

ÍNDICE

6.4 -	Frentes de Caracterização Ambiental.....	1/132
6.4.1 -	Monitoramento da Qualidade da Água na Área de Influência do Porto Sudeste	1/132
6.4.1.1 -	Introdução	1/132
6.4.1.2 -	Metodologia.....	1/132
6.4.1.3 -	Análises Laboratoriais.....	3/132
6.4.1.4 -	Resultados e Discussão.....	5/132
6.4.1.5 -	Considerações Finais	33/132
6.4.2 -	Caracterização dos Sedimentos no Local da Dragagem Segundo a Resolução CONAMA 344/04.....	35/132
6.4.2.1 -	Introdução	35/132
6.4.2.2 -	Metodologia.....	36/132
6.4.2.3 -	Resultados	40/132
6.4.3 -	Caracterização da Comunidade Bentônica na Área de Dragagem	82/132
6.4.3.1 -	Resultados	83/132
6.4.3.2 -	Comparação com Dados Anteriores	90/132
6.4.3.3 -	Conclusão	90/132
6.4.4 -	Caracterização da Comunidade Bentônica na Área de Descarte	91/132
6.4.4.1 -	Introdução	91/132
6.4.4.2 -	Material & Métodos.....	91/132
6.4.4.3 -	Resultados	94/132
6.4.4.4 -	Conclusões	108/132
6.4.5 -	Caracterização da Ictiofauna na Área de Descarte.....	108/132
6.4.5.1 -	Coleta e Obtenção dos Dados.....	108/132

6.4.5.2 -	Análise dos Dados.....	109/132
6.4.5.3 -	Resultados e Discussão.....	111/132
6.4.5.4 -	Considerações Finais	115/132
6.4.6 -	Estabelecimento do Background Ambiental do Manguezal Adjacente a Retroárea do Porto Sudeste	117/132
6.4.6.1 -	Objetivo	117/132
6.4.6.2 -	Metodologia	117/132
6.4.6.3 -	Resultados	120/132
6.4.6.4 -	Estabelecimento de um Baseline para Ruídos.....	129/132

ANEXOS

Anexo 1 - Laudos Técnicos

Anexo 1.1 - Amostras de água

Anexo 1.2 - Amostras de Sedimentos

APRESENTAÇÃO

Como abordado anteriormente, no diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento, a área do já apresenta indícios claros de impactos resultantes de atividades antropogênicas causadas principalmente pelo parque industrial já instalado na região e as condições precárias de saneamento da bacia hidrográfica da região da baía de Sepetiba, entre outros fatores.

Visando a verificação da magnitude destes impactos no quadro atual, diversas frentes de monitoramento foram abertas para a elaboração de um diagnóstico da qualidade ambiental das águas e sedimentos da área em questão, assim como das condições de ruídos já estabelecidas na área. Entre estas frentes estão:

- Monitoramento da qualidade da água dos corpos hídricos na área do empreendimento e adjacências;
- Caracterização Geoquímica dos Sedimentos na área de Dragagem;
- Caracterização da comunidade bentônica e granulometria na área de descarte;
- Estabelecimento do Background Ambiental do manguezal adjacente a retroárea do porto sudeste;
- Estabelecimento de um baseline para ruídos;

O presente capítulo descreve os resultados obtidos nas diversas campanhas executadas.

6.4 - FRENTES DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

6.4.1 - Monitoramento da Qualidade da Água na Área de Influência do Porto Sudeste

6.4.1.1 - Introdução

Conforme diagnosticado nos itens anteriores, atualmente a baía de Sepetiba já apresenta sinais de contaminação originadas principalmente das descargas dos rios que compõem sua bacia hidrográfica, que por sua vez recebem uma significativa carga de poluentes do parque industrial instalado nas suas proximidades.

Com o objetivo de atualizar os dados verificados na literatura e diagnosticar mais especificamente a área do empreendimento em questão, uma campanha para coleta de água foi executada. A descrição da campanha e os resultados obtidos nas análises seguem nos próximos itens.

6.4.1.2 - Metodologia

Metodologia de Coleta

- Parâmetros Físico-Químicos

Com o intuito de avaliar a situação atual da água na área do empreendimento, executou-se uma campanha de campo, quando foram determinados 20 pontos na área (**Figura 6.4.1-1**), onde foram coletadas amostras de água análises segundo a DZ 1845. Devido a pequena profundidade em determinados pontos, nestes coletou-se apenas água superficial. Nos demais, em áreas de maior profundidade coletou-se água em superfície e a 1 m do fundo.



Figura 6.4.1-1 - Pontos de coleta de água

Para a coleta de água para as análises químicas utilizou-se uma garrafa Van-Dorn. As amostras foram acondicionadas em um isopor com gelo e encaminhadas para o laboratório para posterior análise de:

Quadro 6.4.1-1 - Parâmetros a serem Analisados para Caracterização da Água

Parâmetros	Unidade
Temperatura	°C
Salinidade/Cloreto	µs/cm/ mg/l
pH	UpH
Turbidez	UT
RNFT	mg/l
P-PO4	mg/l
N-NH4	mg/l
N-Total	mg/l
N-NO2	mg/l
N-NO3	mg/l
COT	mg/l

Fonte: DZ.

6.4.1.3 - Análises Laboratoriais

Parâmetros Físico-Químicos

Para os parâmetros físico-químicos foram utilizados sensores como Termômetro, pHmetro, condutivímetro e turbidímetro, da marca Digimed.

Os nutrientes inorgânicos dissolvidos (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- e PO_4^{3-}) foram determinados a partir do material filtrado, segundo métodos colorimétricos clássicos, adaptados de Strickland & Parsons (1972). Os métodos utilizados para a determinação de nitrogênio total foi o método Kjeldahl, que é essencialmente um procedimento de oxidação úmida. Os teores de carbono orgânico foram determinados pelo método de Walkey-Black, que consiste na oxidação da matéria orgânica com uma solução de dicromato em presença de ácido sulfúrico e o excesso de oxidante é determinado através de uma titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal.

Parâmetros Biológicos

A composição específica e abundância (cel.L^{-1}) do fitoplâncton foram determinadas a partir de sub-amostras de 10 mL, coradas com solução de Rosa de Bengala e sedimentadas por 24 horas, segundo o método de UTERMÖHL (1958), sendo analisadas em microscópio invertido Nikon adaptado com contraste de fase. O nanoplâncton ($2\text{-}20\mu\text{m}$) foi analisado sob o aumento de 400X ao longo do maior diâmetro da câmara de contagem, enquanto o microfitoplâncton ($>20\mu\text{m}$) sob o aumento de 200X, em meia câmara. Foram avaliadas a concentração celular das duas frações dimensionais, e os resultados expressos em cel.L^{-1} .

Os organismos formadores de cadeia, filamentosos ou coloniais foram considerados como uma unidade sedimentada (US). Seguindo as recomendações de LUND et al. (1958), foi estabelecida uma contagem mínima de 100 unidades sedimentadas, o que garante uma margem de erro de 20%.

A metodologia utilizada nem sempre permite uma identificação mais refinada dos táxons, já que os caracteres taxonômicos de muitos organismos só podem ser visualizados em equipamento óptico com maior resolução, e após tratamento das amostras de acordo com a classe taxonômica a que pertencem. Deste modo, para não subestimar a riqueza de espécies (expressa pelo número de táxons por amostra), utilizou-se à individualização dos organismos como morfotipos, considerando sua forma e maior dimensão linear (Quadro 6.4.1-2). Seguindo as recomendações do Código Internacional de Nomenclatura Botânica (McNEILL et al., 2006), o termo conferatur

(cf.) foi aplicado ao organismo cuja identificação, que o enquadra dentro do táxon sugerido, ainda necessita da confirmação de poucos caracteres taxonômicos.

A classificação taxonômica seguiu os seguintes sistemas: dinoflagelados, STEIDINGER & TANGEN (1997); diatomáceas, ROUND et al. (1990); cianobactérias, ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (1988); silicoflagelados, euglenofíceas e prasinofíceas, THRONSEN (1997) e cocolitoforídeos, HEIMDAL (1997).

A identificação dos organismos foi baseada principalmente em TENENBAUM et al. (2006), TENENBAUM et al. (2004), STEIDINGER & TANGEN (1997), para os dinoflagelados, HASLE & SYVERTSEN (1997), RICARD (1987) e CUPP (1943) para as diatomáceas, HEIMDAL (1997) para os cocolitoforídeos e THRONSEN (1997) para os silicoflagelados, euglenofíceas e prasinofíceas.

Quadro 6.4.1-2 - Tipos nomeados de acordo com a forma e dimensão da célula.
Os números (forma) e letras (dimensão) atribuídos aos organismos são colocados entre parênteses.

Dinoflagelados	Forma	Dimensões (µm)
Dinoflagelado tecado (1A)	Arredondada	20 a 50
Dinoflagelado tecado (2A)	Bicônica	20 a 50
Dinoflagelado tecado (3A)	Ovóide	20 a 50
Dinoflagelado tecado (4A)	Oblonga	20 a 50
Gymnodiniales (1A)	Arredondada	20 a 50
Gymnodiniales (2A)	Bicônica	20 a 50
Gymnodiniales (2B)	Bicônica	50 a 100
Gymnodiniales (4A)	Oblonga	20 a 50
Diatomácea cêntrica (1A)	Arredondada	20 a 50
Diatomácea penata (1A)	Lanceolada	20 a 50
Diatomácea penata (4A)	Linear	20 a 50
Diatomácea penata (4B)	Linear	50 a 100
Diatomácea penata (7A)	Retangular	20 a 50

A partir dos resultados de contagem, foram calculados os índices de Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade (J'), utilizando-se o Programa PRIMER® 5.0. Para verificar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as “estações de amostragem” e “profundidades de coleta” foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Statistica® 6.0).

Para interpretação da estrutura das comunidades foram empregadas as Análises de Agrupamento (Cluster) e de Similaridade das Percentagens (Simper), efetuadas pelo Programa PRIMER® 5.0, a partir das unidades taxonômicas que apresentaram contribuição superior a 1 % da densidade do microfitoplâncton por amostra. Segundo FIELD et al. (1982), é necessário estabelecer

inicialmente a porcentagem de contribuição dos táxons, de modo a reter na matriz de dados um número inferior a 50 táxons.

Maiores informações sobre os tratamentos estatísticos utilizados neste relatório podem ser encontradas em LEGENDRE & LEGENDRE (1998) e CLARKE & WARWICK (1994).

6.4.1.4 - Resultados e Discussão

Parâmetros Físico-Químicos

▪ Potencial Hidrogeniônico

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo da qualidade ambiental.

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais de acordo com a legislação federal (Resolução no 20 do CONAMA, de junho de 1986). Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9.

Nos resultados obtidos das análises em campo de pH, as amostras apresentaram uma forte influência de águas oceânicas, onde o sistema carbonato eleva o pH para superiores a 8,0, tanto em superfície quanto em maiores profundidades na maioria dos pontos (**Figura 6.4.1-2** e **Figura 6.4.1-3**). Os valores em superfície variaram entre 7,3 e 8,1, com média em 8,1. A dinâmica de variação em maiores profundidades apresentou o mesmo padrão.

Já os pontos 1,15, 16 e 17, estes valores se mostraram mais baixos, devido, provavelmente, a influência das águas fluviais. Os pontos 15, 16 e 17 sugerem uma forte influência do Rio Guandu sobre as águas nas proximidades de sua foz.

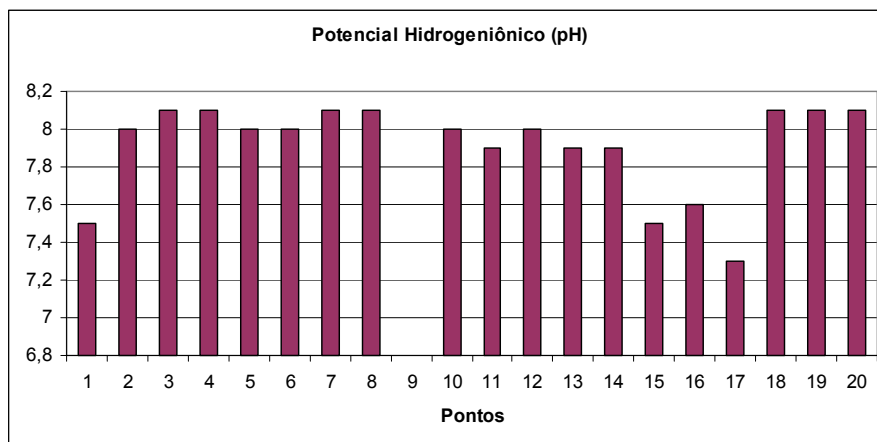


Figura 6.4.1-2 - Dados de pH registrados em superfície

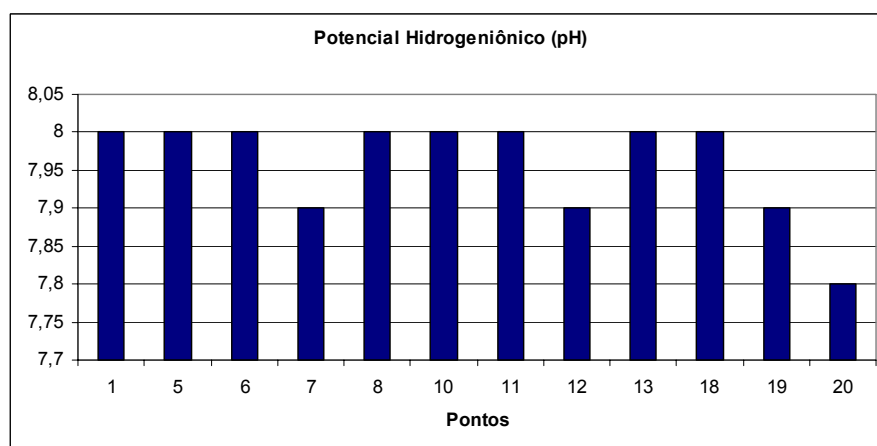


Figura 6.4.1-3 - Dados de pH registrados a 1m do fundo

▪ Salinidade

A salinidade da água refere-se com maior precisão com Sólidos Totais Dissolvidos (STD), pois os constituintes em solução na água não são, necessariamente, sais.

Os íons de sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloro, sulfato e bicarbonato são os maiores contribuintes para a salinidade da água (**Quadro 6.4.1-3**). Também existem na água elementos como o fósforo, nitrogênio inorgânico, ferro, manganês, zinco, cobre, boro, que em pequenas quantidades são essenciais para o crescimento do fitoplâncton.

Quadro 6.4.1-3 - Concentração típica dos maiores íons (mg/l) em água do mar, salobra e doce

Íon	Água do mar	Água salobra	Água doce
Cloro	19,000	12,090	6
Sódio	10,500	7,745	8
Sulfato	2,700	995	16
Magnésio	1,350	125	11
Cálcio	400	308	42
Potássio	380	75	2
Bicarbonato	142	156	174
Outros	86	35	4
Total	34,558	21,529	263

Fonte: Boyd, 1989.

Os valores de referência do CONAMA são respectivamente inferior ou igual a 500 mg.L-1, entre 500 e 30 mil mg.L-1 e maiores de 30 mil mg.L-1. A Resolução do CONAMA nº 357/2005, classifica as águas salinas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

Os valores de salinidade obtidos no ambiente em estudos mostraram forte influência das águas marinhas, com valores variando em torno de 30 em sua maioria, tanto em superfície

quanto em maiores profundidades. A média em superfície foi de 29,5, com valores extremos de 19,6 e 38,43.

Em maiores profundidades o valor médio foi de 32,4 com valores variando entre 29,9 e 35,46.

Os pontos 14, 15, 16 e 17, porém, mais uma vez apresentaram valores diferenciados, sugerindo influência da grande vazão de água doce do rio Guandu e demais desembocaduras adjacentes a esta área.

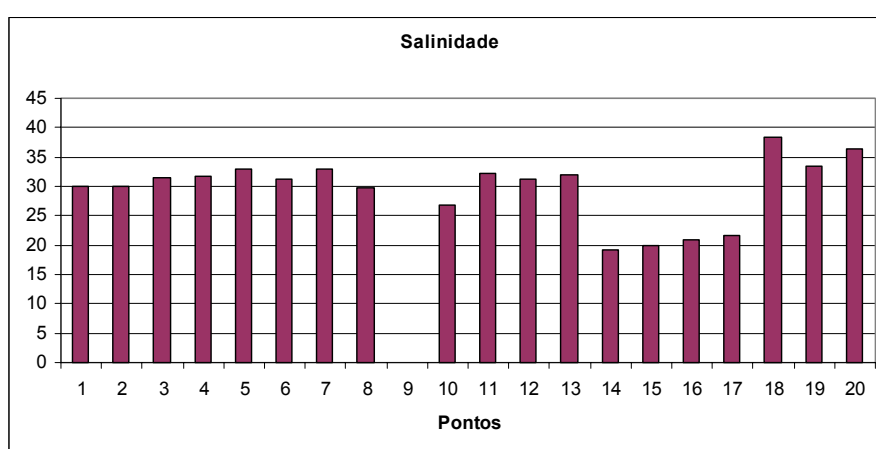


Figura 6.4.1-4 - Dados de salinidade nas amostras de superfície

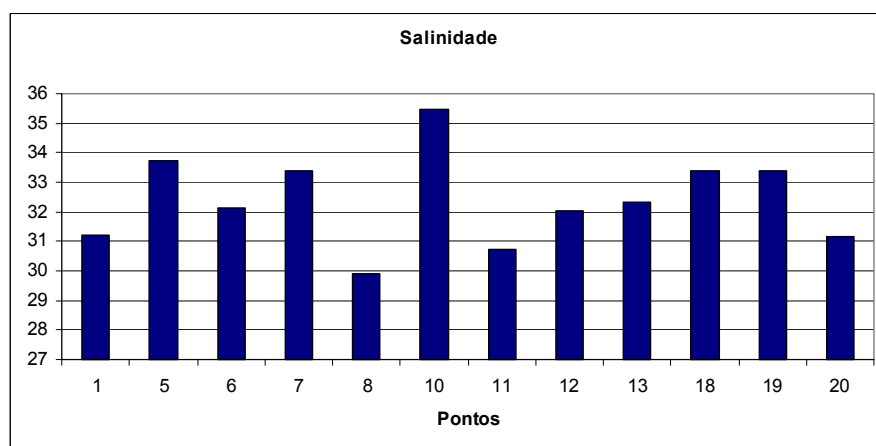


Figura 6.4.1-5 - Dados de Salinidade nas amostras de fundo

▪ Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as

partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas. A erosão pode decorrer do mau uso do solo em que se impede a fixação da vegetação. Este exemplo, mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro.

Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático.

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água.

Nos pontos estudados no presente estudo, os valores de turbidez se mostraram homogêneos se comparados entre si. Mais uma vez os pontos 16 e 17 mostraram padrões diferentes dos demais (**Figura 6.4.1-6** e **Figura 6.4.1-7**).

Uma pequena diferença foi diagnosticada entre os valores de superfície e de fundo sugerindo uma maior concentração de material em suspensão em maiores profundidades. Os valores de superfície variaram entre 0,5 e 1,3, com média de variação em 2,09.

Já em maiores profundidades os valores variaram entre 0,5 e 5,52, com uma média de 2,06.

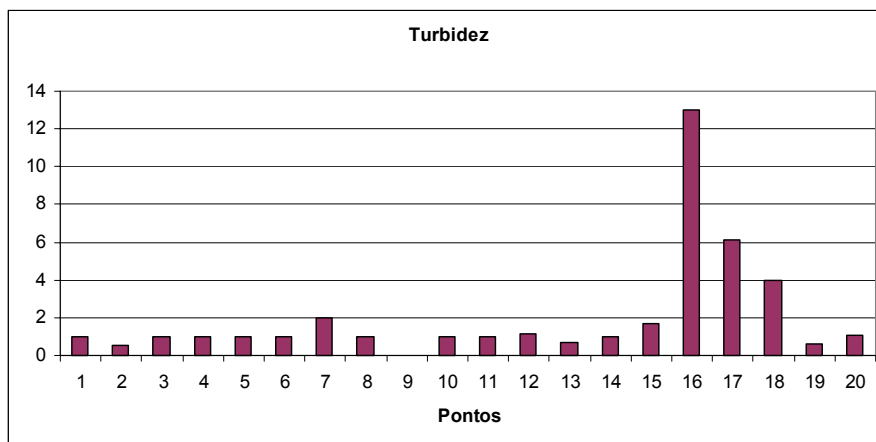


Figura 6.4.1-6 - Dados de Turbidez nas amostras de superfície

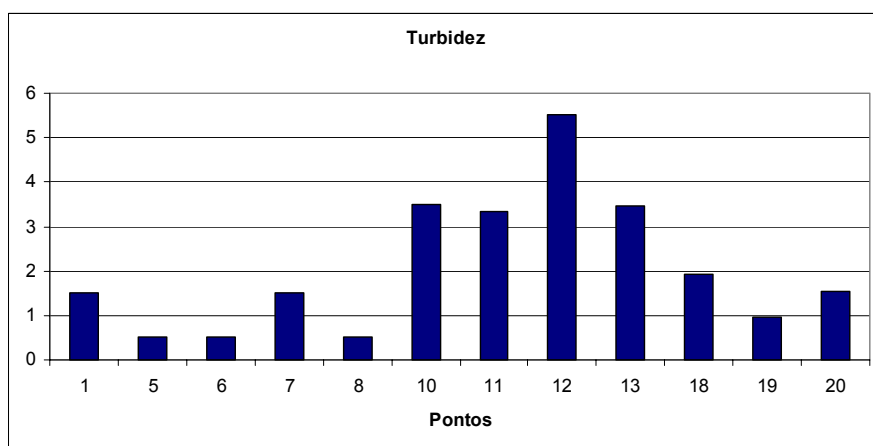


Figura 6.4.1-7 - Dados de Turbidez nas amostras de fundo

▪ Nitrogênio Total

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo dos ecossistemas aquáticos, devido principalmente à sua participação na formação das proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. Quando presente em baixas concentrações, pode atuar como fator limitante da produção primária em ecossistemas aquáticos (Esteves, 1998). As causas do aumento de nitrogênio na água são os esgotos domésticos e industriais, fertilizantes agrícolas e excrementos de animais (Esteves, 1998).

Atualmente, as alterações no uso do solo na bacia de drenagem dos ecossistemas aquáticos têm aumentado os fluxos de sedimentos e de nutrientes devido à remoção da vegetação nativa, agricultura, pecuária, urbanização e lançamento de efluentes domésticos (i.e., esgotos) e industriais. Como consequência do incremento dos fluxos de sedimentos e

nutrientes, o processo de envelhecimento é acelerado causando alterações indesejáveis no ambiente aquático, como por exemplo, as florações de algas nocivas, capazes de produzir toxinas, e o rápido assoreamento (i.e., enchimento do corpo d'água por sedimentos).

Os valores de nitrogênio total registrado se apresentaram maiores em maiores profundidade que na superfície. Este fato pode estar relacionado com a maior produtividade primária em superfície resultando numa maior utilização deste nutriente nas camadas mais superficiais.

Também o nitrogênio total apresentou maiores concentrações na desembocadura do rio Guandu, sugerindo uma menor qualidade das águas nesta área (Figura 6.4.1-8 e Figura 6.4.1-9).

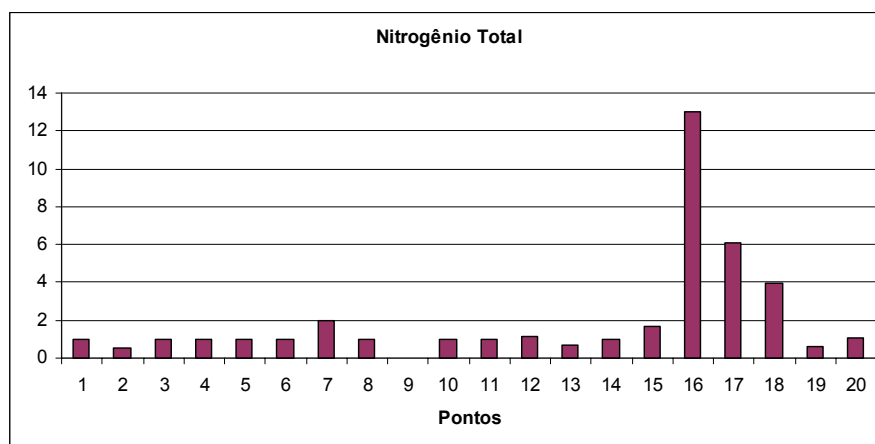


Figura 6.4.1-8 - Dados de Nitrogênio Total nas Amostras de Superfície

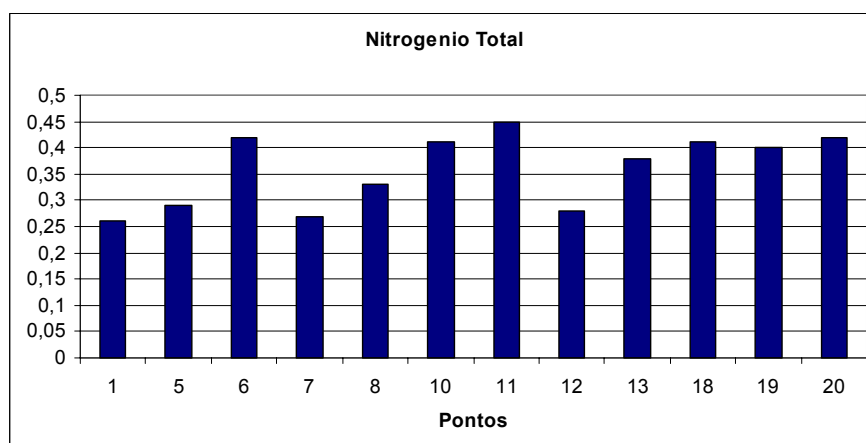


Figura 6.4.1-9 - Dados de Nitrogenio Total nas Amostras de Fundo

■ Fósforo

Os fosfatos, como o nitrogênio, são muito importantes para os seres vivos, entrando na composição de muitas moléculas orgânicas essenciais. Podem provir de adubos, da decomposição de matéria orgânica, de detergentes, de material particulado presente na atmosfera ou da solubilização de rochas. É o principal responsável pela eutrofização artificial. A liberação de fósforo na coluna d' água ocorre mais facilmente em baixas quantidades de oxigênio. O fósforo é indispensável para o crescimento de algas, pois faz parte da composição dos compostos celulares. O zooplâncton e os peixes excretam fezes ricas em fósforo. Seu aumento na coluna d' água aumenta a floração de algas e fitoplâncton.

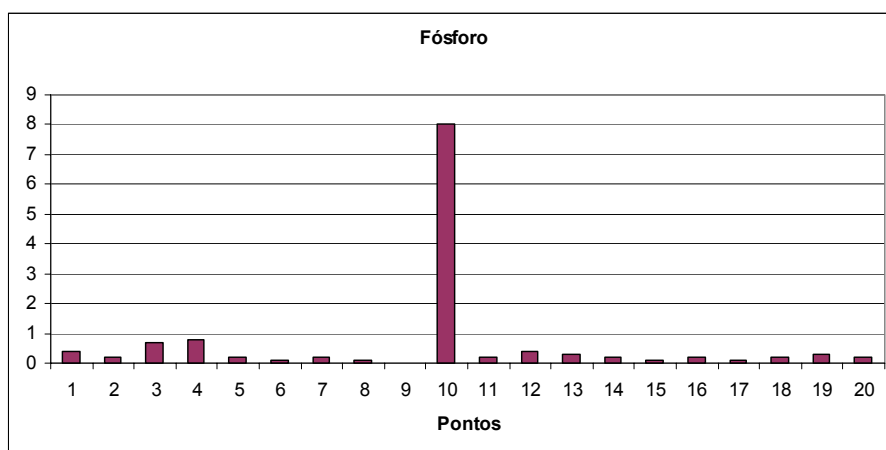


Figura 6.4.1-10 - Dados de Fósforo Total nas Amostras de Superfície

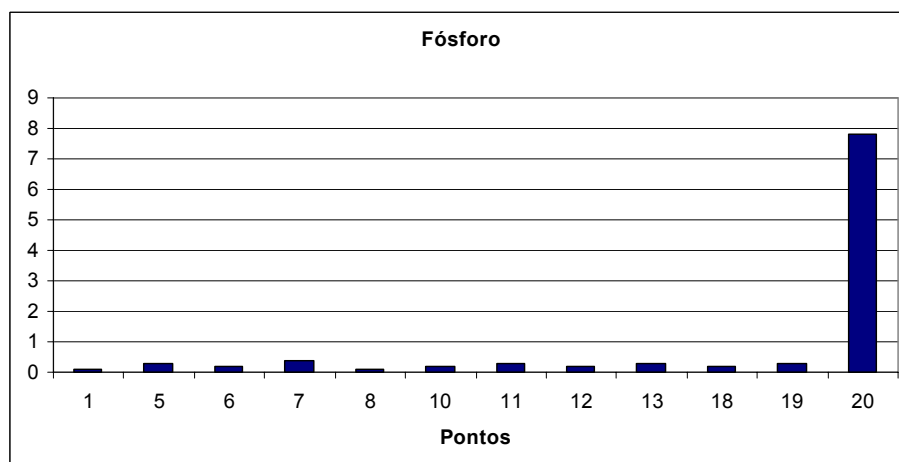
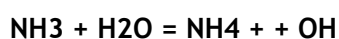


Figura 6.4.1-11 - Dados de Fósforo Total nas Amostras de Superfície

No presente levantamento, os valores de Fósforo foram extremamente baixos, sugerindo este elemento como o fator de limitação em termos de nutrientes, para o desenvolvimento de biomassa fitoplanctônica.

▪ Nitrogênio Amoniacal

A amônia é um gás extremamente solúvel e ocorre de duas formas: a amônia não-ionizada (NH_3) e o íon de amônio (NH_4^+). Quando se encontra em solução, apresenta a seguinte reação de equilíbrio:



Este equilíbrio depende de pH, temperatura e salinidade. À medida que o pH aumenta, a amônia não-ionizada também cresce em relação ao íon de amônio. A temperatura da água também pode causar um aumento na proporção da amônia nãoionizada, sendo que esse efeito é menor do que o provocado pelo pH. Por convenção, diversos autores têm chamado o NH_4^+ de amônia ionizada e o NH_3 de amônia nãoionizada - a soma destes dois é denominada simplesmente de amônia ou amônia total.

É o principal produto de excreção dos organismos aquáticos, resultado do catabolismo das proteínas, principalmente da degradação da matéria orgânica realizada pelas bactérias.

De acordo com Wuhrmann e Worker (1948), a forma não-ionizada é mais tóxica para os organismos aquáticos. Segundo Russo (1985), as membranas branquiais dos peixes são relativamente permeáveis ao NH_3 , mas não ao NH_4^+ . Isto se dá devido à amônia não-ionizada ser de natureza lipofílica (afinidade por gorduras), difundindo-se facilmente através das membranas respiratórias. Por outro lado, a amônia ionizada tem características lipofóbicas (repele gorduras), penetrando com menos rapidez nas membranas, as quais são de natureza lipoprotéica (KORMANIK; CAMERON, 1981).

Meade (1989) constata que a forma não-ionizada incrementa-se dez vezes para cada grau de pH que aumente na água.

De acordo com os valores de amônia obtidos no presente estudo, os pontos mais próximos a boca do Rio Guandu se apresentam maior grau de comprometimento (**Figura 6.4.1-12 e Figura 6.4.1-13**).

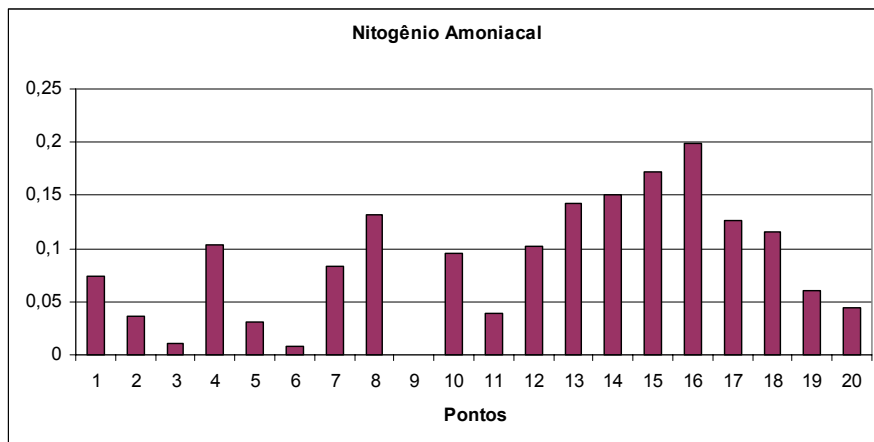


Figura 6.4.1-12 - Dados de Nitrogênio Amoniacal nas amostras de superfície

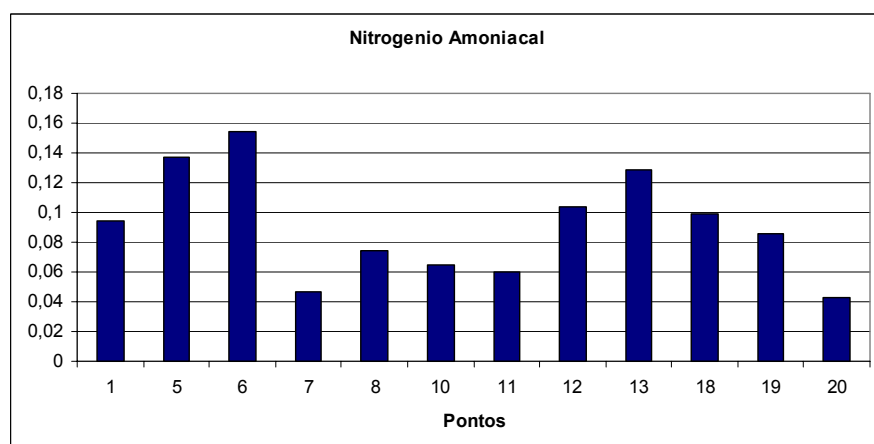


Figura 6.4.1-13 - Dados de Nitrogênio Amoniacal nas amostras de fundo

▪ Nitrato

O nitrato (NO_3^-) é o produto final da oxidação do íon de amônio que compreende dois passos: a transformação da amônia em nitrito por ação das Nitrosomonas e a transformação do nitrito em nitrato por ação de Nitrobacter. Este processo, por realizar-se em condições aeróbias, é conhecido como nitrificação. Já a diminuição do nitrito para a amônia é conhecida como desnitrificação e se realiza em condições anaeróbias, próprias de ambientes eutrofizados onde ocorre a decomposição da matéria orgânica.

A toxidez do nitrato em animais aquáticos parece não ser um sério problema. A toxidez deste composto é devido ao seu efeito sobre a osmorregulação e, possivelmente, sobre o transporte de oxigênio. O nitrato desempenha uma importante função na cadeia trófica dos ecossistemas

aquáticos, como fonte de nitrogênio para as plantas aquáticas, base da cadeia trófica. O seu monitoramento é de fundamental importância para estabelecer relações adequadas de nitrogênio e fósforo.

Apesar de baixas, também os valores de nitrato sugerem um incremento nas concentrações de nutrientes nas proximidades do rio Guandú (Figura 6.4.1-14 e Figura 6.4.1-15). Os valores em superfície variaram entre <N.D. e 0,02 com média em 0,115. Já em maiores profundidades os valores variaram entre <N.D. e 0,02 com média em 0,12.

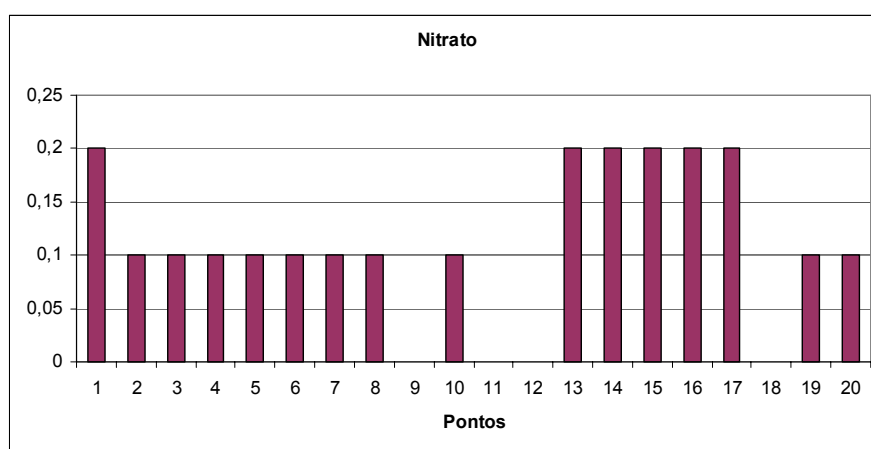


Figura 6.4.1-14 - Dados de Nitrato nas amostras de superfície

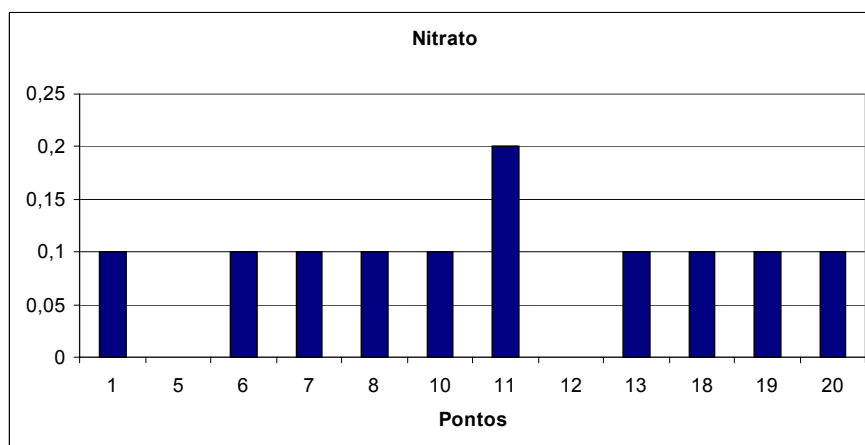


Figura 6.4.1-15 - Dados de Nitrato nas amostras de fundo

▪ Nitrito

O nitrito (NO_2) é a forma ionizada do ácido nitroso (HNO_2). A reação e ionização deste composto, segundo Colt e Armstrong (1981), assim se expressam:

O nitrito é um composto intermediário do processo de nitrificação em que a amônia é transformada (oxidada) por bactérias para nitrito e, logo a seguir, para nitrato (NO_3^-), em sistemas de aquicultura (SPOTTE, 1970; BOYD, 1979).

O principal efeito do nitrito é a oxidação dos pigmentos respiratórios dos peixes e crustáceos. O nitrito em altas concentrações provoca a oxidação do átomo de ferro da molécula de hemoglobina, que passa do estado ferroso (Fe^{+2}) para o estado férrico (Fe^{+3}), com a conseqüente formação da metahemoglobina (incapaz de transportar oxigênio aos tecidos), estabelecendo um quadro de hipoxia e cianose.

Acredita-se que o mesmo fenômeno ocorra com o átomo de cobre da molécula de hemocianina dos crustáceos (COLT e ARMSTRONG, 1981; CHEN e CHIN, 1988).

Existe uma acentuada diminuição na toxidez do nitrito em água salgada (32,5), quando comparado em água doce, podendo o cálcio ser o responsável pelo aumento da resistência dos peixes ao nitrito (CRAWFORD; ALLEN, 1977). O nitrito tem uma relação direta com o pH - quanto maior o pH do meio, maior a toxidez do nitrito, devido provavelmente ao incremento da forma ionizada (NO_2^-). Por outro lado, foi verificado que a presença de alguns íons comuns no meio aquático (cloreto de potássio, cloreto de cálcio, bicarbonato de sódio e cloreto de sódio) teve um forte efeito na diminuição da toxidez do nitrito, atuando de forma antagônica na formação da metahemoglobina. É importante salientar algumas observações a respeito da toxidez do nitrito: o nitrito é 55 vezes mais tóxico em água doce do que em água salobra (ALMENDRAS, 1987); o nitrito tem efeito negativo na taxa de metamorfose nos estágios larvais de *L. vannamei*, sendo o estágio de náuplio o mais sensível (JAYASANKAR; MUTHU, 1983); nas larvas, as altas concentrações de nitrito interferem no processo de ecdise (muda); um importante efeito crônico do nitrito é a diminuição da resistência dos peixes e crustáceos contra infecções causadas por bactérias, ficando eles mais suscetíveis a doenças; a amônia não-ionizada e o nitrito, quando juntos, ainda que em menores concentrações, são mais letais que quando separados - um pequeno incremento de nitrito, quando a concentração tóxica da amônia está próxima, poderia aumentar significativamente essa toxicidade.

Os valores de Nitrito em superfície variaram entre 0,001 e 0,005, com média em 0,002 (Figura 6.4.1-16). Já em maiores profundidades estes valores variaram entre 0,001 e 0,006, com média em 0,001 (Figura 6.4.1-17).

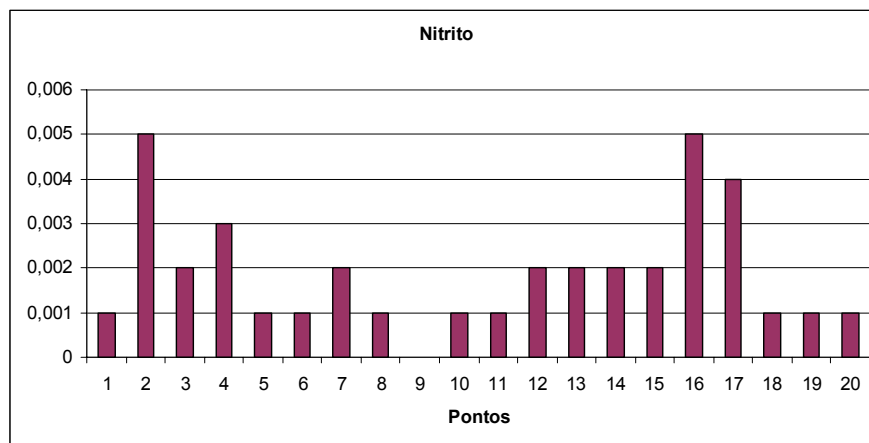


Figura 6.4.1-16 - Dados de Nitrito nas amostras de superfície

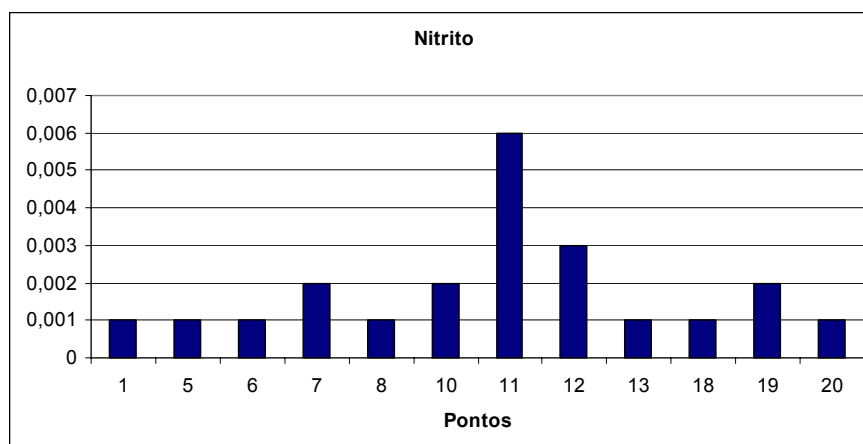


Figura 6.4.1-17 - Dados de Nitrito nas amostras de superfície

▪ Carbono Orgânico Total

Em termos de qualidade da água, o indicador mais utilizado para a obtenção de informações quantitativas e qualitativas da matéria orgânica tem sido o carbono orgânico total (TOC). Na prática, a presença de carbono orgânico é proveniente de fontes naturais, não influenciando diretamente na saúde humana. Entretanto, as atividades antrópicas propiciam a formação de compostos aromáticos, os quais atuam na saúde humana (HEM, 1989; GARNIER et al., 2004; EVANS et al., 2005; SACHSE et al., 2005; VAN HEES et al., 2005; VISCO et al., 2005).

A análise do TOC é uma medida indireta da concentração de matéria orgânica presente na água, pois não fornece informações sobre a sua natureza e estrutura, apenas quantifica os componentes orgânicos presentes na amostra analisada, sendo necessárias outras análises para a qualificação desta matéria orgânica. No entanto, sabe-se que, em águas não poluídas, a presença de TOC pode estar relacionada à degradação de vegetais e animais e, também, às substâncias húmicas, como os ácidos húmicos, fúlvicos e compostos com baixa massa molecular, tais como os ácidos orgânicos e os aminoácidos, estes em menor quantidade. Por outro lado, a presença de TOC em águas poluídas resulta de atividades antrópicas como a utilização de fertilizantes, pesticidas, agentes surfactantes e soluções oriundas de efluentes tratados em estações com baixa eficiência (GUO et al., 2003; AZEVEDO, 2005; VAN HEES et al., 2005; VILLA, 2005; VISCO et al., 2005).

