

FUNDAÇÃO
LUIZ ENGLERT
ENTIDADE DE APOIO A UFRGS DESDE 1965



USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI MUNICÍPIO DE CANDIOTA/RS

MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES AMBIENTAIS

Quarto Relatório Parcial Trimestral

Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011

Junho/2014



À Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica

Aos cuidados: Eng^a Simone Socal

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

Porto Alegre, 06 de junho 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. Água Superficial

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 Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática

4.5 Índice de Qualidade da Água

4.6 Resultados e Considerações

5. Sedimentos

5.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

5.2 Coleta e Preservação das Amostras

5.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio

5.4 Indicadores de Qualidade de Sedimentos

5.5 Resultados e Considerações

5.5.1 Física dos Sedimentos

5.5.2 Química dos Sedimentos

6. Bioindicadores Ambientais: Fitoplâncton, Perifiton

6.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

6.2 Coleta e Preservação das Amostras

6.2.1 Fitoplâncton

6.2.2 Perifiton

6.3 Métodos Analíticos

6.3.1 Fitoplâncton

6.3.2 Perifiton

6.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

6.4.1 Fitoplâncton

6.4.2 Perifiton

7. Bioindicadores Ambientais: Zooplâncton

- 7.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados
- 7.2 Coleta e Preservação das Amostras
- 7.3 Métodos Analíticos
- 7.4 Resultados e Indicadores e Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas
- 7.5 Considerações Finais

8. Bioindicadores Ambientais: Macrofauna Bentônica

- 8.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados
- 8.2 Coleta e Preservação das Amostras
- 8.3 Métodos Analíticos
- 8.4 Resultados e Indicadores e Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas
 - 8.4.1 Amostras coletadas em áreas de remanso
 - 8.4.2 Amostras coletadas em áreas de corredeira
- 8.5 Índice IBMWP

9. Bioindicadores Ambientais: Ictiofauna

- 9.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados
- 9.2 Coleta e Preservação das Amostras
- 9.3 Métodos Analíticos
- 9.4 Resultados e Indicadores de Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

10. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

11. Rede de Monitoramento Ambiental

12. Monitoramento da Flora

- 12.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados
- 12.2 Trabalho de Campo e Técnicas de Amostragem
- 12.3 Resultados Parciais e Comentários
- 12.4 Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

13. Monitoramento da Avifauna

13.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

13.2 Trabalho de Campo

13.3 Técnicas de amostragem

13.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

14. Monitoramento da Herpetofauna

14.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

14.2 Trabalho de Campo

14.3 Técnicas de amostragem

14.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

15. Bioindicadores da Qualidade do Ar

15.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

15.2 Trabalho de Campo

15.3 Técnicas de Amostragem

15.3.1 Biomonitoramento Passivo

15.3.2 Biomonitoramento Ativo

15.4 Métodos analíticos

15.5 Resultados parciais

15.5.1 Biomonitoramento passivo

15.5.2 Biomonitoramento ativo

16. Atividade Pecuária

16.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

16.2 Trabalho de Campo

16.3 Métodos utilizados

16.4 Resultados e comentários

17. Referências Bibliográficas

18. 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.

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.

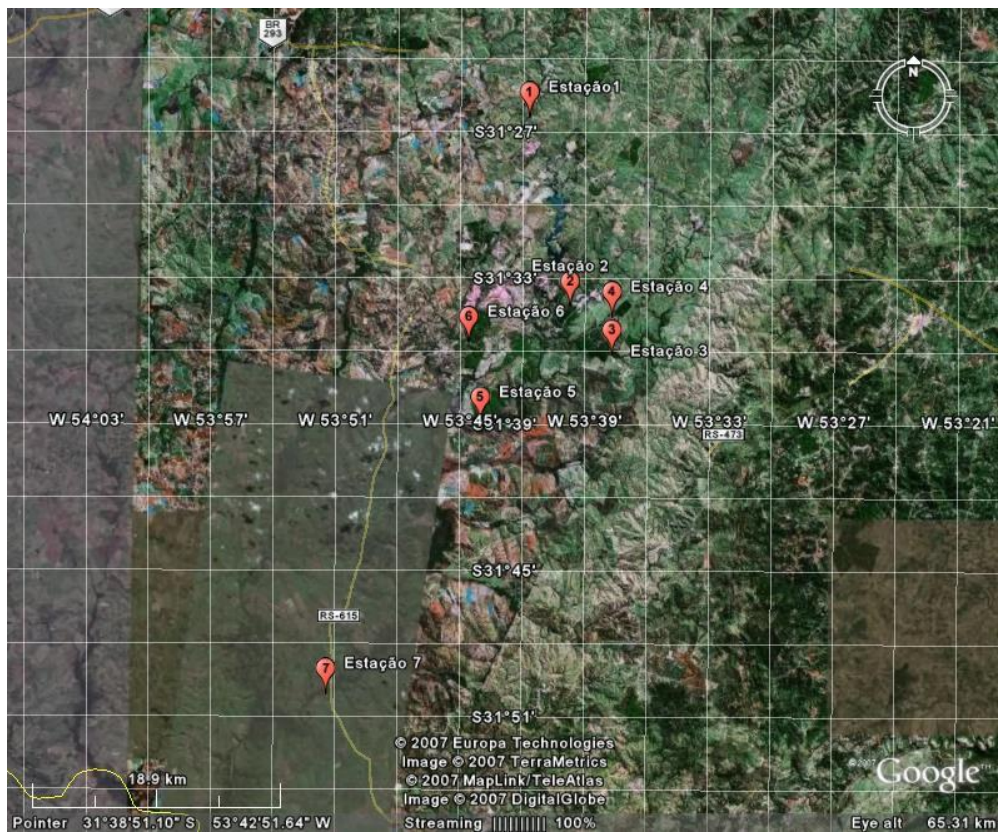


Figura 3.1. Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento

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 Candiotinha	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 Candiotinha, visando avaliar as atividades da Usina no corpo receptor Coordenadas UTM 22J 6503415 / 246365
PM 5	Arroio Candiota	Ponto à jusante do deságüe Arroio Candiotinha, 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. ÁGUA SUPERFICIAL

4.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais, identificadas pelo número 1 a 7, estão apresentadas no Quadro 3.1. A Tabela 4.1 apresenta os parâmetros analisados nas amostras coletadas de "Água Superficial".

Tabela 4.1 - Parâmetros analisados nas Águas Superficiais

Condutividade
Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>)
Cor
DBO
Fenóis totais
Fósforo total
Nitrato
Nitrogênio Amoniacal
Metais dissolvidos: Al, Fe, Cu
Metais totais: Hg, As, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, Zn
Óleos e Graxas
Oxigênio Dissolvido
pH
Sólidos dissolvidos totais
Surfactantes
Sulfetos
Temperatura
Toxicidade crônica com <i>S. capricornutum</i>
Toxicidade crônica com <i>C.dubia</i>
Toxicidade crônica com <i>P.promelas</i>
Turbidez

4.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 31 de março a 02 de abril de 2014. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu parcialmente nublado, sem chuva e temperatura do ar variando no intervalo de 16,5 a 25,0 °C.

Os procedimentos de amostragem apresentados seguiram as orientações da Norma NBR 9898/87 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.

- A coleta foi realizada diretamente nos frascos de coleta, previamente lavados com HNO₃ 0,1 M e três vezes com água deionizada;
- O frasco foi ambientado previamente com a água do ponto a ser amostrado;
- A amostra foi coletada mergulhando-se o frasco de coleta a aproximadamente 30 cm abaixo da superfície da água, com a boca voltada contra a corrente (coleta manual);
- Nos casos em que houve necessidade de coletar um grande volume de amostra para ser distribuída em vários frascos, foi empregado um recipiente de transposição, de material quimicamente inerte e garantida a homogeneidade das amostras nos diversos frascos.

No momento da coleta foram medidos, no próprio local os seguintes parâmetros: temperatura, pH e Oxigênio Dissolvido.

O volume de amostra, tipo de frasco para armazenamento, preservação e prazo de análise estão apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Especificações técnicas para a preservação de amostras de Água Superficial

Parâmetro	Frasco	Volume Mínimo	Preservação	Prazo Análise
Condutividade	Vidro âmbar	500mL	Refrigerar a 4°C	28 dias
Coliformes termotolerantes <i>E.coli</i>	Plástico	Mais que 100mL	Refrig.<10°C. Frasco esterili. com Tios. de sódio e EDTA.	Até 24h
Cor	Vidro âmbar	300mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
DBO	Vidros Winkler	700 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
Fenóis totais	Vidro âmbar	500mL	H ₂ SO ₄ conc. até pH < 2. Refrigerar a 4°C	28 dias
Fósforo Total	Vidro âmbar	100mL	H ₂ SO ₄ conc. até pH < 2. Refrigerar a 4°C	28 dias
Nitrato	Vidro âmbar	100mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
Nitrogênio Amoniacal	Vidro âmbar	500mL	Refrigerar a 4°C	7 dias
Metais dissolvidos: Al, Fe, Cu	Plástico	250mL	Refrigerar a 4°C e filtração em membrana de 0,45 µm HNO ₃ conc. até pH< 2.	180 dias
Metais totais: As,Cd, Pb, Cr, Mn, Ni, Zn	Plástico	250mL	HNO ₃ conc. até pH< 2. Refrigerar a 4°C	180 dias
Metais totais: Hg	Vidro âmbar	250mL	2mL sol. K ₂ CrO ₇ a 20% em sol. HNO ₃ 1:1 até pH< 2. Refrigerar a 4°C	45 dias
Óleos e Graxas	Vidro de boca larga	1000mL	HCl conc. até pH < 2. Refrigerar a 4°C	28 dias
Oxigênio Dissolvido	-	-	Medir em campo.	Imediato
pH	-	-	Medir em campo	Imediato
Sólidos Dissolvidos Totais	Vidro âmbar	1000mL	Refrigerar a 4°C	7 dias
Surfactantes	Vidro âmbar	100mL	Refrigerar a 4°C	48 h
Sulfeto	PET transparente	500mL	Adicionar 4 gotas de acetato de zinco 2N/100mL e NaOH até pH>9. Refrigerar a 4°C	28 dias
Temperatura	-	-	Medir em campo	Imediato
Toxicidade crônica com <i>P. subcaptata</i>	Plástico	5 L	Refrigeração por 48 horas e congelamento até 60 dias	60 dias
Toxicidade crônica com <i>C.dubia</i>	Plástico	5 L	Refrigeração por 48 horas e congelamento até 60 dias	60 dias

Toxicidade crônica com <i>P.promelas</i>	Plástico	20 L	Refrigeração por 48 horas e congelamento até 60 dias	60 dias
Turbidez	Vidro âmbar	200mL	Refrigerar a 4°C e manter ao abrigo da luz	24 horas

4.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio

As metodologias analíticas utilizadas nos ensaios das amostras de água superficial estão descritas na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Metodologias analíticas empregadas nos ensaios de Água Superficial

PARÂMETRO	METODOLOGIA	REFERÊNCIA
Condutividade	Condutometria	Standard Methods 22ed.- 2510 B
Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>)	Substrato cromogênico enzimático	Standard Methods 22ed. - 9223 B
Cor aparente	Comparação visual	Standard Methods 22ed. - 2120 C
DBO5	Método de Winkler	Standard Methods 22ed. - 5210 B
Fenóis totais	Absorciometria com clorofórmio	EPA 9065
Fósforo Total	Absorciometria com redução do ácido ascórbico	Standard Methods 22ed. - 4500 P E
Nitrato	Cromatografia Iônica	Standard Methods 22ed. - 4110 B
Nitrogênio Amoniacal	Destilação e Nesslerização	EPA 350.2
Metais dissolvidos: Al, Fe, Cu	Espectrometria de Emissão por Plasma - ICP	Standard Methods 22ed. - 3120 B
Metais totais: As, Cd, Pb, Cr, Ni, Mn e Zn	Espectrometria de Emissão por Plasma - ICP	Standard Methods 22ed. - 3120 B
Metais totais: Hg	Espectrofotometria de Absorção Atômica - Geração de Vapor	Standard Methods 22ed. - 3112 B
Óleos e Graxas	Gravimetria - partição líquida-líquida	Standard Methods 22ed.- 5520 B
Oxigênio Dissolvido	Método Titulométrico	Standard Methods 22ed.-4500 O C
pH	Método Potenciométrico-pHmetro	Standard Methods 22ed.- 4500H B

Sólidos Dissolvidos Totais	Gravimetria- secagem a 180°C	Standard Methods 22ed.- 2540 C
Surfactantes	Absorciometria com azul de metileno	Standard Methods 22ed. - 5540 C
Sulfeto	Absorciometria	Standard Methods 22ed.- 4500S D
Temperatura	Termometria	NBR 9898/87
Toxicidade crônica com <i>P. subcaptata</i>	Ensaio de Toxicidade Aquática	ABNT NBR 12648/2005
Toxicidade crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio de Toxicidade Aquática	ABNT NBR 13373/2005
Toxicidade crônica com <i>Pimephales promelas</i>	Ensaio de Toxicidade Aquática	ABNT NBR 15499/2007
Turbidez	Nefelometria	Standard Methods 22ed. - 2130 B

Os Relatórios de Ensaio referentes a estas coletas estão em anexo, apresentando a metodologia e o Limite de Quantificação do Método utilizado para cada parâmetro monitorado.

4.4 Índice de parâmetros mínimos para a preservação da vida aquática (IPMCA)

O IPMCA tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora. O IPMCA é composto por dois grupos de parâmetros, o de substâncias tóxicas e o de parâmetros essenciais. Para cada parâmetro analisado foram estabelecidos três diferentes níveis, para os quais são feitas as ponderações numéricas de 1, 2 e 3.

Esses diferentes níveis constam da Tabela 4.4, sendo que os de ponderação 1 correspondem aos padrões de qualidade de água, atualizados para a legislação CONAMA 357/2005.

Os níveis relativos às ponderações 2 e 3 foram obtidos das legislações americana (EPA) e francesa (CODE PERMANENT: ENVIRONMENT ET NUISANCES), as quais estabelecem limites máximos permissíveis de substâncias químicas, na água, para evitar efeitos crônicos e agudos à biota aquática, respectivamente.

Tabela 4.4 - Parâmetros e ponderações utilizadas para a determinação do IPMCA .

Parâmetros			Ponderação
Essenciais	Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	> 5	1
		3 a 5	2
	pH	< 3	3
		6 – 9	1
		5 a 6 e 9 a 9.5	2
		< 5 e > 9.5	3
Toxicidade	não tóxico	1	
	Efeito crônico	2	
	Efeito agudo	3	
Substâncias Tóxicas	Cádmio total (mg.L ⁻¹)	< 0.001	1
		0.001 a 0.005	2
		> 0.005	3
	Cromo total (mg.L ⁻¹)	< 0.05	1
		0.05 a 1	2
		> 1	3
	Cobre dissolvido (mg.L ⁻¹)	< 0.009	1
		0.009 a 0.05	2
		> 0.05	3
	Chumbo total (mg.L ⁻¹)	< 0.01	1
		0.01 a 0.08	2
		> 0.08	3
Mercúrio total (mg.L ⁻¹)	< 0.0002	1	
	0.0002 a 0.001	2	
	> 0.001	3	
Níquel total (mg.L ⁻¹)	< 0.025	1	
	0.025 a 0.160	2	
	> 0,160	3	
Fenóis totais (mg.L ⁻¹)	< 0.003	1	
	0.003 a 0.05	2	

	> 0.05	3
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	< 0.5	1
	0.5 a 1	2
	> 1	3
Zinco total (mg.L ⁻¹)	< 0.18	1
	0.18 a 1	2
	> 1	3

Em função dos níveis detectados nas amostras de água e suas respectivas ponderações, calcula-se o IPMCA da seguinte forma:

$$\text{IPMCA} = A \times B$$

Onde:

A = valor da maior ponderação do grupo de parâmetros essenciais;

B = Valor médio das três maiores ponderações do grupo de substâncias tóxicas.

Utilizando essa metodologia, o valor do IPMCA pode variar de 1 a 9. Para efeito de classificação das águas, o IPMCA foi subdividido em quatro níveis, de acordo com o significado relativo às ponderações, conforme descritos a seguir, (CETESB):

IPMCA	<u>Classificação da água</u>
1	Boa (Adequada)
2	Regular
3 e 4	Ruim
>= 6	Péssima (Inadequada)

4.5 Índice de Qualidade da Água

Para o cálculo do IQA, foi utilizado o método desenvolvido pela NSF (National Sanitation Foundation), modificado pelo COMITÊSINOS em 1990 para ser utilizado na Região Sul, que incorpora 8 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento.

O IQA é determinado pelo produtório ponderado dos sub-índices de qualidade correspondentes aos parâmetros constantes da Tabela 4.5, com seus respectivos pesos ponderais.

Tabela 4.5 - Parâmetros constantes do IQA

Parâmetro (qi)	Peso ponderal (wi)
pH	0,13
Saturação do oxigênio	0,19
DBO ₅	0,11
Sólidos totais	0,09
Fósforo total	0,11
Nitrato	0,11
Turbidez	0,09
Col. termotolerantes	0,17

Modelo produtório para o cálculo do IQA:

$$\mathbf{IQA = \Pi q_i^{w_i}}$$

Onde:

w_i = peso relativo do iésimo parâmetro

q_i = qualidade relativa do iésimo parâmetro

i = número de ordem do parâmetro (1 a 8)

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas para abastecimento público que, indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100, é classificada segundo as seguintes faixas:

IQA	Faixas de Qualidade - CETESB
80 – 100	ótima
52 – 79	boa
37 – 51	aceitável
20 – 36	ruim
0 – 19	péssima

IQA	Faixas de Qualidade - FEPAM
91 – 100	excelente
71 – 90	bom
51 – 70	regular
26 – 50	ruim
0 - 25	muito ruim

4.6 Resultados e Considerações

Os resultados das análises físicas, químicas e toxicológicas realizadas com as amostras de água estão apresentados nas Tabelas 4.6 e 4.7.

Tabela 4. 6. Resultados das análises físicas, químicas e ecotoxicológicas realizadas nas estações amostradas em abril /2014.

Parâmetro	P1	P2	P3	P4
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	50,0	51,0	89,0	90,0
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	174	223	191	234
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	<2	<2	2	<2
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	402	97	285	199
Fenóis (mg.L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	0,003
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	0,03	0,02	0,04	0,20
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹)	0,7	0,7	0,7	0,6
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	<10	<10	<10	<10
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	7,8	8,5	7,8	9,2
pH	6,8	7,2	7,1	7,4
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	112	100	109	125
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	0,003	0,005	0,007	0,004
Temperatura (°C)	18,0	19,0	19,0	20,0
Turbidez (NTU)	12,6	17,1	15,6	19,8
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	<0,05	0,14	0,14	0,12
Arsênio total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cádmio total (mg.L ⁻¹)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre dissolvido (mg.L ⁻¹)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,72	0,49	0,47	0,54
Manganês total (mg.L ⁻¹)	0,11	0,14	<0,05	0,17
Mercúrio total (mg.L ⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco total (mg.L ⁻¹)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toxicidade – algas	NE	NE	NE	NE
Toxicidade – microcrustáceos	NE	NE	NE	TC
Toxicidade - peixes	NE	NE	NE	NE

NE = nenhum efeito, TC = Toxicidade crônica, TA = Toxicidade aguda

Tabela 4.7. Resultados das análises físicas, químicas e ecotoxicológicas realizadas nas estações amostradas em abril /2014.

Parâmetro	P5	P6	P7
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	90	99	324
Cor aparente (mg Pt-Co.L^{-1})	262	17	270
DBO ₅ ($\text{mg O}_2\text{.L}^{-1}$)	2	2	<2
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	605	72	223
Fenóis (mg.L^{-1})	<0,003	<0,003	<0,003
Fósforo total (mg P.L^{-1})	0,06	0,02	0,07
Nitrato ($\text{mg NO}_3\text{-N.L}^{-1}$)	<0,09	0,15	<0,09
Nitrogênio amoniacal($\text{mgNH}_3\text{-N.L}^{-1}$)	0,6	0,5	0,4
Óleos e Graxas (mg.L^{-1})	<10	<10	<10
Oxigênio Dissolvido ($\text{mg O}_2\text{.L}^{-1}$)	8,1	9,0	5,7
pH	7,5	4,8	7,8
Sólidos Dissolvidos (mg.L^{-1})	101	148	87
Surfactantes (mg.L^{-1})	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfeto ($\text{mgS}_2\text{.L}^{-1}$)	0,005	0,004	0,004
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	20,0	19,0	20,0
Turbidez (NTU)	18,1	10,5	23,2
Alumínio dissolvido (mg.L^{-1})	0,14	1,39	0,24
Arsênio total (mg.L^{-1})	<0,01	<0,01	<0,01
Cádmio total (mg.L^{-1})	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo total (mg.L^{-1})	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre dissolvido (mg.L^{-1})	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo total (mg.L^{-1})	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro dissolvido (mg.L^{-1})	0,36	0,52	0,47
Manganês total (mg.L^{-1})	0,12	1,06	1,06
Mercúrio total (mg.L^{-1})	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total (mg.L^{-1})	<0,01	0,05	0,05
Zinco total (mg.L^{-1})	<0,05	0,05	<0,05
Toxicidade – algas	NE	NE	NE
Toxicidade – microcrustáceos	NE	TA	NE
Toxicidade - peixes	TC	TA	NE

NE = nenhum efeito, TC = Toxicidade crônica, TA = Toxicidade aguda

Com base nos dados acima apresentados foram confeccionadas a Tabela 4.8 apresenta os resultados calculados para o Índice de Preservação das Comunidades Aquáticas (IPMCA) e o Índice de Qualidade de Água (IQA).

Tabela 4.8 IPMCA e IQA calculados para as estações amostrais localizadas na área, coleta de abril de 2014.

Estação amostral	IPMCA*	IQA*
P1	1 (boa)	69,8 (boa)
P2	1 (boa)	74,4 (boa)
P3	1 (boa)	70,4 (boa)
P4	4 (ruim)	71,5 (boa)
P5	2 (regular)	68,2 (boa)
P6	6 (péssima)	63,8 (boa)
P7	2 (regular)	66,2 (boa)

* Fonte CETESB

As Tabelas 4.9 e 4.10 apresentam os resultados da condição de qualidade das estações amostrais, conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005.

Tabela 4.9. Condição de Qualidade das estações amostrais conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, em abril /2014.

Parâmetro	P1	P2	P3	P4
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	-	-	-	-
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	-	-	-	-
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	1	1	1	1
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	2	1	2	1
Fenóis (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	1	1	1	4
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹)1		1	1	1
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	1	1	1	1
pH	1	1	1	1
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	3	3	3	3
Temperatura (°C)	-	-	-	-
Turbidez (NTU)	1	1	1	1
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	1	3	3	3
Arsênio total (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Cádmio total (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Chumbo total (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Cobre dissolvido (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Cromo total (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Ferro dissolvido (mg.L ⁻¹)	3	3	3	3
Manganês total (mg.L ⁻¹)	3	3	1	3
Mercúrio total (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Níquel total (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Zinco total (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Toxicidade	1	1	1	3

Tabela 4.10. Condição de Qualidade das estações amostrais conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, em abril /2014.

Parâmetro	P5	P6	P7
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	-	-	-
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	-	-	-
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	1	1	1
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	2	1	2
Fenóis (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	1	1	1
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	1	1	1
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹) ¹		1	1
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	1	1	2
pH	1	4	1
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	3	3	3
Temperatura (°C)	-	-	-
Turbidez (NTU)	1	1	1
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	3	4	4
Arsênio total (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Cádmio total (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Chumbo total (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Cobre dissolvido (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Cromo total (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Ferro dissolvido (mg.L ⁻¹)	3	3	3
Manganês total (mg.L ⁻¹)	3	4	4
Mercúrio total (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Níquel total (mg.L ⁻¹)	1	4	4
Zinco total (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Toxicidade	3	4	1

O compartimento ambiental monitorado, **Água Superficial**, tem como responsável técnica a Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez.

5. SEDIMENTOS

5.1 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 5.1.

Tabela 5.1 - 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>

5.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 31 de março a 02 de abril de 2014. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu parcialmente nublado, sem chuva e temperatura do ar variando no intervalo de 16,5 a 25,0 °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).

5.3 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).

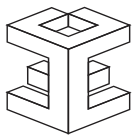
A análise da fração grosseira (grãos com diâmetros maiores ou igual a 0,062mm) foi realizada com peneiras com malhas graduadas em intervalos de 1/2 de fi, a fração fina (grãos menores do que 0.062mm) foi analisada pelo método da pipetagem.

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 5.2.

Tabela 5.2 – 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.



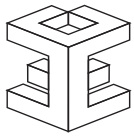
Metais potencialmente móveis: Cd, Pb	Lixiviação ácida EPA 3050 e determinação com Forno de Grafite.
Metal potencialmente móvel: Fe	Lixiviação ácida EPA 3050 e determinação EPA 7471.
pH	Método potenciométrico
Textura Granulométrica	Peneiras e Análise microscópica
Toxicidade com <i>Hyalella azteca</i>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

5.4 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:

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

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 5.3) 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 5.3 - 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 5.4 a 5,7).

Tabela 5.4: 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 5.5 - 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 5.6 - 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 5.7 – 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 seqüencial 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).

5.4 Resultados e Considerações

5.4.1 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 5.8.

Tabela 5.8 - Percentual das frações granulométricas cascalho, areia, silte e argila nas estações amostrais do Arroio Candiota, campanha amostral de Abril de 2014, recebe como sufixo indexador de ordem temporal a letra "W".

Fração Granulométrica	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
Cascalhos(%)	1,70		30,80	1,40	2,00		
Areia Muito Grossa(%)	3,40	0,20	8,00	12,50	1,80	0,01	0,10
Areia Grossa(%)	16,60	2,10	10,30	18,60	4,10	1,40	2,10
Areia Média(%)	46,20	18,40	17,10	28,40	10,20	32,70	10,70
Areia Fina(%)	25,60	33,30	17,30	29,40	11,20	32,30	22,60
Areia Muito Fina(%)	3,90	13,20	11,00	7,10	24,00	5,60	30,30
Silte(%)	2,60	17,80	3,50	2,60	28,20	17,40	30,40
Argila(%)		15,00	2,00		18,50	10,40	3,80
Matéria Orgânica(%)	0,50	0,50	0,50	1,00	4,90	0,60	3,30
Energia	37,46	2,05	17,18	37,46	1,14	2,59	1,92

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:

$$1W=4W>3W>6W>2W>7W>5W$$

Nas estações 1 e 4 estão as relações de maior de energia, e na estação 5 a relação de menor energia de transporte dos grãos, as demais estações estão posicionadas em ordens intermediárias.

5.4.2 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 5.9 e 5.10 apresentam respectivamente, as concentrações resultantes do ataque forte e de ataque fraco as amostras de sedimentos do Arroio Candiota produzidas em Abril de 2014.

Tabela 5.9 – Concentrações de metal **total**, encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio Candiota na campanha amostral W de abril/2014

Metais Totais	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
Altot(%)	3,07	2,78	6,33	2,28	7,36	1,35	6,29
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	0,09	0,08	0,08
Pbtot ppm	7,40	6,10	12,90	7,10	12,70	3,60	10,10
Cutot ppm	8,00	8,00	8,00	8,40	12,60	8,00	12,00
Crtot ppm	8,00	8,00	3,00	15,00	26,60	8,00	18,80
Fetot(%)	0,47	0,59	0,79	1,93	2,51	0,94	1,82
Mntot ppm	86,30	216,00	196,00	346,00	1062,00	47,20	721,00
Hgtot ppm	0,15	0,17	0,15	0,15	0,28	0,15	0,15
Nitot ppm	18,40	17,40	16,70	20,00	20,30	15,30	19,70
Zntot ppm	8,10	13,80	14,70	34,70	63,90	11,20	44,10

Tabela 5.10 – Concentrações de metal **disponível** (fraco), encontradas nos sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota na campanha amostral W, de abril de 2014.

Metais Disponiveis	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
Aldisp(%)	0,18	0,57	0,55	0,61	3,64	0,23	0,27
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	2,50	3,20	4,90	5,10	9,20	3,10	8,10
Cudisp ppm	2,50	2,50	2,50	3,80	10,80	2,50	8,30
Crdisp ppm	2,50	3,80	2,50	8,00	16,40	2,50	13,20
Fedisp(%)	0,35	0,45	0,64	1,32	2,26	0,67	0,17
Mndisp ppm	76,40	202,00	146,00	223,00	979,00	43,90	660,00
Hgdisp ppm	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Nidisp ppm	2,50	2,50	2,50	3,10	10,10	2,50	8,40
Zndisp ppm	3,40	10,30	8,80	20,00	62,60	5,10	41,00

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

$$\frac{\text{A}}{\text{B}}$$

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 5.11 apresenta-se o resultado da razão calculada para cada metal e para cada estação amostral.

Tabela 5.11 - Índice de Tolerância Potencial IT_c, 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 W, abril/2014.

Estações	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
IT_cAl (%)							
IT _c As (ppm)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
IT _c Cd (ppm)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
IT _c Pb (ppm)	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02
IT _c Cu (ppm)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
IT _c Cr(ppm)	0,03	0,03	0,01	0,06	0,10	0,03	0,07
IT_cFe (%)							
IT_cMn (ppm)							
IT _c Hg (ppm)	0,37	0,41	0,37	0,37	0,68	0,37	0,37
IT_cNi (ppm)							
IT _c Zn (ppm)	0,02	0,03	0,04	0,08	0,16	0,03	0,11

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 5.12 e 5.13 na forma de índices.

Tabela 5.12 – 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 W, abril/2014.

