. Ensaio 2: concentração inicial 1,5 g/l; salinidade 0%.....	10
Figura A.4:	Evolução da concentração de sedimento em suspensão a 10 níveis. Ensaio 3: concentração inicial 0,75 g/l; salinidade 0%.....	10
Figura A.5:	Evolução da concentração de sedimento em suspensão a 10 níveis. Ensaio 4: concentração inicial 1,5 g/l; salinidade 15%.....	11
Figura A.6:	Evolução da concentração de sedimento em suspensão a 10 níveis. Ensaio 5: concentração inicial 1,5 g/l; salinidade 30%.....	11
Figura A.7:	Velocidade de queda do sedimento em função da concentração. Ensaios 1, 2 e 3.....	12
Figura A.8:	Velocidade de queda do sedimento em função da concentração. Ensaios 2, 4 e 5.....	12

Índice de Quadros

Quadro I:	Colheita de sedimento na Ria de Aveiro.	2
Quadro II:	Condições de ensaio.	2
Quadro A.I:	Resultados do Ensaio 1.....	15
Quadro A.II:	Resultados do Ensaio 2.....	17
Quadro A.III:	Resultados do Ensaio 3.....	19
Quadro A.IV:	Resultados do Ensaio 4.....	21
Quadro A.V:	Resultados do Ensaio 5.....	23

COLUNA DE SEDIMENTAÇÃO

Velocidade de Queda de Sedimentos do Esteiro dos Frades, Ria de Aveiro

1. INTRODUÇÃO

O presente Relatório descreve ensaios laboratoriais de determinação da velocidade de queda de sedimentos finos colhidos no Esteiro dos Frades, Ria de Aveiro. A velocidade de queda foi calculada com base na evolução das concentrações de sedimento em suspensão, para diferentes concentrações iniciais e para diferentes salinidades.

Os ensaios foram realizados na coluna de sedimentação da Estação Experimental de Sedimentos Coesivos do LNEC, no âmbito do projecto “Murano – Muros das Marinhas de Sal da Ria de Aveiro”, co-financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A amostra de sedimento superficial foi colhida num esteiro da Ria de Aveiro, ao nível da superfície livre, no talude de uma marinha de sal abandonada (Costa, 2009; Quadro I, Fig. 1). A análise granulométrica indicou tratar-se de sedimento constituído em 80% por material fino, silto-argiloso ($<63 \mu\text{m}$) e em 20% por material grosseiro. Os ensaios foram realizados apenas com a fracção fina, após passagem da amostra pelo peneiro de $63 \mu\text{m}$ com adição de um reduzido volume de água, de forma a obter uma suspensão de concentração elevada (cerca de 50 g/l).

A coluna de sedimentação tem uma altura de 2,60 m e um diâmetro interno de 0,11 m, sendo comandada por um autómato programável (Brito, 2008). Está equipada com 10 electro-válvulas, dispostas a diferentes alturas (0,05, 0,15, 0,30, 0,55, 0,80, 1,05, 1,30, 1,55, 1,80 e 2,05 m), para recolha de amostras em simultâneo. Em cada ensaio, a recolha de amostras foi efectuada em 10 instantes de tempo pré-definidos (0, 1, 6, 16, 36, 66, 106, 156, 216 e 306 minutos). A determinação da concentração de sedimento em suspensão foi efectuada por método gravimétrico – filtração das amostras em filtros de membrana de porosidade $0,45 \mu\text{m}$, secagem a 40°C e pesagem em balança de precisão (Freire & Portela, 1997; Portela & Freire, 2000).

Quadro I: Colheita de sedimento na Ria de Aveiro.

Local	Esteiro dos Frades, Ria de Aveiro (Lat. 40°39'01"N; Long. 8°39'59"W)
Data	11 de Março de 2009, 12:00
Situação de maré	Enchente de águas vivas (BM 09:06 - 0,4 m; PM 15:35 - 3,4 m)
Amostra	Sedimento superficial, colhido cerca do nível de maré médio, num talude marginal

Quadro II: Condições de ensaio.

Ensaio	Concentração inicial de sedimento (g/l)	Salinidade (‰)
1	2,25	0
2	1,5	0
3	0,75	0
4	1,5	15
5	1,5	30



Figura 1: Localização do ponto de amostragem.

Efectuaram-se 5 ensaios, com diferentes concentrações iniciais de sedimento em suspensão (2,25, 1,5 e 0,75 g/l) e diferentes salinidades (0, 15 e 30‰; Quadro II). Considerou-se uma altura inicial da coluna líquida de 2,25 m (cerca de 21,4 dm³).

O cálculo das velocidades de queda baseou-se na expressão:

$$W_s^n = - \left(\frac{C^{n+1} - C^n}{C^n} \right) \frac{H^n}{\Delta t^n} \quad (1)$$

em que W_s^n é a velocidade de queda média na vertical no instante n , C^{n+1} e C^n são as concentrações médias na vertical de sedimento em suspensão nos instantes $n+1$ e n , H^n é a altura da coluna líquida após colheita de amostras no instante n e Δt^n é o intervalo de tempo entre os instantes $n+1$ e n .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução temporal da concentração média na vertical de sedimento em suspensão, nos 5 ensaios realizados, encontra-se representada na Fig. A.1 do Anexo I. Refira-se que:

- Os ensaios 1 a 3 diferem pela concentração inicial, mas a evolução observada é semelhante. Em cada um desses ensaios, ao fim de 5 horas, permanece em suspensão cerca de 35% da massa de sedimento inicial;
- Os ensaios 4 e 5 evidenciam, em relação ao ensaio 2, uma sedimentação mais rápida por efeito da salinidade. Ao fim de 5 horas, permanece em suspensão menos de 10% da massa de sedimento inicial.

A evolução temporal da concentração de sedimento em suspensão a diferentes alturas, em cada ensaio, encontra-se representada nas Figs. A.2-6. Em geral, as concentrações a diferentes alturas apresentam valores próximos entre si. Os maiores desvios verificam-se:

- Para as amostras colhidas próximo do nível da superfície livre (inicialmente a 2,05 m de altura, depois a 1,80 m e finalmente a 1,55 m), que apresentam concentrações inferiores às restantes amostras;
- Nos ensaios 4 e 5, no período de maior variação de concentrações (instante 16 minutos), durante o qual se observa um gradiente vertical do sedimento em suspensão, com concentrações crescentes da superfície para o fundo.

A evolução temporal da velocidade de queda do sedimento, para diferentes concentrações iniciais e para diferentes salinidades, encontra-se representada nas Figs. A.7-8. Apenas foi considerado o período entre os instantes 16 e 306 minutos:

- Verifica-se, em todos os ensaios, após o instante 16 minutos, uma redução da velocidade de queda e uma redução da concentração ao longo do tempo. A redução da velocidade de queda é significativa (cerca de uma ordem de grandeza);
- Porém, a velocidade de queda média no tempo mantém-se praticamente constante nos ensaios 1 a 3, apesar das diferentes concentrações iniciais de sedimento em suspensão. A velocidade de queda ao fim de 66 minutos é de cerca de 0,1 mm/s;
- Verifica-se, por outro lado, um aumento da velocidade de queda com a salinidade. Nos ensaios 4 e 5, a velocidade de queda ao fim de 66 minutos é de cerca de 0,2 mm/s. Este efeito é consistente com os resultados obtidos por Eugène (2001).