GUO et al. (2003); EVANS et al. (2005); VAN HEES et al. (2005); VISCO et al. (2005) afirmam que as concentrações de TOC são influenciadas por uma gama de parâmetros, tais como a temperatura, a salinidade, o pH, as atividades microbiológicas e a vegetação local, sendo, desta forma, dependentes da sazonalidade do ambiente local. Com isto, valores de TOC, altamente variáveis, dependem da biota local em que as águas serão coletadas. Segundo VISCO et al. (2005), em corpos aquáticos, como rios e lagos, podem ocorrer variações na concentração de carbono orgânico total entre 2 mg/L a 10 mg/L. Águas subterrâneas e águas do mar apresentam valores, segundo este mesmo autor, inferiores a 1 mg/L, ao contrário de regiões pantanosas que apresentam valores superiores a 10 mg/L, consequência da alta atividade microbiana.

No entanto, quando as concentrações de matéria orgânica apresentam-se superiores àquelas aceitáveis para que o ambiente aquático realize sua autodepuração, os seguintes problemas, decorrentes das fontes antrópicas, são gerados (HEM, 1989; BRAGA, 2001; GUO et al., 2003; GARNIER et al., 2004; LEIKNES et al., 2004; EVANS et al., 2005; SACHSE et al., 2005):

- ▶ proliferação de microorganismos aeróbios;
- ▶ redução da concentração de oxigênio dissolvido na água decorrentes do consumo pelos microorganismos aeróbios;
- ▶ proliferação de microorganismos anaeróbios decorrentes da redução de oxigênio dissolvido;
- ▶ adsorção de matéria orgânica pelos sedimentos presentes na água: alguns autores sugerem que esta última situação é favorável ao ambiente aquático, uma vez que a matéria

orgânica estará sendo removida da coluna da água para os sedimentos, onde poderá permanecer por vários anos. No entanto, a movimentação do fundo pode induzir a liberação da matéria orgânica antes adsorvida no sedimento (BRAGA, 2001; GUO et al., 2003; REYES, 2005; VILLA, 2005);

- ▶ elevação da acidez das águas devido à presença de matéria orgânica, já períodos de maior produtividade primária tornam o pH superior a 7,0;
- ▶ alteração química da água com a complexação de metais e a produção de compostos tóxicos devido à interação com outras substâncias;
- ▶ a ressuspensão do sedimento aumenta a matéria orgânica particulada e dissolvida na coluna da água e, conseqüentemente, diminui sua transparência, alterando a biota do meio.

Em águas superficiais, a presença de matéria orgânica dissolvida, associada à presença de cloro livre pode ocasionar a formação de substâncias tóxicas como os compostos organoclorados. Segundo EVANS et al. (2005), o aumento da concentração de carbono orgânico dissolvido é decorrente da complexação de metais. Isto pode explicar o aumento significativo das concentrações de ferro e alumínio nas águas.

Os valores de COT em superfície variaram entre os limites de 0,04 e 1,11, com média em 0,34. já em maiores profundidade os valores variaram entre 0,18 e 1,06, com média em 1,06mg/L.

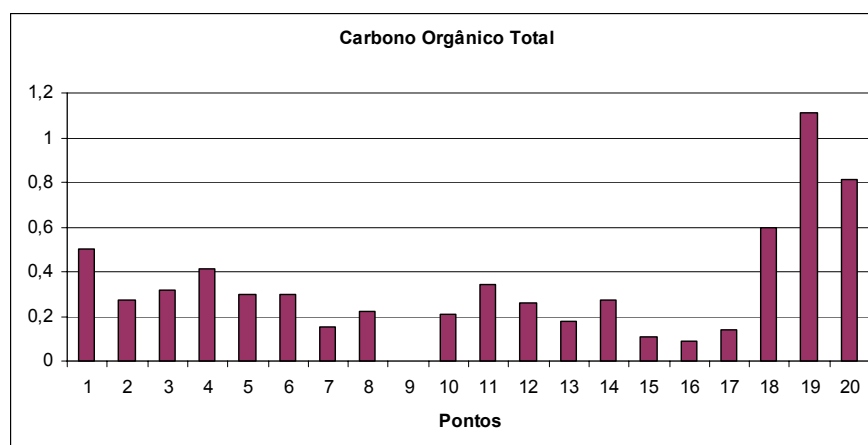


Figura 6.4.1-18 - Dados de Carbono Orgânico Total nas amostras de superfície

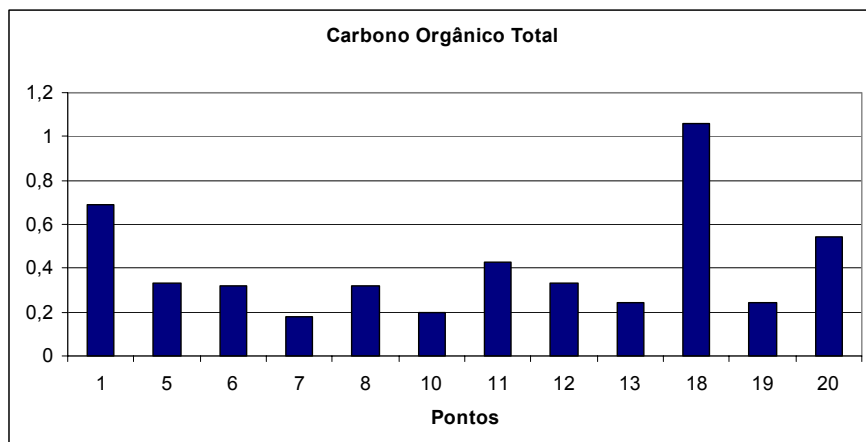


Figura 6.4.1-19 - Dados de Carbono Orgânico Total nas amostras de fundo

Parâmetros Biológicos

O emprego de comunidades biológicas confere caráter ecológico à rede de monitoramento, subsidiando decisões relacionadas à preservação da vida aquática e do ecossistema como um todo. A comunidade fitoplanctônica pode ser utilizada como indicadora da qualidade da água, principalmente em reservatórios, e, a análise da sua estrutura permite avaliar alguns efeitos decorrentes alterações ambientais. Esta comunidade é a base da cadeia alimentar e, portanto, a produtividade dos elos seguintes depende da sua biomassa.

Os organismos fitoplanctônicos respondem rapidamente (em dias) às alterações ambientais decorrentes da interferência antrópica ou natural. É uma comunidade indicadora do estado trófico, podendo ainda ser utilizada como indicador de poluição por pesticidas ou metais pesados (presença de espécies resistentes ao cobre) em reservatórios utilizados para abastecimento (CETESB, 1992; CETESB, 1996).

A presença de algumas espécies em altas densidades pode comprometer a qualidade das águas, causando restrições ao seu tratamento e distribuição. Atenção especial é dada ao grupo das Cianofíceas, também denominadas Cianobactérias, que possui espécies potencialmente tóxicas. A ocorrência destas algas tem sido relacionada a eventos de mortandade de animais e com danos à saúde humana (Chorus & Bartran, 1999).

A aplicação do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis sobre as variáveis bióticas (densidade celular, riqueza de espécies e índice de Diversidade) do fitoplâncton revelou uma homogeneidade entre as estações de coleta e entre as profundidades ($p > 0,05$).

A estatística descritiva da densidade celular, riqueza de espécies e índices é apresentada a seguir.

Os dados de temperatura (superfície $22,7 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$; fundo $22,2 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$) e salinidade (superfície $33,4 \pm 1,2$; fundo $34,4 \pm 0,2$) obtidos no momento da coleta não apresentaram variações significativas entre as estações e profundidades de coleta e são apresentados com seus valores médios (**Figura 6.4.1-20**). Esses dados refletem as condições de maré enchente no momento da coleta.

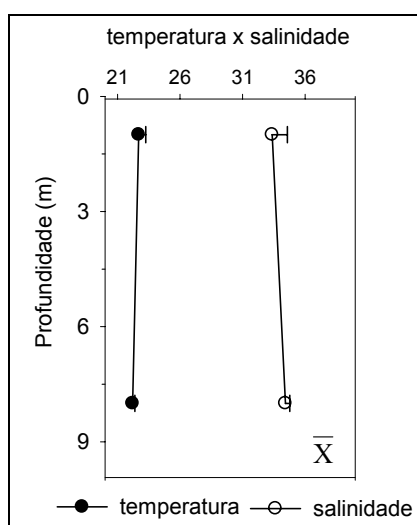


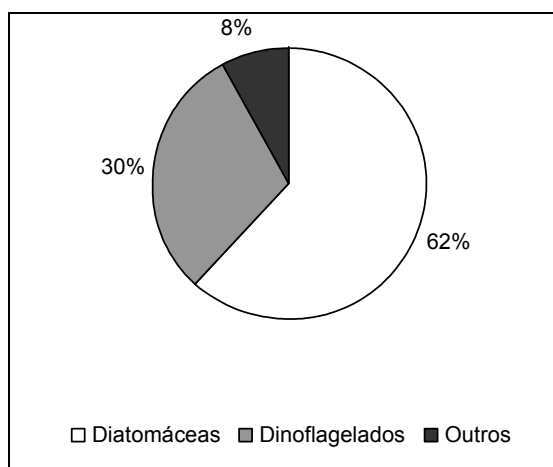
Figura 6.4.1-20 - Distribuição vertical da temperatura e salinidade (valores médios).

▪ Composição específica

A distribuição dos táxons e densidade celular do microfitoplâncton por estação de amostragem segundo o enquadramento taxonômico é apresentada na **Figura 6.4.1-21**.

A composição específica do microfitoplâncton foi constituída por 99 táxons distribuídos em cinco classes taxonômicas: 61 diatomáceas (Bacillariophyceae), 30 dinoflagelados (Dinophyceae), 2 cianobactérias (Cyanophyceae), 2 silicoflagelado (Dictyochophyceae), 2 euglenofíceas (Euglenophyceae), 1 cocolitoforídeos (Prymnesiophyceae) e 1 prasinofíceas (Prasinophyceae).

As diatomáceas e os dinoflagelados foram os grupos taxonômicos mais representativos com contribuição de 62% e 30%, respectivamente (**Figura 6.4.1-21**).



Legenda: Outros = cianobactérias, silicoflagelados, cocolitoforídeos, euglenofíceas e prasinofíceas com contribuição individual $\leq 2\%$.

Figura 6.4.1-21 - Contribuição percentual das principais categorias taxonômicas identificadas na área de estudo (junho/2008).

Dentre as diatomáceas, o gênero *Chaetoceros* apresentou o maior número de táxons (12 táxons), destacando-se as espécies *Chaetoceros danicus* e *Chaetoceros decipiens*, com 100% de ocorrência nas estações de amostragem.

A comunidade fitoplancônica caracterizou-se pela ocorrência de espécies típicas de ambientes costeiros e estuarinos, que são regularmente influenciados pela dinâmica da maré, aporte continental e/ou pelas águas da região oceânica adjacente. A ocorrência das diatomáceas *Guinardia flaccida*, *Guinardia striata* e *Rhizosolenia setigera*, dinoflagelados *Pronoctiluca acuta* e *Pronoctiluca cf. pelagica* e o cocolitoforídeo *Anoplosolenia brasiliensis* indicaram a influência de águas da plataforma sobre a área de estudo (STEIDINGER & TANGEN 1997; KILHAM & KILHAM, 1980; CHRÉTIENNOT-DINET, 1990). Tal influência foi justificada pela coleta em regime de maré enchente.

A concentração de material particulado em suspensão (=detritos) nas amostras aponta a ocorrência de processos geradores de turbulência (naturais ou antrópicos), capazes de ressuspender o sedimento de fundo em áreas rasas (BERGESH & ODEBRECHT, 1997). Nas duas profundidades amostradas foram observadas espécies de hábitos bentônicos (Diatomáceas *Asterionellopsis glacialis*, *Bacillaria paxillifera*, *Navicula cf. transitans f. delicatula*, *Navicula cf. transitans f. derasa*, *Navicula spp.* com dimensões variando entre 50 e 100 μm e *Paralia sulcata*, coexistindo com espécies planctônicas (Diatomáceas *Thalassionema nitzschioides*,

Leptocylindrus minimus, Coscinodiscus spp., Skeletonema cf. costatum,; Dinoflagelados Alexandrium spp.; Ceratium hircus, Protoperidinium spp.; silicoflagelado Dictyocha fibula), indicando a influência do alto hidrodinamismo local (RICARD, 1987; HASLE & SYVERTSEN, 1997).

O registro de prasinofíceas e euglenofíceas indicou a influência de águas de origem continental sobre a região estudada, pois estes grupos são frequentemente referenciados como característicos de águas doces ou pouco salinas e sob condições meso a eutróficas (LACKEY, 1968).

▪ Densidade Celular e Riqueza de Espécies

A densidade celular do **microfitoplâncton** (Figura 6.4.1-22), variou de $1,0 \cdot 10^5$ a $4,2 \cdot 10^5$ cel.L⁻¹ ($1,5 \cdot 10^5 \pm 1,1 \cdot 10^5$ cel.L⁻¹), apresentando uma homogeneidade ($p > 0,05$) entre as estações e profundidades de coleta, enquanto o **nanoplâncton** (Figura 6.4.1-23) variou de $3,2 \cdot 10^6$ cel.L⁻¹ a $1,2 \cdot 10^7$ cel.L⁻¹ ($5,2 \cdot 10^6 \pm 3,0 \cdot 10^6$ cel.L⁻¹), seguindo o mesmo padrão de homogeneidade apresentado pelo microfitoplâncton, exceto pela classe dos dinoflagelados que apresentou diferença significativa ($p < 0,01$) entre as profundidades de coleta, com valores uma ordem de grandeza superiores (10^5 cel.L⁻¹) na camada superficial das estações 9 e 10.

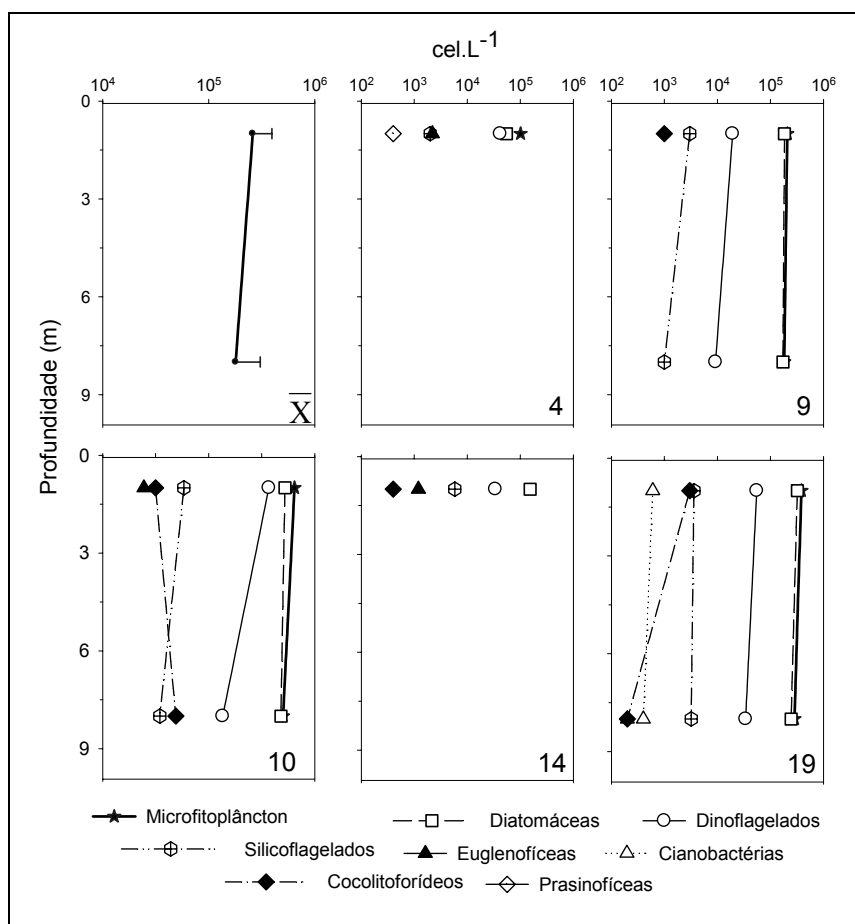
Devido à reduzida faixa de tamanho, a identificação do nanoplâncton, em nível específico, apresenta limitações em função da metodologia utilizada. Deste modo, foram nomeados em categorias taxonômicas mais amplas (dinoflagelados e diatomáceas) e em fitoflagelados (células com flagelos visíveis) e não identificados (sem flagelos).

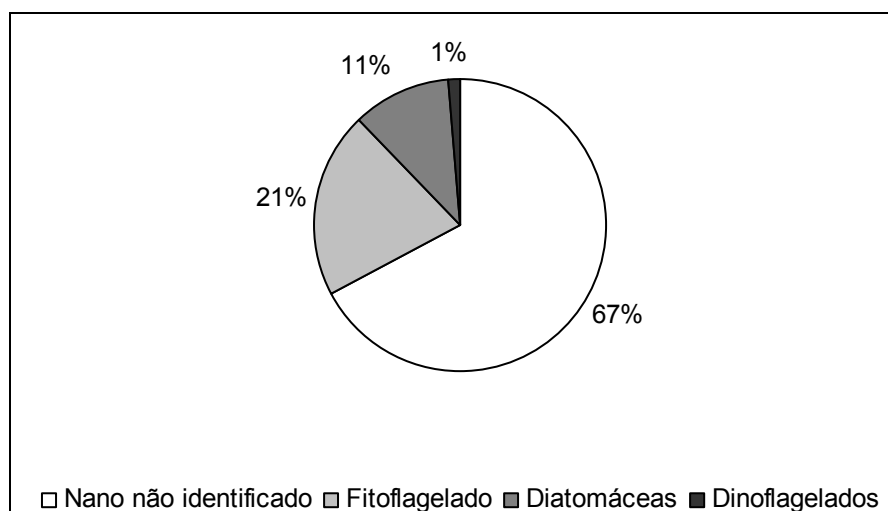
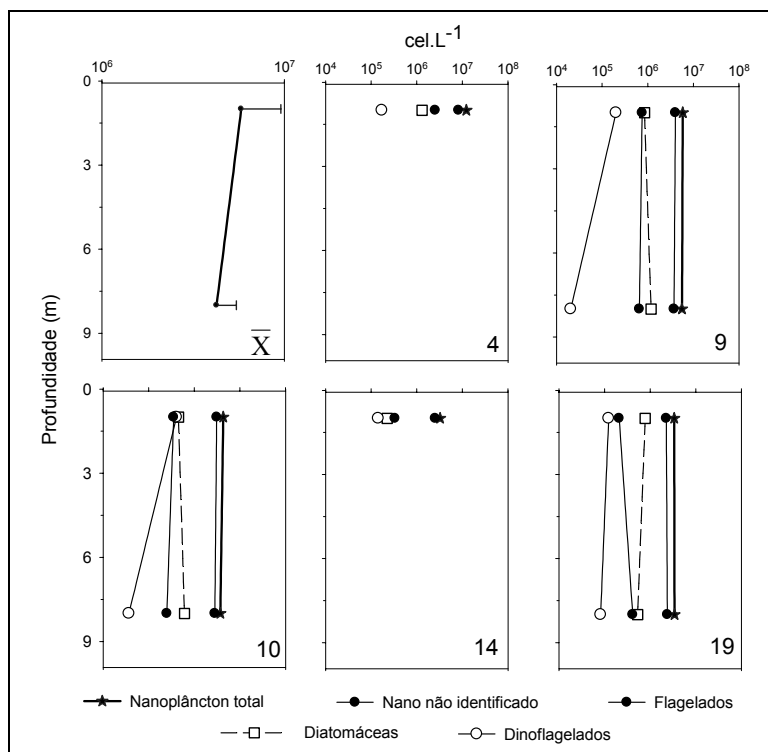
Em virtude das dificuldades de identificação exposta no parágrafo anterior, a classe mais representativa foi a do **nanoplâncton não identificado** (Figura 6.4.1-23), contribuindo com 67% da densidade celular ($8,2 \cdot 10^6$ cel.L⁻¹), seguida dos **fitoflagelados** com contribuição de 21% ($2,5 \cdot 10^6$ cel.L⁻¹) e **diatomáceas** com 11% ($1,3 \cdot 10^6$ cel.L⁻¹), enquanto os **dinoflagelados** foram menos expressivos apresentando apenas 1% de contribuição ($1,7 \cdot 10^5$ cel.L⁻¹).

Dentre os grupos taxonômicos do **microfitoplâncton** (Figura 6.4.1-25), as diatomáceas apresentaram as maiores contribuições, sendo responsáveis pelo padrão de distribuição vertical da densidade celular, apresentando valores que variaram de $5,5 \cdot 10^4$ a $3,2 \cdot 10^5$ cel.L⁻¹ ($2,0 \cdot 10^5 \pm 8,2 \cdot 10^4$ cel.L⁻¹) a superfície e de $1,7 \cdot 10^5$ a $2,5 \cdot 10^5$ cel.L⁻¹ ($2,2 \cdot 10^5 \pm 3,9 \cdot 10^4$ cel.L⁻¹) na profundidade de fundo.

Os dinoflagelados apresentaram densidades médias uma ordem de grandeza inferiores às diatomáceas com $1,9.10^4$ a $1,4.10^5$ cel.L⁻¹ ($5,7.10^4 \pm 4,6.10^4$ cel.L⁻¹) à superfície e $9,2.10^3$ a $3,4.10^4$ cel.L⁻¹ ($2,1.10^4 \pm 1,3.10^4$ cel.L⁻¹) ao fundo. Na estação 10, na profundidade de fundo, ocorreu uma diminuição na contribuição deste grupo, com uma ordem de grandeza inferior ($1,8.10^4$ cel.L⁻¹) a densidade celular observada na superfície.

Para os grupos cocolitoforídeos ($1,3.10^3 \pm 1,1.10^3$ cel.L⁻¹), silicoflagelados ($2,9.10^3 \pm 1,5.10^3$ cel.L⁻¹) e euglenofíceas ($1,1.10^3 \pm 8,7.10^2$ cel.L⁻¹), foram observados valores médios uma ordem de grandeza inferiores às diatomáceas e dinoflagelados, enquanto as cianobactérias e as prasinofíceas foram menos representativas, sendo verificado os menores valores médios da campanha ($5,0.10^2 \pm 1,4.10^2$ cel.L⁻¹ e $4,0.10^2$ cel.L⁻¹, respectivamente).





A influência da região de plataforma foi evidenciada, principalmente, pelas altas densidades de diatomáceas, particularmente aquelas formadoras de cadeia, citadas na literatura como tendo distribuição costeira: complexo *Pseudo-nitzschia "seriata"*, *Cylindrotheca closterium/Nitzschia longissima*, *Chaetoceros spp.*, *Leptocylindrus danicus*, *Thalassionema nitzschioides*, *Skeletonema cf. costatum*, *Asterionellopsis glacialis* e *Licmophora abbreviata* (FERNANDES & BRANDINI, 2004). Além disto, o registro de espécies dos complexos *Pleurosigma/Gyrosigma*, *Bacillaria paxillifera* e *Navicula spp.*, evidenciou a ocorrência de processos geradores de turbulência, capazes de disponibilizar na coluna d'água táxons de hábito bentônico (BERGESCH, 1997).

Os valores de densidade celular relativos ao microfitoplâncton e nanoplâncton, da ordem de 105 cel.L⁻¹ e 106 cel.L⁻¹, respectivamente, representam valores médios de áreas costeiras tropicais mesotróficas/eutróficas (p.e. Baía de Sepetiba, MATOS, 2003; Baía de Guanabara, SANTOS, 2002; região costeira compreendida entre o Rio de Janeiro e o sul da Bahia, BONECKER et al., 1999).

O predomínio de diatomáceas de pequeno porte (complexo *Cylindrotheca closterium/Nitzschia longissima*, *Leptocylindrus minimus* e *Dactyliosolen fragilissimus*, consideradas oportunistas devido a alta taxa reprodutiva, indicou um estágio de sucessão ecológica (Margalef, 1958). No entanto, associaram-se a estas várias outras espécies indicadoras de estágios mais avançados de sucessão ecológica, tanto diatomáceas (p.e., *Lithodesmium undulatum*, *Odontella sinensis*, *Rhizosolenia robusta*, *Thalassionema frauenfeldii*), como dinoflagelados (p.e., *Ceratium hircus*, *Noctiluca scintillans*, *Corithodinium tessellatum*), ou seja, refletem uma condição mais característica de águas menos eutrofizadas.

As diatomáceas dos complexos *Pseudo-nitzschia "delicatissima"* (3,3 103 ± 2,7.103 cel.L⁻¹) e *Pseudo-nitzschia "seriata"* (3,0 103 ± 1,67.103 cel.L⁻¹) e *Pseudo-nitzschia multistriata* (6,0 102 ± 3,7.102 cel.L⁻¹) se destacaram por sua ocorrência (>88%) na amostras e por sua densidade. Este complexo é formado por espécies de pequeno porte (largura variando de ≤ 3 µm - complexo "delicatissima" e ≥ 5µm - complexo "seriata"), algumas destas mais restritas a regiões costeiras, cuja identificação precisa requer a utilização de microscopia eletrônica. A representatividade deste gênero na Baía de Sepetiba é motivo de preocupação, pois 11 das 28 espécies descritas até o momento podem produzir ácido domóico, uma neurotoxina que pode causar a contaminação de moluscos, caranguejos e peixes filtradores, com sérias repercussões para a pesca e/ou para a saúde pública (FRYXELL & HASLE, 2003; PRIISHOLM et al., 2002;

LUNDHOLM et al., 2003). Levantamentos pretéritos (TENENBAUM et al. 2004; MATOS, 2003; VIANA, 2003), registram a ocorrência destes táxons na área de estudo.

A dominância de diatomáceas em regiões costeiras reflete a instabilidade típica destes ambientes, onde processos de advecção e turbulência tendem a manter a coluna de água homogênea e enriquecida, além de retardar a sedimentação do fitoplâncton (MARGALEF, 1978; SMAYDA, 1980; LEGENDRE & RASSOULZADEGAN, 1995).

Os dinoflagelados apresentam combinações tróficas (autotrofia a mixotrofia) que lhes garante uma vantagem competitiva sobre os demais organismos em ambientes com condições desfavoráveis de luz, comuns em estuários, foz de rios e canais (LALLI & PARSONS, 1993). Alguns táxons como espécies da Ordem Gymnodiniales são reconhecidos pela literatura como heterótrofos (STEIDINGER & TANGEN, 1997), mas ainda são considerados nas contagens do fitoplâncton por afinidades evolutivas dentro do grupo (HOEK ET AL., 1995).

O registro de espécies não identificadas do dinoflagelado *Alexandrium* merece destaque pela sua ampla ocorrência (88%) nas estações de amostragem e apesar de sua baixa contribuição na densidade celular total do microfitoplâncton (1%), apresentou uma densidade considerada alta (2,8.104 cel.L-1) em função da sua possível toxicidade. Este gênero é cosmopolita e várias de suas espécies são potencialmente nocivas, devido à produção de uma neurotoxina. Esta se acumula em moluscos marinhos, é transferida a níveis tróficos superiores da cadeia alimentar e pode chegar até o homem, causando intoxicações e até a morte dos indivíduos contaminados (ANDERSON, 1997). Várias espécies foram registradas no Atlântico Sul associadas com as águas quentes da Corrente do Brasil (BALECH, 2002) e na costa brasileira (ODEBRECHT et al., 2002; OMACHI et al., 2007; MENEZES et al., 2007).

Outros dinoflagelados merecem destaque, como o dinoflagelado *Dinophysis acuminata*, ocorrendo em 88% da amostras, potencial produtor de toxinas diarreicas (BALECH, *op cit.*), e o gênero *Karenia*, com 38% de ocorrência, produtor de toxinas neurotóxicas, responsável por mortandade de peixes (TAYLOR et al. 2004). Esses dois táxons também apresentaram uma baixa contribuição na densidade celular total (0,3% e 1%, respectivamente), mas com destaque pelo número de células relativo a organismos considerados potencialmente tóxicos (5,0.103 cel.L-1 e 1.1. 104 cel.L-1, respectivamente).

A riqueza de espécies expressa em número de táxons por amostra, variou de 43 a 61 táxons (53 ± 7 táxons) (Figura 6.4.1-25), sendo homogênea ($p > 0,05$) entre as estações de amostragem e profundidades de coleta. As diatomáceas (34 ± 5 táxons) e dinoflagelados (16 ±

4 táxons) foram as classes com maior representatividade para a riqueza. Os demais grupos contribuíram com valores médios inferiores a 2 táxons por amostra.

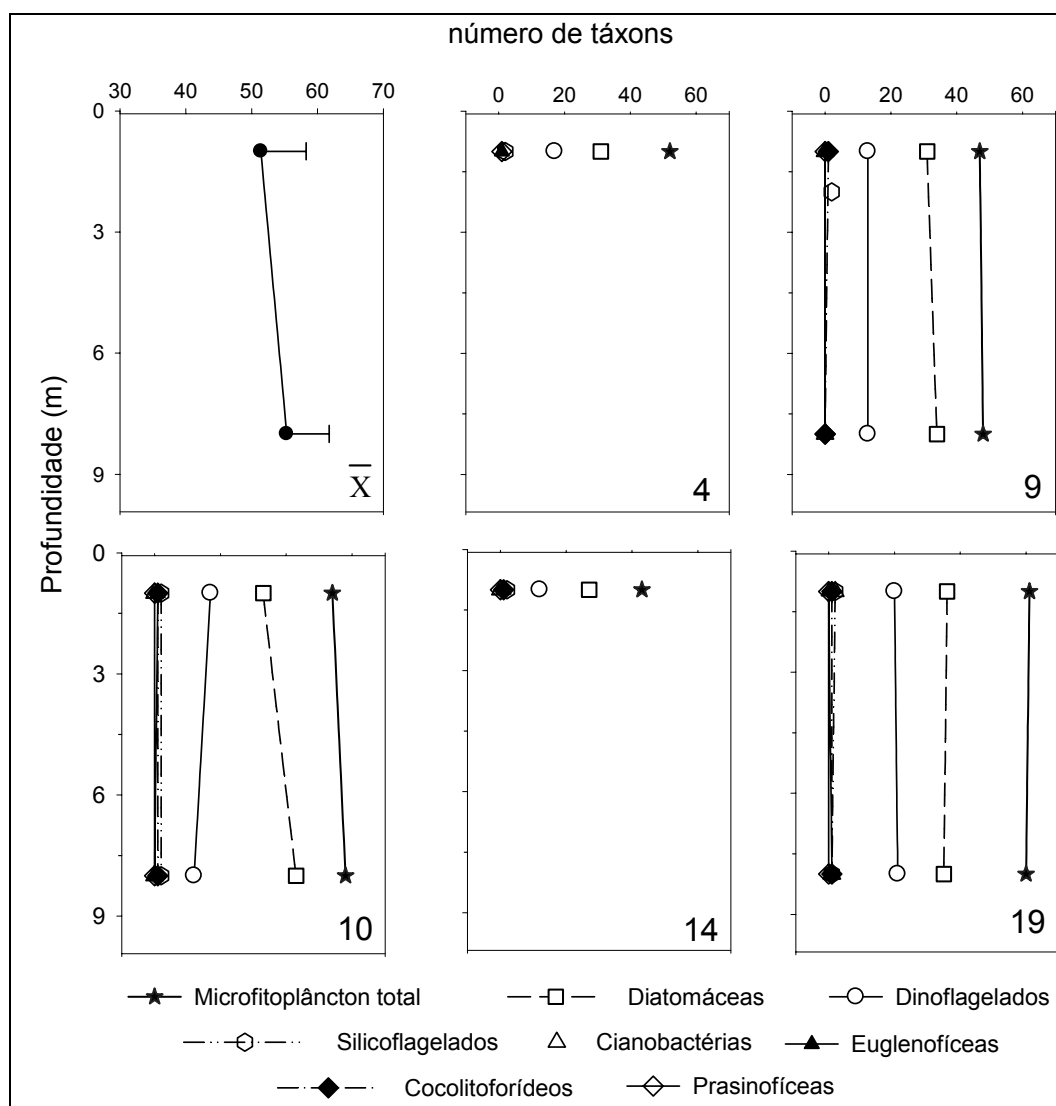


Figura 6.4.1-25 - Número de táxons do Microfitoplâncton: distribuição vertical da média e por estação de coleta (Baía de Sepetiba, RJ).

▪ Estrutura da Comunidade

A diversidade específica com seus dois componentes que são o número de espécies e a regularidade dos indivíduos entre as espécies, representa um aspecto estrutural da comunidade. O índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') constitui um índice absoluto que relaciona a frequência relativa de diferentes espécies na amostra e pode alcançar valores

altos quando todas as espécies distribuem-se homogeneamente na amostra (LEGENDRE & LEGENDRE, 1983).

A variação do índice de Diversidade foi de 3,6 a 4,2 bits.cel-1 ($3,9 \pm 0,2$ bits.cel-1) (Figura 6.4.1-26). Foi detectada uma homogeneidade entre as estações e profundidades de coleta ($p > 0,05$). Os altos índices observados apontam a ausência de uma dominância nítida e caracterizam uma estrutura estável e equilibrada do sistema fitoplanctônico (VALENTIN et al, 1991).

Os valores do índice de Equitabilidade de 0,62 a 0,73 ($0,7 \pm 0,04$) seguiram o mesmo comportamento do índice de Diversidade, o que conferiu maior confiabilidade aos resultados. Cabe ressaltar que anomalias no índice de Diversidade são detectadas quando são registrados altos valores no índice de Equitabilidade em amostras com baixa diversidade específica (VALENTIN et al., 1991), o que não ocorreu no presente estudo.

Os altos índices observados provavelmente refletem as características ambientais do momento da coleta, efetuada em regime de maré enchente, que propicia o transporte de espécies da região adjacente.

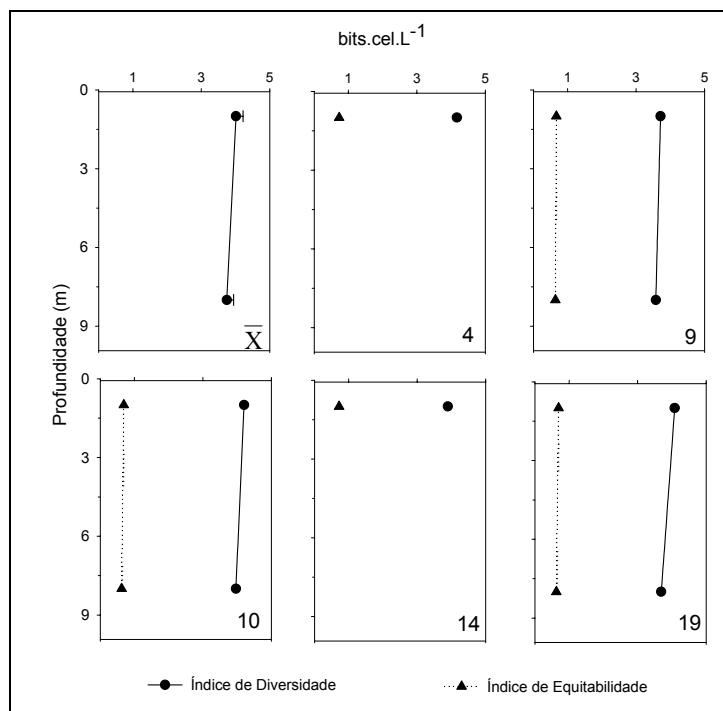


Figura 6.4.1-26 - Índice de diversidade de Shannon-Wiener (bits.cel-1) e Índice de Equitabilidade: distribuição vertical da média e por estação de coleta (Baía de Sepetiba).

A distribuição espacial das populações microfitoplanctônicas foi evidenciada pela Análise de Agrupamento e a contribuição percentual dos táxons pela Análise da Similaridade das Porcentagens (**Figura 6.4.1-27**), a partir da matriz reduzida para 33 táxons x 8 amostras. Foram estabelecidos dois Grupos (1 e 2) no nível de 72% de similaridade. Foi verificada a contribuição percentual das classes taxonômicas (**Figura 6.4.1-27**) apenas para a formação do grupo dois (7 amostras), considerando que o programa não contempla dados quando o grupo apresenta apenas uma amostra, como se observa no grupo 1.

O **Quadro 6.4.1-4** apresenta os táxons mais representativos, que contribuíram para a similaridade dentro do grupo 2. São apresentadas a densidade média e a contribuição individual de cada táxon, além da soma da densidade média e do número de táxons no grupo. Os organismos foram posicionados por classe taxonômica seguindo uma ordem decrescente de abundância (=densidade média do táxon no agrupamento).

As maiores contribuições foram evidenciadas pelas diatomáceas (81%), enquanto os dinoflagelados e silicoflagelados apresentaram menor contribuição (8 e 1%, respectivamente).

Destacou-se a diatomácea cêntrica 1A, com a maior contribuição individual (28,1%), seguida pelas diatomáceas *Cylindrotheca closterium* / *Nitzschia longissima* (complexo) (24%) e *Thalassiora* spp. (14,5%).

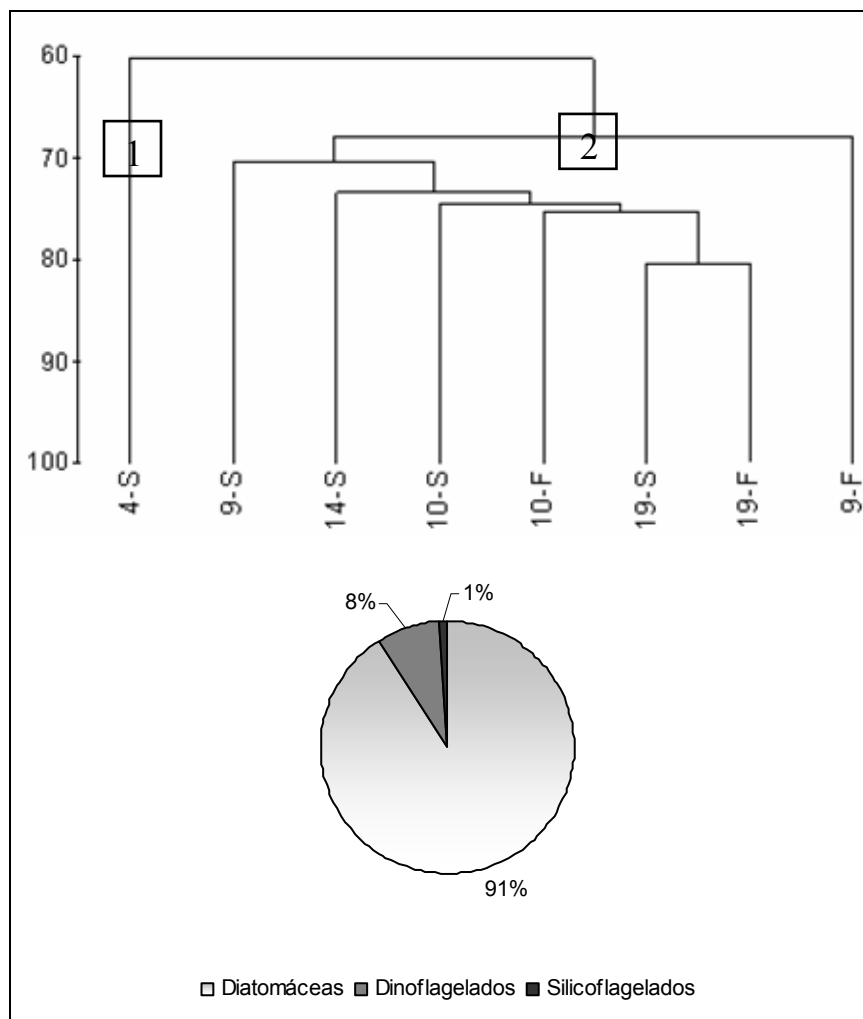


Figura 6.4.1-27 - Análise de agrupamento das amostras e contribuição percentual das classes taxonômicas do grupo 2

Do total de 33 táxons mais representativos para a similaridade do grupo, apenas 6 táxons revelaram contribuição \geq a 3%: Diatomácea cêntrica 1A, complexo *Cylindrotheca closterium* / *Nitzschia longissima*, *Thalassiosira* spp., *Guinardia striata*, complexo *Pleurosigma*/*Gyrosigma* e o Dinoflagelado tecido 1A.

Quadro 6.4.1-4 - Densidade média (cel.l-1) e contribuição percentual (%) dos táxons no agrupamento

GRUPO 2		
	cel.L ⁻¹	%
Nível de similaridade (%)	72	
DIATOMÁCEAS	91	
Diatomácea cêntrica 1A	6,2.10 ⁴	28,1
<i>Cylindrotheca closterium</i> / <i>Nitzschia longissima</i> (complexo)	5,5.10 ⁴	24,0
<i>Thalassiosira</i> spp.	3,1.10 ⁴	14,5
<i>Guinardia striata</i>	1,1.10 ⁴	4,2
<i>Pleurosigma</i> / <i>Gyrosigma</i>	8,5.10 ³	3,2
<i>Leptocylindrus danicus</i>	7,0.10 ³	2,7
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	6,5.10 ³	2,5
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	5,6.10 ³	2,1
<i>Skeletonema cf. costatum</i>	5,0.10 ³	1,9
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	3,5.10 ³	1,4
<i>Pseudo nitzschia "seriata"</i> (complexo)	3,3.10 ³	1,3
<i>Navicula</i> spp.	3,4.10 ³	1,1
<i>Chaetoceros</i> spp.	3,4.10 ³	0,9
<i>Pseudo-nitzschia "delicatissima"</i> (complexo)	3,3.10 ³	0,8
<i>Chaetoceros danicus</i>	2,3.10 ³	0,8
<i>Cerataulina pelágica</i>	2,0.10 ³	0,7
<i>Navicula cf. directa</i>	1,8.10 ³	0,3
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	1,1.10 ³	0,2
Diatomácea penata 1A	2,0.10 ³	0,2
Diatomácea penata 4A	4,6.10 ²	0,0
DINOFLAGELADOS	8	
Dinoflagelado tecado 1A	1,5.10 ⁴	3,6
Gymnodiniales 4A	4,4.10 ³	1,2
Dinoflagelado tecado 4A	3,8.10 ³	1,1
<i>Scropsiella cf. trochoidea</i>	7,3.10 ³	1,1
<i>Alexandrium</i> spp.	2,4.10 ³	0,3
Dinoflagelado tecado 2A	2,0.10 ³	0,2
<i>Karenia</i> spp.	1,5.10 ³	0,2
Gymnodiniales 1A	1,5.10 ³	0,1
<i>Dinophysis acuminata</i>	5,4.10 ²	0,1
<i>Prorocentrum</i> sp1	9,4.10 ²	0,1
<i>Scropsiella cf. spinifera</i>	4,6.10 ²	0,1
<i>Prorocentrum cf. triestinum</i>	2,3.10 ²	0,0
SILICOFLAGELADOS	1	
<i>Dictyocha fibula</i>	2,8.10 ³	1,0
Número de táxons do grupo	33	
Soma das densidades médias do grupo	2,6.10⁵	

A presença das diatomáceas *Dactyliosolen fragilissimus*, *Guinardia striata*, *Leptocylindrus danicus* e do DINOFLAGELADO *Dinophysis acuminata* apontam a influência da Água Tropical sobre a região costeira (TOMAS, 1997; ZILLMAN, 1990).

A estrutura das populações evidenciou táxons típicos de águas costeiras/estuarinas: espécies de diatomáceas dos Complexos *Cylindrotheca closterium*/*Nitzschia longissima* e *Pseudo-nitzschia* “seriata”, *Pseudo-nitzschia* “delicatissima”, *Skeletonema* cf. *costatum*.; dinoflagelados *Scrippsiella* cf. *trochoidea*; e o silicoflagelado *Dictyocha fibula* (TOMAS, 1997).