Estações	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
InTEC Al (%)							
InTEC As (ppm)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
InTEC Cd (ppm)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08
InTEC Pb (ppm)	0,21	0,17	0,36	0,20	0,35	0,10	0,28
InTEC Cu (ppm)	0,25	0,25	0,25	0,26	0,39	0,25	0,38
InTEC Cr (ppm)	0,18	0,18	0,07	0,35	0,61	0,18	0,43
InTEC Fe (%)	0,24	0,30	0,39	0,97	1,26	0,47	0,91
InTEC Mn (ppm)	0,19	0,47	0,43	0,75	2,31	0,10	1,57
InTEC Hg (ppm)	0,83	0,94	0,83	0,83	1,56	0,83	0,83
InTEC Ni (ppm)	0,80	0,76	0,73	0,87	0,88	0,67	0,86
InTEC Zn (ppm)	0,07	0,12	0,12	0,29	0,53	0,09	0,37

Tabela 5.13 – 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 W, abril/2014.

Estações	PEC	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
InPEC Al (%)								
InPEC As (ppm)	33	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
InPEC Cd (ppm)	5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
InPEC Pb (ppm)	130	0,06	0,05	0,10	0,05	0,10	0,03	0,08
InPEC Cu (ppm)	150	0,05	0,05	0,05	0,06	0,08	0,05	0,08
InPEC Cr (ppm)	110	0,07	0,07	0,03	0,14	0,24	0,07	0,17
InPEC Fe (%)	4	0,12	0,15	0,20	0,48	0,63	0,24	0,46
InPEC Mn (ppm)	1100	0,08	0,20	0,18	0,31	0,97	0,04	0,66
InPEC Hg (ppm)	1,1	0,14	0,15	0,14	0,14	0,25	0,14	0,14
InPEC Ni (ppm)	49	0,38	0,36	0,34	0,41	0,41	0,31	0,40
InPEC Zn (ppm)	460	0,02	0,03	0,03	0,08	0,14	0,02	0,10

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 5.14 e 5.15 na forma de índices.

Tabela 5.14 – 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 W, abril/2014.

Estações	LEL	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
InLEL Al (%)								
InLEL As (ppm)	6,00	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
InLEL Cd (ppm)	0,60	0,13	0,13	0,13	0,13	0,15	0,13	0,13
InLEL Pb (ppm)	31,00	0,24	0,20	0,42	0,23	0,41	0,12	0,33
InLEL Cu (ppm)	16,00	0,50	0,50	0,50	0,53	0,79	0,50	0,75
InLEL Cr (ppm)	26,00	0,31	0,31	0,12	0,58	1,02	0,31	0,72
InLEL Fe (%)	2,00	0,24	0,30	0,39	0,97	1,26	0,47	0,91
InLEL Mn (ppm)	460,00	0,19	0,47	0,43	0,75	2,31	0,10	1,57
InLEL Hg (ppm)	0,20	0,75	0,85	0,75	0,75	1,40	0,75	0,75
InLEL Ni (ppm)	16,00	1,15	1,09	1,04	1,25	1,27	0,96	1,23
InLEL Zn (ppm)	120,00	0,07	0,12	0,12	0,29	0,53	0,09	0,37

Tabela 5.15 – 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 W, abril/2014.

Estações	SEL	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
InSEL Al (%)								
InSEL As (ppm)	33	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
InSEL Cd (ppm)	10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
InSEL Pb (ppm)	250	0,03	0,02	0,05	0,03	0,05	0,01	0,04
InSEL Cu (ppm)	110	0,07	0,07	0,07	0,08	0,11	0,07	0,11
InSEL Cr (ppm)	110	0,07	0,07	0,03	0,14	0,24	0,07	0,17
InSEL Fe (%)	4	0,12	0,15	0,20	0,48	0,63	0,24	0,46
InSEL Mn (ppm)	1100	0,08	0,20	0,18	0,31	0,97	0,04	0,66
InSEL Hg (ppm)	2	0,08	0,09	0,08	0,08	0,14	0,08	0,08
InSEL Ni (ppm)	75	0,25	0,23	0,22	0,27	0,27	0,20	0,26
InSEL Zn (ppm)	820	0,01	0,02	0,02	0,04	0,08	0,01	0,05

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 referência, SQG, na concepção ERL-ERM. Os resultados estão nas Tabelas 5.16 e 5.17, na forma de índices.

Tabela 5.16 – 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 W, abril/2014.

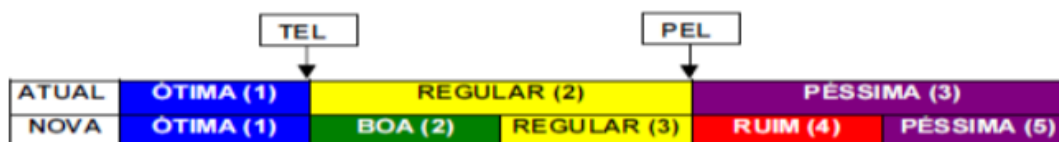
Estações	ERL	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
InERL Al								
InERL As	8,20	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
InERL Cd	1,20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07
InERL Pb	46,70	0,16	0,13	0,28	0,15	0,27	0,08	0,22
InERL Cu	34,00	0,24	0,24	0,24	0,25	0,37	0,24	0,35
InERL Cr	81,00	0,10	0,10	0,04	0,19	0,33	0,10	0,23
InERL Fe								
InERL Mn								
InERL Hg	0,15	1,00	1,13	1,00	1,00	1,87	1,00	1,00
InERL Ni	20,90	0,88	0,83	0,80	0,96	0,97	0,73	0,94
InERL Zn	150,00	0,05	0,09	0,10	0,23	0,43	0,07	0,29

Tabela 5.17 – 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 W, abril/2014.

Estações	ERM	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
InERM Al (%)								
InERM As (ppm)	70,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
InERM Cd (ppm)	9,60	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
InERM Pb (ppm)	218,00	0,03	0,03	0,06	0,03	0,06	0,02	0,05
InERM Cu (ppm)	270,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04
InERM Cr (ppm)	370,00	0,02	0,02	0,01	0,04	0,07	0,02	0,05
InERM Fe (%)								
InERM Mn (ppm)								
InERM Hg (ppm)	0,71	0,21	0,24	0,21	0,21	0,39	0,21	0,21
InERM Ni (ppm)	51,60	0,36	0,34	0,32	0,39	0,39	0,30	0,38
InERM Zn (ppm)	410,00	0,02	0,03	0,04	0,08	0,16	0,03	0,11

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 5.18 apresentam-se o resultado da classificação nominal para os locais amostrados com base nos resultados das concentrações dos metais nos sedimentos.

Tabela 5.18 – Classes nominais com base nos valores guias da qualidade dos sedimentos usados pela CETESB, São Paulo, campanha amostral W, abril de 2014.



Estações	TEL	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
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	0,15	0,13	0,13
InTEL Pb (ppm)	35,00	0,21	0,17	0,37	0,20	0,36	0,10	0,29
InTEL Cu (ppm)	35,70	0,22	0,22	0,22	0,24	0,35	0,22	0,34
InTEL Cr (ppm)	37,30	0,21	0,21	0,08	0,40	0,71	0,21	0,50
InTEL Fe(%)	0,17	2,78	3,49	4,63	11,37	14,77	5,56	10,73
InTEL Mn (ppm)								
InTEL Hg (ppm)								
InTEL Ni (ppm)	0,18	102,22	96,67	92,78	111,11	112,78	85,00	109,44
InTEL Zn (ppm)	123,00	0,07	0,11	0,12	0,28	0,52	0,09	0,36

Estações	PEL	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
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	0,12	0,10	0,20	0,11	0,20	0,06	0,16
InPEL Cu (ppm)	116,40	0,07	0,07	0,07	0,07	0,11	0,07	0,10
InPEL Cr (ppm)	63,70	0,13	0,13	0,05	0,24	0,42	0,13	0,30
InPEL Fe (%)								
InPEL Mn (ppm)								
InPEL Hg (ppm)	0,32	0,47	0,53	0,47	0,47	0,88	0,47	0,47
InPEL Ni (ppm)	27,00	0,68	0,64	0,62	0,74	0,75	0,57	0,73
InPEL Zn (ppm)	219,00	0,04	0,06	0,07	0,16	0,29	0,05	0,20

Na Tabela 5.19 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, porem a CETESB especifica melhor outros níveis classificatórios nominais, boa, ótima, regular etc., o que está aplicado e apresentado na Tabela 5.18.

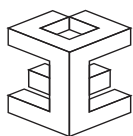


Tabela 5.19- Níveis de classificação do CONAMA 454 -Novembro de 2012 para material dragado imerso em água doce.

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	
	Mercúrio (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)	Tributílestano	-	-	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 5.20 e 5.21 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.

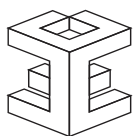


Tabela 5.20- Fatores de contaminação, nominais, ou de enriquecimento dos sedimentos considerando como nível de base os valores encontrados para a crosta terrestre, Arroio Candiota, campanha amostral "W" de abril/2014.

Estações	Crosta	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
InCro Al (%)	8,2	0,37	0,34	0,77	0,28	0,90	0,16	0,77
InCro As (ppm)	1,5	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33
InCro Cd (ppm)	0,11	0,73	0,73	0,73	0,73	0,82	0,73	0,73
InCro Pb (ppm)	14	0,53	0,44	0,92	0,51	0,91	0,26	0,72
InCro Cu (ppm)	50	0,16	0,16	0,16	0,17	0,25	0,16	0,24
InCro Cr (ppm)	100	0,08	0,08	0,03	0,15	0,27	0,08	0,19
InCro Fe (%)	4,1	0,12	0,14	0,19	0,47	0,61	0,23	0,44
InCro Mn (ppm)	950	0,09	0,23	0,21	0,36	1,12	0,05	0,76
InCro Hg (ppm)	0,05	3,00	3,40	3,00	3,00	5,60	3,00	3,00
InCro Ni (ppm)	80	0,23	0,22	0,21	0,25	0,25	0,19	0,25
InCro Zn (ppm)	75	0,11	0,18	0,20	0,46	0,85	0,15	0,59

Tabela 5.21- Fatores de contaminação, nominais, ou de enriquecimento dos sedimentos considerando como nível de base os valores encontrados para os sedimentos, Arroio Candiota, campanha amostral "W" de abril/2014.

Estações	Sedimentos	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
InSed Al (%)	7,20	0,43	0,39	0,88	0,32	1,02	0,19	0,87
InSed As (ppm)	7,70	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
InSed Cd (ppm)	0,17	0,47	0,47	0,47	0,47	0,53	0,47	0,47
InSed Pb (ppm)	19,00	0,39	0,32	0,68	0,37	0,67	0,19	0,53
InSed Cu (ppm)	33,00	0,24	0,24	0,24	0,25	0,38	0,24	0,36
InSed Cr (ppm)	72,00	0,11	0,11	0,04	0,21	0,37	0,11	0,26
InSed Fe (%)	4,10	0,12	0,14	0,19	0,47	0,61	0,23	0,44
InSed Mn (ppm)	770,00	0,11	0,28	0,25	0,45	1,38	0,06	0,94
InSed Hg (ppm)	0,19	0,79	0,89	0,79	0,79	1,47	0,79	0,79
InSed Ni (ppm)	52,00	0,35	0,33	0,32	0,38	0,39	0,29	0,38
InSed Zn (ppm)	95,00	0,09	0,15	0,15	0,37	0,67	0,12	0,46

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

Tabela 5.22- Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral W (abril de 2014), considerando como nível de base os valores determinados como o fator CLARKE, expressos em valores numéricos da razão sem unidade.

Estações	Clarke	1W	2W	3W	4W	5W	6W	7W
InClarAl (%)	8,36	0,37	0,33	0,76	0,27	0,88	0,16	0,75
InClarAs (ppm)	1,8	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44
InClarCd (ppm)	0,16	0,50	0,50	0,50	0,50	0,56	0,50	0,50
InClarPb (ppm)	13	0,57	0,47	0,99	0,55	0,98	0,28	0,78
InClarCu (ppm)	68	0,12	0,12	0,12	0,12	0,19	0,12	0,18
InClarCr (ppm)	122	0,07	0,07	0,02	0,12	0,22	0,07	0,15
InClarFe (%)	6,2	0,08	0,10	0,13	0,31	0,41	0,15	0,29
InClarMn (ppm)	1060	0,08	0,20	0,18	0,33	1,00	0,04	0,68
InClarHg (ppm)	0,08	1,88	2,13	1,88	1,88	3,50	1,88	1,88
InClarNi (ppm)	99	0,19	0,18	0,17	0,20	0,21	0,15	0,20
InClarZn (ppm)	76	0,11	0,18	0,19	0,46	0,84	0,15	0,58

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

Na Figura 5.1 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 e W visando saber quais são as principais variáveis e como elas se relacionam entre si e com o ambiente externo ao dos recursos hídricos.

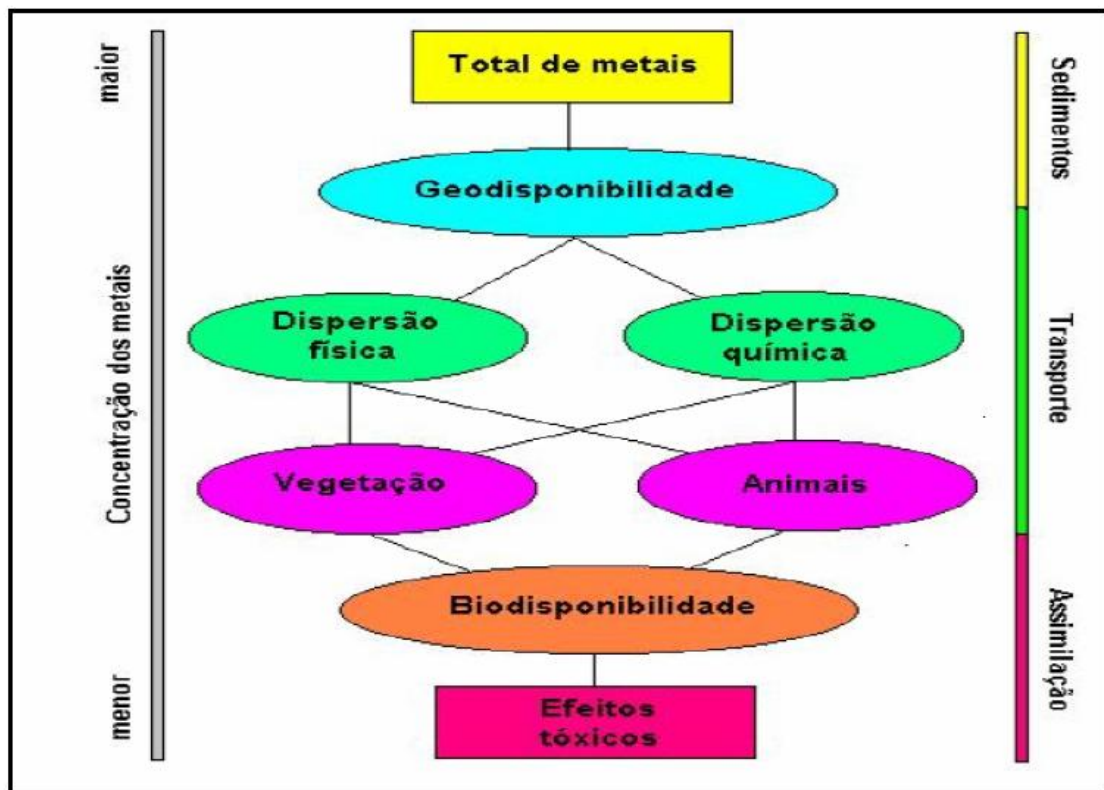


Figura 5.1 - Relações entre geodisponibilidade, biodisponibilidade e efeitos tóxicos modificado de Cortecchi (2000).

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 5.23 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 5.23- Toxicidade para os sedimentos da calha fluvial do Arroio Candiota, abril de 2014.

Estações Amost	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i>	Observação	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i>
Amostras	Sobrevivência		crescimento
1W	Detectada	27,5 % de mortalidade	
2W	Não detectada	2,5% de mortalidade	Não detectada
3W	Não detectada	5,0 % de mortalidade	Não detectada
4W	Detectada	17,5% de mortalidade	
5W	Detectada	35% de mortalidade	
6W	Detectada	100% de mortalidade	
7W	Detectada	42,5 % de mortalidade	

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 Abril de 2014, Campanha "W" e, o resultado obtido está na Tabela 5.24, onde chama-se a atenção para os valores **agregados de razão de referência**, ART, que dividido pelo número de variáveis (11 metais) apresentaram para a estação referência o valor 1,00 e considerando os outros valores obtidos entre as estações os valores anotados na parte inferior e, que representa o número de vezes que a estação em questão se diferencia da estação tomada como referência, neste caso a estação 1.

Tabela 5.24- 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, W de abril de 2014.

Metais Totais	1W	REF	2W	RTR2W	3W	RTR3W	4W	RTR4W	5W	RTR5W	6W	RTR6W	7W	RTR7W
Altot(%)	3,07	1,00	2,78	0,91	6,33	2,06	2,28	0,74	7,36	2,40	1,35	0,44	6,29	2,05
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	0,09	1,13	0,08	1,00	0,08	1,00
Pbtot ppm	7,40	1,00	6,10	0,82	12,90	1,74	7,10	0,96	12,70	1,72	3,60	0,49	10,10	1,36
Cutot ppm	8,00	1,00	8,00	1,00	8,00	1,00	8,40	1,05	12,60	1,58	8,00	1,00	12,00	1,50
Crtot ppm	8,00	1,00	8,00	1,00	3,00	0,38	15,00	1,88	26,60	3,33	8,00	1,00	18,80	2,35
Fetot(%)	0,47	1,00	0,59	1,25	0,79	1,67	1,93	4,09	2,51	5,31	0,94	2,00	1,82	3,86
Mntot ppm	86,30	1,00	216,00	2,50	196,00	2,27	346,00	4,01	1062,00	12,31	47,20	0,55	721,00	8,35
Hgtot ppm	0,15	1,00	0,17	1,13	0,15	1,00	0,15	1,00	0,28	1,87	0,15	1,00	0,15	1,00
Nitot ppm	18,40	1,00	17,40	0,95	16,70	0,91	20,00	1,09	20,30	1,10	15,30	0,83	19,70	1,07
Zntot ppm	8,10	1,00	13,80	1,70	14,70	1,81	34,70	4,28	63,90	7,89	11,20	1,38	44,10	5,44
Agregado de rel. de ref.	∑	11,00	∑	13,27	∑	14,84	∑	21,09	∑	39,61	∑	10,68	∑	28,99
	ART	1,00	ART	1,21	ART	1,35	ART	1,92	ART	3,60	ART	0,97	ART	2,64

O resultado é a seguinte ordem crescente, de diferenciação:

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

Sendo que a estação 6 é 0,97 vezes diferente da estação 1 e a estação 5 é 3,6 vezes diferente da estação 1, considerada estação de referência, enquanto que as outras estações, estão colocadas em posições intermediárias, conforme a ordenação apresentada. O número de vezes que as diferenciam da estação referência (Estação 1), esta na tabela 16, na linha Agregado de relação de referência ART.

A exemplo do que tem-se apresentado nos relatórios anteriores, os anuais, 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 termino de 1 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 vigiando as condições destas associações nos sedimentos de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota frente as pressões sofridas pela Bacia Hidrográfica, quer seja no estabelecimento de intervalos de variações, quer 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 344-CONAMA e mais recentemente pela resolução CONAMA 454.

Além disso ao completarem 12 meses, quatro campanhas amostrais, uma integração dos dados está sendo realizada e na forma de relatório técnico-científico será construída e encaminhada a CGTEE, como importante e eficaz subsídio ao gerenciamento das atividades e da área de influência. Acredita-se que o conteúdo deste estudo serve e servirá para ações de manejo e controle ambiental para a atividade Termelétrica da região.

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.

6. Bioindicadores Ambientais: FITOPLÂNCTON e PERIFITON

6.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

O Monitoramento Ambiental para o compartimento “FITOPLÂNCTON E PERIFITON” atendeu aos objetivos específicos:

- Caracterização da comunidade fitoplanctônica existente na área de influência da Usina Termelétrica de Candiota, quanto à composição, distribuição espaço-temporal, abundância e dominância das espécies;
- Avaliação do estado trófico das águas superficiais monitoradas no local do empreendimento com a estrutura do fitoplâncton.
- Análise da variação espacial e temporal da composição e estrutura da comunidade de algas epilíticas.
- Avaliação das variáveis ambientais abióticas com a estrutura da comunidade de algas epilíticas na busca de relações de dependência ao longo do tempo e do espaço, nas estações de amostragem.

6.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 31 de março a 02 de abril de 2014. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu parcialmente nublado, sem chuva e temperatura do ar variando no intervalo de 16,5 a 25,0 °C.

6.2.1 Fitoplâncton

Para as análises quantitativas de superfície, as coletas foram realizadas submergindo o frasco de coleta a aproximadamente 15cm da superfície da água. Para as análises qualitativas, utilizou-se um recipiente de 20L, submerso a aproximadamente 15 cm da superfície da água, sendo seu volume filtrado em rede de náilon com porosidade de 30 μm .

As amostras foram acondicionadas em recipiente de polietileno de 250 mL e conservadas em formol a 4%.

6.2.2 Perifíton

Seguindo-se a metodologia de Round (1993) e Kelly *et al.* (1998), foram coletados, em cada estação amostral, cinco seixos, dos quais foram raspados 25 cm^2 de material de cada seixo, formando uma amostra composta de 125 cm^2 . O material foi coletado de seixos submersos e orientados para a velocidade da corrente. A remoção do perifíton deu-se com o auxílio de uma escova de cerdas flexíveis, sendo o mesmo acondicionado em frascos com água destilada e fixado com formalina (Round, 1993; Lobo *et al.*, 1995; Kelly *et al.*, 1998).

6.3 Métodos Analíticos

6.3.1 Fitoplâncton

A análise qualitativa foi realizada ao microscópio com contraste de fase entre lâminas e lamínulas, em aumentos de 400 a 1600 vezes. Para identificação dos espécimes registrados foram utilizadas bibliografias especializadas para

cada grupo de algas e para a classificação em níveis de divisão e classe foi adotado o sistema de HOEK *et al.* (1995).

A análise quantitativa foi realizada por contagem numérica no microscópio utilizando Câmaras de Sedgewick-Rafter de 5cm de comprimento por 2cm de largura, dividida em 1000 campos, possuindo uma capacidade volumétrica de 1mL, sendo o resultado expresso em número de indivíduos/mL.

6.3.2 Perifiton

A análise quantitativa e qualitativa das diatomáceas epilíticas foi realizada pelo método de Utermöhl (1958), utilizando câmaras de sedimentação sob microscópio invertido. Foram utilizadas câmaras de sedimentação de 2ml e o material foi deixado sedimentar por 24 horas. Cada amostra foi quantificada até que se atingisse uma eficiência de contagem de 80% (Pappas e Stoermer, 1996).

Estimou-se o número de indivíduos por cm^2 utilizando a fórmula de Wetzel & Likens (1991) modificada por Schwarzbald (1992), conforme segue:

$$N = [(n * V) / v] * (1/S)$$

onde:

N = número de indivíduos por cm^2

n = número total de indivíduos contados

V = volume da amostra com material raspado

v = volume dos campos contados

S = superfície do substrato em cm^2

Também foi estimada a riqueza de espécies, o índice de diversidade de Shannon-Wiener e a equidade. A determinação das espécies dominantes e abundantes seguiu o critério de Lobo & Leighton (1986), sendo consideradas espécies abundantes aquelas cujas densidades superam a densidade média de cada amostra e, dominantes, as que apresentam densidades maiores do que 50% da densidade total da amostra.

Não foi possível amostrar a comunidade perifítica no ponto 5, por se tratar de um ambiente sem a presença de seixos bem como no ponto 7, devido à alta vazão do rio, decorrente de fortes chuvas em dias anteriores à coleta

6.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

6.4.1 Fitoplâncton

A análise quantitativa do fitoplâncton registrou 49 táxons, identificados na sua maioria ao nível específico e infra-específico e, quando não possível, em categorias mais altas. A comunidade fitoplanctônica esteve representada por oito classes algais: Cyanophyceae, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Zignematophyceae. Neste estudo ocorreu predominância das Bacillariophyceae (diatomáceas), com 43% das espécies identificadas, seguidas das Euglenophyceae (euglenofíceas) com 21%, Chlorophyceae (clorofíceas) com 14%, Zignematophyceae (zignematofíceas) com 10% e as demais classes totalizando 12% (Figura 6.1).

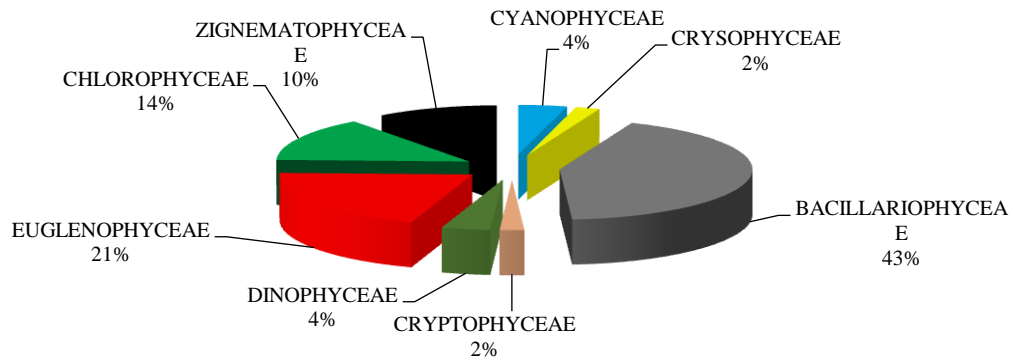
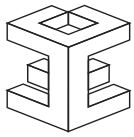


Figura 6.1: Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, abril de 2014.

A análise da densidade por classes de algas em cada ponto de coleta (Figura 6.2) destaca as Bacillariophyceae (diatomáceas) como os táxons predominantes em três pontos (1, 4 e 7) e as Dinophyceae (dinoflagelados) também se destacando em três pontos (Pontos 2, 3 e 5). Este último grupo registrou uma espécie considerada dominante, *Ceratium cf furca*, nos pontos 3 e 5.

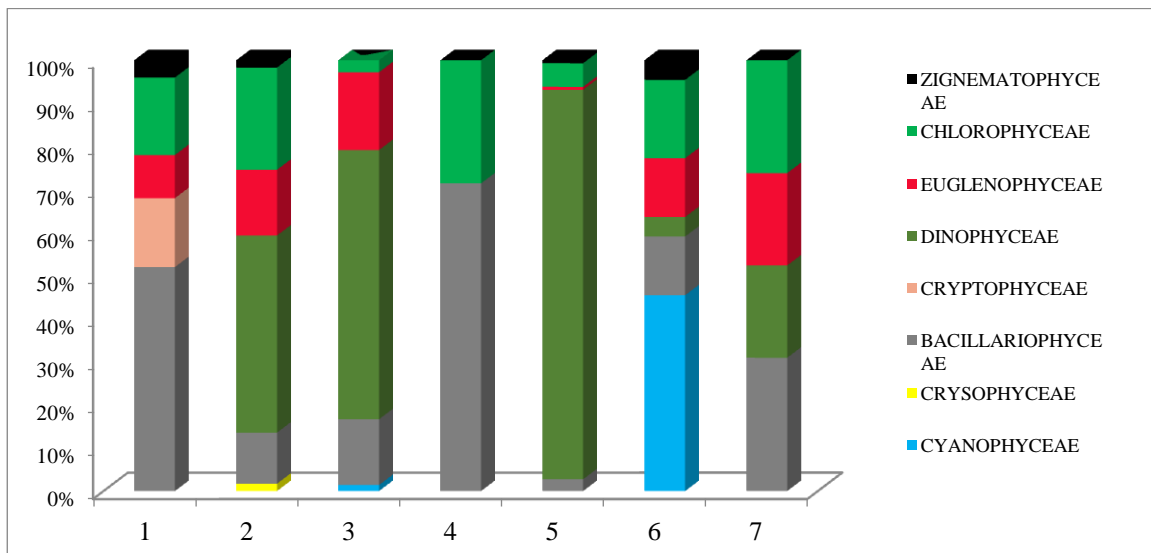


Figura 6.2: Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, abril de 2014.

A classe das clorofíceas esteve presente em todos os pontos de coleta, destacando-se nos Pontos 1, 2, 4, 5 e 7 com a segunda maior densidade algal dentro da comunidade. As euglenofíceas só não foram registradas no ponto 4. A amostra do ponto 6 apresentou muito sedimento, dificultando a visualização das microalgas. Além disso, neste local foi registrada a presença de uma espécie de cianobactéria, cf *Cylindrospermopsis raciborskii*, a qual não se pôde confirmar a identificação, pois todas as células encontradas estavam sem heterocito terminal, característica fundamental para a correta identificação. A análise da densidade fitoplanctônica permitiu o registro de 16 espécies que se destacaram na comunidade por serem consideradas abundantes. Neste estudo foi registrada a ocorrência de uma espécie dominante, pertencente aos dinoflagelados (*Ceratium* cf *furca*). A estrutura da comunidade foi analisada através da densidade, riqueza específica e diversidade de Shannon (Tabela 6.1).

CYANOPHYCEAE

cf *Cylindrospermopsis raciborskii*

BACILLARIOPHYCEAE

Aulacoseira granulata

Encyonema mesianum

Gomphonema sp1

Melosira varians

Nitzschia palea

Nitzschia sp1

Synedra acus

Diatomácea 1

CRYPTOPHYCEAE

Cryptomonas sp

DINOPHYCEAE

Ceratium cf furca

EUGLENOPHYCEAE

Trachelomonas volvocina

Trachelomonas sp

CHLOROPHYCEAE

Koliella sp

Monoraphidium contortum

Scenedesmus linearis

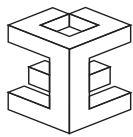


Tabela 6.1- Densidade absoluta (ind/mL) das espécies fitoplanctônicas em abril/14.