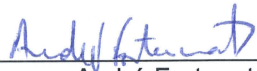
4. CONCLUSÕES

Apresentam-se as seguintes conclusões:

1. Embora em cada ensaio se verifique uma aparente relação directa entre a velocidade de queda e a concentração de sedimento em suspensão, as concentrações iniciais de sedimento em suspensão não têm influência na velocidade de queda.
2. A diminuição da velocidade de queda ao longo do tempo parece estar relacionada com a distribuição granulométrica inicial do sedimento, sendo provável que se verifique uma deposição mais rápida das partículas de maior diâmetro (silte grosso e médio).
3. Verifica-se, paralelamente, um aumento da velocidade de queda com a salinidade da água, presumivelmente por efeito da floculação das partículas de argila.

Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Novembro de 2009

VISTOS

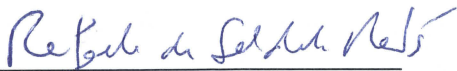


André Fortunato
Chefe do Núcleo de Estuários e
Zonas Costeiras

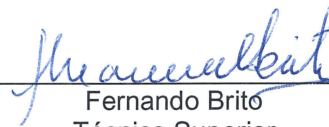
AUTORIA



Luís Ivens Portela
Investigador Auxiliar



Rafaela de Saldanha Matos
Directora do Departamento de
Hidráulica e Ambiente



Fernando Brito
Técnico Superior

BIBLIOGRAFIA

BRITO, F.; 2008 – Coluna de Sedimentação. Manual de Utilização. LNEC, Nota Técnica 1/2008-NEC.

COSTA, S.M.S.; 2009 – Projecto Murano. Relatório da campanha de campo, 11 de Março de 2009. Universidade de Aveiro.

EUGENE, J.; 2001 – Effet de la salinité sur la vitesse de chute et sur la granulométrie des sédiments fins de l'estuaire du Tage. Mémoire en vue de l'obtention du titre d'Ingénieur, Université Blaise Pascal; stage au LNEC.

FREIRE, P.; PORTELA, L.I.; 1997 – Estudo Experimental de Sedimentos Coesivos. Metodologia de Ensaio com Coluna de Sedimentação. LNEC, Relatório 197/97-NET.

PORTELA, L.I.; FREIRE, P.; 2000 – Velocidade de queda de sedimentos finos de Corroios, Estuário do Tejo. In: J.A. DIAS, Ó. FERREIRA (eds.), 3º Simpósio sobre a Margem Continental Ibérica Atlântica, 43-44. Universidade do Algarve, Faro.

COLUNA DE SEDIMENTAÇÃO

**Velocidade de Queda de Sedimentos do Esteiro dos
Frades, Ria de Aveiro**

ANEXO I: FIGURAS

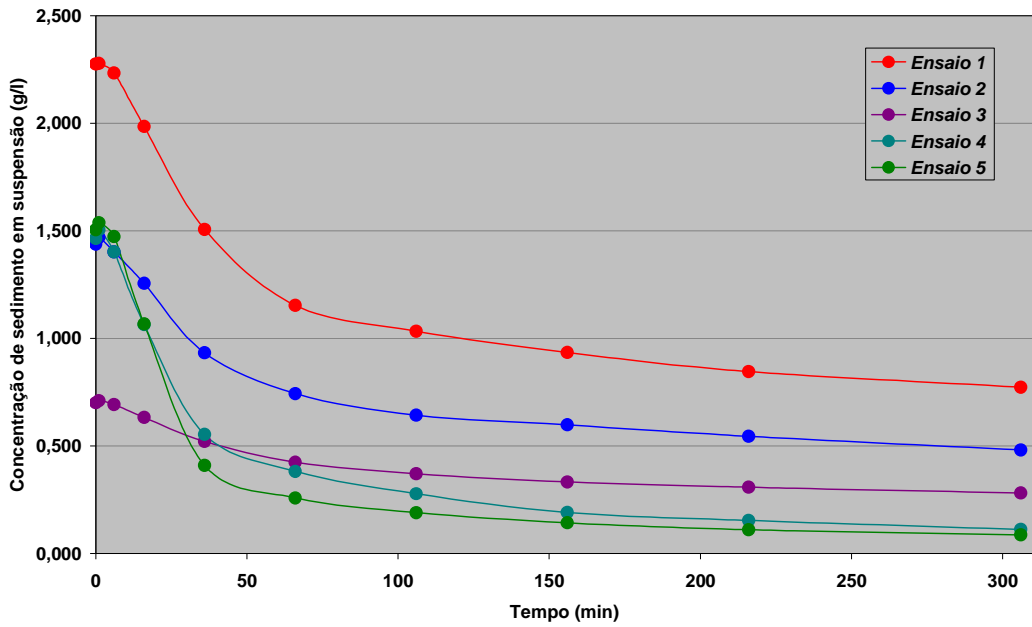


Figura A.1 – Evolução da concentração de sedimento em suspensão (média vertical). Ensaio 1, 2, 3, 4 e 5.

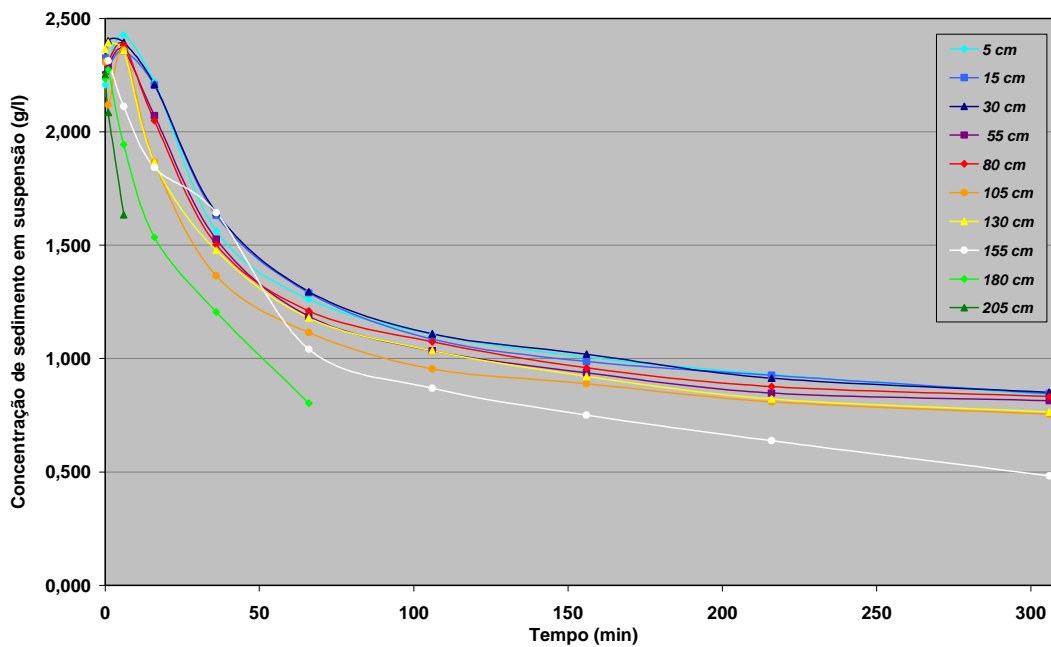


Figura A.2 – Evolução da concentração de sedimento em suspensão a 10 níveis. Ensaio 1: concentração inicial 2,25 g/l; salinidade 0‰.