6.4.1.5 - Considerações Finais

A estrutura da comunidade fitoplanctônica na Baía de Sepetiba - RJ, em junho de 2008 reflete as características de um ambiente estuarino sob influência natural (aporte continental e de águas de plataforma) e antrópica (influência da circulação de embarcações):

A análise do fitoplâncton da campanha de amostragem de junho 2008, na região caracterizou-se pelos seguintes indicadores:

- Homogeneidade entre as estações e profundidades de coleta ($p > 0,05$) para os atributos da comunidade (densidade celular, riqueza de espécies e índice de Diversidade);
- Concentração celular média do microfitoplâncton (105 cel.L⁻¹) e do nanofitoplâncton (106 cel.L⁻¹), compatível com as observadas em outras áreas costeiras tropicais mesotróficas/eutróficas;
- Diatomáceas do microfitoplâncton responsáveis pelo padrão de distribuição vertical da densidade celular (105 cel.L⁻¹). Contribuição dos dinoflagelados uma ordem de grandeza inferior a densidade das diatomáceas (104 cel.L⁻¹);
- Alto número de táxons (99 táxons), com predomínio de diatomáceas e dinoflagelados;
- Índice de Diversidade de Shannon-Wiener $3,9 \pm 0,2$ bits.cel⁻¹, indicando a distribuição homogênea das populações, que constitui uma característica de estágios avançados de sucessão ecológica. Refletem as características ambientais do momento da coleta, efetuada em regime de maré enchente, que propicia o transporte de espécies da região adjacente;
- Presença de espécies de diatomáceas oportunistas, típicas de águas costeiras/estuarinas, pertencentes aos complexos *Cylindrotheca closterium* /*Nitzschia longissima*, *Pseudo-nitzschia* “seriata”, *Pseudo-nitzschia* “delicatissima”;
- Ocorrência das diatomáceas *Dactyliosolen fragilissimus*, *Guinardia flaccida*, *Guinardia striata*, *Leptocylindrus danicus* e *Rhizosolenia setigera*, dinoflagelados *Dinophysis acuminata*,

Pronoctiluca acuta e Pronoctiluca cf. pelágica, Noctiluca scintillans e Corithodinium tessellatum e o **cocolitoforídeo** Anoplosolenia brasiliensis indicando a influência de águas da plataforma sobre a área de estudo. Tal influência foi justificada pela coleta em regime de maré enchente;

- Coexistência de espécies de hábitos bentônicos (**Diatomáceas**, *Bacillaria paxillifera*, *Navicula cf. transitans f. delicatula*, *Navicula cf. transitans f. derasa*, *Navicula* spp. (50 e 100 µm) e *Paralia sulcata*, coexistindo com espécies planctônicas (**Diatomáceas** *Asterionellopsis glacialis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Leptocylindrus minimus*, *Coscinodiscus* spp., *Skeletonema cf. costatum*,; **Dinoflagelados** *Alexandrium* sp.; *Ceratium hircus*, *Protoperidinium* spp.; **Silicoflagelado** *Dictyocha fibula*), indicando a influência do alto hidrodinamismo local;
- O registro de prasinofíceas e euglenofíceas indicando a influência de águas de origem continental sobre a região estudada;
- Registro de espécies consideradas potencialmente tóxicas: **diatomáceas** dos complexos *Pseudo-nitzschia “delicatissima”* e *Pseudo-nitzschia “seriata”* e a espécie *Pseudo-nitzschia multistriata*; **dinoflagelados** dos gêneros *Alexandrium*, e *Karenia* e a espécie *Dinophysis acuminata*;
- A análise de agrupamento, associada com os resultados da contribuição percentual dos táxons envolvidos na formação dos grupos, evidenciou que apenas 6 dos 33 táxons mais representativos revelaram contribuições superiores a 3%. Estes resultados corroboram os altos índices de Diversidade ($3,56 \pm 0,56 \text{ bis.cel}^{-1}$), onde apenas esporadicamente é registrada a dominância de uma ou outra espécie;

Os resultados acima descritos constituem uma avaliação descritiva da comunidade fitoplanctônica condicionada às condições hidrológicas reinantes no momento da coleta.

6.4.2 - Caracterização dos Sedimentos no Local da Dragagem Segundo a Resolução CONAMA 344/04

6.4.2.1 - Introdução

O termo dragagem é, por definição, a escavação ou remoção de solo ou rochas do fundo de rios, lagos, e outros corpos d'água através de equipamentos denominados de dragas, as quais são, geralmente, embarcações ou plataformas flutuantes equipadas com mecanismos necessários para se efetuar a remoção do solo (TORRES, 2000 apud Compton's Encyclopedia, 1998).

O material a ser dragado deve ser analisado antes do início das operações de dragagem, objetivando estudar as melhores alternativas de disposição final deste material, que pode estar contaminado. Considera-se que o material esteja contaminado quando apresenta elementos físicos, químicos ou biológicos em concentrações nocivas ao meio ambiente.

As operações de dragagem e disposição final do material dragado podem gerar vários impactos ambientais tais como alterações morfológicas dos corpos d'água, danos à comunidade bentônica, aumento da turbidez na massa d'água, contaminação do lençol freático por disposição do material dragado de forma inadequada e etc., que devem ser evitados ou, ao menos, mitigados. No caso de baías e estuários com ocupações industriais no seu entorno, devido a condições específicas de baixas velocidades de correntes e grande acúmulo de matéria orgânica, estes podem consistir em depósitos de poluentes.

A ruptura e desagregação dos sedimentos de fundo podem causar uma grande variedade de impactos ambientais. Os problemas aparecem principalmente quando os sedimentos estão contaminados por compostos químicos, resíduos domésticos, óleos e graxas.

Os produtos tóxicos e contaminantes liberados pelos solos perturbados podem se dissolver ou entrar em suspensão e contaminar ou causar grande mortalidade de espécies estuarinas e marinhas de importância pesqueira direta e/ou indireta para a região onde está sendo realizada a dragagem. As partículas em suspensão podem redepositar no fundo sufocando os animais bentônicos ou forçando-os a migrar para outras regiões.

A ressuspensão dos sedimentos ocorre principalmente no início da escavação e durante sua transferência para os locais de despejo. Antes de se realizar qualquer operação de dragagem, algumas análises devem ser feitas para se estabelecer uma grande variedade de parâmetros essenciais no processo de planejamento e seleção dos métodos de dragagem (Bray et al., 1997). O presente item descreve o processo de monitoramento executado, objetivando a avaliação do material depositado na área sugerida para a instalação da bacia de evolução.

Os efeitos de dragagem em organismos marinhos e a recolonização das áreas impactadas podem ser diversos, e tem sido muito estudados (Pranovi et al., 1998; Sardá et al., 2000). Isto dificulta conclusões gerais sugerindo que a avaliação deve ser feita caso a caso, assim, predições e hipóteses relacionadas sobre este tipo de impacto são difíceis. Estas perturbações antrópicas em geral, reduzem drasticamente a população e mudam temporariamente o ambiente (Pranovi et al., 1998). Apesar dos efeitos de dragagem e deposição de material dragado serem bem estudados, a subsequente recolonização é um processo específico do local, envolvendo escalas de tempo e espaço que dependem da hidrodinâmica local e sedimentologia.

6.4.2.2 - Metodologia

Metodologia de Coleta

A amostragem do sedimento é necessária para a realização da caracterização física do material a ser dragado. Consiste em caracterizar a seção horizontal e vertical da área de dragagem, a partir de coleta de amostras de sedimentos que representem os materiais a serem dragados.

Segundo a Resolução do CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004, a distribuição espacial das amostras de sedimento deve ser representativa da dimensão da área e do volume a ser dragado. As profundidades das coletas das amostras devem ser representativas do perfil (cota) a ser dragado.

O **Quadro 6.4.2-1** fornece o número de amostras a serem coletadas de acordo com o volume de material a ser dragado. O número de estações poderá variar em função das características ambientais da área a ser dragada, sendo este número determinado pelo órgão ambiental licenciador.

Quadro 6.4.2-1 - Número de Estações para Amostragem de Sedimento

VOLUME A SER DRAGADO (m³)	NÚMERO DE AMOSTRAS
Até 25.000	3
Entre 25.000 e 100.000	4 a 6
Entre 100.000 e 500.000	7 a 15
Entre 500.000 e 2.000.000	16 a 30
Acima de 2.000.000	10 extras por 1 milhão de m³

Fonte: CONAMA, 2004

Para o presente estudo foram determinados 30 pontos onde foram feitos coletados testemunhos de 2 m de profundidade, em média (**Figura 6.4.2-1**). Destes testemunhos foram retiradas alíquotas coletadas nos horizontes 0 e 50; 50-100; 100-150; e 150-200 cm, com alguns pontos incluindo também o horizonte 200-250 cm, de profundidade. A amostragem foi realizada

manualmente, por um mergulhador ou com coletores (“gravity corers” e “piston corers”) de maneira a garantir a integridade das amostras.

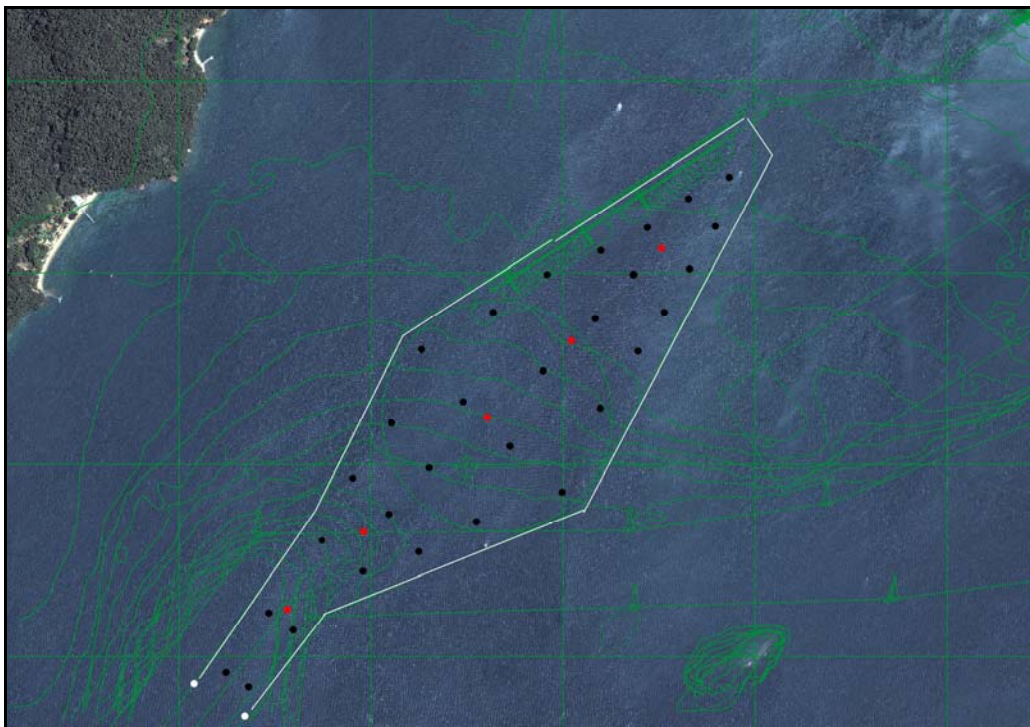


Figura 6.4.2-1 - Pontos de coleta para análise dos parâmetros referentes a CONAMA 344

Para a avaliação do horizonte de contaminação da área da futura bacia de evolução e canal principal utilizou-se amostras obtidas nas campanhas de sondagem dos estudos geotécnicos (Figura 6.4.2-2 a Figura 6.4.2-5). Estas foram obtidas em profundidades espaçadas de 1 em 1 metro, em 4 pontos da área, chegando a profundidades de 15m de sedimento.



Figura 6.4.2-2 - Campanha de Sondagem



Figura 6.4.2-3 - Retirada de Alíquota



Figura 6.4.2-4 - Campanha de Sondagem



Figura 6.4.2-5 - Aliquota superficial

Na sequência são analisados os dados obtidos. Os laudos dos ensaios laboratoriais realizados pelo Laboratório LabÁgua são apresentados no Anexo 1.

Metodologia de Análise

A caracterização química deve determinar as concentrações de poluentes no sedimento, na fração total. A Resolução do CONAMA nº 344/04 estabelece dois níveis para critério de qualidade do material a ser dragado:

- **Nível 1:** limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota;
- **Nível 2:** limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota.

O **Quadro 6.4.2-2** apresenta os valores orientadores para a classificação do material a ser dragado, conforme a presença de contaminantes. As substâncias não listadas no referido quadro, quando necessária a sua investigação, terão seus valores orientadores previamente estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Existindo dados sobre valores basais (valores naturais reconhecidos pelo órgão ambiental competente) de uma determinada região, estes deverão prevalecer sobre os valores da **Quadro 6.4.2-13** sempre que se apresentarem mais elevados (CONAMA, 2004).

Quadro 6.4.2-2 - Níveis de Classificação do Material a ser Dragado

POLUENTES			NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL A SER DRAGADO (em unidade de material seco)			
			ÁGUA DOCE		ÁGUA SALINA SALOBRÁ	
			NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3	NÍVEL 4
Metais Pesados e Arsênio (mg/kg)	Arsênio (As)		5,9 ¹	17 ¹	8,2 ²	70 ²
	Cádmio (Cd)		0,6 ¹	3,5 ¹	1,2 ²	9,6 ²
	Chumbo (Pb)		35 ¹	91,3 ¹	46,7 ²	218 ²
	Cobre (Cu)		35,7 ¹	197 ¹	34 ²	270 ²
	Cromo (Cr)		37,3 ¹	90 ¹	81 ²	370 ²
	Mercurio (Hg)		0,17 ¹	0,486 ¹	0,15 ²	0,71 ²
	Níquel (Ni)		18 ³	35,9 ³	20,9 ²	51,6 ²
	Zinco (Zn)		123 ¹	315 ¹	150 ²	410 ²
Pesticidas organo-clorados (µg/kg)	BHC (Alfa-BHC)		--	--	0,32 ³	0,99 ³
	BHC (Beta-BHC)		--	--	0,32 ³	0,99 ³
	BHC (Delta-BHC)		--	--	0,32 ³	0,99 ³
	BHC (Gama-BHC/Lindano)		0,94 ¹	1,38 ¹	0,32 ³	0,99 ³
	Clordano (Alfa)		--	--	2,26 ³	4,79 ³
	Clordano (Gama)		--	--	2,26 ³	4,79 ³
	DDD		3,54 ¹	8,51 ¹	1,22 ¹	7,81 ¹
	DDE		1,42 ¹	6,75 ¹	2,07 ¹	374 ¹
	DDT		1,19 ¹	4,77 ¹	1,19 ¹	4,77 ¹
	Dieldrin		2,85 ¹	6,67 ¹	0,71 ¹	4,3 ¹
PCBs (µg/kg)	Endrin		2,67 ¹	62,4 ¹	2,67 ¹	62,4 ¹
	Bifenilas Policloradas - Totais		34,1 ¹	277 ¹	22,7 ²	180 ²
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs (µg/kg)	GRUPO A	Benzo(a)antraceno	31,7 ¹	385 ¹	74,8 ¹	693 ¹
		Benzo(a)pireno	31,9 ¹	782 ¹	88,8 ¹	763 ¹
		Criseno	57,1 ¹	862 ¹	108 ¹	846 ¹
		Dibenzo(a,b)antraceno	622 ¹	135 ¹	6,22 ¹	135 ¹
	GRUPO B	Acenoleno	6,71 ¹	88,9 ¹	16 ²	500 ²
		Acenafieno	5,87 ¹	128 ¹	44 ²	640 ²
		Antraceno	46,9 ¹	245 ¹	85,3 ²	1100 ²
		Fenantreno	41,9 ¹	515 ¹	240 ²	1500 ²
		Fluoranteno	111 ¹	2355 ¹	600 ²	5100 ²
		Fluoreno	21,2 ¹	144 ¹	19 ²	540 ²
		2-Metilnaftaleno	20,2 ¹	201 ¹	70 ¹	670 ¹
		Naftaleno	34,6 ¹	391 ¹	160 ²	2100 ²
		Pireno	53 ¹	875 ¹	665 ²	2600 ²
		Soma# de PAHs	1000		3000	

Fonte: CONAMA, 2004

considerando os 13 compostos avaliados.

Os valores orientadores, adotados no **Quadro 6.4.2-2**, têm como referência as seguintes publicações oficiais canadenses e norte-americanas:

1 ENVIRONMENTAL CANADA. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life - Canadian Environmental Quality Guidelines - Summary Tables. <http://www.ec.gc.ca>, atualizado em 2002.

2 Long, E.R., MacDonald, D.D., Smith, S.L. & Calder F.D. (1995). Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management 19 (1): 81-97.

3 FDEP (1994). Approach to the Assessment of Sediment Quality in Florida Coastal Waters. Vol. I. Development and Evaluation of Sediment Quality Assessment Guidelines. Prepared for Florida Department of Environmental Protection - FDEP, Office of Water Policy, Tallahassee, FL, by MacDonald Environmental Sciences Ltd., Ladysmith, British Columbia. 1994.

Segundo a Resolução do CONAMA nº 344/04, na caracterização química devem ser também realizadas determinações de carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl total e fósforo total do material a ser dragado, conforme a TAB. 2.4 a seguir.

Quadro 6.4.2-3 - Valores Orientadores para Carbono Orgânico Total e Nutrientes

Parâmetros	Valor Alerta
carbono orgânico total (%)	10
nitrogênio kjeldahl total (mg/kg)	4.800
fósforo total (mg/kg)	2.000

Fonte: CONAMA, 2004

Considera-se valor alerta o valor acima do qual existe a possibilidade de causar prejuízos ao ambiente na área de disposição. A critério do órgão ambiental competente, o COT poderá ser substituído pelo teor de matéria orgânica. Ficam excluídos de comparação com a presente caracterização, os valores oriundos de ambientes naturalmente enriquecidos por matéria orgânica e nutrientes, como manguezais.

6.4.2.3 - Resultados

No ambiente aquático, o compartimento considerado mais significativo na concentração de metais é representado pelos sedimentos (AXTMANN & LUOMA 1991) e, por esse motivo, são muito utilizados como material de amostragem, tanto em pesquisa de prospecção mineral como em estudos ambientais. Ao refletirem a qualidade do sistema e o desenvolvimento histórico de parâmetros hidrológicos e químicos (SALOMONS & FÖRSTNER 1984) são particularmente úteis na identificação, no monitoramento e no controle de fontes de poluição.

Granulometria

A composição granulométrica do sedimento pode constituir variáveis explicativas mais eficientes que as variáveis físico-químicas, na determinação dos padrões de distribuição de macro-invertebrados bentônicos, uma vez que a composição granulométrica está relacionada com a disponibilidade de alimentos, habitats e microhabitats (Callisto & Esteves, 1996).

O tamanho das partículas do sedimento determina o tamanho dos espaços intersticiais que, por sua vez, influenciam o tipo de comunidade bentônica que irá se estabelecer. O espaço intersticial é essencial para o movimento e alimentação dos invertebrados. Além disso, alguns precisam de locais de esconderijo para escapar da predação (Silveira, 2004).

A granulometria obtida no presente levantamento apresentou uma distribuição variada, com teores de finos (62µm) atingindo aproximadamente 18% do total de amostra, conforme **Figura 6.4.2-6** a **Figura 6.4.2-9**.

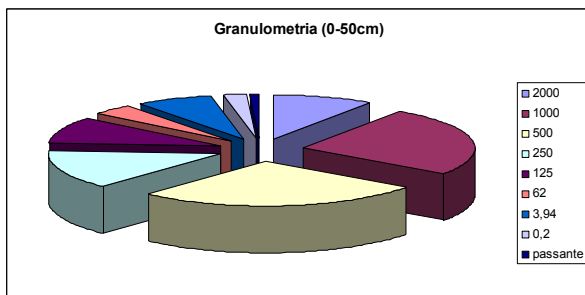


Figura 6.4.2-6 - Granulometria no estrato 0-50cm

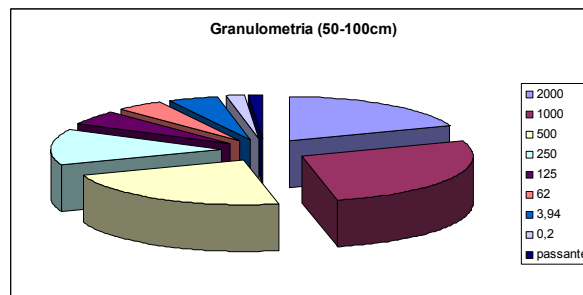


Figura 6.4.2-7 - Granulometria no estrato 50-100cm

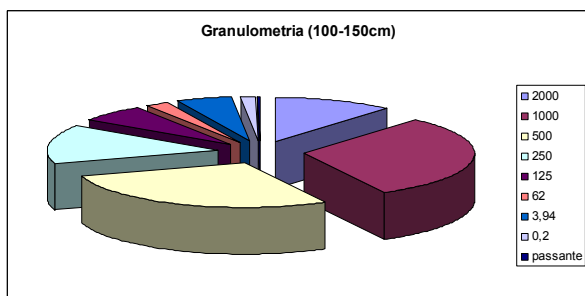


Figura 6.4.2-8 - Granulometria no estrato 100-150cm

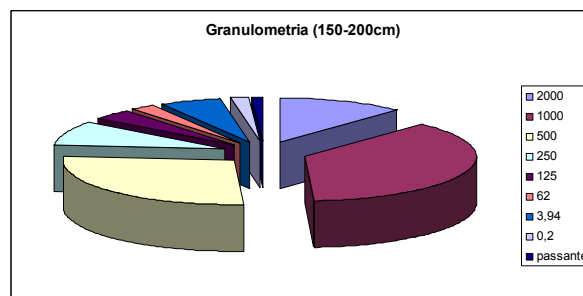


Figura 6.4.2-9 - Granulometria no estrato 150-200cm

Metais Pesados

■ Arsênio

Segundo Winter (1998), a abundância natural de arsênio (em ppb) em diversos sistemas é a seguinte: no universo (8), nos meteoritos carbonosos (1.800), nas rochas crustais (2.100), na água do mar (2,3) e nos seres humanos (50). O As se apresenta distribuído de maneira uniforme na maioria das rochas, com concentrações variando de 0,5 a 2,5 ppm. Apenas em sedimentos argilosos ele pode se concentrar com teores tão altos quanto 13 ppm.

No presente monitoramento o Arsênio se apresentou abaixo do limite de detecção.

■ Cádmio

Segundo Winter (1998), a abundância natural de cádmio (em ppb) em diversos sistemas é a seguinte: no universo (2), no sol (6), nos meteoritos carbonosos (450), nas rochas crustais (150), na água do mar (0,05) e nos seres humanos (700).

Os teores médios de cádmio nos granitos variam de 0,12 a 0,2 ppm, e nas rochas básicas de 0,02 a 0,2 ppm (Rankama e Sahama, 1954).

O principal fator que determina o conteúdo de cádmio nos solos é a composição química da rocha a partir da qual o solo foi gerado. O conteúdo médio de Cd nos solos está entre 0,06 e 1,1 ppm, sendo que nos histossolos, o conteúdo médio é de 0,78 ppm, e, nos podzólicos, o teor mais baixo pode chegar a 0,37 ppm. O teor médio mundial nos solos superficiais, calculado para o cádmio, é de 0,53 ppm, e, aparentemente, outros valores mais altos refletem impactos antropogênicos nos horizontes superiores do solo (Kabata-Pendias & Pendias, 1992). A grande maioria do cádmio utilizado pelo homem é obtida como sub-produto da fundição dos minérios de Cu, Pb e Zn (Winter, 1998). Os valores e a estatística descritiva do Cádmio seguem na **Quadro 6.4.2-4**.

A tendência da concentração de Cd nas amostras, representada pela mediana se mostrou abaixo do nível 1 apresentado pela Conama 344, com exceção da profundidade de 200 a 250 cm. Esta profundidade, por estar representada por apenas duas amostras, e uma delas ter apresentado o maior valor em toda a campanha assumiu um valor tendencial bem acima dos valores médios.

Os valores isolados, porém se mostraram acima dos níveis permitidos pela legislação em todas as profundidades. Os valores obtidos nas sondagens estiveram abaixo dos obtidos nos 30 testemunhos de 2 m. sendo assim considerou-se os dados dos temunhos para comprovar o horizonte de contaminação. Assim sendo considerou-se uma profundidade média de 1 m como horizonte de contaminação, com volume de contaminados correspondentes a este horizonte.

Quadro 6.4.2-4 - Estatística Descritiva do Cádmio

	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250
Mediana	1,09	0,885	1,13	0,64	5,3
Intervalo	3,93	3,25	3,85	3,87	9,68
Mínimo	0,19	0,17	0,29	0,22	0,46
Máximo	4,12	3,42	4,14	4,09	10,14
Contagem	29	28	22	18	2

Na **Figura 6.4.2-10** pode-se verificar a variação espacial deste metal na área de dragagem. Observa-se um enriquecimento claro ao norte, em direção ao saco de Coroa Grande. Este enriquecimento pode estar ligado principalmente a deposição de resíduos provenientes da área da Ingá. Dados posteriores, do levantamento de “base line” do manguezal ao final deste capítulo, reforçam esta idéia.

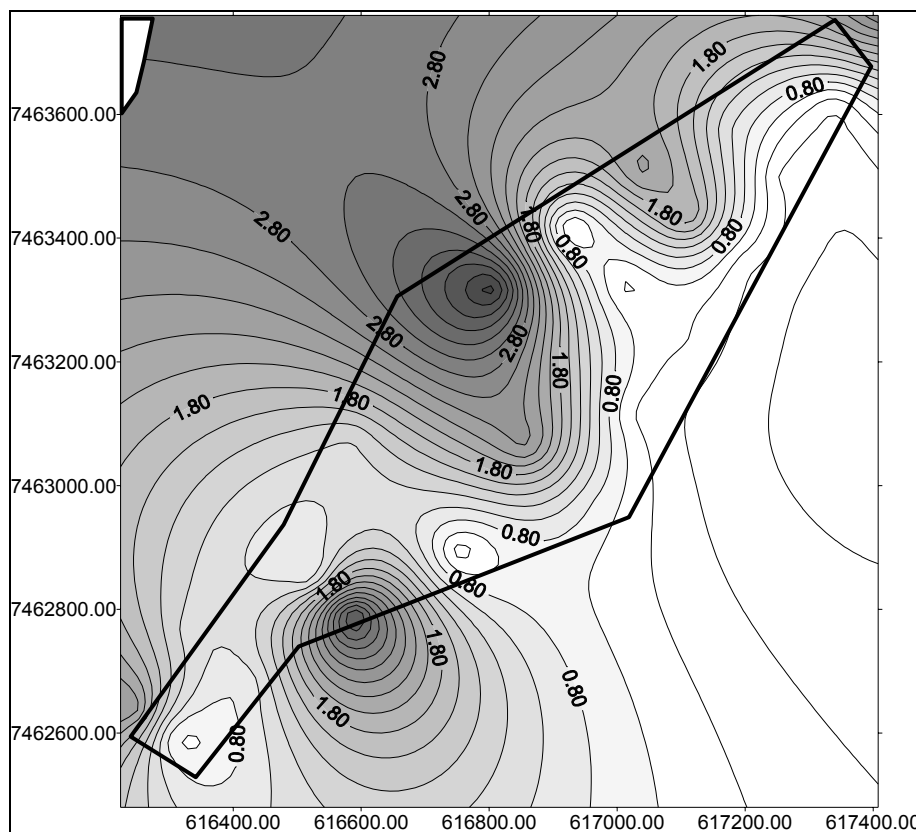
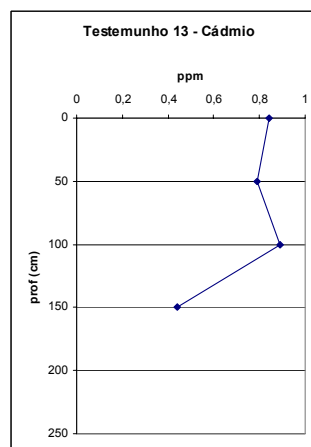
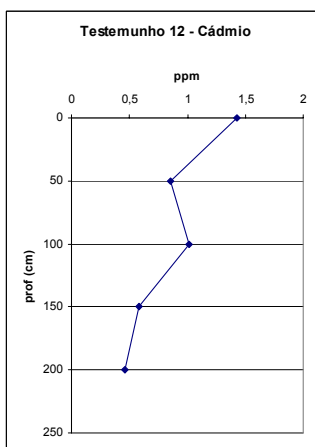
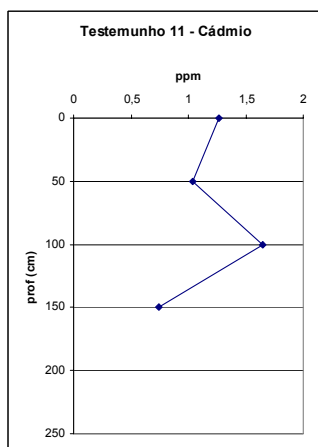
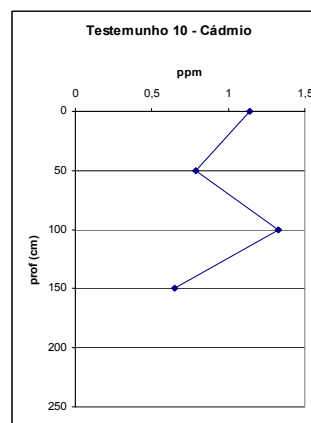
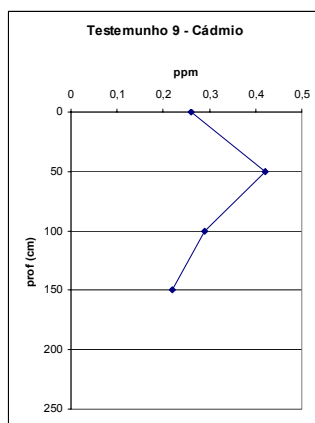
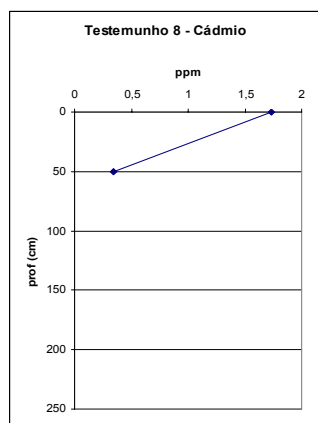
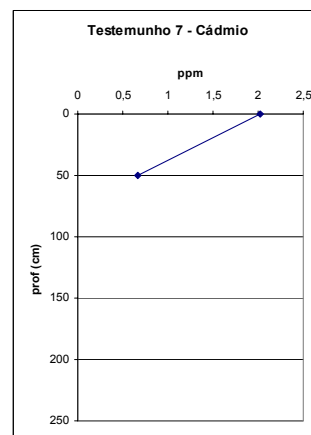
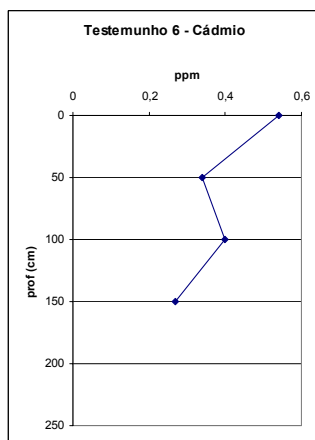
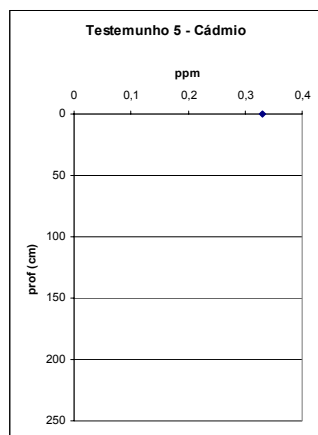


Figura 6.4.2-10 - Variação espacial do Cádmiio (ppm)

Nos gráficos a seguir observa-se a variação vertical do cádmio no sedimento da área de dragagem. Os gráficos apresentam uma leve tendência de enriquecimento em direção a superfície (**Figura 6.4.2-11**, **Figura 6.4.2-12** e **Figura 6.4.2-13**) confirmando a origem antropogênica deste metal. A comparação dos valores obtidos com os níveis base no folhelho padrão (0,22ppm disponíveis na literatura confirmam a contaminação por este metal.



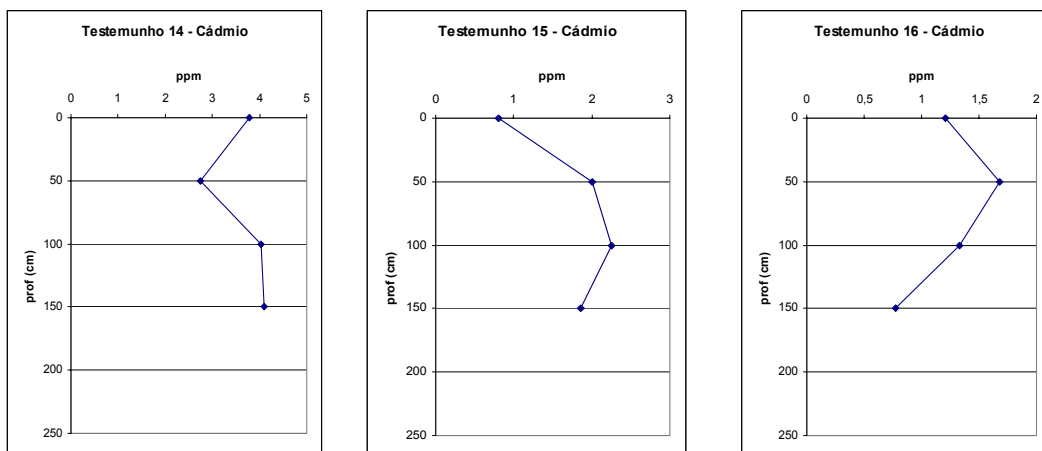
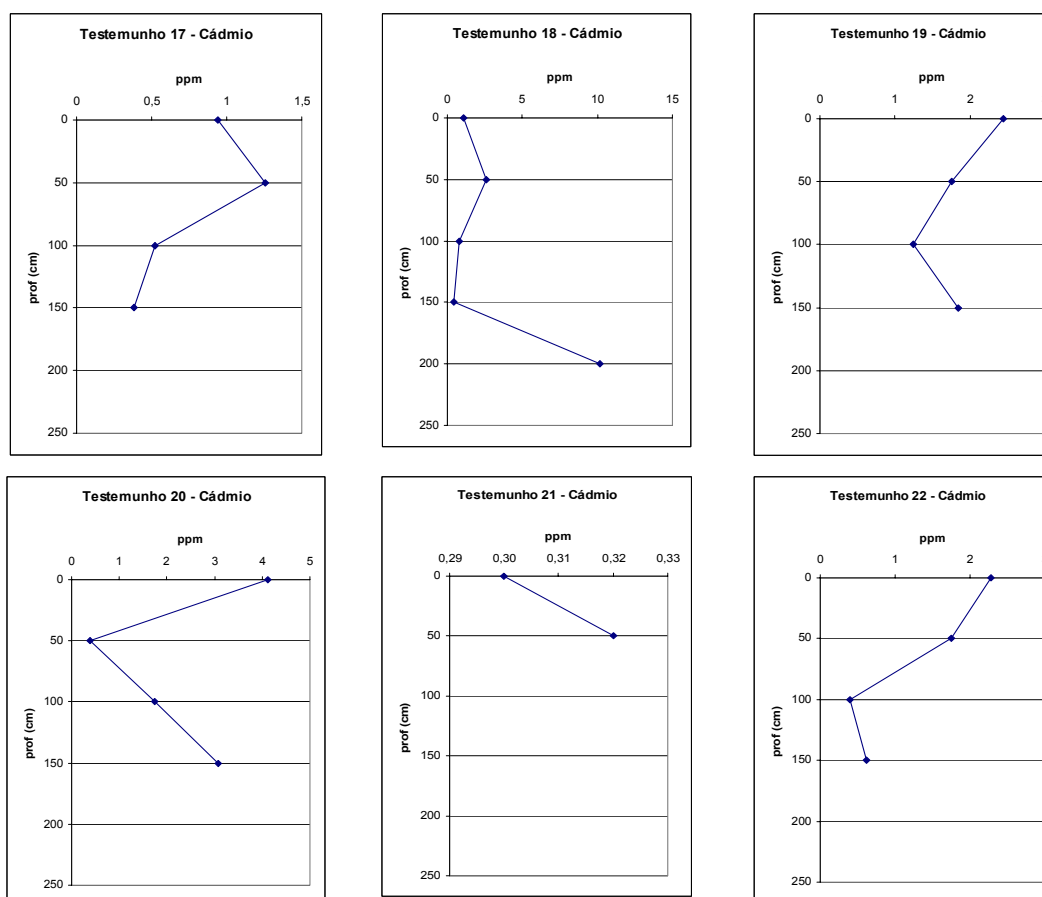


Figura 6.4.2-11 - Variação Vertical do Cádmio (ppm)



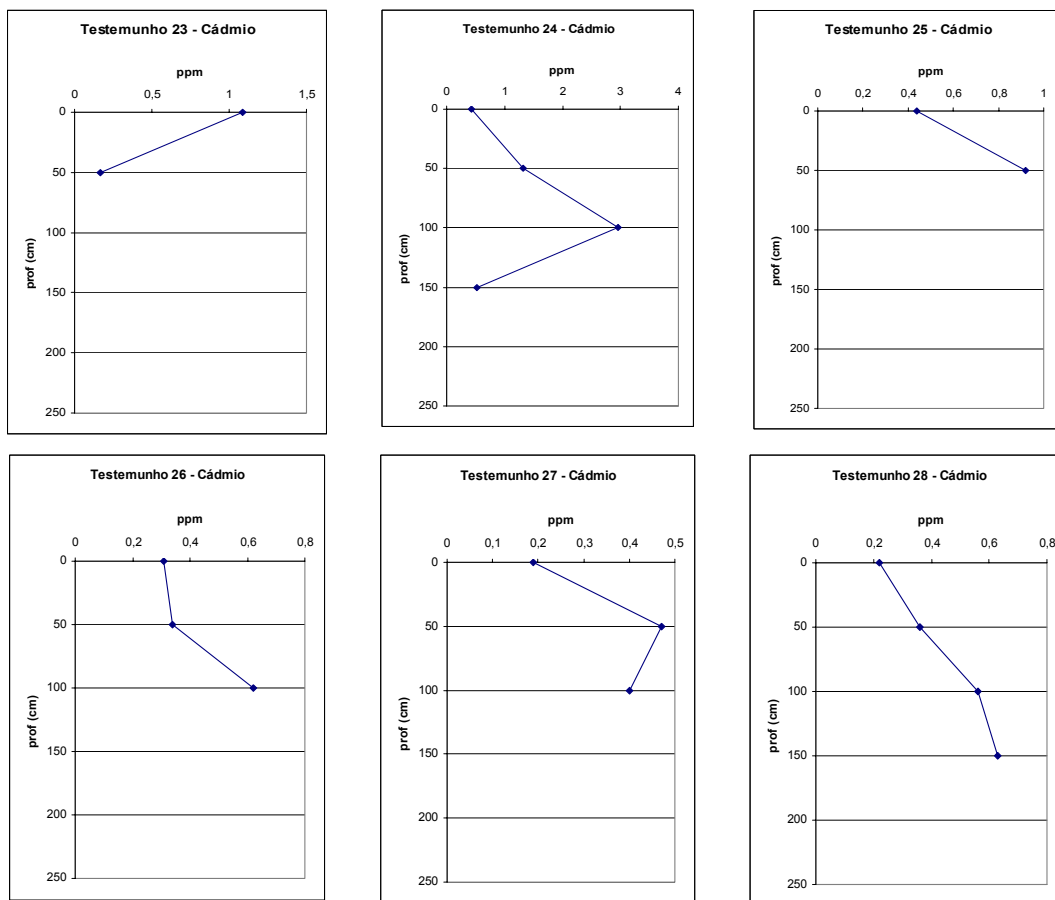


Figura 6.4.2-12 - Variação Vertical do Cádmio (ppm)

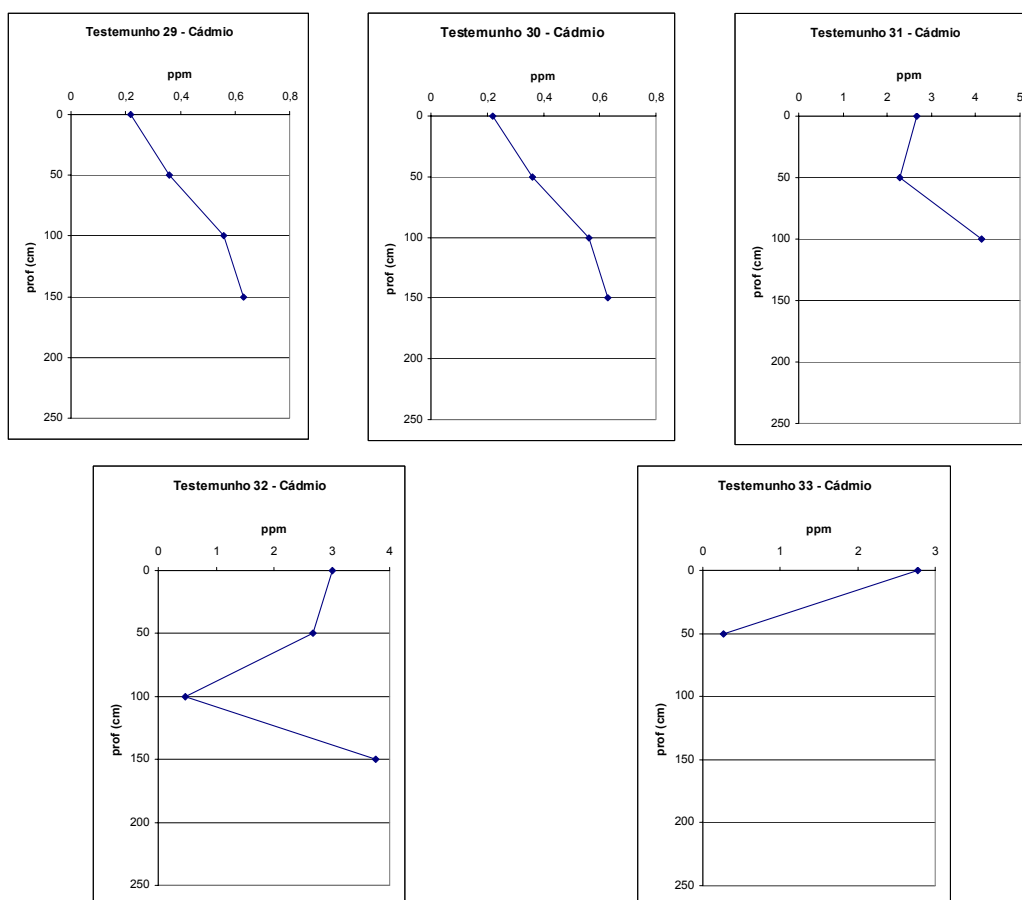


Figura 6.4.2-13 - Variação Vertical do Cádmi (ppm)

■ Chumbo

Segundo Winter (1998), a abundância natural de chumbo (em ppb) em diversos sistemas é a seguinte: no universo (10), no sol (10), nos meteoritos carbonosos (1.400), nas rochas crustais (10.000), na água do mar (0,03) e nos seres humanos (1.700).

Em rochas sedimentares, a distribuição do Pb é controlada pela presença de minerais detríticos (tais como feldspatos, micas e sulfetos), argilominerais e matéria orgânica. Carbonatos puros (cerca de 5 ppm Pb) e arenitos (cerca de 10 ppm Pb) são caracteristicamente empobrecidos com relação aos folhelhos (cerca de 23 ppm Pb). As rochas sedimentares com teores mais elevados são os folhelhos negros, refletindo a afinidade do Pb pela matéria orgânica (BGS, 1991).

No presente levantamento o Pb se apresentou abaixo do nível 1 da Conama 344, tanto no que diz respeito a tendência dos dados (mediana) (**Quadro 6.4.2-5**), quanto na análise dos valores isolados. Os valores porém, em alguns pontos acima dos valores estabelecidos pela literatura para o folhelho padrão (23ppm). A análise da variação espacial não diagnosticou uma tendência de enriquecimento aparente (**Figura 6.4.2-14**). A variação vertical também não sugere uma fonte significativa para este metal na região da Baía de Sepetiba (**Figura 6.4.2-15**, **Figura 6.4.2-16** e **Figura 6.4.2-17**).

