



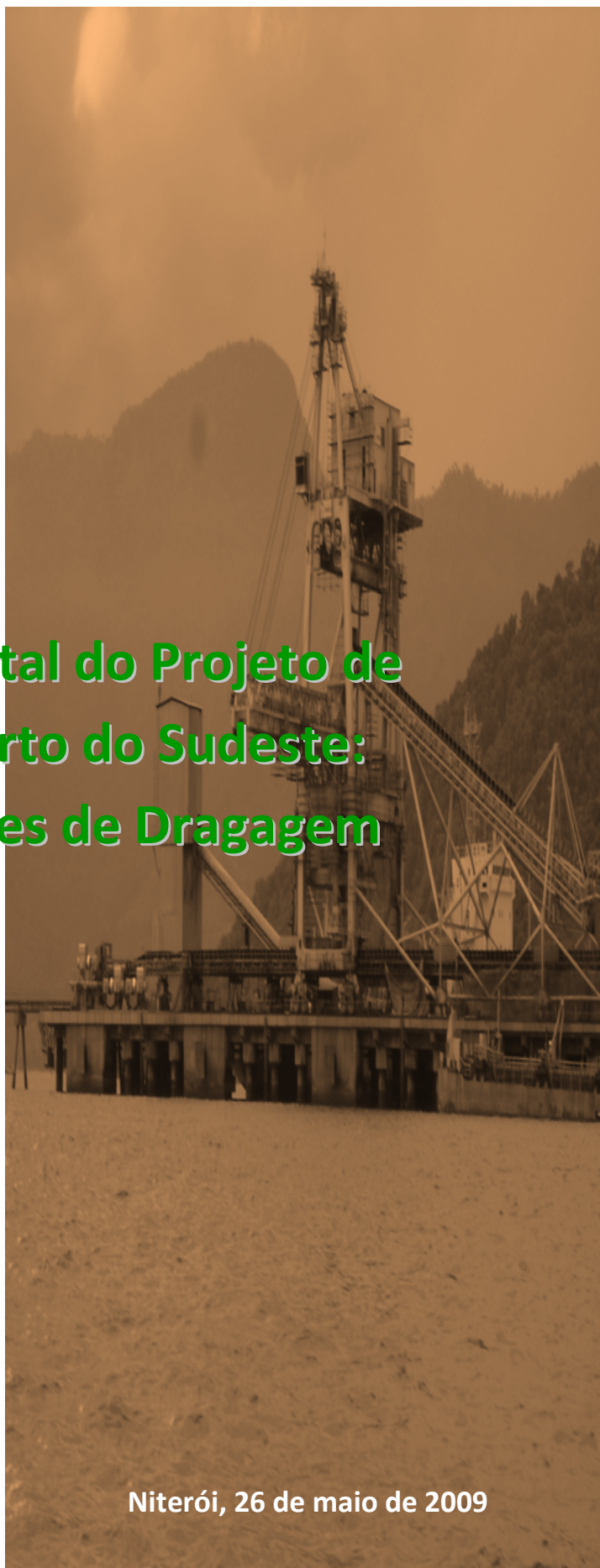
**Rede UFF de Meio Ambiente e
Desenvolvimento Sustentável**

Avaliação Ambiental do Projeto de Dragagem do Porto do Sudeste: Relatório das Fases de Dragagem

Coordenação:

Julio Cesar Wasserman

Niterói, 26 de maio de 2009



Avaliação Ambiental do Projeto de Dragagem do Porto do Sudeste: Plano de Dragagem

Coordenação:
Julio Cesar Wasserman

1. INTRODUÇÃO

As dragagens de sedimentos contaminados constituem problemas ambientais devido à liberação de metais pesados e outros poluentes para a coluna d'água durante a intensa oxigenação de materiais anóxicos. No mundo inteiro, os procedimentos de dragagem vêm sofrendo sérias restrições devido aos impactos que eles provocam nos organismos, disponibilizando poluentes para a coluna d'água, os quais são biomagnificados ao longo da cadeia trófica. Além dos impactos observados na própria área de dragagem pela remobilização dos poluentes, ficou demonstrado que os prejuízos aos organismos nas áreas de bota-fora eram ainda muito mais significativos e de longa duração. Normalmente as áreas selecionadas para bota-fora do material eram menos impactadas e, por esta razão, os prejuízos eram muito maiores.

No Brasil, a Resolução CONAMA 344 publicada no ano de 2004 dificultou muito os processos de dragagem de áreas contaminadas, pois impedia a destinação de materiais em bota-foras nas águas jurisdicionais brasileiras. Neste caso a Resolução estabelece a proibição de destinar sedimentos contaminados nos limites das águas jurisdicionais brasileiras, isto é além das 200 milhas da costa.

A legislação estabeleceu uma classificação dos sedimentos segundo seus níveis de contaminação, sendo os níveis 1 e 2 definidos na Tabela 1.

As classes de água doce são delimitadas pelas salinidades inferiores a 0,5. As águas salobras são delimitadas pelos valores de 0,5 e 30 e as águas salgadas são consideradas superiores a 30.

Nos casos de ultrapassagem dos níveis 1 ou 2 o Artigo 7º estabelece que não haverá necessidade de estudos mais aprofundados se

b) material cuja concentração de poluentes for menor ou igual ao nível 1, ou

c) material cuja concentração de metais, exceto mercúrio, cádmio, chumbo ou arsênio, estiver entre os níveis 1 e 2, ou...

A legislação só permite a disposição de materiais contaminados após a realização de ensaios toxicológicos que comprovem o baixo impacto dos sedimentos

no meio ambiente. Após a destinação, a área deve ser sujeita a monitoramentos que comprovem a ausência de impactos significativos.

Tabela 1: Classificação dos sedimentos segundo a concentração de alguns metais pesados:

Metais (mg kg ⁻¹)	Água doce		Água salobra/salgada	
	Classe 1	Classe 2	Classe 1	Classe 2
As	5,9	17,0	8,2	70,0
Cd	0,6	3,5	1,2	9,6
Cr	37,3	90,0	81,0	370,0
Cu	35,7	197,0	34,0	270,0
Hg	0,170	0,486	0,150	0,710
Ni	18,0	35,9	20,9	51,6
Pb	35,0	91,3	46,7	218,0
Zn	123,0	315,0	150,0	410,0
Carbono Orgânico: Valor de atenção: 10 %				
Nitrogênio Kjeldal 4800 mg kg ⁻¹				
Fósforo total 2000 mg kg ⁻¹				

Fonte: (CONAMA 2004)

Não obstante as dificuldades estabelecidas pela CONAMA 344/2004, em 2005 a necessidade de realização de uma dragagem no Terminal Marítimo da Companhia Siderúrgica Atlântica trouxe para o Brasil um procedimento que já vinha sendo aplicado em outros países havia muitos anos, o CDF (Confined Disposal Facility), que é constituído por uma área de menor contaminação que é dragada a grande profundidade e o sedimento contaminado é ali destinado. Uma camada superficial de sedimento de mesma granulometria sela o sistema. Embora o órgão ambiental tenha estabelecido muitas restrições em relação a esta técnica, a organização de um programa de monitoramento muito cuidadoso tranqüilizou todos envolvidos no processo.

Este relatório apresenta de maneira detalhada os procedimentos utilizados para estabelecer as diversas fases de dragagem do Porto do Sudeste, seu canal e sua bacia de evolução. Estes procedimentos foram estabelecidos de acordo com os níveis de contaminação do sedimento avaliados nos estudos realizados no EIA-RIMA e

outros estudos complementares, considerando apenas a contaminação do Cd e do Zn, únicos poluentes que apresentam concentrações que classificam o sedimento como nível 1 ou 2 (águas salobras e salgadas).

2. METODOLOGIA

O EIA-RIMA estabeleceu valores de concentração em 4 camadas do sedimento de 0 a 50 cm, de 50 a 100 cm, de 100 a 150 cm e de 150 a 200 cm de profundidade. Para cada uma das camadas foi construído uma mapa de isolinhas de concentração para todos os metais analisados. Os mapas de todos os metais foram apresentados em relatório anterior, mas neste retomamos apenas os mapas de interesse, que são os de Cd e Zn. Estes elementos foram selecionados pois de acordo com o artigo 7º da CONAMA 344/2004 (mencionado mais acima) eles são os únicos que situando-se nas classes 1 ou 2 que sujeita o sedimento a procedimentos especiais. No nosso caso, assumimos como medida de mitigação suficiente, sua destinação em CDF.

Amostragens complementares de testemunhos de 100 cm foram realizadas de maneira a abranger toda a área a ser dragada, inclusive o CDF, cuja posição é sugerida a Oeste da área de dragagem. As estações de amostragem estão representadas nas Figuras 1 e 2. A Figura 1 apresenta as amostras de 200 cm de profundidade apresentadas no EIA-RIMA e a Figura 2 apresenta as amostras de 100 cm de profundidade coletadas mais recentemente. Neste plano, serão utilizadas as amostras da amostragem complementar para planejar as dragagens em profundidades até 100 cm. As concentrações medidas no EIA-RIMA serão utilizadas para o planejamento das dragagens em profundidades entre 100 e 200 cm. Os mapas indicando as variações de concentrações nos vários níveis estudados estão apresentados nas Figuras 3 a 10. Um mapa das concentrações de mercúrio também foi apresentado (Figura 11) pois suas concentrações encontram-se muito próximas do limite de $150 \mu\text{g kg}^{-1}$, correspondente à classe 1 da CONAMA 344/2004.

As Figuras 12 a 15 apresentam ainda as porcentagens de finos ($\% < 63\mu\text{m}$) dos sedimentos pois este parâmetro é muito importante para a determinação do tipo de draga a ser utilizado nos serviços.