Tabela 3. Densidade absoluta (ind.mL) das espécies fitoplanctônicas coletadas em abril de 2014.		PONTOS DE COLETA						
		1	2	3	4	5	6	7
CYANOPHYCEAE								
1	<i>Anabaena planctonica</i>			2				
2	<i>cf Cylindrospermopsis raciborskii</i>						14	
CRYSOPHYCEAE								
3	<i>Malomonas</i> sp		2					
BACILLARIOPHYCEAE								
4	<i>Amphipleura lindheimeri</i>			2				
5	<i>Aulacoseira granulata</i>		2	3		3		7
6	<i>Cymbella tumida</i>				1			
7	<i>Encyonema mesianum</i>	4			7			
8	<i>Eunotia</i> sp1				3			
9	<i>Gomphonema cf gracile</i>		2					
10	<i>Gomphonema</i> sp1		2	5	7		1	
11	<i>Hipodonta capitata</i>	1			1			
12	<i>Melosira varians</i>	9						
13	<i>Navicula cf symmetrica</i>							1
14	<i>Navicula</i> sp1	1		3				
15	<i>Nitzschia clausii</i>				1			
16	<i>Nitzschia intermedia</i>							3
17	<i>Nitzschia palea</i>	4			9			
18	<i>Nitzschia cf sigmoidea</i>				1			
19	<i>Nitzschia</i> sp1	4		5	1		3	3
20	<i>Pinnularia</i> sp1		2					
21	<i>Synedra acus</i>	5	3		4	3		
22	<i>Ulnaria ulna</i>							1
23	Diatomácea 1	5	2		6	6		1
24	Diatomácea 2							1
CRYPTOPHYCEAE								
25	<i>Cryptomonas</i> sp	10						
DINOPHYCEAE								
26	<i>Ceratium cf furca</i>		46	76		381		13
27	<i>Peridinium</i> sp1						1	
EUGLENOPHYCEAE								
28	<i>Euglena acus</i>		3				4	
29	<i>Euglena</i> sp	1						
30	<i>Lepocinclis ovum</i> var ovum		2					
31	<i>Strombomonas fluviatilis</i>			3				
32	<i>Strombomonas scabra</i> var ovata f. minor		3	7				
33	<i>Trachelomonas hispida</i> var coronata					3		
34	<i>Trachelomonas hispida</i> var hispida		2					
35	<i>Trachelomonas intermedia</i>			2				3
36	<i>Trachelomonas volvocina</i>		5	7				4
37	<i>Trachelomonas</i> sp	5		3				6
CHLOROPHYCEAE								
38	<i>Desmodesmus quadricauda</i>			2				
39	<i>Koliella</i> sp	10	8		14	14	6	9
40	<i>Monoraphidium contortum</i>				3	3		7
41	<i>Pandorina morun</i>							
42	<i>Scenedesmus linearis</i>	1	12	2				
43	<i>Scenedesmus</i> sp					6		
44	Clorofíceia 1		3					
ZIGNEMATOPHYCEAE								
45	<i>Closterium</i> sp	1						
46	<i>Cosmarium</i> sp1	1						
47	<i>Euastrum cf dubium</i>					3		
48	<i>Staurastrum</i> sp		2					
49	Zignematofíceia filamentosa						1	
DENSIDADE (Ind./ml)		63	100	122	61	421	32	61
RIQUEZA (Nº táxons)		15	17	14	13	9	7	13
DIVERSIDADE (H')		2,41	2,08	1,59	2,22	0,5	1,52	2,27

Na Figura 6.3 é possível visualizar a densidade do fitoplâncton nos sete pontos de coleta, destacando-se o Ponto 5 com o maior valor (421 ind./ml). A espécie dominante, *Ceratium cf furca*, contribuiu com 89% da densidade total neste ponto. A menor densidade foi registrada no Ponto 6, com 32 ind./ml.

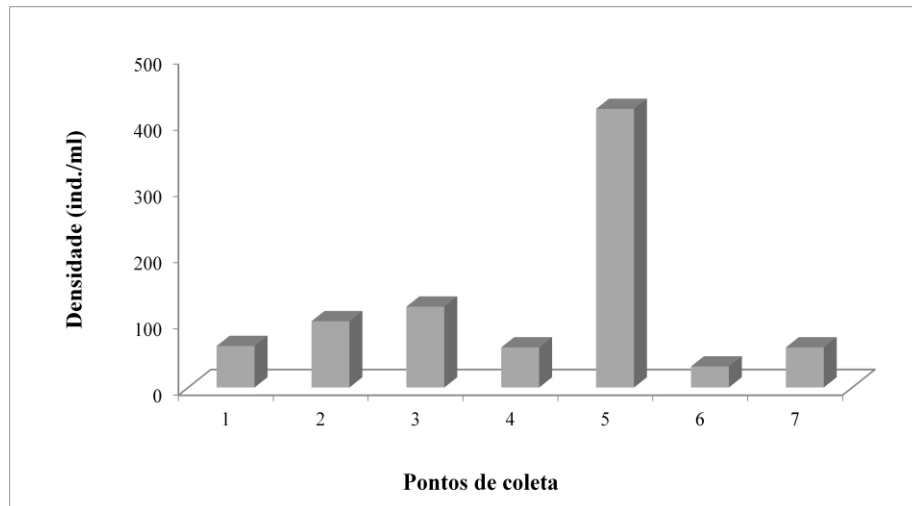


Figura 6.3: Distribuição da Densidade do fitoplâncton (ind./ml) nos sete pontos de coleta, abril/14.

A análise da riqueza específica (Figura 6.4) mostra que o Ponto 2 apresentou o maior número de táxons (17), assim como no estudo anterior. Os menores valores foram registrados nos Pontos 6 e 5, com 7 e 9 táxons, respectivamente.

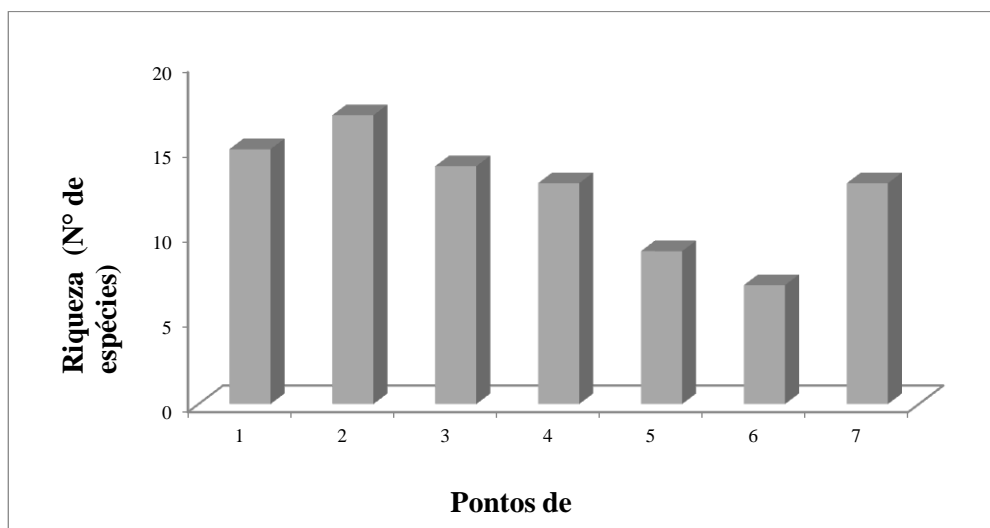


Figura 6.4: Distribuição da Riqueza de táxons algais nos sete pontos de coleta, abril/14.

Avaliando-se o índice de diversidade de Shannon (Figura 6.5) entre os pontos amostrados, pode-se notar que os pontos 3, 5 e 6 apresentaram os menores valores 1,59; 0,50 e 1,52 bit.ind⁻¹, respectivamente. Para os demais pontos, as diversidades ficaram entre 2,08 a 2,41, apresentando pouca variação. A baixa diversidade nos pontos 3 e 5 confirmou a ocorrência de espécie dominante nestes locais, indicando uma distribuição pouco homogênea entre as espécies da comunidade fitoplanctônica.

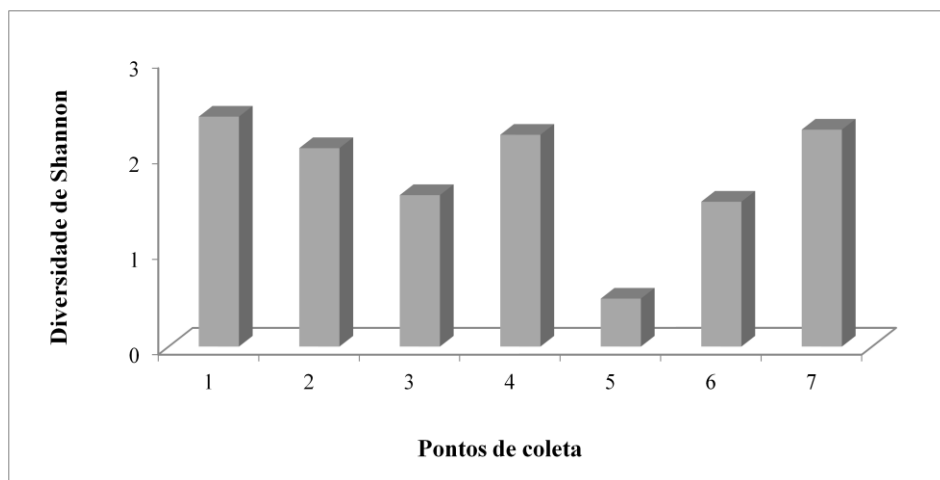


Figura 6.5: Distribuição da Diversidade de Shannon nos sete pontos de coleta, abril/14.

A análise qualitativa do fitoplâncton (Tabela 6.2) registrou 49 táxons distribuídos em sete classes algais: Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Zignematophyceae. A riqueza específica nos sete pontos variou entre oito e 18 táxons, sendo que os Pontos 2 e 1 foram os que apresentaram as maiores riquezas, 18 e 17 táxons, respectivamente.

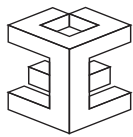


Tabela 6.2- Relação da presença e riqueza nos sete pontos de coleta em abril/14.

Tabela 4: Relação da presença e riqueza fitoplanctônica nos sete pontos de coleta durante a análise qualitativa.		PONTOS DE COLETA						
		1	2	3	4	5	6	7
CHRYSOPHYCEAE								
1	<i>Synura uvella</i>		X					
BACILLARIOPHYCEAE								
2	<i>Amphipleura lindheimeri</i>	X		X		X		
3	<i>Aulacoseira granulata</i>		X	X		X		X
4	<i>Cyclotella meneghiniana</i>			X				
5	<i>Encyonema mesianum</i>	X		X	X			
6	<i>Encyonema minutum</i>			X				
7	<i>Eunotia</i> sp2				X			
8	<i>Frustulia</i> sp	X						
9	<i>Gomphonema</i> cf <i>gracile</i>		X					
10	<i>Gomphonema</i> sp1	X	X		X		X	X
11	<i>Gyrosigma</i> cf <i>acuminatum</i>			X				
12	<i>Hantzschia amphyois</i>	X			X			
13	<i>Hipodonta capitata</i>	X			X			
14	<i>Melosira varians</i>	X	X					
15	<i>Nitzschia clausii</i>				X	X		X
16	<i>Nitzschia intermedia</i>							X
17	<i>Nitzschia palea</i>	X		X	X		X	X
18	<i>Nitzschia</i> cf <i>sigmoidea</i>				X			
19	<i>Nitzschia</i> sp1						X	
20	<i>Nitzschia</i> sp2	X						
21	<i>Pinnularia interrupta</i>				X			
22	<i>Pinnularia</i> sp2		X					
23	<i>Pleurosira laevis</i>					X		
24	<i>Selaphora pupula</i>	X			X	X		
25	<i>Surirella</i> cf <i>angusta</i>						X	
26	<i>Synedra acus</i>	X	X		X	X		
27	Diatomácea 1				X			
CRYPTOPHYCEAE								
28	<i>Cryptomonas</i> sp	X						
DINOPHYCEAE								
29	<i>Ceratium</i> cf <i>furca</i>		X	X		X		X
EUGLENOPHYCEAE								
30	<i>Euglena acus</i>		X				X	
31	<i>Euglena</i> sp	X					X	
32	<i>Lepocinclis ovum</i> var <i>ovum</i>		X					
33	<i>Strombomonas fluviatilis</i>			X				
34	<i>Strombomonas scabra</i> var <i>ovata</i> f. <i>minor</i>		X	X				
35	<i>Trachelomonas hispida</i> var <i>coronata</i>					X		
36	<i>Trachelomonas hispida</i> var <i>hispida</i>		X					
37	<i>Trachelomonas intermedia</i>							X
38	<i>Trachelomonas oblonga</i>		X					
39	<i>Trachelomonas volvocina</i>		X	X				X
40	<i>Trachelomonas</i> sp	X						X
CHLOROPHYCEAE								
41	<i>Chlorella vulgaris</i>		X					X
42	<i>Desmodesmus quadricauda</i>			X				
43	<i>Koliella</i> sp	X	X		X	X	X	X
44	<i>Monoraphidium contortum</i>		X		X	X		X
45	<i>Monoraphidium irregulare</i>					X		
46	<i>Pandorina morum</i>			X			X	
47	<i>Scenedesmus linearis</i>	X	X	X				
ZIGNEMATOPHYCEAE								
48	<i>Closterium</i> sp1	X						
49	<i>Closterium</i> sp2				X			
RIQUEZA (Nº táxons)		17	18	14	15	11	8	12

6.4.2 Perifiton

A análise quantitativa registrou 60 táxons de algas (Tabela 6.3), pertencentes às classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae e Cyanobacteria. A classe Bacillariophyceae (diatomáceas) apresentou novamente a maior riqueza, representando 71,7% dos táxons identificados. Cyanobacteria foi representada por 11,7% dos táxons, Chlorophyceae por 10%, Zygnematophyceae por 5,0% e Euglenophyceae por 1,7%.

Mantendo o padrão que já vem sendo observado ao longo dos anos, as diatomáceas apresentaram também a maior riqueza de táxons por ponto de coleta, representando entre 64% (ponto 1) e 79% (ponto 7) da riqueza total de cada ponto (Figura 6.6). Além disso, as diatomáceas apresentam a maior densidade de organismos, representando entre 64% (ponto 1) e 93% (ponto 7) da densidade total nos diferentes pontos de coleta (Figura 6.7).

Assim como já comentado em relatórios passado, ressalta-se que a dominância de diatomáceas é comum no perifiton de rios e riachos (Allan & Castillo, 2007), pois este grupo apresenta uma série de adaptações que permitem seu sucesso em ambientes com alta velocidade da água, como por exemplo, capacidade de adesão a substratos através de estruturas especializadas que secretam mucilagem e rápidas taxas de crescimento (Steinman & McIntire, 1990).

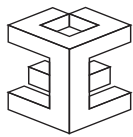


Tabela 6.3: Densidade (ind cm^{-2}) dos organismos dos perifiton coletados no sistema em abril de 2014.

Tabela 2. Densidade Absoluta das espécies do Perifiton coletadas em abril de 2014.					
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 6	Ponto 7
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Achnanthes</i> spp.	38	0	0	0	0
<i>Achnantheidium exiguum</i>	0	0	30	0	0
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	189	433	348	121	454
<i>Amphipleura lindheimerii</i>	0	0	45	0	0
<i>Aulacoseira granulata</i>	0	216	61	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	0	162	45	0	0
<i>Cymbella affinis</i>	38	0	0	30	0
<i>Cymbella tumida</i>	0	0	15	0	0
<i>Diadesmis</i> sp.	0	0	0	0	91
<i>Encyonema minutum</i>	170	0	106	0	61
<i>Encyonema</i> sp. 1	76	0	15	0	0
<i>Eunotia bilunaris</i>	0	0	0	0	30
<i>Eunotia exigua</i>	19	0	0	121	0
<i>Frustulia</i> sp. 1	0	0	30	0	0
<i>Frustulia</i> sp. 2	38	0	15	0	0
cf. <i>Geissleria</i>	0	108	0	0	0
<i>Gomphonema angustatum</i>	0	54	0	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	151	595	0	0	0
<i>Gomphonema</i> sp. 1	95	108	258	30	182
<i>Gomphonema</i> sp. 3	57	0	0	0	0
<i>Gyrosigma</i> cf. <i>acuminatum</i>	0	0	30	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp. 1	0	54	0	0	0
<i>Hantzschia amphioxys</i>	0	270	0	0	242
<i>Luticola</i> cf. <i>goeppertiana</i>	133	0	45	0	0
<i>Luticola</i> sp.	0	0	76	0	30
<i>Melosira varians</i>	0	433	91	0	121
<i>Navicula cryptocephala</i>	19	325	136	0	0
<i>Navicula cryptotenella</i>	151	162	273	0	303
<i>Navicula</i> sp. 1	19	216	61	0	242
<i>Navicula</i> sp. 2	38	0	0	0	0
<i>Neidium</i> sp. 1	0	0	15	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i>	0	108	61	0	0
<i>Nitzschia</i> cf. <i>amphibia</i>	0	433	0	0	0
<i>Nitzschia clausii</i>	0	0	30	0	91
<i>Nitzschia palea</i>	151	2272	167	303	364
<i>Pinnularia microstauron</i>	0	54	0	0	0
<i>Planothidium frequentissimum</i>	0	0	30	0	0
<i>Rhopalodia gibba</i>	0	108	0	0	30
<i>Sellaphora pupula</i>	0	0	30	0	61
<i>Stauroneis</i> sp.	19	0	0	0	0
<i>Stenopterobia</i> sp.	0	162	0	0	0
<i>Surirella angusta</i>	0	0	0	30	0
<i>Ulnaria ulna</i>	360	0	91	0	30
TOTAL (ind cm^{-2})	1761	6275	2105	636	2333
CHLOROPHYCEAE					
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0	54	0	0	0
<i>Monoraphidium</i> sp.	0	0	0	61	0
<i>Oedogonium</i> sp.	114	0	0	0	0
<i>Scenedesmus</i> spp.	0	0	0	0	61
<i>Stigeoclonium</i> sp.	19	54	0	0	0
Filamentosa NI 2	492	216	61	0	30
TOTAL (ind cm^{-2})	625	325	61	61	91
ZYGNEMATOPHYCEAE					
<i>Closterium</i> sp. 1	38	54	15	0	0
<i>Cosmarium</i> sp. 2	38	0	0	0	0
<i>Mougeotia</i> sp.	57	0	61	0	0
TOTAL (ind cm^{-2})	133	54	76	0	0
EUGLENOPHYCEAE					
Euglenoficea	0	0	15	61	0
TOTAL (ind cm^{-2})	0	0	15	61	0
CYANOBACTERIA					
<i>Anabaena</i> spp.	19	0	15	0	30
Chroococcales	0	0	0	91	61
<i>Coelosphaerium</i> sp.	0	54	0	0	0
<i>Homoeothrix</i> sp.	114	162	0	0	0
<i>Lyngbya</i> sp.	19	487	0	0	0
<i>Merismopedia</i> spp.	0	0	15	0	0
<i>Phormidium</i> sp.	76	270	91	0	0
TOTAL (ind cm^{-2})	227	974	121	91	91
DENSIDADE TOTAL (ind cm^{-2})	2745	7628	2378	849	2514
RIQUEZA (n° táxons)	28	27	32	9	19
ÍNDICE SHANNON (nats ind^{-1})	2,89	2,713	3,029	1,897	2,549
EQÜIDADE (J)	0,867	0,823	0,874	0,863	0,866

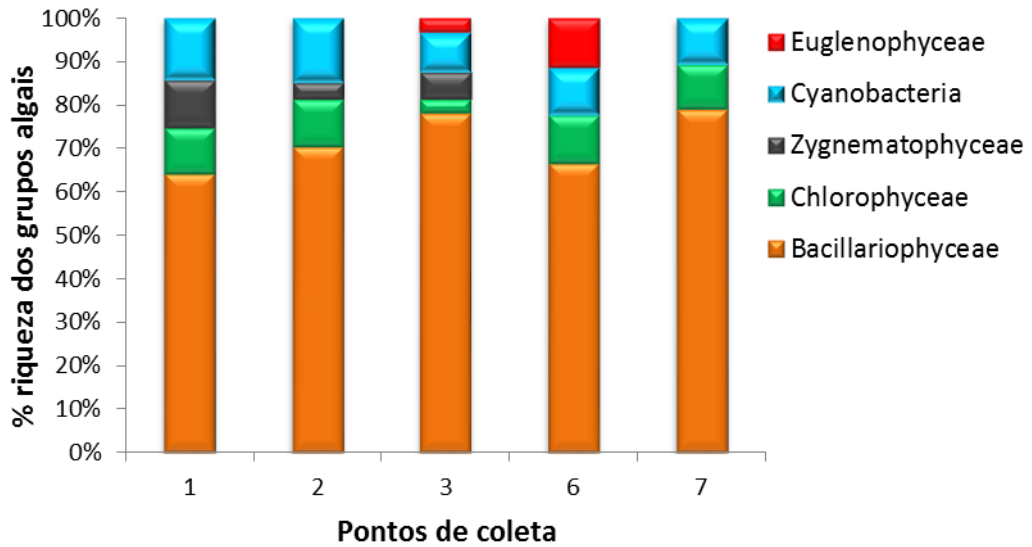
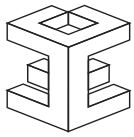


Figura 6.6: Porcentagem de distribuição da riqueza de táxons dos grupos algais dos sete pontos de coleta, abril de 2014.

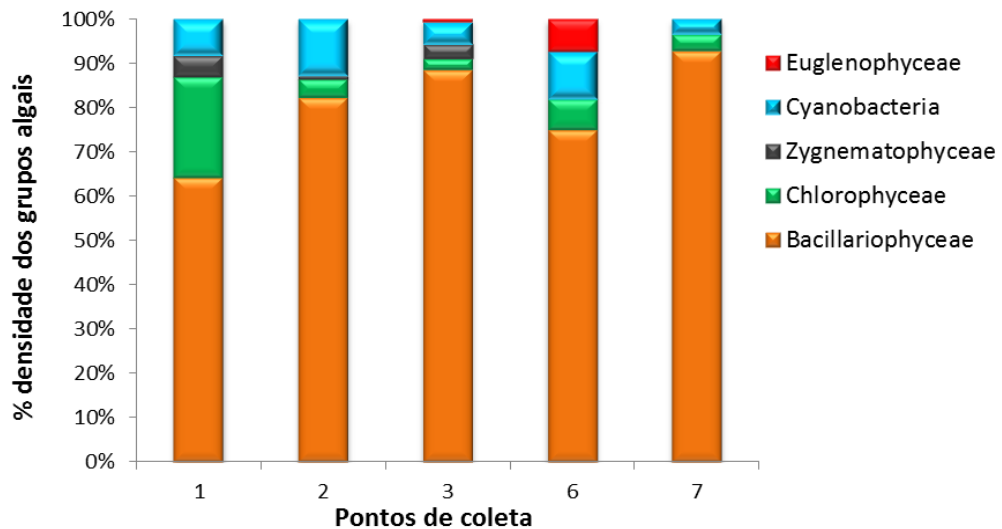


Figura 6.7: Porcentagem de distribuição da densidade de organismos dos grupos algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, abril de 2014.

Novamente, o ponto 6 apresentou a menor riqueza de táxons (somente 9 táxons), seguido pelo ponto 7 (19 táxons). Conforme já mencionado em relatórios anteriores, a baixa riqueza no ponto 6 é um padrão que vem se mantendo ao longo do tempo. Os pontos 1 e 3 apresentaram as maiores riquezas, com 28 e 32 táxons, respectivamente (Figura 6.8, Tabela 6.3).

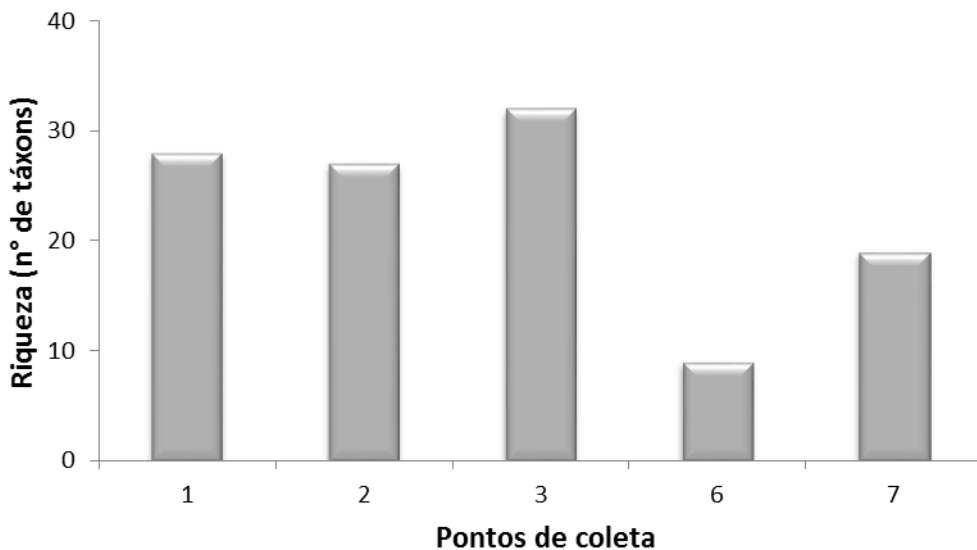


Figura 6.8: Riqueza de algas perifíticas em cinco pontos de coleta em abril de 2014.

O ponto 6, além de apresentar baixa riqueza de táxons, também foi o ponto com menor densidade de organismos (849 ind cm^{-2}). Nos demais pontos a densidade de organismos variou entre 2378 ind cm^{-2} (ponto 3) e 7628 ind cm^{-2} (ponto 2) (Figura 6.9, Tabela 6.3). É importante mencionar que na última coleta (janeiro de 2014) o ponto 2 havia apresentado uma densidade muito baixa de organismos (367 ind cm^{-2}), enquanto que na presente coleta apresentou a maior densidade entre todos os pontos.

O índice de diversidade de Shannon apresentou valores elevados em todos os pontos, com exceção do ponto 6 (Figura 6.10). O ponto 3 apresentou o maior valor de diversidade ($3,029 \text{ nats ind}^{-1}$), enquanto o ponto 6 apresentou o menor valor ($1,897 \text{ nats ind}^{-1}$). A baixa diversidade no ponto 6 foi observada na maioria das campanhas pregressas.

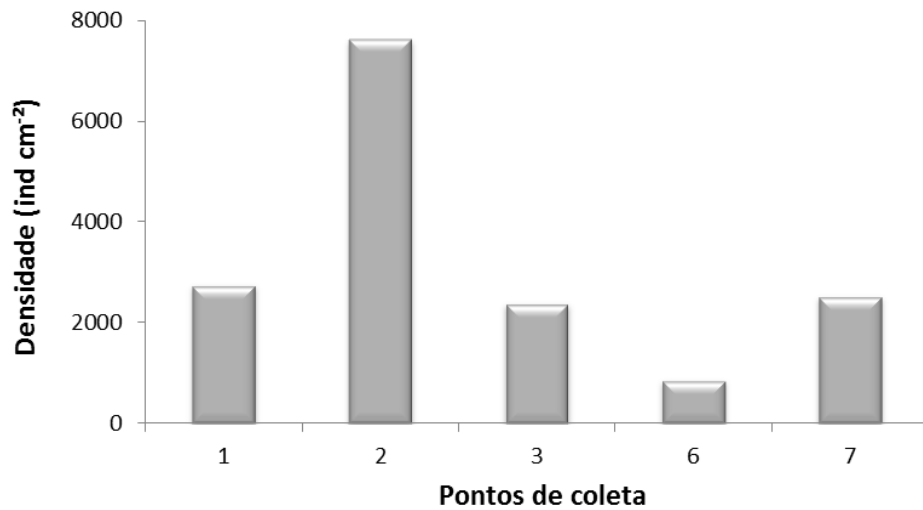


Figura 6.9: Densidade de algas perifíticas em cinco pontos de coleta em abril de 2014.

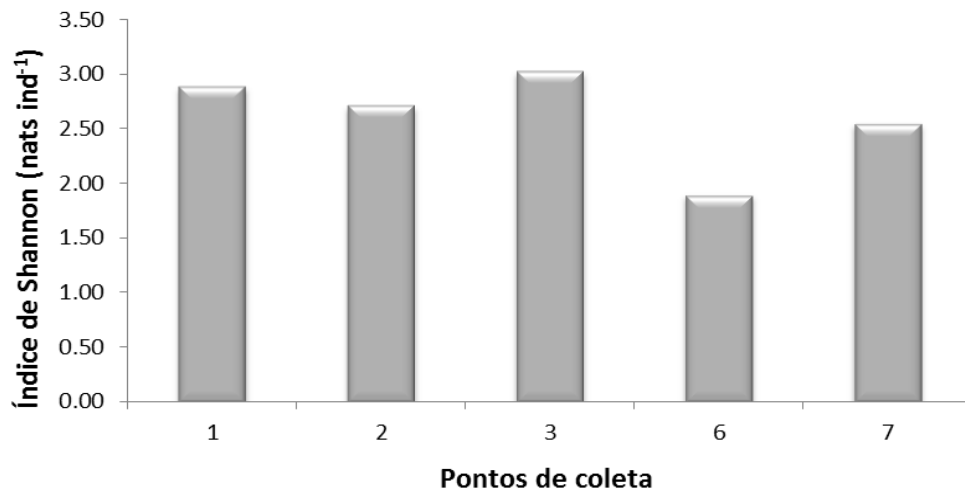


Figura 6.10: Índice de diversidade de Shannon da comunidade de algas perifíticas em cinco pontos de coleta em abril de 2014.

Os táxons abundantes no ponto 1 foram *Achnantheidium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Luticola* cf. *goeppertiana*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia palea*, *Ulnaria ulna*, *Oedogonium* sp., Chlorophyceae filamentosa NI 2 e *Homoeothrix* sp. No ponto 2 foram abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Gomphonema parvulum*, *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia* cf. *amphibia*, *Nitzschia palea* e *Lyngbya* sp.