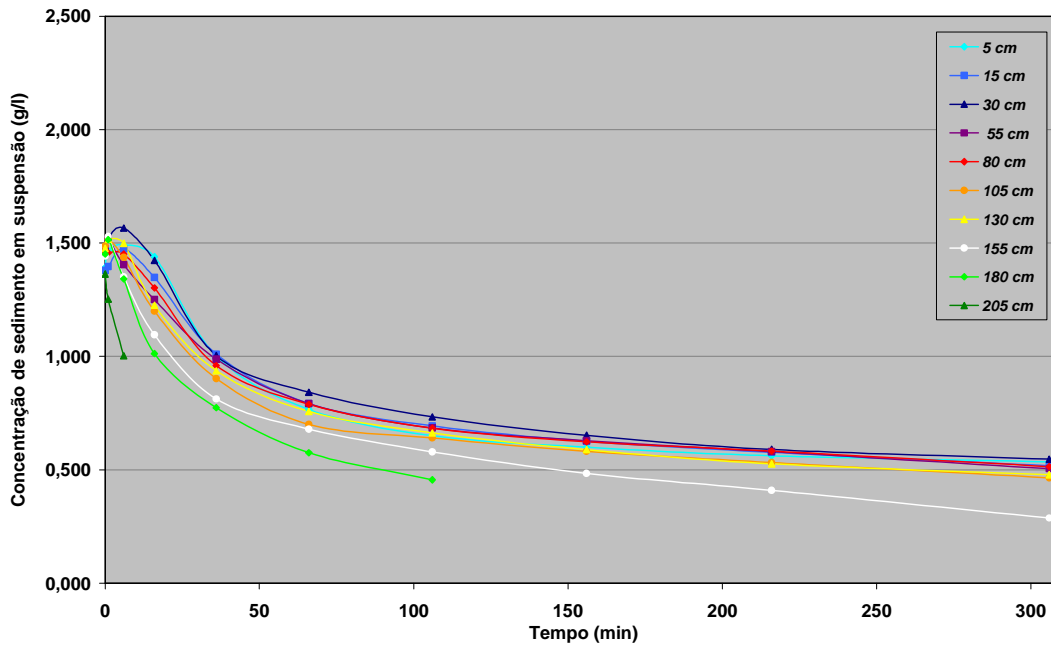


Figura A.3 – Evolução da concentração de sedimento em suspensão a 10 níveis. Ensaio 2: concentração inicial 1,5 g/l; salinidade 0‰.

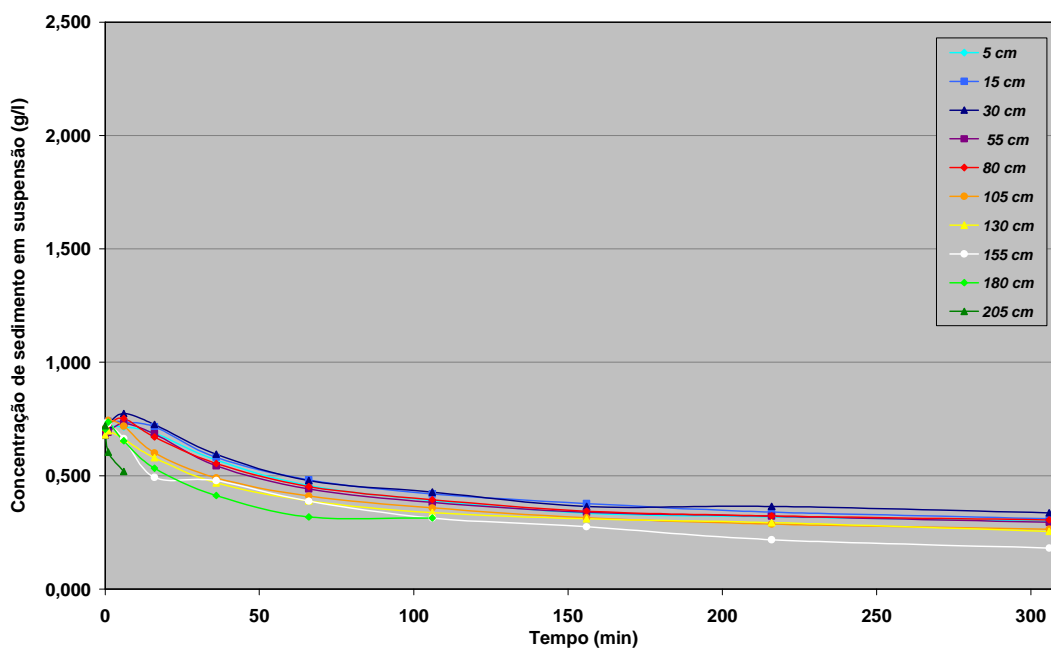


Figura A.4 – Evolução da concentração de sedimento em suspensão a 10 níveis. Ensaio 3: concentração inicial 0,75 g/l; salinidade 0‰.

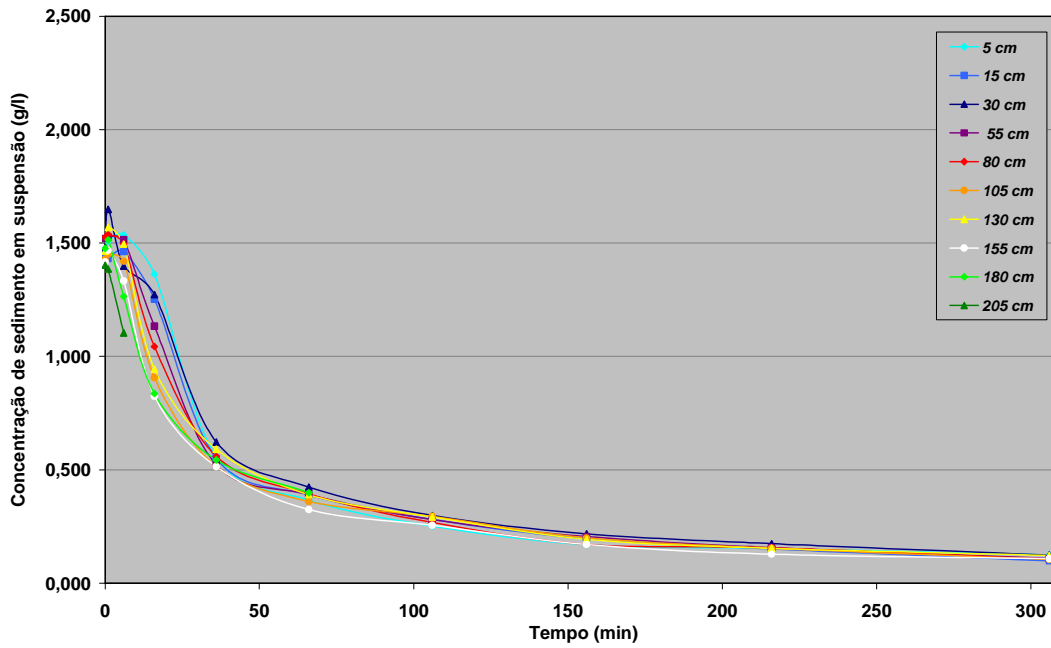


Figura A.5 – Evolução da concentração de sedimento em suspensão a 10 níveis. Ensaio 4: concentração inicial 1,5 g/l; salinidade 15‰.

