

FUNDAÇÃO
LUIZ ENGLERT
ENTIDADE DE APOIO A UFRGS DESDE 1965



USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI MUNICÍPIO DE CANDIOTA/RS

MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES AMBIENTAIS

**Adendo ao Terceiro Relatório Parcial
Trimestral**

Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011

Abri/2014



À Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica

Aos cuidados: Eng^a Simone Soccá

A Fundação Luiz Englert, através do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, apresenta o ADENDO ao Terceiro Relatório Parcial Trimestral de atividades referente ao contrato nº CGTEE/DTC/068/2011.

Neste **ADENDO** ao Terceiro Relatório Parcial Trimestral serão apresentados os Resultados para o compartimento **SEDIMENTOS** do ambiente aquático e para os **Bioindicadores da Qualidade do Ar** do ambiente terrestre.

Porto Alegre, 22 de abril de 2014.

Catarina da Silva Pedrozo
Coordenadora do Projeto
Centro de Ecologia/UFRGS

SUMÁRIO

1. Objeto do Estudo

2. Programa de Monitoramento para o Ambiente Aquático

3. Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Aquático

4. Sedimentos

4.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

4.2 Coleta e Preservação das Amostras

4.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio

4.4 Indicadores de Qualidade de Sedimentos

4.5 Resultados e Considerações

4.5.1 Física dos Sedimentos

4.5.2 Química dos Sedimentos

5. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

5.1 Rede de Monitoramento Ambiental

6. Bioindicadores da Qualidade do Ar

6.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

6.2 Trabalho de Campo

6.3 Técnicas de Amostragem

6.3.1 Biomonitoramento Passivo

6.3.2 Biomonitoramento Ativo

6.4 Métodos analíticos

6.5 Resultados parciais

6.5.1 Biomonitoramento passivo

6.5.2 Biomonitoramento ativo

7. Referências Bibliográficas

8. Equipe de Trabalho

ANEXOS

Relatórios de Ensaio

MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES AMBIENTAIS DA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DA USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI, MUNICÍPIO DE CANDIOTA/RS

1. Objeto do Estudo

O presente Programa de Monitoramento Ambiental está constituído pelo Programa de Monitoramento para o Ambiente Aquático e Terrestre e estes, pelo conjunto de Planos Ambientais associados aos diversos compartimentos ambientais considerados.

O ambiente aquático tem uma rede de monitoramento comum para os compartimentos: Água superficial, Sedimento e Bioindicadores ambientais (fitoplâncton e perifiton, zooplâncton, macrofauna bentônica e ictiofauna).

Para o ambiente terrestre, a rede de monitoramento, sempre que possível, é comum para os compartimentos: Fauna Local (herpetofauna, avifauna), Flora local, Bioindicadores para a Qualidade do Ar e Solo com seu Estrato Vegetal para atividades pecuárias.

Os pontos amostrais e o monitoramento realizado, para os diversos compartimentos, estão de acordo com o "PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DA USINA TERMELÉTRICA DE CANDIOTA, MUNICÍPIO DE CANDIOTA/RS", elaborado em agosto de 2006 por solicitação da CGTEE.

Neste **ADENDO** ao Terceiro Relatório Parcial Trimestral serão apresentados os Resultados para o compartimento **SEDIMENTOS** do ambiente aquático e para os **Bioindicadores da Qualidade do Ar** do ambiente terrestre.

2. Programa de Monitoramento para o Ambiente Aquático

Para este ambiente estão considerados os compartimentos: água superficial, sedimento e bioindicadores ambientais (fitoplâncton e perifiton, zooplâncton, macrofauna bentônica e ictiofauna).

3. Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Aquático

A localização das Estações Amostrais foi definida no PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL com a necessidade de deslocamento do ponto amostral PM 7, conforme justificado no Primeiro Relatório Parcial Trimestral de 2007. A Figura 3.1 e o Quadro 3.1 apresentam os pontos de monitoramento do ambiente aquático.

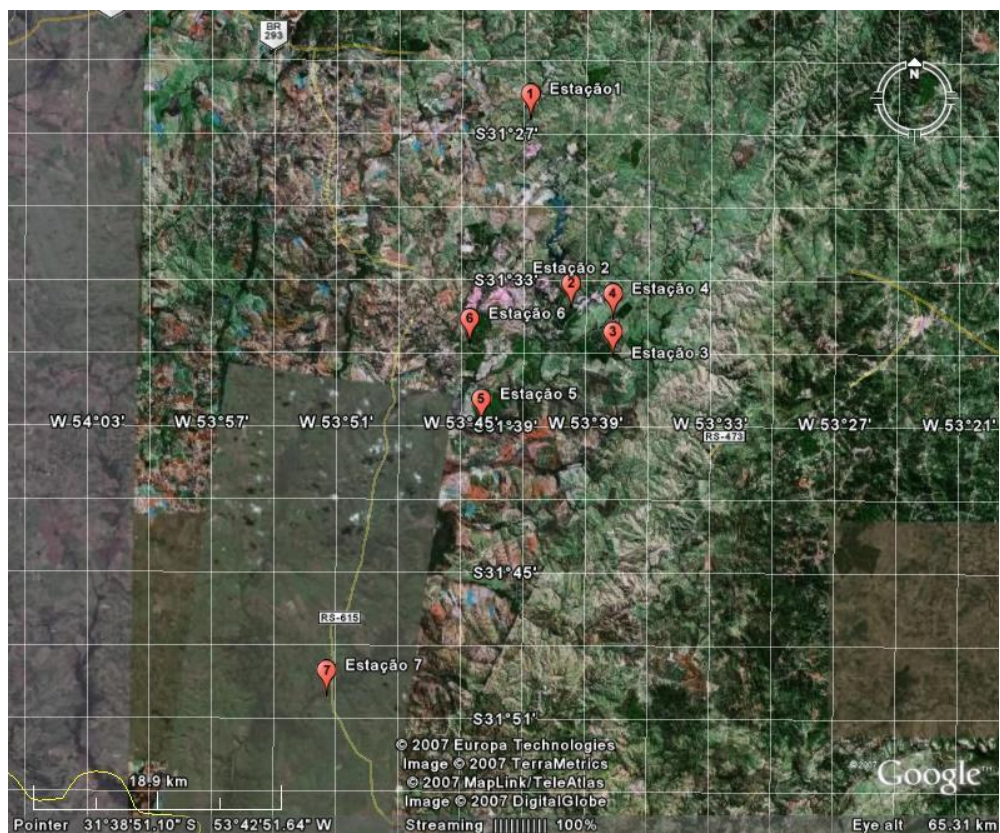


Figura 3.1. Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento

Quadro 3.1. Localização das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Aquático

Estação Amostral	Curso d' água	Descrição do Ponto
PM 1	Arroio Candiota	Ponto à montante da BR 293, visando ser a estação amostral de referência Coordenadas UTM 22J 6518528 / 243952
PM 2	Arroio Candiota	Ponto à jusante da Barragem I, visando avaliar todas as atividades desenvolvidas à montante da contribuição dos efluentes hídricos da Usina, visando ser a estação amostral de referência Coordenadas UTM 22J 6506688 / 246690
PM 3	Arroio Candioteinha	Ponto à montante do deságüe no Arroio Candiota, visando avaliar as atividades das indústrias cimenteiras no corpo receptor Coordenadas UTM 22J 6500592 / 250676
PM 4	Arroio Candiota	Ponto à jusante do deságüe dos efluentes da Usina e à montante do deságüe Arroio Candioteinha, visando avaliar as atividades da Usina no corpo receptor Coordenadas UTM 22J 6503415 / 246365
PM 5	Arroio Candiota	Ponto à jusante do deságüe Arroio Candioteinha, visando avaliar as atividades da Usina no corpo receptor Coordenadas UTM 22J 6495108 / 240637
PM 6	Arroio Poacá	Ponto após contribuição da Sanga da Carvoeira, visando avaliar as atividades de mineração de carvão no corpo receptor Coordenadas UTM 22J 6501568 / 239615
PM 7	Arroio Candiota	Ponto após a foz do Arroio Poacá e à jusante de todas as fontes consideradas potencialmente geradoras de impactos ambientais Coordenadas UTM 22J 6474399 / 229614

4. SEDIMENTOS

4.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais, identificadas pelo número 1 a 7, estão apresentadas no Quadro 3.1.

Os parâmetros ambientais monitorados nos sedimentos estão apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Parâmetros para monitoramento dos Sedimentos

Metais Totais: Al, Fe, Cu, Hg, As, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, Zn
Metais Potencialmente móveis: Al, Fe, Cu, Hg, As, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, Zn
pH
Matéria Orgânica
Textura Granulométrica
Toxicidade com <i>Hyalella azteca</i>

4.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 20 a 22 de janeiro de 2014. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu parcialmente nublado, com chuvas esparsas e temperatura do ar variando no intervalo de 21,6 a 35,0 °C.

Os sedimentos superficiais de fundo foram localizados em campo com o auxílio de um posicionador geográfico Garmin eTREX-Vista.

Os amostradores utilizados foram do tipo do tipo “corer”, associado a um extrudor, “mud snaper”, draga de “Petersen” e um busca fundo do tipo “Van Veen” para possibilitar a amostra no primeiro centímetro da camada de fundo. A utilização de um ou de outro foi determinada pelas condições de fluxo dos locais amostrados.

Os sedimentos superficiais de fundo, estudados do ponto de vista ecotoxicológico foram coletados utilizando-se draga do tipo Eckmann. As amostras para o ensaio de Toxicidade aguda com *H. azteca* com peso mínimo de 200g, foram armazenadas em frascos de polietileno, refrigeradas.

Para avaliação da Física dos Sedimentos as amostras foram processadas de acordo com a seguinte rotina laboratorial; ao chegarem foram secas em estufa a uma temperatura de 60⁰C, em seguida homogeneizadas com pistilo encapuzado com borracha e quarteadas uma a uma, em peso aproximado de 50g. Posteriormente, foram submetidas aos processos de análise granulométrica, seguindo a metodologia descrita por KRUMBEIN & PETTIJOHN (1938).

A análise da fração grosseira (grãos com diâmetros maiores ou igual a 0,062mm) foi realizada com peneiras com malhas graduadas em intervalos de 1/2 de fi, a fração fina (grãos menores do que 0.062mm) foi analisada pelo método da pipetagem.

A interpretação dos resultados obtidos nas análises foi feita com base na aplicação dos métodos de FOLK & WARD (1957), PASSEGA (1957), VISHER (1969) e SAHU (1964).

4.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio

Para avaliação da Física dos Sedimentos as amostras foram processadas de acordo com a seguinte rotina laboratorial; ao chegarem foram secas em estufa a uma temperatura de 60⁰C, em seguida homogeneizadas com pistilo encapuzado com borracha e quarteadas uma a uma, em peso aproximado de 50g. Posteriormente, foram submetidas aos processos de análise granulométrica, seguindo a metodologia descrita por KRUMBEIN & PETTIJOHN (1938).

A análise da fração grosseira (grãos com diâmetros maiores ou igual a 0,062mm) foi realizada com peneiras com malhas graduadas em intervalos de 1/2 de fi, a fração fina (grãos menores do que 0.062mm) foi analisada pelo método da pipetagem.

A interpretação dos resultados obtidos nas análises foi feita com base na aplicação dos métodos de FOLK & WARD (1957), PASSEGA (1957), VISHNER (1969) e SAHU (1964).

As metodologias analíticas seguidas para a Química dos Sedimentos estão descritas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Métodos analíticos empregados nas amostras de sedimentos

Ensaio	Método Analítico
Metais Totais: Hg, As, Cr, Mn, Cu, Ni, Zn, Al	Digestão por microondas EPA 3052 e determinação em ICO-OES EPA 6010C.
Metais Totais: Cd, Pb	Digestão por microondas EPA 3052 e determinação com Forno de Grafite.
Metal Total: Fe	Digestão por microondas EPA 3052 e determinação EPA 7471.
Metais potencialmente móveis: Hg, As, Cr, Mn, Cu, Ni, Zn, Al	Lixiviação ácida EPA 3050 e determinação em ICO-OES EPA 6010C.

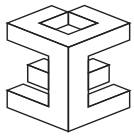
Metais potencialmente móveis: Cd, Pb	Lixiviação ácida EPA 3050 e determinação com Forno de Grafite.
Metal potencialmente móvel: Fe	Lixiviação ácida EPA 3050 e determinação EPA 7471.
pH	Método potenciométrico
Textura Granulométrica	Peneiras e Análise microscópica
Toxicidade com <i>Hyalella azteca</i>	Avaliação de sobrevivência e crescimento em peso e ABNT NBR 15470/2007

Os Relatórios de Ensaio referentes a estas coletas estão apresentados em anexo. Estes Relatórios de Ensaio apresentam a metodologia e o Limite de Detecção do Método utilizado para cada parâmetro monitorado.

4.4 Indicadores de Qualidade de Sedimentos

A partir das medidas dos conteúdos dos elementos químicos presentes nos sedimentos de fundo foram calculados:

- **Índice de toxicidade aparente**, ou seja a relação entre a concentração do metal pesado e a sua tolerância crítica. A tolerância crítica calculadas pela PSWQA para os metais nos sedimentos foram: Cádmio (5,1 ppm), Cromo (260 ppm), Cobre (390 ppm), Mercúrio (0,41 ppm), Chumbo (450 ppm), Zinco (410 ppm). Portanto o índice de toxicidade aparente é o resultado do quociente entre o conteúdo do metal encontrado no sedimento estudado e a sua tolerância crítica. Por exemplo, se a medida do conteúdo de Chumbo no sedimento for de 460 ppm, o índice de toxicidade aparente é $460\text{ppm}/450\text{ppm}$, isto fornece um número de 1,02. Quando o valor deste índice for igual a 1, significa dizer que a tolerância crítica e a toxicidade potencial se confundem. Acima de 1, o metal pesado passa a ser potencialmente tóxico.



- Fator de contaminação ou o fator de enriquecimento que é a expressão em termos de relacionamento entre a concentração de um elemento ou substâncias nas camadas sedimentares de fundo fluvial e o nível de base natural (background) para os metais. O **fator de Contaminação**, para a descrição do grau de contaminação de substâncias tóxicas no Arroio Candiota foi utilizado, o fator de contaminação estabelecido por HAKANSON(1980):

$$C_f^i = C_{o-1}^i / C_n^i$$

Onde:

C_f^i é o fator de contaminação;

C_{o-1}^i é o conteúdo médio da substância encontrado nos sedimentos estudados expresso em $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$;

C_n^i é a referência pré-industrial, ou seja as taxas consideradas naturais, ou ainda os níveis de base para a região sem contaminação.