O ponto 3 apresentou como abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema* sp.1, *Luticola* sp., *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia palea*, *Ulnaria ulna* e *Phormidium* sp. No ponto 6 foram abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Eunotia exigua* e *Nitzschia palea*. O ponto 7 apresentou como abundantes as espécies *Achnantheidium minutissimum*, *Gomphonema* sp.1, *Hantzschia amphioxys*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula* sp.1 e *Nitzschia palea*.

Considerações finais

Nesta amostragem, a diversidade de organismos representativos do plâncton mostrou o ponto 1 com os maiores valores. Para o zooplâncton os valores apresentaram-se muito semelhantes, excetuando-se o ponto 2, que nesta amostragem foi o menor valor, pela predominância de uma espécie de Cladocera (*Ceriodaphnia cornuta*) e uma espécie de Rotifera (*Kellicottia bostoniensis*) em detrimento à comunidade total. É possível que a intensa pluviosidade que ocorreu no sistema no período da coleta tenha influenciado os resultados para o zooplâncton.

Para o perifíton o ponto 3 foi o mais diverso.

Para a riqueza de espécies do fito e do zooplâncton, o ponto 2 apresentou os maiores valores. O ponto 6 foi o mais pobre tanto para o plâncton de uma forma geral quanto para o perifíton.

A baixa diversidade no ponto 6 foi observada na maioria das campanhas progressas. No entanto é possível observar uma provável recuperação neste ponto, quando os resultados são comparados com campanhas anteriores.

Os resultados de todas as coletas serão integrados e esta avaliação será apresentada no Relatório Final.

Os compartimentos ambientais monitorados **fitoplâncton e perifíton** têm como responsável técnica a Dra. Catarina da Silva Pedrozo.

7. Bioindicadores Ambientais: ZOOPLÂNCTON

O zooplâncton está representado pelas espécies de rotíferos, cladóceros e copépodos.

7.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

O Monitoramento Ambiental para o compartimento "ZOOPLÂNCTON" atendeu aos seguintes objetivos:

- Caracterizar a comunidade zooplanctônica existente na área de influência da Usina Termelétrica de Candiota, quanto à composição, distribuição espaço-temporal, abundância e dominância das espécies;
- Correlacionar o estado trófico das águas superficiais monitoradas no local do empreendimento com a estrutura do zooplâncton.

7.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 31 de março a 02 de abril de 2014. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu parcialmente nublado, sem chuva e temperatura do ar variando no intervalo de 16,5 a 25,0 °C.

Para a coleta do zooplâncton, cerca de 300 litros de água foram retirados com o auxílio de bomba de sucção e filtrados com rede de plâncton de 57 µm de abertura de malha para concentração do material biológico, nas estações amostrais onde não foi possível realizar arrastos verticais. Nas estações amostrais profundas, realizaram-se arrastos verticais.

Para o cálculo do volume final filtrado utilizou-se a seguinte fórmula:

$$V_f = \pi \cdot r^2 \cdot d$$

Onde: v_f = volume filtrado, r = raio da boca da rede,

d = distância percorrida

As amostras obtidas, com volume final de 250 mL, foram fixadas imediatamente com formaldeído P.A. na concentração de 4% do volume do frasco e neutralizada com bórax a 1%.

7.3 Métodos Analíticos

As análises qualitativas foram realizadas com exame sob microscópio ótico, binocular CETI, sob aumento de até 400 vezes. Espécimens foram dissecados em glicerina com agulhas de dissecação, sob microscópio estereoscópico Hund Wetzlar modelo H500, com aumento de até 60 vezes. Na identificação taxonômica das espécies zooplanctônicas foram utilizadas as chaves de identificação, diagnoses e descrições dos seguintes autores: RUTTNER-KOLISKO (1974), KOSTE (1978), REID (1984), MONTU & GOEDEN (1986) e ELMOOR-LOUREIRO (1997).

As análises quantitativas foram realizadas através de contagens numéricas ao microscópio estereoscópico. Para as contagens de indivíduos pertencentes aos grupos de Cladocera e Copepoda (copepoditos e adultos), utilizou-se uma câmara de contagem de Bogorov. Para as contagens de Rotifera e náuplios de Copepoda utilizou-se uma câmara de Sedgewick-Rafter em microscópio ótico. Os valores obtidos para densidade absoluta de organismos são expressos em numero de indivíduos por metro cúbico (N° . ind/m³).

A definição da constância de ocorrência das espécies nas amostras foi baseada nas porcentagens sugeridas por DAJOZ (1973): 0 a 25% - ocasionais; >25 a 50% - espécies acessórias e >50% - espécies constantes.

A diversidade biológica foi calculada utilizando-se o índice de SHANNON-WINNER, através da fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \times \ln \frac{n_i}{N},$$

Onde: S = número de espécies;

n_i = número de indivíduos em cada espécie;

N = número total de indivíduos.

A riqueza considerada é o número de espécies e a eqüitatividade ou uniformidade, se refere à distribuição dos organismos nos taxons. A eqüitatividade foi calculada através da equação:

$$E = \frac{H}{H_{\max}}, \quad \text{onde:}$$

H = é a diversidade de espécies obtida pelo índice de SHANNON-WINNER, e H_{\max} é a diversidade de espécies sob condições de máxima eqüitatividade, obtida do logaritmo do número de espécies da amostra.

7.4 Resultados e Indicadores de Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

Na análise qualitativa deste grupo, foram identificados 68 taxa, com 48 deles representando o Filo Rotifera, 8 a Ordem Cladocera e 4 representando a SubClasse Copepoda.

A Tabela 7.1 mostra os resultados relativos á composição e estrutura da comunidade zooplanctônica. A Figura 7.1 mostra a dominância da riqueza de Rotifera no sistema, como tem sido observado ao longo de todos os períodos monitorados.

Nesta amostragem, foram identificados 57 taxa, com 45 deles representando o Filo Rotifera, 9 a Ordem Cladocera e 3 representando a SubClasse Copepoda.

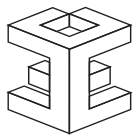


Tabela 7.1 – Densidade absoluta e relativa (%) das espécies zooplanctônicas, abril de 2014

Taxa	ESTAÇÕES AMOSTRAIS													
	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7	
	Nº ind/m ³	%	Nº ind/m ³	%	Nº ind/m ³	%	Nº ind/m ³	%	Nº ind/m ³	%	Nº ind/m ³	%	Nº ind/m ³	%
CLADOCERA														
<i>Alona cf. davidii</i>	13,0	4,1					16	0,1						
<i>Bosminopsis deitersi</i>			1126	1,3	23	0,3	150	1,0	133	1,0				
<i>Bosmina longirostris</i>							33	0,2			15	1,3	44	3,0
<i>Bosmina hagmani</i>							66	0,4						
<i>Ceriodaphnia cf. reticulata</i>			433	0,5			33	0,2			15	1,3		
<i>Ceriodaphnia comuta comuta</i>			13433	15,0	215	2,6	716	4,7	88	0,6				
<i>Ceriodaphnia comuta rigaudi</i>			433	0,5			50	0,3						
<i>Daphnia gessneri</i>			1646	1,8			16	0,1						
<i>Moina cf. minuta</i>			390	0,4			50	0,3	44	0,3				
COPEPODA														
Náuplio	120	38,0	45716	51,1	3128	37,7	11783	77,3	6000	43,7	490	43,3	311	21,3
Copepodito Cyclopoida	20	6,3	1733	1,9			283	1,9	266	1,9	31	2,7	44	3,0
Copepodito Calanoida			866	1,0	12	0,1	100	0,7						
<i>Notodiaptomus incompositus</i>			1386	1,5			33	0,2						
<i>Acanthocyclops vernalis</i>			173	0,2	266	3,2	33	0,2						
<i>Thermocyclops cf. decipiens</i>			1603	1,8	168	2,0	266	1,7						
ROTIFERA														
<i>Anuraeopsis cf. siolii</i>							16	0,1						
<i>Ascomorpha cf. ecaudis</i>			563	0,6	12	0,1			266	1,9				
<i>Asplanchna sp.</i>									44	0,3				
<i>Bdelloidea</i>	3	0,9	43	0,0	23	0,3	16	0,1			116	10,3	88	6,0
<i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i>													44	3,0
<i>Brachionus bidentata</i>			433	0,5	133	1,6	183	1,2						
<i>Brachionus patulus patulus</i>			86	0,1							15	1,3		
<i>Brachionus caudatus personatus</i>											7	0,6		
<i>Cephalodella gibba</i>	13	4,1							44	0,3			200	13,7
<i>Colurella uncinata bicuspidata</i>	10	3,2												
<i>Colurella sp.</i>					35	0,4								
<i>Conochilus coenobasis</i>			43	0,0										
<i>Conochilus unicornis</i>							16	0,1						
<i>Euchlanis dilatata</i>	10	3,2									7	0,6		
<i>Filinia longiseta</i>			2730	3,0	505	6,1	16	0,1	355	2,6				
<i>Hexartra intermedia braziliensis</i>			346	0,4					44	0,3				
<i>Keratella americana</i>							16	0,1	88	0,6				
<i>Keratella cochlearis</i>			130	0,1	748	9,0	366	2,4	1066	7,8	38	3,4	200	13,7
<i>Keratella cochlearis tecta</i>					12	0,1			133	1,0			44	3,0
<i>Keratella lenzi</i>			86	0,1	35	0,4	16	0,1	44	0,3			44	3,0
<i>Keratella tropica</i>			43	0,0					44	0,3	7	0,6		
<i>Kellicottia bostoniensis</i>	3	0,9	14950	16,7	2061	24,8	766	5,0	2577	18,8	62	5,5	200	13,7
<i>Lecane (M) hamata</i>					23	0,3	33	0,2			7	0,6		
<i>Lecane bulla bulla</i>	43	13,6			70	0,8			44	0,3	7	0,6		
<i>Lecane stenroosi</i>	3	0,9							88	0,6				
<i>Lecane ludwigi f brevicauda</i>	3	0,9			12	0,1								
<i>Lecane leontina</i>	26	8,2			12	0,1					77	6,8		
<i>Lecane luna</i>	6	1,9							88	0,6	38	3,4		
<i>Lecane luna var. presumpta</i>	3	0,9			133	1,6								
<i>Lecane (M.) lunaris</i>	6	1,9			145	1,7	33	0,2	88	0,6	23	2,0		
<i>Lecane quadridentata</i>	3	0,9							88	0,6				
<i>Lecane (M) monostyla</i>	3	0,9												
<i>Lepadella patella</i>	3	0,9			46	0,6							44	3,0
<i>Lophocharis salpina</i>					145	1,7								
<i>Platyas quadricornis</i>	3	0,9	43	0,0							15	1,3		
<i>Polyarthra cf. vulgaris</i>	10	3,2			12	0,1			488	3,6	140	12,4		
<i>Polyarthra cf. dolichoptera</i>	3	0,9	173	0,2	12	0,1	50	0,3	311	2,3				
<i>Pompholyx complanata</i>							16	0,1	133	1,0				
<i>Synchaeta oblonga</i>	6	1,9	86	0,1							7	0,6		
<i>Synchaeta sp.</i>			130	0,1					355	2,6				
<i>Testudinella patina patina</i>	3	0,9							44	0,3	7	0,6	200	13,7
<i>Trichocerca similis</i>			476	0,5	301	3,6	33	0,2	488	3,6	7	0,6		
<i>Trichocerca capuccina</i>			130	0,1	12	0,1	33	0,2	177	1,3				
<i>Trichocerca cylindrica</i>									88	0,6			200	13,7
<i>Trichocerca bicristata</i>	3	0,9	86											
Densidade numérica	316		89515		8299		15237		13716		1131		1463	
Riqueza específica	22		28		26		26		28		19		11	
Índice de Div. de Shannon	2,58		1,88		2,16		2,38		2,46		2,39		2,18	
Equitatividade	0,84		0,57		0,66		0,73		0,74		0,81		0,91	

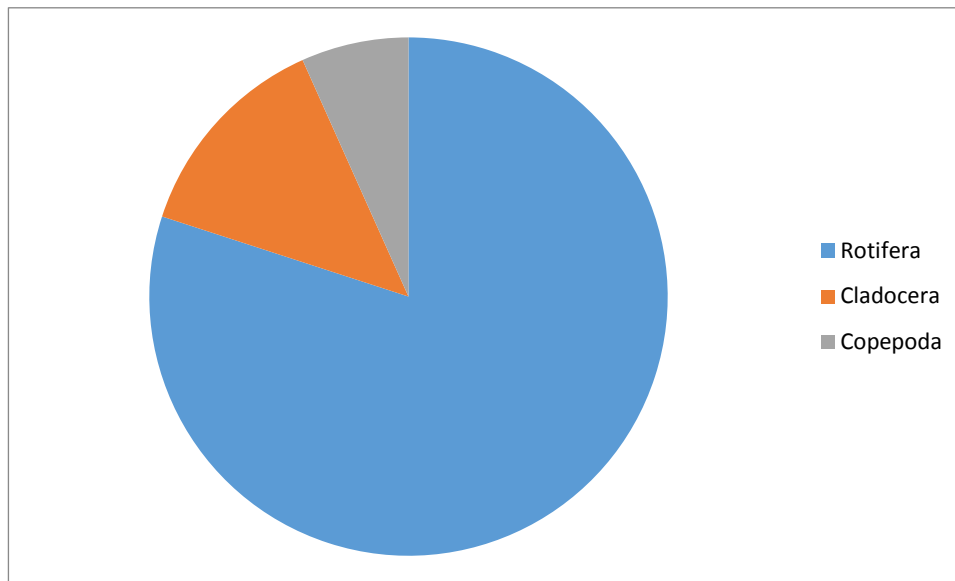


Figura 7.1: Percentual de riqueza das espécies dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais na campanha amostral de abril de 2014.

Das 9 espécies de Cladocera registradas nesta coleta, todas ocorreram no ponto 4 e 6 delas ocorreram no ponto 2. Nestes dois locais, fica evidente a presença marcante de espécies verdadeiramente planctônicas, como por exemplo o gênero *Ceriodaphnia*, principalmente no ponto 2, ambiente lântico. Este fato evidencia a proximidade e a possível semelhança entre estes dois locais. *Ceriodaphnia cornuta cornuta*, normalmente apresenta-se abundante em corpos de água tropicais, tendo um desenvolvimento embrionário curto e rápidas taxas de crescimento juvenil, com alimentação seletiva para Diatomáceas e algas verdes. Conforme os resultados observados para o fitoplâncton, existe a dominância de espécies de Bacillariophyceae em todo o sistema, o que corrobora este resultado.

No ponto 1 registrou-se a ocorrência de apenas um representante do grupo (*Alona cf. davidii*), espécie tipicamente bentônica.

Copepoda foi, novamente, representado principalmente pelas formas jovens, náuplios com 100 % de frequência de ocorrência. Náuplios foram abundantes em todos os pontos amostrais. Rotifera foi representado principalmente pelas espécies do gênero *Lecane*. Registrou-se a ocorrência de 10 espécies deste gênero. Ocorreram espécies de *Lecane* principalmente nos pontos 1, 3, 5 e 6. Outro rotífero frequente no sistema todo e que foi registrado com densidades numéricas expressivas foi *Kellicottia bostoniensis*. Uma maior densidade desse rotífero, que é uma espécie micrófaga, consumidora de partículas de até 25 μm , detritos, pequenas algas e bactérias, em meses de maior pluviometria, pode estar relacionada com o aumento da disponibilidade alimentar, em decorrência do aporte de material alóctone lixiviado de áreas adjacentes.

Nesta coleta, os maiores valores de densidade absoluta foram observados nos pontos 2 e 4 (89515 ind.m³, 15237 ind.m³, respectivamente), sendo representados principalmente pelos náuplios de Copepoda, como mostra a Figura 7.2.

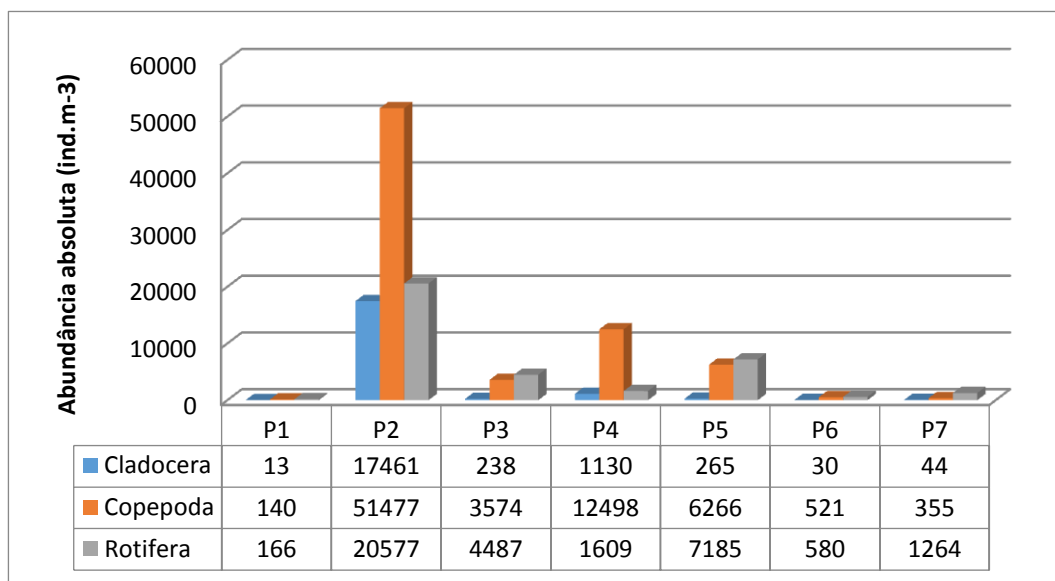
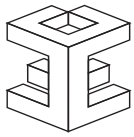


Figura 7.2: Abundância absoluta dos indivíduos dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais na campanha amostral de abril de 2014.



O Índice de diversidade de Shannon mostrou os pontos 1 e 5 com os maiores valores, 2,58 e 2,46, como mostra a Figura 7.3. O valor mais baixo foi observado no ponto 2, principalmente pelas maiores densidades de *Kellicottia bostoniensis* e de *Ceriodaphnia cornuta cornuta* frente às outras espécies. Os pontos 2 e 3 apresentaram os menores valores de equitatividade (Figura 7.4).

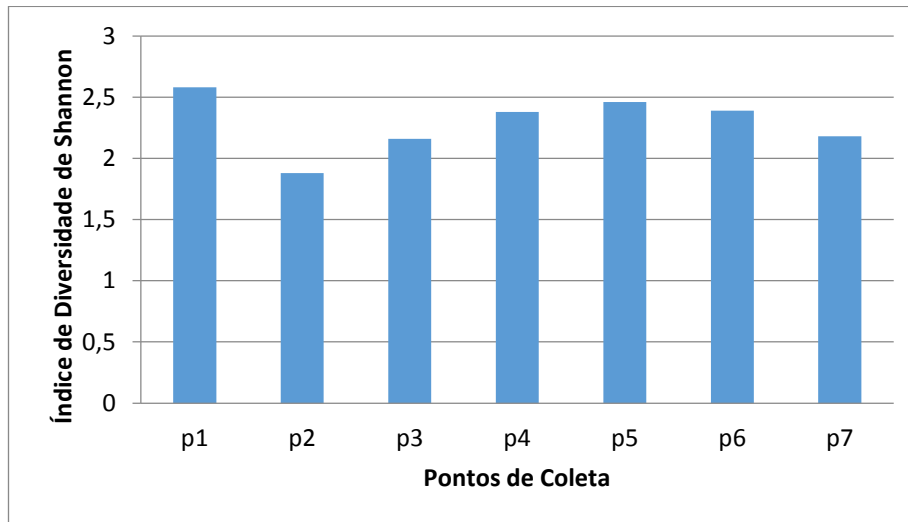


Figura 7.3: Índices de diversidade de Shannon, calculados para a comunidade zooplânctônica nos locais amostrais na campanha amostral de abril de 2014.

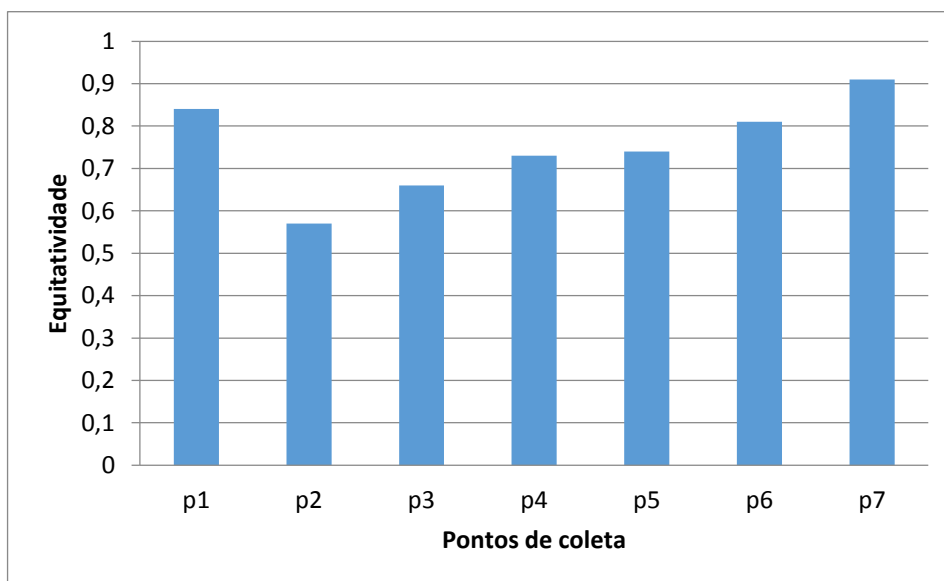


Figura 7.4: Equitatividade observada para a comunidade zooplânctônica nos locais amostrais, na campanha amostral de abril de 2014.

A riqueza de espécies (Figura 7.5), é bastante semelhante entre os primeiros pontos amostrados com valores variando de 28 no ponto 2 e 22 espécies no ponto 1. Os pontos 6 e 7 apresentaram as menores riquezas de espécies, respectivamente 19 e 11 espécies.

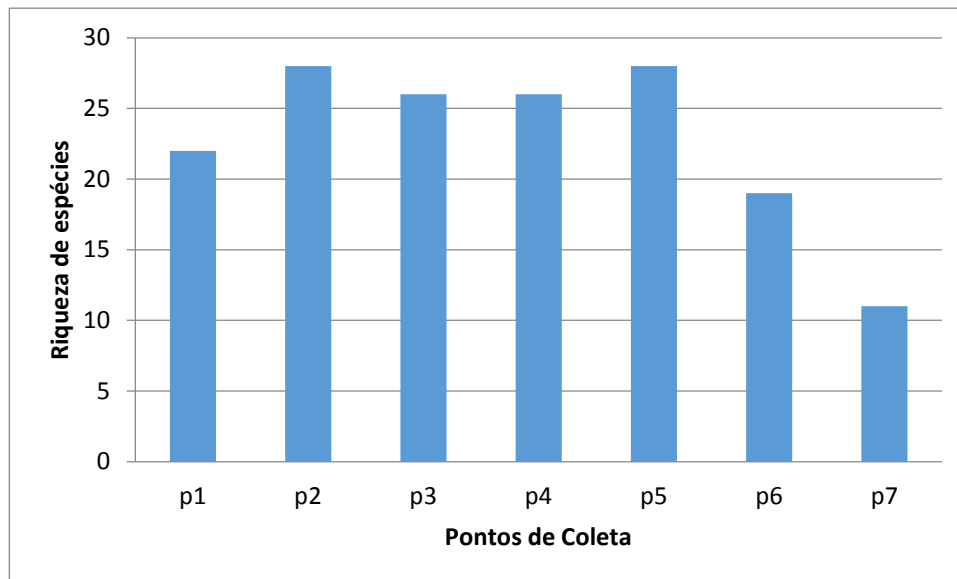


Figura 7.5: Riqueza específica da comunidade zooplanctônica nos locais amostrais, na campanha amostral de abril de 2014.

Os resultados de todas as coletas serão integrados e esta avaliação será apresentada no Relatório Final.

O compartimento ambiental monitorado, **zooplâncton**, tem como responsável técnica a Dra. Catarina da Silva Pedrozo.

8. Bioindicadores Ambientais: MACROFAUNA BENTÔNICA

8.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

O Monitoramento Ambiental para o compartimento "MACROFAUNA BENTÔNICA" atendeu aos seguintes objetivos:

- Caracterizar a estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, através dos atributos densidade de organismos, composição, abundância e dominância das famílias;
- Analisar a distribuição espaço-temporal das comunidades;
- Analisar os resultados da aplicação de índices bióticos, para avaliação da qualidade ambiental dos pontos amostrados;
- Correlacionar a estrutura e distribuição da macrofauna bentônica, com as variáveis ambientais do sedimento e da água superficial.

8.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 31 de março a 02 de abril de 2014. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu parcialmente nublado, sem chuva e temperatura do ar variando no intervalo de 16,5 a 25,0 °C.

Para a análise da macrofauna, foram investigadas áreas de corredeira e áreas de remanso. Nas áreas de corredeira foi utilizado o amostrador Surber, na obtenção de 3 amostras de sedimento, em cada estação amostral. Devido às características do substrato das estações 5 e 7, com sedimentos predominantemente mais finos, não é possível a utilização deste amostrador nestes locais.

Nas áreas de remanso (áreas de deposição), foi utilizado o amostrador Corer com 10cm de diâmetro, sendo que em cada estação amostral foram coletadas 3 amostras de sedimento de fundo. Esta metodologia não pode ser aplicada na estação amostral 2, devido as características do substrato, composto predominantemente de seixos, sem depósitos de areia.

As amostras obtidas foram lavadas em campo, sob uma malha com 0,210mm de abertura. O material retido na malha foi colocado em saco plástico, identificado e fixado com formol 4%, previamente tamponado com bórax. Estas amostras foram acondicionadas em baldes e encaminhadas para processamento no Laboratório de Invertebrados Bentônicos do CECLIMAR-UFRGS.

8.3 Métodos Analíticos

Em laboratório, as amostras biológicas, foram novamente lavadas em peneira, com malha de nylon de 0,210mm de abertura. O material foi processado sob microscópio estereoscópico e os organismos retirados, contados, identificados e conservados em vidros com álcool 70%.

Para os representantes de Chironomidae e Oligochaeta, foram confeccionadas lâminas semi-permanentes, e os organismos identificados em microscópio. Para a identificação foram utilizadas as chaves de BOUCHARD (2004), BRINCKHURST & MARCHESE (1989), EPLER (1985), TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995).

Para a análise dos resultados, foram calculados os seguintes parâmetros biológicos: densidade de organismos (ind/m²), abundância/dominância dos táxons. Considerou-se também a riqueza de famílias (número de famílias que ocorreram em cada estação).

O Índice IBMWP, que considera a tolerância e sensibilidade dos organismos (adaptação de ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ORTEGA, 1988), foi calculado considerando a presença/ausência dos organismos em cada estação amostral. Para a análise dos resultados, considerou-se a ausência ou presença de famílias, conforme a sua tolerância ou sensibilidade, riqueza (número de famílias em cada estação amostral), abundância e dominância dos táxons.

O Índice de Diversidade (Shannon-Wiener, log base e) e de Equitatividade (*J'* de Pielou), assim como os Indicadores de Qualidade serão apresentados no próximo relatório.

8.4 Resultados e Indicadores de Qualidade, diversidade e Espécies Ameaçadas

Nesta campanha foram coligidos 3565 organismos, número considerado baixo se compararmos com outras campanhas amostrais como, por exemplo, abril de 2013 com 5936, ou a campanha anterior a esta, em janeiro de 2014 com 5166 organismos.

Da análise que segue salienta-se que nos pontos monitorados PM4, 5, 6 e 7 embora o procedimento de coleta segue o descrito no projeto inicial, nestes locais o número muito reduzido de organismos encontrados prejudica algumas das considerações.

A maior Riqueza de Famílias (número de famílias presentes em cada amostra) foi na PM1, com o registro de 31 táxons. Conforme exposto na Tabela 1, pode-se verificar que nas estações PM1, PM2 e PM3 os valores de riqueza de táxons foram muito próximos. As estações PM4, PM5, PM6 e PM7 foram os locais de menor valor para a riqueza, apenas 16, 8, 5 e 4 respectivamente. Nas estações PM5 e PM7 foram contabilizados os números mais baixos de organismos, respectivamente 18 e 8, conforme pode ser verificado na Figura 8.1.