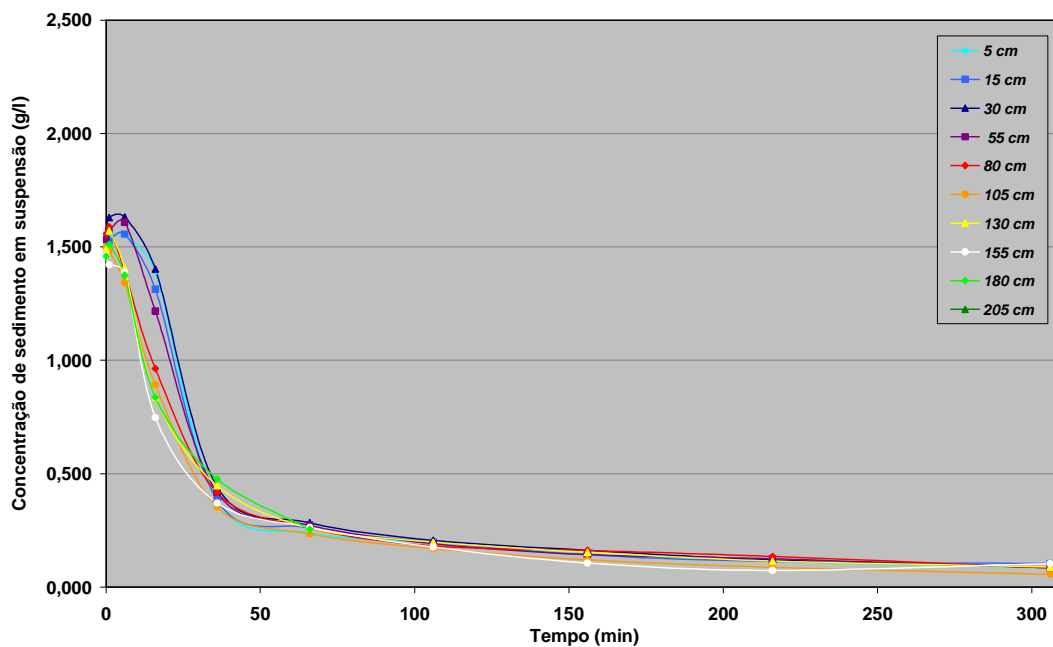


Figura A.6 – Evolução da concentração de sedimento em suspensão a 10 níveis. Ensaio 5: concentração inicial 1,5 g/l; salinidade 30‰.

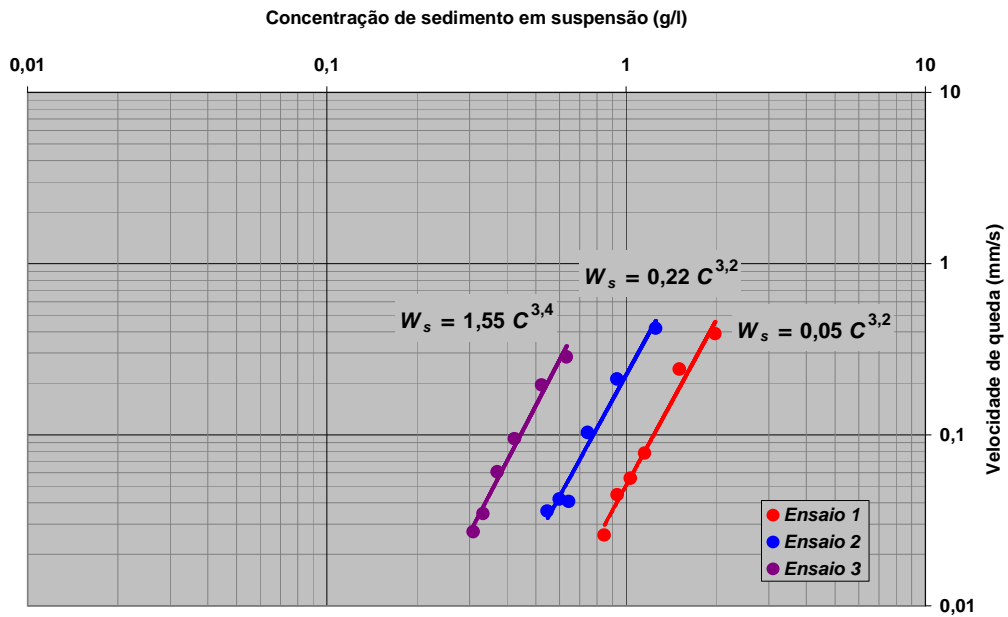


Figura A.7 – Velocidade de queda do sedimento em função da concentração. Ensaio 1, 2 e 3.

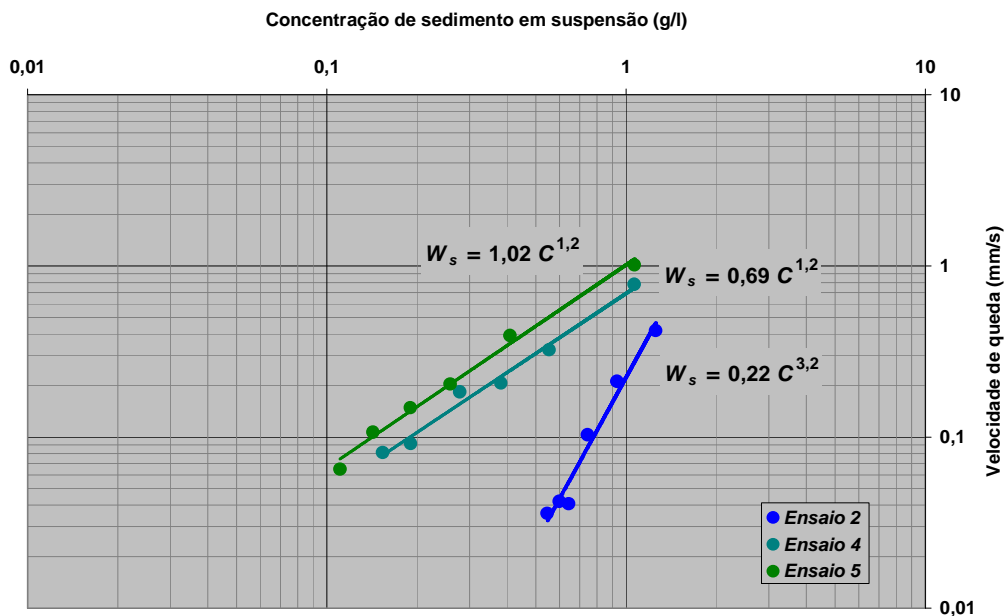


Figura A.8 – Velocidade de queda do sedimento em função da concentração. Ensaio 2, 4 e 5.