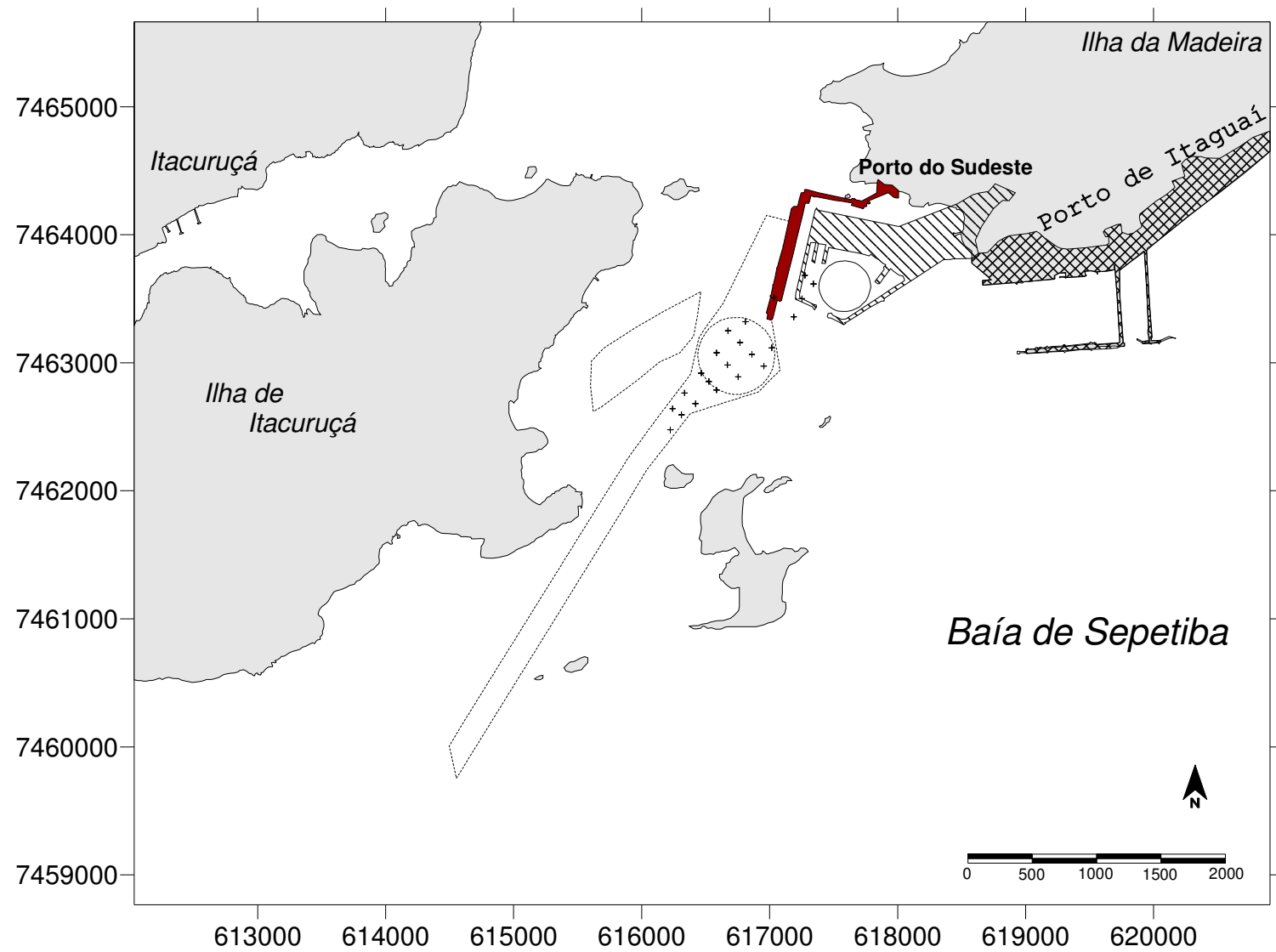


Figura 1: Estações de amostragem do EIA-RIMA.

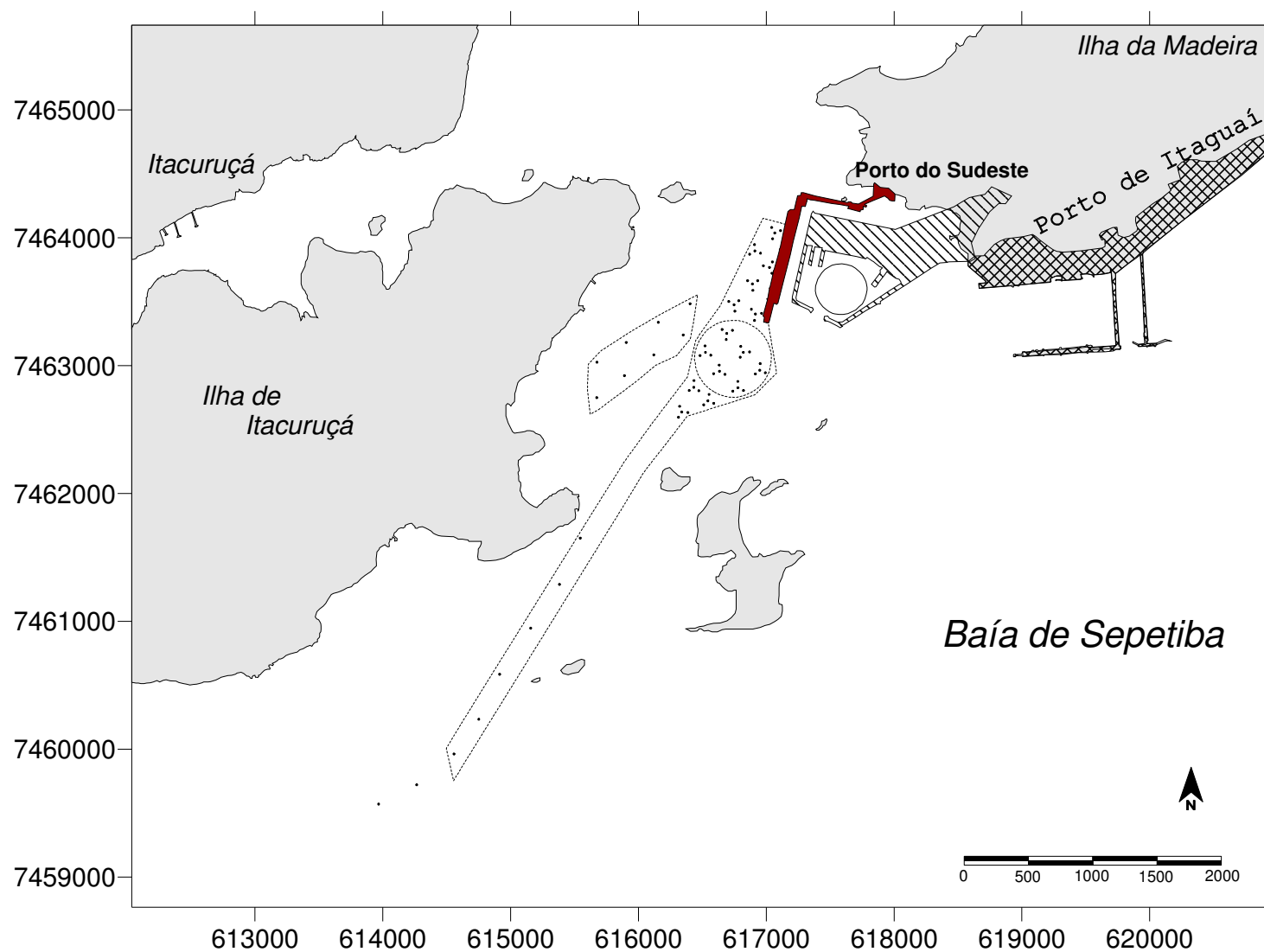


Figura 2: Estações de amostragem complementares. Os pontos da bacia de evolução foram coletados em triplicata.

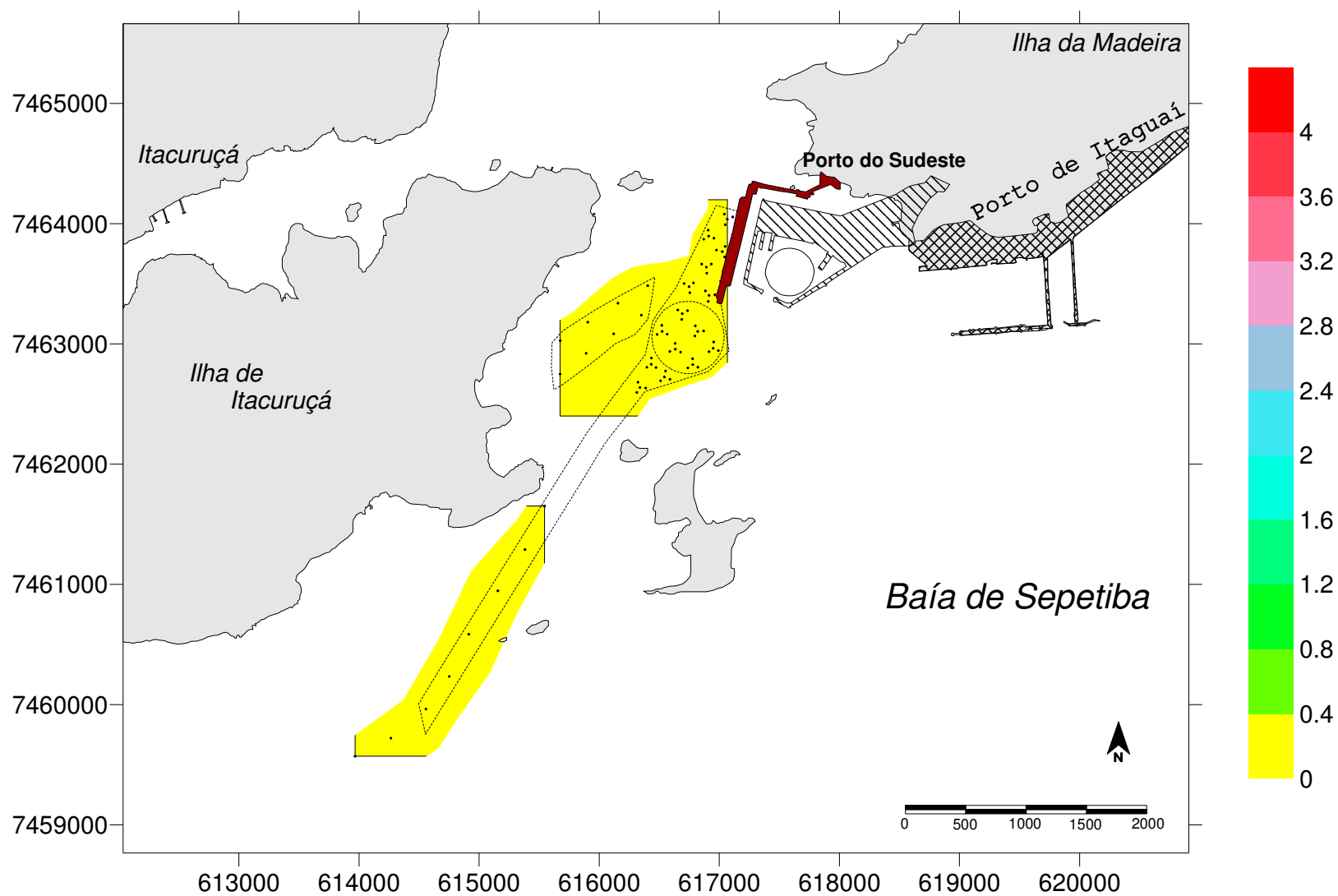


Figura 3: Concentração de cádmio (em mg kg^{-1}) na camada de 0 a 50 cm. Não aparecem concentrações acima do limite da classe 1 da CONAMA 344/2004.