Na Tabela 8.1 observam-se os táxons encontrados na campanha de abril de 2014. Segundo Hilsenhoff (1977) o nível taxonômico de família é recomendado por sua relativa facilidade e rapidez, com capacidade de se traduzir em informação ecológica. No Brasil, assim como em muitos outros países, em estudos com ênfase na macrofauna, principalmente em avaliações rápidas, a identificação dos macroinvertebrados em nível taxonômico de família é a unidade taxonômica mais utilizada. (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988, Barbour *et al.*, 1999; CETESB, 2012)

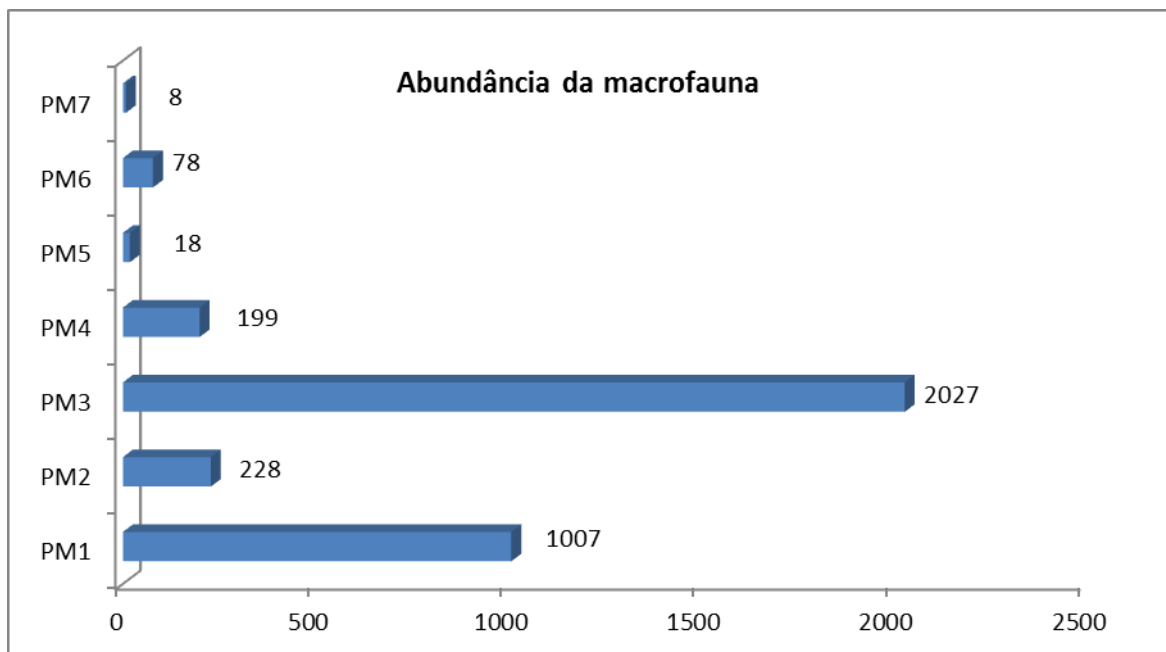
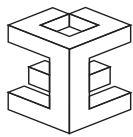


Figura 8.1. Abundância absoluta dos organismos da fauna de invertebrados bentônicos nos sete pontos de monitoramento em abril 2014.

Tabela 8.1: Ocorrência dos táxons da macrofauna bentônica (●) na campanha amostral de abril de 2014.

Táxons	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Aeglidae	●		●				
Ampullariidae					●		
Ancylidae	●						
Aphididae		●					
Baetidae	●	●	●	●			
Bivalvia jovem	●	●	●				
Caenidae	●		●				
Calopterygidae	●						
Ceratopogonidae	●	●	●	●	●		
Chaoboridae		●					
Chironomidae	●	●	●	●		●	●
Cochliopidae	●	●	●	●			●
Coenagrionidae	●						
Collembola	●	●	●				
Corbiculidae	●	●					
Corydalidae			●				
Diptera n/ident		●		●	●		
Elmidae	●	●	●	●			
Glossiphonidae	●	●					
Glossosomatidae	●						
Gomphidae	●						



Halacaridae			•				
Hydracarina	•	•	•				
Hydrophilidae		•	•				
Hydropsychidae	•	•	•				
Hydroptilidae	•						
Hyriidae	•						
Lepidoptera		•	•	•			
Leptoceridae	•		•				
Leptohyphidae	•	•	•				
Leptophlebiidae	•		•				
Nematoda	•	•	•	•	•	•	•
Odontoceridae			•				
Oribatidae		•	•			•	
Ostracoda	•			•	•		
Perlidae	•		•				
Philopotamidae			•				
Planorbidae		•		•			
Polycentropodidae	•						
Polymitarcyidae		•					
Psephenidae		•	•	•			
Simuliidae	•		•	•			
Sphaeriidae	•	•	•	•			
Tabanidae			•	•	•		
Tipulidae	•		•				
Tubificidae	•	•	•	•	•	•	•
Trichoptera pupa		•		•	•		
Coleoptera n/ident		•					

Obs: n/ident – Organismos sem condições de ser identificado. Bivalvia jovem - aqueles que são tão jovens que é impossível identificar a família.

No PM1 Cochliopidae, Chironomidae e Corbiculidae, apresentaram os maiores valores de abundância (Figura 8.2). O cálculo das abundâncias relativas revelou que Cochliopidae representou 45,98%, enquanto Chironomidae e Corbiculidae respectivamente 19,76 % e 11,22 % do total dos invertebrados encontrados neste arroio.



Figura 8.2. Abundância da macrofauna do PM1 em abril de 2014.

No PM2 as densidades foram mais baixas do que vinha ocorrendo nas campanhas anteriores, 228 organismos, conforme pode ser observado na Figura 8.1. Como exemplo, em abril de 2013, neste arroio o valor encontrado foi de 4024 organismos e o táxon Leptohiphidae, o mais abundante, com 1650 espécimens. Este táxon não ocorreu nas amostras desta campanha. Agora, os táxons mais abundantes foram Nematoda (31,14%), Chironomidae (19,74%) e Corbiculidae (11,40%), Figura 8.3.

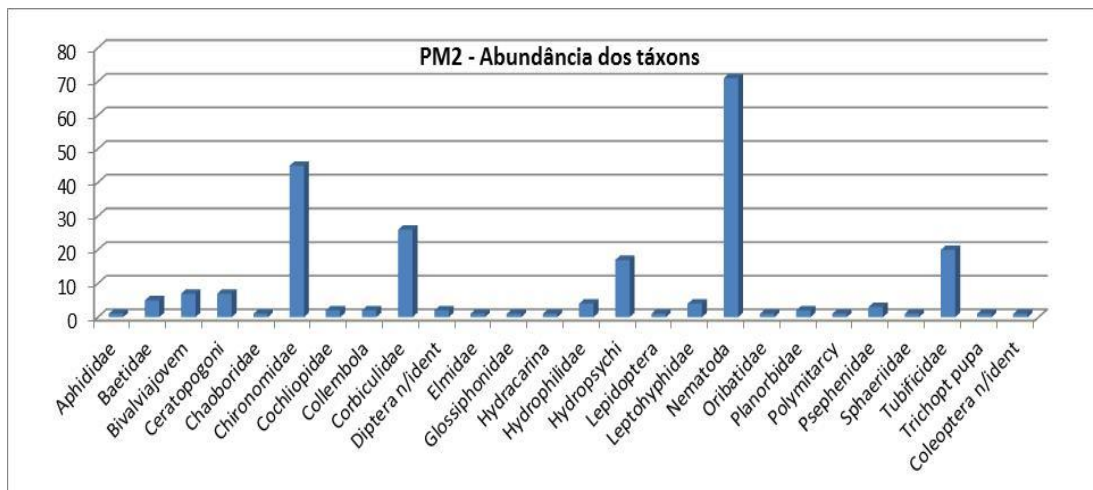


Figura 8.3. Abundância da macrofauna do PM2 em abril de 2014.

O PM3 ao longo destes anos de monitoramento apresentou frequentemente, juntamente com PM1 e PM2, as maiores abundâncias. Nesta campanha foi coligido o maior número de organismos (2027) se comparados com os demais pontos monitorados. As mais elevadas abundâncias relativas foram dos táxons com Simuliidae 59,94%, Chironomidae 15,24% e Baetidae com 11,40% e respectivamente. Neste ponto observa-se também, a partir da Figura 8.4, que este foi o local de maior riqueza, 29 táxons.

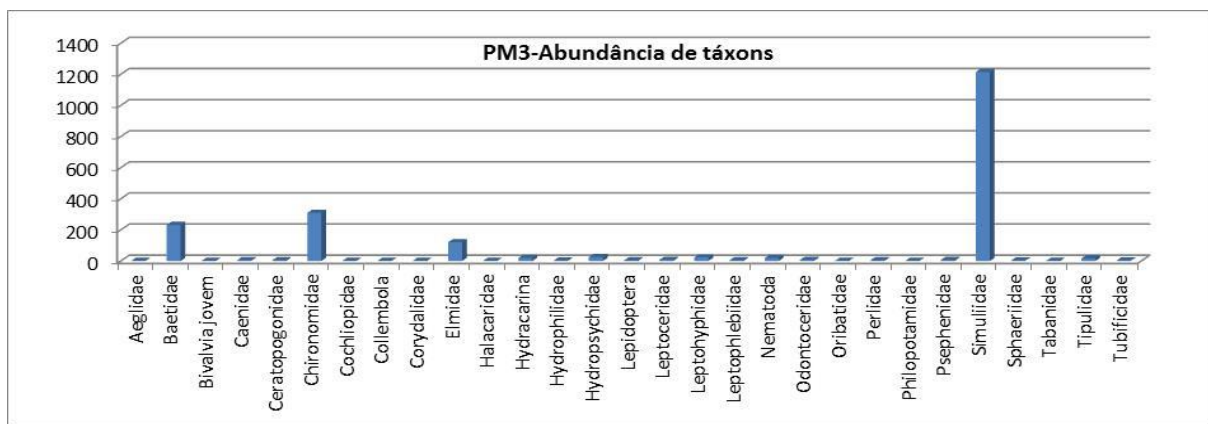


Figura 8.4. Abundância da macrofauna do PM3 em abril de 2014

No ponto 4 a família Chironomidae foi a mais abundante (66,83%) em comparação com os demais táxons. Ceratopogonidae e Tubificidae alcançaram os mesmos valores de abundância relativa, 10,05%, Figura 8.5.

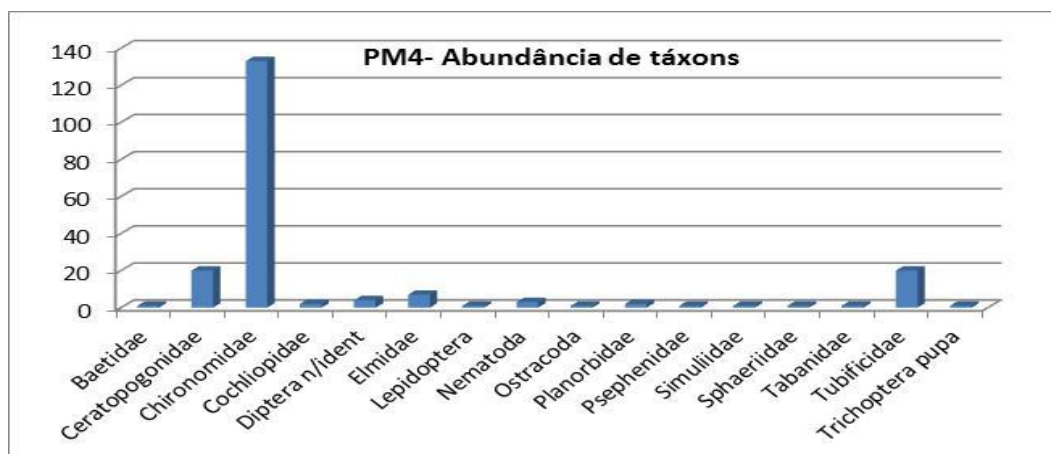


Figura 8.5. Abundância da macrofauna do PM4 em abril de 2014.

No ponto de monitoramento PM5, de características físicas mais distintas dos demais, Tabanidae com 27,78%, Tubificidae e Nematoda ambos com 22,22% foram os táxons mais abundantes, Figura 8.6, número de organismos coligidos nestas amostras foi baixo, 18 espécimens (Figura 8.1). O táxon mais abundante apresentou apenas 5 espécimens.

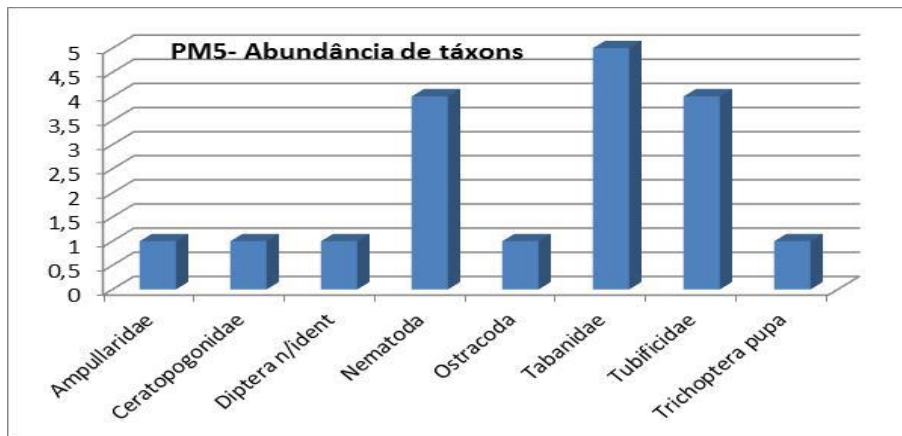


Figura 8.6. Abundância da macrofauna do PM5 em abril de 2014

Nos arroios PM6 e PM7 foram registrados os menores números de táxons, apenas 5 e 4 táxons respectivamente.

No PM6 Tubificidae alcançou 83,54% de abundância relativa, para uma abundância total de 79 espécimens coligidos. O segundo táxon com maior abundância relativa neste local foi Chironomidae com 12,66%, (Figura 8.7)

No PM7, o táxon mais abundante foi Nematoda, 62,5% de abundância relativa. Os demais táxons apresentaram valores mais baixos, Chironomidae, Cochliopidae e Tubificidae apresentaram cada táxon, 12,5%, de abundância relativa (Figura 8.8). Neste ponto também foi registrado o menor número de táxons, apenas 4 táxons. Salienta-se que estas considerações são baseadas em um número baixo de organismos coligidos, somente 8, (Figura 8.1).

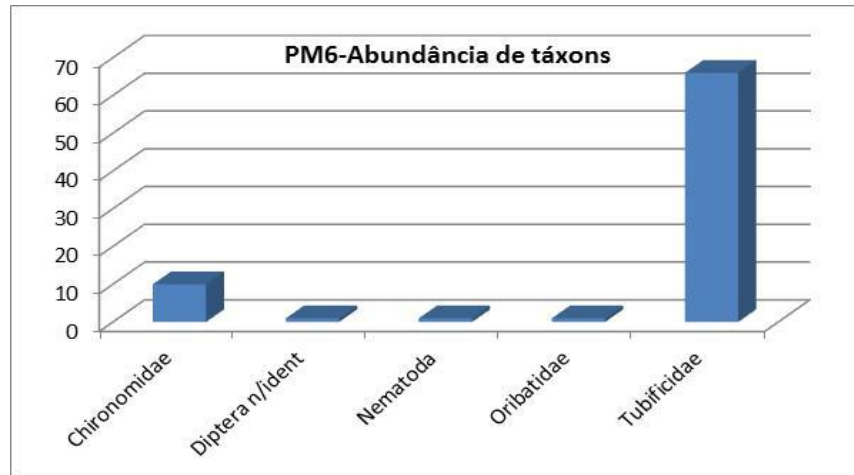


Figura 8.7. Abundância da macrofauna do PM6 em abril de 2014.

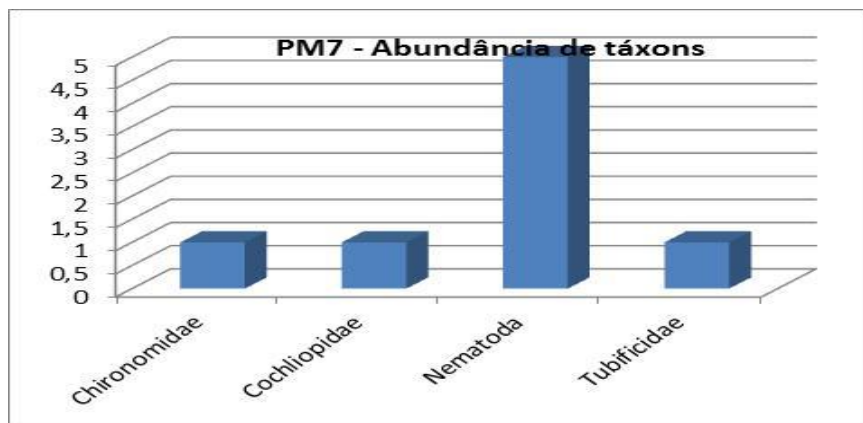


Figura 8.8. Abundância da macrofauna da PM7, em abril de 2014

A aplicação de algumas métricas utilizadas na avaliação da estrutura das comunidades bentônicas é importante para o monitoramento. Tanto índices multimétricos quanto as métricas são úteis para o diagnóstico das condições ecológicas (USEPA, 2005). Abaixo seguem os resultados da aplicação de algumas das métricas mais utilizadas.

O percentual de taxa de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) para os pontos de monitoramento PM1, PM2 e PM3 apresentaram o maior número de táxons do grupo EPT. Baetidae apresentou os maiores valores, principalmente no PM3. Nos pontos PM6 e PM7 nenhum representante deste grupo foi encontrado (Figura 8.9).

Quanto maior for a abundância relativa desses táxons no local maior será a qualidade da água. Esta afirmação deriva do conhecimento de que, em geral, a maioria dos organismos dessas ordens é mais sensível à poluição orgânica (Resh & Jackson, 1993 e Rosenberg & Resh, 1993).

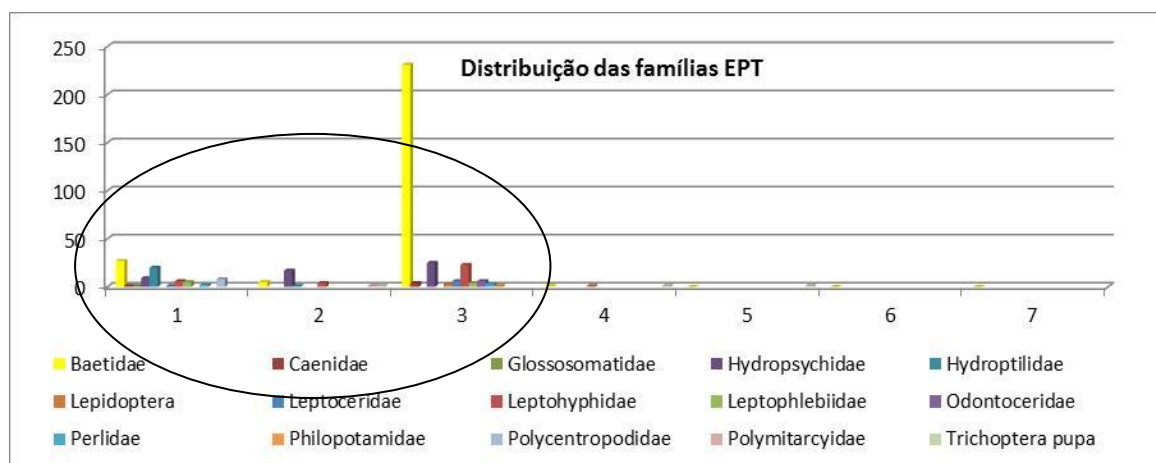


Figura 8.9 – Taxa de EPT nos sete pontos de monitoramento em abril 2014

Analisando os resultados, de acordo com o índice de Swartz, que considera serem representativos os táxons que juntos somarem valores acima de 75% dos organismos coletados em cada local, tem-se o que apresentamos na Tabela 8.2.

Tabela 8.2. Resultado do índice de dominância de Swartz (SDI) na campanha amostral de abril de 2014.

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Ceratopogonidae				10,05			
Chironomidae	19,76	19,74	15,24	66,83			
Cochliopidae	45,98						
Corbiculidae	11,22	11,40					
Elmidae							
Hydropsichydae		7,46					
Nematoda		31,14			22,22		62,50
Simulidae			59,94				
Tabanidae					27,78		
Tubificidae		8,77			22,22	83,54	12,50

O índice de dominância de Swartz (SDI) evidencia que no PM6 somente um táxon, no caso Tubificidae, representa 83,54% do número de organismos encontrados. Em outro extremo, de acordo com este índice está o PM2, onde 5 táxons completam o valor determinado pelo índice.

Os Índices de Diversidade de Shannon-Wiener, de Dominância de Simpson, de Equitabilidade de Pielou estão apresentados na Tabela 8.3.

Tabela 8.3. Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, de Dominância de Simpson, de Equitabilidade de Pielou, abril de 2014.

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Simpson_1-D	0,73	0,83	0,60	0,53	0,81	0,29	0,56
Shannon_H	1,90	2,26	1,40	1,30	1,83	0,58	1,07
Equitability_J	0,55	0,69	0,42	0,47	0,88	0,36	0,77

A Diversidade de Shannon mais elevada no PM2, considerada média diversidade. Os valores do índice de equitabilidade de PIELOU também indicam os pontos PM6 e PM7 como os de menor equitabilidade, somente respectivamente 5 e 4 táxons foram registrados.

A Tabela 8.4 apresenta a pontuação das famílias para o Índice IBMWP. Após o cálculo do índice, verificou-se a classificação de acordo com a Tabela 8.5 e a Tabela 8.6 apresenta os resultados para os pontos amostrados.

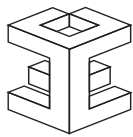


Tabela 8.4. Pontuações designadas às diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos para a obtenção do índice BMWP', adaptação de ALBATERCEDOR & SÁNCHEZ-ORTEGA (1988).

FAMÍLIAS	PONTUAÇÃO
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Megapodagrionidae, Athericidae, Blephariceridae	10
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae	8
Ephemerellidae, Prosopistomatidae, Nemouridae, Gripopterygidae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Pyralidae, Psephenidae	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae, Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Leptohyphidae	6
Oligoneuridae, Polymitarciidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, Aeglidae	5
Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae, Hydracarina	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnocoeridae), Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Veliidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae, Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes) e Syrphidae	1

Tabela 8.5. Escala de integração das pontuações finais do IBMWP em intervalos correspondentes a classes com um determinado significado ecológico.













CLASSES	QUALIDADE	VALOR DO I.B.M.W.P.	SIGNIFICADO	COR
I	BOA	> 101	Águas não contaminadas ou não alteradas de forma sensível	
II	ACEITÁVEL	61 - 100	Águas com algum sinal evidente de contaminação	
III	DUVIDOSA	36 - 60	Águas contaminadas	
IV	CRÍTICA	16 - 35	Águas muito contaminadas	
V	MUITO CRÍTICA	< 15	Águas fortemente contaminadas	

Tabela 8.6. Resultado da Riqueza de táxons e da aplicação do índice BMWP para a campanha amostral de abril de 2014.

Pontos Monitorados	EPM1	EPM2	EPM3	EPM4	EPM5	EPM6	EPM7
Riqueza de Taxa (S)	331	226	229	116	88	55	44
Pontuação BMWP	1158	882	1138	551	220	77	77
Classes BMWP							

Através do BMWP se verificou que os pontos monitorados PM6 e PM7 foram classificados como águas fortemente contaminadas. A estação PM5 muito contaminada. A estação PM4 como águas contaminadas. A PM2 como águas com algum sinal evidente de contaminação. Os pontos PM1 e PM3 como não contaminadas ou não alteradas de forma sensível.

O compartimento ambiental monitorado, **macrofauna bentônica**, tem como responsável técnica a MSc. Suzana Maria Fagundes de Freitas.

9. Bioindicadores Ambientais: ICTIOFAUNA

9.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

O Monitoramento Ambiental para o compartimento "ICTIOFAUNA" atendeu aos seguintes objetivos:

Avaliar a composição da ictiofauna na área de influência direta da Usina Termoelétrica Candiota e compará-la a outros ambientes da região;

b) Avaliar o efeito da Usina Termoelétrica Candiota sobre a ictiofauna na sua área direta de influência através da análise da concentração de metais nos tecidos corporais de três grupos tróficos de espécies da ictiofauna presentes na região;

c) Implementar sistemática de acompanhamento da ictiofauna através de indicadores ambientais, utilizando o Índice de Qualidade (IQ) que reflete a integridade biótica, proposto por Bruschi et al. (2000).

As Estações Amostrais, identificadas pelo número Pt1 a Pt7, estão apresentadas no Quadro 3.1 e Figuras 9.1 a 9.7.

- Ponto 1 (coordenadas UTM 22J 6518528 / 243952): está localizado no arroio Candiota junto a ponte férrea e próximo a ponte da BR 293. Caracteriza-se como o ponto mais a montante da rede de amostragem e também localizado à montante da Usina Termelétrica Presidente Médici (Figura 9.1).



Figura 9.1. Imagem do PT1 da rede de monitoramento próximo a ponte férrea e a Br392, localizado à montante da barragem da UTPM no arroio Candiota.

- Ponto 2 (coordenadas UTM 22J 6506688 / 246690): está localizado no arroio Candiota a jusante da grande barragem que abastece a UTPM e lavouras de arroz e a montante do ponto quatro (Figura 9.2).



Figura 9.2. Imagem do PT2 da rede de monitoramento a jusante da barragem da UTPM no arroio Candiota.

- Ponto 3 (coordenadas UTM 22J 6500592 / 250676): está localizado no arroio Candiotinha e à montante da ponte (Figura 9.3).



Figura 9.3. Imagem do PT3 da rede de monitoramento no arroio Candiotinha.

- Ponto 4 (coordenadas UTM 22J 6503415 / 246365): localiza-se no arroio Candiota a montante da confluência com o arroio Candiotinha e a jusante do ponto de lançamento do efluente líquido da UTPM (Figura 9.4).



Figura 9.4. Imagem do PT4 da rede de monitoramento no arroio Candiotinha.

- Ponto 5 (coordenadas UTM 22J 6495108 / 240637): está localizado no arroio Candiota em área acessada pelo interior da fazenda Três Lagoas, próximo à antiga estrutura da ponte férrea. Este ponto não foi amostrado por péssimas condições na estrada (Figura 9.5).



Figura 9.5. Imagem do PT5 da rede de monitoramento no arroio Candiota.

- Ponto 6 (coordenadas UTM 22J 6501568 / 239615): está localizado no arroio Poacá a jusante da foz da Sanga da Carvoeira. Esse tributário recebe forte influência da área de mineração de carvão da CRM, (Figura 9.6).



Figura 9.6. Imagem do PT6 da rede de monitoramento no arroio Poacá.

- O ponto 7 (coordenadas UTM 22J 6474399 / 229614): está localizado no arroio Candiota e é o ponto mais à jusante da área de drenagem (Figura 9.7).



Figura 9.7. Imagem do PT7 da rede de monitoramento no arroio Candiota.

9.2 Coleta e Preservação das Amostras

A campanha de amostragem de peixes foi realizada entre os dias 14 e 15 de abril representando o período de outono de 2014. A amostragem é realizada com baterias de redes de espera com malhas 1,5 – 2,5 e 3,5 mm entre nós. Cada rede possuía dez metros de comprimento, conferindo à bateria de redes 30 metros. As redes permaneceram estendidas na água no período mínimo que compreende o entardecer do primeiro dia e o alvorecer do dia seguinte, totalizando 12 a 18 horas de esforço.

Os animais capturados com vida e de fácil identificação foram contados e liberados. Aqueles animais que demandavam maior análise para sua identificação em laboratório foram coletados e fixados em solução de formalina 10%.

Durante a realização da campanha o nível do rio estava muito abaixo do normal, poucas chuvas têm ocorrido na região que sofre com a estiagem nos últimos anos.

9.3 Métodos Analíticos

Os resultados obtidos expressam a riqueza (número de espécies capturadas), número total de indivíduos da amostra e a diversidade de Shannon-Winer encontrada nos locais amostrados.

Foram realizadas as coletas de peixes para a aplicação do Índice de Qualidade Ambiental proposto por Bruschi Jr. (2000) e para a análise da presença e concentração de metais em amostras de tecido muscular e hepático de representantes de animais raspadores bentônicos, onívoros e carnívoros.

Aos resultados foi aplicado o Índice de Qualidade proposto por Bruschi e colaboradores (2000). Este índice é composto pelo resultado do somatório de três parâmetros da comunidade de peixes analisada. Esses parâmetros são a abundância relativa, a riqueza de espécies relativa e a diversidade H' relativa.

Para o IQ é utilizado o agrupamento do tipo somatório em que o valor resultante deve ser interpretado frente aos valores de referência para as classes de qualidade do IQ estabelecidos por Bruschi e colaboradores (2000), Tabela 9.1

Tabela 9.1 - Intervalos do Índice de Qualidade (IQ)

Intervalo de classe	Qualidade
<1,198	Muito baixa
1,198-1,653	Baixa
1,654-2,109	Média
>2,110	Alta

Para a análise da presença e concentração de elementos-traço em tecidos corporais dos peixes foram estabelecidos os papéis tróficos das espécies da região de estudo. Dessa forma foram analisados peixes de três níveis tróficos distintos. Para isso foram priorizadas algumas espécies indicadas pelo contrato. Quando essas não foram capturadas em quantidade suficiente para a análise, foram utilizados outros peixes do mesmo grupo trófico.

O primeiro nível trófico é o de peixes raspadores bentônicos, os cascudos, que se alimentam junto ao substrato, consumindo os organismos associados ao fundo e também o próprio sedimento.

O segundo nível é o de organismos onívoros, os lambaris, que consomem tanto itens animais quanto vegetais. Esses peixes também utilizam em sua dieta tanto itens disponíveis em toda a coluna da água quanto aqueles carregados pelo vento, chuva ou lançados pela vegetação dentro do arroio como insetos, frutos e folhas. Por fim, o terceiro nível trófico inclui os carnívoros, as traíras e tabaranas, que consomem principalmente outros peixes em sua dieta.

Como parâmetro de comparação das concentrações de elementos-traço analisados utilizou-se os valores apontados por BOWEN (1979) Tabela 9.2, tendo em vista que a legislação brasileira não contempla valores limítrofes para metais por peso seco de biota aquática.

Tabela 9.2. Valores de referência para a análise da concentração de metais e elementos-traço presentes nas espécies de peixes analisadas na área de influência da UTE Presidente Medici, Candiota, RS.