COLUNA DE SEDIMENTAÇÃO

**Velocidade de Queda de Sedimentos do Esteiro dos
Frades, Ria de Aveiro**

ANEXO II: QUADROS

Quadro A.I: Resultados do Ensaio 1 / Data: 6 Agosto 2009 / Concentração inicial de sedimento: 2,25 g/l / Salinidade: 0‰

Altura de água (H) inicial: 2,25 m / Temperatura da água: 23°C

H final (m)	t (min)	Nível >>	205 cm	180 cm	155 cm	130 cm	105 cm	80 cm	55 cm	30 cm	15 cm	5 cm
2,16	0	Volume (ml)	38,2	48,1	64,3	47,2	49,1	41,9	42,9	44,6	44,7	55,5
		Mf (g)	0,0817	0,0814	0,0793	0,0783	0,0788	0,0837	0,0826	0,0799	0,0839	0,0805
		Mfs (g)	0,1677	0,1888	0,2235	0,1899	0,1921	0,1805	0,1791	0,1808	0,1878	0,2030
		C (g/l)	2,25	2,23	2,24	2,36	2,31	2,31	2,25	2,26	2,33	2,21
2,085	1	Volume (ml)	34,0	54,8	59,3	46,7	48,8	41,2	33,0	47,1	54,0	44,5
		Mf (g)	0,0825	0,0811	0,0793	0,0787	0,0791	0,0836	0,0841	0,0796	0,0843	0,0808
		Mfs (g)	0,1534	0,2057	0,2164	0,1905	0,1825	0,1789	0,1596	0,1927	0,2078	0,1834
		C (g/l)	2,09	2,27	2,31	2,39	2,12	2,31	2,29	2,40	2,29	2,31
2,01	6	Volume (ml)	19,3	39,1	58,1	51,1	47,2	37,9	38,8	42,8	41,7	48,6
		Mf (g)	0,0818	0,0813	0,0789	0,0804	0,0795	0,0838	0,0849	0,0795	0,0847	0,0817
		Mfs (g)	0,1134	0,1573	0,2017	0,2009	0,1909	0,1741	0,1765	0,1819	0,1830	0,1996
		C (g/l)	1,63	1,94	2,11	2,36	2,36	2,38	2,36	2,39	2,36	2,43
1,94	16	Volume (ml)		33,9	90,4	50,2	49,6	41,3	41,7	44,9	43,6	55,8
		Mf (g)		0,0815	0,0785	0,0831	0,0803	0,0832	0,0850	0,0800	0,0830	0,0818
		Mfs (g)		0,1336	0,2451	0,1767	0,1729	0,1678	0,1713	0,1792	0,1791	0,2057
		C (g/l)		1,53	1,84	1,86	1,87	2,05	2,07	2,21	2,20	2,22
1,86	36	Volume (ml)		26,0	56,2	46,9	47,9	39,2	39,6	42,4	40,7	51,9
		Mf (g)		0,0815	0,0799	0,0812	0,0814	0,0831	0,0843	0,0806	0,0800	0,0818
		Mfs (g)		0,1128	0,1722	0,1504	0,1467	0,1420	0,1448	0,1503	0,1464	0,1629
		C (g/l)		1,21	1,64	1,48	1,36	1,50	1,53	1,64	1,63	1,56
1,80	66	Volume (ml)		18,3	45,3	42,8	48,2	40,7	44,2	45,5	46,3	48,2
		Mf (g)		0,0803	0,0802	0,0807	0,0813	0,0833	0,0831	0,0814	0,0843	0,0811
		Mfs (g)		0,0950	0,1274	0,1311	0,1350	0,1325	0,1355	0,1404	0,1440	0,1420
		C (g/l)		0,80	1,04	1,18	1,11	1,21	1,19	1,30	1,29	1,26
1,74	106	Volume (ml)			45,9	37,8	46,7	39,3	44,2	49,9	49,2	46,5
		Mf (g)			0,0802	0,0804	0,0822	0,0825	0,0828	0,0821	0,0834	0,0814
		Mfs (g)			0,1201	0,1195	0,1267	0,1247	0,1285	0,1375	0,1369	0,1329
		C (g/l)			0,87	1,03	0,95	1,07	1,03	1,11	1,09	1,11
1,69	156	Volume (ml)			42,6	36,1	46,3	39,0	40,5	42,3	45,4	43,6
		Mf (g)			0,0796	0,0803	0,0827	0,0830	0,0829	0,0829	0,0812	0,0815
		Mfs (g)			0,1116	0,1136	0,1239	0,1204	0,1208	0,1260	0,1261	0,1254
		C (g/l)			0,75	0,92	0,89	0,96	0,94	1,02	0,99	1,01
1,64	216	Volume (ml)			31,5	34,1	43,4	34,9	42,5	42,5	45,5	42,5
		Mf (g)			0,0798	0,0788	0,0828	0,0829	0,0812	0,0836	0,0803	0,0811
		Mfs (g)			0,0999	0,1069	0,1180	0,1135	0,1172	0,1224	0,1225	0,1206
		C (g/l)			0,64	0,82	0,81	0,88	0,85	0,91	0,93	0,93
1,59	306	Volume (ml)			26,0	30,0	40,1	38,0	36,3	38,8	49,3	42,7
		Mf (g)			0,0799	0,0787	0,0842	0,0826	0,0804	0,0843	0,0804	0,0810
		Mfs (g)			0,0925	0,1017	0,1144	0,1142	0,1099	0,1174	0,1221	0,1168
		C (g/l)			0,48	0,76	0,75	0,83	0,81	0,85	0,85	0,84

Nota: H final – altura de água após a colheita de amostras; t – instante de tempo; Mf – massa do filtro; Mfs – massa do filtro e do sedimento; C – concentração de sedimento da amostra.