O fator de contaminação calculado foi classificado nominalmente expressando o estado frente aos conteúdos de metais encontrados, isto é:

$C_f^i < 1$ fator de contaminação baixo.

$1 \leq C_f^i < 3$ fator de contaminação moderado.

$3 \leq C_f^i < 6$ fator de contaminação considerável.

$C_f^i \geq 6$ fator de contaminação muito alto.

- **Grau de contaminação**, na seqüência desta metodologia, HAKANSON (1980), é calculado, é a soma de todos os fatores de contaminação encontrados para os sedimentos fluviais, ou seja:

$$C_d = \sum_{i=1}^6 C_f^i = \sum_{i=1}^6 C_{o-1}^i / C_n^i$$

Este cálculo é o somatório dos fatores de contaminação para cada um dos elementos medidos. O grau de contaminação obtido forneceu uma classificação nominal:

$Cd < 6$	baixo grau de contaminação
$6 \leq Cd < 12$	moderado grau de contaminação
$12 \leq Cd < 24$	considerável grau de contaminação
$Cd > 24$	muito alto grau de contaminação

- **Valores Guias da Qualidade dos Sedimentos (SQGs)**

Foram utilizados duas diferentes concepções de Linhas da Qualidade de sedimentos:

- a) O uso dos “backgrounds” ou referenciais pré-industriais;
- b) Os valores-guias da qualidade de sedimentos são valores químicos numéricos expressos em escala de concentrações, taxas que servem como base para se avaliar a qualidade dos sedimentos quanto a presença de substâncias quimicamente potencialmente tóxicas à biota.

Os valores estabelecidos (Tabela 4.3) como taxas médias para Crosta Terrestre (Crosta) e Sedimentos (Sed) por BOWEN (1979), e os valores Clarke que é uma unidade de cálculo de abundância de um elemento na crosta terrestre, adotada pela Geoquímica, expressa normalmente em partes por milhão, e pode ser considerada uma jazida mineral como uma formação geológica em que a concentração de algum ou de alguns elementos seja superior ao “Clarke” daqueles elementos em questão.

Tabela 4.3 - Valores médios obtidos por BOWEN (1979) para crosta terrestre, sedimentos, argilas marinhas, carbonatos marinhos, xisto médio, arenito médio e os valores Clarke para os elementos do estudo.

Elementos	Crosta	Sedimentos	Argilas Marinhas	Carbonatos marinhos	Xisto medio	Arenito Medio	Valor Clarke
Al(ppm)	82000	72000	94000	42000	88000	43000	83600
As(ppm)	1,5	7,7	13	1	13	1	1,8
Cd(ppm)	0,11	0,17	0,21	0,23	0,22	0,05	0,16
Cr(ppm)	100	72	90	11	90	35	122
Cu(ppm)	50	33	25	30	39	30	68
Fe(ppm)	41000	41000	58000	27000	48000	29000	62200
Hg(ppm)	0,05	0,19	0,08	0,46	0,18	0,29	0,086
Mn(ppm)	950	770	6700	1000	850	460	1060
Ni(ppm)	80	52	225	30	68	9	99
Pb(ppm)	14	19	80	17	23	10	13
Zn(ppm)	75	95	165	35	120	30	76

A segunda concepção são modelos chamados de estatísticos (SQGs - Sediment Quality Guidelines) que estabelecem relações entre as concentrações de metais com as frequências de ocorrência de efeito adverso observados nos organismos-testes, tanto *in situ* como em ambiente laboratorial. Esta experimentação gerou limites teóricos abaixo dos quais as populações de organismos estariam, em tese, protegidas.

Os SQGs foram estabelecidos após a análise estatística da probabilidade de morte relacionada com (ou outros parâmetros) em diversos organismos sob uma variedade de conteúdo químico, usando um banco de dados. As concentrações em sedimentos que se apresentam acima do referencial TEC-PEC, TEL-PEL, LEL-SEL e ERL-ERM devem ser associados com efeitos adversos na biota.

Utilizam-se quatro conjuntos de Valores Guias da qualidade para o sedimento (Tabelas 4.4 a 4.7).

Tabela 4.4: TEC (Concentração Limiar de Efeito) – PEC (Concentração de Provável Efeito).

Elementos	MEC**	PEC**
Al(ppm)		
As(ppm)	21,4	33
Cd(ppm)	3	5
Cr(ppm)	76,7	110
Cu(ppm)	91	150
Fe(ppm)	3	4
Hg(ppm)	0,64	1,1
Mn(ppm)	780	1100
Ni(ppm)	36	49
Pb(ppm)	83	130
Zn(ppm)	290	460

Tabela 4.5 - LEL (Nível de Efeito Baixo) –SEL (Nível de Efeito Severo)

Elementos	LEL***	SEL***
Al(ppm)		
As(ppm)	6	33
Cd(ppm)	0,6	10
Cr(ppm)	26	110
Cu(ppm)	16	110
Fe(ppm)	2	4
Hg(ppm)	0,2	2
Mn(ppm)	460	1100
Ni(ppm)	16	75
Pb(ppm)	31	250
Zn(ppm)	120	820

Tabela 4.6 - ERL (Intervalo de efeito Baixo) – ERM (Intervalo de Efeito Médio).

Elementos	ERL*	ERM *
Al(ppm)		
As(ppm)	8,2	70
Cd(ppm)	1,2	9,6
Cr(ppm)	81	370
Cu(ppm)	34	270
Fe(ppm)		
Hg(ppm)	0,15	0,71
Mn(ppm)		
Ni(ppm)	20,9	51,6
Pb(ppm)	46,7	218
Zn(ppm)	150	410

Tabela 4.7 – Taxas CETESB

	TEL		PEL		
Qualidade	Otima	Boa	Regular	Ruim	Pessima
As(µg/g)	<5,9	5,9...11,5	>11,5...<17,4	17...25,5	>25,5
Cd(µg/g)	<0,6	0,6...2,1	>2,1...<3,5	3,5...5,3	>5,3
Pb(µg/g)	<35,0	35,0...63,2	>63,2...<91,3	91,3...137,0	>137
Cu(µg/g)	<35,7	35,7...116,4	>116,4...<197,0	197...295	>295,5
Cr(µg/g)	<37,3	37,3...63,7	>63,7...<90,0	90...135	>135
Hg(µg/g)	<0,170	,170...0,32	>0,32...<0,4	0,4...0,72	>0,729
Ni(µg/g)	<0,18	18,0...27,0	>27,0...<36,0	36...54	>54
Zn(µg/g)	<123	23,0...219	>219...<315	315...473	>473

- Fator de Mobilidade dos Metais

As formas que interessam do ponto de vista ambiental são aquelas móveis e as biodisponíveis. Neste caso algumas formas naturais, por exemplo, os sulfetos, os carbonatos tendem, a mobilizar-se por ligeiras variações (trocas) das condições ambientais.

Alguns métodos de extração simples, de uma só etapa, determinam com bastante aproximação os conteúdos móveis, no entanto eles não distinguem conteúdos naturais dos de procedência antropogênica.

O uso do fator de mobilidade permite, com qualquer tipo de análise empregada, simples ou sequencial seguindo a mesma relação Metal residual/ Metal total. Quando não houver contaminação os conteúdos de metais móveis são muito baixos, e a relação do metal total e metal residual deve ser 1 ou muito próximo a 1.

O fator de mobilidade (FM) é a relação do conteúdo total e calcula-se obtendo a diferença entre o conteúdo total e o conteúdo do elemento móvel, de acordo com LEMES (1991) e LEMES e CEDENHO (1996)

$$\mathbf{FM = CT / CR}$$

Onde:

FM é o fator de mobilidade;

CT é o conteúdo total do elemento estudado (ataque total);

CR é o conteúdo residual do metal estudado.

$$\mathbf{CR = CT - CM}$$

Onde:

CR é o conteúdo residual;

CT é o conteúdo total (ataque total);

CM é o conteúdo móvel ou disponível (ataque parcial).

4.5 Resultados e Considerações

4.5.1 Física dos Sedimentos

No Arroio Candiota, os sete locais amostrados e analisados, apresentaram as distribuições entre as frações cascalho, areia silte e argila obedecendo à escala granulométrica de WENTWORTH. Estão apresentadas na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 - Percentual das frações granulométricas cascalho, areia, silte e argila nas estações amostrais do Arroio Candiota, campanha amostral de Janeiro de 2014, recebe como sufixo indexador de ordem temporal a letra "Z".

Fração Granulométrica (%)	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
Cascalho (%)	3,10	6,20	9,10	4,70	0,70	12,30	
Areia Muito Grossa (%)	5,80	12,60	33,00	8,10	6,70	14,90	1,90
Areia Grossa (%)	19,10	31,60	41,30	31,90	21,50	29,60	27,60
Areia Média (%)	46,80	33,90	14,40	42,10	23,80	33,30	30,70
Areia Fina (%)	20,90	11,40	1,30	9,90	11,10	8,30	22,70
Areia Muito Fina (%)	2,60	2,30	0,50	1,70	14,10	0,80	13,90
Silte(%)	1,60	1,80	0,30	1,40	15,30	0,50	2,00
Argila(%)					6,60		0,90
Matéria Orgânica (%)	0,60	0,50	0,50	3,20	0,50	0,50	0,70
Energia	61,44	54,44	332,00	70,29	5,09	198,40	48,40

As áreas com baixos teores das frações silte e argila indicam serem dominadas por uma movimentação de correntes e conseqüente transporte de fundo uma vez que a fração areia esta relacionada com a formação de correntes que movimentam o material sedimentar.

Calculou-se a energia, como sendo uma razão entre o somatório dos grosseiros (%Cascalho + %Areia) e os finos (%Silte + %Argila). As estações podem ser ordenadas conforme o grau decrescente de energia apresentado pelas frações granulométricas, a ordem obtida foi a seguinte:

$$3Z > 6Z > 4Z > 1Z > 2Z > 7Z > 5Z$$

Na estação 3 está a relação de maior de energia, e na estação 5 a relação de menor energia de transporte dos grãos, as demais estações estão posicionadas em ordens intrmediárias.

4.5.2 Química dos Sedimentos

Nos sistemas aquáticos estão dissolvidos numerosos sais e substâncias de acordo com as suas solubilidades. A presença no terreno de diferentes materiais e estruturas geológicas são fontes de uma grande variedade de íons dissolvidos em água superficiais.

Os sedimentos podem atuar como portadores de possível fonte de contaminação, pois os metais não permanecem depositados e podem ser liberados para a coluna de água por trocas das condições ambientais tais como o pH, o potencial redox, oxigênio dissolvido etc.

As Tabelas 4.9 e 4.10 apresentam respectivamente, as concentrações resultantes do ataque forte e de ataque fraco as amostras de sedimentos do Arroio Candiota produzidas em janeiro de 2014.

Tabela 4.9 – Concentrações de metal **total**, encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio Candiota na campanha amostral de janeiro/2014

Metais Totais	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
Altot(%)	3,12	3,58	6,00	3,20	6,87	6,44	2,39
Astot ppm	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Cdtot ppm	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Pbtot ppm	13,20	13,80	13,50	8,80	14,10	11,00	8,20
Cutot ppm	8,00	9,40	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Crtot ppm	8,30	8,00	8,00	8,00	19,20	8,00	8,00
Fetot(%)	1,01	0,77	0,25	1,60	1,58	0,57	1,01
Mntot ppm	137,00	234,00	160,00	350,00	673,00	375,00	95,70
Hgtot ppm	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Nitot ppm	3,70	5,00	3,80	7,60	9,50	5,80	2,00
Zntot ppm	8,00	14,90	8,00	47,50	56,70	18,60	8,00

Tabela 4.10 – Concentrações de metal **disponível** (fraco), encontradas nos sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota na campanha amostral Z, de janeiro de 2014.

Metais	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
Aldisp (%)	0,39	0,24	0,29	0,33	1,72	0,18	0,66
Asdisp ppm	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Cddisp ppm	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Pbdisp ppm	14,30	14,30	14,30	15,80	19,70	4,20	15,30
Cudisp ppm	14,30	16,80	14,30	14,30	20,70	2,70	16,80
Crdisp ppm	9,40	13,40	9,40	12,40	19,80	3,80	12,90
Fedisp(%)	0,37	0,61	0,48	1,05	1,50	0,90	0,79
Mndisp ppm	150,00	179,00	235,00	144,00	645,00	51,60	314,00
Hgdisp ppm	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Nidisp ppm	6,20	12,20	5,70	8,70	15,10	6,20	9,20
Zndisp ppm	49,00	185,00	47,40	144,00	94,40	40,00	51,00

Considerando a seguinte relação as concentrações de metais registradas nos sedimentos :

$$\frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}$$

taxa encontrada no sedimento
taxa a ser comparada

Toda a vez que o numerador (A) se aproximar do valor do denominador (B), o resultado da razão tenderá a 1. Toda a vez que o numerador for maior que o denominador este valor será maior que 1. Como critério utilizado neste relato técnico, a cor **verde** será indicativo que o valor esta abaixo de 0,50 e, portanto, a condição mostra que o valor de referencia é muito maior que a taxa medida no sedimento. Já cor **laranja** é indicativo que o valor esta igual ou maior que 0,50, e a cor **vermelha** indica que o valor obtido é igual ou maior que 1, indicando que a taxa encontrada nos sedimentos de calha do Arroio Candiota é maior que a taxa de referencia, independente da concepção utilizada. As células cobertas com **cinza** indicam que não existe valor de referencia para aquele metal naquela concepção utilizada.

Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas que ocorrem no fundo do estuário do Rio Puget Sound, em Washington DC, isto porque a PSWQA foi uma das primeiras entidades a assumir padrões de referências para os sedimentos.

Na Tabela 4.11 apresenta-se o resultado da razão calculada para cada metal e para cada estação amostral.

Tabela 4.11 - Índice de Tolerância Potencial ITC, para cada um dos metais para cada uma das estações. O T significa a Tolerância crítica (T), neste caso o valor de referência, ampanha amostral Z, janeiro/2014.