Elemento	Bowen, 1979
Arsênio (As)	0,2 – 10
Cadmio (Cd)	0,1 – 3
Chumbo (Pb)	0,001 - 15
Cobre (Cu)	0,7 – 15
Cromo (Cr)	0,03 – 2
Manganês (Mn)	0,3 – 4,6
Mercúrio (Hg)	0,4
Níquel (Ni)	0,1 – 4
Zinco (Zn)	9 - 80

9.4 Resultados e Indicadores de Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

9.4.1 Riqueza e diversidade de espécies

Foram capturados 106 exemplares de peixes, pertencentes à 11 espécies (Tabela 9.3). No ponto 6 não houve captura de nenhum exemplar. Devido às fortes chuvas que antecederam a presente campanha, não possível acessar a área do ponto 5, não sendo amostrado.

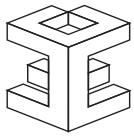
A riqueza nos pontos variou de três espécies, no ponto 4, a sete espécies no ponto 2. A abundância variou de três exemplares no ponto 4 até 65 exemplares no ponto 2.

O relatório fotográfico das espécies capturadas durante a presente campanha é apresentado na Figura 9.8.

Tabela 9.3. Relação de espécies de peixes capturados no monitoramento do arroio Candiota na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS, abril/2014.

N	Espécie	Nome comum	abril/14						
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	6	2		1	-		1
2	<i>Astyanax dissensus</i>	lambari	1	4	5		-		2
3	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari			1		-		
4	<i>Cyphocharax voga</i>	biru		50			-		1
5	<i>Geophagus brasiliensis</i>	cará			1		-		
6	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	1	2			-		2
7	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	5	1	4		-		1
8	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	2		2		-		3
9	<i>Pimelodus pintado</i>	pintado		5			-		
10	<i>Rhamdia quelen</i>	jundiá				1	-		
11	<i>Rineloricaria sp.</i>	violinha		1		1	-		
Riqueza			5	7	5	3	-	0	6
Abundância			15	65	13	3	-	0	10
Índice de diversidade H'			1,362	0,9134	1,413	1,099	-	0	1,696
Índice de Qualidade (IQ)			1,75	2,54	1,75	1,12	-	0,00	2,01

OBS: Devido às fortes chuvas que antecederam a presente campanha, não possível acessar a área do P5.



Astyanax dissensus



Astyanax fasciatus



Astyanax jacuhiensis



Cyphocharax voga



Geophagus brasiliensis



Hoplias malabaricus



Oligosarcus jenynsii



Oligosarcus robustus



Pimelodus pintado



Rhamdia quelen

Figura 9.8



Rineloricaria sp.

Figura 9.8. Espécies de peixes coletados em abril de 2014

Quanto ao Índice de Qualidade o ponto 2 foi enquadrado na categoria de *Alta Qualidade*. Os pontos 1, 3 e 7 apresentaram *Média Qualidade*, enquanto que o ponto 4 foi enquadrado na categoria *Muito Baixa Qualidade*. O ponto 6 apresentou valor de IQ Zero (Figura 9.9).

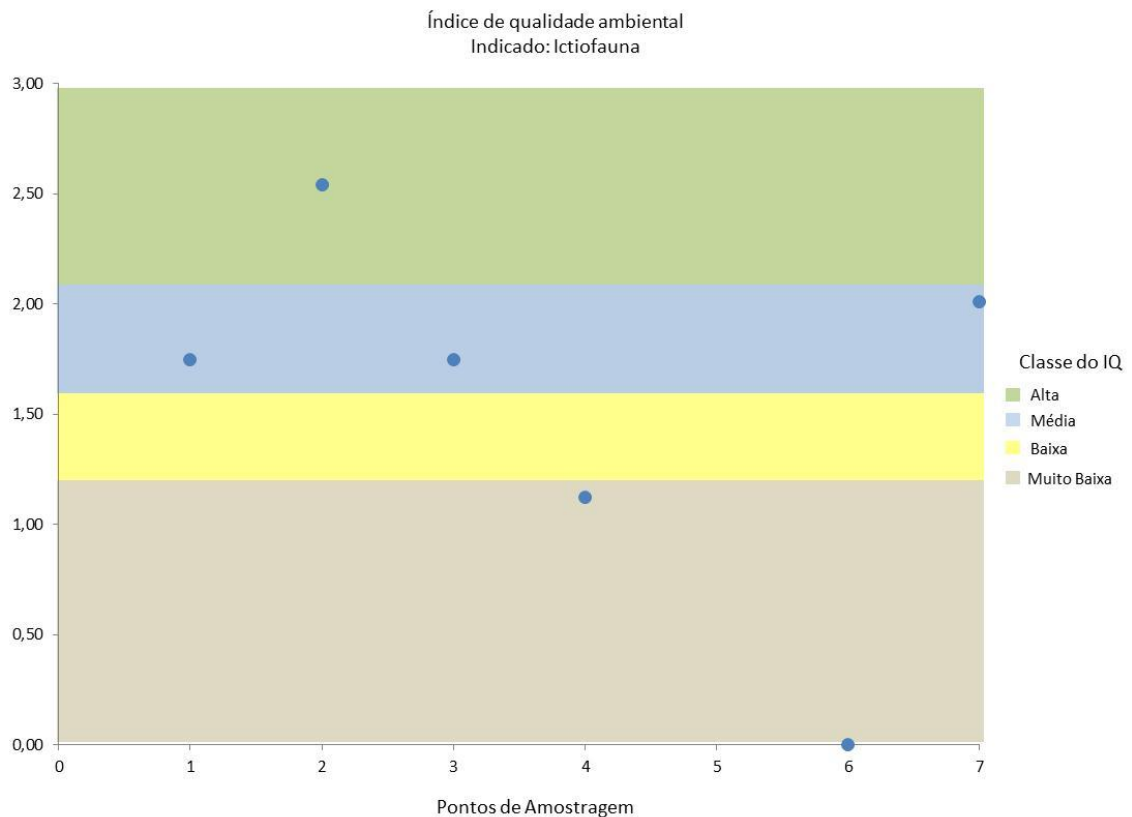


Figura 9.9. Enquadramento dos valores do IQ obtidos para os pontos da rede de monitoramento de peixes no arroio Candiota e tributários na campanha de outono de 2014 na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Biodiversidade e presença de espécies ameaçadas

Não foram capturadas espécies raras ou endêmicas da área de influência da UTE Presidente Médici. Também não foi encontrada nenhuma espécie citada no Livro Vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul (REIS *et al.* 2003), sendo todas as espécies consideradas comuns. Além disso, não foram capturadas espécies exóticas na área da UTE.

9.4.2 Elementos contaminantes

Em relação à análise da presença e concentração de elementos-traço em tecidos corporais dos peixes os resultados da campanha de outono de 2014 são apresentados na Tabela 9.4.

Os resultados apontaram concentrações elevadas de Manganês em branca (*Oligosarcus jenynsii*), um peixe carnívoro no ponto 1.

Cinco amostras tiveram a análise prejudicada e não puderam ser avaliadas quanto a concentração de elementos-traço.

Tabela 9.4. Elementos traço em músculo de peixes de três níveis tróficos ao longo da rede de monitoramento do arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Medici, Candiota, RS, abril/2014.

Ponto	Espécie	Nível trófico	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Mn	Hg	Nil	Zn
			mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.
P1	<i>Astyanax fasciatus</i>	onívoro	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	carnívoro	<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	7,8	<0,45	<0,5	29,7
	<i>Rineloricaria</i> sp.	herbívoros	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr
P2	<i>Astyanax dissensus</i>	onívoro	<2,5	ND	ND	<2,5	<0,5	<2,5	<0,45	<0,5	13,1
P3	<i>Astyanax dissensus</i>	onívoro	<2,5	ND	ND	<2,5	1,6	3,4	<0,45	<0,5	36,7
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	carnívoro	<2,5	ND	ND	<2,5	ND	4,4	<0,45	<0,5	37,8
P4	<i>Astyanax fasciatus</i>	onívoro	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr
	<i>Rineloricaria</i> sp.	herbívoros	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr
P7	<i>Astyanax dissensus</i>	onívoro	<2,5	ND	ND	<2,5	<0,5	<2,5	<0,45	<0,5	17,8
	<i>Oligosarcus robustus</i>	carnívoro	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr	Pr

OBS: Pr = Prejudicado. Problemas no processamento laboratorial das amostras.

Em vermelho as situações que ultrapassam os valores referenciais de Bowen (1979).

Os resultados de todas as coletas serão integrados e esta avaliação será apresentada no Relatório Final.

O compartimento ambiental monitorado, **ictiofauna**, tem como responsável técnico o Dr. Fábio Silveira Vilella.

10. 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.

11. Rede de Monitoramento Ambiental

A localização das Estações Amostrais do Monitoramento do Ambiente Terrestre está apresentada no Quadro 11.1.

Quadro 11.1. 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 11.2.

Quadro 11.2. 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 bioindicacão vegetal, a Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre foi acrescida e complementada com as estações apresentadas nos Quadros 11.3 e 11.4.

Quadro 11.3. 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 11.4. 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 Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre está apresentada na Figura 11.1, complementada pela Figura 11.2.

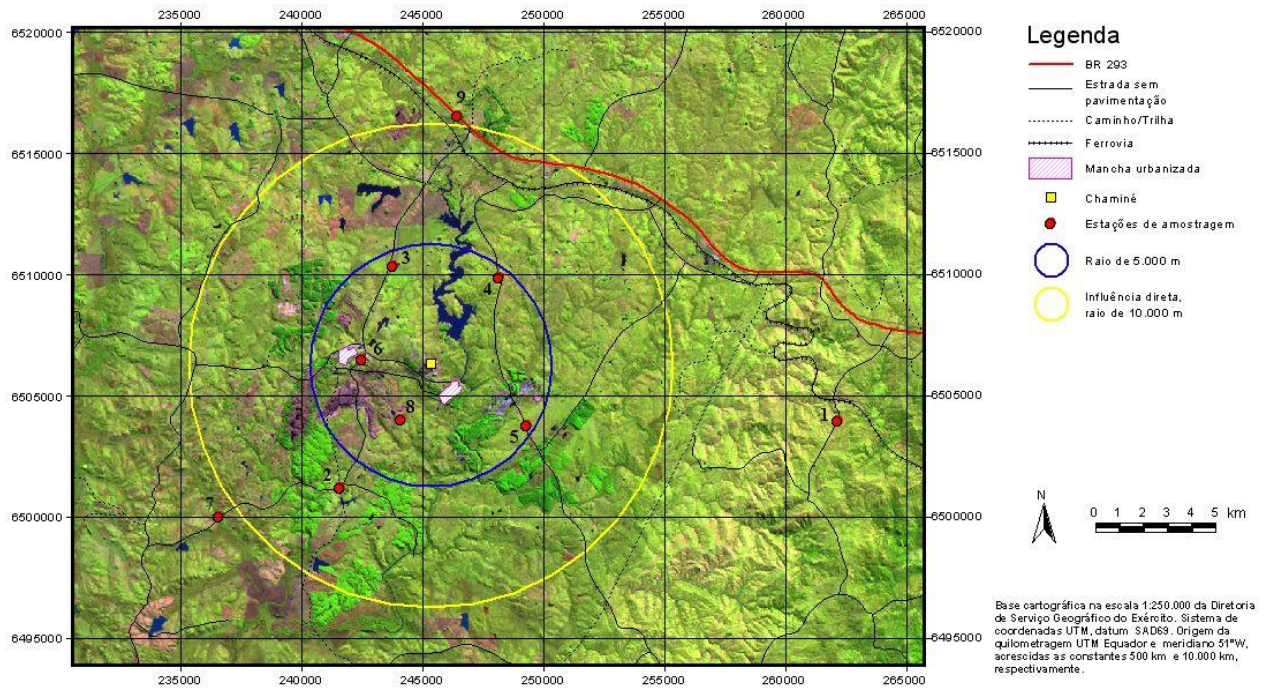
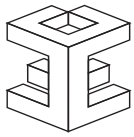


Figura 11.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.

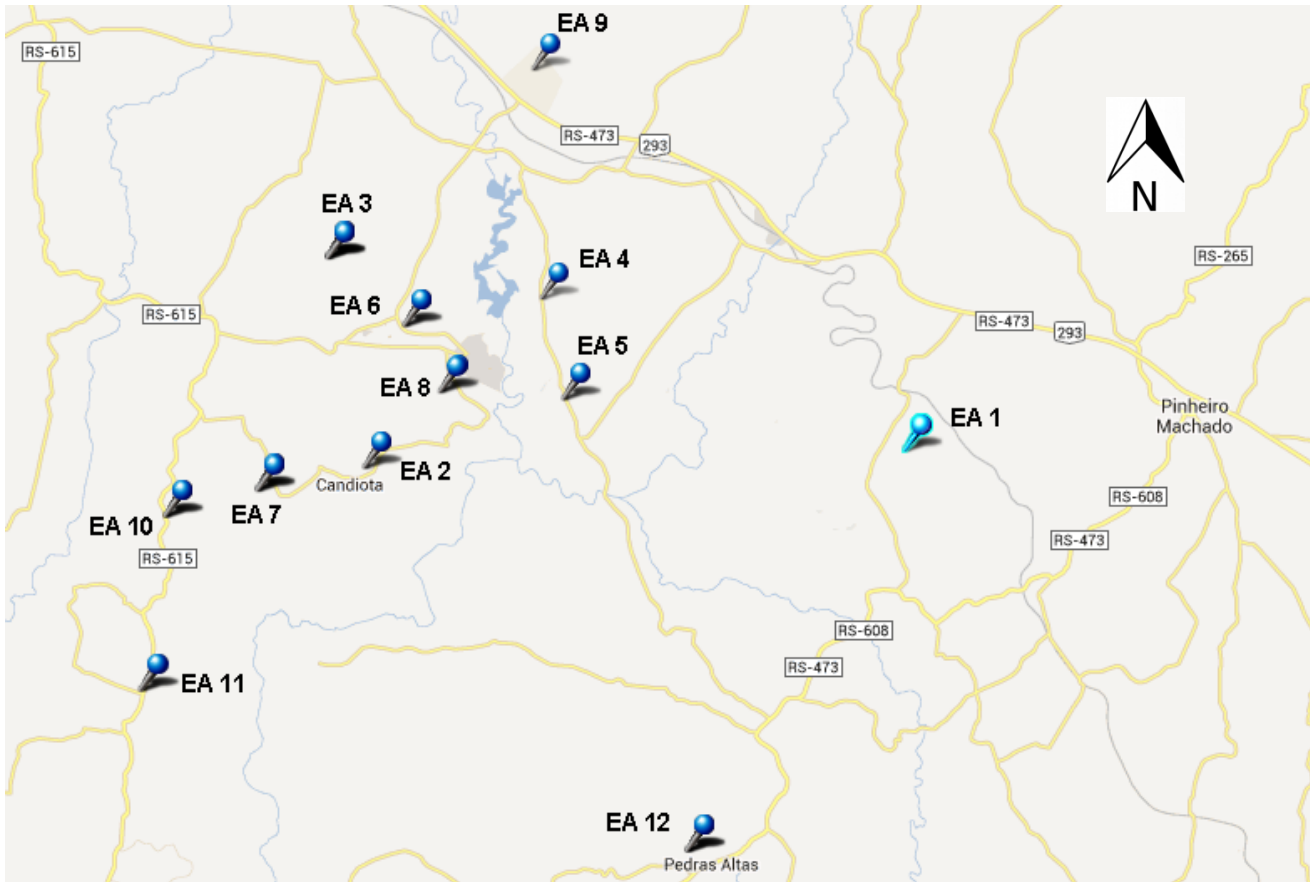


Figura 11.2: Mapa com a localização das estações de amostragem (EAs). Os ícones representam a localização do ponto de amostragem e onde foram tomadas as imagens com as coordenadas geográficas.

12. Monitoramento da FLORA

12.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais identificadas pelo número 1 a 5 estão apresentadas no Quadro 11.1 e 11.2 e a Estação Amostral número 10 está apresentada no Quadro 11.4.

Foram estabelecidas cinco estações de amostragem: **EA1** Serra do Veleda (estação de referência), **EA2** Fazenda Três Lagoas, **EA3** Fazenda Candiota, **EA4** Quadrante Nordeste Chácara Santa Clara (propriedade do Sr. Joel Cunha) e **EA5** Quadrante Sudeste Fazenda Santa Rita (propriedade do Sr. Eugênio Fagundes).

Foi também estabelecida a **EA10** (Fazenda Amor de Mãe), Quadros 11.3 e 11.4 no quadrante sudoeste (o mesmo da EA2) e distante cerca de 14 km da Usina.

O Monitoramento Ambiental para o compartimento “FLORA” atendeu aos seguintes objetivos específicos:

- Elaborar um mapa de cobertura vegetal com as características fisionômicas das classes de cobertura, a ser apresentado no Relatório de Integração das 4 campanhas amostrais;
- Examinar as composições florísticas de comunidades vegetais, visando identificar bioindicadores da qualidade ambiental.

12.2 Trabalho de Campo e Técnicas de Amostragem

A campanha foi realizada no período de 14 a 17 de abril de 2014. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por tempo seco com céu aberto com poucas nuvens e temperatura do ar variando no intervalo de 10,6 a 27,5 °C.

O trabalho de campo teve como enfoque os campos, tendo em vista que estas são as formações vegetais nativas predominantes na região em estudo.

Para fins de comparação, nas seis estações foram considerados os campos baixos (ou seja, formados predominantemente por espécies de pequeno porte), com características fisionômicas, topográficas e vegetacionais similares.

Para efetuar os levantamentos florísticos nas EAs, empregou-se a técnica de parcelas quadradas de 0,25 m², dispostas alternadamente ao longo de uma transecção da comunidade campestre a ser amostrada. Em cada uma das EAs, foram inventariadas 38 parcelas.

12.3 Resultados parciais e comentários.

Nas Tabelas 12.1 a 12.6 estão listados os resultados parciais dos levantamentos florísticos nas respectivas estações de amostragem.

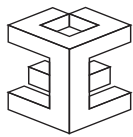
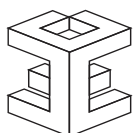


Tabela 12.1. Composição florística de uma comunidade campestre na **EA1** (Serra do Veleda, Pinheiro Machado, RS), abril de 2014.

Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Apiaceae	<i>Eryngium sanguisorba</i>	8
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i>	3
Asteraceae	<i>Aspilia setosa</i>	3
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i>	1
Asteraceae	<i>Chaptalia arechavaletae</i>	1
Asteraceae	<i>Chevreulia sarmentosa</i>	2
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i>	1
Asteraceae	<i>Eupatorium</i> sp.	1
Asteraceae	<i>Facelis retusa</i>	1
Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i>	1
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	6
Asteraceae	<i>Noticastrum diffusum</i>	5
Asteraceae	<i>Soliva anthelmifolia</i>	29
Asteraceae	<i>Stenachaenium campestre</i>	6
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i>	4
Caryophyllaceae	<i>Cerastium humifusum</i>	2
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i>	28
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	4
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	11
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	1
Cyperaceae	<i>Kyllinga odorata</i>	23
Cyperaceae		2
Fabaceae	<i>Desmanthus depressus</i>	1
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	6
Fabaceae	<i>Trifolium polymorphum</i>	6
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i>	5
Iridaceae	<i>Herbertia pulchella</i>	1
Iridaceae	<i>Sisyrinchium palmitifolium</i>	2
Lamiaceae I		3
Lamiaceae II		2
Linaceae	<i>Cliococca selaginoides</i>	1
Malvaceae	<i>Krapovickasia urticifolia</i>	3
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	1
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	4
Oxalidaceae	<i>Oxalis leiocarpa</i>	26
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 2	38
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 5	2
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp. 1	5
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp. 2	1
Poaceae	<i>Andropogon ternatus</i>	21
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	27
Poaceae	<i>Axonopus pottii</i>	19
Poaceae	<i>Coelorhachis selloana</i>	1
Poaceae	<i>Dichantherium sabulorum</i>	13
Poaceae	<i>Eleusine tristachya</i>	4
Poaceae	<i>Eragrostis neesii</i>	3
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	18
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	38
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidensis</i>	3
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	15



Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	9
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i>	6
Poaceae		2
Primulaceae	<i>Centunculus minimus</i>	1
Rubiaceae	<i>Borreria verticilata</i>	4
Rubiaceae	<i>Diodia saponariifolia</i>	3
Rubiaceae	<i>Relbunium sp.</i>	2
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	13
Verbenaceae	<i>Verbena montevidensis</i>	1
NI		2

NI: Não identificada

Tabela 12.2. Composição florística de uma comunidade campestre na **EA2** (Fazenda Três Lagoas, Candiota, RS), abril de 2014.

Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i>	1
Apiaceae	<i>Eryngium sanguisorba</i>	1
Asteraceae	<i>Chevreulia sarmentosa</i>	2
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	7
Asteraceae	<i>Gamochoeta americana</i>	2
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	5
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i>	3
Asteraceae	<i>Soliva anthelmifolia</i>	9
Asteraceae	<i>Vernonia nudiflora</i>	1
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i>	11
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	32
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i>	5
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	34
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	38
Iridaceae	<i>Herbertia pulchella</i>	7
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i>	4
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	7
Orobanchaceae	<i>Agalinis communis</i>	2
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	33
Oxalidaceae	<i>Oxalis leiocarpa</i>	20
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp. 2</i>	3
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp. 5</i>	1
Plantaginaceae	<i>Plantago sp. 1</i>	1
Poaceae	<i>Andropogon ternatus</i>	4
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	25
Poaceae	<i>Axonopus pottii</i>	35
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	17
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>	16
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	6
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	27
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	4
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	8
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i>	2
Poaceae	<i>Vulpia bromoides</i>	2

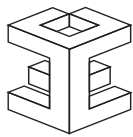
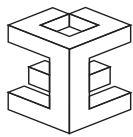


Tabela 12.3. Composição florística de uma comunidade campestre na **EA3** (Fazenda Candiota, Candiota, RS), abril de 2014.

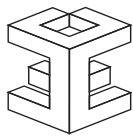
Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i>	2
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i>	2
Asteraceae	<i>Aspilia setosa</i>	3
Asteraceae	<i>Baccharis articulata</i>	1
Asteraceae	<i>Baccharis coridifolia</i>	6
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	5
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i>	1
Asteraceae	<i>Chaptalia arechavaletae</i>	1
Asteraceae	<i>Chevreulia acuminata</i>	3
Asteraceae	<i>Chevreulia sarmentosa</i>	21
Asteraceae	<i>Eupatorium buniifolium</i>	3
Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i>	2
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	12
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>	1
Asteraceae	<i>Pterocaulon rugosum</i>	1
Asteraceae	<i>Solidago chilensis</i>	1
Asteraceae	<i>Soliva anthelmifolia</i>	7
Asteraceae	<i>Vernonia nudiflora</i>	1
Caryophyllaceae	cf. <i>Spergularia</i> sap.	2
Convolvucaceae	<i>Dichondra sericea</i>	18
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	6
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	6
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	8
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	36
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i>	10
Iridaceae	<i>Sisyrinchium micranthum</i>	1
Iridaceae	<i>Sisyrinchium palmitifolium</i>	3
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i>	1
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	24
Myrtaceae	<i>Psidium incanum</i>	2
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	31
Oxalidaceae	<i>Oxalis leiocarpa</i>	18
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 2	7
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 5	3
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp. 1	1
Poaceae	<i>Andropogon ternatus</i>	1
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	29
Poaceae	<i>Axonopus pottii</i>	1
Poaceae	<i>Coelorhachis selloana</i>	4
Poaceae	<i>Dichanthelium sabulorum</i>	2
Poaceae	<i>Eleusine trsitachya</i>	2
Poaceae	<i>Eragrostis neesii</i>	9
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>	11
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	6
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	37
Poaceae	<i>Piptochaetium lasianthum</i>	1
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidensis</i>	15



Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	7
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	5
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i>	2
Rubiaceae	<i>Borreria verticilata</i>	7
Rubiaceae	<i>Relbunium richardianum</i>	1
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	9
Rubiaceae	<i>Richardia stellaris</i>	1

Tabela 12.4. Composição florística de uma comunidade campestre na **EA4** (Chácara Santa Clara, Candiota, RS), abril de 2014.

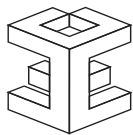
Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Apiaceae	<i>Eryngium sanguisorba</i>	10
Asteraceae	<i>Aspilia setosa</i>	1
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i>	2
Asteraceae	<i>Chaptalia arechavaletae</i>	8
Asteraceae	<i>Chaptalia runcinata</i>	1
Asteraceae	<i>Chevreulia acuminata</i>	1
Asteraceae	<i>Chevreulia sarmentosa</i>	17
Asteraceae	<i>Gamochoeta americana</i>	17
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	10
Asteraceae	cf. <i>Noticastrum diffusum</i>	15
Asteraceae	<i>Soliva anthelmifolia</i>	12
Asteraceae	<i>Vernonia nudiflora</i>	3
Beyopsida	Musgo	3
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i>	26
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	22
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	1
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i>	2
Cyperaceae	<i>Kyllinga odorata</i>	4
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	2
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	38
Fabaceae	<i>Stylosanthes leiocarpa</i>	3
Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.	1
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i>	5
Lamiaceae	<i>Glechon thymoides</i>	3
Linaceae	<i>Cliococca selaginoides</i>	6
Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum crotalophoroides</i>	1
Orobanchaceae	<i>Agalinis communis</i>	8
Oxalidaceae	<i>Oxalis leiocarpa</i>	27
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 2	19
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 5	3
Poaceae	<i>Andropogon ternatus</i>	12
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	18
Poaceae	<i>Eragrostis neesii</i>	11
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>	37
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	2
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	32
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidensis</i>	35



Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	5
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i>	2
Rubiaceae	<i>Galianthe fastigiata</i>	2
Rubiaceae	<i>Relbunium sp.</i>	4
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	16
Rubiaceae	<i>Richardia stellaris</i>	1
Solanaceae	<i>Nierembergia veitchii</i>	4
Verbenaceae	<i>Verbena montevidensis</i>	1

Tabela 12.5. Composição florística de uma comunidade campestre na **EA5** (Fazenda Santa Rita, Candiota, RS), abril de 2014.

Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Apiaceae	<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	4
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i>	11
Apiaceae		1
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i>	2
Asteraceae	<i>Chaptalia runcinata</i>	1
Asteraceae	<i>Chevreulia sarmentosa</i>	7
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	1
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i>	2
Asteraceae	<i>Soliva anthelmifolia</i>	8
Asteraceae	<i>Vernonia nudiflora</i>	7
Caryophyllaceae	cf. <i>Cerastium sp.</i>	1
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i>	35
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	2
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	11
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	1
Cyperaceae		1
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	36
Fabaceae	<i>Trifolium polymorphum</i>	5
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i>	2
Iridaceae	<i>Herbertia pulchella</i>	1
Lamiaceae	<i>Glechon thymoides</i>	2
Lamiaceae	<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	3
Lamiaceae	<i>Scutellaria racemosa</i>	1
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	3
Oxalidaceae	<i>Oxalis leiocarpa</i>	29
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp. 2</i>	16
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp. 5</i>	2
Poaceae	<i>Andropogon ternatus</i>	13
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	36
Poaceae	<i>Axonopus pottii</i>	27
Poaceae	<i>Coelorhachis seloana</i>	1
Poaceae	<i>Eleusine tristachya</i>	11
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>	4
Poaceae	<i>Eragrostis sp.</i>	1
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	12
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	26
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidensis</i>	2

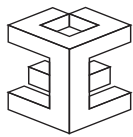


Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	12
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	23
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i>	1
Rubiaceae	<i>Relbunium richardianum</i>	2
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	7
NI1		1
NI2		1

NI: Não identificada

Tabela 12.6. Composição florística de uma comunidade campestre na **EA10** (Fazenda Amor de Mãe, Candiota, RS, abril de 2014).

Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i>	1
Apiaceae	<i>Eryngium sanguisorba</i>	3
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i>	1
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i>	1
Asteraceae	<i>Chevreulia sarmentosa</i>	3
Asteraceae	<i>Cirsium glabrum</i>	1
Asteraceae	<i>Eupatorium sp.</i>	1
Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i>	4
Asteraceae	<i>Gamochaeta sp.</i>	1
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	5
Asteraceae	cf. <i>Noticastrum diffusum</i>	7
Asteraceae	<i>Soliva anthelmifolia</i>	2
Caryophyllaceae	cf. <i>Cerastium sp.</i>	2
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i>	16
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	3
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	20
Cyperaceae	<i>Bulbostylis sp.</i>	1
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i>	1
Cyperaceae	<i>Carex sp.</i>	10
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	10
Cyperaceae	<i>Picreus polystachyos</i>	10
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	7
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i>	2
Iridaceae	<i>Cypella herbertii</i>	26
Iridaceae	<i>Sisyrinchium palmitifolium</i>	3
Lamiaceae	<i>Glechon thymoides</i>	9
Lamiaceae		5
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	4
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	7
Oxalidaceae	<i>Oxalis leiocarpa</i>	23
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp. 2</i>	5
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp. 5</i>	1
Poaceae	<i>Andropogon ternatus</i>	12
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	13
Poaceae	<i>Axonopus pottii</i>	33
Poaceae	<i>Coelorhachis selloana</i>	1
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	38
Poaceae	<i>Dichanthelium sabulorum</i>	2
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>	3



Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	8
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	10
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidensis</i>	1
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	2
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	2
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i>	1
Rubiaceae	<i>Borreria verticiliata</i>	3

Nas Tabelas 12.1 a 12.6, estão destacadas em negrito as espécies com frequência absoluta alta ($\geq 50\%$ das 38 parcelas inventariadas).

Na Tabela 12.7, são apresentados valores comparativos entre as EAs: riqueza de espécies (em ordem decrescente de riqueza), número de espécies com frequência alta e espécies com frequência muito alta (presença em 30 parcelas ou mais).

Tabela 12.7 Valores comparativos entre as estações de amostragem, coleta de abril de 2014.