Quadro A.II: Resultados do Ensaio 2 / Data: 27 Agosto 2009 / Concentração inicial de sedimento: 1,5 g/l / Salinidade: 0‰

Altura de água (H) inicial: 2,25 m / Temperatura da água: 23°C

H final (m)	t (min)	Nível >>	205 cm	180 cm	155 cm	130 cm	105 cm	80 cm	55 cm	30 cm	15 cm	5 cm
2,17	0	Volume (ml)	27,9	52,2	66,7	56,7	50,9	41,7	39,1	40,7	49,9	38,2
		Mf (g)	0,0813	0,0805	0,0841	0,0806	0,0824	0,0824	0,0794	0,0790	0,0803	0,0819
		Mfs (g)	0,1194	0,1563	0,1803	0,1644	0,1581	0,1432	0,1370	0,1382	0,1491	0,1351
		C (g/l)	1,36	1,45	1,44	1,48	1,49	1,46	1,47	1,46	1,38	1,39
2,095	1	Volume (ml)	30,2	46,9	60,0	52,9	53,4	40,8	31,5	44,4	46,7	38,8
		Mf (g)	0,0812	0,0804	0,0833	0,0809	0,0821	0,0815	0,0789	0,0788	0,0796	0,0796
		Mfs (g)	0,1190	0,1514	0,1750	0,1612	0,1631	0,1409	0,1267	0,1464	0,1448	0,1365
		C (g/l)	1,25	1,52	1,53	1,52	1,52	1,46	1,52	1,52	1,40	1,47
2,021	6	Volume (ml)	23,0	41,8	60,7	48,5	53,8	36,3	41,8	40,4	38,6	41,6
		Mf (g)	0,0809	0,0800	0,0816	0,0809	0,0815	0,0805	0,0791	0,0791	0,0803	0,0796
		Mfs (g)	0,1040	0,1361	0,1636	0,1536	0,1588	0,1331	0,1378	0,1424	0,1372	0,1417
		C (g/l)	1,00	1,34	1,35	1,50	1,44	1,45	1,40	1,57	1,47	1,49
1,952	16	Volume (ml)		40,1	59,9	51,5	55,2	42,6	44,4	46,0	43,0	44,9
		Mf (g)		0,0804	0,0807	0,0805	0,0786	0,0798	0,0792	0,0785	0,0803	0,0802
		Mfs (g)		0,1210	0,1463	0,1436	0,1449	0,1353	0,1347	0,1440	0,1382	0,1448
		C (g/l)		1,01	1,10	1,23	1,20	1,30	1,25	1,42	1,35	1,44
1,887	36	Volume (ml)		30,9	56,6	46,3	54,1	39,0	38,9	42,4	42,5	53,9
		Mf (g)		0,0821	0,0795	0,0805	0,0781	0,0794	0,0797	0,0787	0,0810	0,0795
		Mfs (g)		0,1060	0,1255	0,1239	0,1270	0,1169	0,1182	0,1213	0,1239	0,1336
		C (g/l)		0,77	0,81	0,94	0,90	0,96	0,99	1,00	1,01	1,00
1,823	66	Volume (ml)		22,0	49,8	44,7	53,6	40,0	38,3	43,4	43,6	57,5
		Mf (g)		0,0839	0,0796	0,0801	0,0783	0,0791	0,0794	0,0785	0,0807	0,0796
		Mfs (g)		0,0966	0,1135	0,1140	0,1158	0,1107	0,1097	0,1151	0,1153	0,1237
		C (g/l)		0,58	0,68	0,76	0,70	0,79	0,79	0,84	0,79	0,77
1,765	106	Volume (ml)		11,4	43,8	42,2	52,3	44,9	43,6	47,3	53,3	60,1
		Mf (g)		0,0848	0,0797	0,0798	0,0778	0,0789	0,0794	0,0787	0,0818	0,0801
		Mfs (g)		0,0900	0,1051	0,1078	0,1113	0,1096	0,1092	0,1134	0,1188	0,1192
		C (g/l)		0,46	0,58	0,66	0,64	0,68	0,68	0,73	0,69	0,65
1,71	156	Volume (ml)			38,4	39,1	52,7	37,3	43,2	43,2	43,6	56,8
		Mf (g)			0,0798	0,0796	0,0784	0,0787	0,0792	0,0786	0,0814	0,0810
		Mfs (g)			0,0984	0,1026	0,1090	0,1020	0,1064	0,1068	0,1087	0,1150
		C (g/l)			0,48	0,59	0,58	0,62	0,63	0,65	0,63	0,60
1,657	216	Volume (ml)			31,8	36,0	51,8	42,1	42,4	44,0	44,4	43,6
		Mf (g)			0,0804	0,0818	0,0796	0,0789	0,0788	0,0794	0,0812	0,0811
		Mfs (g)			0,0934	0,1007	0,1072	0,1035	0,1034	0,1054	0,1068	0,1056
		C (g/l)			0,41	0,53	0,53	0,58	0,58	0,59	0,58	0,56
1,606	306	Volume (ml)			23,2	33,9	49,2	34,8	36,7	41,3	42,6	41,5
		Mf (g)			0,0817	0,0818	0,0814	0,0794	0,0791	0,0796	0,0819	0,0799
		Mfs (g)			0,0884	0,0980	0,1042	0,0973	0,0976	0,1022	0,1039	0,1022
		C (g/l)			0,29	0,48	0,46	0,51	0,50	0,55	0,52	0,54

Nota: H final – altura de água após a colheita de amostras; t – instante de tempo; Mf – massa do filtro; Mfs – massa do filtro e do sedimento; C – concentração de sedimento da amostra.

Quadro A.III: Resultados do Ensaio 3 / Data: 8 Setembro 2009 / Concentração inicial de sedimento: 0,75 g/l / Salinidade: 0‰