Metais Totais	ITC	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
ITcAl (%)								
ITcAs ppm	57	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
ITcCd ppm	5,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ITcPb ppm	450	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02
ITcCu ppm	390	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ITcCr ppm	260	0,03	0,03	0,03	0,03	0,07	0,03	0,03
ITcFe(%)								
ITcMn ppm								
ITcHg ppm	0,41	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
ITcNi ppm								
ITcZn ppm	410	0,02	0,04	0,02	0,12	0,14	0,05	0,02

Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas taxas estabelecidas na concepção TEC-PEC.

A razão matemática entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos de correntes no Arroio Candiota foram comparadas com os valores de referência, SQG, na concepção TEC-PEC. Os resultados estão nas Tabelas 4.12 e 4.13 na forma de índices.

Tabela 4.12 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração limiar de efeito (TEC), concepção TEC-PEC, campanha amostral Z, janeiro/2014.

Índice	TEC	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
InTEC Al(%)								
InTEC As(ppm)	9,80	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
InTEC Cd(ppm)	0,99	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
InTEC Pb(ppm)	36,00	0,37	0,38	0,38	0,24	0,39	0,31	0,23
InTEC Cu(ppm)	32,00	0,25	0,29	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
InTEC Cr(ppm)	43,40	0,19	0,18	0,18	0,18	0,44	0,18	0,18
InTEC Fe(%)	2,00	0,50	0,39	0,13	0,80	0,79	0,28	0,51
InTEC Mn(ppm)	460,00	0,30	0,51	0,35	0,76	1,46	0,82	0,21
InTEC Hg(ppm)	0,18	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
InTEC Ni(ppm)	23,00	0,16	0,22	0,17	0,33	0,41	0,25	0,09
InTEC Zn(ppm)	120,00	0,07	0,12	0,07	0,40	0,47	0,16	0,07

Tabela 4.13 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) e a concentração de provável efeito (PEC), concepção TEC-PEC, campanha amostral Z, janeiro/2014.

Índice	PEC	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
InPEC Al(%)								
InPEC As ppm	33,00	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
InPEC Cd ppm	5,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
InPEC Pb ppm	130,00	0,10	0,11	0,10	0,07	0,11	0,08	0,06
InPEC Cu ppm	150,00	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
InPEC Cr ppm	110,00	0,08	0,07	0,07	0,07	0,17	0,07	0,07
InPEC Fe(%)	4,00	0,25	0,19	0,06	0,40	0,40	0,14	0,25
InPEC Mn ppm	1100,00	0,12	0,21	0,15	0,32	0,61	0,34	0,09
InPEC Hg ppm	1,10	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
InPEC Ni ppm	49,00	0,08	0,10	0,08	0,16	0,19	0,12	0,04
InPEC Zn ppm	460,00	0,02	0,03	0,02	0,10	0,12	0,04	0,02

Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas taxas estabelecidas na concepção LEL-SEL. A razão matemática entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos de correntes no Arroio Candiota foram comparadas com os valores de referência, SQG, na concepção LEL-SEL. Os resultados estão nas Tabelas 4.14 e 4.15 na forma de índices.

Tabela 4.14 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração nível de efeito baixo(LEL), concepção LEL-SEL, campanha amostral Z, janeiro/2014.

INDICE	LEL	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
InLEL Al								
InLEL As	6,00	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
InLEL Cd	0,60	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
InLEL Pb	31,00	0,43	0,45	0,44	0,28	0,45	0,35	0,26
InLEL Cu	16,00	0,50	0,59	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
InLEL Cr	26,00	0,32	0,31	0,31	0,31	0,74	0,31	0,31
InLEL Fe	2,00	0,50	0,39	0,13	0,80	0,79	0,28	0,51
InLEL Mn	460,00	0,30	0,51	0,35	0,76	1,46	0,82	0,21
InLEL Hg	0,20	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
InLEL Ni	16,00	0,23	0,31	0,24	0,48	0,59	0,36	0,13
InLEL Zn	120,00	0,07	0,12	0,07	0,40	0,47	0,16	0,07

Tabela 4.15 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração nível de efeito severo (SEL), concepção LEL-SEL, campanha amostral Z, janeiro/2014.

Indices	SEL	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
InSEL Al(%)								
InSEL As ppm	33,00	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
InSEL Cd ppm	10,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
InSEL Pb ppm	250,00	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,04	0,03
InSEL Cu ppm	110,00	0,07	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
InSEL Cr ppm	110,00	0,08	0,07	0,07	0,07	0,17	0,07	0,07
InSEL Fe(%)	4,00	0,25	0,19	0,06	0,40	0,40	0,14	0,25
InSEL Mn ppm	1100,00	0,12	0,21	0,15	0,32	0,61	0,34	0,09
InSEL Hg ppm	2,00	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
InSEL Ni ppm	75,00	0,05	0,07	0,05	0,10	0,13	0,08	0,03
InSEL Zn ppm	820,00	0,01	0,02	0,01	0,06	0,07	0,02	0,01

Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas taxas estabelecidas na concepção ERL-ERM. A razão matemática entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos de correntes no Arroio Candiota foram comparadas com os valores de referencia, SQG, na concepção ERL-ERM. Os resultados estão nas Tabelas 4.16 e 4.17, na forma de índices.

Tabela 4.16 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio Candiota e os referenciais (SQG) concentração Intervalo de efeito baixo (ERL), concepção ERL-ERM, campanha amostral Z, janeiro/2014.

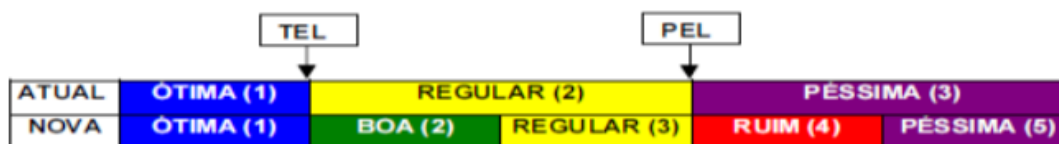
Índices	ERL	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
InERL Al								
InERL As	8,20	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
InERL Cd	1,20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
InERL Pb	46,70	0,28	0,30	0,29	0,19	0,30	0,24	0,18
InERL Cu	34,00	0,24	0,28	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
InERL Cr	81,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,24	0,10	0,10
InERL Fe								
InERL Mn								
InERL Hg	0,15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
InERL Ni	20,90	0,18	0,24	0,18	0,36	0,45	0,28	0,10
InERL Zn	150,00	0,05	0,10	0,05	0,32	0,38	0,12	0,05

Tabela 4.17 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) concentração Intervalo de efeito médio (ERM), concepção ERL-ERM, campanha amostral Z, janeiro/2014.

Índices	ERM	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
InERM Al								
InERM As	70,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
InERM Cd	9,60	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
InERM Pb	218,00	0,06	0,06	0,06	0,04	0,06	0,05	0,04
InERM Cu	270,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
InERM Cr	370,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02
InERM Fe								
InERM Mn								
InERM Hg	0,71	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
InERM Ni	51,60	0,07	0,10	0,07	0,15	0,18	0,11	0,04
InERM Zn	410,00	0,02	0,04	0,02	0,12	0,14	0,05	0,02

Para os sedimentos deste estudo utilizaram-se os valores guias utilizados pela concepção usada pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo-CETESB. Na Tabela 4.18 apresentam-se o resultado da classificação nominal para os locais amostrados com base nos resultados das concentrações dos metais nos sedimentos.

Tabela 4.18 – Classes nominais com base nos valores guias da qualidade dos sedimentos usados pela CETESB, São Paulo, campanha amostral Z, janeiro de 2014.



Índices	TEL	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
InTEL Al(%)								
InTEL As ppm	5,90	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
InTEL Cd ppm	0,60	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
InTEL Pb ppm	35,00	0,38	0,39	0,39	0,25	0,40	0,31	0,23
InTEL Cu ppm	35,70	0,22	0,26	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
InTEL Cr ppm	37,30	0,22	0,21	0,21	0,21	0,51	0,21	0,21
InTEL Fe (%)	0,17	5,91	4,56	1,48	9,44	9,31	3,33	5,97
InTEL Mn ppm								
InTEL Hg ppm								
InTEL Ni ppm	0,18	20,56	27,78	21,11	42,22	52,78	32,22	11,11
InTEL Zn ppm	123,00	0,07	0,12	0,07	0,39	0,46	0,15	0,07

ÍNDICES	PEL	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
InPEL Al(%)								
InPEL As ppm	11,50	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
InPEL Cd ppm	2,10	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
InPEL Pb ppm	63,20	0,21	0,22	0,21	0,14	0,22	0,17	0,13
InPEL Cu ppm	116,40	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
InPEL Cr ppm	63,70	0,13	0,13	0,13	0,13	0,30	0,13	0,13
InPEL Fe(%)								
InPEL Mn ppm								
InPEL Hg ppm	0,32	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
InPEL Ni ppm	27,00	0,14	0,19	0,14	0,28	0,35	0,21	0,07
InPEL Zn ppm	219,00	0,04	0,07	0,04	0,22	0,26	0,08	0,04

Na Tabela 4.19 apresenta-se a partir da Resolução 454, de novembro de 2012, a nova concepção que substitui a Resolução 344 do CONAMA, para material a ser dragado. A resolução apresenta o material imerso em água doce que, é o nosso caso, mostrando apenas dois níveis de classificação. Os limites são aqueles preconizados pela concepção TEL-PEL, porém a CETESB especifica melhor outros níveis classificatórios nominais, boa, ótima, regular etc., o que está aplicado e apresentado na Tabela 4.18.

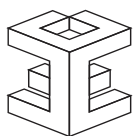


Tabela 4.19- Níveis de classificação do CONAMA 454 -Novembro de 2012 para material dragado imerso em água doce.

NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL A SER DRAGADO

SUBSTÂNCIAS		NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL A SER DRAGADO (em unidade de material seco)				
		ÁGUA DOCE		ÁGUA SALINA/SALOBRA		
		Nível 1	Nível 2	Nível 1	Nível 2	
Metais e Semi metais (mg/kg)	Arsênio (As)	5,9 ¹	17 ¹	19 ²	70 ²	
	Cádmio (Cd)	0,6 ¹	3,5 ¹	1,2 ²	7,2 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	0,34 ²	1,0 ²	
	Níquel (Ni)	18 ¹	35,9 ¹	20,9 ²	51,6 ²	
	Zinco (Zn)	123 ¹	315 ¹	150 ²	410 ²	
TBT (µg/kg)	Tributestano	-	-	100 ⁵	1.000 ⁵	
Pesticidas organoclorados (µg/kg)	HCH (Alfa-HCH)	-	-	0,32 ³	0,99 ³	
	HCH (Beta-HCH)	-	-	0,32 ³	0,99 ³	
	HCH (Delta-HCH)	-	-	0,32 ³	0,99 ³	
	HCH (Gama-HCH/Lindano)	0,94 ¹	1,38 ¹	0,32 ¹	0,99 ¹	
	Clordano (Alfa)	-	-	2,26 ³	4,79 ³	
	Clordano (Gama)	-	-	2,26 ³	4,79 ³	
	DDD ^a	3,54 ¹	8,51 ¹	1,22 ¹	7,81 ¹	
	DDE ^b	1,42 ¹	6,75 ¹	2,07 ¹	374 ¹	
	DDT ^c	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	
Endrin	2,67 ¹	62,4 ¹	2,67 ¹	62,4 ¹		
PCBs (µg/kg)	Bifenilas Policloradas – Somatória das 7 bifenilas ^d	34,1 ¹	277 ¹	22,7 ²	180 ²	
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos–HAPs (µg/kg)	Grupo A	Benzo(a)antraceno	31,7 ¹	385 ¹	280 ⁴	690 ¹
		Benzo(a)pireno	31,9 ¹	782 ¹	230 ⁴	760 ¹
		Criseno	57,1 ¹	862 ¹	300 ⁴	850 ¹
		Dibenzo(a,h)antraceno	6,22 ¹	135 ¹	43 ⁴	140 ¹
	Grupo B	Acenafteno	6,71 ¹	88,9 ¹	16 ²	500 ²
		Acenaftileno	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 ²	670 ²
		Naftaleno	34,6 ¹	391 ¹	160 ²	2100 ²
	Pireno	53 ¹	875 ¹	665 ²	2600 ²	
	Somatória de HAPs	1000	-	4000 ^{2,c}	-	

a DDD: 2,2-bis(p-clorofenil)-1,1-dicloroetano ou diclorodifenildicloroetano. Este critério se aplica a soma dos isômeros p,p' e o,p'.

b DDE: 1,1-dicloro-2,2-bis(p-clorofenil)etileno ou diclorodifenildicloroetileno. Este critério se aplica a soma dos isômeros p,p' e o,p'.

c DDT: 2,2-bis(p-clorofenil)-1,1,1-tricloroetano ou diclorodifeniltricloroetano. Este critério se aplica a soma dos isômeros p,p' e o,p'.

d A sete bifenilas correspondem a PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180;

- Fator de Contaminação ou Fator de Enriquecimento

O fator de contaminação ou grau de enriquecimento foi expresso em relação à concentração de elementos químicos, a sua concentração de nível de base ("background") dos sedimentos estudados.

O nível de base escolhido foi àqueles apresentados por BOWEN (1979) valores médios para sedimentos. Ressalta-se a importância da escolha do instrumental de amostragem, principalmente quando o objetivo do estudo ambiental é a avaliação do recente, qualquer tipo de amostrador que o investigador não possa controlar a espessura de penetração junto ao fundo, e a recuperação do material, ou ainda que esta espessura seja acima de 10 cm, compromete as informações estabelecidas como recente.

Nas Tabelas 4.20 e 4.21 estão as razões, os índices calculados para três referências utilizadas normalmente pela geologia ortodoxa, as taxas médias encontradas na Crosta Terrestre, nos sedimentos e a "unidade Clarke", este último é um valor atribuído para a prospecção geoquímica para medir concentrações que possam indicar uma ocorrência econômica importante de substância, elementos ou bens minerais. Estas três taxas obtidas para o planeta são utilizadas como nível de base para efeito de comparação. Estas taxas foram obtidas em estudos considerados linhas guias na geologia, TUREKIAN e WEDEPOHL, K.H. (1961), BOWEN(1979)e FORSTECUE (1985).

As classes nominais dos fatores de contaminação, referenciadas aos valores numéricos, para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota, acompanham cada uma das tabelas das razões para que os gestores possam efetuar uma comparação.