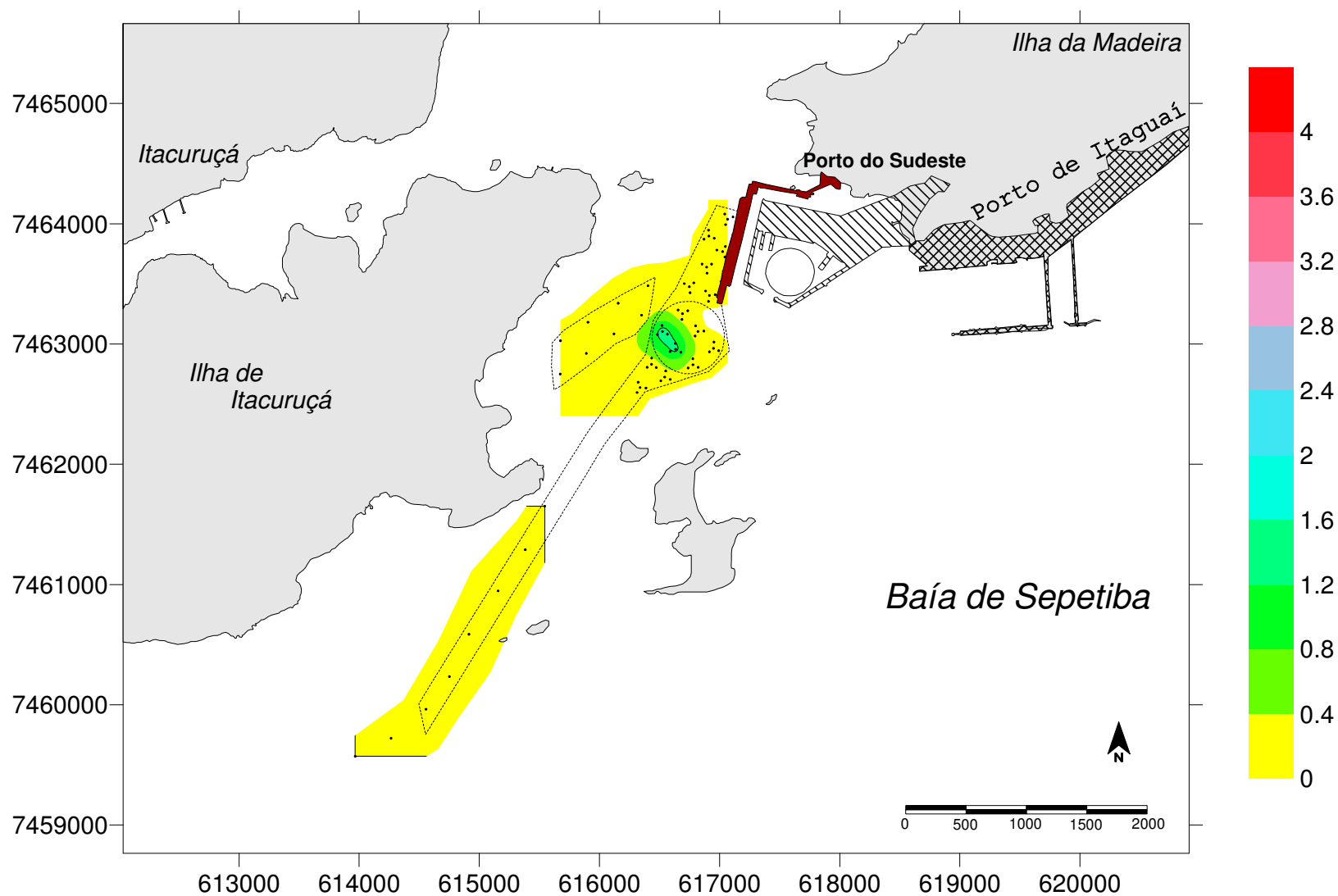


Figura 4: Concentração de cádmio (em mg kg^{-1}) na camada de 50 a 100 cm. A linha preta corresponde ao limite da classe 1 da CONAMA 344/2004.

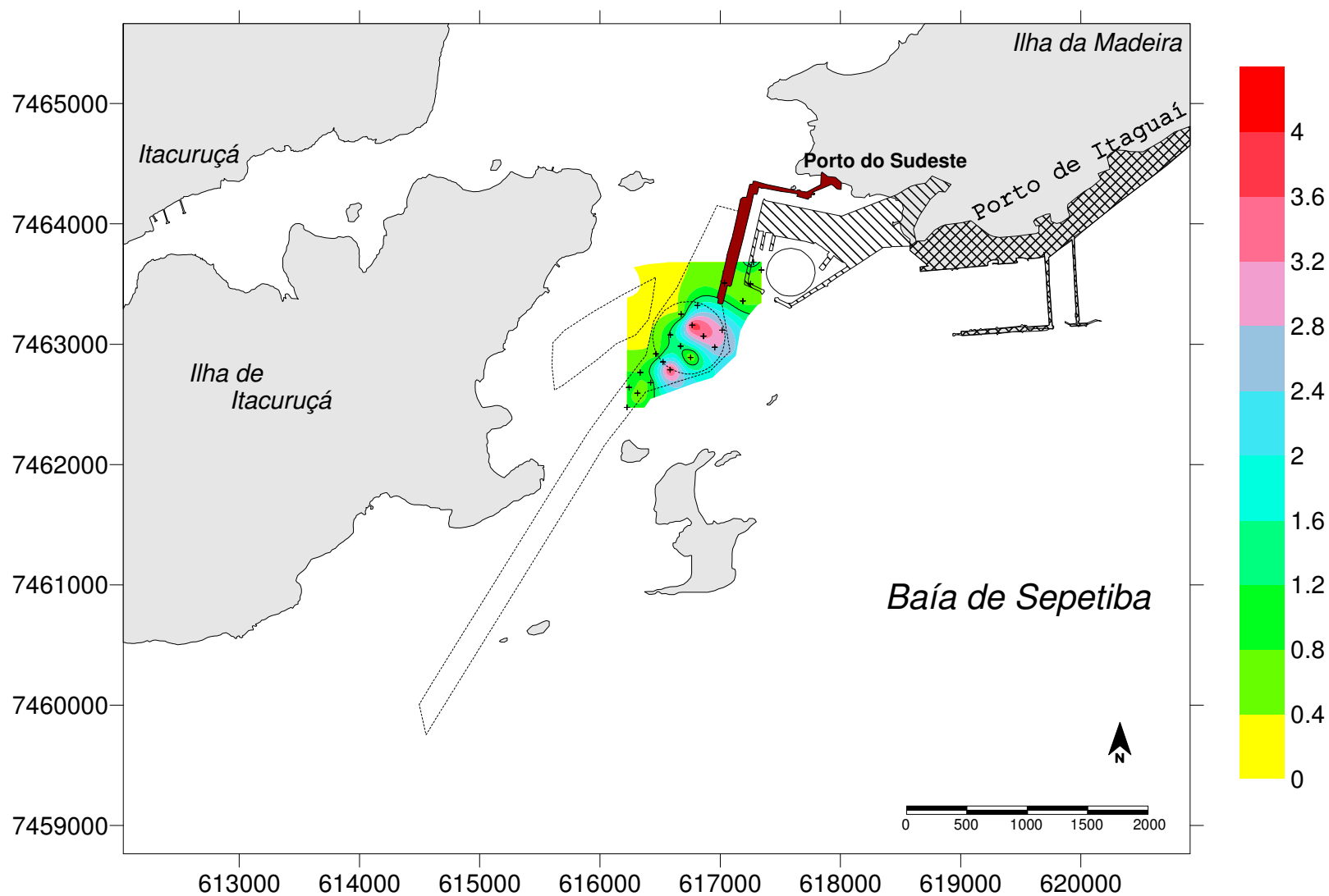


Figura 5: Concentração de cádmio (em mg kg^{-1}) na camada de 100 a 150 cm. A linha preta corresponde ao limite da classe 1 da CONAMA 344/2004.

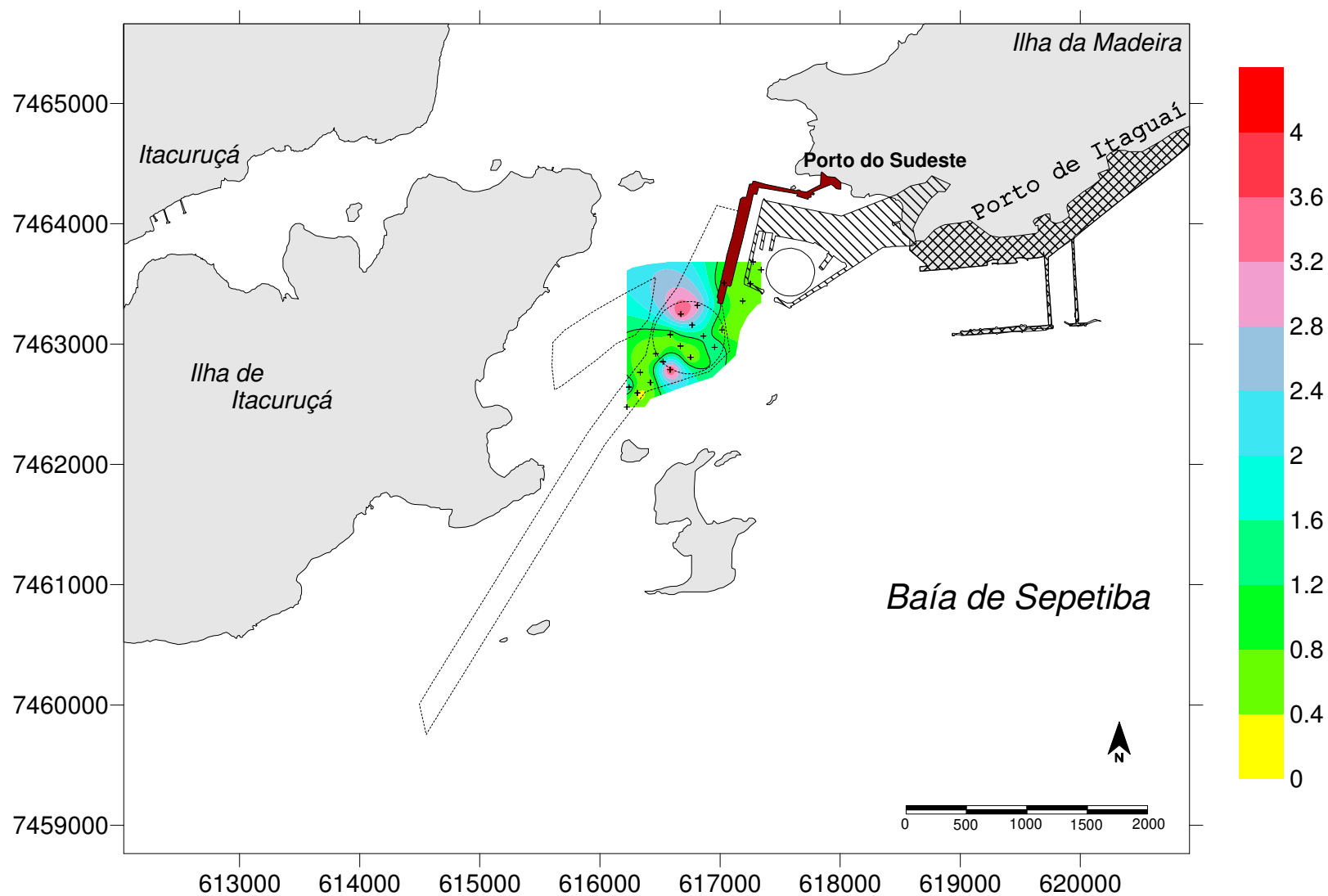


Figura 6: Concentração de cádmio (em mg kg^{-1}) na camada de 150 a 200 cm. A linha preta corresponde ao limite da classe 1 da CONAMA 344/2004.