Estação	Riqueza	Espécies c/freq. alta	Espécies c/freq. muito alta
EA1	60	9	<i>Oxalis</i> sp. 2, P. notatum , <i>S. anthelmifolia</i>
EA3	54	6	D. incanum , <i>O. debilis</i> , P. notatum
EA6	46	5	<i>C. dactylon</i> , <i>A. pottii</i>
EA4	45	8	D. incanum , <i>E. plana</i> , P. notatum , <i>P. montevidensis</i>
EA5	44	7	<i>A. affinis</i> , D. incanum , <i>D. sericea</i> , <i>O. leiocarpa</i>
EA2	34	8	<i>A. pottii</i> , <i>B. capillaris</i> , D. incanum , <i>K. vaginata</i> , <i>O. debilis</i>

A EA1 (Serra do Veleda, estação de referência) apresentou a maior riqueza de espécies (60 espécies). A EA4, em campanhas anteriores sempre situada entre as com maior riqueza, exibiu um valor relativamente baixo (45 espécies); admite-se que o avanço expressivo de *Eragrostis plana* (espécie exótica invasora), cobrindo integralmente a maioria das parcelas amostradas (Figura 12.1), tenha impedido o surgimento de muitas espécies, especialmente as anuais.

A EA2 (Fazenda Três Lagoas) exibiu a menor riqueza de espécies (34 espécies), embora a vegetação cubra 100% do solo (Figura 12.2).



Figura 12.1. Cobertura expressiva de Capim-annoni (*Eragrostis plana*), espécie exótica invasora, na EA4, Chácara Santa Clara.

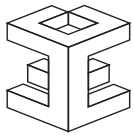


Figura 12.2. EA2, Fazenda Três Lagoas, elevada cobertura e baixa riqueza de espécies.

Entre as espécies com frequência absoluta muito alta, destacaram-se *Desmodium incanum* (Fabaceae) e *Paspalum notatum* (Poaceae).

O compartimento ambiental monitorado, **flora**, tem como responsáveis técnicos os biólogos Dr. Paulo Luiz de Oliveira e MSc. Rogério Both.

13. Monitoramento da AVIFAUNA

13.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais, identificadas pelo número 1 a 5, estão apresentadas no Quadro 11.2.

O monitoramento e a avaliação de impactos ambientais, bem como sua contabilização econômica, são hoje exigências da sociedade para todos os setores de atividade econômica e em todos os níveis de escala espacial (Romeiro, 2004). Existe a preocupação crescente em saber até que ponto tais impactos compromete a preservação de equilíbrios socioambientais fundamentais.

Uma das consequências mais preocupantes desses impactos é a perda de diversidade nos níveis de espécies, ambientes e genéticos e cujo alcance pode chegar às áreas de influência indireta (AII) do empreendimento. A intensidade dos impactos depende das características do empreendimento.

Tendo em vista os impactos sobre a avifauna, um total de 160 espécies de aves foi categorizado como ameaçadas de extinção no Brasil na última lista do Ministério do Meio Ambiente (Machado et al., 2008). Além disso, existem aproximadamente 240 espécies de aves endêmicas, cuja conservação depende basicamente de tomadas de decisão, principalmente em empreendimentos que modifiquem drasticamente o hábitat de tais espécies (Machado et al., 2008).

No Rio Grande do Sul, 128 espécies de aves constam na lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul (Marques et al., 2002). Para a região em estudo (Campanha e Serra do Sudeste), pelo menos 27 espécies de aves estão categorizadas em algum grau de ameaça de extinção (Bencke et al., 2003).

O Monitoramento Ambiental para o compartimento “AVIFAUNA” atendeu aos seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar a comunidade de aves existentes na área de influência da Usina Termelétrica de Candiota, quanto à composição, distribuição espaço-temporal, abundância e dominância das espécies;
- Identificar espécies ameaçadas de extinção;
- Identificar espécies de interesse econômico;
- Analisar a variação espacial e temporal da composição e estrutura da comunidade;
- Correlacionar os descritores das assembléias de organismos estudados (riqueza, diversidade, equidade) com as condições de qualidade do ar e do ambiente de entorno.

13.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 10 a 14 de abril de 2014. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por apresentar céu aberto a parcialmente nublado, com leves pancadas de chuva e temperatura do ar variando no intervalo de 8,5 a 22,3 °C.

13.3 Técnicas de amostragem

Foram aplicados os métodos de pontos de contagem e de transectos, como foi indicado no projeto previamente encaminhado. Ao longo das três horas e meia de amostragem em cada área, as metodologias acima referidas, foram intercaladas dependendo das características ambientais de cada estação amostral.

Na maioria das áreas, a sequência aplicada foi de um ponto de contagem, um transecto, dois pontos de contagem, um transecto, dois pontos de contagem e um transecto. Essa sequência teve como objetivo principal o distanciamento mínimo de 200 m entre contagens de uma mesma metodologia, para evitar contagens duplas de um mesmo indivíduo (Blondel *et al.*, 1981). O número de pontos e transectos estabelecidos em cada estação amostral variaram em função do tamanho da propriedade, alcançando 4 a 5 pontos e 2 a 3 transectos em cada área.

Toda ave ouvida ou vista durante as contagens foi considerada como um contato (Ralph, 1981; Ralph *et al.*, 1995; Aleixo & Vielliard, 1995). Considera-se como contato uma ave isolada ou indivíduos registrados em pares, em grupos familiares ou em bandos, independente do número real de indivíduos presentes. Desta forma, evita-se que espécies mais conspícuas em razão do hábito gregário tenham seu tamanho populacional superestimado em relação à quantidade de amostras obtidas (Vielliard, 2000).

Os métodos gerais dos pontos de contagem estiveram de acordo com Bibby *et al.* (1993). Os pontos de contagem tiveram abrangência limitada pela acuidade auditiva do amostrador. As contagens em cada ponto tiveram duração de 10 minutos, sendo que o primeiro ponto teve início 15 minutos após nascer do sol.

A abundância relativa de cada espécie foi obtida através da divisão do número de contatos pelo número total de pontos amostrados em cada estação amostral. O resultado obtido é expresso como um Índice Pontual de Abundância – IPA (Vielliard, 2000; Anjos, 2001), que poderá ser comparado entre as diferentes amostragens em um mesmo ponto.

O método por transectos constitui-se de caminhadas lentas pelos distintos habitats de áreas abertas (incluindo campo seco, campo úmido, pastagens e cultivos). Foi utilizado como unidade amostral um período de 30 minutos de observação e assim como no método anterior, toda ave vista ou ouvida foi considerada como um contato.

A aplicação das duas metodologias selecionadas e o esforço descrito acima foi suficiente para cobrir toda a área da propriedade onde estavam inseridos os pontos.

Os nomes científicos e a sequência taxonômica das espécies de aves seguiram o proposto pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2011). Os nomes populares das espécies de aves estão de acordo com Bencke (2001).

13.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

Um total de 78 espécies de aves (Tabela 13.1) foi registrado através do uso conjunto das duas metodologias na expedição de outono em Candiota. Dentre as aves levantadas, 50 espécies foram obtidas pelo método de pontos e 76 espécies foram registradas nas contagens por transectos – índices de abundância apresentados na Tabela 13.1.

Duas novas espécies foram acrescentadas à listagem já existente – ***Bubulcus ibis*** (garça-vaqueira) e ***Lochmias nematura*** (joão-porca), chegando-se ao total acumulado de 189 espécies para a área de influência da UTE Presidente Médici (Anexo 13.1), o que representa 28,59% do total de espécies de aves registradas para o Rio Grande do Sul (Bencke *et al.*, 2010).

Belton (1994) cita para a região de Candiota 197 espécies, valor oriundo dos trabalhos realizados por esse pesquisador na década de 70, anterior à construção da UTE de Candiota. Salienta-se, entretanto, que Belton (1994) utilizou amostragem qualitativa, sem restrições de áreas e ambientes, resultando numa riqueza maior. Diferentemente, o presente estudo utilizou amostragens quantitativas e com restrições de áreas.

Assim como ocorrido nas últimas amostragens, a EA 2 apresentou a maior riqueza na presente campanha, com 40 espécies. A menor riqueza foi registrada na EA 5, com 22 espécies (Figura 13.1). Mesmo com a semelhança parcial dos resultados ao longo do tempo, a diferença na riqueza entre as áreas amostrais é flutuante entre as campanhas já realizadas, variando com a época do ano, presença de espécies migratórias, período reprodutivo das aves e distintos usos do solo.

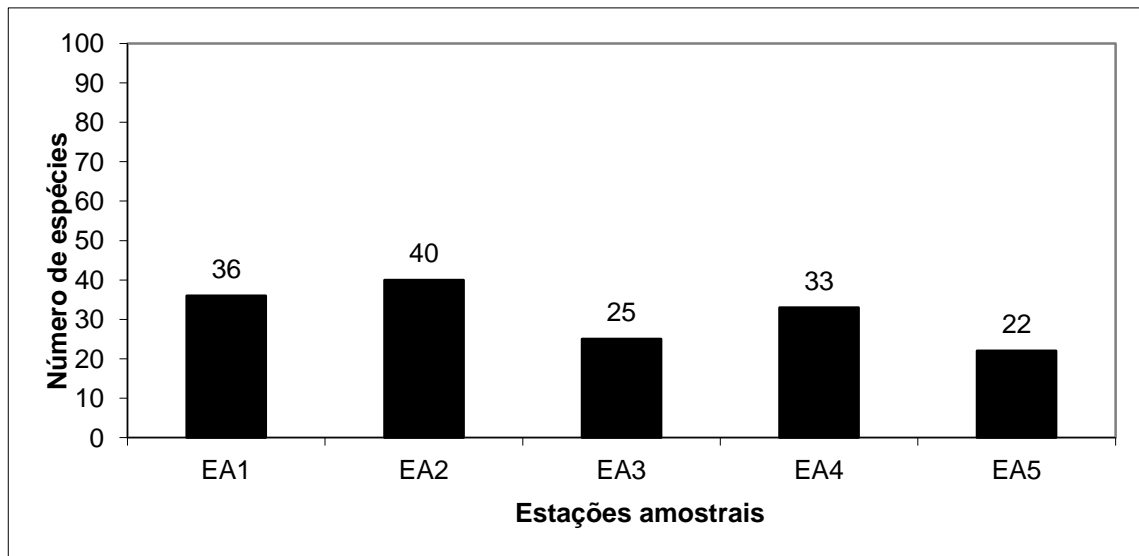


Figura 13.1. Número de espécies de aves nas cinco estações amostrais (EA) do monitoramento de avifauna da Usina Termoeletrica Pres. Médici, Candiota, RS, durante a campanha de outono (10 a 14 de abril de 2014).

Quatro espécies estiveram presentes nas cinco estações amostrais (tabela 1) –pombão (*Patagioenas picazuro*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) e tico-tico (*Zonotrichia capensis*). Por outro lado, 39 espécies foram registradas em somente uma estação amostral durante a última expedição. A EA 2 e EA 1, com 13 e 12 espécies, respectivamente, foram as que apresentaram os maiores totais de espécies exclusivas (tabela 1). O registro das referidas espécies está relacionado às fitofisionomias e à variedade de ambientes nas diferentes estações amostrais.

Calculando-se os índices de abundância das espécies registradas nos pontos de contagem (IPA) e nos transectos (IAT), o tico-tico (*Zonotrichia capensis*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*) e bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) foram as espécies mais abundantes, sendo que o joão-de-barro foi a espécie mais abundante nos pontos e o tico-tico foi a mais abundante nos transectos (Tabela 13.1). Essas aves ocupam uma gama de ambientes abertos e bordas de mata, habitando inclusive áreas urbanas.

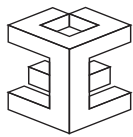
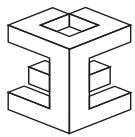
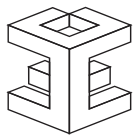


Tabela 13.1. Índice pontual de abundância (IPA) e índice de abundância nos transectos (IAT) das espécies registradas entre 10 e 14 de abril de 2014 no Monitoramento Ambiental da UTE Pres. Médici, Candiota, RS. A numeração de 1 a 5 corresponde às estações amostrais. Espécies listadas em ordem alfabética.

Espécie	IPA1	IPA2	IPA3	IPA4	IPA5	IAT1	IAT2	IAT3	IAT4	IAT5
<i>Agelaioides badius</i>	0,00	0,25	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,33	0,00
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,50
<i>Anas flavirostris</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Anthus hellmayri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00
<i>Anumbius annumbi</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,33	0,00
<i>Ardea alba</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Bubulcus ibis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Caracara plancus</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cathartes aura</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,50	0,00	0,33	0,50	0,33	0,50
<i>Cathartes burrovianus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,33	0,00
<i>Colaptes campestris</i>	1,25	0,25	0,25	0,00	0,00	1,33	0,67	1,00	0,33	0,00
<i>Colaptes melanochloros</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,50	0,00	0,00
<i>Columbina picui</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cranioleuca sp.</i>	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Cyanoloxia brissonii</i>	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0,50	0,00	0,50	0,67	0,00	1,00	0,00	0,50	1,00	0,00
<i>Dendrocygna viduata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Donacospiza albifrons</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Egretta thula</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Elaenia parvirostris</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Embernagra platensis</i>	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33	0,50	0,00	0,00
<i>Furnarius rufus</i>	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	1,33	2,33	1,50	1,00	1,50
<i>Gallinula galeata</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gallinula melanops</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,50	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Guira guira</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00



<i>Heterospizias meridionalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Hydropsalis torquata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Hylocharis chrysura</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Jacana jacana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Leptotila verreauxi</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,50	0,00	0,00
<i>Lochmias nematura</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Machetornis rixosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00
<i>Mimus saturninus</i>	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,67	0,00	0,33	0,50
<i>Myiophobus fasciatus</i>	0,00	0,25	0,50	0,33	0,00	0,00	0,33	0,50	0,33	0,00
<i>Myiopsitta monachus</i>	0,00	0,50	0,25	0,67	0,50	0,33	1,00	0,00	0,67	0,50
<i>Myiothlypis leucoblephara</i>	0,25	0,25	0,25	0,67	0,00	0,33	0,33	0,50	0,67	0,00
<i>Nothura maculosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,50
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Paroaria coronata</i>	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33	0,67	0,00	0,00	0,50
<i>Patagioenas maculosa</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Patagioenas picazuro</i>	0,75	0,25	1,00	0,67	0,50	1,00	0,67	2,00	1,33	0,50
<i>Penelope obscura</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Phacellodomus striaticollis</i>	0,50	0,25	0,00	0,00	0,00	0,67	0,33	0,50	0,00	0,50
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0,75	0,50	0,50	0,67	1,00	1,00	1,33	1,50	1,33	0,00
<i>Plegadis chihi</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Podilymbus podiceps</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Polioptila dumicola</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,50	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Poospiza cabanisi</i>	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Pseudoleistes virescens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Pyrrhura frontalis</i>	0,50	0,00	0,00	0,33	0,00	1,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Rhea americana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Rupornis magnirostris</i>	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Saltator aurantirostris</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Saltator similis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
<i>Serpophaga nigricans</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00



<i>Serpophaga subcristata</i>	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,67	0,33	1,00	1,33	0,00
<i>Setophaga pitaiyumi</i>	0,75	0,00	0,25	0,67	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00
<i>Sicalis flaveola</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Sicalis luteola</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sporagra magellanica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00
<i>Stephanophorus diadematus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Synallaxis spixi</i>	0,25	0,00	1,00	0,00	0,50	0,33	0,00	1,50	0,33	1,50
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	0,25	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,50	0,33	0,00
<i>Tangara preciosa</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tangara sayaca</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
<i>Theristicus caerulescens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Theristicus caudatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Troglodytes musculus</i>	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	1,50	1,00	1,00
<i>Turdus amaurochalinus</i>	1,00	0,00	0,00	0,33	0,00	2,33	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Turdus rufiventris</i>	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Vanellus chilensis</i>	0,25	0,50	0,50	0,00	0,00	0,33	0,67	1,00	1,67	0,00
<i>Xolmis irupero</i>	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Zenaida auriculata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,00
<i>Zonotrichia capensis</i>	0,50	0,50	1,00	0,67	1,00	2,33	4,00	5,00	2,33	3,50

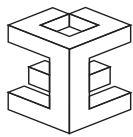
Três espécies reconhecidas como migrantes de verão (Belton, 1994; Bencke, 2001), que se encontram no Rio Grande do Sul entre o final do inverno e início do outono, foram registradas nessa última expedição a campo – *Pachyramphus polychopterus*, *Elaenia parvirostris* e *Myiophobus fasciatus*. Estas espécies são consideradas comuns ou relativamente comuns, ocupando capoeiras, capões, matas ciliares e bordas de mata.

Nessa última expedição a campo, nenhuma espécie ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul (Marques *et al.*, 2002) foi registrada. Ao longo do monitoramento, cinco espécies ameaçadas no Rio Grande do Sul já foram observadas: pomba-galega (*Patagioenas cayennensis*) – status Vulnerável, junqueiro-de-bico-reto (*Limnoctites rectirostris*) – status Vulnerável, noivinha-de-rabo-preto (*Xolmis dominicanus*) – status Vulnerável, corruíra-do-campo (*Cistothorus platensis*) – status Em Perigo, e veste-amarela (*Xanthopsar flavus*) – status Vulnerável (Marques *et al.*, 2002).

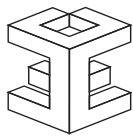
A partir dos resultados obtidos durante a amostragem, não foi possível concluir qualquer efeito direto e/ou indireto das atividades da UTE Presidente Médici sobre a avifauna local. Isso não quer dizer obrigatoriamente que efeitos negativos sobre esses organismos não estejam ocorrendo, mas sim que nos parâmetros avaliados não há evidências de efeitos.

Anexo 13.1. Lista cumulativa das espécies de aves ocorrentes na área de influência da UTE Pres. Médici, Candiota, RS. *Status*: (**R**) residente; (**M**) residente de primavera/verão migratório; (**S**) visitante migratório de inverno vindo do Cone Sul do continente; (**#**) *status* assumido, mas não confirmado (segundo Belton, 1994; Bencke, 2001).

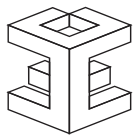
Família	Nome científico	Nome comum	Status RS
Rheidae	<i>Rhea americana</i>	ema	R
Tinamidae	<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdigão	R
	<i>Nothura maculosa</i>	perdiz	R
Anhimidae	<i>Chauna torquata</i>	tachã	R
Anatidae	<i>Dendrocygna viduata</i>	irerê	R
	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	marreca-pé-vermelho	R
	<i>Anas flavirostris</i>	marreca-pardinha	R
	<i>Anas georgica</i>	marreca-parda	R
	<i>Anas versicolor</i>	marreca-cricri	R
Cracidae	<i>Penelope obscura</i>	jacuaçu	R



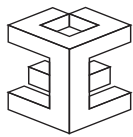
	<i>Ortalis guttata</i>	araquã	R
Podicipedidae	<i>Rollandia rolland</i>	mergulhão-de-orelhas-brancas	R
	<i>Podilymbus podiceps</i>	mergulhão	R
Ciconiidae	<i>Ciconia maguari</i>	joão-grande	R
	<i>Mycteria americana</i>	cabeça-seca	M
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	biguá	R
Ardeidae	<i>Tigrisoma lineatum</i>	socó-boi-verdadeiro	R
	<i>Butorides striata</i>	socozinho	M
	<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira	R
	<i>Ardea cocoi</i>	garça-moura	R
	<i>Ardea alba</i>	garça-branca-grande	R
	<i>Syrigma sibilatrix</i>	maria-faceira	R
	<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena	R
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	maçarico-preto	R
	<i>Phimosus infuscatus</i>	maçarico-de-cara-pelada	R
	<i>Theristicus caerulescens</i>	maçarico-real	R
	<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca	R
	<i>Platalea ajaja</i>	colhereiro	R
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	R
	<i>Cathartes burrovianus</i>	urubu-de-cabeça-amarela	R
	<i>Coragyps atratus</i>	urubu-de-cabeça-preta	R
Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	gavião-peneira	R
	<i>Circus buffoni</i>	gavião-do-banhado	R
	<i>Accipiter striatus</i>	gaviãozinho	M#
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	gavião-caramujeiro	R
	<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	R
	<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	R
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	gavião-de-cauda-branca	R
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	carão	R
Rallidae	<i>Aramides ypecaha</i>	saracuraçu	R
	<i>Aramides saracura</i>	saracura-do-mato	R
	<i>Gallinula galeata</i>	galinhola	R
	<i>Gallinula melanops</i>	frango-d'água-carijó	R



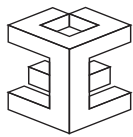
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	R
Recurvirostridae	<i>Himantopus melanurus</i>	pernilongo	R
Scolopacidae	<i>Gallinago paraguaiiae</i>	narceja	R
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	R
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	R
	<i>Columbina picui</i>	rolinha-picuí	R
	<i>Patagioenas picazuro</i>	pombão	R
	<i>Patagioenas maculosa</i>	pomba-do-orvalho	R
	<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	M#
	<i>Zenaida auriculata</i>	pomba-de-bando	R
	<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	R
	<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti-gemeadeira	R
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	R
	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	papa-lagarta-verdadeiro	M
	<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	R
	<i>Guira guira</i>	anu-branco	R
	<i>Tapera naevia</i>	saci	R
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	jacurutu	R
	<i>Athene cunicularia</i>	coruja-do-campo	R
Caprimulgidae	<i>Hydropsalis torquata</i>	bacurau-tesoura	R
Trochilidae	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-vermelho	R
	<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	R
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	R
	<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde	R
	<i>Chloroceryle americana</i>	martim-pescador-pequeno	R
Picidae	<i>Picumnus nebulosus</i>	pica-pau-anão-carijó	R
	<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco	R
	<i>Veniliornis spilogaster</i>	picapauzinho-verde-carijó	R
	<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	R
	<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	R
Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	seriema	R
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	caracará	R
	<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	R



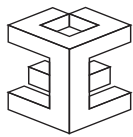
	<i>Milvago chimango</i>	chimango	R
	<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri	R
	<i>Falco femoralis</i>	falcão-de-coleira	R
Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	maracanã-malhada	R
	<i>Pyrrhura frontalis</i>	tiriba-de-testa-vermelha	R
	<i>Myiopsitta monachus</i>	caturrita	R
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	choca-de-boné-vermelho	R
	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	choca-da-mata	R
	<i>Mackenziaena leachii</i>	brujarara-assobiador	R
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	R
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	R
	<i>Lochmias nematura</i>	joão-porca	R
	<i>Heliobletus contaminatus</i>	trepadorzinho	R
	<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	trepador-quiete	R
	<i>Phacellodomus striaticollis</i>	tio-tio	R
	<i>Phacellodomus ferrugineigula</i>	joão-botina	R
	<i>Anumbius annumbi</i>	cochicho	R
	<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	bichoita	R
	<i>Synallaxis ruficapilla</i>	pichororé	R
	<i>Synallaxis cinerascens</i>	pi-puí	R
	<i>Synallaxis spixi</i>	joão-teneném	R
	<i>Limnoctites rectirostris</i>	junqueiro-de-bico-reto	R
	<i>Cranioleuca sp.</i>	arredio	R
Tityridae	<i>Pachyramphus viridis</i>	caneleirinho-verde	R
	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	caneleirinho-preto	M
Rhynchocyclidae	<i>Phylloscartes ventralis</i>	borboletinha-do-mato	R
	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	bico-chato-de-orelha-preta	R
	<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i>	tororó	R
Tyrannidae	<i>Hirundinea ferruginea</i>	birro	M
	<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	R
	<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	R
	<i>Elaenia parvirostris</i>	guaracava-de-bico-curto	M



	<i>Elaenia mesoleuca</i>	tuque	M
	<i>Elaenia obscura</i>	tucão	R
	<i>Serpophaga nigricans</i>	joão-pobre	R
	<i>Serpophaga subcristata</i>	alegrinho	R
	<i>Myiarchus swainsoni</i>	irré	M
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	R
	<i>Machetornis rixosa</i>	suriri-cavaleiro	R
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado	M
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	M
	<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	M
	<i>Empidonomus varius</i>	peitica	M
	<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe	R
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	príncipe	M
	<i>Lathrotriccus euleri</i>	enferrujado	M
	<i>Knipolegus cyanirostris</i>	maria-preta-de-bico-azulado	R
	<i>Knipolegus lophotes</i>	maria-preta-de-penacho	R
	<i>Satrapa icterophrys</i>	suiriri-pequeno	R
	<i>Xolmis cinereus</i>	primavera	R
	<i>Xolmis irupero</i>	noivinha	R
	<i>Xolmis dominicanus</i>	noivinha-de-rabo-preto	R
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	R
	<i>Vireo olivaceus</i>	juruvicara	M
Corvidae	<i>Cyanocorax caeruleus</i>	gralha-azul	R
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	R
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	M
	<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo	M
	<i>Progne chalybea</i>	andorinha-doméstica-grande	M
	<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	andorinha-de-testa-branca	R
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	curruíra	R
	<i>Cistothorus platensis</i>	curruíra-do-campo	D
Poliophtilidae	<i>Poliophtila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara	R
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	R#
	<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	R

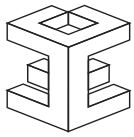


	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	R
	<i>Turdus subalaris</i>	sabiá-ferreiro	M
	<i>Turdus albicollis</i>	sabiá-coleira	R
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	R
	<i>Mimus triurus</i>	calhandra-de-três-rabos	S
Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i>	caminheiro-zumbidor	R
	<i>Anthus correndera</i>	caminheiro-de-espora	R
	<i>Anthus hellmayri</i>	caminheiro-de-barriga-acanelada	R
Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	R
	<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	R
Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	mariquita	R
	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	pia-cobra	R
	<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	R
	<i>Myiothlypis leucoblephara</i>	pula-pula-assobiador	R
Icteridae	<i>Cacicus chrysopterus</i>	tecelão	R
	<i>Icterus pyrrhopterus</i>	encontro	R
	<i>Gnorimopsar chopi</i>	chopim	R
	<i>Chrysomus ruficapillus</i>	garibaldi	R
	<i>Xanthopsar flavus</i>	veste-amarela	R
	<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	chopim-do-brejo	R
	<i>Pseudoleistes virescens</i>	dragão	R
	<i>Agelaioides badius</i>	asa-de-telha	R
	<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	vira-bosta-picumã	R
	<i>Molothrus bonariensis</i>	vira-bosta	R
Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	R
	<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro-verdadeiro	R
	<i>Saltator aurantiirostris</i>	bico-duro	R
	<i>Tangara sayaca</i>	sanhaçu-cinzento	R
	<i>Tangara preciosa</i>	saíra-preciosa	R
	<i>Stephanophorus diadematus</i>	sanhaçu-frade	R
	<i>Paroaria coronata</i>	cardeal	R
	<i>Pipraeidea melanonota</i>	saíra-viúva	R
	<i>Pipraeidea bonariensis</i>	sanhaçu-papa-laranja	R



	<i>Donacospiza albifrons</i>	tico-tico-do-banhado	R
	<i>Poospiza nigrorufa</i>	quem-te-vestiu	R
	<i>Poospiza cabanisi</i>	tico-tico-da-taquara	R
	<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra-verdadeiro	R
	<i>Sicalis luteola</i>	tipio	R
	<i>Emberizoides herbicola</i>	canário-do-campo	R
	<i>Embernagra platensis</i>	sabiá-do-banhado	R
	<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	R
	<i>Sporophila caerulescens</i>	coleirinho	R
Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	sanhaçu-de-fogo	M
	<i>Cyanoloxia glaucocaerulea</i>	azulinho	R
	<i>Cyanoloxia brissonii</i>	azulão-verdadeiro	R
Fringillidae	<i>Sporagra magellanica</i>	pintassilgo	R
	<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	R
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	pardal	R

O compartimento ambiental monitorado, **avifauna**, tem como coordenação a Dra. Sandra Maria Hartz e como responsável técnico o Biólogo Dr. Jan Karel Felix Mahler Junior.



14. Monitoramento da HERPETOFAUNA

14.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais, identificadas pelo número 1 a 5, estão apresentadas no Quadro 11.2 e nas Figuras 14.1 a 14.5. As estações amostrais possuem características diferentes entre si, o que torna alguns ambientes mais prováveis para o encontro de espécies da herpetofauna.



Figura 14.1: Estação amostral 1 (Fazenda Serra da Valeda (E.A. referência)), abril/2014.

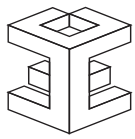


Figura 14.2: Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas), abril/2014.



Figura 14.3: Estação amostral 3 (Fazenda Candiota), abril/2014.

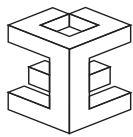


Figura 14.4: Estação amostral 4 (Nordeste), abril de 2014.



Figura 14.5: Estação amostral 5 (Sudeste), abril de 2014.

O Monitoramento Ambiental para o compartimento “HERPETOFAUNA” atendeu aos seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar a comunidade de anfíbios e répteis existente na área de influência da Usina Termelétrica de Candiota, quanto à composição, distribuição espaço-temporal, abundância e dominância das espécies;
- Identificar espécies ameaçadas de extinção;
- Identificar espécies de interesse econômico;
- Analisar a variação espacial e temporal da composição e estrutura da comunidade;
- Correlacionar os descritores das assembléias de organismos estudados (riqueza, diversidade, equidade) com as condições de qualidade do ar e do ambiente de entorno.

14.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 10 a 15 de abril de 2014. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por apresentar céu aberto a parcialmente nublado, com leves pancadas de chuva e temperatura do ar variando no intervalo de 8,5 a 22,3 °C. As temperaturas nos dias de amostragens foram condizentes com a média esperada para esta época do ano, e novamente a seca desta campanha foi uma das mais graves registradas para a região assemelhando-se a última campanha.

14.3 Técnicas de amostragem

Devido a aspectos de história natural e biologia dos grupos, diferentes metodologias de levantamento foram utilizadas para anfíbios e répteis.