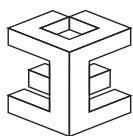


Tabela 4.20- Fatores de contaminação, nominais, ou de enriquecimento dos sedimentos considerando como nível de base os valores encontrados para a crosta terrestre, Arroio Candiota, campanha amostral "Z" de janeiro/2014.

Indice	Crosta	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
Alcrosta(%)	8,20	0,38	0,44	0,73	0,39	0,84	0,79	0,29
Aslcrosta ppm	1,50	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33
Cdlcrosta ppm	0,11	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Pblcrosta ppm	14,00	0,94	0,99	0,96	0,63	1,01	0,79	0,59
Culcrosta ppm	50,00	0,16	0,19	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Crlcrosta ppm	100,00	0,08	0,08	0,08	0,08	0,19	0,08	0,08
Felcrosta(%)	4,10	0,25	0,19	0,06	0,39	0,39	0,14	0,25
Mnlcrosta(ppm)	950,00	0,14	0,25	0,17	0,37	0,71	0,39	0,10
Hglcrosta(ppm)	0,05	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Nilcrosta(ppm)	80,00	0,05	0,06	0,05	0,10	0,12	0,07	0,03
Znlcrosta(ppm)	75,00	0,11	0,20	0,11	0,63	0,76	0,25	0,11

Tabela 4.21- Fatores de contaminação, nominais, ou de enriquecimento dos sedimentos considerando como nível de base os valores encontrados para os sedimentos, Arroio Candiota, campanha amostral "Z" de janeiro/2014.

Indices	SEDIMENTOS	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
InSed Al	7,20	0,43	0,50	0,83	0,45	0,95	0,89	0,33
InSed As	7,70	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
InSed Cd	0,17	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
InSed Pb	19,00	0,69	0,73	0,71	0,46	0,74	0,58	0,43
InSed Cu	33,00	0,24	0,28	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
InSed Cr	72,00	0,12	0,11	0,11	0,11	0,27	0,11	0,11
InSed Fe	4,10	0,25	0,19	0,06	0,39	0,39	0,14	0,25
InSed Mn	770,00	0,18	0,30	0,21	0,45	0,87	0,49	0,12
InSed Hg	0,19	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
InSed Ni	52,00	0,07	0,10	0,07	0,15	0,18	0,11	0,04
InSed Zn	95,00	0,08	0,16	0,08	0,50	0,60	0,20	0,08

Tanto em condições superficiais ou em ambiente profundo da crosta, a distribuição das espécies químicas está condicionada aos processos geoquímicos de migração, dispersão e redistribuição dos elementos. Assim, dados de abundância média foram elaborados, inicialmente propostos por Fersman (1883-1945), definindo a unidade Clarke de concentração. Fortescue em 1985, apresentou o Índice-1 Clarke, baseado nos dados de abundância crustal de Ronov e Yaroshevsky (1972) e Bowen (1979).

Na Tabela 4.22 apresentam-se os valores encontrados para os sedimentos do Arroio Candiota comparando-os com o fator Clarke para cada um deles.

Tabela 4.22- Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral Z (janeiro de 2014), considerando como nível de base os valores determinados como o fator CLARKE, expressos em valores numéricos da razão sem unidade.

Índices	Fat. Clarke	1Z	2Z	3Z	4Z	5Z	6Z	7Z
InClarAl	8,36	0,37	0,43	0,72	0,38	0,82	0,77	0,29
InClarAs	1,80	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44
InClarCd	0,16	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
InClarPb	13,00	1,02	1,06	1,04	0,68	1,08	0,85	0,63
InClarCu	68,00	0,12	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
InClarCr	122,00	0,07	0,07	0,07	0,07	0,16	0,07	0,07
InClarFe	6,20	0,16	0,12	0,04	0,26	0,26	0,09	0,16
InClarMn	1060,00	0,13	0,22	0,15	0,33	0,63	0,35	0,09
InClarHg	0,08	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
InClarNi	99,00	0,04	0,05	0,04	0,08	0,10	0,06	0,02
InClarZn	76,00	0,11	0,20	0,11	0,63	0,75	0,24	0,11

Contaminação	
<1,0	Baixo
1 e 3	Moderado
3 e 6	Considerável
>6	Muito alto

Na Figura 4.1 apresentam-se as relações entre transporte, deposição e textura dos sedimentos com a biodisponibilidade e a possibilidade da presença dos efeitos tóxicos.

As interrelações entre as variáveis, variáveis contra variáveis, em métodos de Matriz de Impactos cruzados e Multiplicação aplicada a classificação estão sendo aplicados no banco de dados geral, isto é as campanhas E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, X, Y, Z, visando saber quais são as principais variáveis e como elas se relacionam entre si e com o ambiente externo ao dos recursos hídricos.

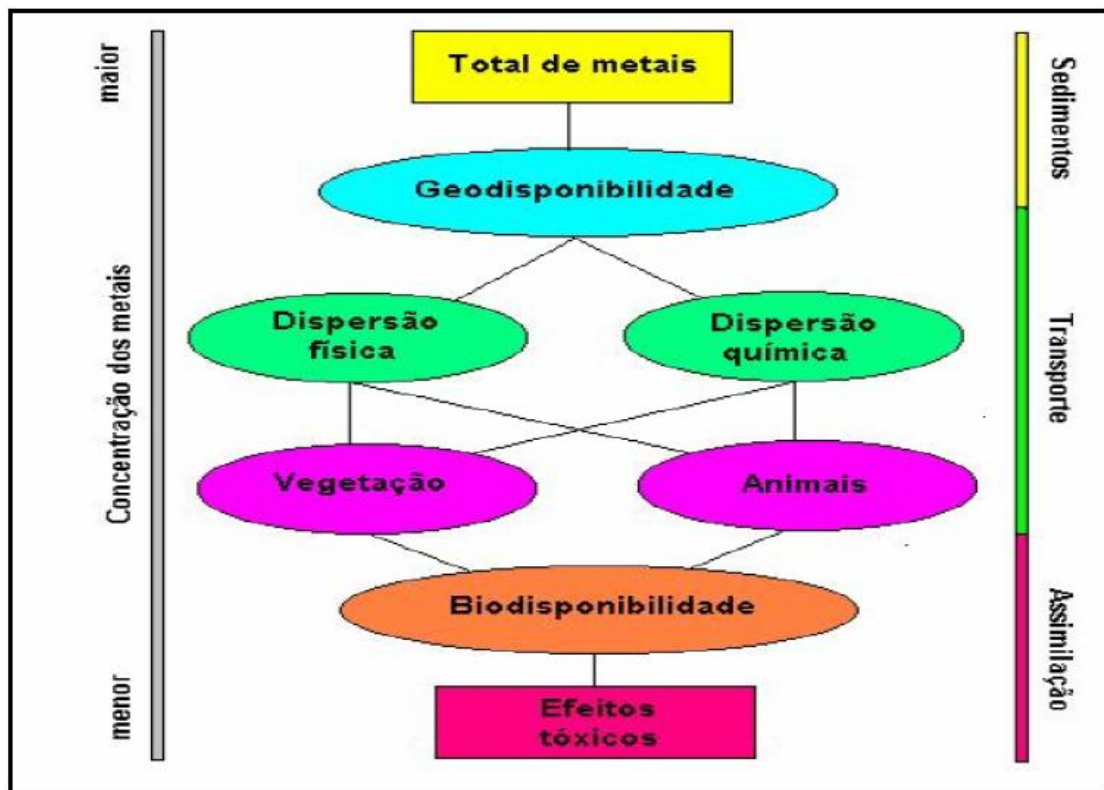


Figura 4.1 - Relações entre geodisponibilidade, biodisponibilidade e efeitos tóxicos modificado de Cortecchi (2000).

A toxicidade dos sedimentos do Arroio Candiota é medida com a utilização dos organismos amphipoda: hyalellidae, *H.azteca*. São pequenos organismos de água doce, epibentônicos, detritívoros que cavam na superfície do sedimento, entre 0,5 e 2cm, local onde tem a sua fonte de alimentos. São abundantes e apresentam ampla distribuição geográfica, apresentam curto ciclo de vida facilidade no cultivo em ambiente laboratorial e grande tolerância a diferentes substratos sedimentares.

O uso desta espécie é recomendada para avaliações de toxicidade sedimentar graças a sua sensibilidade aos contaminantes e pelo sua forma de vida em contato com os sedimentos.

As condições dos sedimentos de fundo de calha fluvial do Arroio Candiota foram avaliadas, nas sete estações de interesse através de testes de toxicidade aguda com *Hyaella azteca*, desta forma estabelecendo uma correspondência biótica para correlacionar com os dados químicos e físicos obtidos, bem como com as condições das comunidades bentônicas, compondo a três linhas de vidências que serão utilizadas na tríade da qualidade dos sedimentos de fundo fluvial do Arroio Candiota.

As amostras de sedimentos superficiais de fundo do Arroio Candiota foram coletadas especificamente para este fim, contemporaneamente e nos mesmos locais onde foram amostrados os sedimentos para as análises físicas e químicas. A campanha amostral foi realizada juntamente com as amostras para física e química dos sedimentos.

Os testes de toxicidade com o sedimento foram realizados através de testes de toxicidade aguda utilizando organismos teste *Hyaella azteca*. Já que são inúmeros os organismos padronizados e recomendados por normas internacionais, dentre eles os organismos *Hyaella azteca*.

Com a finalidade de avaliar o efeito de toxicidade do sedimento para *Hyaella azteca* com as amostras coletadas num total de sete locais amostrados, os mesmos para química e física dos sedimentos foram executadas baterias simultâneas de testes de toxicidade aguda.

Na Tabela 4.23 estão os resultados dos testes de ecotoxicidade para as sete estações amostrais deste estudo. Os resultados apontam uma ordenação quanto à toxicidade e a mortalidade provocadas pela toxicidade que compõe os sedimentos.

Tabela 4.23- Toxicidade para os sedimentos da calha fluvial do Arroio Candiota, janeiro de 2014.

Amostras	Toxicidade para <i>Hyaella azteca</i>	OBS	Toxicidade para <i>Hyaella azteca</i>
	Sobrevivência		Crescimento
Estação 1	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada
Estação 2	Não detectada	5 % demortalidade	Não detectada
Estação 3	Não detectada	7,5 % demortalidade	Não detectada
Estação 4	Não detectada	10 % de mortalidade	Não detectada
Estação 5	Não detectada	22,5 de mortalidade	Não detectada
Estação 6	Não detectada	7,5 % de mortalidade	Não detectada
Estação 7	Não detectada	5% demortalidade	Não detectada

5.6 Considerações Finais

Foi executada uma análise utilizando-se o método RTR, escolhendo-se a estação 1 como a estação de referência (local de referência), mesmo considerando que ela apresentou toxicidade, em alguns momentos deste monitoramento. Com isto, visa-se estabelecer uma diferenciação entre as estações com base apenas nas taxas encontradas (metal total).

Ainda que preliminar entre as estações amostradas, nesta campanha de Janeiro de 2014, a Campanha "Z" , o resultado obtido está apresentado na Tabela 4.24, onde chama-se a atenção para os valores **agregados de razão de referência**, ART. Este valor dividido pelo número de variáveis (11 metais) apresentou para a estação referência o valor 1,00. Consideraram-se os valores anotados na parte inferior para os outros valores obtidos entre as estações, e, representam o número de vezes que a estação em questão se diferencia da estação tomada como referência, neste caso a estação 1.

Tabela 4.24- Método "Ratio To Reference"(RTR), para os metais medidos nos sedimentos, amostra total e metal total, tendo a estação 1 como referência para calcular as razões e as diferenças entre estações da mesma campanha, Z.

Metais Totais	1Z	1Z-RTR	2Z	2Z-RTR	3Z	3Z-RTR	4Z	4Z-RTR	5Z	5Z-RTR	6Z	6Z-RTR	7Z	7Z-RTR
Altot(%)	3,12	1,00	3,58	1,15	6,00	1,93	3,20	1,03	6,87	2,21	6,44	2,07	2,39	0,77
Astot ppm	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00
Cdtot ppm	0,08	1,00	0,08	1,00	0,08	1,00	0,08	1,00	0,08	1,00	0,08	1,00	0,08	1,00
Pbtot ppm	13,20	1,00	13,80	1,05	13,50	1,02	8,80	0,67	14,10	1,07	11,00	0,83	8,20	0,62
Cutot ppm	8,00	1,00	9,40	1,18	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00
Crtot ppm	8,30	1,00	8,00	0,96	8,00	0,96	8,00	0,96	19,20	2,31	8,00	0,96	8,00	0,96
Fetot(%)	1,01	1,00	0,77	0,77	0,25	0,25	1,60	1,60	1,58	1,58	0,57	0,56	1,01	1,01
Mntot ppm	137,00	1,00	234,00	1,71	160,00	1,17	350,00	2,55	673,00	4,91	375,00	2,74	95,70	0,70
Hgtot ppm	0,15	1,00	0,15	1,00	0,15	1,00	0,15	1,00	0,15	1,00	0,15	1,00	0,15	1,00
Nitot ppm	3,70	1,00	5,00	1,35	3,80	1,03	7,60	2,05	9,50	2,57	5,80	1,57	2,00	0,54
Zntot ppm	8,00	1,00	14,90	1,86	8,00	1,00	47,50	5,94	56,70	7,09	18,60	2,33	8,00	1,00
	∑	11,00	∑	13,02	∑	11,36	∑	18,80	∑	25,73	∑	15,06	∑	9,60
	ART	1,00	ART	1,18	ART	1,03	ART	1,71	ART	2,34	ART	1,37	ART	0,87

O resultado é a seguinte ordem crescente, de diferenciação:

1 ,7, 3, 2, 6, 4 e 5.

A estação 7 é 0,87 vezes diferente da estação 1 e a estação 5 é 2,34 vezes diferente da estação 1 aqui considerada estação de referência. As demais estações estão colocadas em posições intermediárias, conforme a ordenação apresentada. O número de vezes que as diferenciam da estação referência (Estação 1), encontra-se na linha ART da Tabela 4.24.

À exemplo do que se tem apresentado nos relatórios anuais anteriores, a tríade dos sedimentos, comparando as taxas dos elementos químicos medidos com os resultados da ecotoxicologia, bem como os resultados da saúde das comunidades bentônicas residentes nos sedimentos, será executada ao término de um ano, isto é envolvendo as campanhas X (julho de 2013), Y (Outubro de 2013), Z (Janeiro de 2014) e W (Abril de 2014).