Quadro 6.4.2-5 - Estatística Descritiva do Chumbo

	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250
Mediana	21,37	18,585	20,25	18,205	6,35
Intervalo	39,6	21,57	26,87	31,51	9,64
Mínimo	6,99	10,35	8,35	2,84	1,53
Máximo	46,59	31,92	35,22	34,35	11,17
Contagem	29	28	22	18	2

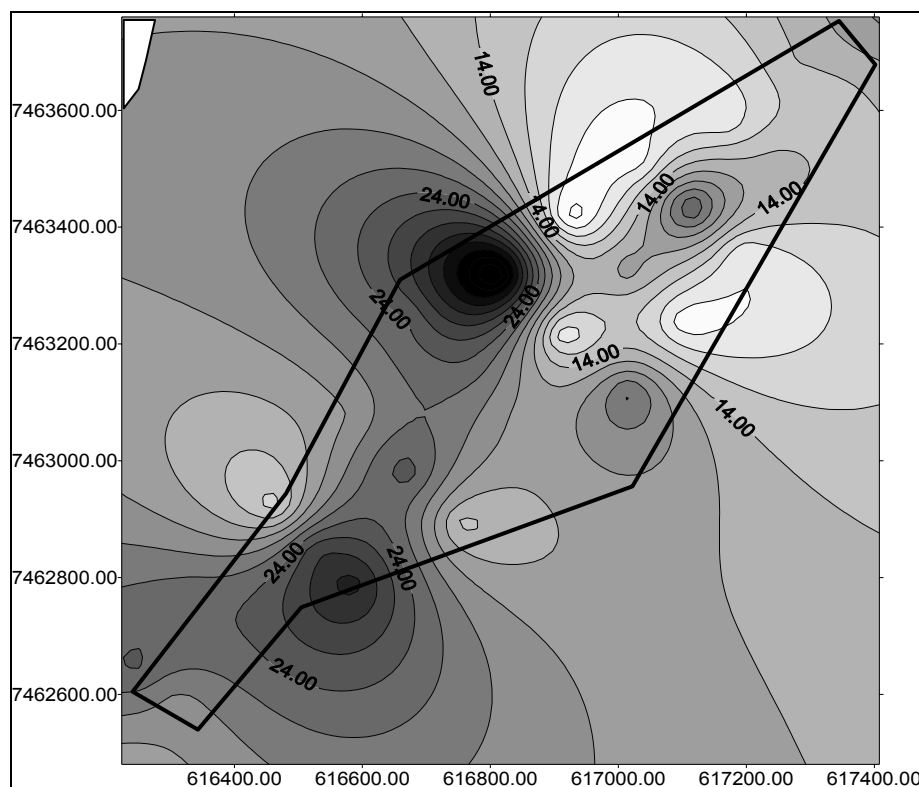
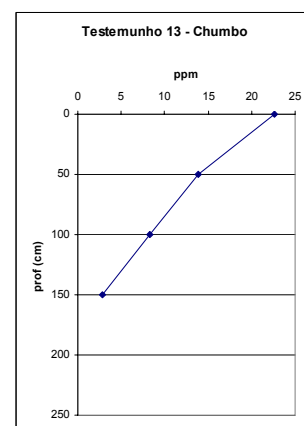
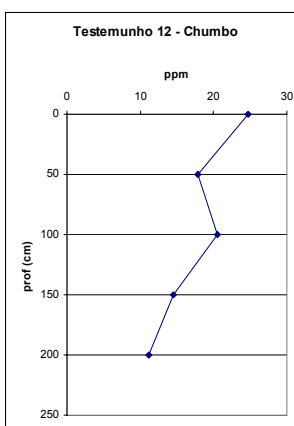
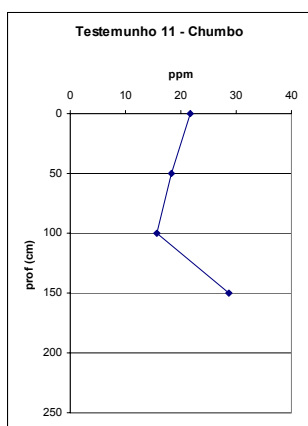
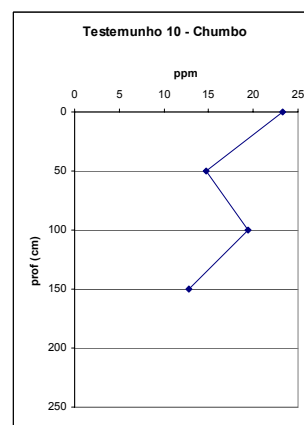
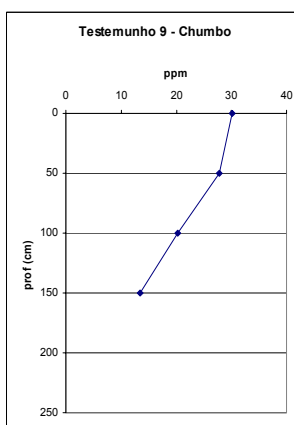
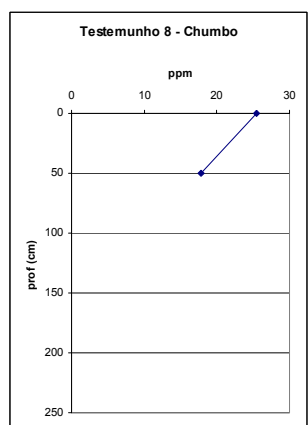
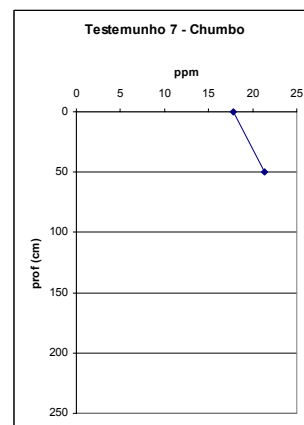
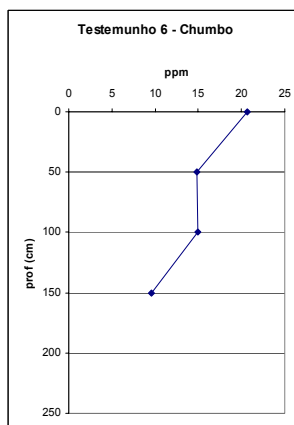
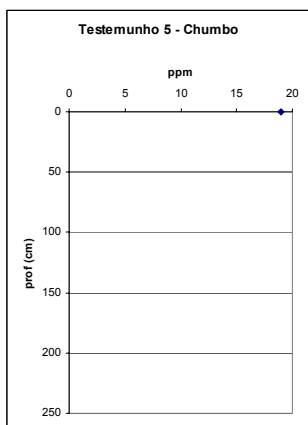


Figura 6.4.2-14 - Variação espacial do Chumbo (ppm)



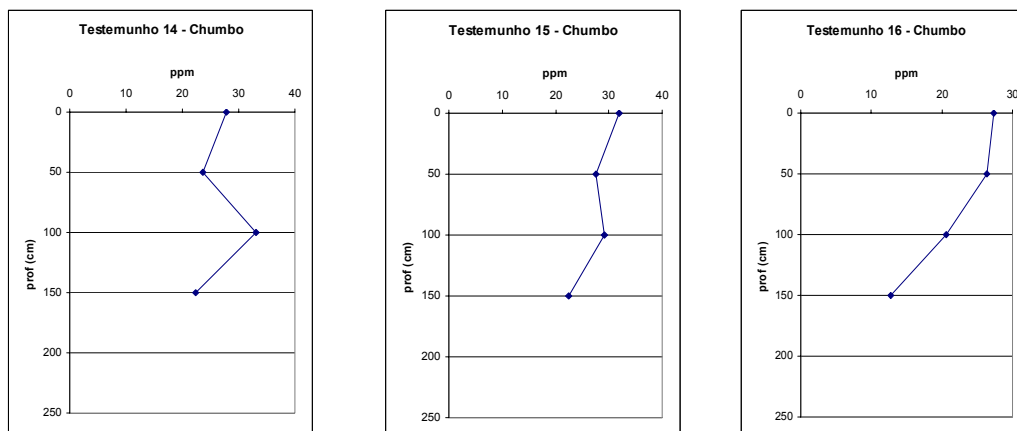
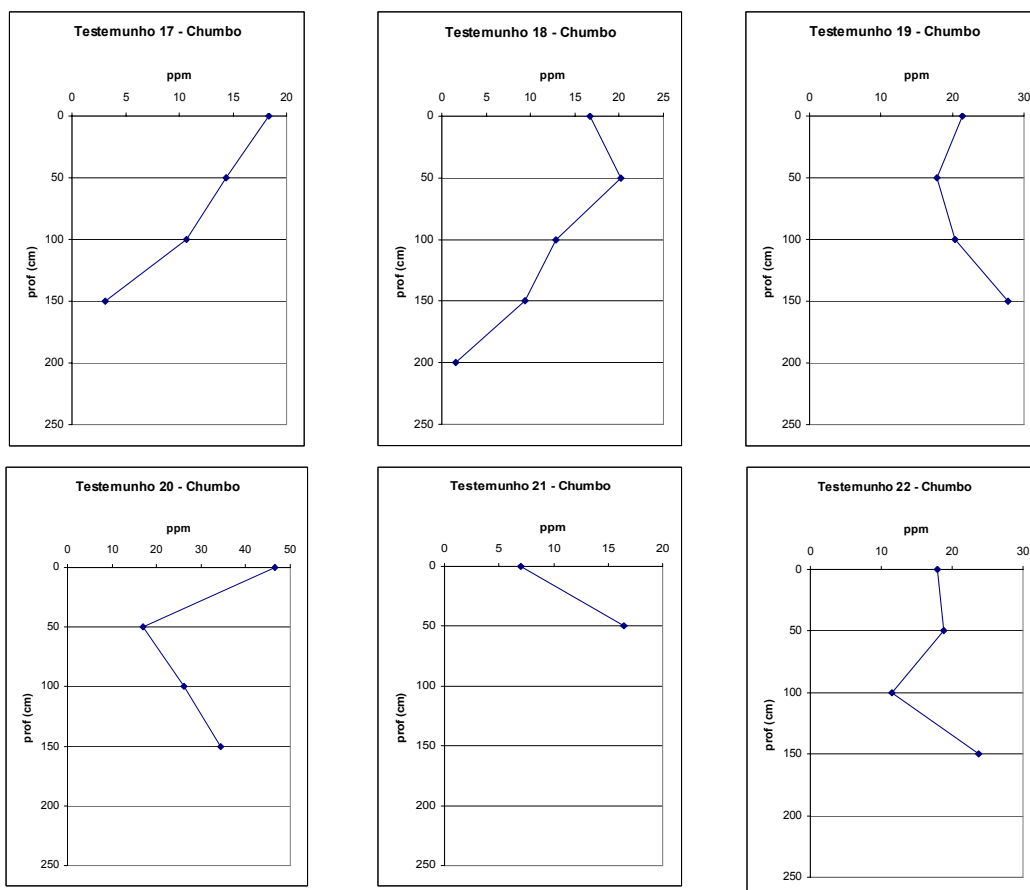


Figura 6.4.2-15 - Variação Vertical do Chumbo (ppm)



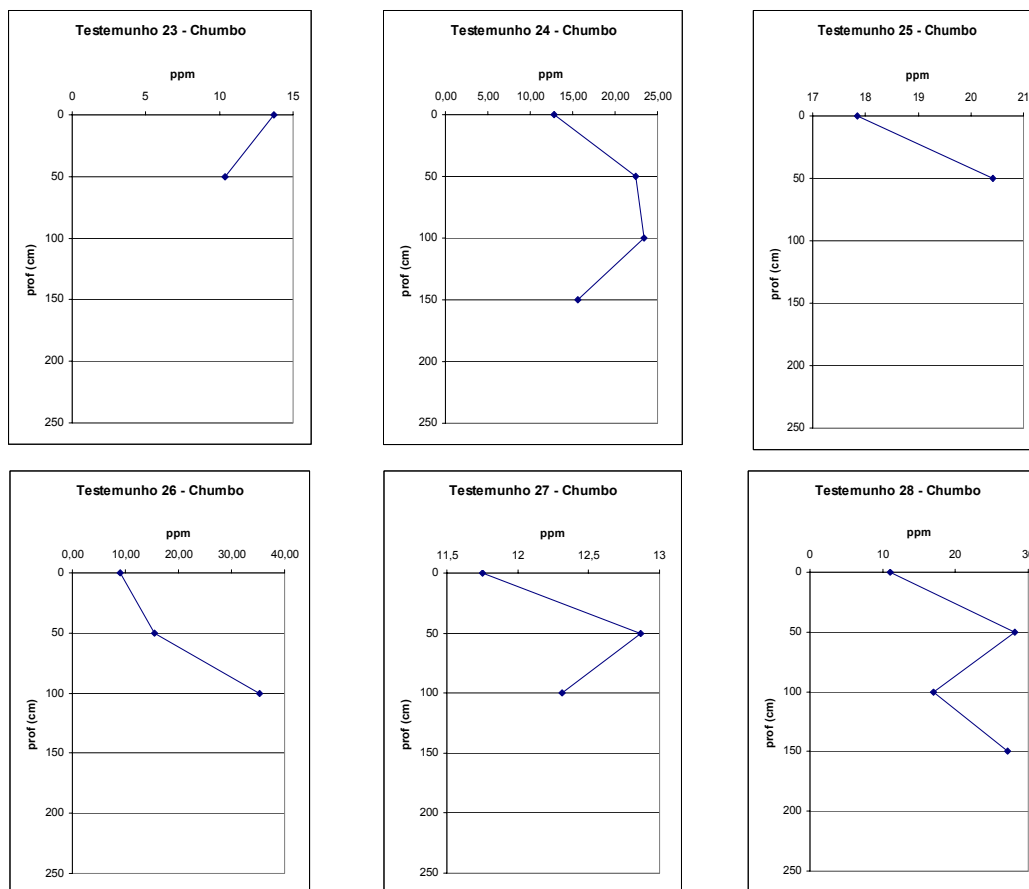
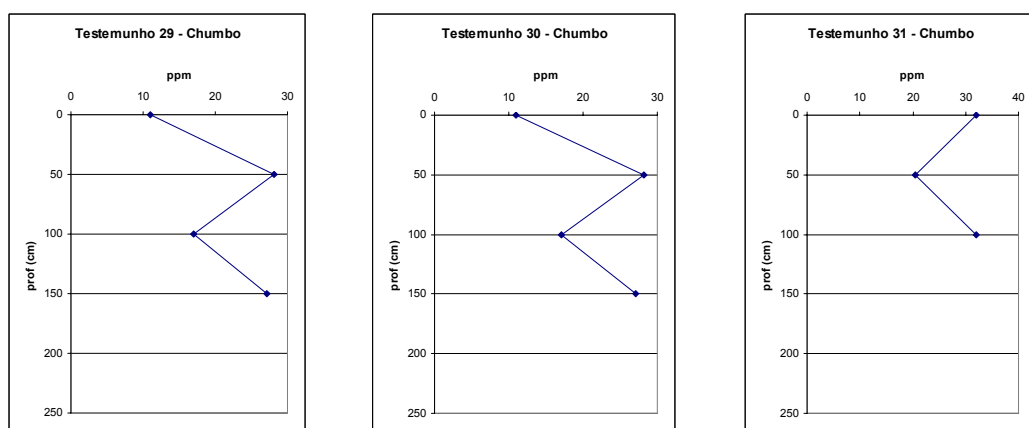


Figura 6.4.2-16 - Variação Vertical do Chumbo (ppm)



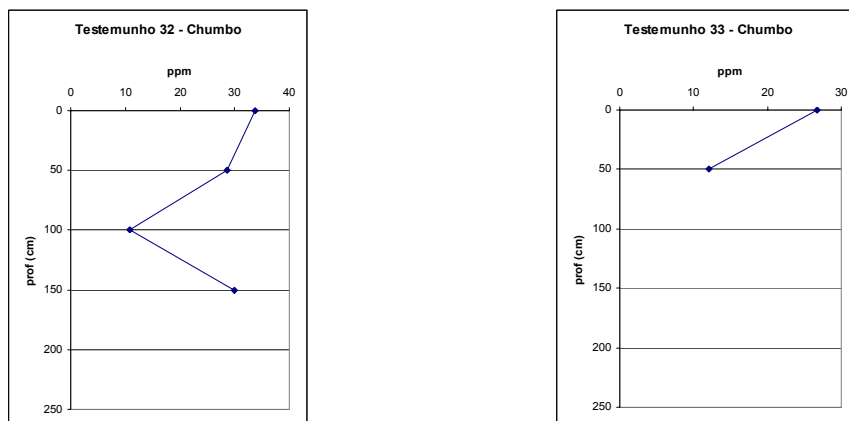


Figura 6.4.2-17 - Variação Vertical do Chumbo (ppm)

■ Cobre

Segundo Winter (1998), a abundância natural de cobre (em ppb) em diversos sistemas é a seguinte: no universo (60), no sol (700), nos meteoritos carbonosos (110.000), nas rochas crustais (68.000), na água do mar (3) e nos seres humanos (1.000). Durante os processos magmáticos, o íon Cu^{2+} , com valência baixa, é principalmente concentrado nos diferenciados primários, sendo particionado nos sulfetos e óxidos de acordo com as fugacidades do oxigênio e do enxofre. Os teores médios de cobre em minerais, apresentados por Ure & Berrow (1982, citado por BGS, 1991), são 115 ppm para as olivinas, 120 ppm para os piroxênios, 78 ppm para os anfibólios, 86 ppm para as biotitas e 62 ppm para os plagioclásios. A calcopirita é um mineral acessório comum e o principal portador de Cu em rochas ígneas básicas. Os basaltos e gabros (40 a 60 ppm) e as rochas ultrabásicas (40 ppm) sempre contêm mais Cu que as rochas intermediárias (cerca de 20 ppm) e as graníticas (cerca de 12 ppm) (Wedepohl, 1978 citado por BGS, 1991).

De acordo com a Conama 344, a tendência das concentrações registradas se apresentaram abaixo do nível 1, assim como a análise dos valores isolados (

Quadro 6.4.2-6). A análise da variação espacial de Cu evidenciou uma leve tendência de incremento a noroeste (**Figura 6.4.2-18**). A variação vertical não apresentou um enriquecimento significativo em direção a superfície, mostrando que não existem fontes significativas de Cu na área (**Figura 6.4.1-21, Figura 6.4.2-20 e Figura 6.4.2-21**).

Quadro 6.4.2-6 - Estatística Descritiva do Cobre

<i>0-50</i>		<i>50-100</i>	<i>100-150</i>	<i>150-200</i>	<i>200-250</i>
Mediana	3,89	3,665	3,88	2,8	4,935
Intervalo	13,68	11,96	8,57	9,23	6,81
Mínimo	1,34	0,75	0,89	0,98	1,53
Máximo	15,02	12,71	9,46	10,21	8,34
Contagem	29	28	22	18	2

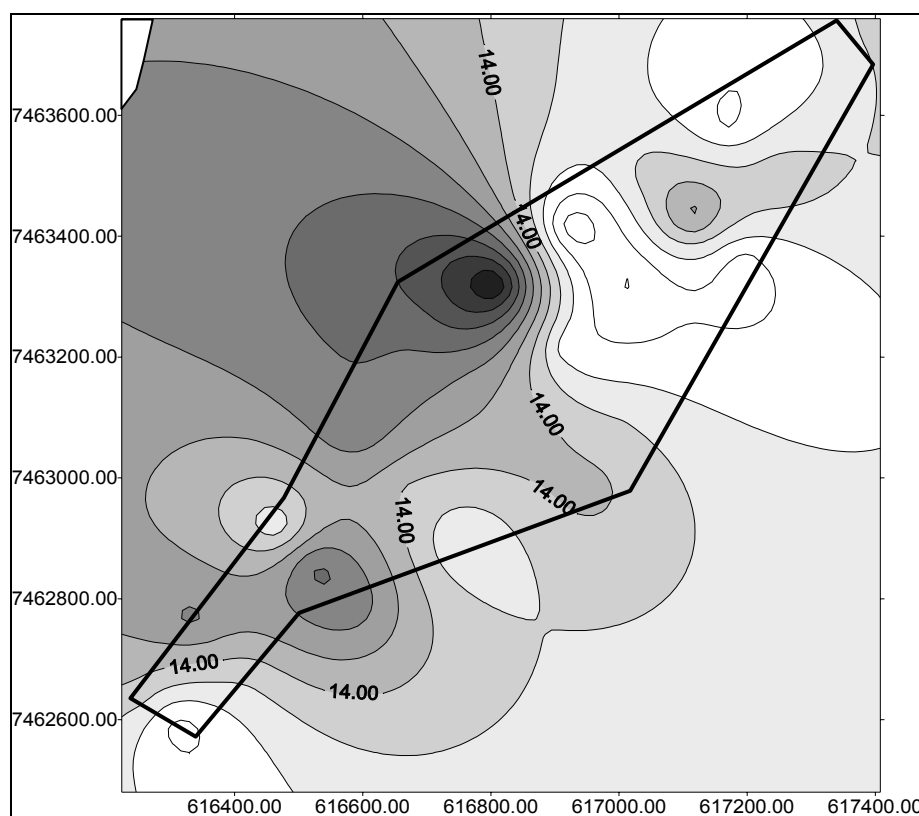
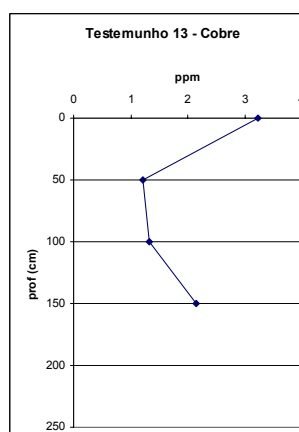
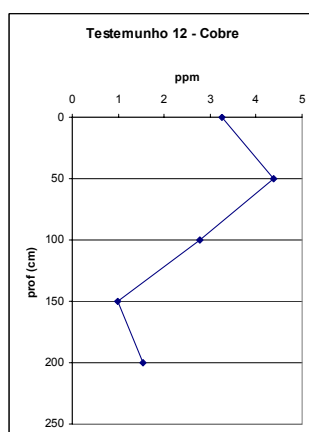
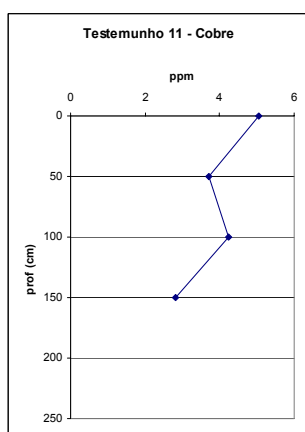
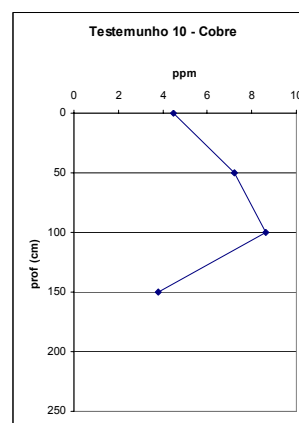
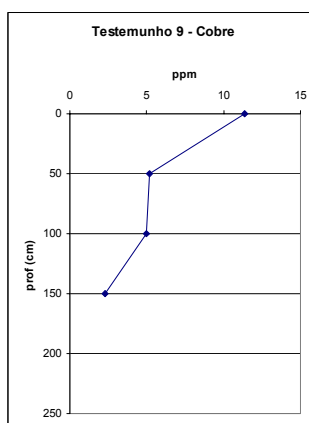
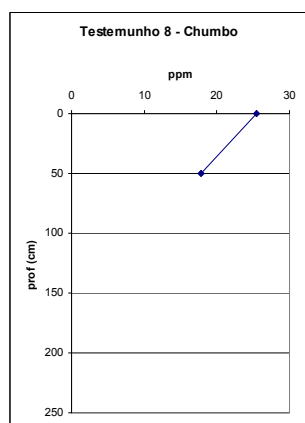
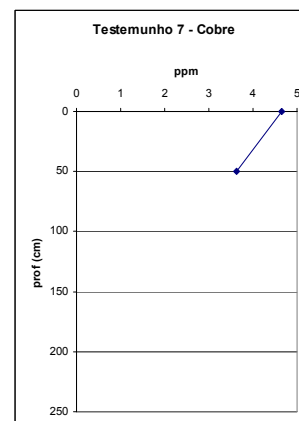
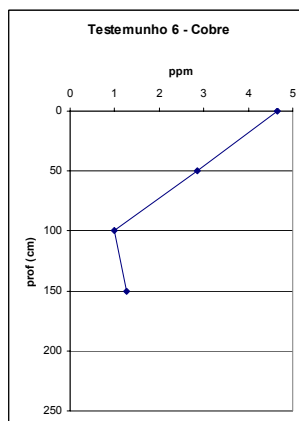
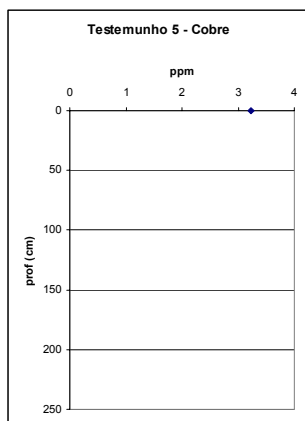


Figura 6.4.2-18 - Variação espacial do Cobre (ppm)



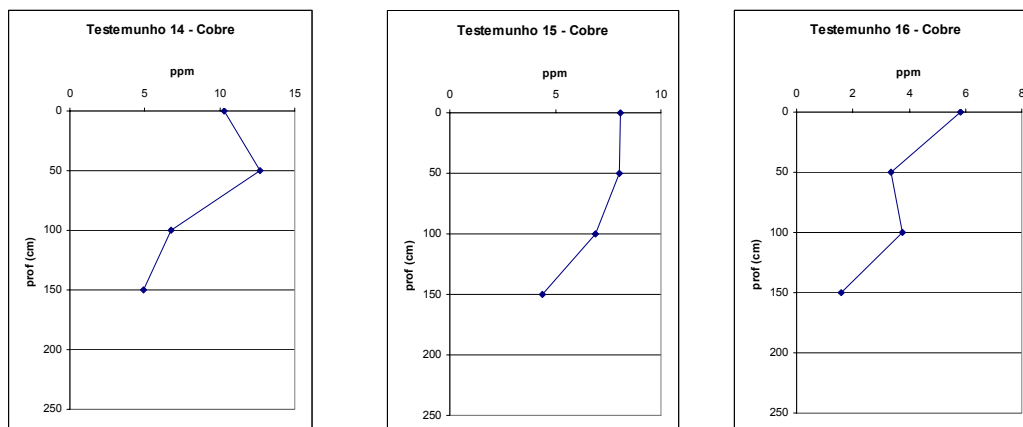
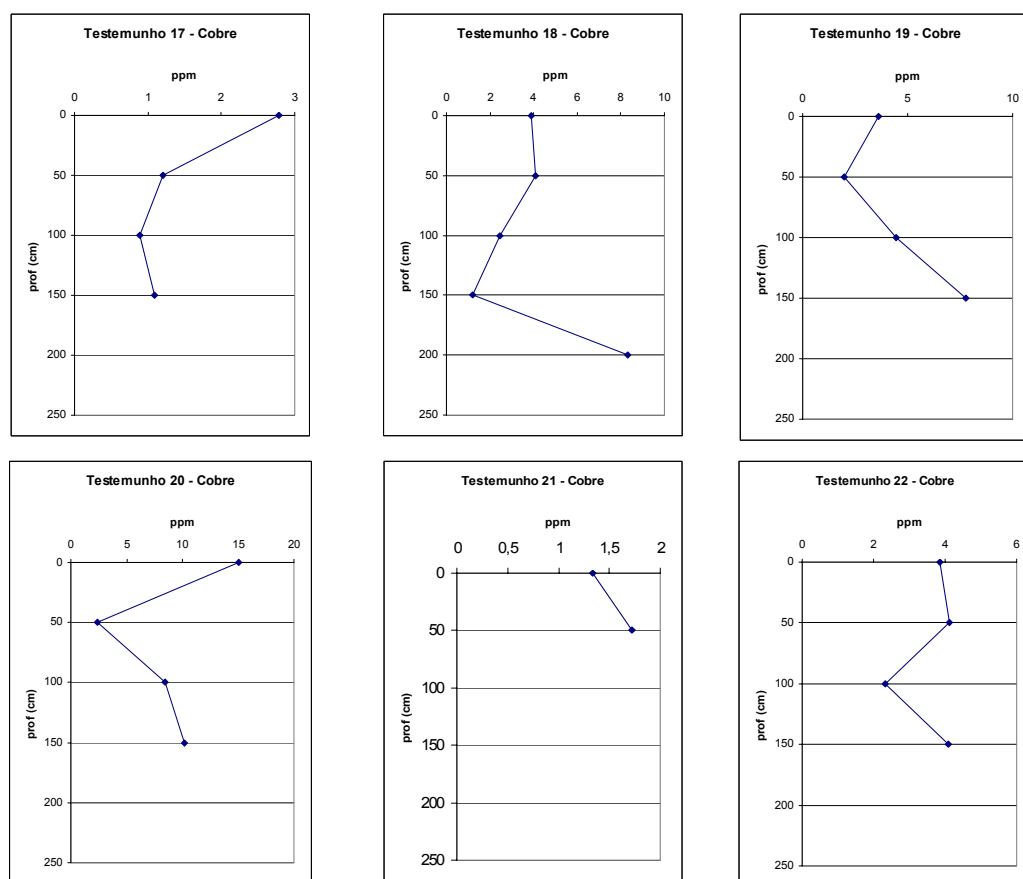


Figura 6.4.2-19 - Variação Vertical do Cobre (ppm)



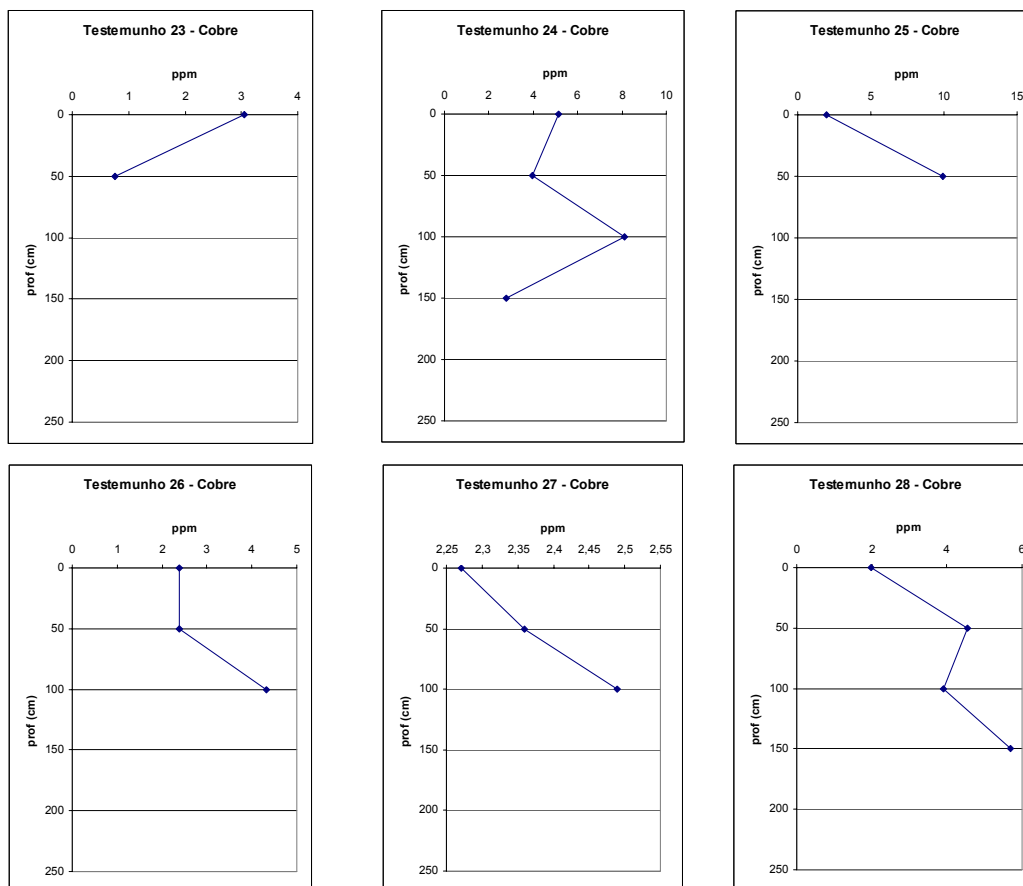
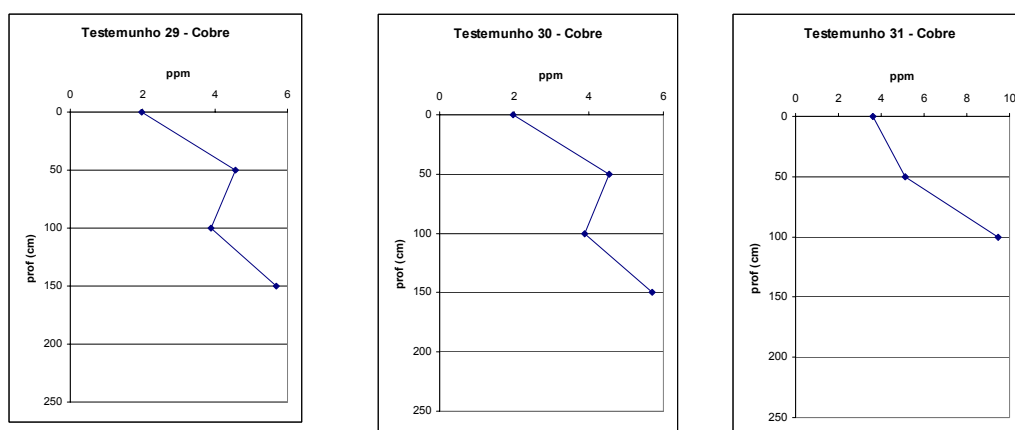


Figura 6.4.2-20 - Variação Vertical do Cobre (ppm)



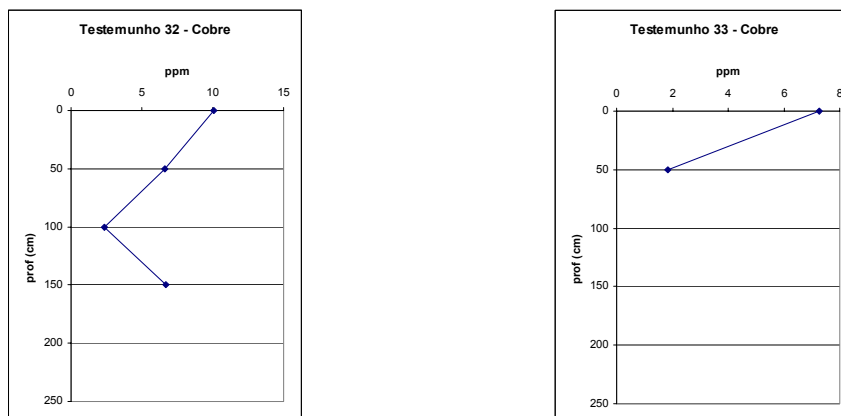


Figura 6.4.2-21 - Variação Vertical do Cobre (ppm)

▪ Zinco

Segundo Winter (1998), a abundância natural de zinco (em ppb) em diversos sistemas é a seguinte: no universo (300), no sol (2.000), nos meteoritos carbonosos (180.000), nas rochas crustais (79.000), na água do mar (5) e nos seres humanos (33.000). Nas rochas básicas, o principal portador de Zn é a magnetita, enquanto que a biotita é o mais importante nos granitos (Ure & Berrow, 1982 citado por BGS, 1991). Quando os dois minerais coexistem, a biotita geralmente contém mais Zn que o normal. O enriquecimento em zinco dos espinélios cromíferos tem sido proposto como explicação da abundância do Zn em corpos ultrabásicos diferenciados (Carter, 1970 citado por BGS, 1991). A blenda é um mineral acessório comum das rochas ígneas e um constituinte comum de mineralizações hidrotermais, o que reflete a natureza calcófila do Zn (BGS, 1991).

Tem uma ampla variedade de usos, sendo o mais importante deles a galvanização (50% do consumo total), que vem a ser a cobertura do aço ou do ferro com uma película de Zn ou Zn-Al, a produção do latão (15-20 %, Zn-Cu) e o óxido para pigmentos brancos.

Os valores Medianos se apresentaram abaixo do nível 1 da Conama 344 (Quadro 6.4.2-7). Isoladamente, porém, certos pontos se apresentaram acima dos valores estabelecidos pela legislação. A análise da variação espacial também apresentou uma tendência de enriquecimento em direção ao saco de Coroa Grande. Isto se deve principalmente por ser esta área o ponto de descarte de águas pluviais que carregam resíduos da área da Ingá.

Assim como no caso do Cu, o Zn também apresentou uma leve tendência de incremento das suas concentrações a noroeste, sugerindo o saco de Coroa Grande como a fonte para estes

metais (Figura 6.4.2-22). A análise da variação vertical apresentou um enriquecimento claro em direção a superfície do sedimento, confirmando a existência de uma fonte significativa deste metal para esta área (Figura 6.4.2-23, Figura 6.4.2-24 e Figura 6.4.2-25). Ainda com relação aos valores obtidos, estes se apresentaram acima dos níveis base expostos na literatura (120ppm).

Os valores obtidos nas sondagens estiveram abaixo dos obtidos nos 30 testemunhos de 2 m. sendo assim considerou-se os dados dos testemunhos para comprovar o horizonte de contaminação. Assim sendo considerou-se uma profundidade média de 1 m como horizonte de contaminação, com volume de contaminados correspondentes a este horizonte.

Quadro 6.4.2-7 - Estatística Descritiva do Zinco

	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250
Mediana	78,92	52,94	41,97	43,685	76,055
Intervalo	447,13	270,88	398,96	387,17	73,17
Mínimo	25,43	5,82	14,72	20,66	39,47
Máximo	472,56	276,7	413,68	407,83	112,64
Contagem	29	28	22	18	2

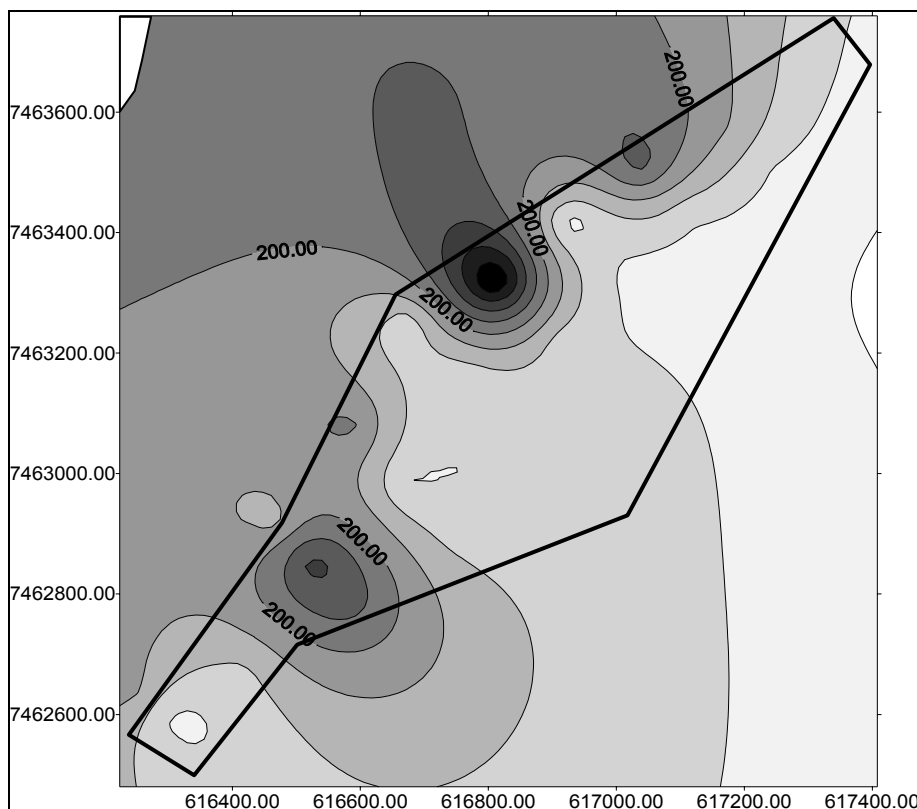
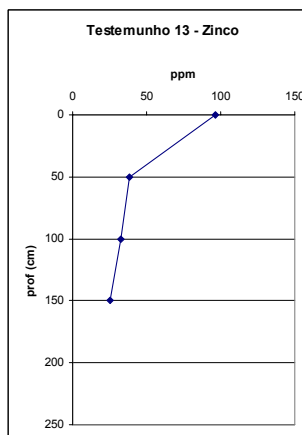
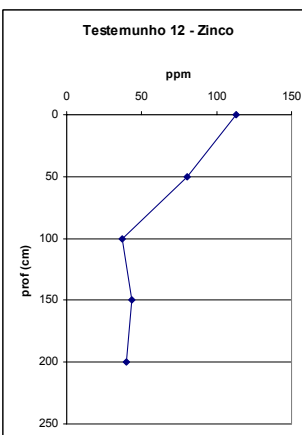
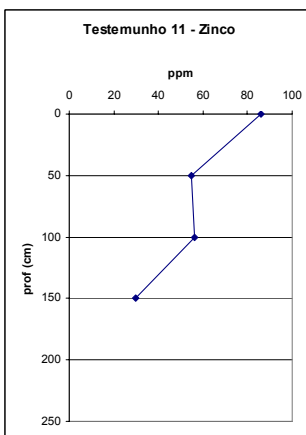
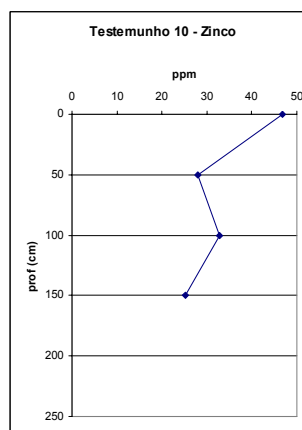
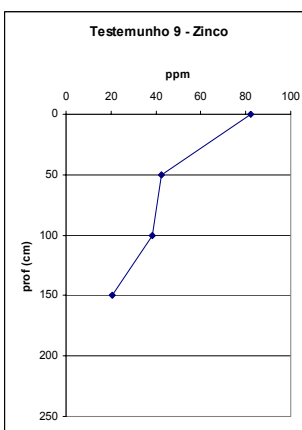
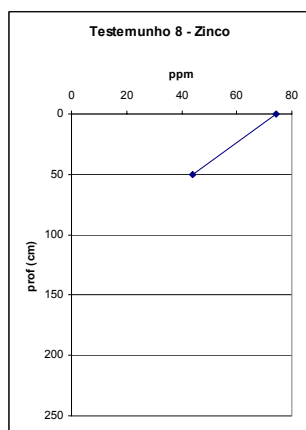
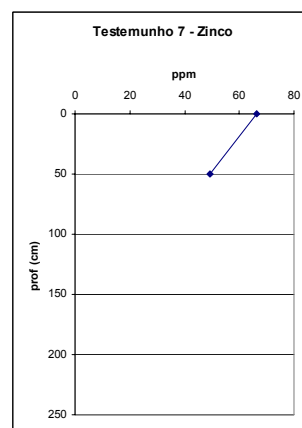
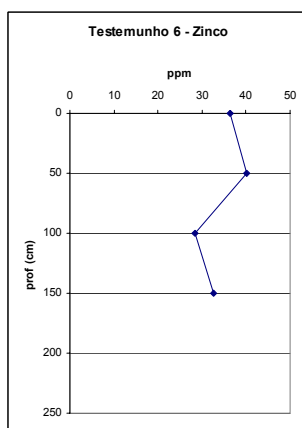
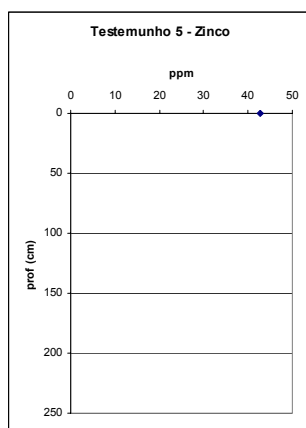


Figura 6.4.2-22 - Variação Espacial do Zinco (ppm)