Altura de água (H) inicial: 2,25 m / Temperatura da água: -

H final (m)	t (min)	Nível >>	205 cm	180 cm	155 cm	130 cm	105 cm	80 cm	55 cm	30 cm	15 cm	5 cm
2,17	0	Volume (ml)	32,6	48,8	65,7	65,3	52,1	42,6	40,3	42,6	53,8	42,3
		Mf (g)	0,0832	0,0809	0,0831	0,0801	0,0800	0,0831	0,0830	0,0828	0,0859	0,0796
		Mfs (g)	0,1067	0,1153	0,1312	0,1244	0,1170	0,1129	0,1106	0,1117	0,1242	0,1085
		C (g/l)	0,72	0,71	0,73	0,68	0,71	0,70	0,68	0,68	0,71	0,68
2,092	1	Volume (ml)	38,3	45,8	56,8	61,8	48,2	38,6	39,1	40,7	39,0	45,2
		Mf (g)	0,0820	0,0803	0,0830	0,0857	0,0794	0,0832	0,0834	0,0828	0,0855	0,0797
		Mfs (g)	0,1051	0,1140	0,1245	0,1289	0,1153	0,1112	0,1104	0,1123	0,1144	0,1119
		C (g/l)	0,60	0,74	0,73	0,70	0,74	0,72	0,69	0,72	0,74	0,71
2,021	6	Volume (ml)	15,5	40,8	56,3	60,4	56,0	39,4	39,9	37,7	49,0	40,1
		Mf (g)	0,0825	0,0806	0,0823	0,0807	0,0794	0,0842	0,0809	0,0821	0,0850	0,0808
		Mfs (g)	0,0905	0,1073	0,1197	0,1207	0,1196	0,1139	0,1100	0,1113	0,1211	0,1095
		C (g/l)	0,52	0,65	0,66	0,66	0,72	0,75	0,73	0,72	0,74	0,71
1,949	16	Volume (ml)		38,7	90,4	59,6	56,7	41,3	45,1	43,6	44,1	43,0
		Mf (g)		0,0811	0,0821	0,0810	0,0800	0,0840	0,0809	0,0821	0,0842	0,0819
		Mfs (g)		0,1018	0,1267	0,1155	0,1140	0,1117	0,1118	0,1137	0,1158	0,1115
		C (g/l)		0,53	0,49	0,58	0,60	0,67	0,68	0,73	0,72	0,69
1,883	36	Volume (ml)		28,9	52,6	53,9	51,8	35,8	38,9	37,9	36,4	36,9
		Mf (g)		0,0820	0,0824	0,0791	0,0804	0,0840	0,0814	0,0821	0,0827	0,0806
		Mfs (g)		0,0939	0,1076	0,1044	0,1058	0,1038	0,1026	0,1046	0,1039	0,1016
		C (g/l)		0,41	0,48	0,47	0,49	0,55	0,54	0,59	0,58	0,57
1,82	66	Volume (ml)		21,5	47,9	52,1	52,2	38,9	38,6	41,8	39,6	42,0
		Mf (g)		0,0823	0,0800	0,0791	0,0807	0,0839	0,0814	0,0821	0,0820	0,0804
		Mfs (g)		0,0891	0,0986	0,0993	0,1021	0,1015	0,0985	0,1021	0,1010	0,0996
		C (g/l)		0,32	0,39	0,39	0,41	0,45	0,44	0,48	0,48	0,46
1,762	106	Volume (ml)		20,8	41,1	48,4	48,9	37,2	39,3	39,0	43,2	40,8
		Mf (g)		0,0823	0,0797	0,0815	0,0811	0,0835	0,0821	0,0812	0,0810	0,0801
		Mfs (g)		0,0888	0,0925	0,0979	0,0987	0,0981	0,0972	0,0979	0,0991	0,0961
		C (g/l)		0,31	0,31	0,34	0,36	0,39	0,38	0,43	0,42	0,39
1,708	156	Volume (ml)		34,9	45,8	45,3	38,2	34,6	38,6	37,4	33,0	
		Mf (g)		0,0807	0,0811	0,0822	0,0834	0,0818	0,0803	0,0800	0,0807	
		Mfs (g)		0,0903	0,0953	0,0965	0,0965	0,0935	0,0944	0,0942	0,0918	
		C (g/l)		0,28	0,31	0,31	0,34	0,34	0,36	0,38	0,34	
1,655	216	Volume (ml)		31,0	42,2	47,2	36,4	36,4	37,5	44,2	58,1	
		Mf (g)		0,0804	0,0807	0,0827	0,0826	0,0815	0,0831	0,0796	0,0814	
		Mfs (g)		0,0871	0,0930	0,0962	0,0943	0,0932	0,0968	0,0946	0,0999	
		C (g/l)		0,22	0,29	0,29	0,32	0,32	0,36	0,34	0,32	
1,605	306	Volume (ml)		22,1	35,1	40,5	33,8	34,8	36,8	36,3	48,0	
		Mf (g)		0,0804	0,0804	0,0826	0,0821	0,0821	0,0847	0,0793	0,0822	
		Mfs (g)		0,0844	0,0893	0,0933	0,0925	0,0924	0,0971	0,0906	0,0966	
		C (g/l)		0,18	0,25	0,26	0,31	0,30	0,34	0,31	0,30	

Nota: H final – altura de água após a colheita de amostras; t – instante de tempo; Mf – massa do filtro; Mfs – massa do filtro e do sedimento; C – concentração de sedimento da amostra.

Quadro A.IV: Resultados do Ensaio 4 / Data: 8 Outubro 2009 / Concentração inicial de sedimento: 1,5 g/l / Salinidade: 15‰

Altura de água (H) inicial: 2,25 m / Temperatura da água: -

H final (m)	t (min)	Nível >>	205 cm	180 cm	155 cm	130 cm	105 cm	80 cm	55 cm	30 cm	15 cm	5 cm
2,171	0	Volume (ml)	42,8	44,5	62,2	51,9	57,0	40,1	46,8	48,6	65,1	67,3
		Mf (g)	0,0815	0,0798	0,0825	0,0884	0,0820	0,0813	0,0805	0,0796	0,0856	0,0892
		Mfs (g)	0,1416	0,1455	0,1707	0,1645	0,1634	0,1425	0,1516	0,1516	0,1803	0,1884
		C (g/l)	1,40	1,48	1,42	1,46	1,43	1,53	1,52	1,48	1,45	1,47
2,092	1	Volume (ml)	33,6	38,1	52,9	47,5	54,6	39,8	46,5	54,3	66,3	71,9
		Mf (g)	0,0820	0,0797	0,0827	0,0883	0,0823	0,0825	0,0803	0,0812	0,0820	0,0845
		Mfs (g)	0,1285	0,1374	0,1603	0,1628	0,1616	0,1437	0,1512	0,1707	0,1769	0,1929
		C (g/l)	1,38	1,51	1,47	1,57	1,45	1,54	1,53	1,65	1,43	1,51
2,021	6	Volume (ml)	21,5	32,8	51,7	47,1	54,7	39,6	47,1	49,8	68,1	65,6
		Mf (g)	0,0811	0,0811	0,0838	0,0849	0,0837	0,0828	0,0802	0,0833	0,0813	0,0857
		Mfs (g)	0,1048	0,1226	0,1528	0,1553	0,1613	0,1421	0,1516	0,1529	0,1809	0,1864
		C (g/l)	1,10	1,26	1,33	1,50	1,42	1,50	1,51	1,40	1,46	1,54
1,95	16	Volume (ml)		33,4	52,6	48,9	58,7	48,0	52,1	56,0	70,9	49,8
		Mf (g)		0,0801	0,0851	0,0829	0,0814	0,0835	0,0799	0,0820	0,0809	0,0828
		Mfs (g)		0,1081	0,1285	0,1291	0,1346	0,1336	0,1390	0,1533	0,1696	0,1507
		C (g/l)		0,84	0,83	0,94	0,91	1,04	1,13	1,27	1,25	1,36
1,883	36	Volume (ml)		22,4	47,5	42,8	54,8	42,1	47,3	55,6	59,0	52,2
		Mf (g)		0,0797	0,0845	0,0818	0,0819	0,0834	0,0806	0,0768	0,0800	0,0810
		Mfs (g)		0,0919	0,1089	0,1072	0,1101	0,1070	0,1054	0,1114	0,1125	0,1101
		C (g/l)		0,54	0,51	0,59	0,52	0,56	0,52	0,62	0,55	0,56
1,82	66	Volume (ml)		16,8	50,2	41,8	52,9	44,8	47,6	57,8	61,6	57,3
		Mf (g)		0,0799	0,0853	0,0878	0,0820	0,0825	0,0809	0,0772	0,0797	0,0795
		Mfs (g)		0,0866	0,1016	0,1041	0,1011	0,1001	0,0995	0,1017	0,1037	0,1005
		C (g/l)		0,40	0,32	0,39	0,36	0,39	0,39	0,42	0,39	0,37
1,761	106	Volume (ml)			40,2	40,1	51,6	57,8	48,0	56,2	64,2	62,5
		Mf (g)			0,0835	0,0808	0,0856	0,0821	0,0822	0,0803	0,0795	0,0806
		Mfs (g)			0,0938	0,0925	0,1008	0,0976	0,0957	0,0971	0,0976	0,0964
		C (g/l)			0,26	0,29	0,29	0,27	0,28	0,30	0,28	0,25
1,701	156	Volume (ml)			48,4	36,4	52,0	85,0	53,0	51,9	60,0	75,8
		Mf (g)			0,0821	0,0807	0,0856	0,0815	0,0815	0,0802	0,0793	0,0814
		Mfs (g)			0,0904	0,0878	0,0960	0,0961	0,0924	0,0915	0,0911	0,0943
		C (g/l)			0,17	0,19	0,20	0,17	0,21	0,22	0,20	0,17
1,642*	216	Volume (ml)			30,1	32,5	51,1	70,7	45,9	52,5	58,4	64,6
		Mf (g)			0,0816	0,0813	0,0858	0,0817	0,0811	0,0802	0,0792	0,0816
		Mfs (g)			0,0854	0,0863	0,0937	0,0928	0,0883	0,0893	0,0881	0,0915
		C (g/l)			0,13	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,15	0,15
1,56	306	Volume (ml)			12,0	30,4	34,9	37,1	32,4	34,7	38,4	1,6
		Mf (g)			0,0817	0,0813	0,0866	0,0820	0,0807	0,0803	0,0794	0,0819
		Mfs (g)			0,0830	0,0850	0,0902	0,0860	0,0842	0,0846	0,0832	0,0821
		C (g/l)			0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,10	0,12