Este estudo contínuo, vem avaliando as condições destas associações nos sedimentos de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota frente às pressões sofridas pela Bacia Hidrográfica, quer seja no estabelecimento de intervalos de variações, quer seja em comparações destes valores com aqueles estabelecidos pela ciência como referências, sendo na abordagem de “background” ou na abordagem de “benchmark” e pela legislação brasileira representadas pelas resolução CONAMA 344 e mais recentemente pela resolução CONAMA 454.

O compartimento ambiental monitorado, sedimentos, tem como responsáveis técnicos o Dr. Nelson Augusto Flores Machado e o Dr. Alexandre Arenzon para os ensaios ecotoxicológicos.

5. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

Para este ambiente estão considerados os compartimentos: flora, avifauna, herpetofauna, bioindicadores da qualidade do ar e bioindicadores da atividade pecuária.

Neste Adendo estaremos apresentando os resultados dos Bioindicadores da Qualidade do Ar.

6. Rede de Monitoramento Ambiental

A localização das Estações Amostrais do Monitoramento do Ambiente Terrestre está apresentada no Quadro 6.1.

Quadro 6.1. Localização das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre

Estação Amostral	Coordenadas do Ponto	Denominação
EA 1	UTM 262163 / 6503935	Serra da Veleda (EA de referência)
EA 2	UTM 241561 / 6501179	Fazenda Três Lagoas
EA 3	UTM 243736 / 6510363	Fazenda Candiota
EA 4	UTM 248153 / 6509846	Nordeste - Chácara Santa Clara
EA 5	UTM 249292 / 6503784	Sudeste - Fazenda Santa Rita

Para efeito da localização exata das estações amostrais em campo, foi considerada uma área amostral real de até 1.000 metros de raio no entorno dessas coordenadas UTM.

A localização das cinco estações de monitoramento para o ambiente terrestre em relação à Usina Termoelétrica de Candiota e o objetivo de cada estação estão descritas no Quadro 6.2.

Quadro 6.2. Descrição das estações amostrais da Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

EA	Localização	Objetivo
1	Direção leste a partir da Usina	Avaliar o background da região
2	Direção sudoeste a partir da Usina	Avaliar a contribuição direta da fonte de emissão sobre o ecossistema terrestre na direção predominante do vento
3	Direção noroeste a partir da Usina	Avaliar a contribuição direta da fonte de emissão na direção predominante secundária do vento
4	Direção nordeste a partir da Usina	Avaliar o impacto sobre o ecossistema terrestre na direção nordeste
5	Direção sudeste a partir da Usina	Validar a estação de referência

Para o monitoramento ambiental dos bioindicadores da qualidade do ar através de bioindicação vegetal, a Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre foi acrescida e complementada com as estações apresentadas nos Quadros 6.3 e 6.4.

Quadro 6.3. Localização das Estações Amostrais Complementares da Rede de Monitoramento Ambiental para o Biomonitoramento da Qualidade do Ar

EA 6	UTM 242441 / 6506467	Dário Lassance
EA 7	UTM 236572 / 6500000	Arroio Candiota
EA 8	UTM 244070 / 6504011	Associação dos Funcionários da Usina
EA 9	UTM 246406 / 6516544	Vila Operária
EA10	-	Fazenda Amor de Mãe
EA11	-	8 de Agosto
EA12	-	Pedras Altas

Quadro 6.4. Descrição das estações amostrais Complementares da Rede de Monitoramento Ambiental para o Biomonitoramento da Qualidade do Ar

EA	Localização	Objetivo
7 e 8	Direção sudoeste a partir da Usina	Avaliar a contribuição direta da fonte de emissão sobre o ecossistema terrestre na direção predominante do vento
6	Direção noroeste a partir da Usina	Avaliar a contribuição direta da fonte de emissão na direção predominante secundária do vento
9	Direção norte a partir da Usina	Avaliar a qualidade do ar em área residencial nas proximidades da usina
10 e 11	Direção sudoeste a partir da Usina	Avaliar a distância máxima de influência das emissões da usina na direção predominante do vento
12	Direção sudeste a partir da Usina	Avaliar o background da região em comparação aos dados da estação de monitoramento automático localizada no município de Pedras Altas junto a esta estação de amostragem.

A localização da Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre está apresentada na Figura 6.1, complementada pela Figura 6.2.

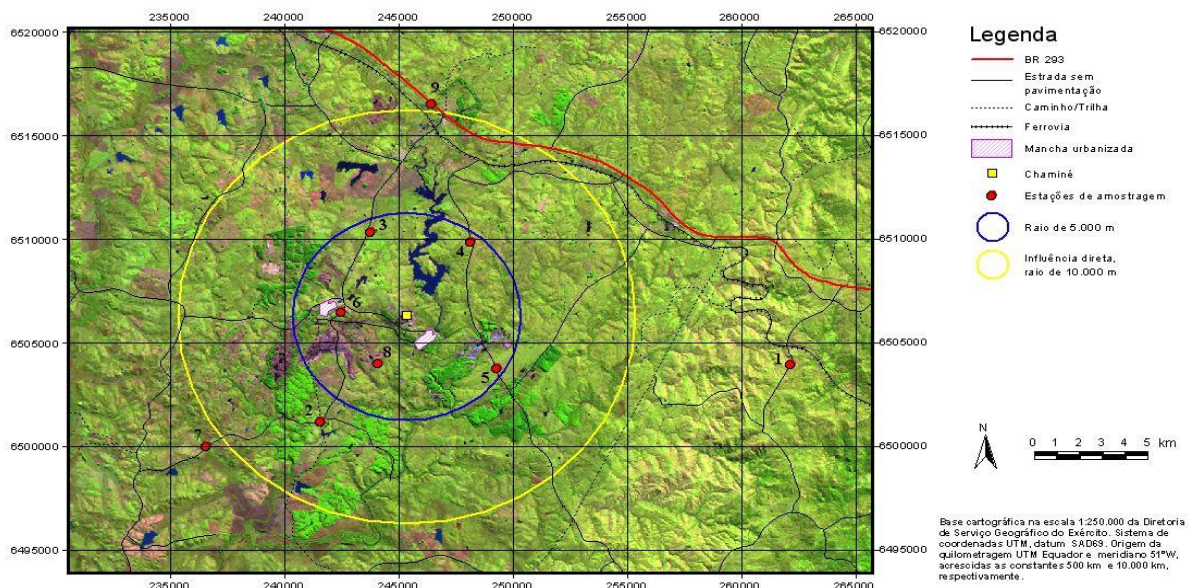


Figura 6.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.

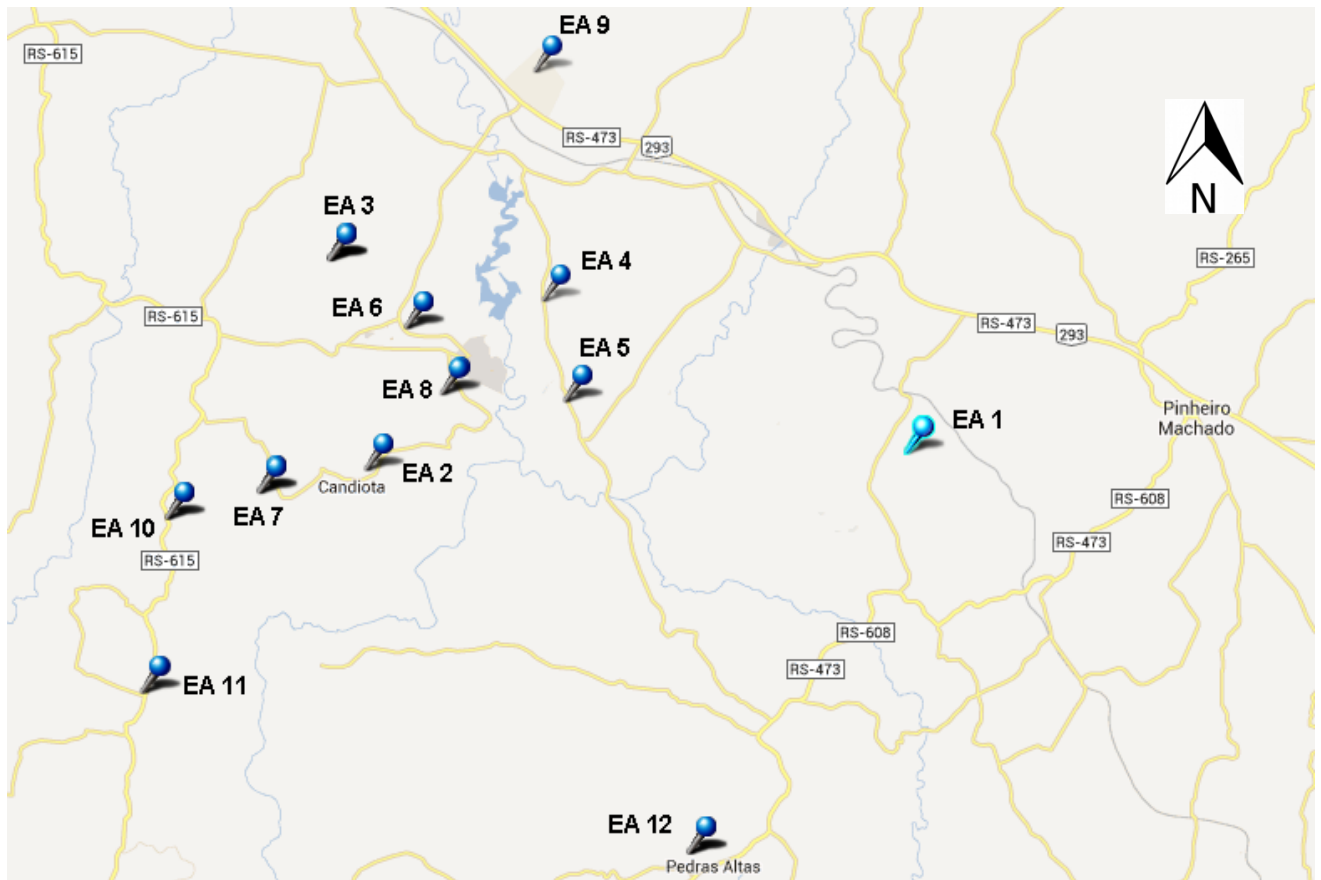


Figura 6.2: Mapa com a localização das estações de amostragem (EAs). Os ícones representam a localização do ponto de amostragem e onde foram tomadas as imagens com as coordenadas geográficas.

7. BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR

7.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais, identificadas pelo número 1 a 5, estão apresentadas nos Quadros 11.1 e 11.2 e as identificadas pelo número 6 a 12 nos Quadros 6.3 e 6.4. A localização dessas Estações está apresentada nas Figuras 6.1 e 6.2.

O Monitoramento Ambiental para o compartimento “Qualidade do Ar” atendeu aos seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver na área de influência direta da Usina, em estações representativas para monitoramento da qualidade do ar, programas de biomonitoramento ativo e passivo para avaliar o efeito das emissões sobre os vegetais bioindicadores;
- Avaliar os impactos na qualidade do ar, gerados pelas atividades da Usina Termoeletrica de Candiota, através do uso de abordagem integradora das respostas dos diferentes programas de biomonitoramento desenvolvidos.

7.2 Trabalho de Campo

A campanha para coleta dos bioindicadores passivos foi realizada no período de 6 e 7 de janeiro de 2014. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto com poucas nuvens e temperatura do ar variando no intervalo de 18,5 a 35,7°C.

7.3 Técnicas de amostragem

7.3.1 Biomonitoramento Passivo

Coleta e a amostragem das espécies vegetais indicadas para o biomonitoramento passivo da qualidade do ar.

As espécies amostradas foram:

- *Elephantopus mollis* Kunth (Asteraceae)
- *Baccharis trimera* (Less.) D.C. (carqueja, Asteraceae)
- *Paspalum notatum* Flueggé (grama forquilha, Poaceae)

7.3.2 Biomonitoramento Ativo

Instalação dos expositores contendo as espécies de líquens indicadas para o biomonitoramento ativo da qualidade do ar:

- *Ramalina celastri*
- *Telochistes exilis*

7.4 Métodos analíticos

As amostras de bioindicadores vegetais e uma sub-amostra de *P. notatum* foram lavadas em ultrassom. Todas as amostras de bioindicadores vegetais coletadas foram pesadas e secas em estufa a 60°C por 24 horas.

Ambas as amostras de *P. notatum* (lavada e não lavada) foram consideradas como amostras independentes para efeito das análises dos teores de metais totais (Cd, Pb e Zn). Quanto ao teor de enxofre, a análise foi realizada apenas nas amostras lavadas. A determinação de metais e enxofre nas amostras secas e digeridas com solução ácida de HNO₃ foi realizada pela técnica espectrométrica de Plasma Induzido– ICP/OES. Os Relatórios de Ensaio referentes a estes ensaios estão apresentados em anexo.

7.5 Resultados parciais

7.5.1 Biomonitoramento passivo

À exemplo das campanhas passadas, *Elephantopus mollis* apresentou, de modo geral, os teores mais elevados dos metais analisados. Porém, observou-se nesta coleta que as estações de monitoramento localizadas nas imediações da usina – em um raio menor ou igual a seis quilômetros da usina (EAs 2, 3, 4, 5 e 6) – apresentaram teor de cádmio nas folhas de *E. mollis* menor que o limite de detecção (Figura 7.1A), fato inédito no presente biomonitoramento.

Os maiores valores de cádmio foram encontrados nas estações de amostragem mais distantes da usina, tais como a EA 7, 11 e 12, evidenciando o comportamento volátil do elemento cádmio, fenômeno já observado nas campanhas anteriores. O valor máximo deste elemento nesta campanha, $0,56 \text{ mg kg}^{-1}$ foi encontrado na EA 11 (Figura 7.1A) situada a $\approx 20 \text{ km}$ da usina na direção predominante dos ventos.

O chumbo também apresentou seu valor máximo, em *E. mollis*, na EA 11 (Figura 7.1B), com valor $\approx 3,4 \text{ mg kg}^{-1}$; seguida pela EA 12 com $\approx 1,7 \text{ mg kg}^{-1}$. As demais estações de amostragem apresentaram teores de chumbo menores do que $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$.