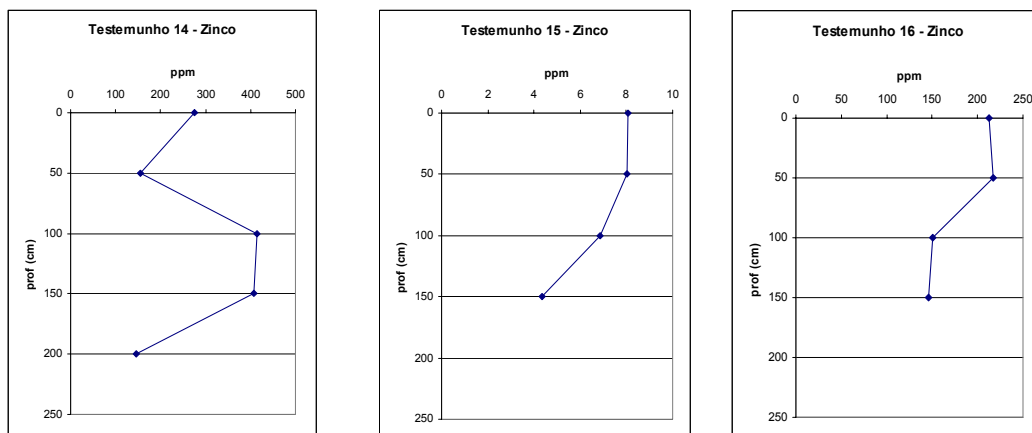
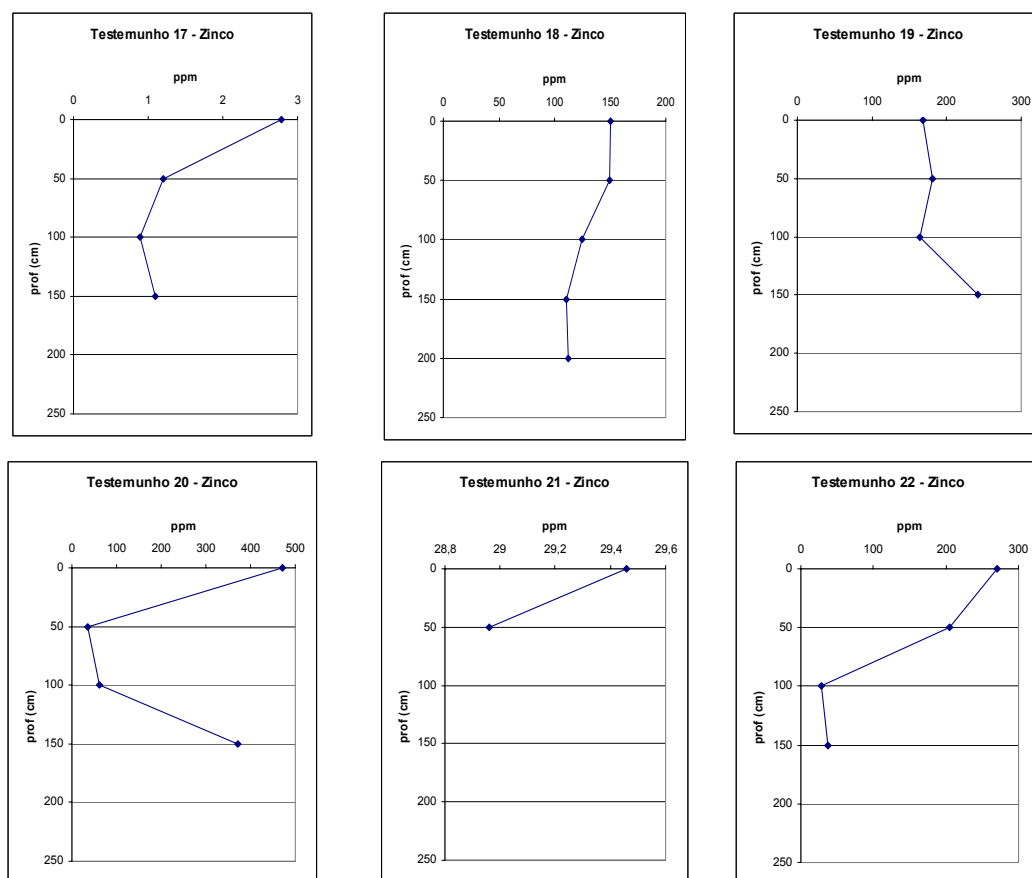


Figura 6.4.2-23 - Variação Vertical do Zinco (ppm)



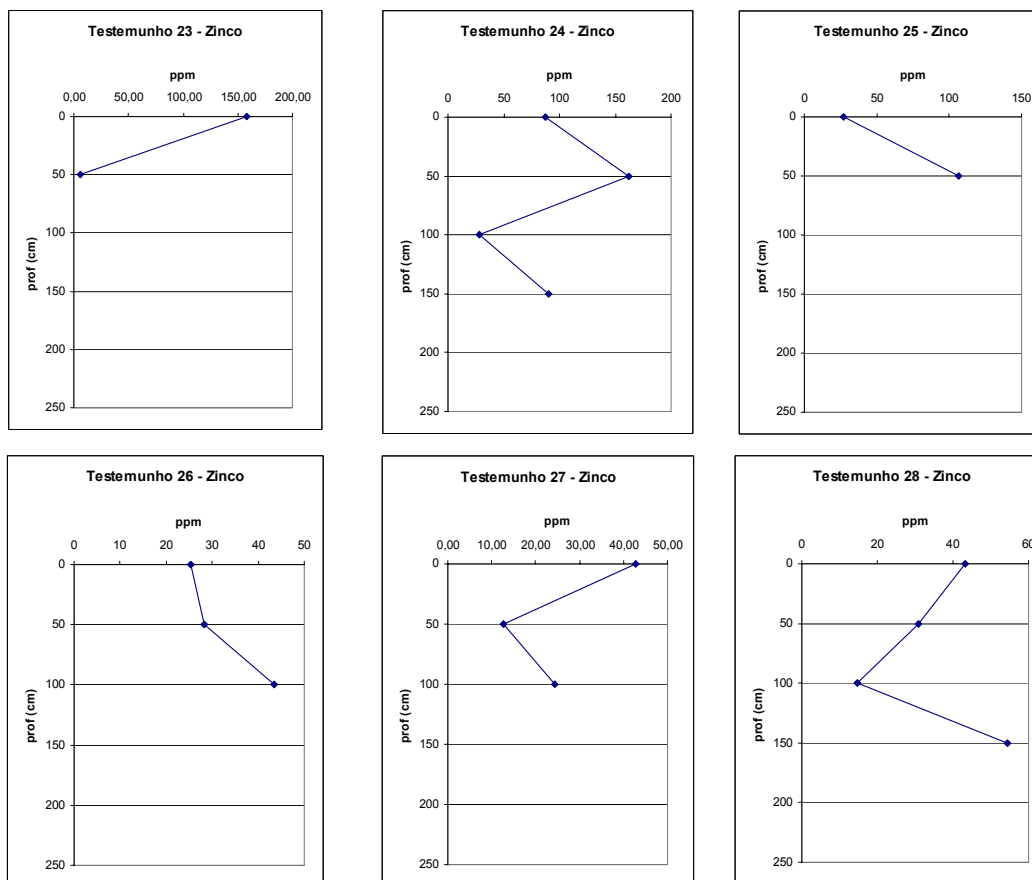
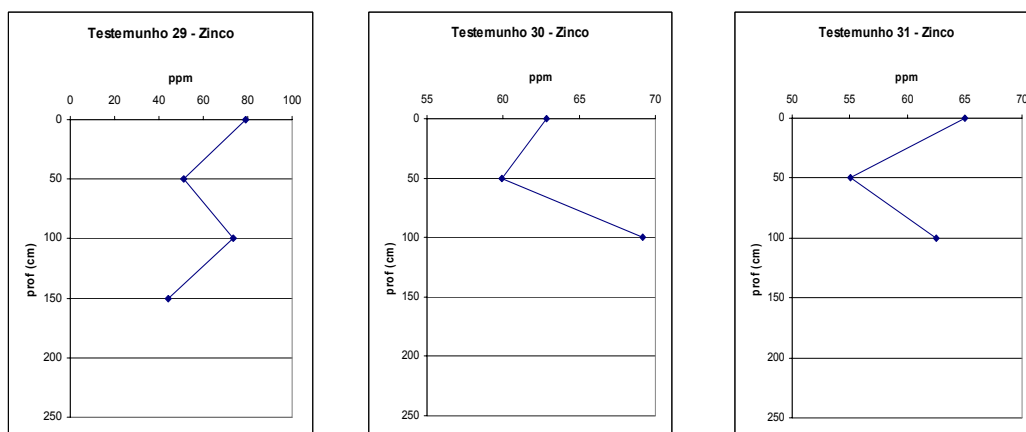


Figura 6.4.2-24 - Variação Vertical do Zinco (ppm)



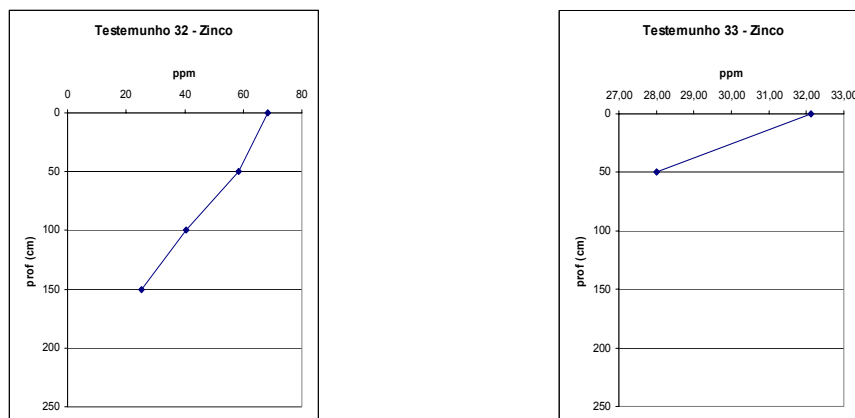


Figura 6.4.2-25 - Variação Vertical do Zinco (ppm)

▪ Mercúrio

Segundo Winter (1998), a abundância natural de mercúrio (em ppb) em diversos sistemas, é a seguinte: no universo (1), no sol (20), nos meteoritos carbonosos (250), nas rochas crustais (67) e na água do mar (0,05).

O Hg apresenta teor médio de 0,077 a 0,5 ppm nas rochas ígneas; de 0,1 ppm nas rochas areníticas; de 0,3 ppm nas argilas margosas e de 0,03 ppm nas rochas calcárias. Na água do mar, o mercúrio dissolvido apresenta concentração de 0,0003 mg/L (300 çg/L), e, em águas de mananciais, de 100 a 500 çg/L. Um balanço geoquímico feito na água do mar mostra que a quantidade total de mercúrio provinda de rios possui teor médio de 0,3 mg/L. Além disso, em cápsulas de sementes da planta *Holostium umbellatum* L., desenvolvida em solos ricos em Hg da Europa, têm sido encontradas pequenas gotas de mercúrio metálico. Metais pesados como Cu, Ag, Pb e Hg podem se combinar com iodo formando iodetos muito pouco solúveis (Rankama & Sahama, 1954). Autores como Rose et al (1979) mostram que o Hg apresenta abundância na atmosfera de $0,2$ a $0,8 \times 10^{-6}$ ppm.

As concentrações obtidas no presente levantamento se apresentaram abaixo dos níveis expostos na literatura como níveis naturais para o folhelho padrão. Também com relação as concentrações expostas na legislação, os valores se mostraram abaixo do nível 1 (Quadro 6.4.2-8).

Não verificou-se qualquer sinal de enriquecimento na análise espacial do sedimento (Figura 6.4.2-26). Já com relação a variação vertical, apesar de baixas as concentrações, verificou-se uma leve tendência de incremento com a diminuição da profundidade, que pode estar ligado

com o aumento das concentrações em decorrência da industrialização, e liberação de mercúrio para a atmosfera (Figura 6.4.2-27, Figura 6.4.2-28 e Figura 6.4.2-29).

Quadro 6.4.2-8 - Estatística Descritiva do Mercúrio

	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250
Mediana	0,042	0,0355	0,0245	0,0205	0,023
Intervalo	0,117	0,115	0,088	0,087	0
Mínimo	0,007	0,002	0	0,004	0,023
Máximo	0,124	0,117	0,088	0,091	0,023
Contagem	29	28	22	18	2

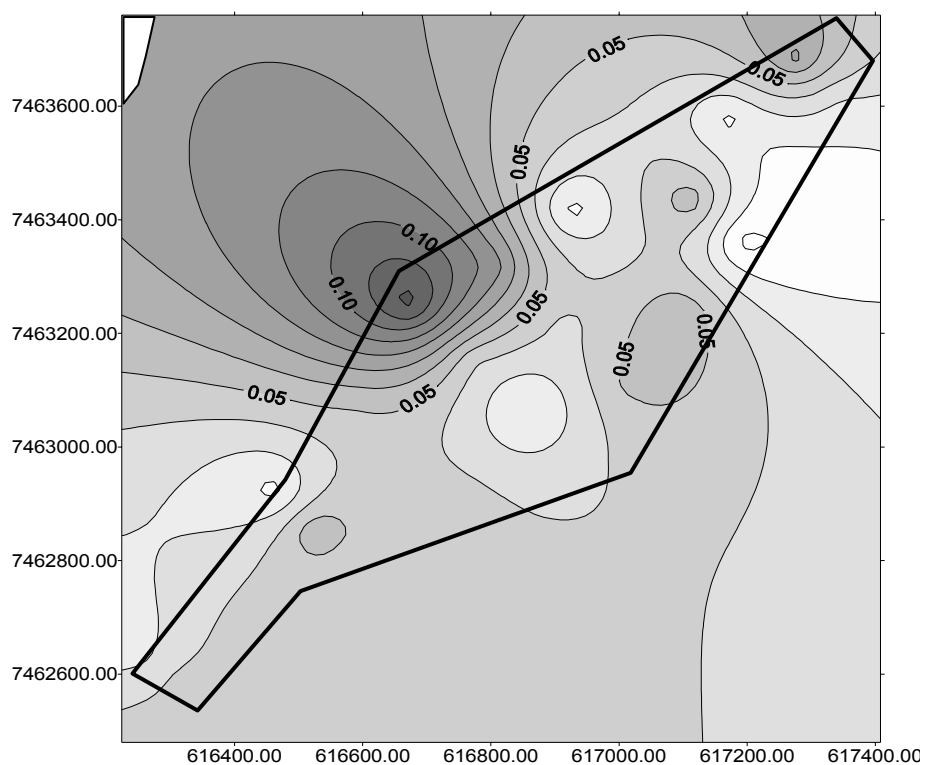
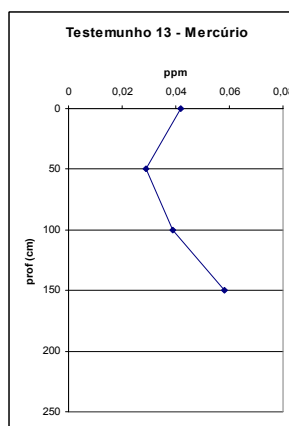
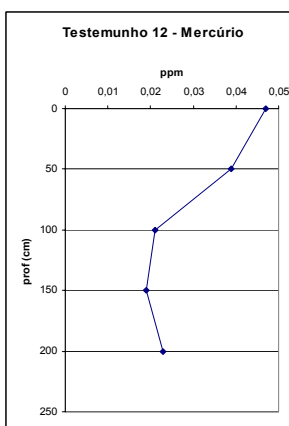
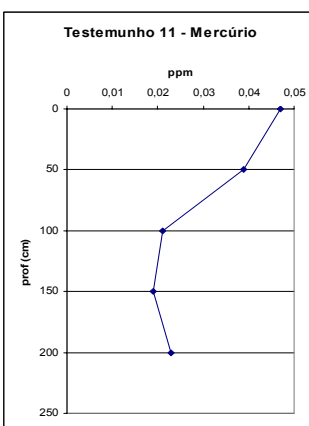
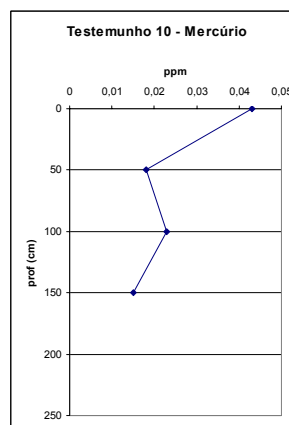
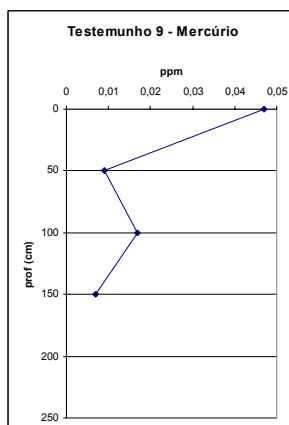
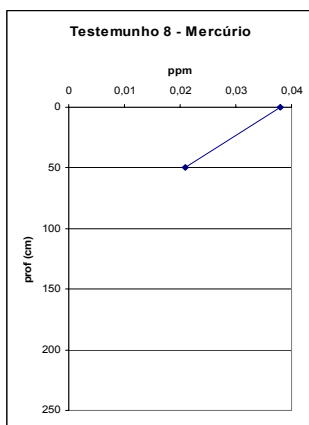
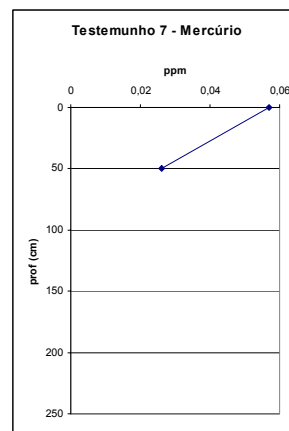
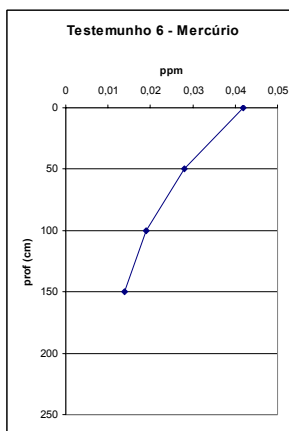
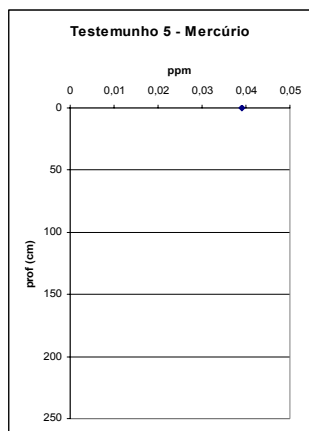


Figura 6.4.2-26 - Variação Vertical do Mercúrio (ppm)



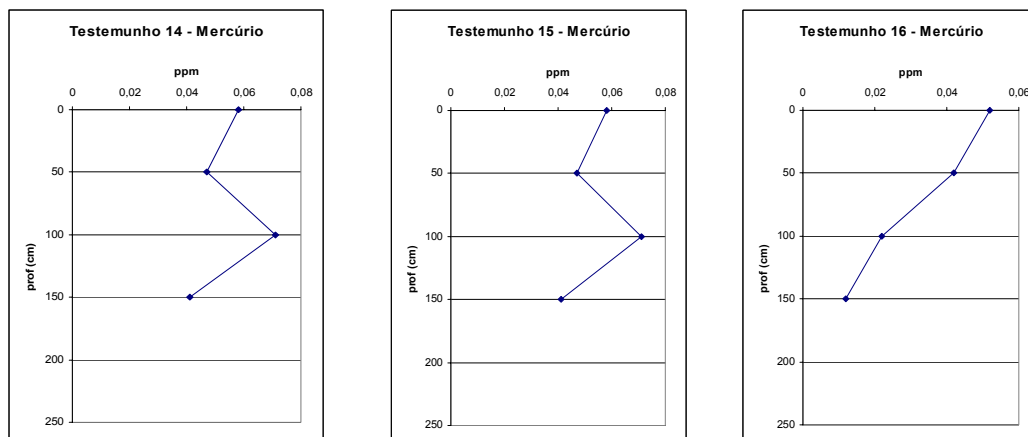
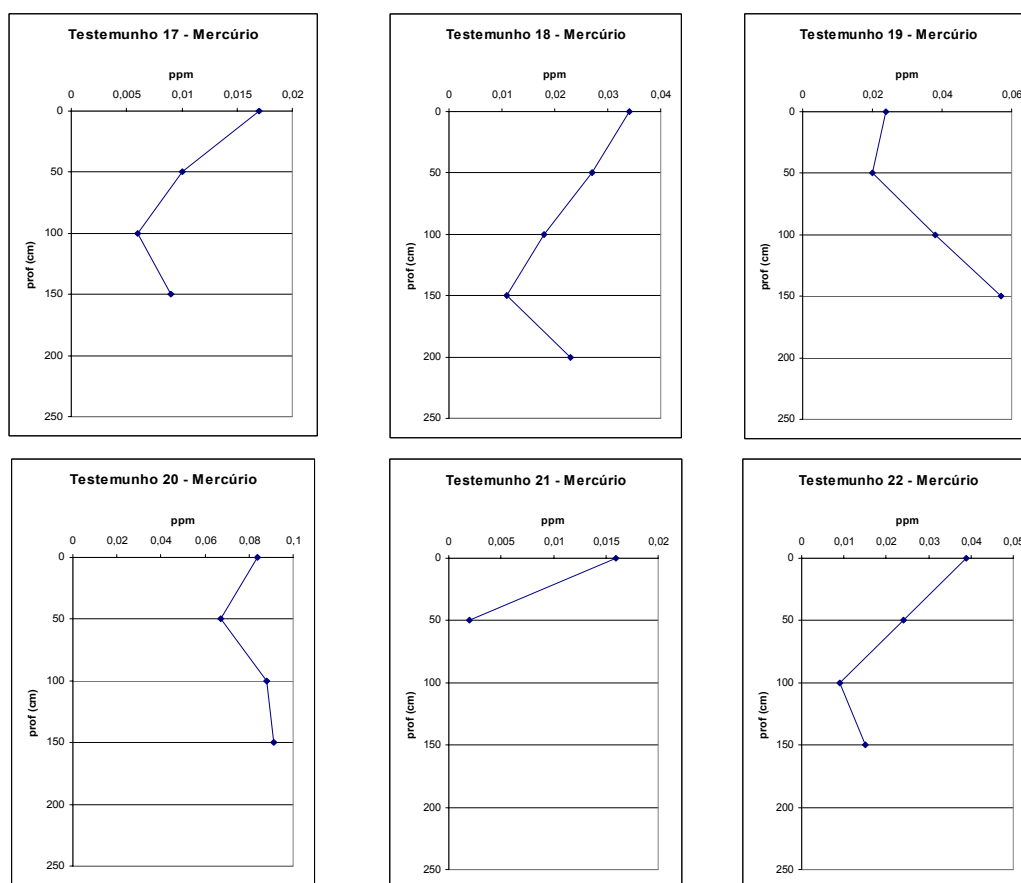


Figura 6.4.2-27 - Variação Vertical do Mercúrio (ppm)



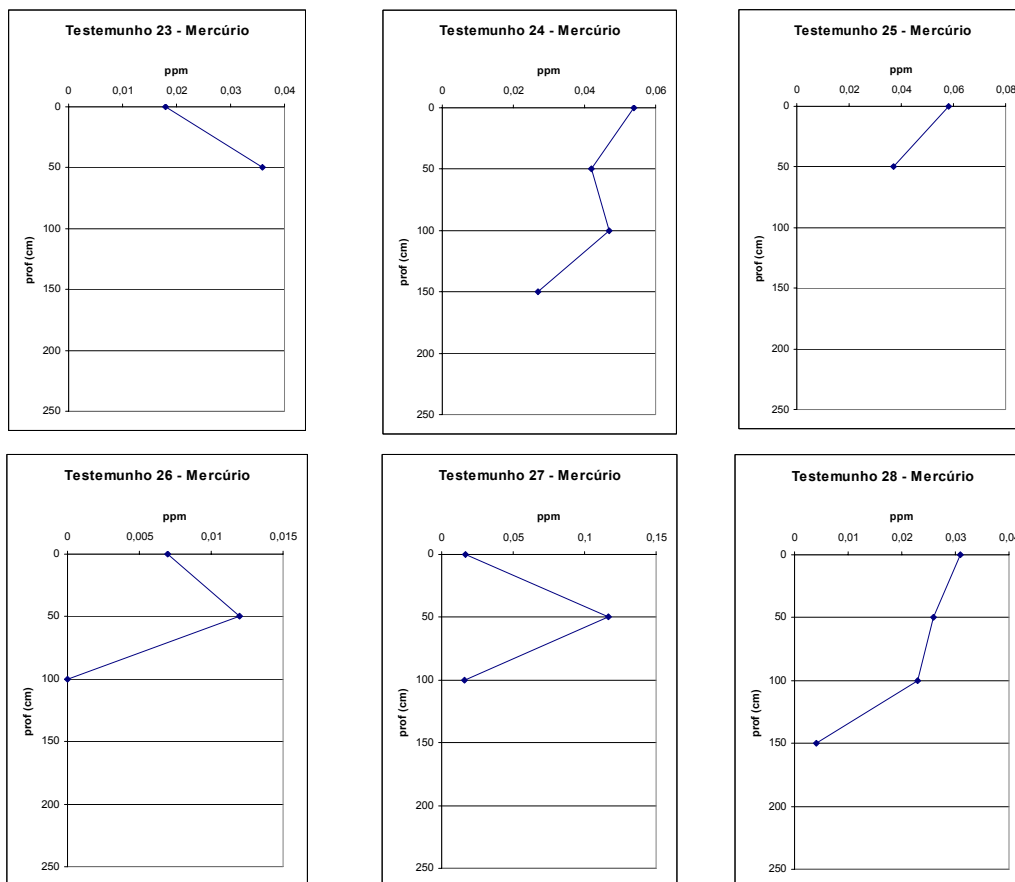
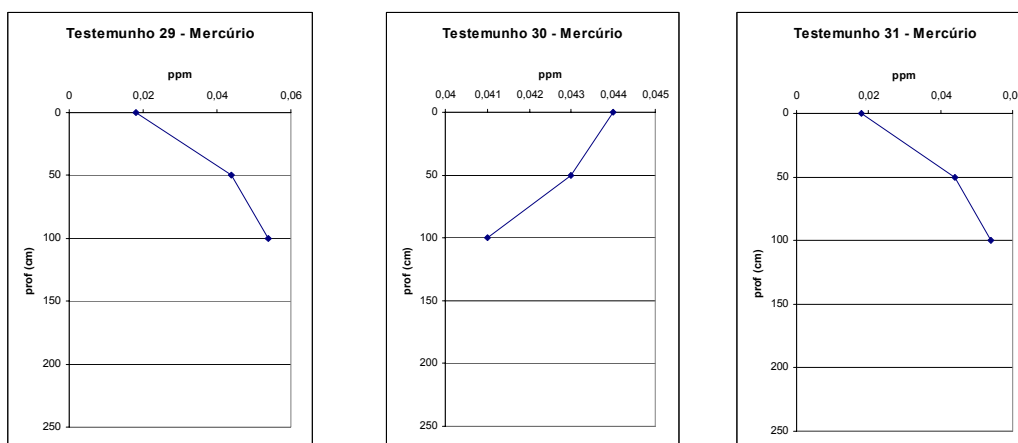


Figura 6.4.2-28 - Variação Vertical do Mercúrio (ppm)



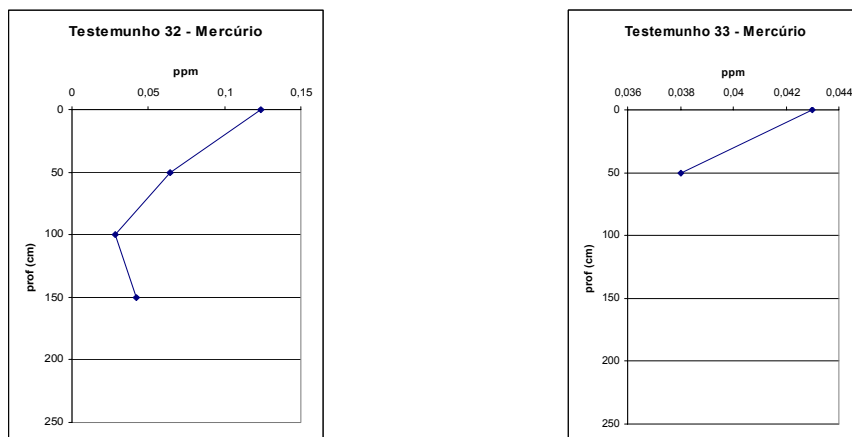


Figura 6.4.2-29 - Variação Vertical do Mercúrio (ppm)

■ Cromo

Segundo Winter (1998), a abundância natural de cromo (em ppb) em diversos sistemas é a seguinte: no universo (15.000), no sol (20.000), nos meteoritos carbonosos (3.100.000), nas rochas crustais (140.000), na água do mar (0,6) e nos seres humanos (30).

Nas rochas, a presença do cromo se relaciona com os minerais máficos. O mais importante mineral de cromo é a cromita, sendo também o mais importante mineral de minério. A abundância média é de 70 ppm nas rochas da crosta, 2.300 ppm nas ultramáficas, 250 ppm nos gabros e 10 ppm nos granitos (Koljonen et al, 1992). As olivinas são geralmente pobres em Cr, mas piroxênios, anfibólios e micas podem ser enriquecidos no elemento (Ure & Berrow, 1982 citado por BGS, 1991). A concentração média de Cr em folhelhos é reportada como sendo de 83 ppm, com valores médios mais baixos em arenitos (27 ppm Cr) e em carbonatos (1-16 ppm Cr) (BGS, 1991).

Os valores de cromo obtidos nas análises se apresentaram abaixo dos valores da literatura para o folhelho padrão. Também para a legislação as concentrações estiveram abaixo do nível 1 (

Quadro 6.4.2-9). A **Figura 6.4.2-30** não apresenta uma tendência clara de enriquecimento, assim como os perfis verticais apresentam uma leve tendência que pode ser atribuída a incremento da industrialização nos últimos anos (**Figura 6.4.2-31, Figura 6.4.2-32, Figura 6.4.2-33**).

Quadro 6.4.2-9 - Estatística Descritiva do Cromo.

	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250
Mediana	17,5	17,17	15,945	12,76	12,605
Intervalo	36,67	23,37	24,75	21,78	5,85
Mínimo	4,77	2,09	5,62	4,81	9,68
Máximo	41,44	25,46	30,37	26,59	15,53
Contagem	29	28	22	18	2

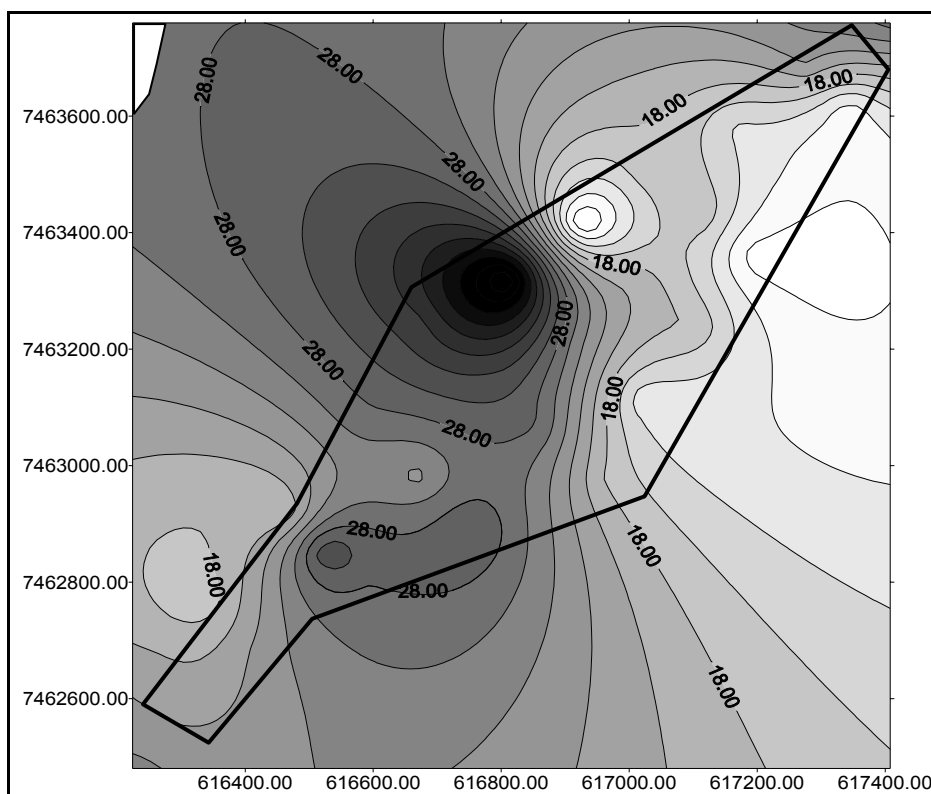
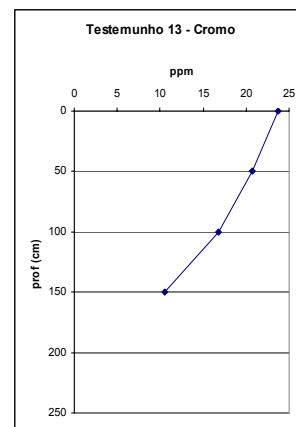
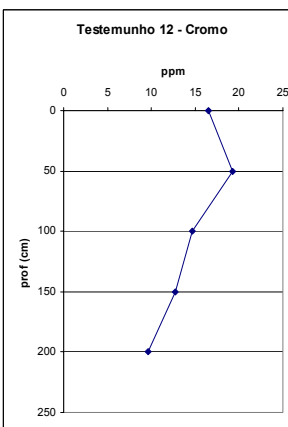
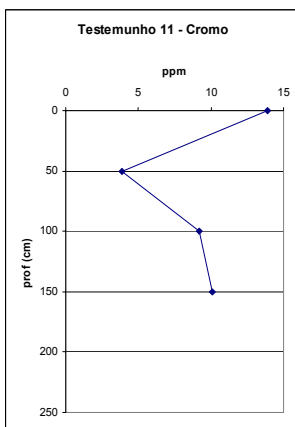
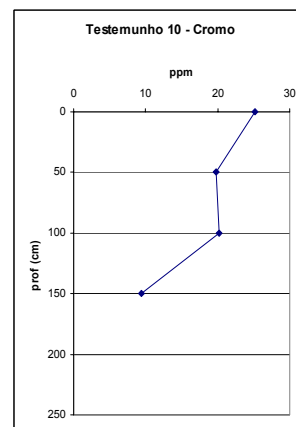
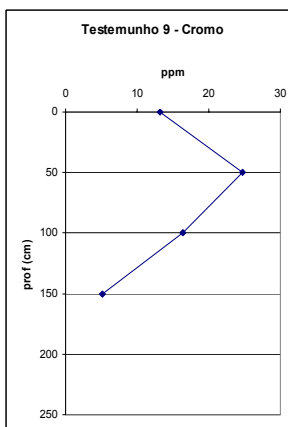
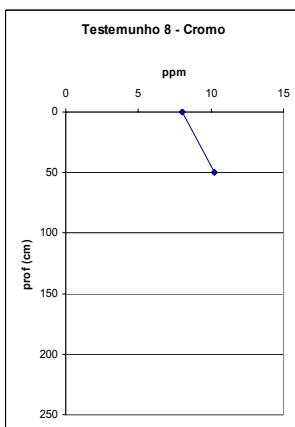
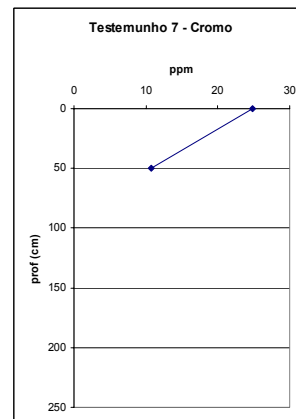
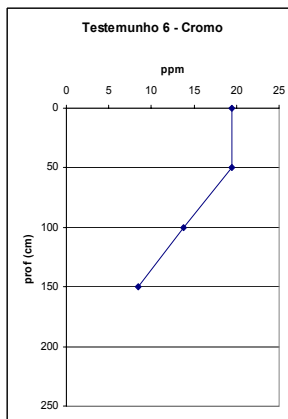
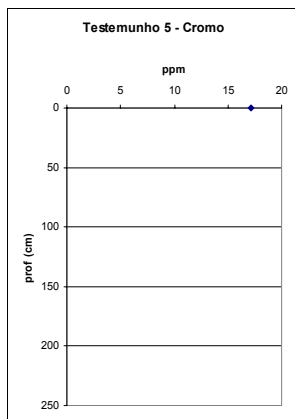


Figura 6.4.2-30 - Variação Espacial das Concentrações de Cr



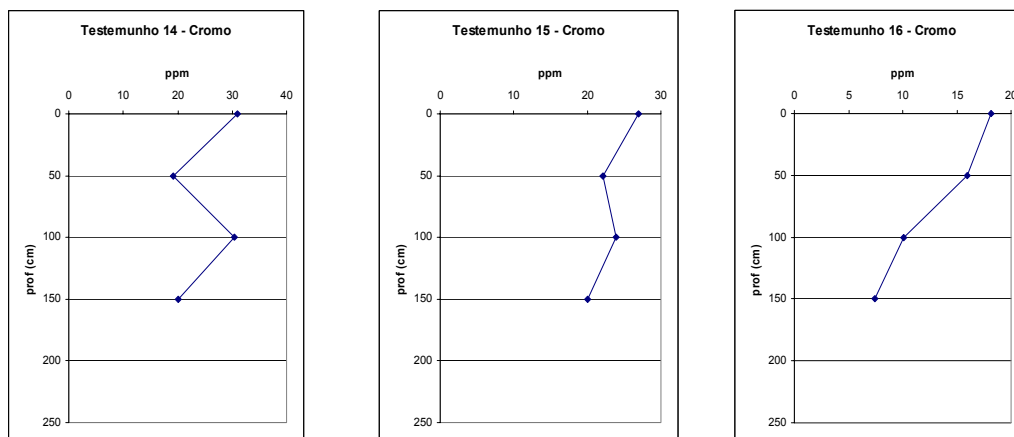
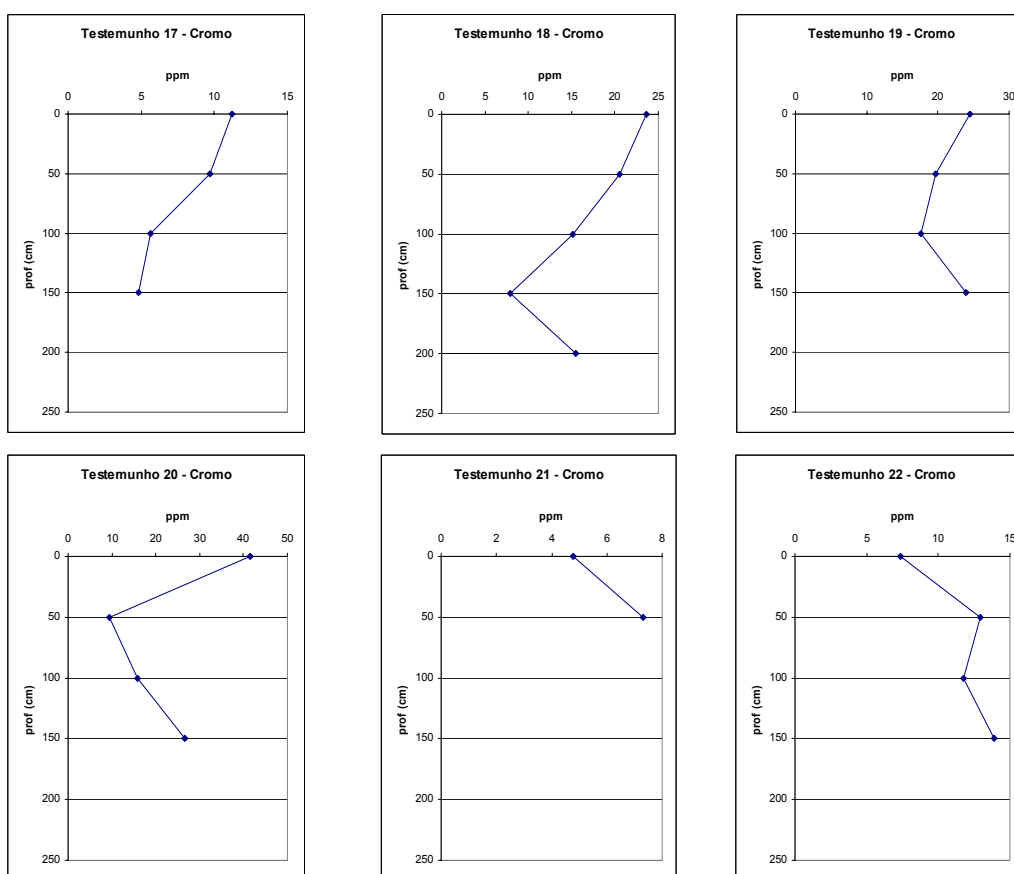


Figura 6.4.2-31 - Variação Vertical do Cromo (ppm)



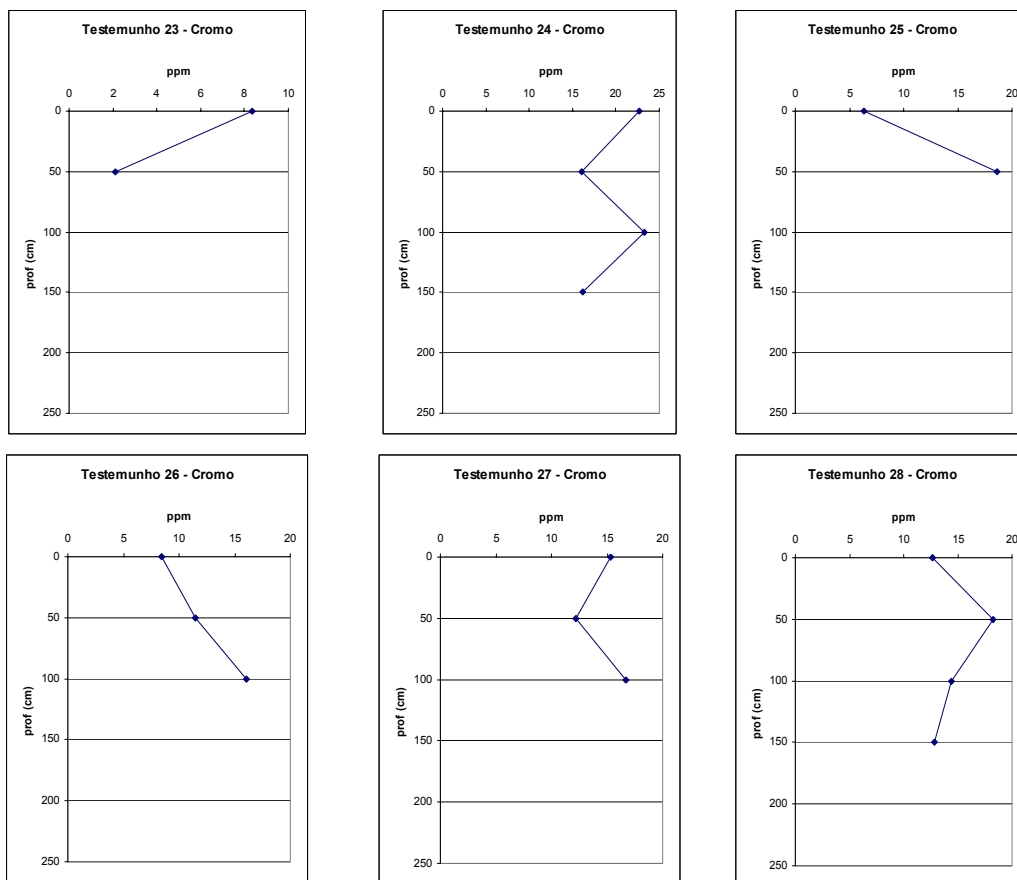
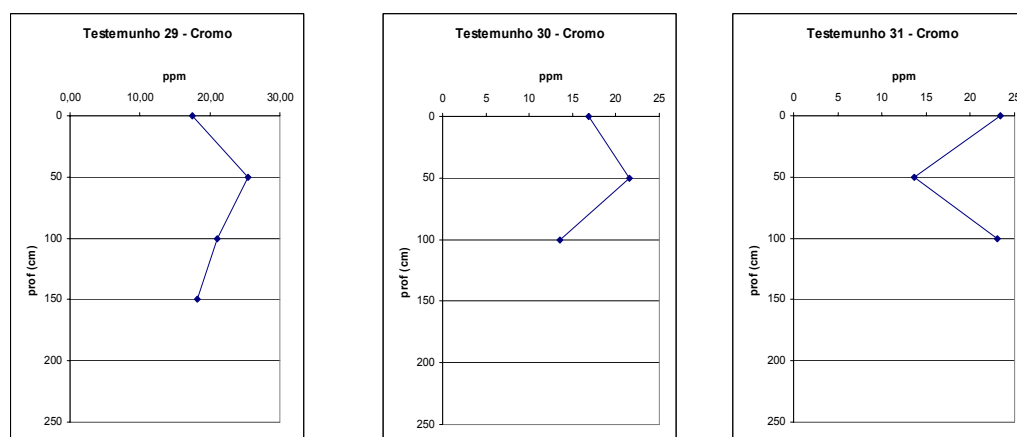


Figura 6.4.2-32 - Variação Vertical do Cromo (ppm)



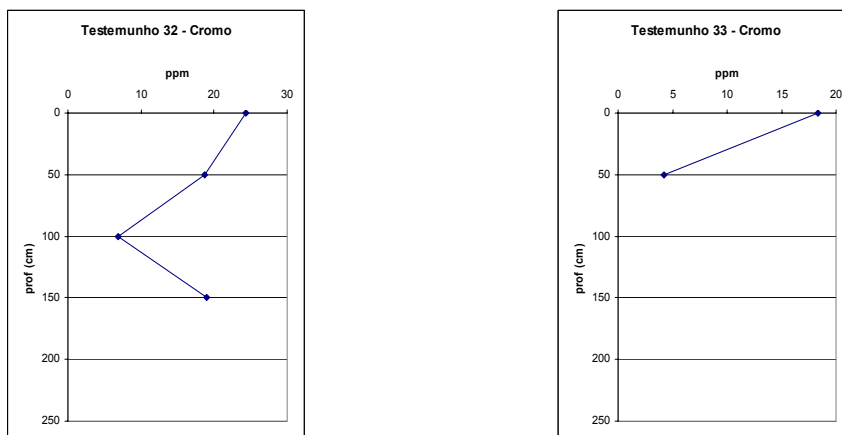


Figura 6.4.2-33 - Variação Vertical do Cromo (ppm)

■ Níquel

Segundo Winter (1998), a abundância natural de níquel (em ppb) em diversos sistemas, é a seguinte: no universo (60.000), no sol (80.000), nos meteoritos carbonosos (13.000.000), nas rochas crustais (90.000), na água do mar (2) e nos seres humanos (100).