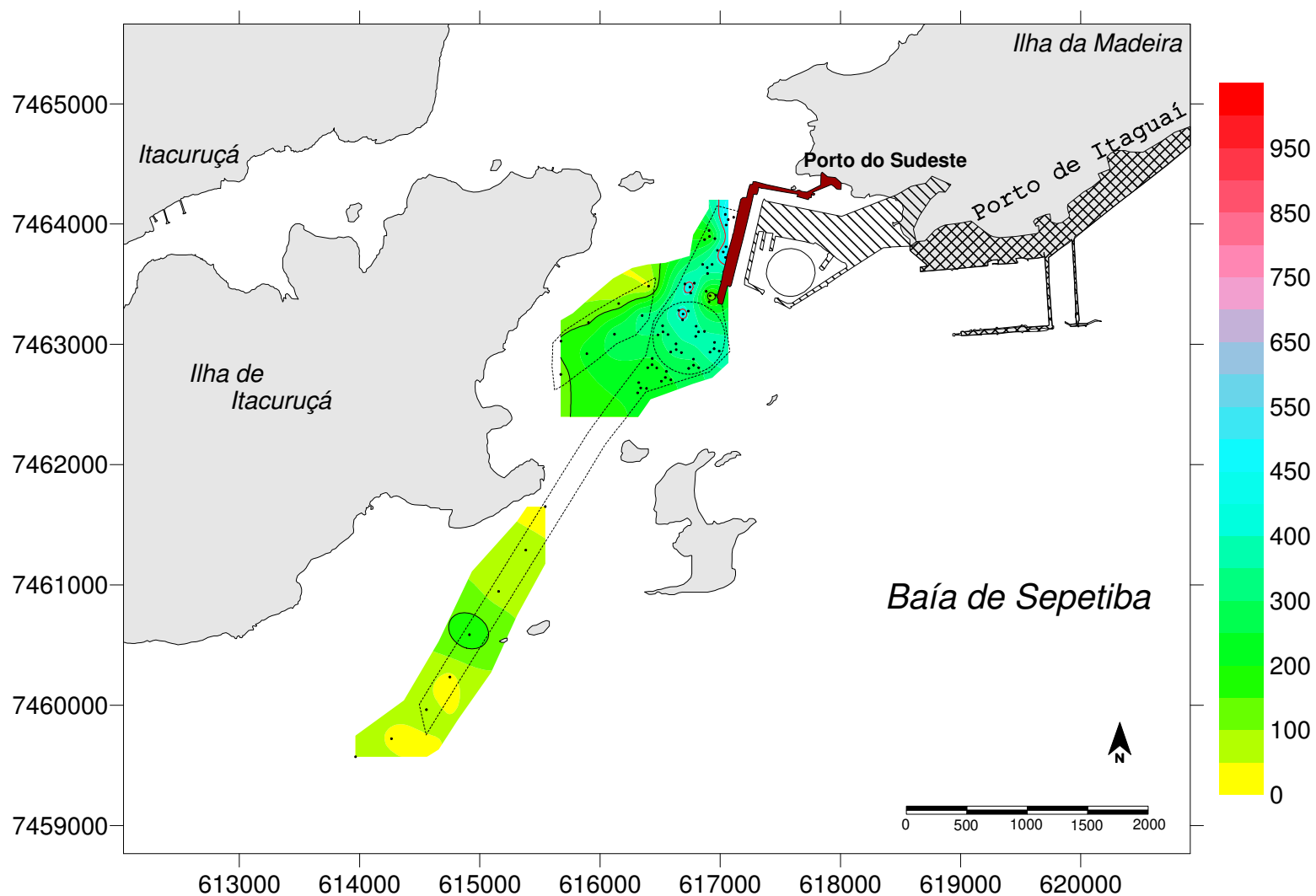


Figura 7: Concentração de zinco (em mg kg⁻¹) na camada de 00 a 50 cm. A linha preta corresponde ao limite da classe 1 e a linha vermelha corresponde ao limite da classe 2 da CONAMA 344/2004.

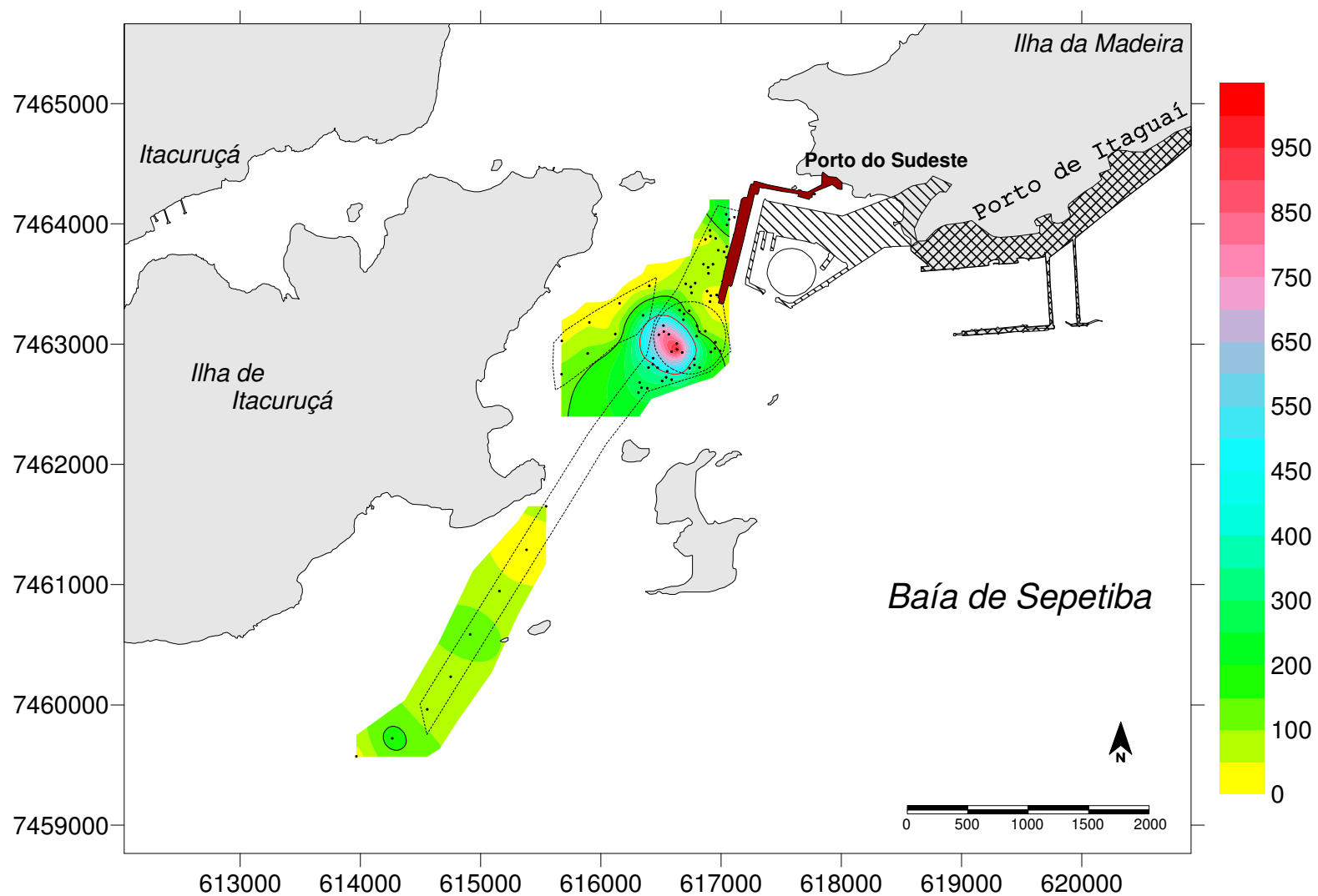


Figura 8: Concentração de zinco (em mg kg⁻¹) na camada de 50 a 100 cm. A linha preta corresponde ao limite da classe 1 e a linha vermelha corresponde ao limite da classe 2 da CONAMA 344/2004.

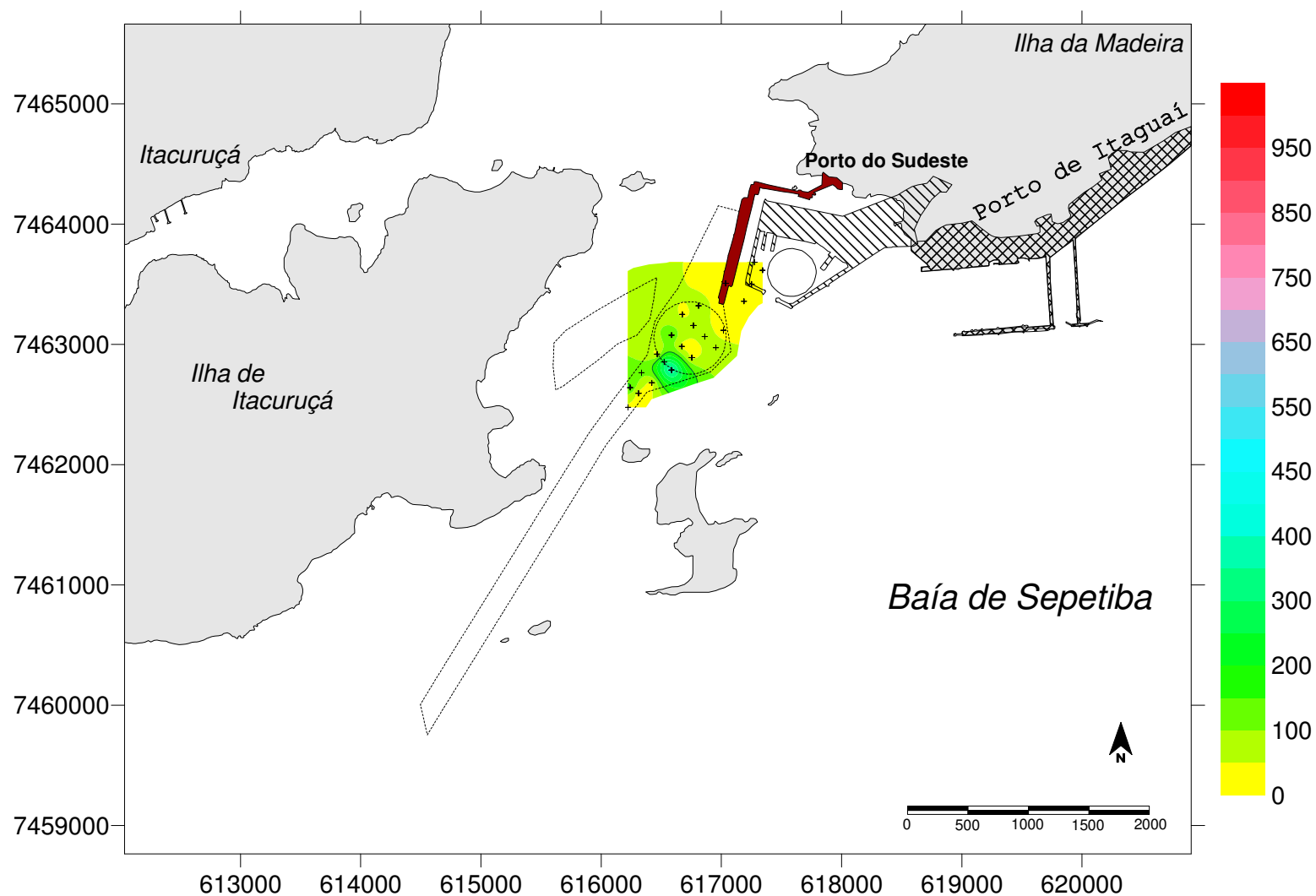


Figura 9: Concentração de zinco (mg kg^{-1}) na camada de 100 a 150 cm. A linha preta corresponde ao limite da classe 1 da CONAMA 344/2004.