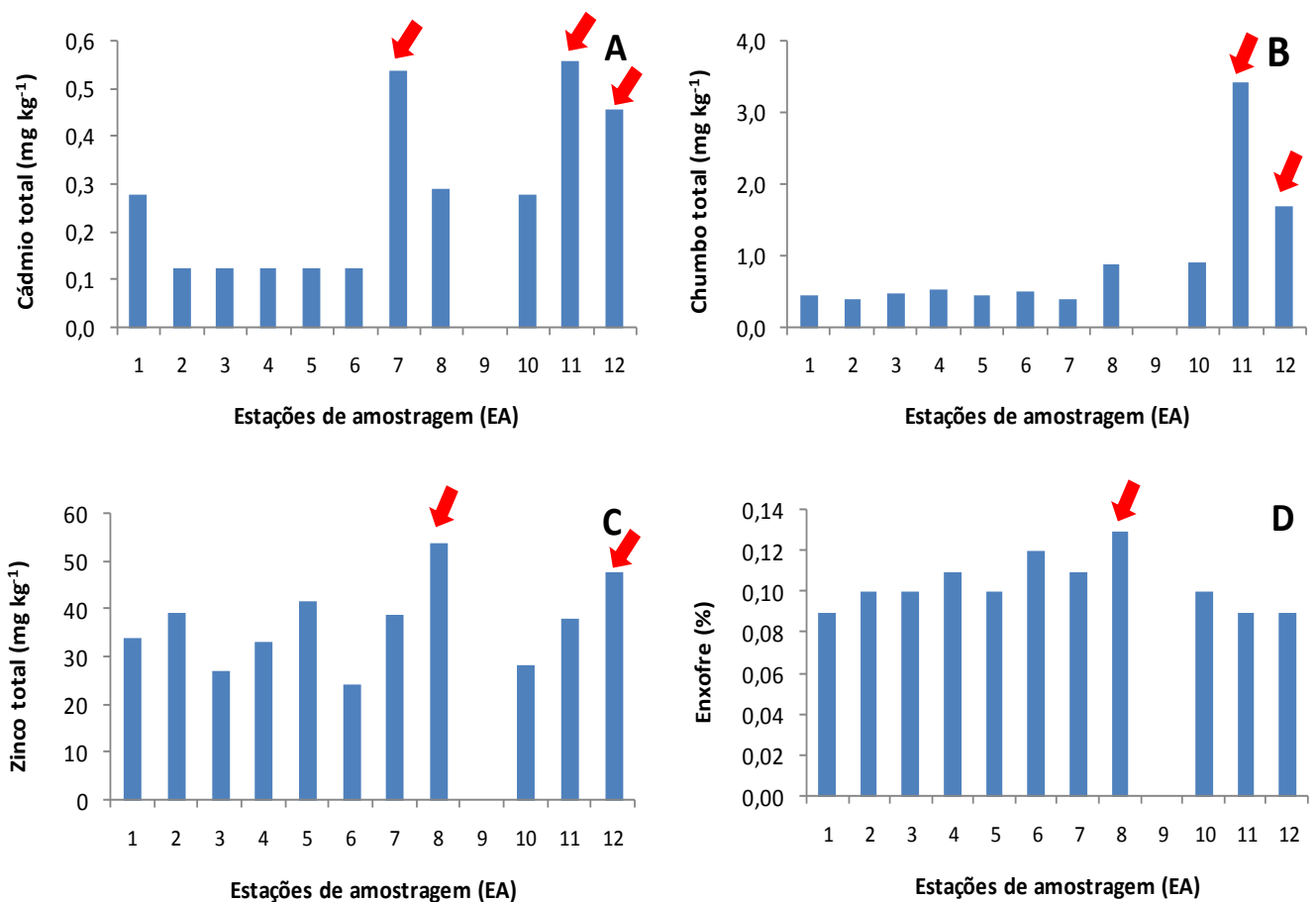


Figura 7.1: Teores de cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e enxofre (D) em folhas de *E. mollis* coletadas de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota em janeiro de 2014. As setas indicam as EAs com os teores máximos.

As plantas coletadas nas EAs 8 e 12 apresentaram os teores de zinco mais elevados (Figura 7.1C), resultado observado com frequência a partir da coleta de plantas na estação de monitoramento localizada no município de Pedras Altas. A exemplo da tendência de diminuição dos teores de cádmio, foram observados também valores mais baixos de zinco nesta coleta em comparação com as coletas anteriores, assim as plantas da EA 8 apresentaram o valor mais baixo deste elemento desde o início do biomonitoramento.

A EA 8 apresentou também o maior teor de enxofre. O menor valor (0,09 %) foi encontrado na estação de referência, valor igual ao encontrado na EA 12. Assim como os demais elementos analisados, os teores de enxofre foram mais baixos do que nas campanhas anteriores.

Todas as estações de amostragem apresentaram teores de cádmio em *B. trimera* inferiores ao limite de quantificação, isto é, $<0,25 \text{ mg kg}^{-1}$; resultado que corrobora o ponto de vista de uma redução nos teores de cádmio em *E. mollis*, uma vez que em todas as campanhas anteriores, as plantas de estações de amostragem como a EA 7 e 10 sempre apresentaram teores de cádmio acima do limite de detecção. O teor de chumbo em *B. trimera* (Figura 7.2A) foi mais elevado na EA 6, enquanto as EAs 1 e 3 apresentaram as plantas com maiores teores de zinco (Figura 2B). Os teores de enxofre foram $\leq 0,11\%$, corroborando a redução dos teores de enxofre em *E. mollis*.

Assim como nas campanhas anteriores, a gramínea *Paspalum notatum* apresentou teores de cádmio abaixo do limite de quantificação em todas as estações de monitoramento, tanto em amostras não lavadas ou lavadas, indicando que esta espécie não acumula este elemento.

Por outro lado, *P. notatum*, a exemplo das campanhas anteriores, apresentou os teores mais elevados de chumbo dentre as espécies analisadas. Entretanto, em muitas amostras a quantidade de chumbo foi maior nas amostras lavadas em comparação com as amostras não lavadas (Figura 7.3A), o que sugere que as eventuais diferenças no teor de chumbo entre as plantas coletadas de locais diferentes de uma mesma estação de amostragem podem ser maiores do que as pequenas quantidades deste elemento depositadas sobre a superfície das folhas.

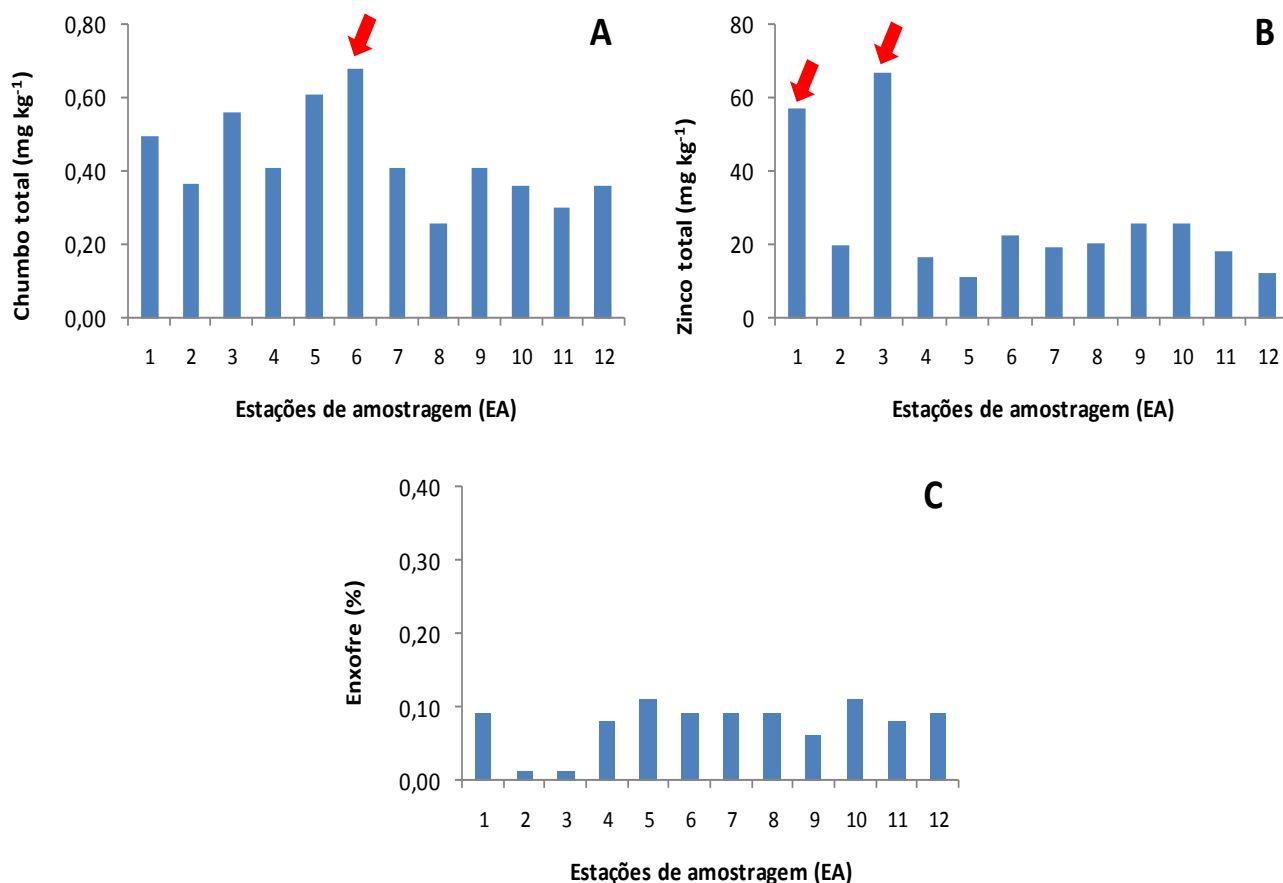


Figura 7.2: Teores de chumbo (**A**), zinco (**B**) e enxofre (**C**) em *B. trimeris* de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota em janeiro de 2014. As setas indicam as EAs com os teores máximos dos elementos acima.

A estação de referência (EA 1) apresentou o teor de zinco em folhas de *P. notatum* mais elevado, seguida pelas plantas das estações de amostragem próximas à usina, tais como as EAs 2, 3, 4, 5 e 6 (Figura 7.3B). Semelhante ao observado com o chumbo, o teor de zinco em muitas amostras lavadas também foi superior ao das amostras não-lavadas, tal como observado nas EAs 7-12.

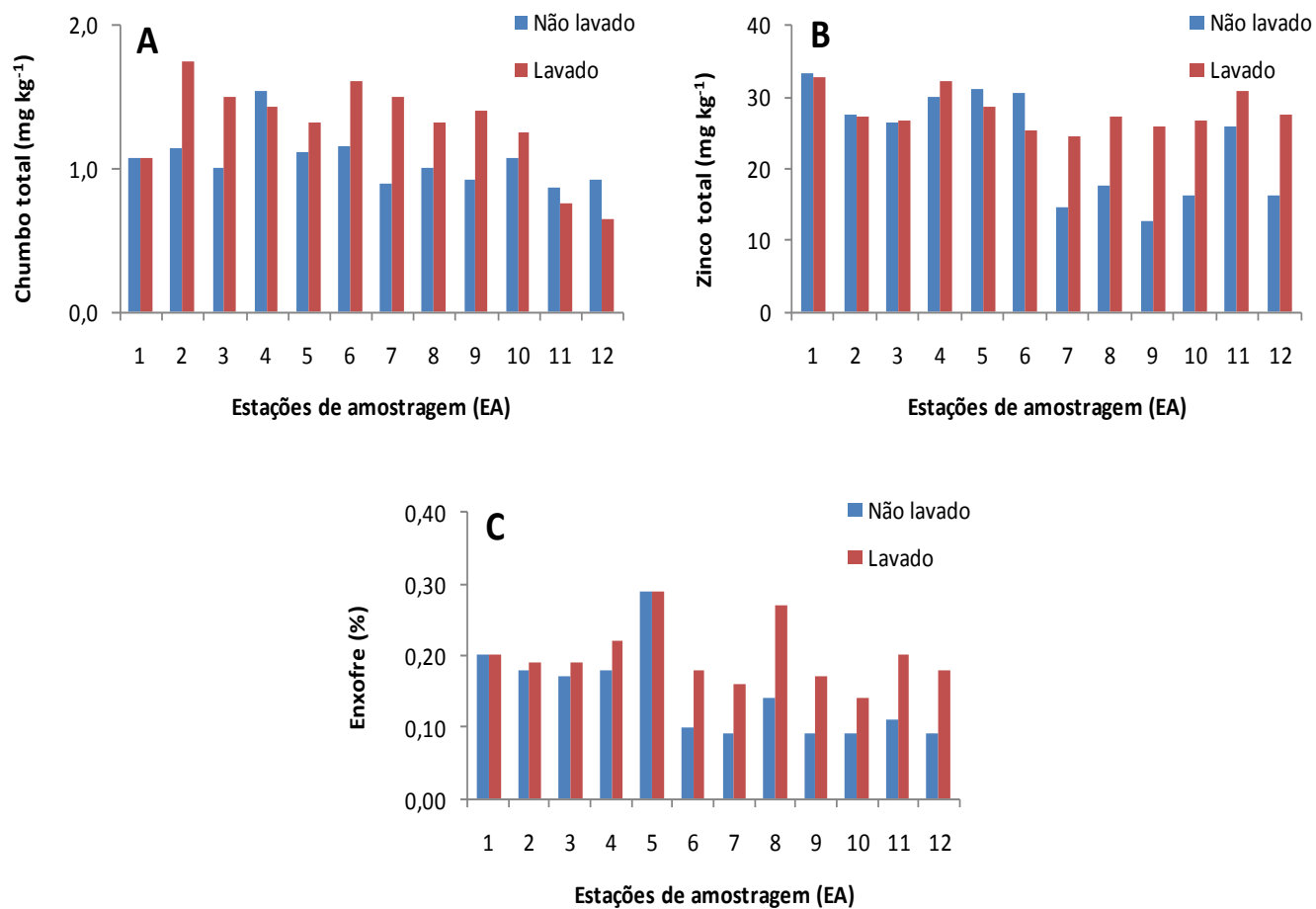


Figura 7.3: Teores de chumbo (A), zinco (B) e enxofre (C) em folhas lavadas e não-lavadas de *P. notatum* de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota. As setas indicam as EAs com os teores máximos dos elementos acima em janeiro de 2014.