O íon Ni^{2+} tem tamanho intermediário entre o Mg^{2+} e o Fe^{2+} , e, por esse motivo, os substitui durante o fracionamento magmático, sendo particionado entre minerais ferromagnesianos, tais como olivinas (3.000 ppm Ni), ortopiroxênios e espinélios (BGS, 1991). Por esse motivo, é fortemente enriquecido nas rochas ultramáficas (1.400 a 2.000 ppm Ni) comparativamente às ácidas (5 a 15 ppm Ni em granitos) (Kabata-Pendias & Pendias, 1992). A abundância do Ni nas rochas está geralmente relacionada com Mg, Cr e Co, mas em rochas sulfetadas ocorre associado, na maioria das vezes, com Cu (Wedepohl, 1978 citado por BGS, 1991).

Em rochas sedimentares, o Ni ocorre principalmente em silicatos ferromagnesianos detríticos, óxidos de Fe detríticos, óxidos hidratados de Fe e Mn e argilominerais. Concentra-se mais nos folhelhos (até 90 ppm), relativamente às grauvacas (cerca de 40 ppm), aos ortoarenitos (cerca de 20 ppm) e aos calcários (< 5 ppm), enriquecendo-se em lateritas de ambientes tropicais (Ure & Berrow, 1982 citado por BGS, 1991).

No presente estudo, as concentrações de Ni se apresentaram abaixo da concentração estipulada pela Conama 344, salvo exceções isoladas. A mediana dos valores, por sua vez se mostraram bem abaixo, sugerindo uma tendência de não contaminação por este metal (Quadro 6.4.2-10). O valor estipulado pela literatura para o folhelho base é de 68ppm, valor este bem acima do encontrado no presente estudo. A análise de variação espacial das

concentrações de Ni sugere um leve incremento das concentrações em direção ao saco de Coroa Grande (Figura 6.4.2-34). Os perfis verticais sugerem um enriquecimento em direção a superfície (Figura 6.4.2-35, Figura 6.4.2-36 e Figura 6.4.2-37).

Quadro 6.4.2-10 - Estatística Descritiva do Níquel.

	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250
Mediana	12,935	10,85	9,42	10,535	7,745
Intervalo	24,18	18,32	15,06	18,68	1,83
Mínimo	4,26	2,14	4,22	3,18	6,83
Máximo	28,44	20,46	19,28	21,86	8,66
Contagem	29	28	22	18	2

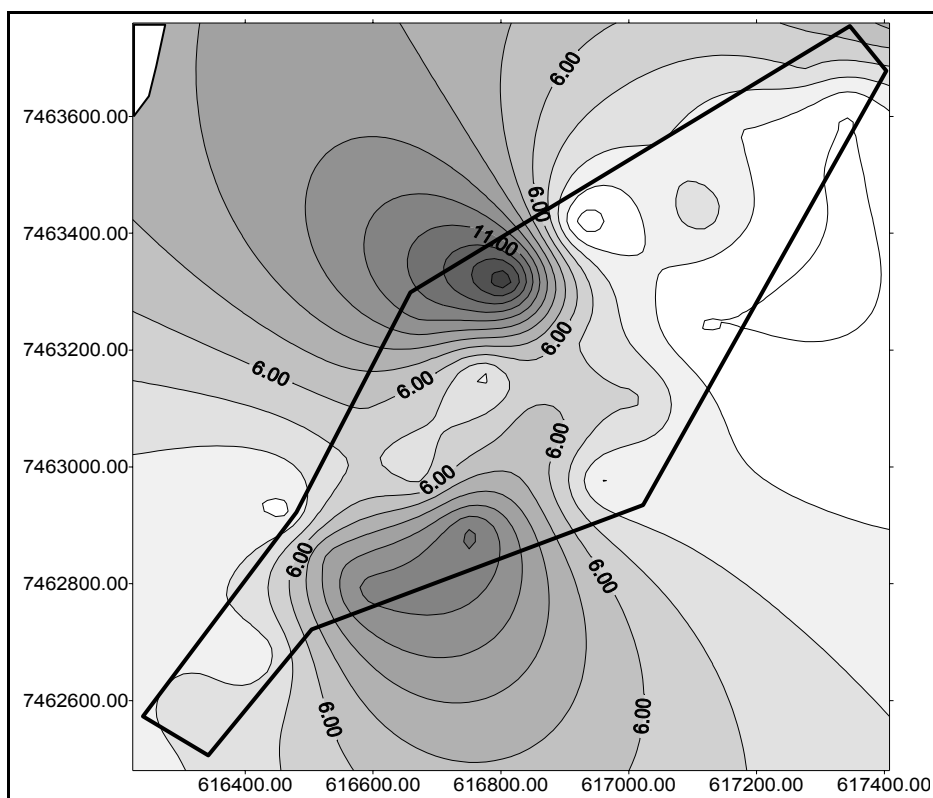
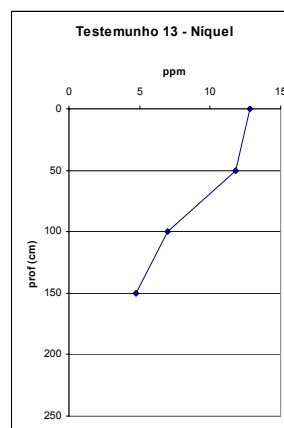
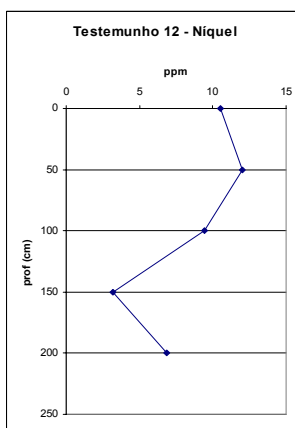
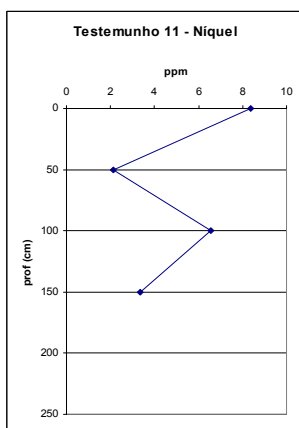
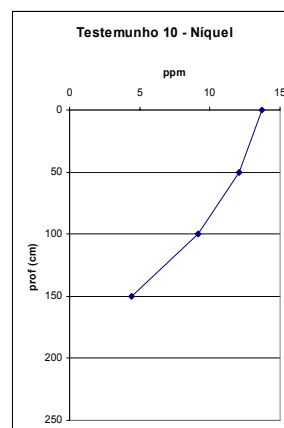
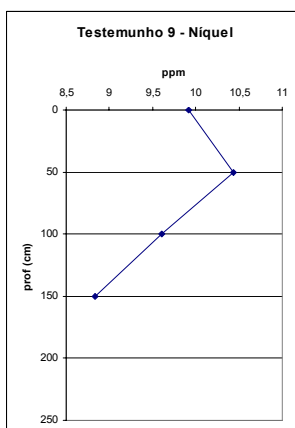
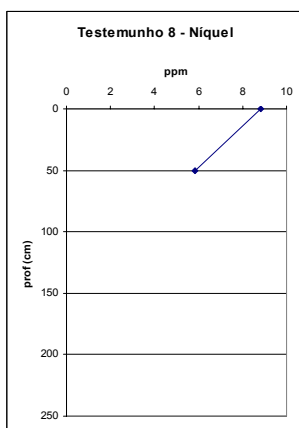
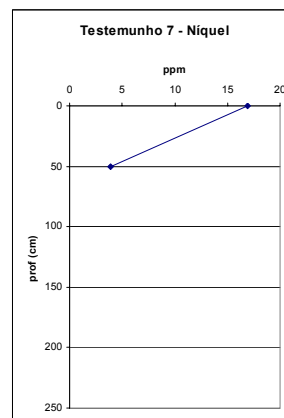
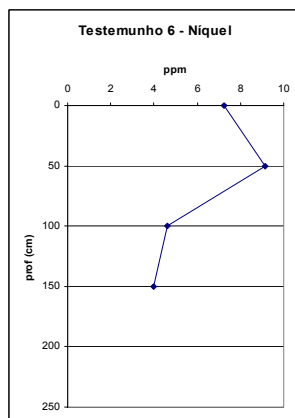
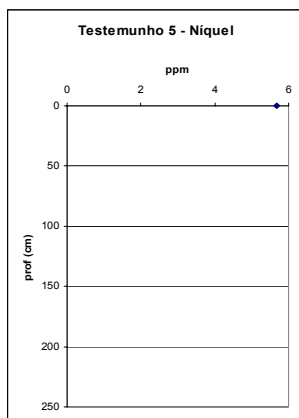


Figura 6.4.2-34 - Variação Espacial do Níquel



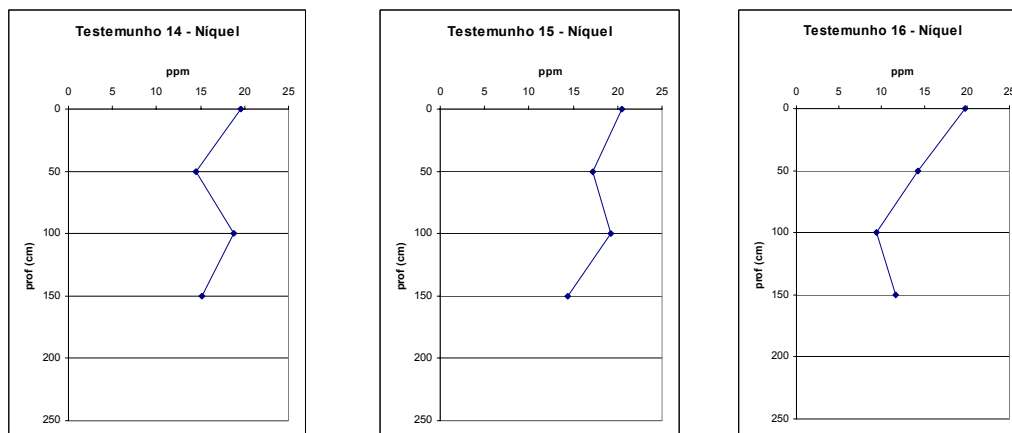
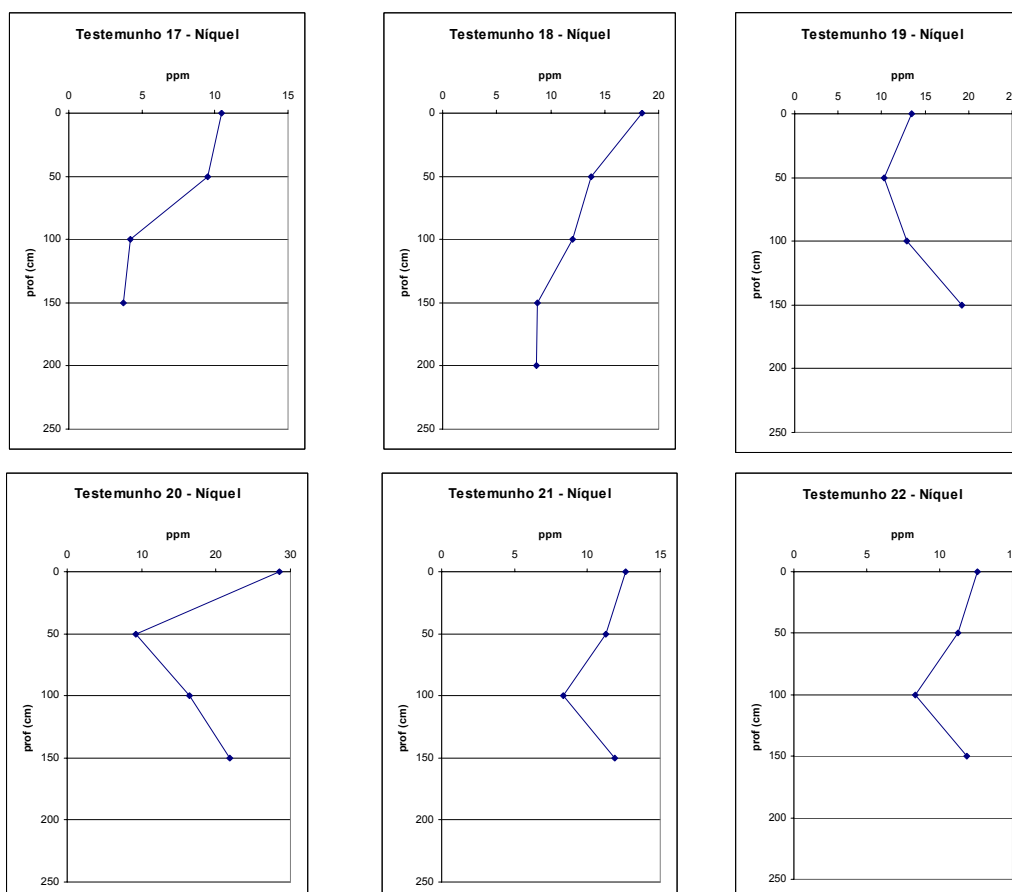


Figura 6.4.2-35 - Variação Vertical do Níquel (ppm)



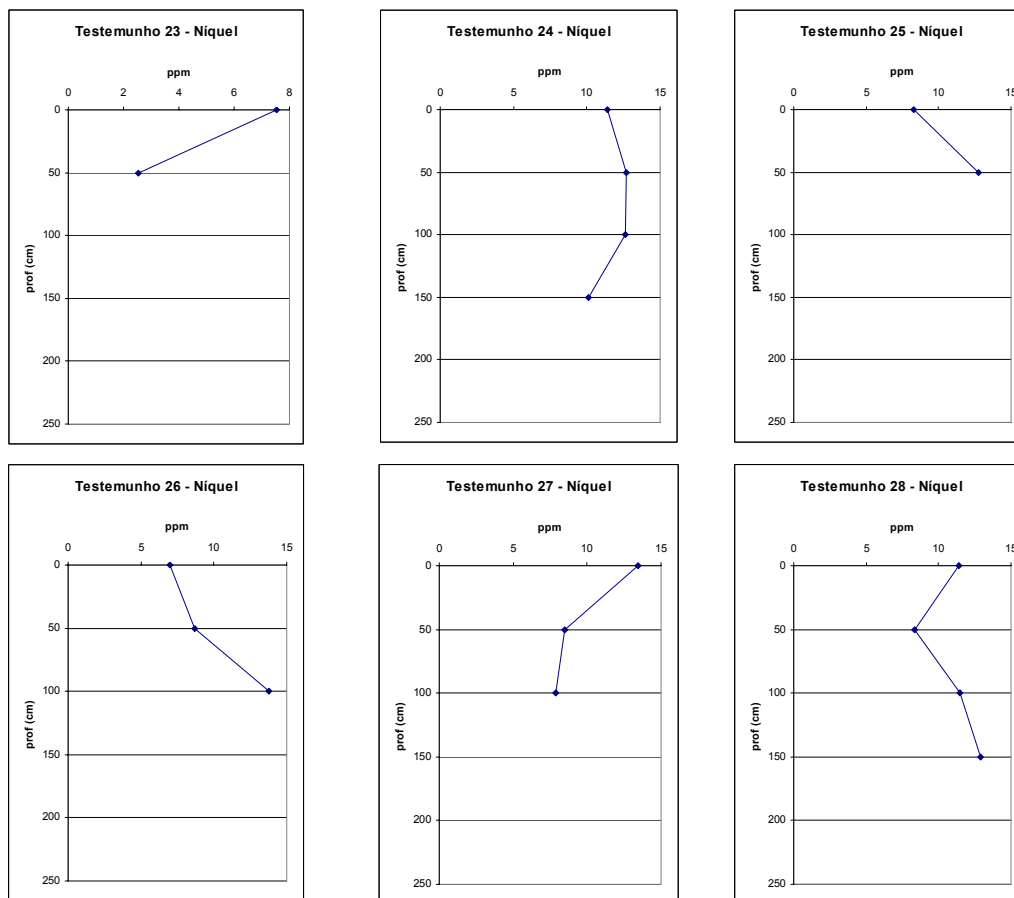
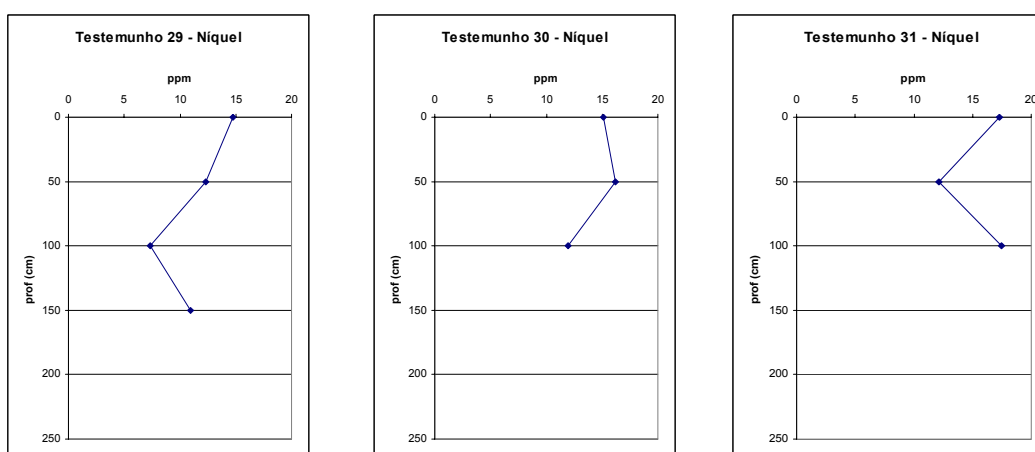


Figura 6.4.2-36 - Variação Vertical do Níquel (ppm)



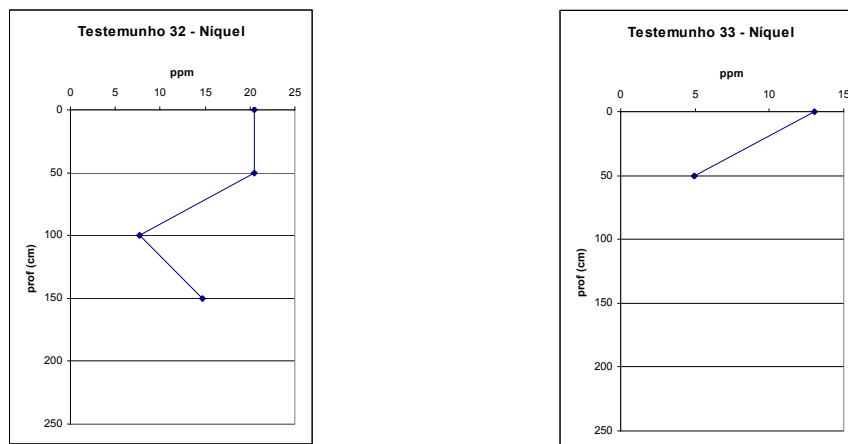


Figura 6.4.2-37 - Variação Vertical do Níquel (ppm)

Pesticidas organoclorados e PCB's

Os pesticidas organoclorados e os bifenilos policlorados (PCBs) não ocorrem naturalmente e não são facilmente degradados por oxidação química ou ação bacteriológica. A importância do estudo desses produtos no ambiente é devido a sua persistência, toxicidade e lipossolubilidade, podendo ser acumulados em sedimento marinho, ficando assim disponível para a biota, e biomagnificados em tecidos animais.

Para os pesticidas organoclorados e PCB's incluindo: Alfa-BHC, Beta-BHC, Gama-BHC (Lindano), Delta-BHC, 4,4-DDE (p,p-DDE), Dieldrin, Endrin, 4,4-DDD (p,p-DDD), 4,4-DDT (p,p-DDn), Alfa-clordano, e Gama-clordano.

Os limites de detecção do método empregado são compatíveis com as concentrações máximas características de material dragado de classe 1 da resolução CONAMA 344. Portanto aplicáveis aos objetivos do estudo.

Todas as amostras analisadas apresentaram concentrações menores que o limite de detecção do método empregado, e conseqüentemente, bem abaixo dos limites da resolução CONAMA 344 para disposição de material dragado, caracterizando os sedimentos a serem dragados como não-contaminados para estas substâncias. Assim, para estes micro-poluentes orgânicos considerou-se não serem necessários estudos complementares para sua caracterização de acordo com o Art. 7 da referida Resolução.

Hidrocarbonetos Polinucleares Aromáticos (HPA's)

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são um grupo de compostos formados durante a combustão incompleta de material orgânico, como a queima de óleo ou madeira (ATSDR, 1996, HOWARD & FAZIO 1980, VAESSEN et al, 1988).

A quantidade e a composição dos HPAs produzidos dependem das condições de reação, temperatura e quantidade de ar (VAESSEN et al, 1988). A formação desses compostos é favorecida pela queima da matéria orgânica em temperaturas variando de 500 a 900°C, principalmente acima de 700°C (BARTLE, 1991)].

Os HPAs têm recebido muita atenção nos últimos anos devido ao fato de cada vez mais estarem presentes nos ecossistemas e de que muitos compostos desse grupo são potentes carcinógenos em animais experimentais (IARC, 1983; VAN SCHOOTEN et al., 1990).

Todas as amostras analisadas apresentaram concentrações menores que o limite de detecção do método empregado, e conseqüentemente, bem abaixo dos limites da resolução CONAMA 344 para os Hidrocarbonetos Polinucleares Aromáticos (HPA's) incluindo: Naftaleno, 2-Metil naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(a)antraceno, Criseno, Benzo(a)pireno, Dibenzo(a,h)antraceno e Somatório de HPA, para a disposição de material dragado, caracterizando os sedimentos a serem dragados como não-contaminados para estas substâncias.

Carbono Orgânico Total, Nitrogênio Kjeldahl Total e Fósforo Total

A ação antrópica tem sido responsável por alterações significativas nos fluxos de materiais na zona costeira, devido a quatro principais fatores (Ver et al., 1999): (i) queima de combustíveis fósseis, com a conseqüente emissão de C, N e S; (ii) mudanças no uso do solo, resultando em aumentos no transporte de carbono orgânico, sedimento e nutrientes para a zona costeira; (iii) aplicação de fertilizantes contendo N e P; e (iv) descarga de esgotos domésticos.

A sinergia destes materiais por sua vez, influencia diretamente na dinâmica dos contaminantes. Este é o caso principalmente dos teores de matéria orgânica, que exerce a função de complexadora de poluentes como metais pesados.

A Conama 344 estabelece um valor limite de alerta de 10% do material total de Carbono Orgânico. Os valores de Carbono Orgânico Total registrados no presente estudo apresentaram uma tendência bem abaixo deste valor. Dados isolados porém, se mostraram acima do nível

estipulado pela Conama **Quadro 6.4.2-11**. Isto se deve provavelmente ao ambiente em questão. Ambientes estuarinos com baixa circulação apresentam alta produtividade e capacidade de acúmulo de matéria orgânica, junto ao sedimento fino depositado. Por se a matéria orgânica, um quelador potencial de metais pesados, as altas concentrações desta matriz atribuem a este ambiente, características de potenciais depósitos de metais pesados.

Quadro 6.4.2-11 - Percentuais de Carbono Orgânico Total (COT) (%)

	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250
Mediana	5,51	5,15	6,02	6,29	3,695
Intervalo	18,95	26,02	25,77	22,98	1,65
Mínimo	0,62	0,6	1,57	1,18	2,87
Máximo	19,57	26,62	27,34	24,16	4,52
Contagem	29	28	22	18	2

Os valores de Nitrogênio Total, por sua vez, se apresentaram bem abaixo da legislação (**Quadro 6.4.2-12**). Este fato pode ser explicado, talvez, pela natureza predominantemente industrial das descargas que atingem o sedimento em questão, aliada a alta produtividade nesta área.

Quadro 6.4.2-12 - Concentrações de Nitrogênio Total (mg/kg)

	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250
Mediana	0,132	0,0985	0,088	0,033	0,1585
Intervalo	0,221	0,184	0,216	0,138	0,011
Mínimo	0,01	0,015	0,008	0,006	0,153
Máximo	0,231	0,199	0,224	0,144	0,164
Contagem	29	28	22	18	2

O mesmo acontece com o fósforo cujos níveis atingidos estiveram bem abaixo da legislação (**Quadro 6.4.2-13**).

Quadro 6.4.2-13 - Concentrações de Fósforo Total (mg/kg)

	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250
Mediana	1,23	1,11	0,985	0,855	1,455
Intervalo	1,19	1,06	1,42	0,74	0,45
Mínimo	0,68	0,72	0,66	0,55	1,23
Máximo	1,87	1,78	2,08	1,29	1,68
Contagem	29	28	22	18	2

6.4.3 - Caracterização da Comunidade Bentônica na Área de Dragagem

Para a caracterização da comunidade bentônica foram coletadas amostras biológicas em 10 estações previamente definidas (**Figura 6.4.3-1**). O **Quadro 6.4.3-1** apresenta as coordenadas geográficas dos pontos de amostragem. Em cada estação foram coletadas 3 réplicas para análise da macrofauna, através do uso de um busca-fundo do tipo van Veen, com área de 0,1m². As amostras foram lavadas no campo, utilizando-se sacos de nylon de 20 cm de largura x 30cm de altura com abertura de malha de 500 micrômetros. O sedimento retido foi acondicionado em recipientes de plástico, fixado em formol a 10% com água do mar e identificado com rótulos contendo as informações das estações de coleta.

As amostras biológicas preservadas foram embaladas e enviadas ao laboratório para a triagem dos organismos. O sedimento foi triado com o auxílio de estereomicroscópios (lupas) JENA sob magnificação de até 15 vezes. Os animais foram separados por Filo, acondicionados em frascos devidamente rotulados e os grupos de maior representatividade (Annelida-Polychaeta, Mollusca, Crustacea) foram enviados a especialistas da UFRJ para a identificação taxonômica até o nível mais baixo possível.

Os dados de fauna foram expressos em indivíduos por 1 m², considerando além da área do amostrador o volume de sedimento presente em cada réplica/amostra. Esses dados foram organizados em tabelas e construídos gráficos de barra e setor para facilitar a visualização dos padrões de composição e abundância. A Abundância Relativa (%) de cada grupo foi calculada na base de seu percentual em relação à densidade total.

Foram calculados os seguintes índices biológicos para a fauna:

- Riqueza Total = número total de táxons encontrados em cada estação;
- Densidade Média = número médio de indivíduos por 1m² em cada estação;
- Diversidade = índice de Shannon-Wiener (H'); expresso pela fórmula $H' = -\sum p_i (\log_2 p_i)$, onde p_i = proporção da abundância de uma espécie em relação às demais espécies da amostra
- Equitabilidade = índice de Pielou (J'), expresso pela fórmula $J' = H' / H'_{\max}$;
- Dominância = índice de Simpson (λ); expresso pela fórmula $\lambda = \sum (p_i^2)$.

Para o estabelecimento de grupos de amostras, com composição semelhante, foi aplicado o índice de similaridade de Bray-Curtis aos dados de densidade dos táxons e o índice de Distância Euclidiana aos valores das variáveis granulométricas (Clarke & Warwick, 1994). A partir da matrizes obtidas, foram realizadas análises de ordenação não-métrica multidimensional (Clarke & Warwick, 1994).

Para uma avaliação da relação entre a fauna e as características sedimentológicas foi realizada uma análise de correlação de Spearman entre a matriz de similaridade da fauna e a matriz de distância dos parâmetros granulométricos (Clarke & Warwick, 1994).

Todos esses procedimentos foram realizados a partir das rotinas do software PRIMER 6.0 for Windows.

Para o estabelecimento de grupos de amostras, com composição semelhante, foi aplicado o índice de similaridade de Bray-Curtis aos dados de densidade dos táxons e o índice de Distância Euclidiana aos valores da variáveis granulométricas (Clarke & Warwick, 1994). A partir da matrizes obtidas, foram realizadas análises de ordenação não-métrica multidimensional (Clarke & Warwick, 1994).

Para uma avaliação da relação entre a fauna e as características sedimentológicas foi realizada uma análise de correlação de Spearman entre a matriz de similaridade da fauna e a matriz de distância dos parâmetros granulométricos (Clarke & Warwick, 1994).

Todos esses procedimentos foram realizados a partir das rotinas do software PRIMER 6.0 for Windows.

6.4.3.1 - Resultados

As estações de coleta 8, 9, 11, 16, 23 e 27 caracterizam-se por sedimentos de tamanho médio classificado como silte e pobremente selecionados (**Quadro 6.4.3-1**). A maioria, das estações de coleta, apresentou a fração de silte como a de maior abundância relativa (**Figura 6.4.3-1**).

Quadro 6.4.3-1 - Classificação granulométrica (tamanho médio, classificação textural de Folk e grau de seleção) das estações de coleta.

Estações	Classificação		
	Tamanho médio	Classificação Textural de Folk	Grau de Seleção
8	Silte	Silte Arenoso	Pobremente Selecionada
9	Silte	Silte	Pobremente Selecionada
10	Areia fina	Areia Lamosa com Cascalho Esparso	Muito Pobremente Selecionada

Estações	Classificação		
	Tamanho médio	Classificação Textural de Folk	Grau de Seleção
11	Silte	Silte	Pobrememente Seleccionada
16	Silte	Silte	Pobrememente Seleccionada
20	Areia média	Areia Lamosa Com Cascalho Esparso	Pobrememente Seleccionada
22	Areia fina	Areia Siltosa	Pobrememente Seleccionada
23	Silte	Silte Arenoso	Pobrememente Seleccionada
24	Areia média	Areia Lamosa Com Cascalho Esparso	Muito Pobrememente Seleccionada
27	Silte	Silte Arenoso	Moderadamente Seleccionada

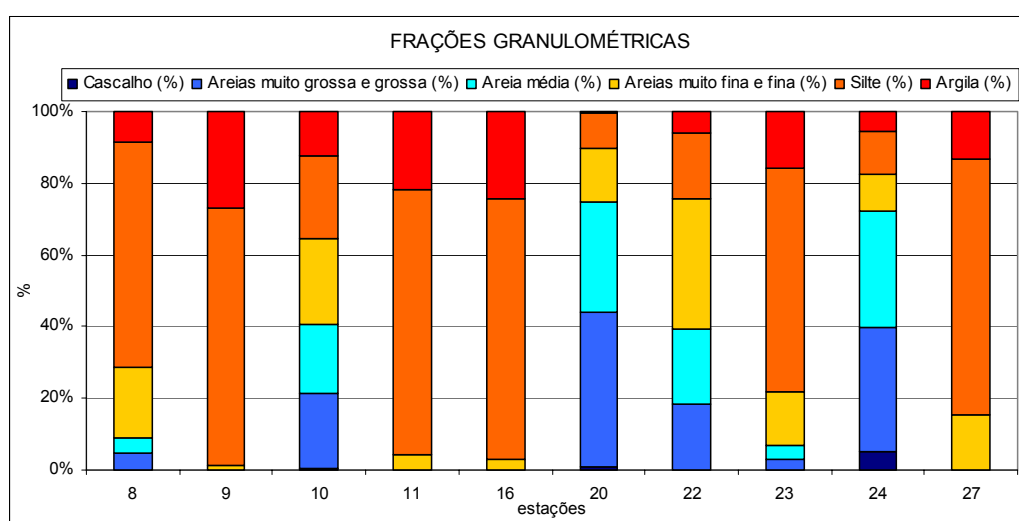


Figura 6.4.3-1 - Valores percentuais das frações granulométricas nas estações estudadas.

A comunidade zoobentônica foi composta por 8 grupos zoológicos da macrofauna (Quadro 6.4.3-2). Entre eles, os Mollusca foi o grupo mais abundante no total das amostras e na maioria das estações (Figura 6.4.3-2 e Figura 6.4.3-3).

Quadro 6.4.3-2 - Grandes grupos da macrofauna encontrados na área de estudo e suas respectivas abundâncias relativas nas estações de coleta.

GRUPOS	8	9	10	11	16	20	22	23	24	27
Filo Nematoda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.30	0.00	4.6%	12.20	2.30
Filo Annelida	8.82	0.00	0.00	0.00	2.44	35.31	10.71	7.69	28.05	16.09
Filo Mollusca	82.35	100.00	100.00	96.30	97.56	24.80	80.95	83.08	40.85	65.52
Filo Arthropoda (Sub-Filo Crustacea)	5.88	0.00	0.00	0.00	0.00	8.63	5.95	3.08	16.46	10.34
Demais grupos	2.94	0.00	0.00	3.70	0.00	2.96	2.38	1.54	2.44	5.75

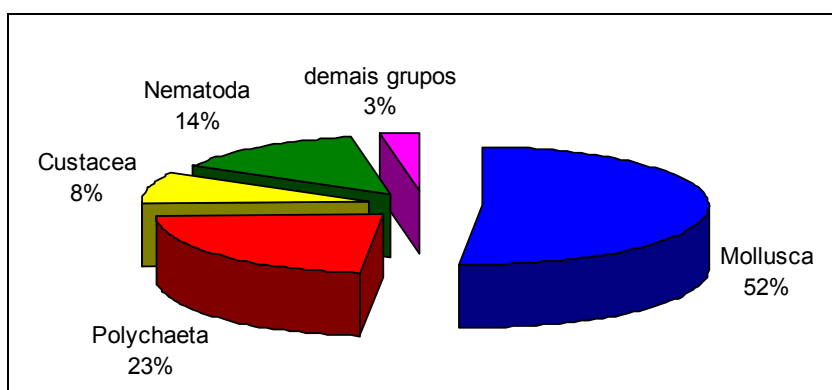


Figura 6.4.3-2 - Abundância relativa dos principais grupos zoológicos na área estudada

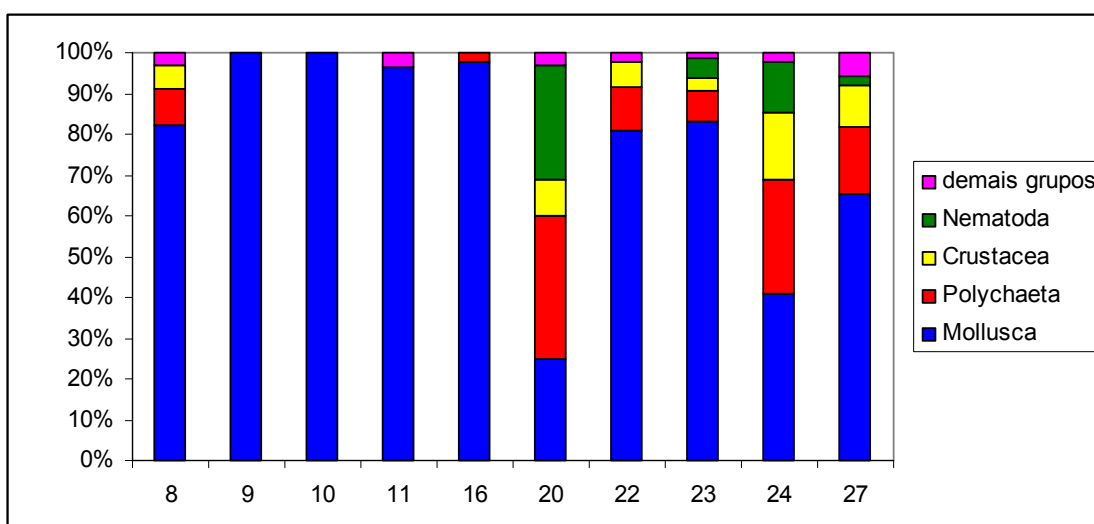


Figura 6.4.3-3 - Abundância relativa dos principais grupos zoológicos nas estações de coleta.

Considerando os grupos de maior representatividade (quanto à abundância) e que passaram pelo refinamento taxonômico (Mollusca, Polychaeta, Crustacea e Nematoda) foram identificados 59 táxons.

A espécie *Acteocina bidentata* (Mollusca) foi a dominante na maioria das estações (Quadro 6.4.3-3).

Quadro 6.4.3-3 - Abundância relativa (%) dos principais táxons nas estações de coleta.

Táxons	Grupo	8	9	10	11	16	20	22	23	24	27
Acteocina bidentata	Mollusca	36.36	76.92	70.37	66.67	90.24	8.31	42.68	48.44	5.63	45.12
Comesomatidae	Nematoda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.48	0.00	1.56	6.88	2.44
Acteocina bullata	Mollusca	12.12	7.69	7.41	11.11	4.88	6.37	15.85	23.44	6.25	10.98
Codakia costata	Mollusca	6.06	0.00	0.00	0.00	0.00	3.88	3.66	6.25	11.25	6.10
Nereididae	Polychaeta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	0.00	3.13	8.13	8.54
Glyncide sp	Polychaeta	9.09	0.00	0.00	0.00	2.44	5.54	4.88	0.00	2.50	0.00
Corbula caribaea	Mollusca	9.09	7.69	7.41	3.70	2.44	1.11	13.41	3.13	1.2	0.00
Poecilochaetus sp	Polychaeta	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	6.09	0.00	0.00	2.50	0.00
Bulla striata	Mollusca	6.06	0.00	0.00	11.11	0.00	0.00	0.00	1.56	0.00	2.44
Tellina sp. 1	Mollusca	3.03	0.00	11.11	0.00	0.00	0.28	1.22	0.00	1.25	0.00
Graptacme sp.	Mollusca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.94	2.44	0.00	12.50	0.00
Polynoidae	Polychaeta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	1.56	7.50	2.44
Cymadusa filosa	Crustacea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.32	0.00	1.56	3.13	8.5
Aricidea sp	Polychaeta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.54	0.00	0.00	1.25	0.00
Magelona sp	Polychaeta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.71	1.22	1.56	0.00	1.22

A densidade apresentou os maiores valores na estação 20, enquanto que o menor valor de densidade foi encontrado na estação 9 (Quadro 6.4.3-4; Figura 6.4.3-4 e Figura 6.4.3-5).

Em relação a riqueza, as estações 9 e 16 apresentaram os menores valores (Figura 6.4.3-5). Essas estações foram aquelas, também, com os menores valores de diversidade e os maiores valores de dominância, o que está, diretamente, relacionado a alta abundância relativa da espécie *Acteocina bidentata* nesses estações.

Quadro 6.4.3-4 - Valores dos índices ecológicos nas estações de coleta.

Índices	Estações									
	8	9	10	11	16	20	22	23	24	27
Densidade (ind.m ²)	110	43	90	90	136	1203	273	213	533	273
Riqueza total	11	4	5	6	4	41	17	15	33	15
Diversidade	2,94	1,14	1,44	1,62	0,60	4,21	2,86	2,49	4,43	2,86
Equitabilidade	0,85	0,57	0,62	0,63	0,30	0,78	0,70	0,64	0,87	0,73
Dominância	0,10	0,49	0,46	0,41	0,80	0,09	0,20	0,26	0,04	0,21

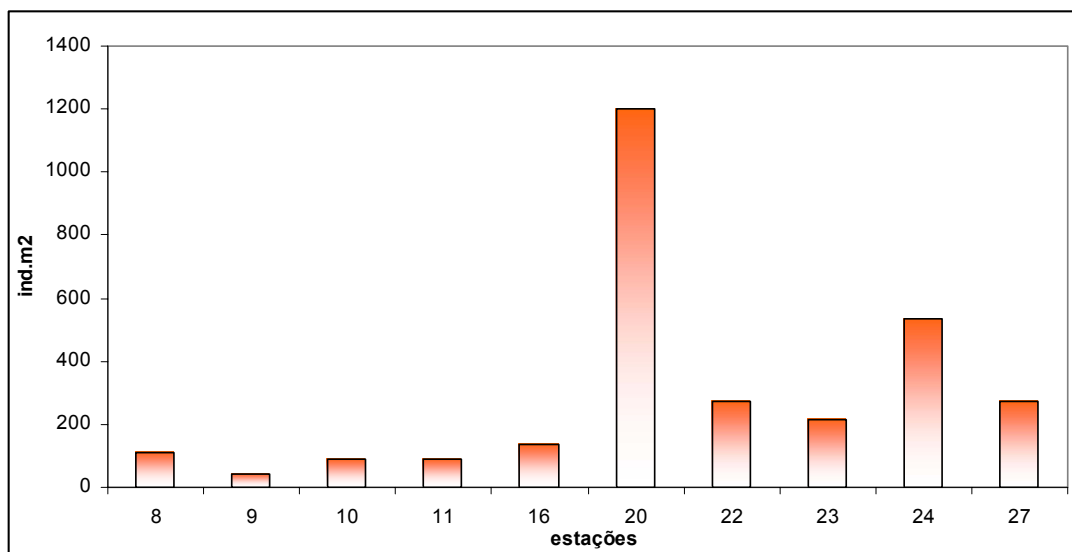


Figura 6.4.3-4 - Densidade da macrofauna (ind/m²) nas estações de coleta.

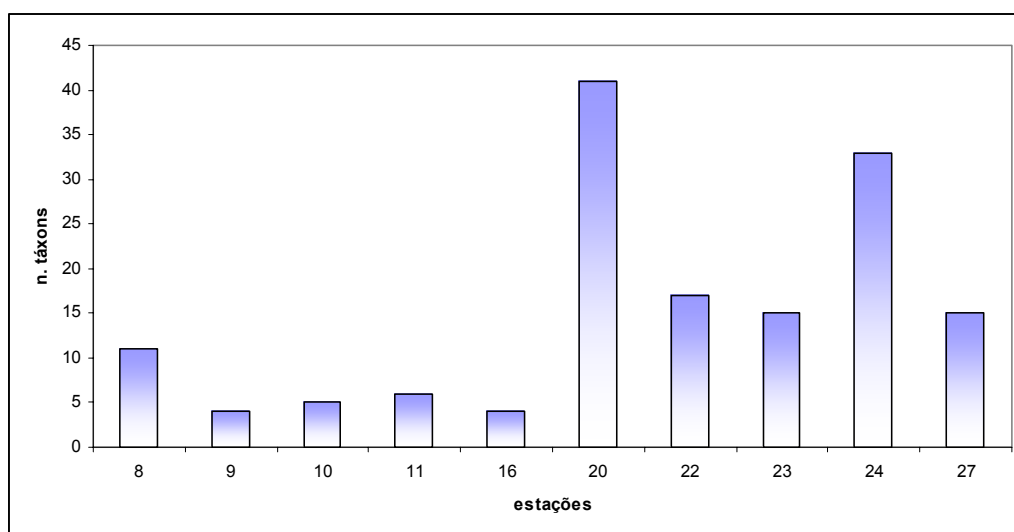


Figura 6.4.3-5 - Riqueza total (número de táxons) nas estações de coleta.

A análise de ordenação multidimensional (análise MDS), baseada na matriz de similaridade da densidade dos táxons, mostrou uma separação clara das estações 20 e 24 das demais estações. Esse padrão de estrutura da comunidade (Figura 6.4.3-6) é bastante semelhante ao padrão observado para as características granulométricas das estações apresentado na Figura 6.4.3-7.

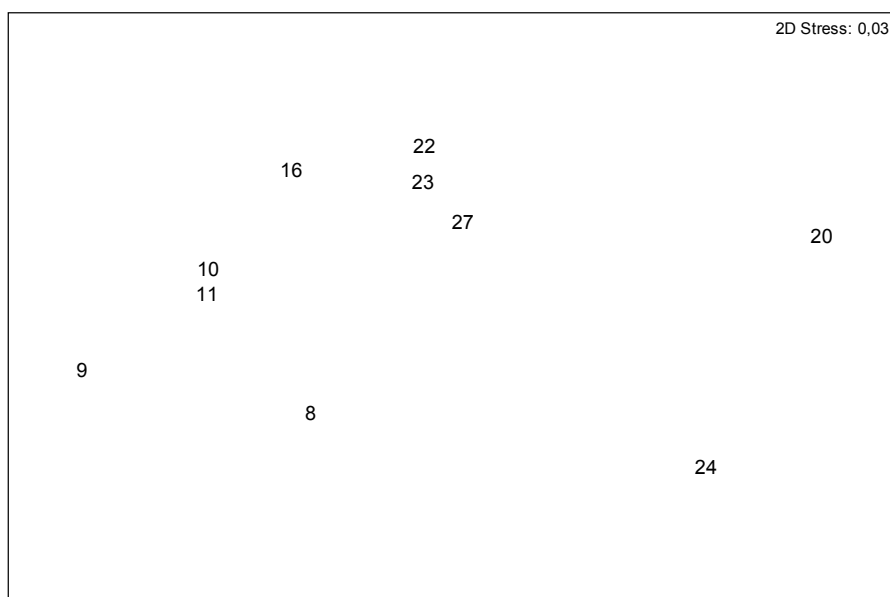


Figura 6.4.3-6 - Análise de ordenação multidimensional (MDS). Índice de similaridade utilizado: Bray-Curtis. Baseada na densidade dos táxons da macrofauna nas estações de coleta.