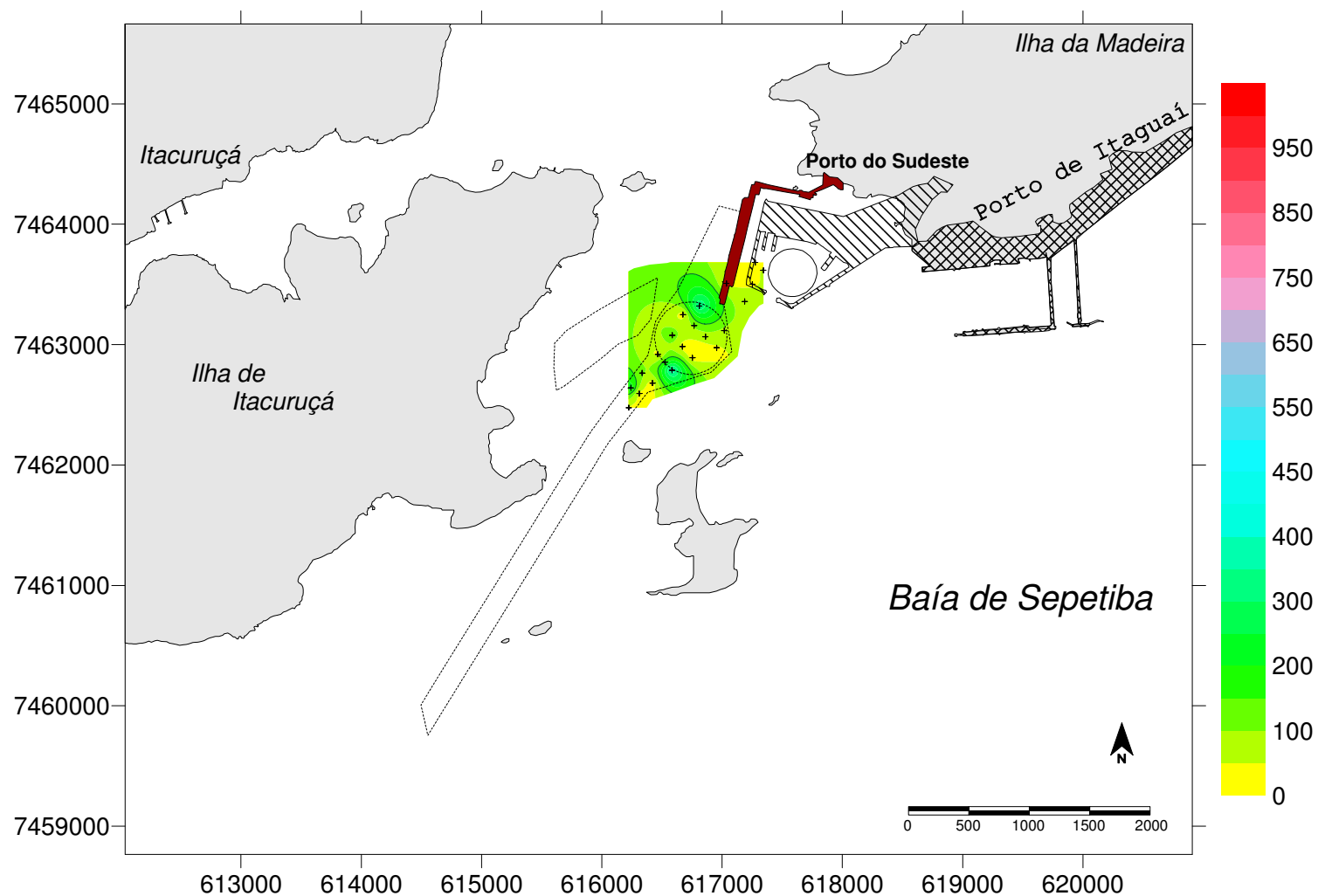


Figura 10: Concentração de zinco (em mg kg^{-1}) na camada de 150 a 200 cm. A linha preta corresponde ao limite da classe 1 da CONAMA 344/2004.

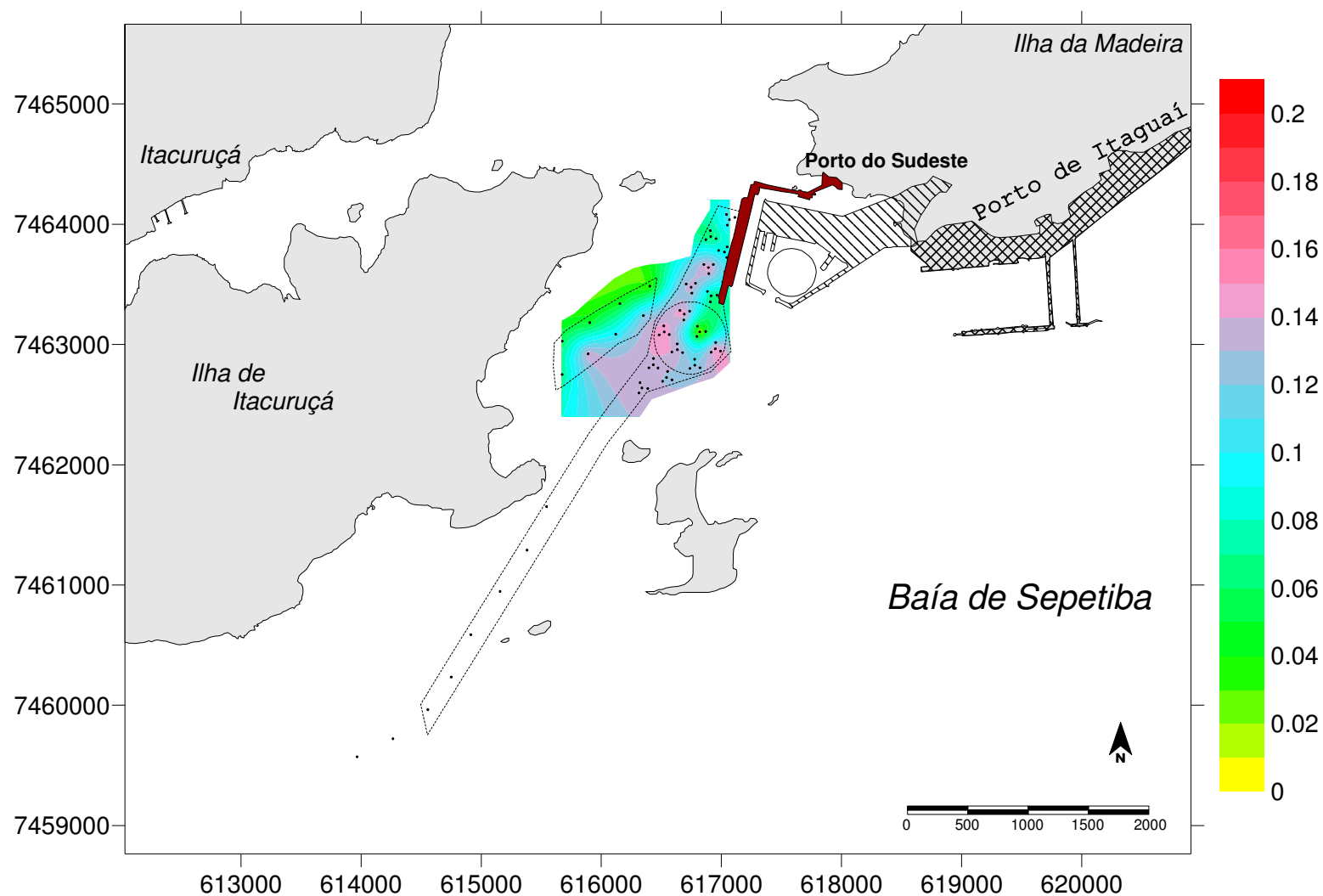


Figura 11: Concentração de mercúrio (em mg kg^{-1}) na camada de 0 a 50 cm. As manchas entre roxo e lilás indicam os valores próximos a $0,150 \text{ mg kg}^{-1}$, limite da classe 1 da CONAMA 344/2004. Não houve nenhuma medição de ultrapassagens do limite.

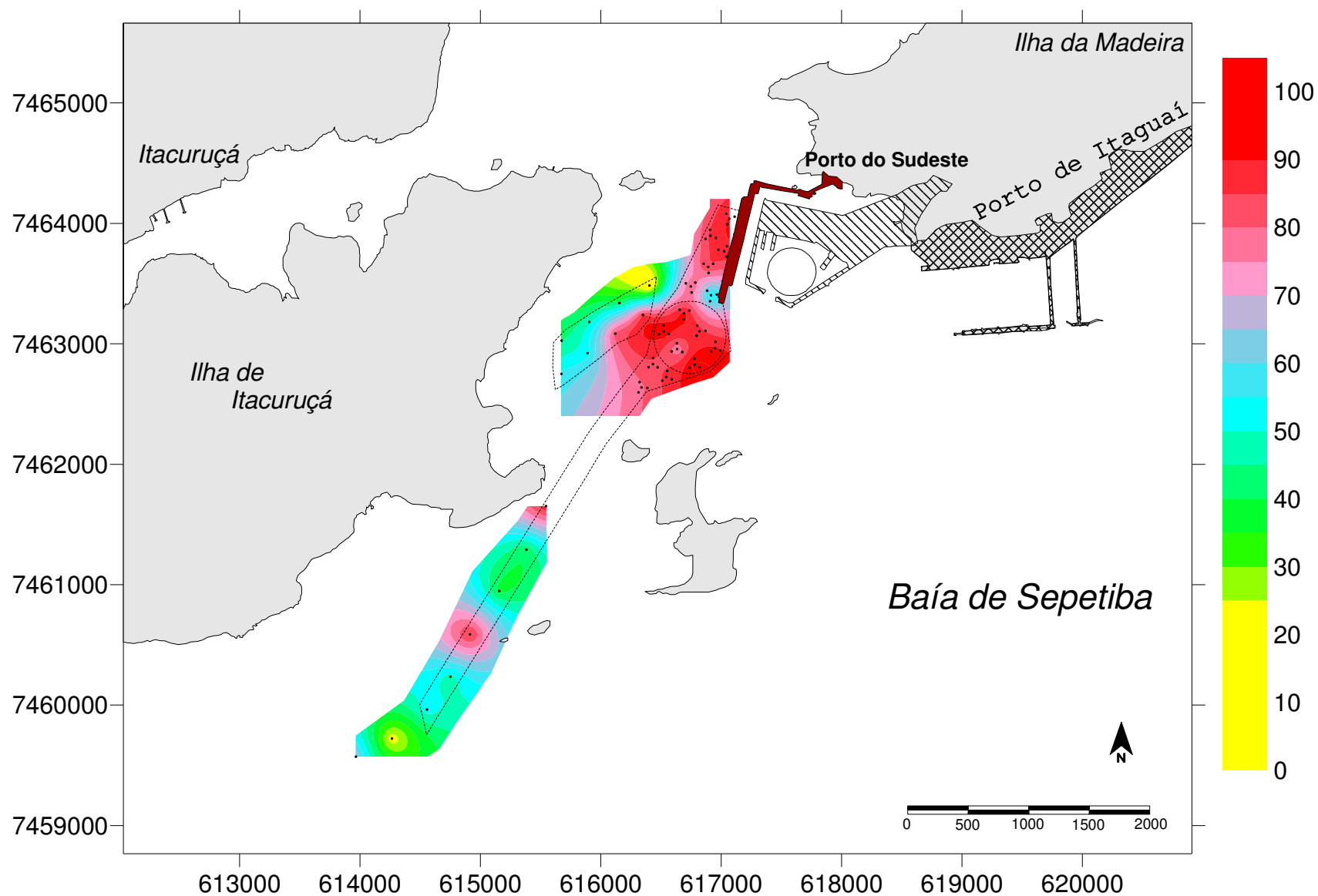


Figura 12: Distribuição da porcentagem de finos (<63µm) na camada de 0 a 50 cm.