De forma semelhante ao encontrado para os elementos chumbo e o zinco, o enxofre em *P. notatum* também apresentou teores mais elevados em amostras lavadas em comparação com o teor de amostras não-lavadas na grande maioria das estações de amostragem. Este resultado está em aparente contradição com a hipótese de presença de material depositado sobre as folhas na forma de poeira contendo enxofre.

O fator de enriquecimento de enxofre foi calculado tomando-se a porcentagem de incremento no teor de enxofre das plantas de cada local em relação ao teor de enxofre das plantas na estação de referência (EA 1). Deste modo, as estações de amostragem cujo fator de enriquecimento foi superior a 1 foram as EAs 2, 4, 5, 6, 7, 8 e 10 (Figura 7.4A), com as EAs 6 e 8 apresentando os valores mais elevados.

O índice de poluição por metais, o qual leva em conta para seu cálculo os teores dos três metais analisados, distinguiu as EAs 11 e 12 com índices mais elevados em comparação com as demais (Figura 7.4B).

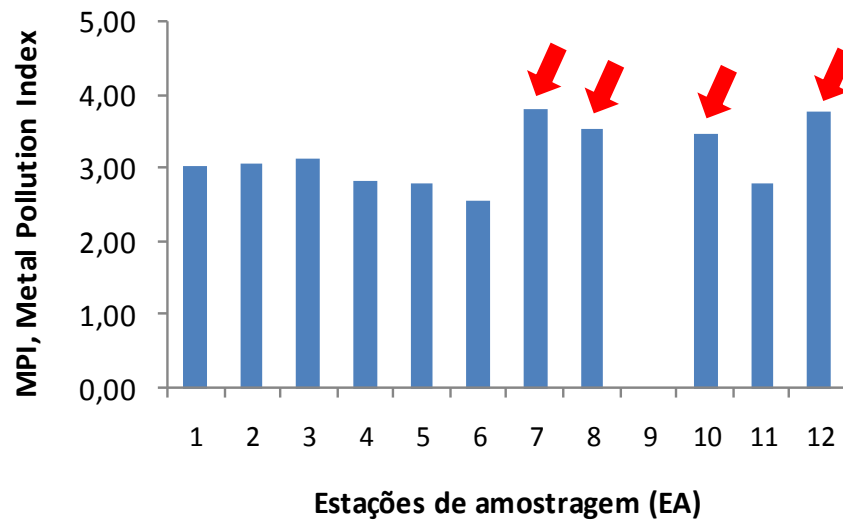
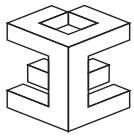


Figura 7.4: Índice de poluição por metais, calculado com base nos teores dos elementos-traço metálicos na matéria seca de folhas de *E. mollis*, janeiro de 2014.

7.5.2 Biomonitoramento ativo

Durante a coleta dos bioindicadores passivos, aproveitou-se para verificar o estado dos líquens que foram expostos em todas as estações de amostragem em agosto de 2013 e fazer pequenos reparos nos suportes a fim de garantir sua exposição uniforme e evitar a perda das amostras até sua coleta prevista para abril de 2014.

O compartimento ambiental monitorado, **qualidade do ar**, tem como pesquisador o Biólogo Dr. Leandro da Silva Duarte e responsável técnico o Biólogo Dr. Armando Molina Divan Jr.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- SEDIMENTOS

Bibliografia organizada por data de publicação.

- 1961-TUREKIAN, K.K., WEDEPOHL, K.H., 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geological Society of America Bulletin* 72, 175-192.
- 1979-BOWEN, H.J.M. 1979. *Environmental Chemistry of the Elements*. Academic Press, 1979.
- 1985-SWARTZ, R.C.; SHULTZ, D.W.; DISTWORTH, G.R.; DEBEN, W.A. COLE, F.A. *Sediment toxicity contamination and macrobenthic communities near a large eswage outfall*. Pp 152-175. In: Validation and predicTabelaility of Laboratory Methods for Assessing the fate and effects of Contaminants in Aquatic Ecosystems. T.T. Boyle (ed) American Society for testing and Materials STP 865. Philadelphia, P.A. 1985.
- 1990-LONG, E.R., MORGAN, L.G., 1990. Potential for biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the national status and trends program. NOAA Technical Memorandum NOS OMA 52, *National Oceanic and Atmospheric Administration*, Seattle, Washington.
- 1993- PERSEAUD, D.R.; JAAGUMAGI, R; HAYTON A. 1993. *Guidelines for protection and management of aquatic sediments in Ontário*. Standards Development Branch. Ontario Ministry of Environment and Energy. Toronto, Canada.
- 1994- WILLIAMS, T. P. J.; BUBB M. and LESTER J. N.;1994. *Marine Pollution Bulletin*, 28; 277-290.
- MACDONALD, D. D. 1994. *Approach to the Assessment of Sediment Quality in Florida Coastal Waters*. Volume 1-Development and Evaluation of Sediment Quality Assessment Guidelines, Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee.

1995-LONG, E. R., MACDONALD, D. D., SMITH, S. L. and CALDER, F. D..1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management* 19: 81-97.

WSDE, Washington Administrative Code 1995.Title 173, Chapter 204-*Sediment Management Standards*, Washington State Department of Ecology, Olympia.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1995. *Protocol for the Derivation of Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. Report CCME EPC-98E. Prepared by the Technical Secretariat of the Water Quality Guidelines Task Group, Winnipeg, Manitoba. 38 p.

ENVIRONMENT CANADA (1995) *Interim sediment quality guidelines. Ecosystem Conservation Directorate, Evaluation and Interpretation Branch, Soil and Sediment Quality Section, Guidelines Branch*, Ottawa, Ontario.

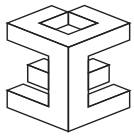
1996-MACDONALD, D., CARR, R.S., CALDER, F. D., LONG, E. R. and INGERSOLL, C.G. 1996b. Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida coastal waters. *Ecotoxicology* 5, 253-278.

USEPA, 1996. U.S. Environmental Protection Agency, *Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices*. Method 3052.

SMITH, S.L., MACDONALD, D.D., KEENLEYSIDE, K.A., INGERSOLL, C.G., FIELD, J., 1996. A preliminary evaluation of sediment quality assessment values for freshwater ecosystems. *Journal of Great Lakes Research* 22, 624 - 638.

MACDONALD, D.; LONG, E., FIELD; J., INGERSOLL, C.; CARR, S.; HAVERLAND, P., CANRELD, T.; DWYER, J.; KEMBLE, N.; CALDER, F.; SLOANE, G.; SEAL,T.; SMITH, S.; KEENLEYSIDE, K.; GAUDET, C.; WONG, M AND FOX, R. 1996a. Application of ERLs and ERMs for assessing contaminated sediments: Response to Sampson, Pastorok and Ginn. *SETAC News* 16(5), 31-34.

1997- LONG EDWARD R. and WILSON. CRAIG J.. 1997. On the Identification of Toxic Hot Spots using Measures of the Sediment Quality Triad. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 34, No. fi, pp. 373-374, 1997.



CHAPMAN, PETER M.; BRIAN ANDERSON, SCOTT CARR, VIRGINIA ENGLE, ROGER GREEN, JAWED HAMEEDI, MICHELLE HARMONI, PAMELA HAVERLAND, JEFF HYLAND, CHRIS INGERSOLL, EDWARD LONG, JOHN RODGERS JR, MICHAEL SALAZAR, PAUL K. SIBLEY, PAUL J. SMITH, RICHARD C. SWARTZ, BRUCE THOMPSON and HERBERT WINDOM. 1997. General Guidelines for using the Sediment Quality Triad. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 34, No. 6, pp 368-377.

1998-LONG, E.R., FIELD, L.J., MACDONALD, D.D., 1998. Predicting toxicity in marine sediments with numerical sediment quality guidelines. *Environmental Toxicology and Chemistry* 17 (4), 714-727.

LONG, E.R.; MACDONALD, D.D., 1998. Recommended uses of empirically derived, sediment quality guidelines for Marine and Estuarine Ecosystems. *Human and Ecological Risk Assessment* 4 (5), 1019-1039.

EPA/USACE (1998) *Evaluation of dredged material proposed for discharge in waters of the US-Testing Manual*. US Environmental Protection Agency and US Army Corps of Engineers, Washington, DC EPA-823-B-004.

1999-CHAPMAN, PETER M.; ALLARD PATRICK J. and VIGERS GARY A. 1999. Development of Sediment Quality Values for Hong Kong Special Administrative Region: A Possible Model for Other Jurisdictions *Marine Pollution Bulletin* Vol. 38, No. 3, pp. 161-169.

CHAPMAN, PETER M. and MANN GARY S., 1999. Sediment Quality Values (SQVs) and Ecological Risk Assessment (ERA) *Marine Pollution Bulletin* Vol. 38, No. 5, pp. 339-344.

CCME, 1999. *Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic environment*, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

COLE, S.; CODLING, I. D; PARR ; W. AND ZABEL, T. 1999. Guidelines for managing water quality impacts within UK European marine sites, WRC Swindon, Swindon.

McDonald D.D., BERGER, T., WOOD, K, BROWN, J. JOHNSEN T. HAINES, M.L., BRYDGES, K. Mc.DONALD, SMITH, S.L.; SHAW D.P.A 1999. *Compendium of Environmental Quality Benchmarks*. Environment Canada 700-1200 West 73rd Avenue Vancouver, B.C. Canada V6P 6H9

2000-MACDONALD, D.D., INGERSOLL, C.G., BERGER, T.A., 2000. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 39 (1), 20–31.

EUROPEAN COMMISSION, Official Journal of the European Communities, 2000, L327, 1–72.

2001-EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL, OFFICIAL, 2001 *Journal of the European Communities*, 2001, L331, 1–5.

CORMACK, R. 2001. *Sediment Quality Guideline Options for the State of Alaska*. Prepared for the Alaska Department of Environmental Conservation Division of Spill Prevention and Response Contaminated Sites Remediation Program, Anchorage, 2001.

RUBAN, V. ; LOPEZ-SANCHEZ, J. F. ; PARDO, P. ; RAURET, G. ; MUNTAU, H. AND QUEVAUVILLER, P. FRESENIUS 2001. *Journal of Analytical Chemistry*, 2001, 370, 224–228;

COOK, J. M. ; M. J. GARDNER, A. H. GRIFFITHS, M. A. JESSEP, J. E. RAVENSCROFT AND R. YATES, *Marine Pollution Bulletin*, 34; 637–644.

2002-MAcDONALD D.. and INGERSOLL, CHRISTOPHER G. 2002. *A Guidance Manual to Support the Assessment of Contaminated Sediments in Freshwater Ecosystems Volume I – An Ecosystem-Based Framework for Assessing and Managing Contaminated Sediments*.114 PAG.

MAcDONALD D. D. and CHRISTOPHER G. INGERSOLL 2002.A *Guidance Manual to Support the Assessment of Contaminated Sediments in Freshwater Ecosystems Volume II – Design and Implementation of Sediment Quality Investigations* 104pag.

MAcDONALD D. D. and CHRISTOPHER G. INGERSOLL 2002. *A Guidance Manual to Support the Assessment of Contaminated Sediments in Freshwater Ecosystems Volume III – Interpretation of the Results of Sediment Quality Investigations* 198 pag.

BURTON, G. ALLEN Jr. 2002. Sediment quality criteria in use around the world. *Limnology* (2002) **3**:65–75

WENNING, R.J., INGERSOLL, C.G., 2002. *Summary of the SETAC Pellston workshop on use of sediment quality guidelines and related tools for the assessment of contaminated sediments*, Fairmont, Montana, USA, 17–22 August 2002. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Pensacola, FL, USA.

FILGUEIRAS, A. V. LAVILLA, ; I. AND BENDICHO, C. 2002. *Journal of Environmental Monitoring*, 2002, 4, 823–857; W.

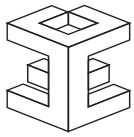
2003-NASCIMENTO, M. R. L. 2003. *Proposição de Valores de referencia para a concentração de metais e metalóides em sedimentos límnicos e fluviais da Bacia hidrográfica do Rio Tiete, São Paulo*. Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências exatas e de Tecnologia São Carlos, São Paulo, 142 paginas.

SILVÉRIO, P. F.. 2003. *Bases técnico-científicas para derivações guias de qualidade de sedimentos para metais experimentos de campo e de laboratório*. Tese de Doutorado escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo São Carlos. 145 pag. São Paulo.

MACDONALD, D. D.; INGERSOLL C. G.; D. E. SMORONG AND LINDSKOOG R. A., *Development and Applications of Sediment Quality Criteria for Managing Contaminated Sediment in British Columbia*, British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection, Victoria, 2003.

LANGSTON W. J, B. S. CHESMAN, G. R. BURT, S. J. HAWKINS, J. READMAN AND P. WORSFORD. 2003. *Site Characterization of South West European Marine Sites - Poole Harbour SPA*, Plymouth Marine Science Partnership, Plymouth, 2003.

MACDONALD, D. D.; INGERSOLL, C. GSMORONG, . D. E.. LINDSKOOG, R. A SLOANE, AND BIERNACKI, T..2003 *Development and Evaluation of Numerical Se diment Quality Assessment Guidelines for Florida Inland Waters*. Technical Report, Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, 2003.



2003-SILVANO, J.; RAYA-RODRIGUEZ, M.T. 2003. Evaluation of metals in water sediment and fish of azul lake, na open-air originaly coalmine (Siderópolis, Santa Catarina state, Brazil). *Acta Limnológica Brasiliensis*, 15 (3), 2003, p.71-80.

Besten, P. J. den; Deckere, E. de; Babut, M. P. ; Power B., DelValls, T. A. ; Zago, C.; Oen, A. M. P.; and Heise, S. 2003. *Journal of Soils and Sediments*, 2003, 3, 144–162.

Crane, M. 2003. *Toxicology Letters*, 2003, 142, 195–206.

VEIGA, I. G.. 2003. *AVALIAÇÃO DA ORIGEM DOS HIDROCARBONETOS EM SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DE MANGUEZAIS DA REGIÃO NORTE DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS / BAHIA*. UENF ENEP MACAÉ – RJ - Dissertação de Mestrado Orientador: Jorge Alberto Trigüis, Ph.D. 224 P.