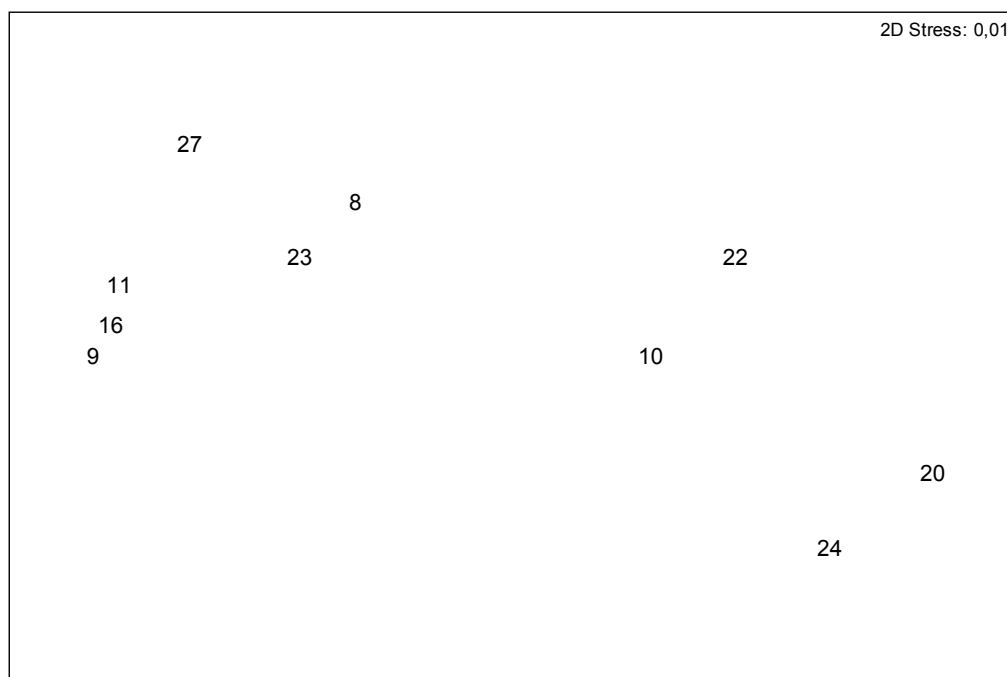


Figura 6.4.3-7 - Análise de ordenação multidimensional (MDS). Índice de distância utilizado: Distância Euclidiana. Baseada nos valores dos parâmetros granulométricos nas estações de coleta.

Associando-se a estrutura da comunidade (**Figura 6.4.3-6**) com as variáveis granulométricas, no caso os valores percentuais de cascalho e argila, podemos observar que as estações (20 a 24) que apresentaram os maiores percentuais de cascalho e os menores de argila mostraram-se mais agrupadas e separadas das estações que apresentaram maiores teores de argila e valores zero de cascalho. Isso pode ser melhor visualizado na **Figura 6.4.1-8**. Essa relação entre a comunidade bentônica e as características granulométricas da área de estudo foi, também, confirmada pela rotina RELATE, com o teste de correlação (índice de Spearman), entre a matriz de similaridade da fauna bentônica e a matriz de distância obtida para as variáveis granulométricas, indicando um valor significativo ($p = 0,48$; $p = 0,017$). O tamanho do grão pode estar relacionado a processos oceanográficos, tais como, fluxo de água próximo ao fundo e o regime de transporte de sedimento (Snelgrove & Butman, 1994).

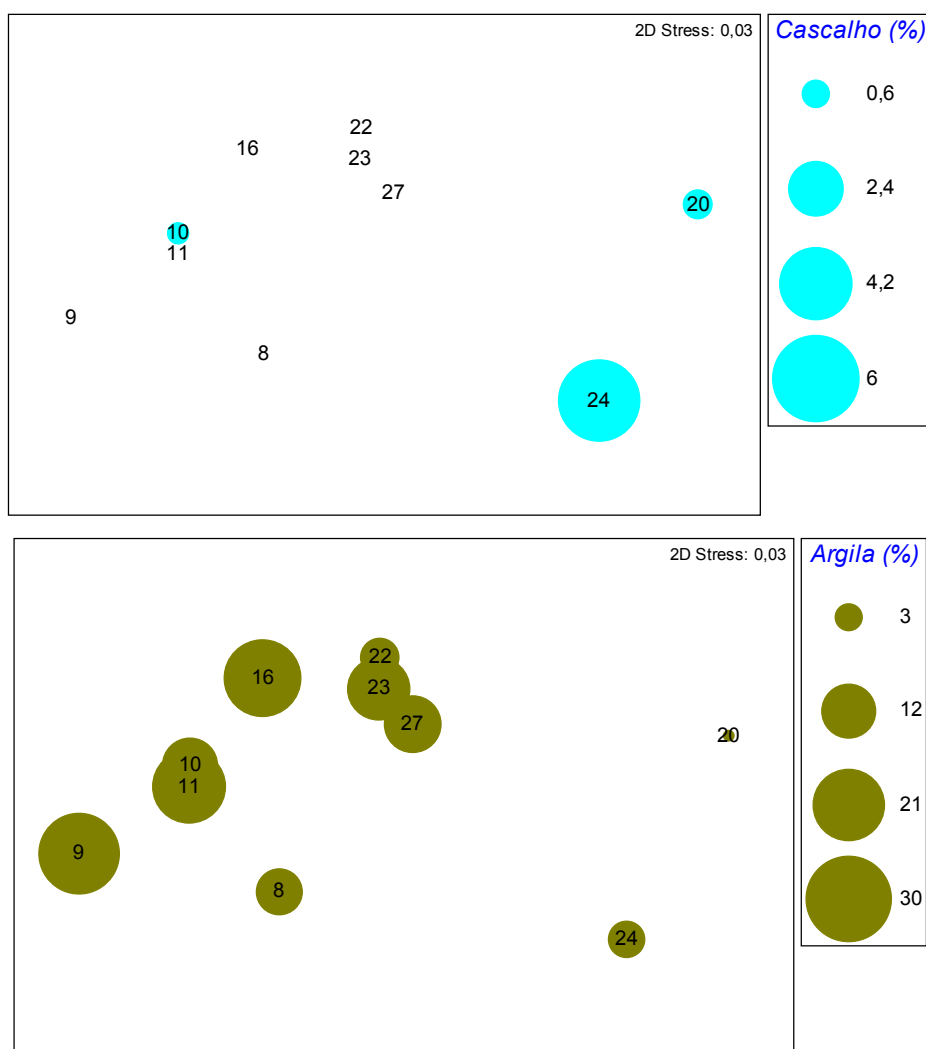


Figura 6.4.3-8 - Valores dos percentuais de cascalho e argila plotados em cima da estrutura da comunidade obtida pela análise de ordenação multidimensional (conforme mostrado anteriormente na Figura 6.4.3-5). Os diâmetros das circunferências são proporcionais aos valores da variável granulométrica, assim, quanto maior o diâmetro da circunferência, maior será o percentual da variável em questão.

6.4.3.2 - Comparação com Dados Anteriores

Para a região de influência direta do empreendimento, existe um estudo pretérito referente ao EIA (Ecologus, 2005) elaborado para a CSA, no qual, dados referentes a coletas de zoobentos, em 1990 e 2005, são apresentados. A comparação dos dados do estudo aqui apresentado com os dados de Ecologus (2005) deve ser feita com reservas, uma vez que existem diferenças importantes relacionadas aos aspectos metodológicos, especialmente, no que diz respeito ao esforço amostral (número de estações amostradas) e procedimentos analíticos.

Ainda assim, organizamos os dados desses períodos anteriores (1990 e 2005) a fim de se estabelecer algumas comparações com o estudo atual (**Quadro 6.4.3-5**).

Quadro 6.4.3-5 - Comparação do estudo atual com os dados obtidos em outros estudos na mesma área

Características	1990	Junho/2005	Setembro/2005	Julho/2007
Numero de estações de coleta	3	3	13	10
Numero de táxons encontrados	28	25	51*	59
Valores médios (mínimo-máximo) de diversidade, índice de Shannon	1.1(0,3-1,5)	1.2(0,9-1,5)	2,46(0-3,53)*	2,46(0,61-4,43)

* esses valores foram estabelecidos a partir dos dados obtidos em Ecologus (2005).

A análise desse quadro comparativa nos mostra resultados muito semelhantes para o estudo atual e o realizado em setembro de 2005, assim como, os dados de 1990 são semelhantes aos de junho de 2005. Esses resultados permitem afirmar que esses resultados apresentados no **Quadro 6.4.3-5** estão, diretamente, relacionados ao esforço amostral empregado em cada estudo e que, de uma forma geral, ainda que diferenças na composição faunística tenham sido observados entre 2005 e 2008, os valores dos índices biológicos foram muito próximos, o que pode indicar, mesmo com a ocorrência prévia de atividades na área, existe uma comunidade bentônica estruturada em funções das características ambientais atuais e, principalmente, capaz de responder as mudanças que, possivelmente, venham a ocorrer na área devido a implantação de novas atividades, ou mesmo, pela ampliação das atividades atuais.

6.4.3.3 - Conclusão

As análises multivariadas mostraram uma relação entre a comunidade bentônica e as características granulométricas da área de estudo, assim, qualquer modificação que venha a ocorrer nas características de fundo da área levará, certamente, a modificações na comunidade bentônica local.

Os dados levantados em campo comprovaram a capacidade de reestabelecimento do meio frente as diversas dragagens executadas nesta área.

6.4.4 - Caracterização da Comunidade Bentônica na Área de Descarte

6.4.4.1 - Introdução

Os impactos ambientais da dragagem ou descarte de material estão principalmente restritos a um raio de alguns milhares de metros (Newell et al., 1998) ou podem ficar restritos a área de dragagem (Lewis et al., 2001).

Em determinadas situações de impactos (antrópicos ou estocásticos), os danos causados pela perda de espécies, que mesmo em baixas frequências e abundâncias são importantes para o funcionamento, equilíbrio e manutenção dos ecossistemas, podem ser irreversíveis. No entanto, a literatura referente à influência de atividade de dragagem sobre o macrobentos, tem mostrado que esse tipo de comunidade apresenta uma recuperação em poucos meses (Cruz-Motta & Collins, 2004).

A influência das atividades de dragagem e descarte, sobre as comunidades bentônicas, está relacionada ao modo de vida dessas comunidades, pois de acordo com a literatura, organismos que vivem dentro do substrato (fauna endobentônica) refletem, com maior precisão, as condições ambientais anteriores ao impacto, quando comparados com a biota que vive em contato direto com a coluna d'água (fauna epibentônica), especialmente, quando esses organismos são peixes, que apesar de apresentar alguma fidelidade com o substrato, apresentam mobilidade para se deslocar quando as condições ambientais se tornam desfavoráveis. (Clarke & Warwick 1994).

6.4.4.2 - Material & Métodos

Para a caracterização da comunidade da macrofauna endobentônica foram coletadas amostras biológicas em 10 estações previamente definidas (**Figura 6.4.4-1**). O local de amostragem representa um distância de cerca de 6 MN (milhas náuticas) a partir da costa. O **Quadro 6.4.4-1** apresenta as coordenadas geográficas dos pontos de amostragem. Em cada estação foram coletadas 3 réplicas para análise da macrofauna, através do uso de um busca-fundo do tipo van Veen, com área de 0,1 m². As amostras foram lavadas no campo, utilizando-se sacos de nylon de 20 cm de largura x 30 cm de altura com abertura de malha de 500 micrômetros. O sedimento retido foi acondicionado em recipientes de plástico, fixado em formol a 10% com água do mar e identificado com rótulos contendo as informações das estações de coleta.

Adicionalmente, nessa mesma área, foi realizado um arrasto-de-fundo com duração de 60 minutos, em área com aproximadamente 36 metros de profundidade para estudo da ictiofauna e fauna epibentônica associada. Os resultados relacionados à Ictiofauna obtida durante os arrastos são apresentados em item específico dentro desta mesma seção. Para o arrasto utilizou-se uma embarcação de pesca da frota comercial camaroneira do Rio de Janeiro, equipada com rede de arrasto-com-portas de 26 metros de comprimento, 20 metros de boca, com malha de 20 mm no corpo e 18 mm no ensacador. O objetivo desse arrasto foi avaliar, de forma qualitativa, a possível presença de espécies epibentônicas de interesse comercial, tais como camarões, caranguejos e moluscos, na área de estudo.



Fonte: Google Earth.

Figura 6.4.4-1 - Local de Amostragem da Comunidade Bentônica

As amostras biológicas preservadas foram embaladas e enviadas ao laboratório para a triagem dos organismos. O sedimento foi triado com o auxílio de estereomicroscópios (lupas) JENA sob magnificação de até 15 vezes. Os animais foram separados por Filo, acondicionados em frascos devidamente rotulados e os grupos de maior representatividade (Annelida-Polychaeta, Mollusca, Crustacea) foram enviados aos especialistas da UFRJ para a identificação taxonômica até o nível mais baixo possível.

Quadro 6.4.4-1 - Coordenadas Geográficas dos Pontos de Descarte

Ponto	Latitude (S)	Longitude (W)	Lâmina d'água (m)
1	23° 10' 51,95"	043° 54' 42,57"	35
2	23° 10' 51,36"	043° 54' 29,27"	36
3	23° 10' 51,36"	043° 54' 15,04"	36
4	23° 10' 58,30"	043° 54' 48,00"	37
5	23° 10' 57,95"	043° 54' 37,16"	38
6	23° 10' 57,70"	043° 54' 20,44"	39
7	23° 10' 57,71"	043° 54' 11,19"	39
8	23° 11' 05,14"	043° 54' 42,93"	39
9	23° 11' 04,96"	043° 54' 28,40"	39
10	23° 11' 04,62"	043° 54' 15,03"	38

Datun - SAD 69

Os dados de fauna foram expressos em indivíduos por 1 m², considerando além da área do amostrador o volume de sedimento presente em cada réplica/amostra. Esses dados foram organizados em tabelas e construídos gráficos de barra e setor para facilitar a visualização dos padrões de composição e abundância. A Abundância Relativa (%) de cada grupo foi calculada na base de seu percentual em relação à densidade total.

Foram calculados os seguintes índices biológicos para a fauna:

- Riqueza Total = número total de táxons encontrados em cada estação;
- Densidade Média = número médio de indivíduos por 1 m² em cada estação;
- Diversidade = índice de Shannon-Wiener (H'); expresso pela fórmula $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$, onde p = proporção da abundância de uma espécie em relação às demais espécies da amostra.
- Equitabilidade = índice de Pielou (J'), expresso pela fórmula $J' = H' / H'_{\max}$.
- Dominância = índice de Simpson (λ); expresso pela fórmula $\lambda = \sum p_i^2$.

Para o estabelecimento de grupos de amostras, com composição semelhante, foi aplicado o índice de similaridade de Bray-Curtis aos dados de densidade dos táxons e o índice de Distância Euclidiana aos valores das variáveis granulométricas (Clarke & Warwick, 1994). A partir das matrizes obtidas, foram realizadas análises de ordenação não-métrica multidimensional (Clarke & Warwick, 1994).

Para uma avaliação da relação entre a fauna e as características sedimentológicas foi realizada uma análise de correlação de Spearman entre a matriz de similaridade da fauna e a matriz de distância dos parâmetros granulométricos (Clarke & Warwick, 1994).

Todos esses procedimentos foram realizados a partir das rotinas do software PRIMER 6.0 for Windows.

6.4.4.3 - Resultados

As estações de coleta caracterizam-se, quase em sua totalidade, por um tamanho médio classificado como areia grossa e com grau de seleção entre moderadamente a pobremente selecionada (**Figura 6.4.4-2**). As maiores frações granulométricas presentes em todas as estações de coleta foram a de areia grossa e muito grossa (**Figura 6.4.4-2**). Esses resultados estão de acordo com os dados apresentados por Figueiredo & Madureira (2004), para a região oceânica em frente a Restinga da Marambaia (**Figura 6.4.4-3**).

**Quadro 6.4.4-2 - Classificação granulométrica
(tamanho médio e grau de seleção) das estações de coleta**

Estações	Classificação	
	Tamanho médio	Grau de seleção
1	Areia Média	Pobremente Selecionada
2	Areia Grossa	Moderadamente Selecionada
3	Areia Grossa	Pobremente Selecionada
4	Areia Grossa	Pobremente Selecionada
5	Areia Grossa	Pobremente Selecionada
6	Areia Grossa	Moderadamente Selecionada
7	Areia Grossa	Moderadamente Selecionada
8	Areia Grossa	Pobremente Selecionada
9	Areia Grossa	Moderadamente Selecionada
10	Areia Grossa	Moderadamente Selecionada

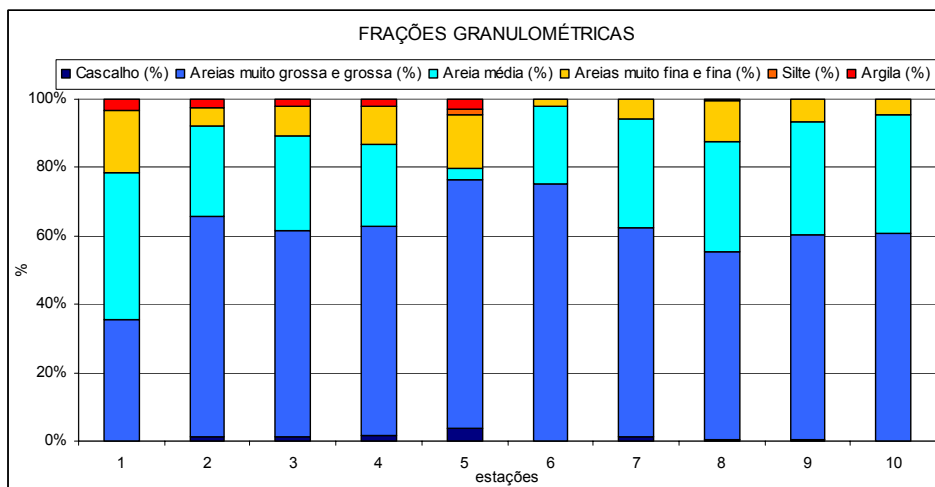


Figura 6.4.4-2 - Valores percentuais das frações granulométricas nas estações estudadas.

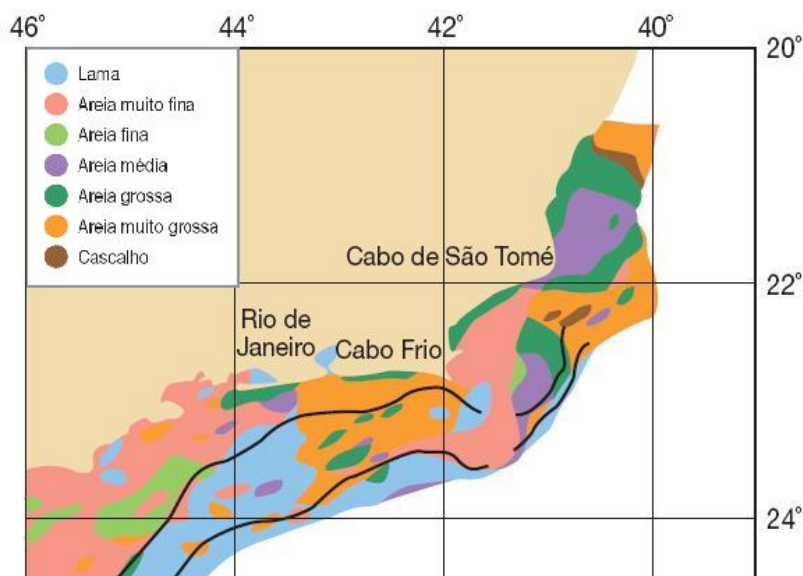


Figura 6.4.4-3 - Mapa faciológico com a indicação da área desse estudo. Adaptado de Figueiredo & Madureira (2004).

Em relação aos organismos encontrados no arrasto (**Quadro 6.4.4-3**), podemos destacar a presença da espécie *Loligo plei*, que é uma espécie explorada, comercialmente pelas frotas de arrasto, na costa do sul-sudeste do Brasil e, de forma artesanal, em diferentes ilhas oceânicas e costeiras dessa região (Perez, 2002). Apesar de ser uma espécie pelágica, são comuns sobre o fundo no período do dia e na superfície durante a noite (Haimovici & Perez, 1991).

É importante registrar também a ocorrência da espécie *Astropecten marginatus*, que é considerada ameaçada de extinção na costa do Rio de Janeiro (MMA, 2004)

Quadro 6.4.4-3 -Listagem dos táxons encontrados (exceto Pisces) no arrasto realizado na área de estudo

Táxon	Nome vulgar	Grupo	nº indivíduos
<i>Loligo plei</i> (Blainville, 1823)	Lula	Cephalopoda-Mollusca	19
<i>Astropecten marginatus</i> (Gray, 1840)	Estrela-do-mar	Asteroidea-Echinodermata	3
<i>Portunus</i> sp.	Caranguejo	Brachyura-Decapoda-Crustacea	1
<i>Renilla reniformes</i> (Pallas, 1766)	Renila	Anthozoa-Cnidaria	1
Não identificado	-	Gastropoda-Mollusca	1
Não identificado	-	Bivalvia-Mollusca	1

A macrofauna endobentônica foi composta por 11 grupos zoológicos da macrofauna. Entre eles, os Mollusca, Annelida e Crustacea foram os grupos mais abundantes no total das amostras e em todas as estações (Quadro 6.4.4-4; Figura 6.4.4-4 e Figura 6.4.4-5).

Quadro 6.4.4-4 - Grandes grupos da macrofauna encontrados na área de estudo e suas respectivas abundâncias relativas nas estações de coleta.

Táxons	Estações									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Filo Cnidaria	51.12	42.22	49.07	66.40	44.57	46.43	37.71	48.04	38.71	25.67
Filo Nemertinea	25.28	25.33	24.12	11.46	18.86	16.92	28.47	20.48	17.26	37.06
Filo Nematoda	12.92	16.09	15.46	13.83	20.57	26.87	19.46	15.46	25.65	22.15
Filo Sipuncula	1.69	0.26	0.41	0.79	0.57	0.33	0.49	0.00	0.32	0.21
Filo Annelida	0.00	0.26	1.03	1.98	1.14	0.66	0.73	0.74	0.81	1.04
Filo Mollusca	5.06	6.33	1.65	4.35	10.29	1.33	2.6	2.05	0.65	0.83
Filo Arthropoda (Sub-Filo Crustacea)	0.00	0.79	0.41	0.40	1.14	0.50	0.49	0.37	0.32	0.21
Filo Arthropoda (Classe Pycnogonida)	3.93	8.44	7.42	0.40	2.29	6.30	9.98	12.48	16.13	12.01
Filo Bryozoa	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.17	0.00	0.19	0.16	0.83
Filo Echinodermata	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.33	0.00	0.19	0.00	0.00
Filo Hemichordata	0.00	0.26	0.00	0.00	0.57	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00

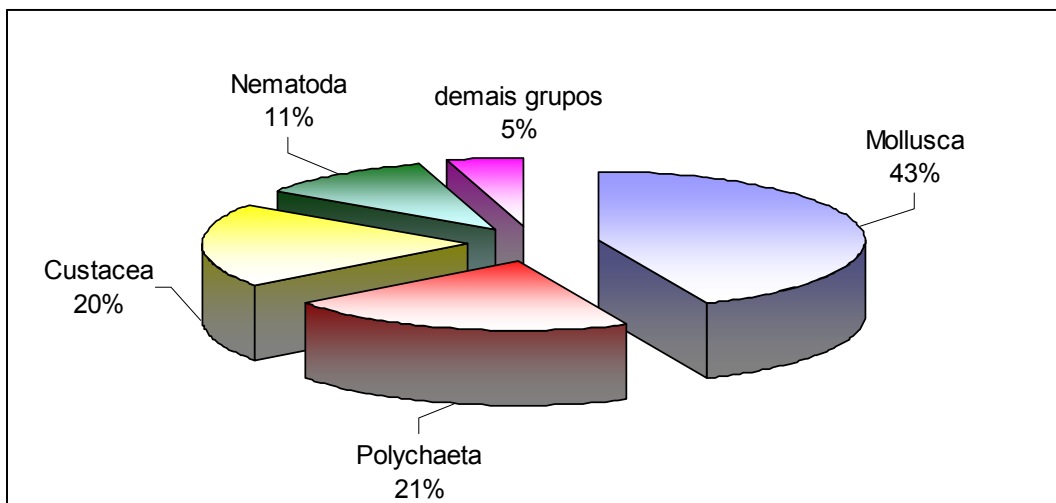


Figura 6.4.4-4 - Abundância relativa dos principais grupos zoológicos na área estudada.

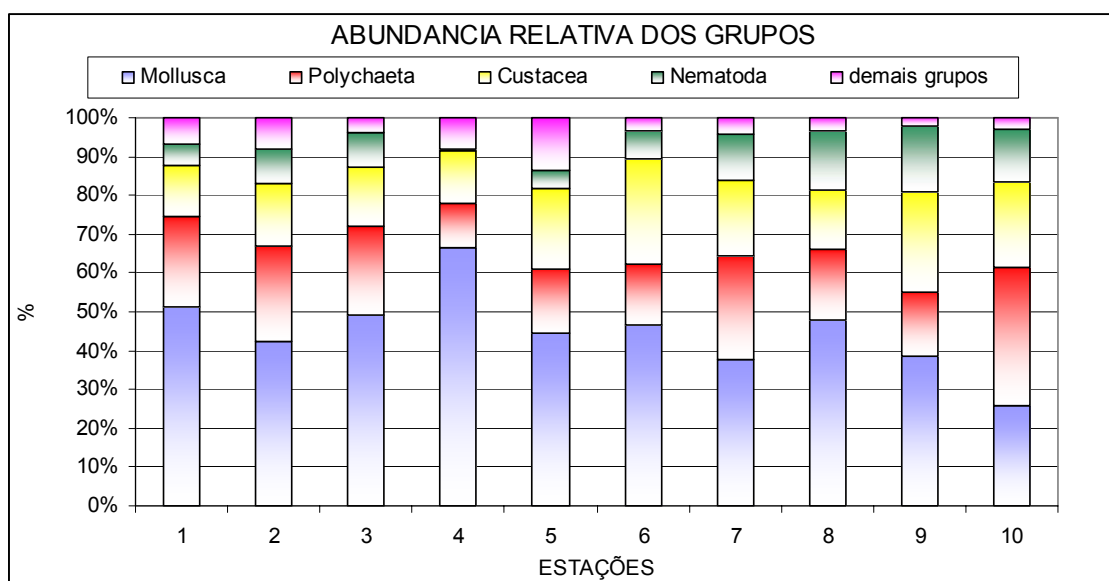


Figura 6.4.4-5 - Abundância relativa dos principais grupos zoológicos nas estações de coleta.

Considerando os grupos de maior representatividade (quanto à abundância) e que passaram pelo refinamento taxonômico (Nematoda, Polychaeta, Mollusca, Crustacea e Echinodermata) foram identificados 162 táxons (Quadro 6.4.4-5).

Quadro 6.4.4-5 - Listagem taxonômica do zoobentos (macrofauna endobentônica) na área de estudo

Filo Nematoda
Família Thoracostomopsidae
Família Comesomatidae
Família Enoplidae
Família Oncholaimidae
Família Enchelidiidae
Família Cyatholaimidae
Família Phanodermatidae
Família Rhabdonematiidae
Família Selachinematidae
Família Anticomidae
Família Microlaimidae
Família Monoposthidae
Família Desmodoridae
Família Leptosomatidae
Família Xyalidae
Família Axonolaimidae
Família Linhomoeidae
Família Paramicrolaimidae
Família Chromadoridae

Filo Annelida
Classe Oligochaeta
Classe Polychaeta
Família Ampharetidae
Isolda SP
Família Arabellidae
Arabella SP
Família Capitellidae
Dasybranchus sp
Decamastus SP
Mediomastus SP
Notomastus SP
Capitella SP
Leiocapitella SP
Nonatus SP
Família Cirratulidae
Cauleriella SP
Chaetozone SP
Tharyx SP
Família Dorvilleidae
Pettiboneia SP
Família Glyceridae
Glycera SP

Filo Annelida
Glycera sp 2
Família Hesionidae
Família Lumbrineridae
Lumbrineris SP
Lumbrineriopsis sp
Família Magelonidae
Magelona sp
Família Maldanidae
Euclymene sp
Família Nephytidae
Aglaophamus sp
Família Nereididae
Família Onuphidae
Nothria sp
Mooreonuphis sp
Kinbergonuphis sp
Família Orbiniidae
Haploscoloplos sp
Scoloplos sp
Família Oweniidae
Owenia sp
Família Paraonidae
Aricidea sp
Cirrophorus sp
Levinsenia sp
Família Phyllodocidae
Eteone sp
Eulalia sp
Família Pilargidae
Sigambra sp
Família Pisionidae
Pisione sp
Família Polynoidae
Lepidasthenia sp
Família Sabellidae
Família Saccocirridae
Família Spionidae
Aonides sp
Prionospio sp
Spio sp
Família Syllidae
Eusyllis sp
Exogone sp
Exogone sp 2

Filo Annelida
Pionosyllis sp
Sphaerosyllis sp
Typosyllis sp
Typosyllis sp 2
Família Terebelidae

Filo Mollusca
Classe Gastropoda
Família Trochidae
Halistylus columna Dall, 1890
Calliostoma adpersum (Philippi, 1851)
Solariella carvalhoi Lopes & Cardoso, 1958
Família Rissoidae
Alvania auberiana (Orbigny, 1842)
Família Caecidae Gray, 1850
Caecum achironum de Folin, 1867
Caecum someri de Folin, 1867
Caecum massambabensis
Família Vitrinellidae Bush, 1897
Solariorbis shumooi (Vanatta, 1913)
Família Turritellidae
Turritella hookeri Reeve, 1849
Família Naticidae
Natica pusilla Say, 1822
Família Tonnidae
Tonna galea (Linnaeus, 1758)
Família Cerithiopsidae
Cerithiopsis sp.
Seila adamsi Adams, 1861
Família Eulimidae
Melanella sp.
Família Aclididae
Aclis sp.
Família Columbelloidea
Aesopus sp.
Aesopus stearnsi (Tryon, 1883)
Anachis obesa C.B Adams, 1845
Família Marginellidae
Eratoidea sp.
Família Olividae
Ancilla josecarlosi
Agaronia travassosi Morretes, 1938
Olivella defiorei Klappembach, 1964
Família Turridae

Filo Mollusca
Kurtziella dorrillae
Nannodiella vespuciana Orbigny, 1842
Fusiturricula sp.
Família Terebridae
Terebra brasiliensis (E. A. Smith, 1873)
Família Pyramidellidae
Chrysalida jadisi Olsson & McGinty, 1958
Odostomia sp.
Turbonilla spp.
Família Acteonidae
Acteon sp.
Família Cylichnidae
Acteocina bidentata (Orbigny, 1841)
Família Retusidae
Pyrunculus caelatus (Bush, 1885)
Classe Bivalvia
Família Nuculidae
Nucula sp.
Família Glycymerididae
Glycymeris sp.
Família Mitilidae
Crenella divaricata (Orbigny, 1846)
Família Limidae
Limatula hendersoni Olsson & McGinty, 1958
Família Lucinidae
Ctena pectinella C.B. Adams, 1852
Codakia sp.
Família Ugulinidae
Felaniella sp.
Família Carditidae
Carditamera micella Penna, 1971
Pleuromeris sanmartini Klappenbach, 1971
Família Crassatellidae
Crassinella lunulata (Conrad, 1834)
Família Condylardiidae
Americuna besnardi Klappenbach, 1962
Família Tellinidae Blainville, 1814
Tellina americana Dall, 1900
Macoma sp.
Macoma cleriana (Orbigny, 1846)
Família Semelidae
Semele sp.
Semele nukuloides (Conrad, 1841)
Abra lioica

Filo Mollusca
Abra equalis
Família Veneridae
Chione cancellata (Linnaeus, 1767)
Transempitar americana (Duelo-Jurado, 1951)
Família Corbulidae
Corbula tryoni Smith, 1880
Classe Scaphopoda
Família Gadilidae
Polyschides tetraschistus (Watson, 1879)

Subfilo Crustacea Pennant, 1777
Classe Ostracoda Latreille, 1806
Classe Malacostraca Latreille, 1806
Subclasse Phyllocarida Packard, 1879
Ordem Leptostraca Claus, 1880
Família Nebaliidae Samouelle, 1819
Nebalia sp. Leach, 1814
Ordem Decapoda Latreille, 1803
Família Processidae Ortmann, 1890
Processa sp. Leach, 1815
Família Pasiphaeidae Dana, 1852
Leptochela bermudensis Gurney, 1939
Infraordem Anomura
Superfamília Paguroidea Latreille, 1802
Família Diogenidae Ortmann, 1892
Família Paguridae Latreille, 1802
Infraordem Brachyura
Família Pinnotheridae De Haan, 1833
Pinnixa sp. White, 1846
Ordem Mysida Boas, 1883
Ordem Cumacea Kroyer, 1846
Família Nannastacidae Bate, 1866
Família Bodotriidae Scott, 1901
Família Diastylidae Bate, 1856
Família Leuconidae Sars, 1878
Ordem Tanaidacea Dana, 1849
Família Apseudidae Leach, 1814
Ordem Isopoda Latreille, 1817
Família Serolidae Dana, 1852
Serolis sp. Leach, 1818
Família Cirolanidae Dana, 1853
Família Arcturidae Sars, 1899
Família Anthuridae Leach, 1814
Família Gnathiidae Harger, 1880

Subfilo Crustacea Pennant, 1777
Gnathia sp. Leach, 1814
Família Chaetiliidae Dana, 1849
Saduria sp. Adams, 1852
Ordem Amphipoda Latreille, 1816
Família Phoxocephalidae Sars, 1891
Paraphoxus sp. Sars, 1895
Família Ampeliscidae Costa, 1857
Ampelisca sp. J.L. Barnard, 1954
Filo Echinodermata
Classe Ophiuroidea
Família Amphiuroidea
Amphiura sp.
Família Ophiuridae
Classe Echinoidea

A espécie *Halistylus columna* (Mollusca) foi a dominante na maioria das estações. As estações 2, 3, 5 apresentaram a espécie de poliqueto *Tharyx* sp. como a de maior abundância relativa (Quadro 6.4.4-6).

Quadro 6.4.4-6 - Abundância relativa (%) dos principais táxons nas estações de coleta.

Táxons	grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Halistylus columna</i>	Mollusca	12,22	6,15	7,25	12,82	10,70	13,88	9,94	11,14	8,50	11,36
<i>Tharyx</i> sp	Polychaeta	0,90	22,06	19,56	4,17	18,52	1,12	1,22	1,69	0,72	0,87
Ordem Amphipoda	Crustacea	3,17	3,07	1,64	4,49	9,88	7,71	5,27	3,67	8,07	7,87
<i>Exogone</i> sp 2	Polychaeta	1,81	5,06	5,75	0,32	2,88	1,82	5,88	2,12	3,60	12,94
<i>Crassinella lunulata</i>	Mollusca	3,17	1,81	4,79	5,13	3,29	5,33	3,85	5,78	5,48	3,32
<i>Pettiboneia</i> sp	Polychaeta	8,14	3,62	3,69	1,60	2,06	3,37	5,48	5,08	2,59	5,94
<i>Glycera</i> sp 2	Polychaeta	0,45	2,35	1,92	4,49	2,47	3,93	2,84	4,51	3,31	3,15
Família Apseudidae	Crustacea	4,52	1,63	0,96	0,00	0,00	5,05	4,46	3,10	5,33	2,80
Família Thoracostomopsidae	Nematoda	0,90	3,07	0,55	0,00	0,00	3,23	3,04	6,35	5,76	4,37
<i>Caecum achironum</i>	Mollusca	6,33	3,25	1,92	2,56	1,65	1,82	3,85	1,97	2,88	0,87
<i>Turbonilla</i> spp.	Mollusca	5,88	2,53	2,19	2,56	2,06	2,52	1,42	2,40	2,45	1,40
<i>Crenella divaricata</i>	Mollusca	1,81	3,25	3,60	5,13	1,65	2,24	1,62	2,68	2,31	0,17
<i>Prionospio</i> sp	Polychaeta	6,33	1,63	1,09	1,92	4,53	0,84	1,83	1,97	2,16	0,70
<i>Chaetozone</i> sp	Polychaeta	1,81	1,81	2,19	1,28	4,53	3,09	2,64	1,83	1,73	1,92
<i>Eteone</i> sp	Polychaeta	0,00	2,53	1,78	0,96	0,00	2,81	5,48	2,12	2,02	4,90
<i>Codakia</i> sp.	Mollusca	1,36	1,27	2,05	5,77	1,23	2,52	1,83	2,12	3,31	0,35
<i>Paraphoxus</i> sp.	Crustacea	0,00	0,90	1,92	2,56	1,23	4,63	2,23	2,12	2,16	3,85
<i>Lumbrineris</i> sp	Polychaeta	3,62	1,08	3,28	3,21	3,70	0,98	0,41	0,99	0,29	0,35
Família Cirolanidae	Crustacea	0,45	3,62	2,33	1,28	1,65	2,38	1,22	0,99	1,30	1,40

A densidade apresentou os maiores valores na estação 3, e menores nas estações 1 e 5 (**Quadro 6.4.4-7; Figura 6.4.4-6**). Assim como para a densidade, as estações 1 e 5 apresentaram os menores valores de riqueza (**Quadro 6.4.4-7; Figura 6.4.4-7**).

Os valores de diversidade variaram de 4,78 (estação 5) a 5,37 (estação 7) (**Quadro 6.4.4-7; Figura 6.4.4-8**). No geral, todas as estações apresentaram valores altos de equitabilidade, acima de 0,8 e, valores baixos de dominância, menores que 0,1.

Quadro 6.4.4-7 - Valores dos índices ecológicos nas estações de coleta.

Índices	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Densidade (ind.m2)	1081	2088	2494	1706	1393	2192	2438	2429	2395	1975
Riqueza total	51	74	83	66	57	82	77	91	80	78
Diversidade	4,88	5,01	5,14	5,27	4,78	5,25	5,37	5,53	5,35	5,00
Equitabilidade	0,86	0,81	0,81	0,87	0,82	0,83	0,86	0,85	0,85	0,76
Dominância	0,04	0,06	0,06	0,03	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05

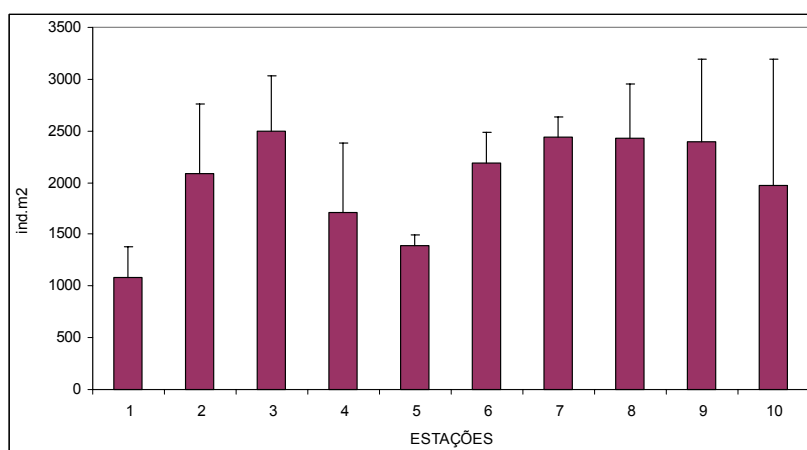


Figura 6.4.4-6 - Densidade da macrofauna (ind/m2) nas estações de coleta.

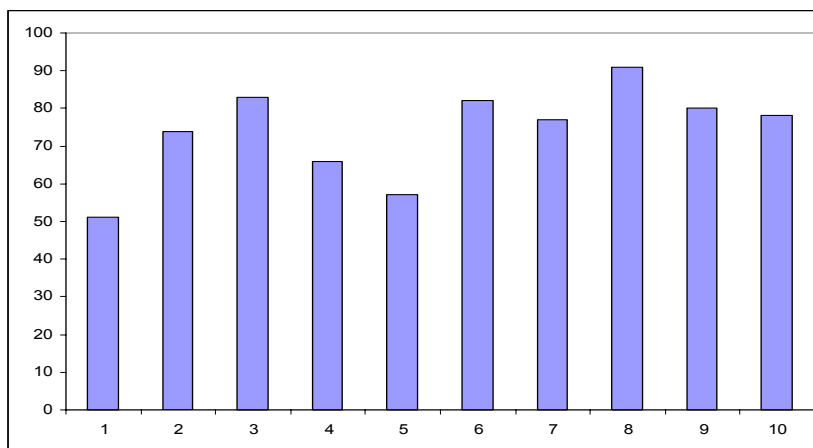


Figura 6.4.4-7 - Riqueza total (número de táxons) nas estações de coleta.

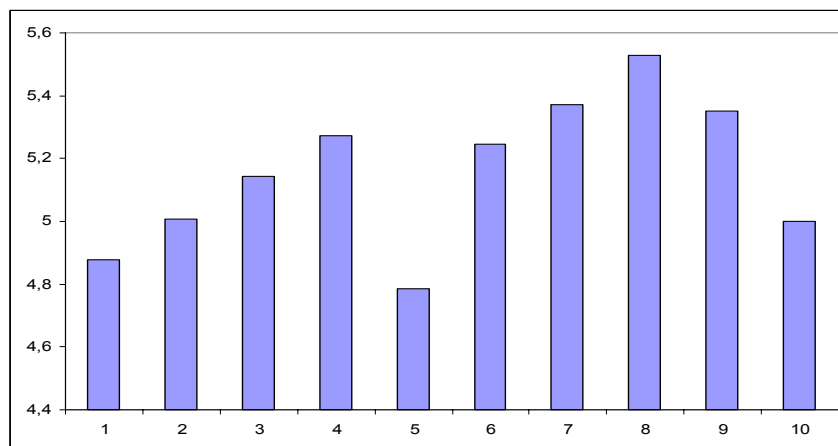


Figura 6.4.4-8 - Diversidade (índice de Shannon-Wiener) na área de estudo.

A análise de ordenação multidimensional (análise MDS), baseada na matriz de similaridade da densidade dos táxons, não mostrou uma separação espacial clara em função do posicionamento das mesmas na área de estudo (Figura 6.4.4-9). Esse padrão de estrutura da comunidade é bastante semelhante ao padrão observado para as características granulométricas das estações apresentado na Figura 6.4.4-10.

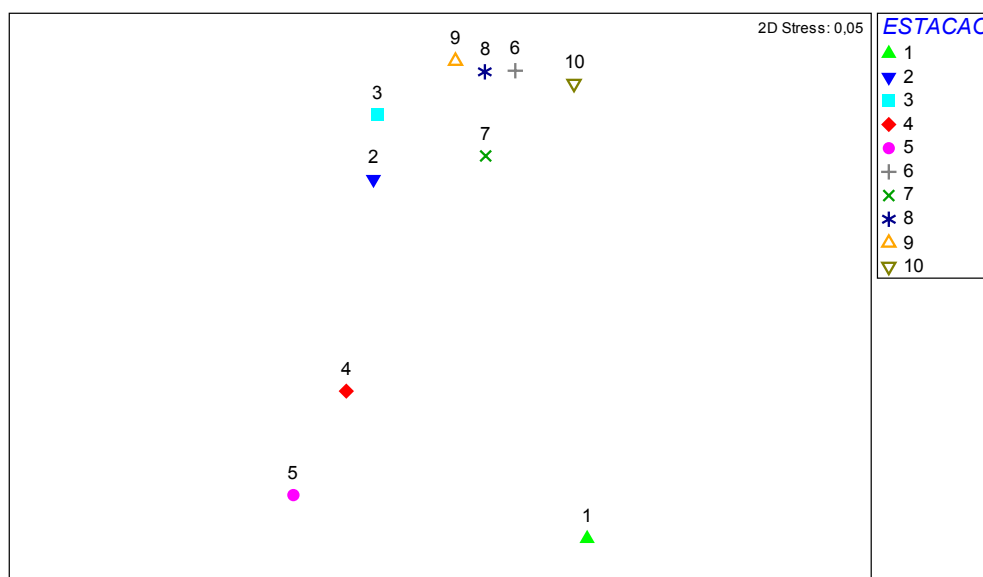


Figura 6.4.4-9 - Análise de ordenação multidimensional (MDS). Índice de similaridade utilizado: Bray-Curtis. Baseada na densidade dos táxons da macrofauna nas estações de coleta

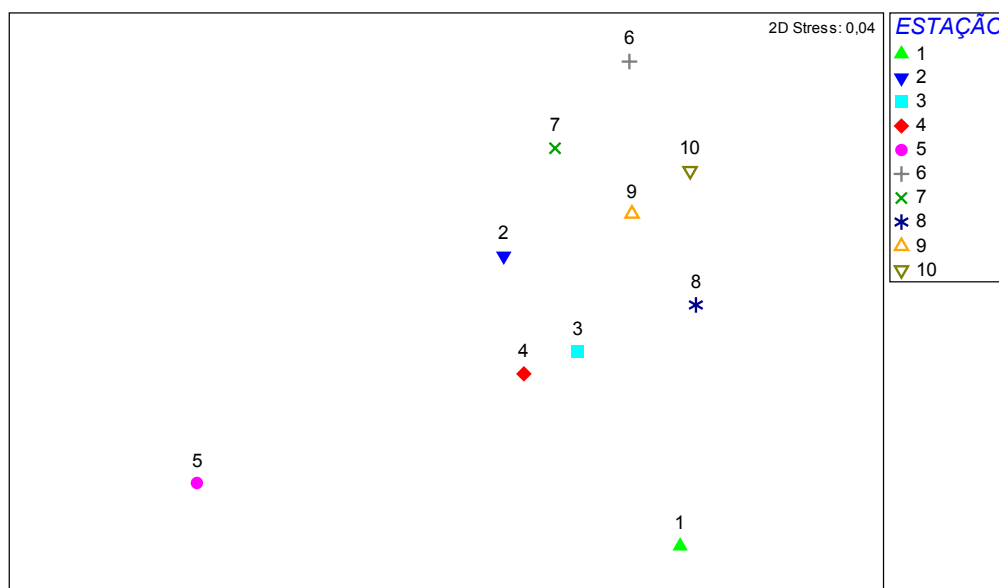


Figura 6.4.4-10 - Análise de ordenação multidimensional (MDS). Índice de distância utilizado: Distância Euclidiana. Baseada nos valores dos parâmetros granulométricos nas estações de coleta.