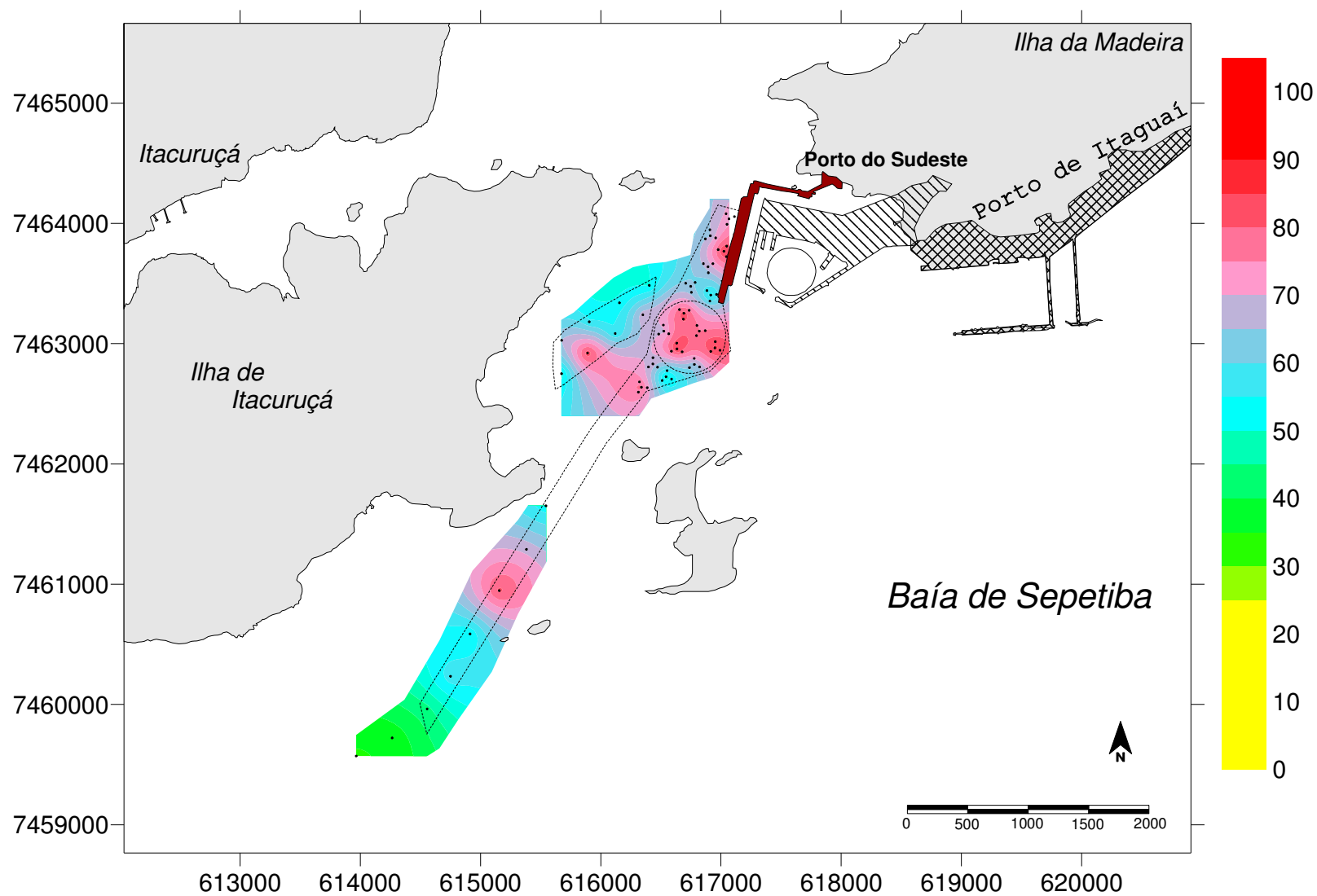


Figura 13: Distribuição da porcentagem de finos (<63µm) na camada de 50 a 100 cm.

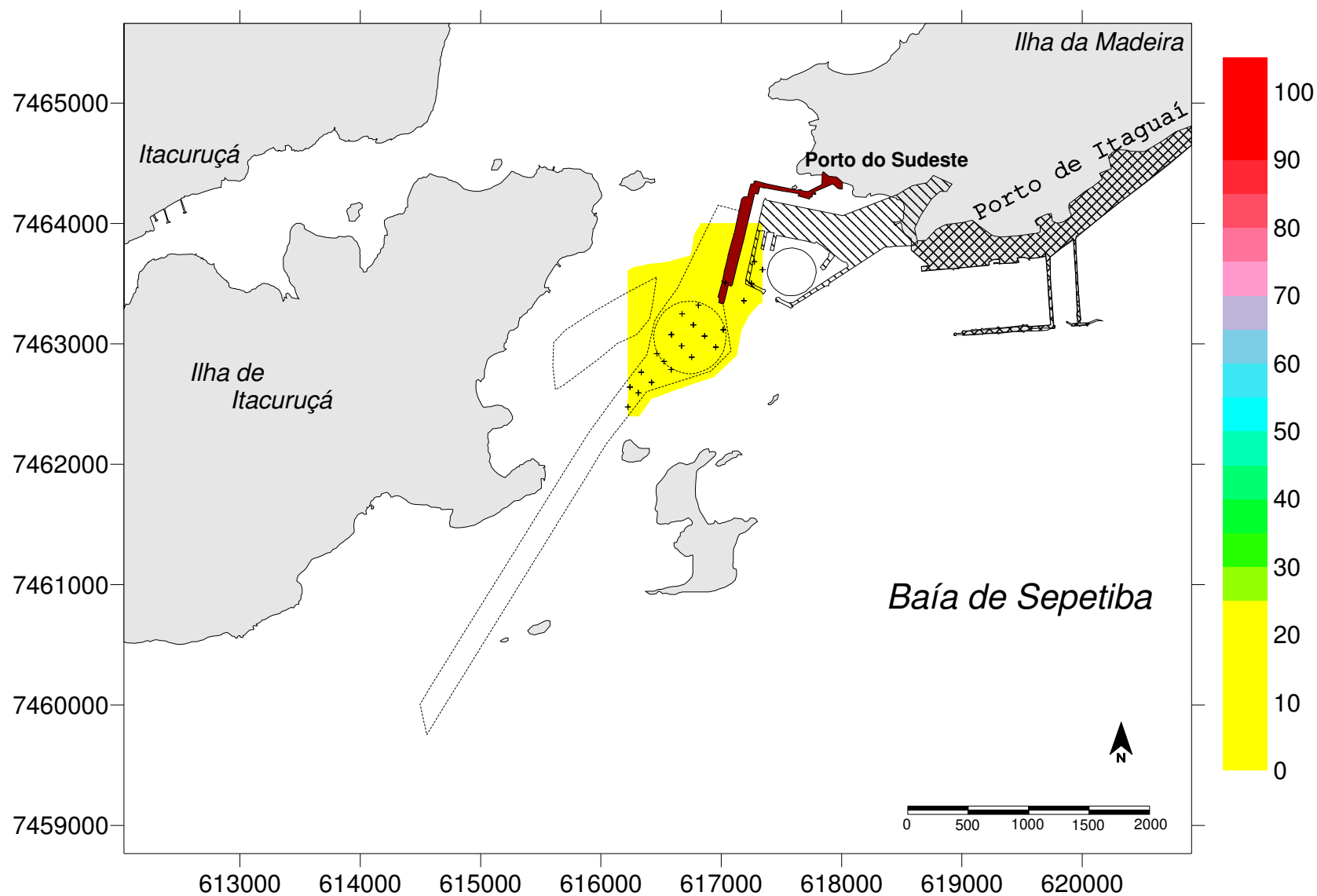


Figura 14: Distribuição da porcentagem de finos (<63µm) na camada de 100 a 150 cm.

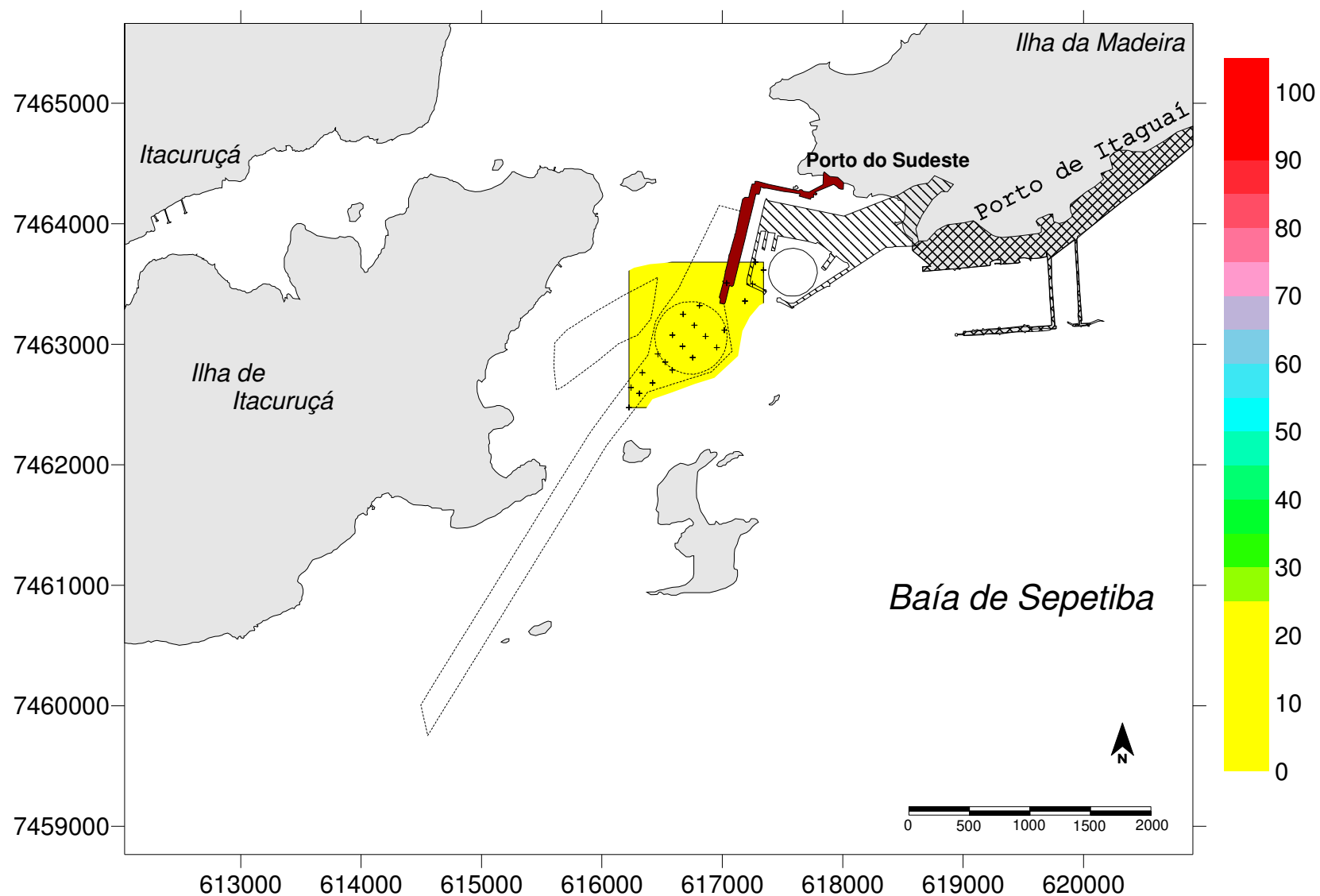


Figura 15: Distribuição da porcentagem de finos (<63µm) na camada de 150 a 200 cm.

É importante sublinhar que os mapas de distribuição das camadas 100 a 200 foram feitos com base em procedimentos matemáticos de interpolação e de extrapolação (Krigagem), definidos por um plano amostral que não se encaixou perfeitamente na área definida para a construção do porto (veja pontos amostrais na Figura 1). Isto se deve ao fato de após a aprovação do EIA-RIMA, modificações no projeto levaram ao deslocamento das áreas de dragagem. As curvas preta e vermelha nas figuras são consideradas extremamente importantes, pois delimitam as áreas de classe 1 ou classe 2 daquelas não classificadas.