Nota: H final – altura de água após a colheita de amostras; t – instante de tempo; Mf – massa do filtro; Mfs – massa do filtro e do sedimento; C – concentração de sedimento da amostra.

Quadro A.V: Resultados do Ensaio 5 / Data: 21 Outubro 2009 / Concentração inicial de sedimento: 1,5 g/l / Salinidade: 30‰

Altura de água (H) inicial: 2,25 m / Temperatura da água: 20°C

H final (m)	t (min)	Nível >>	205 cm	180 cm	155 cm	130 cm	105 cm	80 cm	55 cm	30 cm	15 cm	5 cm
2,182	0	Volume (ml)	-	32,2	49,8	49,8	44,8	45,5	40,3	46,9	49,0	40,3
		Mf (g)	-	0,0818	0,0798	0,0743	0,0745	0,0740	0,0738	0,0739	0,0752	0,0743
		Mfs (g)	-	0,1288	0,1526	0,1485	0,1416	0,1448	0,1355	0,1465	0,1476	0,1355
		C (g/l)	-	1,46	1,46	1,49	1,50	1,56	1,53	1,55	1,48	1,52
2,113	1	Volume (ml)	-	32,8	52,5	47,8	54,9	47,2	39,4	49,3	51,1	44,2
		Mf (g)	-	0,0811	0,0805	0,0740	0,0744	0,0744	0,0739	0,0753	0,0753	0,0739
		Mfs (g)	-	0,1307	0,1551	0,1491	0,1557	0,1494	0,1358	0,1556	0,1531	0,1422
		C (g/l)	-	1,51	1,42	1,57	1,48	1,59	1,57	1,63	1,52	1,55
2,045	6	Volume (ml)	-	33,6	52,0	55,0	56,6	42,1	48,1	46,6	64,6	35,6
		Mf (g)	-	0,0815	0,0746	0,0739	0,0739	0,0743	0,0736	0,0750	0,0752	0,0737
		Mfs (g)	-	0,1277	0,1467	0,1512	0,1499	0,1329	0,1510	0,1511	0,1757	0,1290
		C (g/l)	-	1,38	1,39	1,41	1,34	1,39	1,61	1,63	1,56	1,55
1,976	16	Volume (ml)	-	32,9	53,6	47,7	56,8	48,4	40,5	53,2	69,0	47,0
		Mf (g)	-	0,0815	0,0738	0,0740	0,0744	0,0745	0,0739	0,0750	0,0748	0,0738
		Mfs (g)	-	0,1090	0,1139	0,1140	0,1251	0,1211	0,1232	0,1495	0,1654	0,1392
		C (g/l)	-	0,84	0,75	0,84	0,89	0,96	1,22	1,40	1,31	1,39
1,911	36	Volume (ml)	-	26,3	49,1	44,7	54,5	47,9	40,6	49,4	53,9	46,4
		Mf (g)	-	0,0813	0,0743	0,0742	0,0744	0,0743	0,0738	0,0752	0,0747	0,0738
		Mfs (g)	-	0,0938	0,0925	0,0942	0,0936	0,0942	0,0907	0,0970	0,0953	0,0916
		C (g/l)	-	0,48	0,37	0,45	0,35	0,42	0,42	0,44	0,38	0,38
1,846	66	Volume (ml)	-	17,4	45,9	42,8	49,2	48,4	51,2	52,6	55,0	43,9
		Mf (g)	-	0,0805	0,0740	0,0745	0,0742	0,0744	0,0739	0,0753	0,0747	0,0739
		Mfs (g)	-	0,0849	0,0861	0,0857	0,0857	0,0870	0,0879	0,0902	0,0891	0,0844
		C (g/l)	-	0,25	0,26	0,26	0,23	0,26	0,27	0,28	0,26	0,24
1,782	106	Volume (ml)	-		47,2	43,4	51,7	47,8	43,7	52,6	59,7	52,6
		Mf (g)	-		0,0742	0,0743	0,0744	0,0743	0,0737	0,0754	0,0745	0,0741
		Mfs (g)	-		0,0825	0,0829	0,0831	0,0830	0,0820	0,0862	0,0864	0,0844
		C (g/l)	-		0,18	0,20	0,17	0,18	0,19	0,21	0,20	0,20
1,718	156	Volume (ml)	-		36,5	38,4	42,9	47,2	41,6	49,6	54,9	48,8
		Mf (g)	-		0,0740	0,0742	0,0746	0,0742	0,0739	0,0754	0,0745	0,0744
		Mfs (g)	-		0,0779	0,0801	0,0798	0,0818	0,0798	0,0834	0,0824	0,0818
		C (g/l)	-		0,11	0,15	0,12	0,16	0,14	0,16	0,14	0,15
1,644	216	Volume (ml)	-		26,6	36,2	47,9	49,8	43,3	53,0	62,5	57,4
		Mf (g)	-		0,0737	0,0745	0,0742	0,0741	0,0739	0,0753	0,0742	0,0742
		Mfs (g)	-		0,0757	0,0786	0,0784	0,0808	0,0793	0,0816	0,0814	0,0807
		C (g/l)	-		0,07	0,12	0,09	0,14	0,12	0,12	0,11	0,11
1,567	306	Volume (ml)	-		5,8	30,8	38,6	44,5	41,5	47,8	59,4	54,5
		Mf (g)	-		0,0741	0,0744	0,0745	0,0738	0,0741	0,0752	0,0742	0,0741
		Mfs (g)	-		0,0747	0,0771	0,0767	0,0775	0,0776	0,0794	0,0804	0,0788
		C (g/l)	-		0,10	0,09	0,06	0,08	0,09	0,09	0,10	0,09

Nota: H final – altura de água após a colheita de amostras; t – instante de tempo; Mf – massa do filtro; Mfs – massa do filtro e do sedimento; C – concentração de sedimento da amostra.