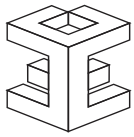
2004-USEPA, 2004. U.S. Environmental Protection Agency, USEPA 2004 SOP. 254, *Sediment Toxicity Testing Reduced Volume Testing with Hyalella azteca*

SALOMONS, J. and Brils, J. 2004 Contaminated Sediments in European River Basins EVK1-CT-2001– 2002, 2005-European Sediment Research Network, <http://www.sednet.org/>, 2004; V. Roussiez, W. Ludwig, J.-L. Probst and A. Monaco, *Environmental Pollution*, 138,;167–177.

CONCEIÇÃO, G.. 2004. *DISTRIBUIÇÃO DE ELEMENTOS-TRAÇO EM SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DO RIO ITAJAÍ-MIRIM EM SANTA CATARINA* BLUMENAU, SC, FURB – CCT. Dissertação Mestrado.Orientador: Prof. Dr. Marcos Rivail da Silva. 107 p.

HAKAN PEKEY A.; DURAN, KARAKAS, B, SAVAS_ AYBERK C, LEYLA TOLUN B, MITHAT BAKOGLU. 2004 Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of Izmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey. *Marine Pollution Bulletin* 48 :946–953.

2005-O. Wurl and J. P. Obbard, *Chemosphere*, 2005, 58, 925–933; C. K. Yap, A. Ismail and S. G. Tan, *Marine Pollution Bulletin*, 2003, 46, 1348–1353; L. R. de Astudillo, I. C. Yen and I. Bekele, *Revista De Biologia Tropical*, 2005, 53, 41–53.



WENNING, R. ; INGERSOLL, C. G. ; BATLEY, G. and MOORE, D M eds., *Use of Sediment Quality Guidelines (SQGs) and Related Tools for the Assessment of Contaminated Sediments*, SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) Press, Pensacola, 2005.

VROM, *Netherlands' position paper on EU soil strategy*, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, 2005.

LEPPER, P. 2005. *Manual on the Methodological Framework to Derive Environmental Quality Standards for Priority Substances* in accordance with Article 16 of the Water Framework Directive (2000/ 60/EC), Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology, Smallenberg, 2005.

FABIANI, Claudio and YESSAYAN, Roosanna. 2005. **The role of sediments in the assessment of ecological quality of European river bodies.** *Ann Ist Super Sanità.* 41(3):317-325

QUEIROZ, A. F. DE S; CELINO, J. J. ; VEIGA, I. G.; TRIGÜIS, J. A.. 2005. *Contaminação por HPAs de baixa massa molecular em sedimentos superficiais de manguezais da Baía de Todos os Santos, BA.* Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás – IBP, Salvador Bahia. In: Anais do 3 Congresso de Petróleo e Gas, Salvador, Bahia, IBP. 6 paginas.

LEPPER, P. 2005. Towards the Derivation of Quality Standards for Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive, Final Report of the Study Contract No. B4-3040/2000/30637/MAR/E, Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology, 2002; W. De Coen, M. Babut, J. Castro-Jimenez, B. Kolar, V. M. Gregorio, B. Nordbo, W. Rödinger and D. T. Hulscher, *Environmental Quality Standards (EQS) for Organic Substances in Sediments under the European Water Framework Directive (WFD)*, Joint research Centre.

S. CAEIRO, M. H. COSTA, T. B. RAMOS, F. FERNANDES, N. SILVEIRA, A. COIMBRA, G. MEDEIROS AND M. PAINHO, *Ecological Indicators*, 2005, 5, 151-169.

PABUT, M. P.; AHLF, W; BATLEY, G. E.; CAMUSSO, M.; DECKERE, E. DE AND DEN BESTEN, P. J. ; 2005. *Use of Sediment Quality Guidelines and Related Tools for the Assessment of Contaminated Sediments*, eds. R. J. Wenning, G. Batley, C. G. Ingersoll and D. M. Moore, SETAC Press, 2005, pp. 345-381.

2006-CELINO, J. J. E A. F. DE S. Q.. 2006. Fonte e grau da contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) de baixa massa molecular em sedimentos da baía de Todos os Santos, Bahia. *R. Esc. Minas, Ouro Preto*, **59**(3): 265-270.

EUROPEAN COMMISSION, Official Journal of the European Communities, 2006, L396, 1-849. C. RUD_EN AND S. O. HANSSON, 2006. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2006, 44, 33-42.

EUROPEAN COMMISSION, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council - establishing a framework for the protection of soil and amending *Directive 2004/35/EC* COM(2006) 232 final; 2006/0086 (COD), Brussels, 2006.

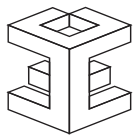
2007-CANAVAN, R.W.; CAPPELLEN P.; VAN, J.J.G.; ZWOLSMAN ,G.A. VAN DEN BERG, C.P. SLOMP. 2007. Geochemistry of trace metals in a fresh water sediment: Field results and diagenetic modeling. *Science of the Total Environment* 381: 263-279

LYNNE M. HINKEY & BAQAR R. ZAIDI. 2007. Differences in SEM-AVS and ERM-ERL predictions of sediment impacts from metals in two US Virgin Islands marinas. *Marine Pollution Bulletin* 54 (180-185).

BONAI, N. C. 2007. *DISTRIBUIÇÃO DE METAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE ITÁ E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE *Eichhornia crassipes* NA REMEDIAÇÃO DE ÁGUAS CONTAMINADAS PELA ATIVIDADE AGRÍCOLA DE CRIAÇÃO DE SUÍNOS*. UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA REGIONAL DE CHAPECÓ Dissertação de Mestrado. Orientador: Prof. Dr. Jacir Dal Magro. 82 p.

PAVEI, P. T. .2007. *CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTAMINADOS PELASATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE CARVÃO CRICIÚMA*. UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE. Dissertação de Mestrado.Orientador: Prof. Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes. 109 p.

QUEIROZ, A. F. DE S.; CELINO, J.J.; TRIGUIS, J. A.; SANTIAGO, J. S.2007. COMPORTAMENTO GEOQUÍMICO DOS HIDROCARBONETOS NO ECOSISTEMA COSTEIRO: EXEMPLO DOS SEDIMENTOS DE MANGUEZAIS DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BAHIA. *4o DPETRO*, Campinas, São Paulo, 21-24 de Outubro de 2007. PG. 1 a 10.



PEREIRA, J. C.; GUIMARÃES-SILVA, A. K.; NALINI JÚNIOR, H.A.; PACHECO-SILVA, E; LENA, J. C. .2007.DISTRIBUIÇÃO, FRACIONAMENTO E MOBILIDADE DE ELEMENTOS TRAÇO EM SEDIMENTOS. SUPERFICIAIS. *Quim. Nova*, Vol. 30, No. 5, 1249-1255.

ABNT, 2007. NBR 15470. Toxicidade em sedimento - Método de ensaio com *Hyalella azteca*.

2008-MARMO. L. 2008. European Commission Environment Directorate-General, Agriculture, Forests and Soil Unit. personal communication

ZHENG, NA; WANG QICHAO; LIANG, ZHONGZHU; ZHENG, DONGMEI .2008.Characterization of heavy metal concentrations in the sediments of three freshwater rivers in Huludao City, Northeast China *Environmental Pollution* 154:135-142.

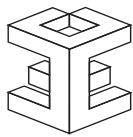
BJØRGESÆTER, ANDERS and GRAY. JOHN S.. 2008. Setting sediment quality guidelines: A simple yet effective method. *Marine Pollution Bulletin* 57: 221–235.

HORTELLANI, M.A.; SARKIS, J. E. S.; ABESSA. D M. S; SOUSA, E.C. P. M..2008.AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR ELEMENTOS METÁLICOS DOS SEDIMENTOS DO ESTUÁRIO SANTOS – SÃO VICENTE . *Quim. Nova*, Vol. 31, No. 1, 10-19.

LIMA, E. DE A.M. 2008. *AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SEDIMENTOS E PROGNÓSTICO GEOQUÍMICO AMBIENTAL DA ZONA ESTUARINA DO RIO BOTAFOGO, PERNAMBUCO*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Prof. Dr. Eldemar de Albuquerque Menor e 205 p.

NEVES, D. M. de C.. 2008.*ANÁLISE DE SULFETOS VOLATILIZÁVEIS POR ACIDIFICAÇÃO E METAIS EXTRAÍDOS NO SEDIMENTO DO SISTEMA ESTUARINO DOS RIOS PIRAQUÊ-AÇU E PIRAQUÊ-MIRIM (ARACRUZ-ES)* Universidade Federal do Espírito Santo, Monografia Orientador: Prof. Dr. Honório Coutinho de Jesus.

SHNITZLER, D. C.. 2008. *AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEDIMENTOS DE RIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA COM ÊNFASE EM ESPÉCIES*



METÁLICAS. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. Orientador: Prof. Dr. Marco Tadeu Grassi. 158 p.

2009-SILVA, N. M. T. DO N.; NETO, J. A. DE S.; SILVA, W. L.; VALENÇA, L. M. M. GEOQUÍMICA DE SEDIMENTOS DE FUNDO DE DRENAGEM EM ESTUÁRIO TROPICAL, NORDESTE DO BRASIL. *Estudos Geológicos v. 19 (1), 2009*

HERNANDEZ, R.B.. 2009. *Manganês: O papel do fracionamento químico e da especiação como determinantes de seu comportamento geoquímico e neurotóxico nos organismos em desenvolvimento*. Tese de Doutorado. Orientador Prof. Dr. Breno Pannia Espósito. São Paulo. 162p.

CHOUERIA, R. B.; CESAR, A.; ABESSAC, D. M. S., TORRES, R. J.; MORAIS R.D.; R, PEREIRA, C.D.S., NASCIMENTO, M.R.L., MOZETO, A.A; DELVALLS, T.A. 2009. Development of site-specific sediment quality guidelines for North and South Atlantic littoral zones: Comparison against national and international sediment quality benchmarks. *Journal of Hazardous Materials* 170: 320–331

LÚCIO, M. M L M. 2009. *AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO EFEITO DA CARCINICULTURA SOBRE O SEDIMENTO DE UM TRECHO DO RIO DA RIBEIRA, SANTA RITA-PB*. UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, Dissertação de Mestrado. Orientadora: Profa. Dra. Teresa Cristina Bezerra Saldanha, Co-orientadora: Profa. Dra. Ilda Antonieta Salata Toscano, 65 p.

TORRES, R. J.; ABESSA, D. M. S.; SANTOS, F. C.; MARANHO, L. A.; DAVANSO, M. B; NASCIMENTO, M. R. L. DO; MOZETO, A. A.. 2009. Effects of dredging operations on sediment quality: contaminant mobilization in dredged sediments from the Port of Santos, SP, Brazil . *J Soils Sediments* 9:420–432.

2010-GARCIA, C. A. B.; PASSOS, E. DE A.; ALVES. J. DO P. H. 2010. *Assessment of trace metals pollution in estuarine sediments using SEM-AVS and ERM-ERL predictions*. *Environ Monit Assess. Online DOI 10.1007/s10661-010-1836-2*

QUINÁIA, A. B.; PLETSCH., S. P.; LOWE, A. 2010. *AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE METAIS EM SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DAS PRAIAS DO LAGO DE ITAIPU*. *Quim. Nova*, Vol. 33, No. 3, 613-617,

TAROZO, R.; FRENA, M AND MADUREIRA, L. A. S. 2010. Geochemical Markers as a Tool to Assess Sedimentary Organic Matter Sources of the Laguna Estuarine System, South Brazil: Aliphatic and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Sociedade Brasileira de Química .*J. Braz. Chem. Soc.*, Vol.1, 1-11.

- QUALIDADE DO AR

BRODO, I. M. Transplant experiments with corticolous lichens using a new technique. *Ecology* 42:838-841, 1961.

DIVAN JR. A. M., OLIVEIRA, P. L., PERRY, C. T., ATZ, V. L., AZZARINI-ROSTIROLA, L. N., M. T. RAYA-RODRIGUEZ. Using wild plant species as indicators for the accumulation of emissions from a thermal power plant, Candiota, South Brazil. *Ecological Indicators* 9:1156-1162, 2009.

DIVAN JUNIOR, A.M.; OLIVEIRA, P.L.; SCHMIDT, V.; BERNARDO-SILVA, J.S.; HENTSCHEL, R.; DARSKI-SILVA, B.; RAYA-RODRIGUEZ, M.T.; HARTZ, S.M. Short Communication: Influence of a Coal-Fired Power Plant on Terrestrial Biota at Candiota, South of Brazil. In: *Coal Combustion Research* (GRACE, C.T.; Ed.) New York: Nova Science Publishers, 2010. p. 235-248. ISBN 978-1-61668-423-5.

KABATA-PENDIAS, A.; MUKHERJEE, A. B. Trace elements from soil to human. Berlin: Springer, 2007.

PILLAR, V. D. *MULTIV: aplicativo para análise multivariada e teste de hipóteses*. Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

PILLAR, V.D. *MULTIV. Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. User's Guide v. 2.3*. Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>

SINGH, A.; SHARMA, R. K.; AGRAWAL, S. B. (2008). Effects of fly ash incorporation on heavy metal accumulation, growth and yield responses of *Beta vulgaris* plants. *Bioresource Technology*, 99, 7200-7207.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. Method 3050B Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils.

TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BISSANI, C. A., BOHNEN, H., VOLKWEISS, S.J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. rev. e ampli. Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS. 174 p. 1995. (Boletim Técnico, Departamento de Solos ; n. 5) UFRGS.

VALENTIN, J.L. *Ecologia Numérica: Uma Introdução à Análise Multivariada de dados Ecológicos*. Rio de Janeiro. Interciência. 2000.

18. Equipe de Trabalho

Participam da execução deste Monitoramento de Bioindicadores Ambientais, os professores e pesquisadores, cuja nominata está abaixo relacionada.

Biólogo Dr. Alexandre Arenzon

Biólogo Dr. Armando Molina Divan Júnior

Biólogo Dr. Leandro da Silva Duarte

Geólogo Dr. Nelson Augusto Flores Machado

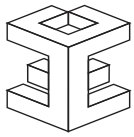
Equipe de Apoio – Coletas e Análises Laboratoriais

Manoel Otávio Fraga da Cunha

Marcelo Saraiva

Sônia Maria Madalosso

Volmar Garcez de Moraes



FUNDAÇÃO
LUIZ ENGLERT
ENTIDADE DE APOIO A UFRGS DESDE 1965

ANEXO

RELATÓRIOS DE ENSAIO