3. PLANOS DE DRAGAGEM

A seguir estão relacionados os procedimentos de dragagem necessários para a redução ao máximo dos impactos ambientais e ao mesmo tempo seguir os procedimentos necessários ao aprofundamento das áreas do Porto do Sudeste:

- 1) A dragagem deve iniciar pela construção do CDF. As análises de concentração dos metais na área do CDF indicam que as concentrações até um metro de profundidade não constituem risco para os organismos. Considerando a granulometria de ambas as camadas (em torno de 40 a 50 % de areia), será necessária a utilização de uma draga do tipo CSD (Figuras 16 e 17). Para os sedimentos mais profundos, supostamente mais arenosos, será possível a utilização de uma draga de sucção ou uma draga auto-transportadora (TSHD; Figuras 18 e 19), com destinação do material para áreas próximas mais profundas ou para o mar. No caso da CSA o material arenoso foi utilizado nos aterros da própria indústria. Para isto, é necessário obter uma autorização de lavra junto ao DNPM. Lembro que atualmente alguns grandes empreendimentos como o COMPERJ têm enorme demanda de material de empréstimo. O volume total do CDF deve ser da ordem de **510.455 m³**, correspondentes a uma camada de **46.405 m³** de “capping” e mais **464.050 m³** de sedimento contaminado oriundo da dragagem do porto. As dimensões do CDF devem ser: área de **46.405 m²** e profundidade de **11 m**.

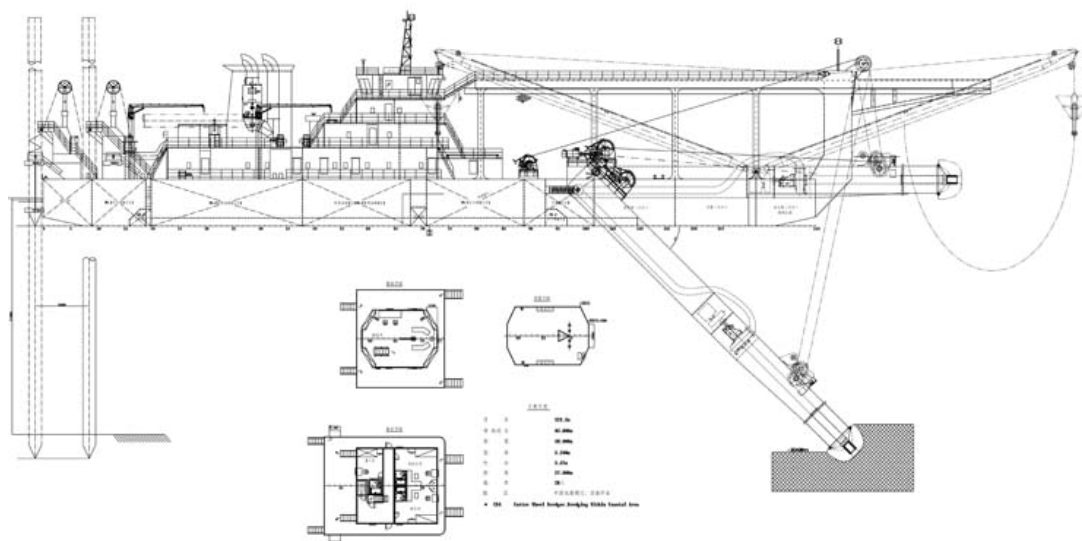
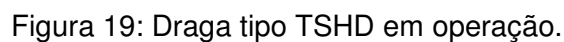


Figura 16: Esquema de draga do tipo CSD (Cutter Suction Dredge).



Figura 17: Detalhe da cabeça de corte da CSD.



- 2) Quando o CDF estiver pronto, será iniciado o processo de dragagem da área de atracação, da bacia de evolução e do canal. Sugere-se que duas dragas operem simultaneamente, uma nas áreas contaminadas e outra nas áreas não contaminadas. A draga das áreas contaminadas pode ser uma draga tipo CSD (para granulometria fina em sedimentos muito agregados) com duto de despejo no CDF, equipado de difusor (Figura 20). Nas áreas menos contaminadas uma draga tipo auto-transportadora (TSHD) poderá despejar o

Obs.: A operação das duas dragas de maneira simultânea deve seguir procedimentos de distanciamento e movimentação que garantam a segurança da operação e evitem acidentes.



Figura 20: Difusor para descarga do material no interior do CDF.

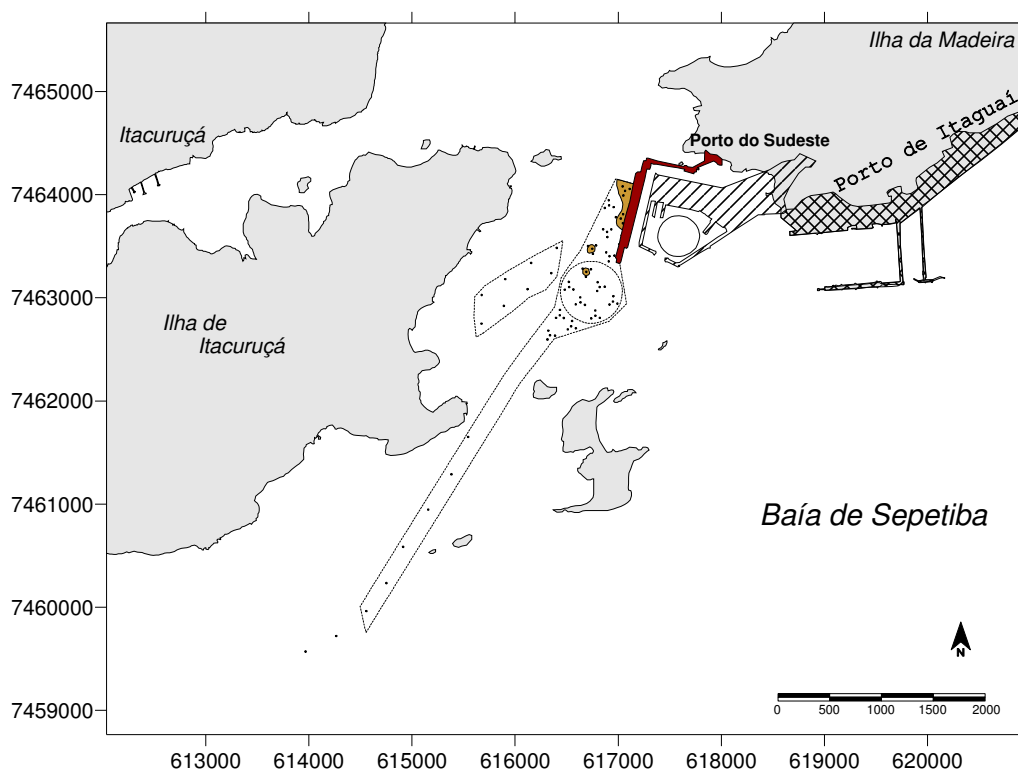


Figura 21: Mapa da área de dragagem cujo material deve ser destinado ao CDF.

Camada 0-50 cm

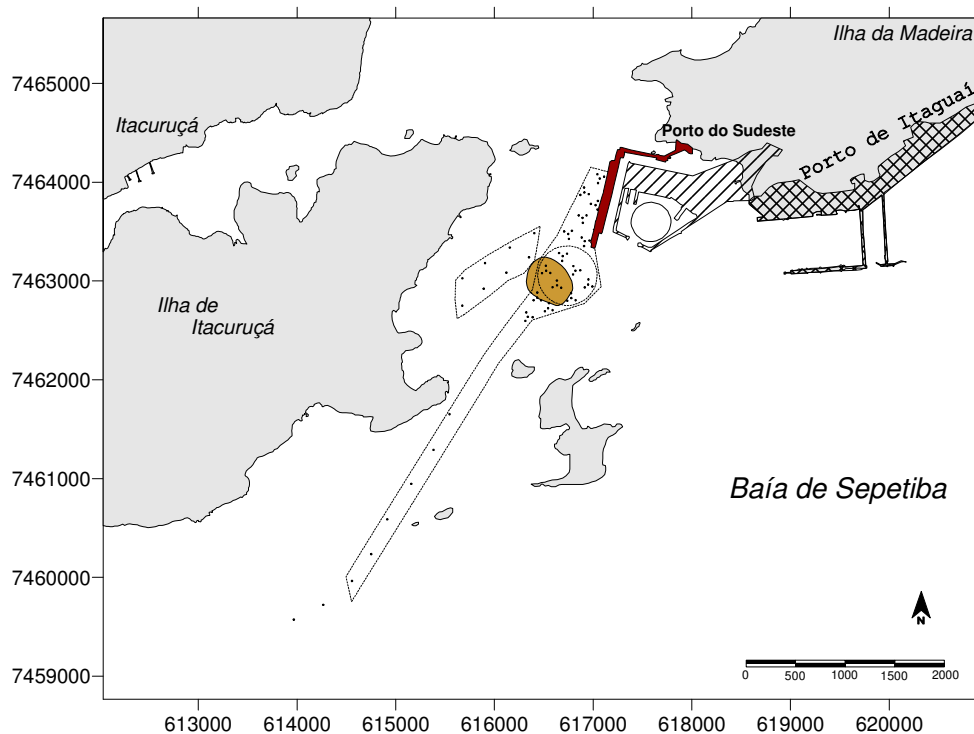


Figura 22: Mapa da área de dragagem cujo material deve ser destinado ao CDF.

Camada 50-100 cm.

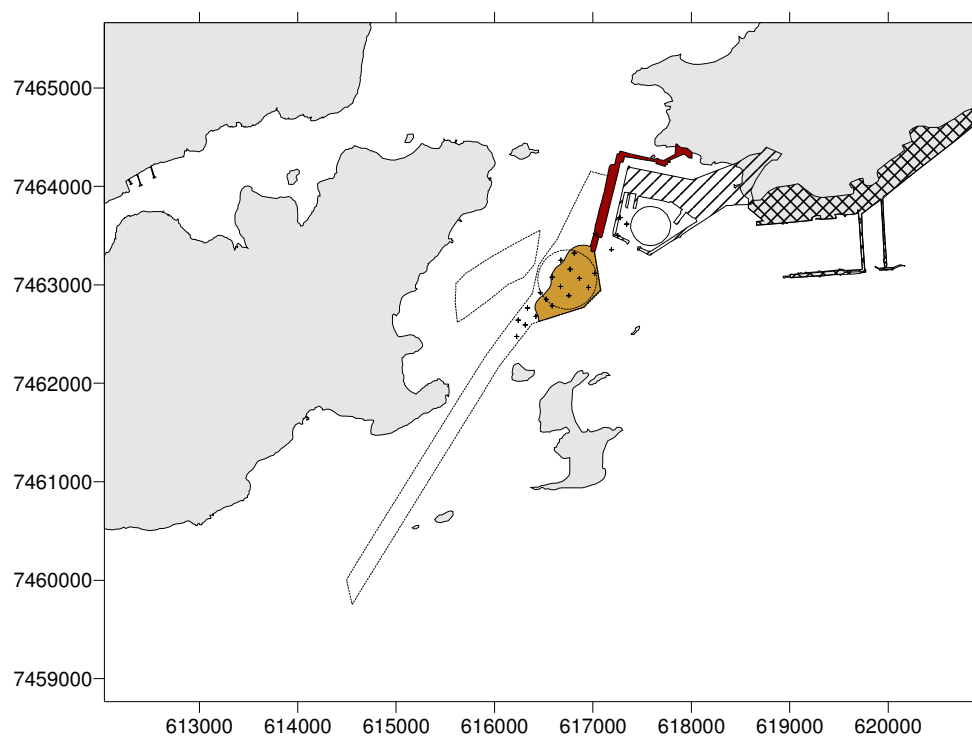


Figura 23: Mapa da área de dragagem cujo material deve ser destinado ao CDF.
Camada 100-150 cm.