Associando-se a estrutura da comunidade (**Figura 6.4.4-11**) com as variáveis granulométricas, no caso os valores percentuais de argila, podemos observar que as estações (6 a 10) que não apresentaram argila (percentual igual a zero) mostraram-se mais agrupadas e separadas das estações que apresentaram algum teor de argila (1 a 5). Isso pode ser melhor visualizado na **Figura 6.4.4-11**. Essa relação entre a comunidade bentônica e as características granulométricas da área de estudo foi, também, confirmada pela rotina RELATE, com o teste de correlação (índice de Spearman), entre a matriz de similaridade da fauna bentônica e a matriz de distância obtida para as variáveis granulométricas, indicando um valor significativo ($p = 0,72$; $p = 0,001$). O tamanho do grão pode estar relacionado a processos oceanográficos, tais como, fluxo de água próximo ao fundo e o regime de transporte de sedimento (Snelgrove & Butman, 1994).

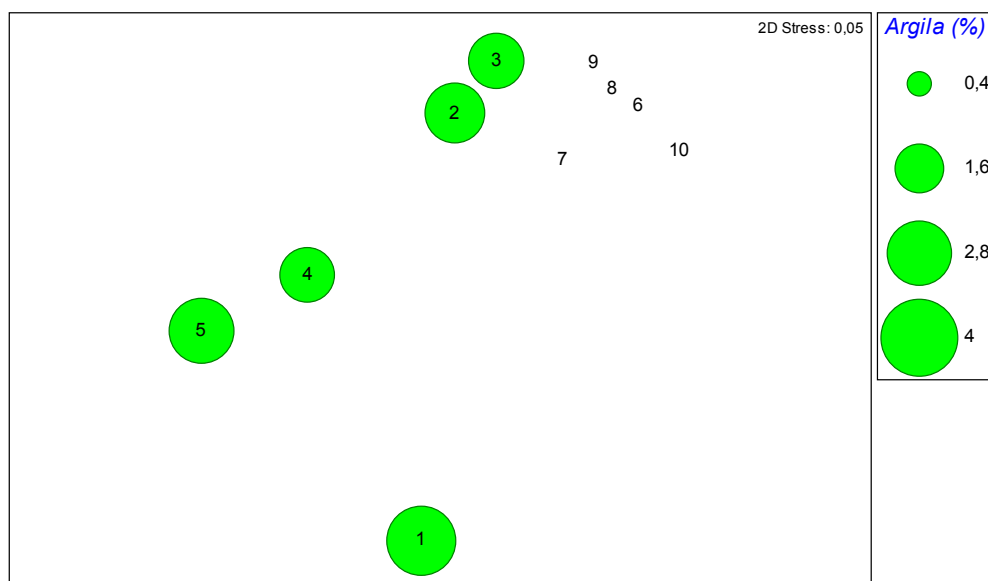


Figura 6.4.4-11 - Valores dos percentuais de argila plotados em cima da estrutura da comunidade obtida pela análise de ordenação multidimensional (conforme mostrado anteriormente na Figura 6.4.4-7). Os diâmetros das circunferências são proporcionais aos valores da variável granulométrica argila, assim, quanto maior o diâmetro da circunferência, maior será o percentual da variável em questão.

Dados Secundários

O levantamento de dados secundários, sobre o zoobentos da área de estudo, revelou a existência de informações para áreas próximas a de influência direta, sendo estes dados oriundos, principalmente, dos esforços do setor público, através das realizações de comissões oceanográficas e programas ambientais.

O primeiro esforço a ser considerado é a campanha oceanográfica GEOCOSTA RIO I, ocorrida em 1979 e realizada pelo “N.Oc. Almirante Saldanha”. Esta comissão ocorreu ao longo da plataforma continental do Estado do Rio de Janeiro, entre as coordenadas 22° 00’00’’S x 41° 00’00’’W e 24° 00’00’’S x 44° 00’00’’W, onde um total de 65 estações foram realizadas até a isóbata de 100 metros. Os moluscos provenientes dessa campanha foram estudados por Absalão (1986). Ainda que esse autor apresenta uma lista geral de espécie para área estudada nessa campanha, a qual é muito maior (mais ampla) que a área de interesse de estudo, podemos observar que alguns gêneros e espécies, anteriormente, citadas por este autor, foram aqui também assinalados. Já Manso (1988) apresentou uma lista de 16 espécies de ofiuróides (Echinodermata) encontrados durante essa campanha.

Outro estudo relevante é o do programa REVIZEE-SCORE SUL, onde foram realizadas várias campanhas oceanográficas entre o litoral do Rio de Janeiro e o Rio de Grande do Sul. Nesse estudo, foram feitas algumas estações em frente a Restinga de Marambaia/Baía de Sepetiba, no entanto, as profundidades dessas estações foram entre 90 e 500 metros, enquanto que as estações de coleta do estudo atual se localizaram entre 35 e 40 metros de profundidade. Assim, uma comparação direta dos dados não seria recomendável, mas não podemos deixar de destacar a existência de informações sobre o zoobentos de áreas próximas, que podem ser encontradas em Amaral & Rossi-Wongtschowski (2004).

6.4.4.4 - Conclusões

As análises multivariadas mostraram uma relação entre a comunidade bentônica e as características granulométricas da área de estudo, assim, qualquer modificação que venha a ocorrer nas características de fundo da área levará, certamente, a modificações na comunidade bentônica local.

A presença de espécies de interesse comercial (*Loligo plei*) e ameaçada de extinção (*Astropecten marginatus*) devem ser considerada na área em questão.

Os indicadores biológicos univariados parecem indicar que as comunidades bentônicas em questão, não estão sujeitas a perturbações (naturais ou antrópicas) que possam ser consideradas relevantes.

6.4.5 - Caracterização da Ictiofauna na Área de Descarte

Com o objetivo de avaliar as indicações sobre dominância e participação das espécies para a fauna ictiológica marinha da região sob influência do descarte de sedimentos provenientes da dragagem do Porto de Sepetiba, foram realizadas duas frentes de trabalho: levantamento bibliográfico e coleta de amostra. A coleta foi realizada somente na região de influência direta da atividade em questão (Figura 6.4.1-1).

6.4.5.1 - Coleta e Obtenção dos Dados

No dia 13 de junho de 2008 foi realizado um arrasto-de-fundo com duração de 60 minutos, em área com aproximadamente 36 metros de profundidade (Quadro 6.4.5-1). Para o arrasto utilizou-se uma embarcação de pesca da frota comercial camaroneira do Rio de Janeiro,

equipada com rede de arrasto-com-portas de 26 metros de comprimento, 20 metros de boca, com malha de 20 mm no corpo e 18 mm no ensacador. As portas pesavam em torno de 60 kg.

Quadro 6.4.5-1 - Dados do arrasto-de-fundo realizado em 13 de junho de 2008 na região da Marambaia, estado do Rio de Janeiro.

	Arrasto
Local	Marambaia
Hora inicial	13h50
Latitude	23o 01' 32,7" S
Longitude	044o 27' 11,4" W
Hora final	14h50
Latitude	23o 01' 29,4" S
Longitude	044o 28' 25,9" W
Profundidade	~36 m

O material capturado foi separado e quantificado, considerando-se os grandes grupos. Todos foram separados por morfotipos, etiquetados e posteriormente identificados a nível específico através de bibliografia especializada, adequada a cada grupo taxonômico (FIGUEIREDO & MENEZES, 1977, 1978, 1980, 2000; MENEZES & FIGUEIREDO, 1980, 1985; MENEZES et al., 2003; NELSON, 2006).

Cada exemplar teve medido o comprimento total (Ct), registrado a cada 0,1 cm com o peixe apoiado em um ictiômetro sobre o lado direito de seu corpo e a nadadeira caudal distendida naturalmente, o peso total (Pt), em uma balança eletrônica com precisão de 0,1 g. Quando possível era realizada a sexagem e a identificação dos estágios gonadais, seguindo a escala proposta por VAZZOLER.

6.4.5.2 - Análise dos Dados

Composição das Capturas

Obteve-se o status de ameaça de extinção de cada espécie, consultando-se três listas: IUCN (2007) e MMA (2004; 2005). Na lista da IUCN (International Union for the Conservation of Nature), para ser classificada em uma categoria, a espécie é avaliada frente a cinco critérios, contemplando-se parâmetros, como por exemplo, a população e tamanho de população, número de indivíduos maduros, tempo de geração, percentual de declínio de indivíduos maduros dentro de um certo período de tempo, entre outros. As categorias utilizadas pela IUCN são: EX - Extinta; EW - Extinta na Natureza; CR - Em estado crítico; EN - Em perigo; VU - Vulnerável; NT - Próxima de risco; DD - Dados Deficientes (não há informações suficientes sobre a abundância e/ou

distribuição das espécies nesta categoria para inferir, direta ou indiretamente, seus status) e LR/LC - Pouco Risco/Baixa Preocupação. No Brasil está em vigência a Instrução Normativa No5 de 2004, do MMA (Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal), que contém duas listas de espécies ameaçadas, cada uma funcionando como uma categoria. A Instrução Normativa No52 de 2005 mantém os mesmos critérios e revê algumas das espécies citadas na anterior.

Abundância e Ocorrência das Espécies

Foram registrados o número de indivíduos e o peso total (em g) de cada espécie. Para cada espécie foi calculado o grau de importância relativa por meio da sua porcentagem numérica (PN%).

$$PN = \frac{n_i}{N} \times 100$$

onde:

n_i = número de indivíduos coletados de uma espécie

N = número total de indivíduos coletados

No presente diagnóstico, para a análise da diversidade biológica da comunidade na área de coleta, foram aplicados os índices mais comumente utilizados, em número de indivíduos, de acordo com LUDWIG & REYNOLDS (1988):

▪ Riqueza de Margalef (d)

$$d = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

onde:

N = número total de indivíduos

S = número de espécies

▪ Diversidade de Shannon-Wiener (H')

$$H' = -\sum p_i (\ln p_i)$$

onde:

p_i = participação relativa (em número, biomassa...) da espécie i

O logaritmo utilizado foi na base neperiana, obtendo a diversidade na unidade nats. Indivíduo-1

▪ Equitabilidade de Pielou (J')

$$J = \frac{H'_{\text{observada}}}{H'_{\text{max}}}$$

onde:

$H'_{\text{max}} (= \ln S)$ é a diversidade máxima possível se todas as espécies apresentarem-se igualmente abundantes.

Os dados foram organizados em tabelas para facilitar a visualização dos padrões de composição e abundância. Todos esses procedimentos foram efetuados a partir das rotinas do programa PRIMER 5.0 for Windows®.

6.4.5.3 - Resultados e Discussão

No **Quadro 6.4.4-6** são listadas as espécies amostradas na área de coleta. Entre as espécies capturadas, ressalta-se que não foram registradas espécies endêmicas e que apenas duas apresentam algum nível de ameaça de extinção, de acordo com critérios da IUCN e do MMA. A maioria das espécies de peixes cartilaginosos é considerada Em Estado Crítico de Ameaça (IUCN, 2007), onde podemos incluir os dois espécimes não identificados de Rajiformes. Muitas espécies de tubarões e raias demersais apresentam evidências de vulnerabilidade devido à sua dependência com o tipo de fundo e por sua modesta migração quando comparada a das espécies pelágicas. As migrações podem ser identificadas como de grande escala e de pequena escala. As migrações de grande escala caracterizam uma espécie que cruza ou há evidências de que pode cruzar regiões, e as migrações de pequena escala são os deslocamentos dentro de uma mesma região, como migrações verticais (na coluna da água), batimétricas (associadas ao fundo) e dentro de baías, estuários, enseadas e lagoas costeiras. Padrões migratórios não são sempre claros, principalmente quando somente parte da população, geralmente a adulta, é que migra.

Além das raias, entre as espécies capturadas no presente levantamento somente *Pagrus pagrus* é considerada como Em Perigo (IUCN, 2007), além de ser relacionada no Anexo II, das IN 5 e 52 do MMA. Nesse anexo estão inclusos as espécies ameaçadas pela atividade pesqueira, mas ainda liberadas para a pesca, sendo recomendada a realização de planos de gestão para tais espécies.

No **Quadro 6.4.4-6** e no **Quadro 6.4.4-7** verifica-se que foram registradas 11 espécies de peixes, distribuídas entre 6 ordens e 10 famílias. Estas espécies totalizaram 186 indivíduos e uma biomassa de 5.811,0g. As espécies que apresentaram as maiores abundâncias relativas percentuais, em número de indivíduos, foram *Dactylopterus volitans* e *Pagrus pagrus*, que representaram, respectivamente, 61,3 e 18,8% do total de indivíduos capturados. *Diplodus argenteus*, *Orthopristis ruber*, *Stephanolepis hispidus* e *Dactylopterus volitans* foram as mais abundantes em peso, representando, 26,5, 20,9, 15,8 e 12,6% da biomassa total capturada, respectivamente. O menor indivíduo capturado media 6,4cm de comprimento total e o maior 38,0cm, sendo respectivamente, um indivíduo de *Pagrus pagrus* e outro de Rajiformes. Com relação ao peso total, em g, o menor (=4,8) indivíduo capturado era de *Pagrus pagrus* e o maior (=597,1) pertencia à *Diplodus argenteus*.

A diversidade específica foi de 1,34 nats/indivíduos, sendo a riqueza específica igual a 2,1 e a participação do número de indivíduos entre as espécies foi de 54% (Quadro 6.4.5-4). Há que se considerar o caráter instantâneo da coleta, isto é do dia e horário em que se baseiam estes dados.

Existem diversas vantagens e desvantagens de se utilizar índices de riqueza, diversidade e equitabilidade para avaliar as mudanças sofridas pelas comunidades de peixes como reflexo da degradação ambiental e, desta forma, aplicar os resultados dentro de um quadro de diagnóstico da qualidade do ambiente. O índice de riqueza, por exemplo, depende do tamanho da amostragem, possui pouca informação sobre as comunidades e varia regionalmente. Uma lista de peixes coletados em amostragens bem conduzidas (i.e., com instrumental adequado em uma malha de amostragem ampla, englobando todos os habitats) pode fornecer mais informações sobre a qualidade ambiental, quando bem interpretado por profissionais que conheçam as necessidades ambientais de cada espécie, do que a simples contagem de taxa existentes em determinada área. Os índices de diversidade e de equitabilidade incorporam pouca informação biológica, o que restringe severamente seus usos em análises ambientais detalhadas, pois estes ignoram a função das espécies na comunidade. Embora mudanças no número de espécies e suas abundâncias relativas influenciam a diversidade, este índice é usualmente insensível para substituições de espécies mesmo em ambientes não degradados a diversidade, a riqueza e a equitabilidade podem variar substancialmente em cada situação sazonal ou entre anos (ANGERMEIER & SCHLOSSER, 1987).

Quadro 6.4.5-2 - Inventário da ictiofauna coletada através de arrasto-de-fundo na região da Marambaia, estado do Rio de Janeiro, no dia 13 de junho de 2008, e seus respectivos nomes vulgares, participações relativas (%) em número de indivíduos e em peso (g), além do status de ameaça, de acordo com uma das 3 listas consultadas (IUCN, CITES e MMA).

Taxa	Nome Vulgar	Nº (%)	Peso (%)	Status
CHONDRICHTHYES				
ELASMOBRANCHII				
EUSELACHI				
Rajiformes	Viola	1,1		CR
ACTYNOPTERYGII				
EUTELEOSTEI				
CYCLOSTOMATA				
Aulopiformes				
Synodontidae				
1. <i>Trachynocephalus myops</i> (Linnaeus, 1766)	Peixe-lagarto	1,6	5,9	
ACANTHOPTERYGII				
Scorpaeniformes				
Dactylopteridae				
2. <i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1759)	Coió	61,3	12,6	
Triglidae				
3. <i>Prionotus nudigula</i> (Bloch, 1797)	Cabrinha	4,3	9,2	

Taxa	Nome Vulgar	Nº (%)	Peso (%)	Status
Perciformes				
Haemulidae				
4. <i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)	Cocoroca	4,3	20,9	
Sparidae				
5. <i>Diplodus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)	Marimbá	1,6	26,5	
6. <i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	Pargo	18,8	5,2	EN
Labridae				
7. <i>Halichoeres radiatus</i> (Steindachner, 1867)	Budião	0,5	1,0	
Pleuronectiformes				
Bothidae				
8. <i>Bothus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)	Linguado	1,6	2,4	
Cynoglossidae				
9. <i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Solha, tapa	0,5	0,4	
Tetraodontiformes				
Monacanthidae				
10. <i>Stephanolepis hispidus</i> Linnaeus, 1766	Peixe-porco	3,8	15,8	
Diodontidae				
11. <i>Chilomycterus spinosus</i> (Linnaeus, 1758)	Baiacú-espinho	0,5		

Quadro 6.4.5-3 - Número de indivíduos, biomassa, amplitude de peso (g) e comprimento total (cm) das espécies capturadas através de arrasto-de-fundo na região da Marambaia, estado do Rio de Janeiro, no dia 13 de junho de 2008.

Taxa	No	Peso total (g)	Comprimento total (cm)			Peso total (g)		
			Min.	Máx.	$\bar{x} \pm s$	Min.	Máx.	$\bar{x} \pm s$
Bothus ocellatus	3	141,8	15,2	15,4	15,3±0,1	43,7	52,8	47,3± 4,8
Chilomycterus spinosus	1	-	-	10,0	-	-	-	-
Dactylopterus volitans	114	731,6	12,6	20,3	16,9±2,5	24,0	98,1	56,3±23,8
Diplodus argenteus	3	1.542,1	27,6	32,6	30,2±2,5	411,7	597,1	514,0±94,2
Halichoeres radiatus	1	57,2	-	15,6	-	-	57,2	-
Orthopristis ruber	8	1.214,9	18,8	23,0	21,7±1,4	106,0	176,8	151,9±22,9
Pagrus pagrus	35	304,5	6,4	11,4	8,6±1,1	4,8	27,3	12,2±4,9
Prionotus nudigula	8	533,4	17,1	18,6	18,0±0,6	59,1	80,6	66,7±7,4
Stephanolepis hispidus	7	915,3	16,4	22,9	18,8±2,2	93,4	203,3	130,8±37,3
Symphurus tessellatus	1	25,0	-	14,8	-	-	25,0	-
Trachynocephalus myops	3	345,2	19,2	25,3	21,7±3,2	68,2	195,6	115,1±70,0
Rajiformes	2	-	-	38,0	-	-	-	-
Total	186	5.811,0	6,4	38,0	80,7±106,5	4,8	597,1	15,5±6,1

Quadro 6.4.5-4 - Abundância em número de indivíduos (N) e em peso (g), além de índices biológicos de diversidade, para as espécies capturadas na região da Marambaia (RJ). Onde: S - número de espécies; d - riqueza de Margalef; J' - equitabilidade de Pielou; H' - diversidade de Shannon-Wiener.

S	N	Peso (g)	d	J'	H' (nats/ind.)
12	186	5.811,0	2,10	0,54	1,34

No **Quadro 6.4.5-5** e no **Quadro 6.4.5-6** são apresentadas a distribuição dos indivíduos coletados entre os sexos e de acordo com os estágios de maturação gonadal. Verifica-se que não foi possível a determinação do sexo da maioria dos indivíduos coletados, que correspondeu a cerca de 80% do total da ictiofauna. Entre os indivíduos que tiveram o sexo determinado, as fêmeas corresponderam a 14,5% e os machos a 9,1% do total amostrado.

Não foi possível determinar o estágio das gônadas de 61,8% do total de indivíduos amostrados. Com relação aos estágios gonadais identificados macroscopicamente, verifica-se que 2,2% das gônadas estavam em processo de maturação; 11,8% estavam maduras; e, 24,2% das gônadas eram imaturas.

Quadro 6.4.5-5 - Número de indivíduos e participação relativa (%), de acordo com os sexos, da ictiofauna coletada na região da Marambaia, através de arrasto-de-fundo.

Sexo	N	%
Fêmeas	27	14,5
Machos	17	9,1
Não-definido	142	76,3
Total	186	100,0

Quadro 6.4.5-6 - Número de indivíduos e participação relativa (%), de acordo com os estágios de maturação gonadal, da ictiofauna coletada na região da Marambaia, através de arrasto-de-fundo.

Estágios	N	%
Maduro	22	11,8
Em maturação	4	2,2
Imaturo	45	24,2
Não-definido	115	61,8
Total	186	100,0

6.4.5.4 - Considerações Finais

As informações existentes nos trabalhos ora analisados mostram-nos que as famílias Ariidae, Gerreidae, Sciaenidae, Carangidae e Sparidae, são as mais abundantes em número de indivíduos. Em número de espécies, as famílias mais representativas são Sciaenidae, Paralichthyidae,

Gerreidae, Gobiidae, Haemulidae e Serranidae e Ariidae. *Genidens genidens*, *Gerres aprion*, *Cathorops spixii* e *Micropogonias furnieri*, nesta ordem, são as espécies mais abundantes e constantes no ambiente estuarino da região em questão. Os dados de nossas coletas não corroboram com esse diagnóstico, mas devemos ressaltar o caráter seletivo e instantâneo de nossos arrastos. Por exemplo, a espécie mais abundante desse sistema oceânico, a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) que representa em torno de 10% da produção pesqueira desembarcada no município de Angra dos Reis, não foi capturada. Pois, trata-se uma espécie pelágica, que é comumente capturada com redes-de-cerco.

A estrutura da ictiofauna parece estar relacionada com o posicionamento da estação de coleta na área de estudo; no entanto, se o posicionamento está associado somente à variável tipo de fundo ou se, na realidade, esse dado é uma medida indireta de uma gama de outras variáveis ambientais, somente avaliações mais acuradas poderiam esclarecer essa questão. Um fator importante que deve ser levado em consideração é o esforço de amostragem que influencia, diretamente, as estimativas de riqueza e diversidade de um determinado ambiente.

Em função das informações fornecidas pelos índices biológicos que indicam que a ictiofauna apresenta relativa baixa diversidade específica, além de apresentar pequena equitabilidade, que seriam indicativos de comunidades em desequilíbrio ecológico; sugere-se que o descarte de lama proveniente da dragagem do Porto de Sepetiba deva alterar positivamente a ictiocenose local ao favorecer a formação de agregados de peixes cianídeos e determinadas espécies de crustáceos, que apresentam importância econômica, ao alterar o tipo de fundo, passando este de arenoso para areno-lodoso. Por outro lado, esta ação pode atuar negativamente na ictiocenose, levando até à substituição de espécies que eventualmente são responsáveis pela estruturação da ictiocenose atual.

Cumprir levar a observação que os valores aqui apresentados são representativos apenas de uma única coleta e de um petrecho. Neste contexto fica evidente a necessidade de monitoramento no sentido de se acompanhar a ictiofauna demersal pelágica marinha local de modo a evitar o processo de degradação.

6.4.6 - Estabelecimento do Background Ambiental do Manguezal Adjacente a Retroárea do Porto Sudeste

6.4.6.1 - Objetivo

Para a avaliação do estado atual e subsídio de trabalhos futuros que objetivam o diagnóstico da qualidade ambiental do manguezal presente nas imediações da retro-area do Porto Sudeste executou-se uma campanha de monitoramento geoquímico do sedimento superficial.

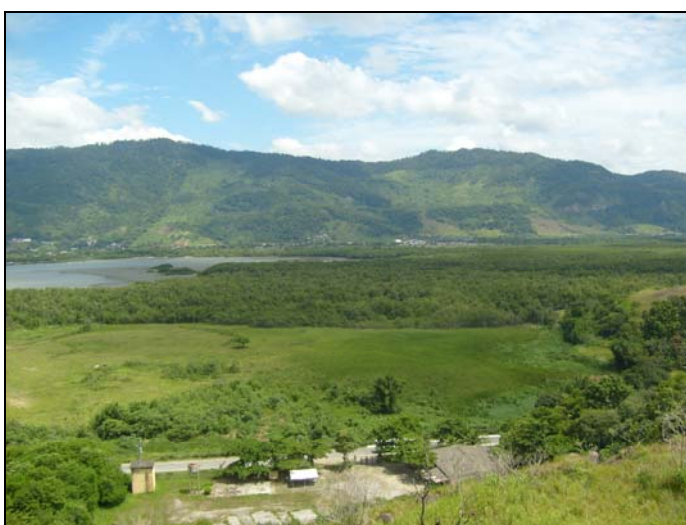


Figura 6.4.6-1 - Ecossistema de manguezal em estudos

6.4.6.2 - Metodologia

- Foram escolhidos 20 pontos para coleta nos quais foram coletadas amostras para análise de:
- Metais Pesados: Arsênio, Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni), e Zinco (Zn);
- Pesticidas e Organo-clorados: BHC (Alfa-BHC), (Beta-BHC), (Delta-BHC), BHC (Gama - BHC/Lindano, Clordano (Alfa), Clordano (Gama), DDD, DDE, DDT, Dieldrin, Endrin;
- Bifenilas Policlorados Totais;
- Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPAs);
- Granulometria;

A Figura 6.4.1-1 representa a malha amostral proposta.

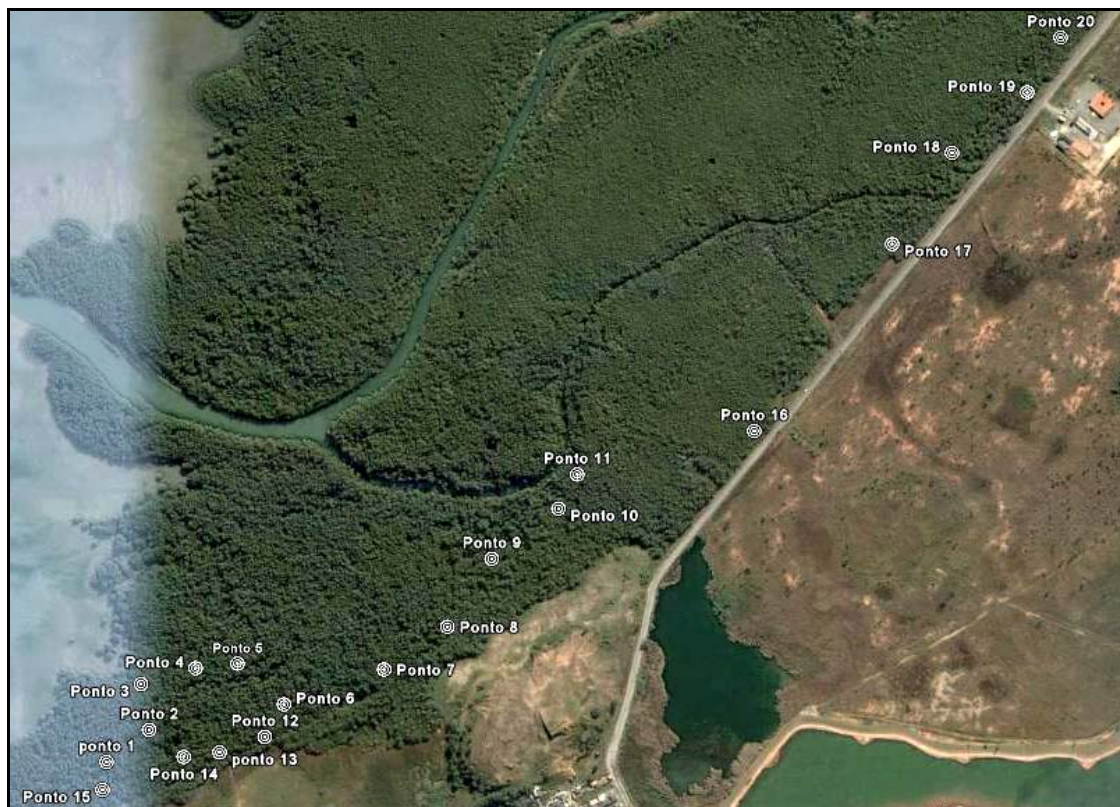


Figura 6.4.6-2 - Malha amostral proposta para a avaliação dos níveis de contaminantes na região de manguezal.

Os pontos foram localizados com GPS e imediatamente anotados em uma planilha de Campo (**Figura 6.4.6-3**).

Para a coleta de amostras destinadas a análises de Hidrocarbonetos foi utilizada uma colher de aço inoxidável. As amostras foram acondicionadas em quentinhas de alumínio previamente descontaminadas e identificadas (**Figura 6.4.6-4**).

Para coleta de amostras destinadas a análises de Metais Pesados e os demais parâmetros foram utilizados sacos plásticos previamente descontaminados e colher de plástico (**Figura 6.4.6-5** e **Figura 6.4.6-6**).

Em ambos os casos as amostras foram acondicionadas em isopor com gelo com o objetivo de preservação da matéria orgânica.



Figura 6.4.6-3 - Localização dos Pontos



Figura 6.4.6-4 - Coleta de material para análise de Hidrocarbonetos Poli Aromáticos



Figura 6.4.6-5 - Coleta de Amostra para análise de Metais pesados



Figura 6.4.6-6 - Coleta de amostras para análise de metais pesados



Figura 6.4.6-7 - Identificação das amostras

As amostras foram imediatamente levadas ao laboratório para posterior análise. Os resultados serão expostos no relatório final de ESTABELECIMENTO DO BACKGROUND AMBIENTAL do Manguezal adjacente a área destinada a instalação da retro área de Porto Sudeste.

6.4.6.3 - Resultados

Metais Pesados

Sabe-se que uma das principais formas de entrada de agentes tóxicos para o ambiente aquático se dá através do lançamento direto de despejos sólidos e líquidos industriais, o que determina a necessidade de controlar essas fontes poluidoras. E, apesar de não terem sido ainda totalmente controladas, alguns dos casos graves de poluição ambiental estão sendo enfrentados não apenas no Estado do Rio de Janeiro, mas também em outras regiões do país. Entretanto, não se pode subestimar a necessidade de detectar, avaliar e controlar os poluentes tóxicos lançados no ambiente através de atividades industriais.

Metais são componentes naturais da água do mar e sedimentos, e somente seu excesso é considerado como poluição. Vários metais são essenciais para organismos vivos, sendo que alguns estão presentes em grandes quantidades nos tecidos - sódio, potássio, cálcio, etc., outros somente em quantidades traços - zinco, cobre, cobalto, etc. Nenhuma função biológica tem sido estabelecida para outros metais, tais como cádmio, chumbo, mercúrio, etc., os quais são usualmente tóxicos para animais e plantas (White e Rainbow, 1985).

Uma vez introduzidos no ambiente, os metais pesados estão sujeitos a processos que promoverão sua dispersão ou acumulação, dependendo de diversas condições do ambiente, e de características intrínsecas destes metais, podendo causar efeitos adversos a biota, e, por conseguinte, as populações adjacentes.

Manguezais são regiões estuarinas próximas ao mar, que recebem tanto água salgada, pela ação das marés, como água doce dos rios que ali desembocam. É um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestres e marinhos, característicos de regiões costeiras tropicais e subtropicais estabelecendo-se nas zonas entre marés e sujeito ao regime das marés. (Soares, 1997).

A determinação de metais pesados em sedimentos de manguezais constitui um dado importante para o estabelecimento de critérios de qualidade e de controle da poluição em geral. Nos países industrializados, predominantemente em regiões temperadas, esse tipo de estudo é bastante

freqüente. No Brasil, estudos desse tipo têm sido realizados em áreas sob pressão ambiental, como, Baía de Santos e de Guanabara (LACERDA et al., 1982), entretanto poucos dados existem para regiões isentas de poluição e praticamente inexistem para áreas tropicais.

Os dados foram comparados com a literatura disponível. Através deste confronto verificou-se que o Pb, o Zn e o Cd se apresentaram acima dos níveis naturais de ambientes naturais, segundo o Terekian & Wedephol, 1961.

Quadro 6.4.6-1 - Confronto dos Valores Obtidos com a Literatura

Elemento (ppm)	Presente Estudo (Valor máximo atingido)	Estuário do Rio Frade (RJ)	Estuário Rio Guarda (RJ)	Folhelhos Padrão	Nível de Base Natural	Nível de Base Natural - EPA
Pb	46,04	48,00	200	20,00	19	23,00
Cu	16,37	45,00	<45,00	45,00	33	39,00
Cr	18,20	-	-	90,00	90	90,00
Zn	647,7	95,00	855,00	95,00	95	120,00
Cd	39,3	<1,0	3,9	0,30	0,22	-
As	<0,01	-	-	-	-	-
Ni	21,31	-	-	90,0	52,00	68,00
Hg	0,092	-	-	-	-	0,18
Fonte		Lacerda e Pfeifer (1989)	Lacerda e Pfeifer (1989)	Santos et al., 1997	Turekian & Wedephol (1961)	

Através das concentrações dos metais registradas elaborou-se mapas onde o tamanho dos círculos é proporcional a concentração obtida.



Círculos Amarelos = concentrações abaixo do nível 1 (Conama 344)
Círculos Vermelhos = concentrações acima do nível 1 (Conama 344)

Figura 6.4.6-8 - Variação Espacial das Concentrações de Chumbo (ppb)

O chumbo apresentou apenas um ponto acima dos níveis estabelecidos pela resolução Conama 344. Este ponto está localizado perto de uma rodovia o que pode ser a razão pelo aumento da concentração.



Círculos Amarelos = concentrações abaixo do nível 1 (Conama 344)
Círculos Vermelhos = concentrações acima do nível 1 (Conama 344)

Figura 6.4.6-9 - Variação espacial das concentrações de Cádmio (ppb)

Quanto ao Cádmio, este se apresentou na grande maioria dos pontos acima do nível 1 estabelecido pela Conama 344. A provável fonte deste metal é a área de disposição de Metais da Ingá, cuja drenagem leva os metais solubilizados diretamente para a área estudada.



Círculos Amarelos = concentrações abaixo do nível 1 (Conama 344)
Círculos Vermelhos = concentrações acima do nível 1 (Conama 344)

Figura 6.4.6-10 - Variação espacial das concentrações de Zinco (ppb)

Também o Zn apresentou amostras com concentrações estabelecidas para o nível 1 da Conama 344. Sua fonte deve ser a mesma do Cádmio, como cotado anteriormente.



Círculos Amarelos = concentrações abaixo do nível 1 (Conama 344)
Círculos Vermelhos = concentrações acima do nível 1 (Conama 344)

Figura 6.4.6-11 - Variação espacial das concentrações de Cromo

O Cromo se apresentou próximo aos níveis normais para esta área. Seu valor máximo registrado atingiu 18,20 ppm.



Círculos Amarelos = concentrações abaixo do nível 1 (Conama 344)
Círculos Vermelhos = concentrações acima do nível 1 (Conama 344)

Figura 6.4.6-12 - Variação espacial das concentrações de Mercúrio (ppb)

O Mercúrio também apresentou níveis abaixo tanto da legislação (Conama 344) quanto aos níveis disponíveis na literatura para o folhelho padrão. Seu valor máximo atingiu 0,092ppm.



Círculos Amarelos = concentrações abaixo do nível 1 (Conama 344)
Círculos Vermelhos = concentrações acima do nível 1 (Conama 344)

Figura 6.4.6-13 - Variação espacial das concentrações de Níquel (ppb)

O Níquel apresentou também valores abaixo aos estabelecidos pela legislação e aos disponíveis na literatura para o folhelho padrão, não evidenciando contaminação por este metal.



Círculos Amarelos = concentrações abaixo do nível 1 (Conama 344)
Círculos Vermelhos = concentrações acima do nível 1 (Conama 344)

Figura 6.4.6-14 - Variação espacial das concentrações de Cobre (ppb)

O valor máximo de Cobre foi de 16,37. A Conama 344 estabelece que o valor referente ao nível 1 é de 34,00, ou seja bem acima da concentração registrada. Para o folhelho padrão considera-se normal o valor de 39,00 ppm.

Para Pesticidas Organoclorados e PCB's

Para os pesticidas organoclorados e PCB's incluindo: Alfa-BHC, Beta-BHC, Gama-BHC (Lindano), Delta-BHC, 4,4-DDE (p,p-DDE), Dieldrin, Endrin, 4,4-DDD (p,p-DDD), 4,4-DDT (p,p-DDn), Alfa-clordano, e Gama-clordano, todas as amostras analisadas apresentaram concentrações menores que o limite de detecção do método empregado, e conseqüentemente, bem abaixo dos limites da resolução CONAMA 344 para disposição de material dragado, caracterizando os sedimentos do manguezal como não-contaminados para estas substâncias.

Hidrocarbonetos Polinucleares Aromáticos (HPA's)

Para os Hidrocarbonetos Polinucleares Aromáticos (HPA's) incluindo: Naftaleno, 2-Metil naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(a)antraceno, Criseno, Benzo(a)pireno, Dibenzo(a,h)antraceno e Somatório de HPA, os resultados são apresentados no **Quadro 6.4.1-1**, para as 50 amostras analisadas, todas as amostras analisadas apresentaram concentrações menores que o limite de detecção do método empregado, e conseqüentemente, bem abaixo dos limites da resolução CONAMA 344, caracterizando os sedimentos do manguezal como não-contaminados para estas substâncias.

6.4.6.4 - Estabelecimento de um Baseline para Ruídos

Introdução

Dentre os fatores ambientais que resultam na perda de qualidade de vida, incluem-se ruído, poluição causada pela emissão de gases, riscos de segurança e aglomeração de grande número de veículos ou pessoas. Esses fatores são, em sua maioria, conseqüências da concentração de atividades econômicas nos grandes centros urbanos.

O barulho excessivo degrada seriamente a qualidade do meio ambiente e é um dos problemas ambientais mais freqüentes nas grandes cidades. Entre as principais fontes de ruídos nos centros urbanos estão as construções civis. Todavia, a quantidade de ruído gerada por cada atividade varia de acordo com suas características (tais como a intensidade de uso e tipo de maquinário ou o uso de sistemas de auto-falante) e com a instalação de dispositivos de controle de ruído.

Poucas são as informações a respeito dos níveis de ruídos nas imediações da área destinada a instalação do Porto Sudeste. Para a caracterização dos níveis de ruídos pré-existentes, utilizou-se dados secundários levantados nos estudos de impacto ambiental da referente a instalação do Complexo Siderúrgico da CSA assim como o levantamento de dados primários.

Na execução do EIA da CSA foram realizadas medições em pontos situados no limite do terreno onde foi instalada o Complexo Siderúrgico (CSA) e nos receptores mais próximos desta área. Este conhecimento irá embasar a avaliação sobre possíveis alterações advindas com a implantação e operação do empreendimento no que tange ao nível de pressão sonora.

Já no caso do levantamento de dados primários foram feitas medidas “in loco”, na área de instalação do Porto Sudeste.

Objetivo

O presente relatório tem como objetivo avaliar e descrever os procedimentos de medição adotados para a avaliação do ruído em áreas habitadas conforme a Resolução CONOMA 001, de 08 de março de 1990, publicada no D.O.U. de 02/04/90, utilizando os critérios da NBR 10.151/2000 - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade e NBR 10.152 / 1987 - Níveis de ruído para conforto acústico.

Metodologia

A avaliação de ruído foi realizada no dia 09 de julho de 2008. Foram realizadas medições do nível da pressão sonora em onze pontos distintos, apontados na **Figura 6.4.6-15**, selecionados após um estudo prévio da área onde será implantado o futuro empreendimento. Estes pontos de medição estão numerados seqüencialmente, por ordem cronológica do horário da medição, e não necessariamente por categoria de ponto.



Figura 6.4.6-15 - Pontos de medição dos níveis de ruídos

Em cada ponto selecionado, foram feitas medições de nível sonoro, com um período de amostragem de 5 minutos, sempre até se obter a estabilização dos resultados medidos. Para a realização dos trabalhos de campo, foram utilizados os seguintes equipamentos:

As medições seguiram as recomendações da NBR 10.151/2000 - Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento.

Medidor de Nível Sonoro: Marca Brüel & Kjær, modelo 2236, com análise estatística de dados. Com certificado de calibração nº 8251, emitido em 21/06/2004, pelo laboratório da Chrompack (pertencente à RBC - Rede Brasileira de Calibração, conforme credenciamento nº 256, emitido pelo Cgre/Inmetro).

Calibrador Acústico: Marca Brüel & Kjær, modelo 4231, devidamente aferido pelo fabricante. Com certificado de calibração nº 8250, emitido em 21/06/2004, pelo laboratório da Chrompack (pertencente à RBC - Rede Brasileira de Calibração, conforme credenciamento nº 256, emitido pelo Cgre/Inmetro).

A norma NBR 10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade, revisão de 2000, considera recomendável, para conforto acústico, os níveis máximos de ruído externo conforme expostos abaixo.

Quadro 6.4.6-2 - Quadro de Ruído NBR 10.151

Limites de Ruído conforme NBR 10.151		
Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Obs.: Caso o nível de ruído preexistente no local seja superior aos relacionados neste quadro, então este será o limite.

A reação pública a uma fonte de ruído normalmente só ocorre se for ultrapassado o limite normalizado, e é tanto mais intenso quanto maior o valor desta ultrapassagem.

Segundo a NBR 10.151, revisão de 1987 (item 3.4.2): “Diferenças de 5 dB(A) são insignificantes; queixas devem ser certamente esperadas se a diferença ultrapassar 10dB(A).”

Resultados

Quadro 6.4.6-3 - Níveis de Ruídos Registrados na Campanha de Campo

Pontos	Data	Hora	Valor(dB)
P 1	09/07/2008	11:00 Hs	56
P 2	09/07/2008	11:06 Hs	55
P 3	09/07/2008	11:14 Hs	62
P 4	09/07/2008	11:25 Hs	68
P 5	09/07/2008	11:31 Hs	65
P 6	09/07/2008	11:39 Hs	68
P 7	09/07/2008	11:46 Hs	68
P 8	09/07/2008	11:54 Hs	60
P 9	09/07/2008	12:18 Hs	61
P 10	09/07/2008	12:26 Hs	60
P 11	09/07/2008	12:35 Hs	58

O **Quadro 6.4.6-4** descreve o Anexo I da NBR 10.151/ 2000, que estabelece os níveis de som e ruído máximos permissíveis.

Quadro 6.4.6-4 - Valor do Nível de Avaliação (NCA) Aplicado Para a Área

Tipos de Áreas	Período Diurno	Período Noturno	Zoneamento Municipal (por similaridade)
Áreas de sítios e fazendas	40	35	(Zonas de preservação e conservação de unidades de conservação ambiental e zonas agrícolas) ZA, ZCVS, ZPVS, ZCA, ZE 6
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou escolas	50	45	ZRU, ZE 1, ZE 2
Área mista, predominantemente residencial	55	50	ZR 1, ZR 2, ZR 6, ZOC, ZE 4
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55	ZR 1, ZR 4, ZR 5, ZUM, CB de ZR, ZC, ZCS, ZRM, ZE 3, ZE 7, ZE 8
Área mista, com vocação recreacional	65	55	ZT, AC, ZP, ZTE, CB de ZT, ZEC cultural
Área predominantemente industrial	70	60	ZI, ZIC, CB de ZI, ZEE, ZEI, ZPI, ZUPI

Conclusão

A região em estudos já apresenta altos índices de ruídos, decorrentes provavelmente a existência de atividade como produção de brita pela Pedreira Sepetiba e alto movimentação de automóveis decorrentes de atividades turísticas e comerciais.

ANEXOS

ANEXO 1 - LAUDOS TÉCNICOS

ANEXO 1.1 - AMOSTRAS DE ÁGUA

ANEXO 1.2 - AMOSTRAS DE SEDIMENTOS