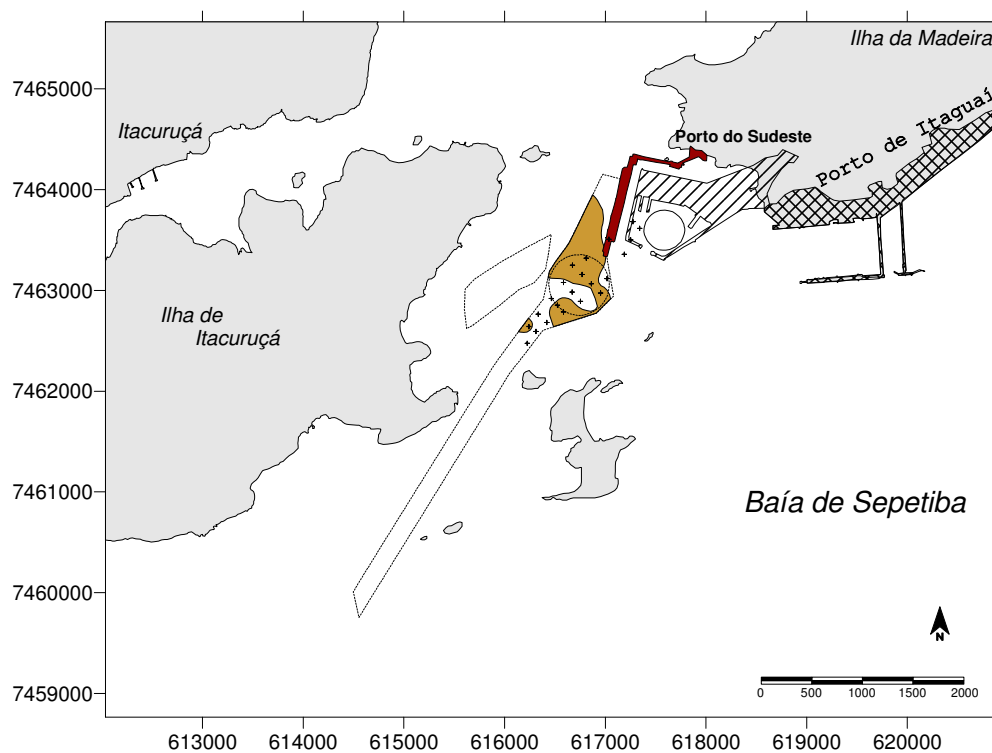


Figura 24: Mapa da área de dragagem cujo material deve ser destinado ao CDF.
Camada 150-200 cm.

Tabela 2: Volumes de dragagem para o CDF de cada uma das camadas

Camada	Volume (m ³)
0-50	34.750
50-100	82.950
100-150	151.650
150-200	194.700
Profundidade (m)	11
Área total do CDF (m ²)	46405
Capping	46.405
Total	510.455

- 3) Após a dragagem dos dois primeiros metros, assumimos que os sedimentos não apresentam mais nenhum tipo de contaminação antrópica e passamos a realizar uma dragagem com draga auto-transportadora com destinação do material em áreas mais profundas da baía ou no mar. No caso de sedimento arenoso, a utilização do material para aterro também é aconselhável, desde que com autorização de lavra pelo DNPM.
- 4) O “capping” do CDF deverá ser realizado com material fino oriundo da própria dragagem de níveis não contaminados com draga de sucção tipo CSD.
- 5) Ao término do preenchimento do CDF, este deve ter seus vértices principais sinalizados com bóias seguindo os padrões da Capitania dos Portos. O posicionamento do CDF deve ser registrado nas cartas náuticas da Marinha.

4. MONITORAMENTOS

- 1) Monitoramento Contínuo da Qualidade da Água será feito durante a dragagem do material contaminado para disposição no CDF. A estratégia de amostragem deve seguir as seguintes características
 - a) 4 pontos de coleta a 500 m da operação nos sentidos Norte, Sul, Leste e Oeste.
 - b) 1 ponto controle, na enseada de Coroa Grande (representativa do aporte continental e ressuspensão).

- c) As coletas serão sempre feitas diariamente, sempre na terceira hora após a maré baixa ou na terceira hora após a maré alta (maior velocidade de correntes de maré).

Os parâmetros a serem medidos são:

- a) Os valores de turbidez dos pontos de coleta não poderão ser superiores em mais de 228 mg L⁻¹ (ver EIA-RIMA do Terminal marítimo da CSA) em relação ao valor da estação controle.
- b) A salinidade, a temperatura, o oxigênio dissolvido e a transparência da água (disco de Secchii) devem ser medidos concomitantemente a fim de se estabelecer uma caracterização oceanográfica no momento da dragagem.
- c) Medições horárias de vento e dos parâmetros meteorológicos também deverão ser feitas e para isto, uma mini-estação meteorológica deve ser instalada na draga ou em área próxima, desde que distante de construções ou morros. A velocidade e a direção das correntes também devem ser medidas continuamente (a cada hora) com um ADCP (equipado de datalogger) ou correntômetros (em 3 profundidades).

Os dados do monitoramento devem ser transmitidos diariamente a uma estação em terra, onde os dados serão tratados e relatórios semanais serão preparados. Os relatórios devem apresentar os dados de forma numérica e gráfica e devem descrever o andamento das operações e seus impactos.

- 2) Concentrações de contaminantes no Material Particulado em Suspensão. Uma vez por semana, durante a dragagem do material contaminado, deverão ser feitas amostragens de água nos 5 pontos definidos no item 1, sendo determinados os seguintes parâmetros:
 - a) Quantificação do total de sólidos em suspensão por filtração em filtro de acetato de celulose de abertura de 0,45 µm.
 - b) Metais totais da água ("total recoverable elements"). Os metais a serem analisados são: Cd, Zn.
 - c) Carbono orgânico particulado, nitrogênio total, fósforo total, clorofila a e feopigmentos. Todas estas análises são realizadas em filtros de fibra de vidro tipo GF/C ou GF/F ou similar.
 - d) Formas nitrogenadas dissolvidas (nitrato, nitrito e amônio) e fosfato também devem ser medidos na coluna d'água.

- e) As amostras poderão ser coletadas na superfície, para posterior comparação com os dados também coletados na superfície de turbidez e parâmetros oceanográficos.
- 3) Monitoramento dos Organismos: Durante o período de dragagem do sedimento contaminado, serão coletadas semanalmente amostras dos organismos abaixo, nos quais serão feitas as seguintes análises:
- a) Algas: *Padina gymnospora*. Esta espécie foi escolhida devido à sua larga presença na região e devido ao fato de já existirem estudos sobre a dinâmica de absorção de zinco e cádmio (Amado-Filho, Andrade et al., 1999). Nestas amostras serão feitas análises de Zn e Cd totais.
- b) Bivalves: *Crassostrea rhizophorae*: Além da larga distribuição deste molusco na baía de Sepetiba, a espécie já conta com estudo da dinâmica de absorção de cádmio e zinco (Amaral, Rebelo et al., 2005). Nas partes moles dos indivíduos serão feitas análises de Zn e Cd totais

ANEXO 1

Relação das coordenadas dos vértices das camadas a serem dragadas:

29

Camada 0 a 50 cm (a)

Ordem	Easting	Northing			
1	617076	7463650	14	617042	7463925
2	617040	7463659	15	617031	7463947
3	617015	7463677	16	617027	7463967
4	616989	7463702	17	617016	7463989
5	616984	7463728	18	617005	7464009
6	616982	7463742	19	617000	7464034
7	616985	7463769	20	616995	7464061
8	617002	7463795	21	616987	7464088
9	617016	7463820	22	616985	7464117
10	617031	7463844	23	616989	7464148
11	617040	7463862	24	617199	7464092
12	617042	7463884	25	617076	7463650
13	617044	7463905			

Camada 0 a 50 cm (b)

Ordem	Easting	Northing			
1	616719	7463432	8	616764	7463508
2	616703	7463443	9	616773	7463492
3	616701	7463465	10	616773	7463474
4	616705	7463485	11	616772	7463456
5	616715	7463501	12	616759	7463443
6	616728	7463512	13	616719	7463432
7	616746	7463517			

Camada 0 a 50 cm (c)

Ordem	Easting	Northing			
1	616685	7463213	9	616712	7463280
2	616668	7463226	10	616715	7463266
3	616657	7463238	11	616721	7463247
4	616656	7463255	12	616721	7463233
5	616656	7463271	13	616710	7463222
6	616670	7463284	14	616699	7463218
7	616683	7463289	15	616685	7463213
8	616695	7463285			

Camada 50 a 100

Ordem	Easting	Northing			
1	616449	7462820	18	616637	7463191
2	616434	7462836	19	616679	7463157
3	616395	7462860	20	616717	7463115
4	616371	7462881	21	616743	7463079
5	616371	7462879	22	616768	7463032
6	616344	7462914	23	616784	7462997
7	616329	7462952	24	616792	7462963
8	616324	7462995	25	616793	7462928
9	616331	7463063	26	616790	7462908
10	616342	7463106	27	616784	7462894
11	616369	7463159	28	616757	7462854
12	616396	7463193	29	616735	7462816
13	616424	7463211	30	616712	7462791
14	616456	7463231	31	616694	7462773
15	616509	7463244	32	616670	7462762
16	616570	7463229	33	616648	7462753
17	616608	7463209	34	616625	7462753
			35	616449	7462820

Camada 100 a 150 cm

Ordem	Easting	Northing			
1	616502	7462644	17	616576	7463093
2	616906	7462771	18	616572	7463072
3	617078	7462948	19	616576	7463032
4	617044	7463164	20	616572	7463001
5	617007	7463376	21	616556	7462968
6	616944	7463398	22	616527	7462932
7	616909	7463403	23	616491	7462892
8	616853	7463400	24	616454	7462863
9	616801	7463376	25	616427	7462827
10	616763	7463343	26	616415	7462798
11	616739	7463313	27	616411	7462765
12	616721	7463280	28	616420	7462734
13	616706	7463247	29	616431	7462713
14	616679	7463218	30	616440	7462693
15	616628	7463177	31	616447	7462666
16	616596	7463131	32	616449	7462629

Camada 150 a 200 cm (a)

Ordem	Easting	Northing			
1	616485	7462640	36	616552	7463117
2	616909	7462773	37	616590	7463110
3	617053	7462916	38	616628	7463095
4	617042	7462959	39	616681	7463070
5	617020	7462999	40	616739	7463059
6	616989	7463030	41	616813	7463039
7	616957	7463048	42	616844	7463026
8	616933	7463079	43	616859	7463017
9	616931	7463117	44	616868	7462997
10	616951	7463173	45	616899	7462919
11	616982	7463235	46	616917	7462861
12	616998	7463278	47	616920	7462840
13	617005	7463331	48	616911	7462825
14	616998	7463382	49	616899	7462809
15	616984	7463440	50	616877	7462800
16	616971	7463476	51	616855	7462794
17	616962	7463519	52	616819	7462798
18	616960	7463572	53	616772	7462811
19	616966	7463630	54	616732	7462838
20	616975	7463664	55	616695	7462869
21	616982	7463711	56	616663	7462903
22	616980	7463749	57	616632	7462919
23	616973	7463800	58	616601	7462927
24	616951	7463840	59	616572	7462925
25	616922	7463894	60	616540	7462912
26	616902	7463922	61	616474	7462854
27	616875	7463949	62	616454	7462827
28	616748	7463690	63	616447	7462803
29	616703	7463592	64	616445	7462782
30	616645	7463481	65	616447	7462751
31	616603	7463420	66	616456	7462724
32	616512	7463295	67	616471	7462686
33	616445	7463191	68	616480	7462655
34	616431	7463124	69	616485	7462640
35	616476	7463119			

Camada 150 a 200 cm (a)

Ordem	Easting	Northing
1	616137	7462589
2	616153	7462588
3	616191	7462584
4	616224	7462588
5	616256	7462609
6	616273	7462638
7	616276	7462666
8	616269	7462689
9	616258	7462705
10	616238	7462725
11	616137	7462589

Julio Cesar Wasserman
Coordenador