Para répteis o método de amostragem consiste na busca ativa de indivíduos em termorregulação ou em inatividade em microhábitas favoráveis como em baixo de pedras, troncos e folhas. Para tanto a amostragem foi feita preferencialmente no início e meio da manhã e ao entardecer ou em períodos mais quentes do dia quando em épocas mais frias como outono e inverno. O esforço foi padronizado em três horas de amostragem em cada estação amostral, padronizando assim o esforço despendido em todas as áreas.

Para anfíbios utilizou-se a metodologia de contagem de machos vocalizando em sítios de escuta e reprodução, que consiste na contagem de anuros adultos nos locais onde ocorre congregação para reprodução. Para tanto se fez necessário a identificação das espécies através da vocalização dos machos.

Foram identificadas as áreas úmidas ocorrentes em cada estação amostral, entretanto, nem todas estações possuíam áreas úmidas em tamanho e número adequados para que se fizessem comparações relacionadas à área dos mesmos.

As amostragens ocorreram uma noite em cada estação amostral no período das 18:30 as 20:00 (período onde a maior parte das espécies vocaliza). Quando mais de uma área úmida era identificada por estação amostral, a contagem foi feita com intervalos de 45 minutos à uma hora em cada corpo úmido. Indivíduos registrados durante a busca ativa para répteis também foram incluídos na amostragem.

14.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

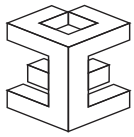
Neste levantamento foram registradas sete espécies de anuros, tais como *Hypsiboas pulchellus* (Figura 14.6) e *Leptodactylus mystacinus* (Figura 14.7) e três espécies de répteis *Philodryas patagoniensis* (Figura 14.8) e *Xenodon merremii* (Figura 14.9) no somatório das estações amostrais para esta quarta campanha.

Di-Bernardo e Kwet (2004) registram 21 espécies de anuros para a região de extração e processamento de carvão de Candiota, estes registros ocorreram ao longo de 11 campanhas durante os meses de janeiro, abril, junho, agosto, outubro, novembro e dezembro. As espécies registradas até o momento são esperadas e comuns para a área e mencionada no estudo de Di-Bernardo e Kwet, com exceção de *Lithobates catesbeianus* que é uma espécie exótica que preda anuros locais.

Neste monitoramento somam-se até o momento (4 campanhas do primeiro contrato, 3 campanhas do segundo contrato, 3 do terceiro contrato, 4 do quarto contrato, 4 do quinto contrato e 4 campanha deste contrato) 20 espécies de anfíbios e 20 de répteis.

Apesar do considerável número de amostragens realizadas novas espécies ainda são registradas como ocorreu nesta campanha com as espécies *Thamnodynastes hypoconia* e *Xenodon dorbignyi* que são novos registros.

As estações amostrais possuem características diferentes entre si, o que torna alguns ambientes mais prováveis para o encontro de espécies da herpetofauna, como demonstrado nas campanhas do primeiro, segundo e terceiro contrato.



Nenhum dos registros é de espécies em alguma categoria de risco segundo a Lista Vermelha da Fauna Ameaçada de extinção do Rio Grande do Sul (Fontana et. al. 2003).



Figura 14.6: *Hypsiboas pulchellus*



Figura 14.7: *Leptodactylus mystacinus*

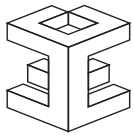


Figura 14.8: *Philodryas patagoniensis*



Figura 14.9 *Xenodon merremii*

LISTAS DAS ESPÉCIES DE ANFÍBIOS IDENTIFICADAS POR ESTAÇÃO AMOSTRAL, ABRIL DE 2014

Família/Espécie	Nome popular	E.A. 1	E.A. 2	E.A. 3	E.A. 4	E.A. 5
HYLIDAE						
<i>Hypsiboas pulchellus</i>	perereca-do-banhado	X	X	X	X	X
<i>Pseudis minutus</i>	rã-boiadora	X	X			X
<i>Scinax fuscovarius</i>	raspa-de-cuia	X		X	X	X
<i>Scinax squalirostris</i>	perereca-nariguda	X	X	X	X	X
LEIUPERIDAE						
<i>Physalaemus biligonigerus</i>	rã-chorona	X	X		X	X
LEPTODACTYLIDAE						
<i>Leptodactylus gracilis</i>	rã	X	X			
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	rã-de-bigodes				X	

LISTAS DAS ESPÉCIES DE RÉPTEIS IDENTIFICADAS POR ESTAÇÃO AMOSTRAL,
ABRIL DE 2014

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME POPULAR	E.A. 1	E.A. 2	E.A. 3	E.A. 4	E.A. 5
DIPSADIDAE						
<i>LIOPHIS POECIOGYRUS</i>	COBRA-VERDE				X	
<i>PHILODRYAS PATAGONIENSIS</i>	PAPA-PINTO	X				
<i>XENODON MERREMII</i>	BOIPEVA	X				

O compartimento ambiental monitorado, **herpetofauna**, tem a coordenação da Dra. Sandra Maria Hartz e o biólogo Dr. Jorge Sebastião Bernardo-Silva como responsável técnico.

15. BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR

15.1 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 11.3 e 11.4. A localização dessas Estações está apresentada nas Figuras 11.1 e 11.2.

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 Termoelétrica de Candiota, através do uso de abordagem integradora das respostas dos diferentes programas de biomonitoramento desenvolvidos.

15.2 Trabalho de Campo

A campanha para coleta dos bioindicadores passivos foi realizada no período de 7 e 8 de abril de 2014. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto com poucas nuvens e temperatura do ar variando no intervalo de 20,3 a 25,2 °C. Também nesta coleta foram recolhidos os líquens expostos, entre os dias 6 e 7 de agosto de 2013, nas estações de biomonitoramento bem como na estação de monitoramento automático de poluentes atmosféricos localizada na cidade de Aceguá.

15.3 Técnicas de amostragem

15.3.1 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)

15.3.2 Biomonitoramento Ativo

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

- *Ramalina celastri*
- *Telochistes exilis*

15.4 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.

15.5 Resultados parciais

15.5.1 Biomonitoramento passivo

Nesta coleta os teores dos metais analisados apresentaram o mesmo padrão de distribuição frequentemente observado nas campanhas de amostragem anteriores, isto é, a espécie *Elephantopus mollis* apresentou teores mais elevados de cádmio e zinco na comparação com as demais espécies coletadas, mas também apresentou teores significativos de chumbo e enxofre, sendo a única espécie vegetal a apresentar teores de cádmio acima do limite de quantificação na maioria dos locais de amostragem.

A semelhança do ocorrido na campanha anterior, nesta coleta também se observou que algumas estações de amostragem, tais como as EAs 2, 6 e 8, apresentaram teores de cádmio em *E. mollis* abaixo do limite de quantificação, um acontecimento pouco frequente ao longo do biomonitoramento (Figura 15.1A).

Os maiores valores de cádmio foram encontrados nas estações de amostragem EA 1 e 7. O valor máximo de cádmio foi encontrado nas plantas da EA 7, a qual geralmente apresenta teores de cádmio em *E. mollis* > 1,0 mg kg⁻¹. O segundo maior valor foi observado na EA 1 (referência), embora pouco frequente tal fato não é inédito, pois já foi observado em campanhas anteriores e provavelmente está ligado tanto à volatilidade do cádmio como ao comportamento das massas de ar que atuam sobre a região dispersando os poluentes gerados pela termoelétrica em direção ao local de referência, particularmente durante a entrada de massas de ar frio provindas da

Argentina e ou Uruguai. Os maiores teores de chumbo, em *E. mollis*, foram encontrados nas EAs 2 e 10 (Figura 15.1B), enquanto que o maior teor de zinco foi encontrado nas plantas da EA 3 (Figura 15.1C). A ocorrência de teores elevados de zinco na EA 12 são frequentes, conforme relatado no relatório anterior (ver Relatório Complementar nº 11/2014).

O maior teor de enxofre, nas plantas de *E. mollis*, foi encontrado na EA 6 (Figura 15.1D). Este resultado encontrado seguidamente, talvez possa ser atribuído, além das emissões da termoeletrica, à proximidade deste local de amostragem da rodovia e das emissões de veículos automotores produzidos pelo adensamento urbano do entorno.

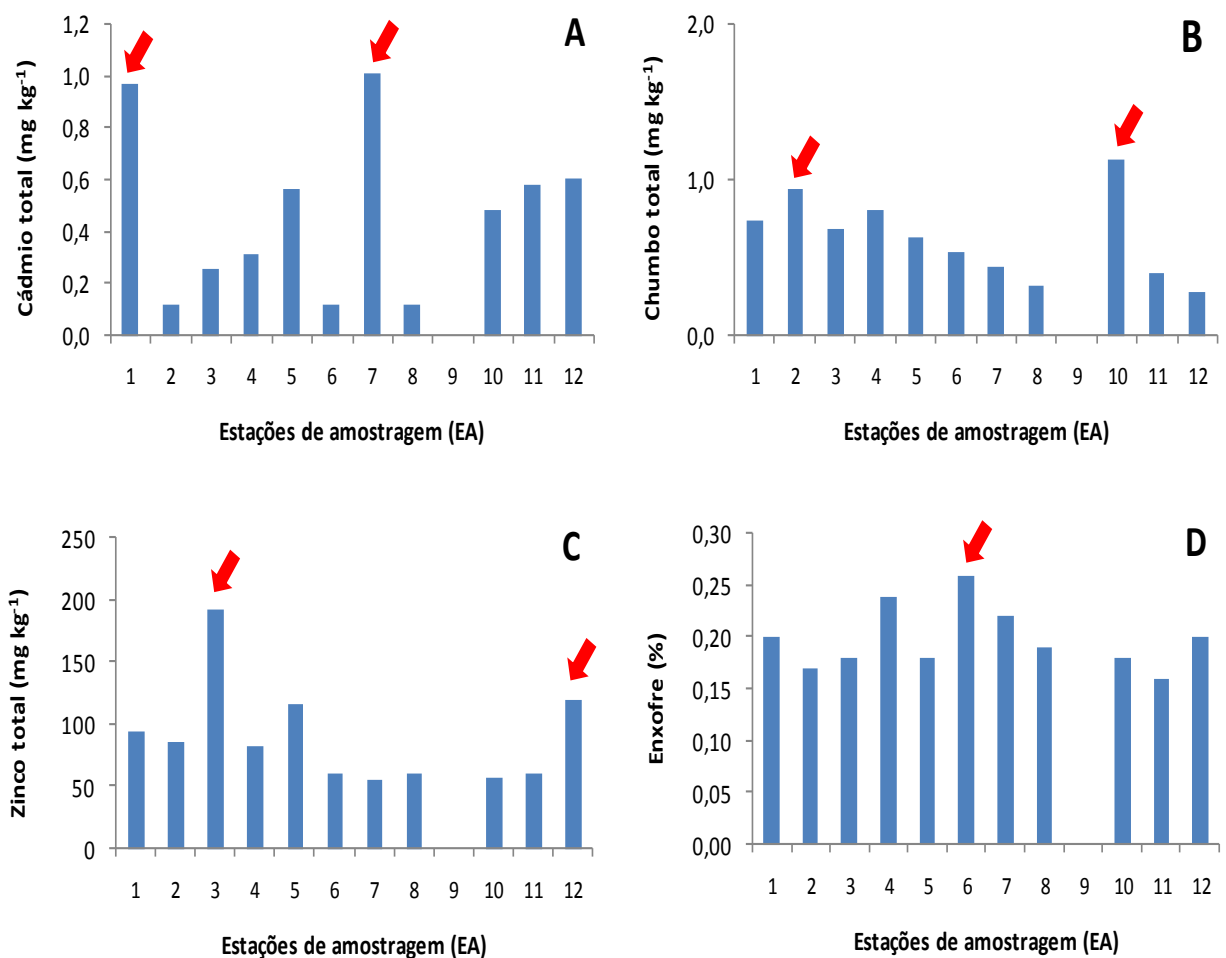


Figura 15.1: Teores de cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e enxofre (D) em folhas de *E. mollis* coletadas de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota. As setas indicam as EAs com os teores máximos dos elementos acima.

A quase totalidade das estações de amostragem apresentou teores de cádmio inferiores ao limite de quantificação ($<0,25 \text{ mg kg}^{-1}$) em *B. trimera*, a única estação de amostragem onde tais plantas apresentaram teores significativos foi na EA 10, com teor de $0,38 \text{ mg kg}^{-1}$. Novamente, a EA 6 apresentou o teor de chumbo mais elevado em *B. trimera* (Figura 15.2A), enquanto as EAs 7, 9 e 10 apresentaram teores acima do limite de quantificação, porém cerca de metade do valor das plantas da EA 6. A EA 10 apresentou o teor mais elevado de zinco em *B. trimera* (Figura 15.2B), enquanto as EAs 2 e 6 apresentaram os maiores valores de enxofre (Figura 15.2C).

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 metal. As amostras lavadas de *P. notatum*, novamente apresentaram os teores mais elevados de chumbo dentre as espécies analisadas, mas como já foi citado em relatórios anteriores o processo de comparação entre amostras lavadas e não lavadas (Figura 15.3A) parece indicar que pequenas diferenças no teor de chumbo entre as plantas coletadas de locais diferentes de uma mesma estação de amostragem são maiores do que as pequenas quantidades deste elemento depositadas sobre a superfície das folhas em decorrência da deposição de material particulado.

Os resultados do teor de zinco em folhas de *P. notatum*, parecem demonstrar que o processo de lavagem das amostras pouco interfere para o conteúdo deste metal, visto que o padrão geral se mantém igual nos dois conjuntos de amostras com teores mais elevados geralmente nas amostras lavadas, o que é contraditório com a hipótese de que amostras não-lavadas devessem apresentar teores mais altos do metal devido a contribuição do metal no material particulado depositado sobre as folhas. Para *P. notatum*, tanto nas amostras lavadas como não lavadas, os teores de zinco foi máximos nas plantas localizadas nas estações de amostragem localizadas a

maior distância da usina termoeletrica, tais como as EAs 1 (referência), 11 e 12. Quanto ao teor de enxofre em *P. notatum*, as EAs 8 e 11 apresentaram os mais teores deste elemento tanto nas amostras lavadas como não lavadas da gramínea (Figura 15.3C).

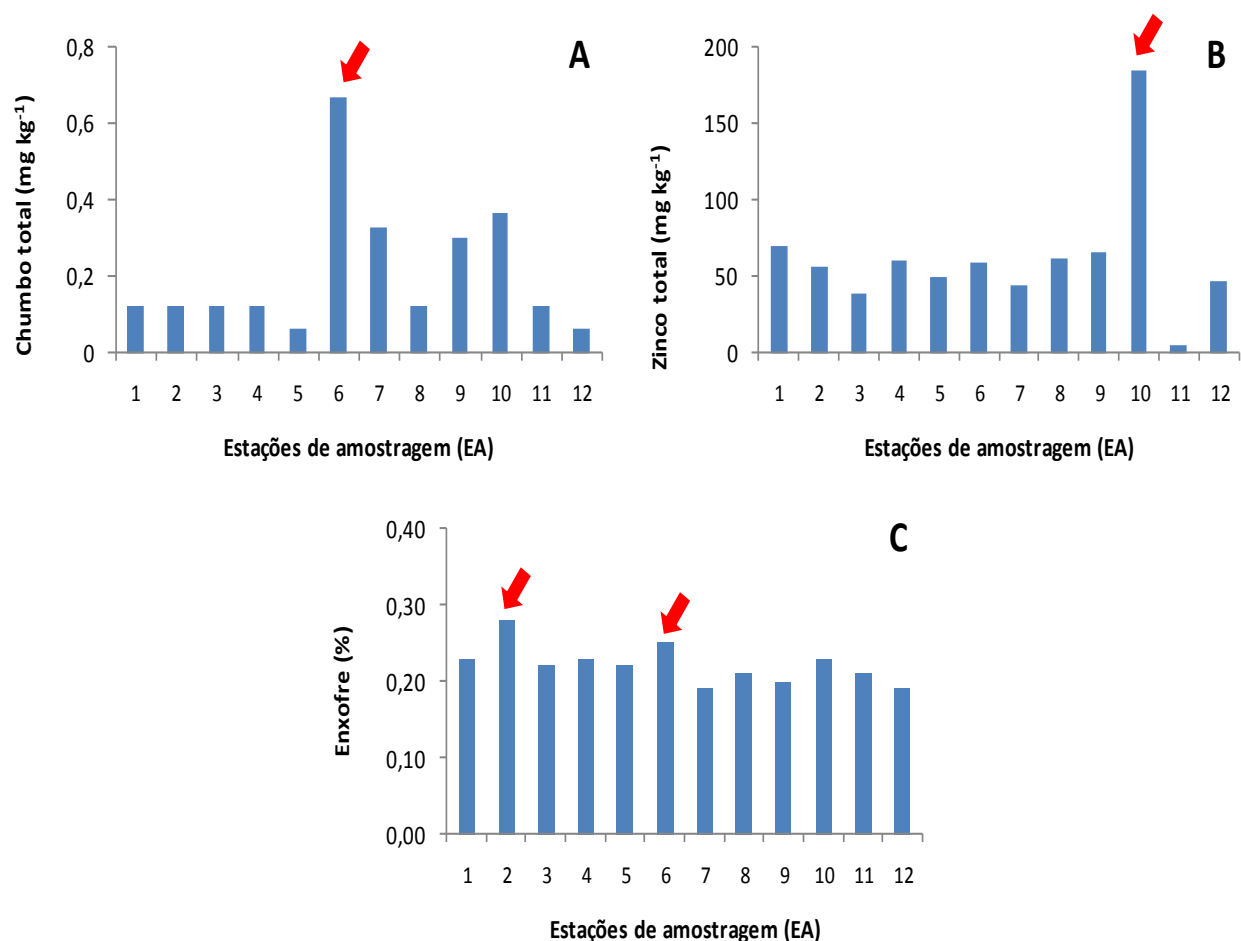


Figura 15.2: Teores de chumbo (A), zinco (B) e enxofre (C) em *B. trimeria* de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota. As setas indicam as EAs com os teores máximos dos elementos acima.

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 e que portanto estão acumulando enxofre em relação ao local de referência foram apenas as EAs 4, 6 e 7 (Figura 15.4A), com a EA 6 apresentando o valor mais elevado, da mesma maneira que na campanha anterior.

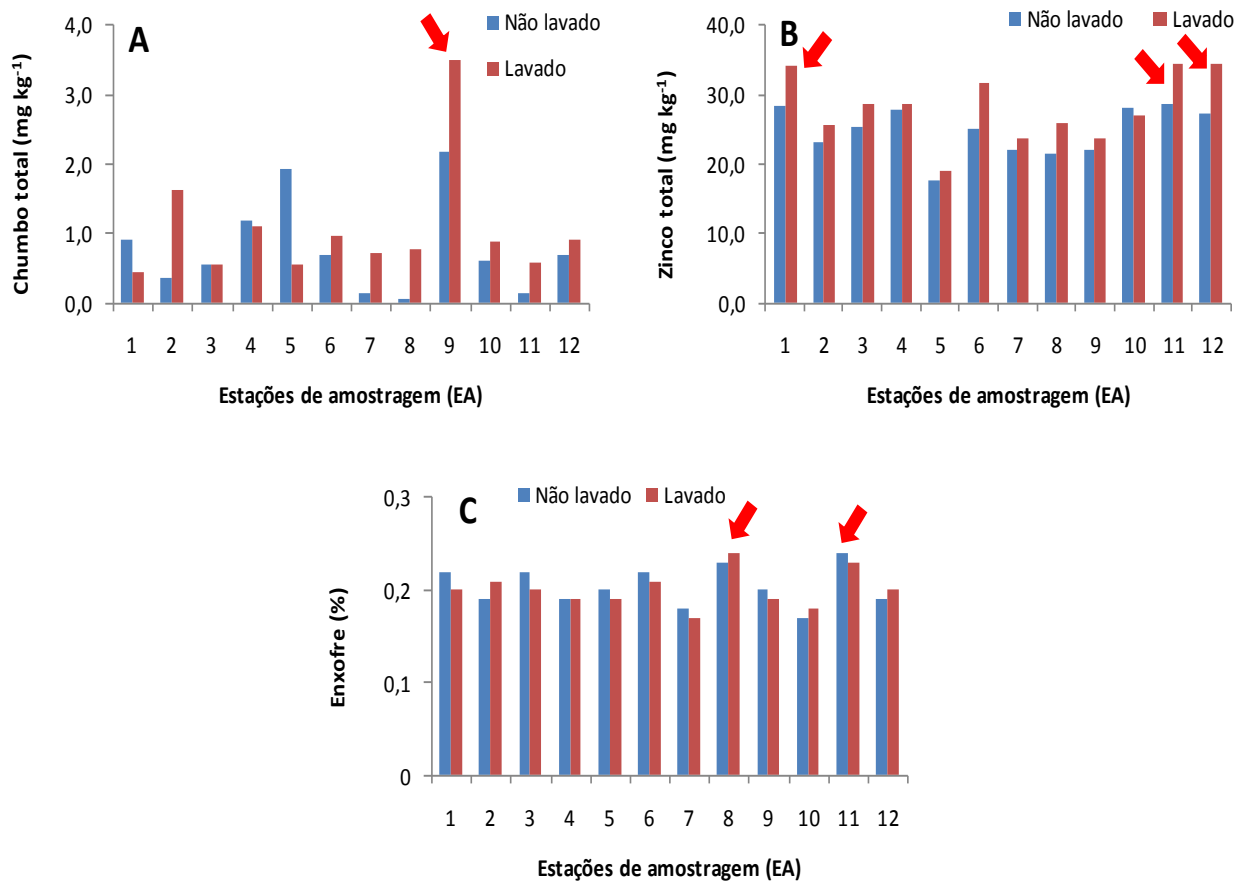


Figura 15.3: Teores de chumbo (A), zinco (B) e enxofre (C) em folhas lavadas e não-lavadas de *P. notatum* de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota.

O índice de poluição por metais, o qual leva em conta para seu cálculo os teores dos três metais analisados, distinguiu a EA 1 (referência) com o valor mais elevado em comparação com as demais (Figura 15.4B). Tal fato pode estar relacionado à movimentação das massas de ar no período (entrada de frentes frias) e que deverá ser interpretado com o auxílio dos dados meteorológicos no relatório final.

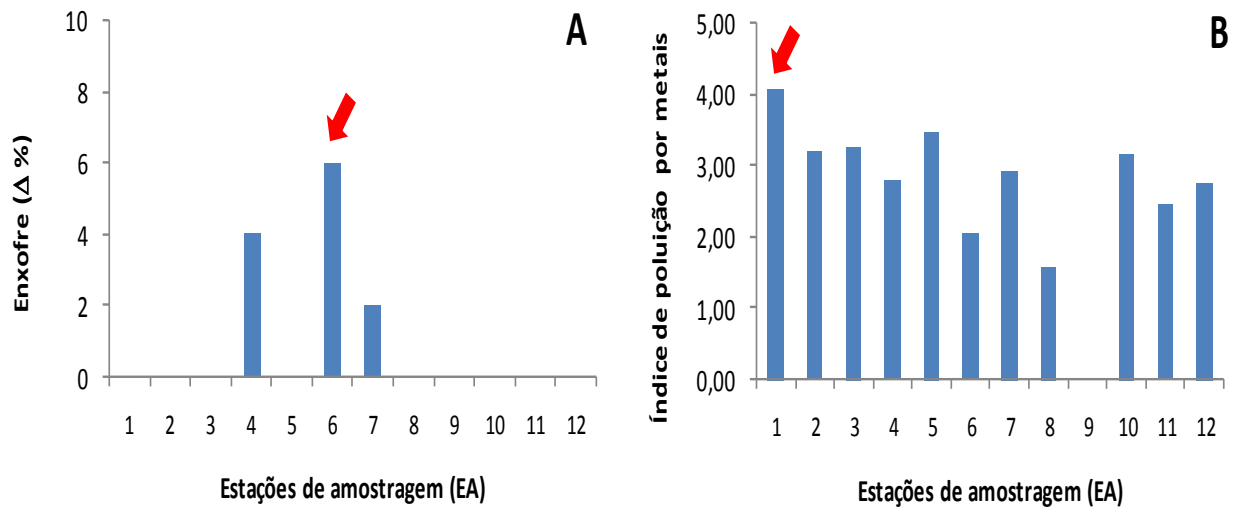


Figura 15.4: Enriquecimento da concentração de enxofre em relação a estação de referência em folhas de *E. mollis* (A) e índice de poluição por metais (B), calculado com base nos teores dos elementos-traço metálicos na matéria seca de folhas de *E. mollis*.

15.5.2 Biomonitoramento ativo

Os líquens coletados foram levados ao laboratório de Bioindicação Vegetal do Centro de Ecologia da UFRGS e preparadas para as análises dos teores de cádmio, chumbo, zinco e enxofre. Preparação esta, constituída da lavagem das amostras para remoção de material particulado aderido às plantas, secagem em estufa a 60°C e trituração do material seco em moinho havendo material suficiente. As amostras serão analisadas pelo laboratório Bioensaios e os resultados disponibilizados no relatório final.

15.5.3 Solos

A Tabela 15.1 a seguir apresenta os resultados da análise dos parâmetros de amostras de solo compostas coletadas nas estações amostrais onde são coletadas as espécies bioindicadoras.

Tabela 15.1: Parâmetros químicos de amostras de solo provenientes das estações de amostragem do entorno da usina termoeletrica de Candiota onde são coletadas as plantas bioindicadoras.

	unidade	EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5	EA 6	EA 7	EA 8	EA 9	EA 10	EA 11	EA 12	EA 13*	LOQ [‡]
pH	-	6,1	6,2	6,4	6,4	6,5	6,6	6,3	6,2	6,3	6,9	6,7	6,6	6,4	0,01
M.O.	%	3,4	2,2	4,9	5,1	9,7	2,7	4,0	3,4	1,7	6,7	1,7	2,7	1,6	0,5
Condutividade	µmhos cm ⁻¹	124	34	108	167	433	112	134	138	120	94	60	167	104	1
Cádmio	mg kg ⁻¹	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	ND	0,5
Chumbo	mg kg ⁻¹	11,1	14,5	10,9	25,4	7,9	14,4	12,8	7,1	9,1	21,2	21,2	7,3	14,0	2,5
Zinco	mg kg ⁻¹	22,8	17,0	32,2	107	31,1	37,8	42,0	23,4	15,1	167	48,2	25,0	23,7	2,5
Enxofre	mg kg ⁻¹	13,7	ND	71,3	24,6	41,1	43,7	22,0	10,9	ND	24,7	30,1	ND	ND	5,5
Carbono orgânico	mg kg ⁻¹	20064	13085	26123	29719	56821	16114	23486	19767	9901	39459	9890	15806	9440	1000
Nitrogênio Total	mg kg ⁻¹	1650	1146	2220	2230	4264	1237	2083	1568	1051	3997	1626	2061	1143	50
C/N	-	12,2	11,4	11,8	13,3	13,3	13,0	11,3	12,6	9,4	9,9	6,1	7,7	8,2	-

*EA 13 = Aceguá

‡ LOQ = Limite de quantificação

O pH foi menor que 6,4 nas EAs 1, 2, 7, 8 e 9; próximo de 7 na EA 10 e novamente 6,4 em Aceguá. Estes resultados refletem não somente a atividade da usina, visto que a presença de outros empreendimentos na região como a mineração de calcário e as cimenteiras podem contribuir, através da emissão de substâncias e material particulado de caráter alcalino (básico), para os valores de pH do solo encontrados, além é claro, das características inerentes ao próprio material de origem do solo.

O teor de matéria orgânica (MO) ficou próximo a 10% na EA 5 e 7% na EA 10, enquanto nas demais estações de amostragem ficou ≤ 5%.

A condutividade elétrica da solução do solo foi máxima na EA 5 com 433 µmhos cm⁻¹, o que provavelmente reflete a grande emissão de material particulado proveniente da mineração de calcário localizada nas vizinhanças desta estação de monitoramento.

O teor de chumbo no solo foi maior do que 15 mg kg^{-1} nas EAs 4, 10 e 11, enquanto que o teor de zinco foi maior que 100 mg kg^{-1} nas EAs 4 e 10. O enxofre foi maior que 40 mg kg^{-1} nas EAs 3, 5 e 6.

O teor de carbono orgânico e de nitrogênio total foram máximos nas EAs 4 e 10, constatando-se que estas variáveis foram altamente correlacionadas, o que equivale a dizer que o nitrogênio no solo está praticamente na forma de matéria orgânica ou associado a ela. A relação C/N tendeu a cair à medida que as EAs se afastam da usina termoelétrica atingindo o seu mínimo na EA 11 e voltando novamente a subir na EA 12 e 13.

Os resultados de todas as coletas serão integrados e esta avaliação será apresentada no Relatório Final.

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.

16. ATIVIDADE PECUÁRIA

A atividade de monitoramento da atividade agropecuária, diferentemente dos demais compartimentos que compõem o monitoramento dos bioindicadores ambientais, necessita da participação ativa dos proprietários e trabalhadores das Estações Amostras.

A atividade de monitoramento da atividade agropecuária foi desenvolvida nas propriedades estabelecidas em 2011. Entretanto, considerando que o proprietário da unidade produtiva localizada no município de Pedras Altas (EA1), se desfez de todo o rebanho ovino e bovino, realizaram-se visitas a unidades produtivas, identificando-se nova unidade produtiva para integrar o projeto.

16.1 Distribuição das Estações Amostras e Parâmetros Monitorados

As propriedades integrantes das Estações Amostras (EA1, EA2, EA3, EA4 e EA5) estão apresentadas na Tabela 16.1 e Figura 16.1, onde as estações amostrais ficaram assim compostas: EA1: uma unidade produtiva; EA2: uma unidade produtiva; EA3: uma unidade produtiva; EA4: duas unidades produtivas; EA5: uma unidade produtiva.

Tabela 16.1 Localização das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre – atividade agropecuária

Estação Amostral	Coordenadas do Ponto	Denominação
EA 1	S31°44.033' / W053°35.108'	Fazenda Tarumã (EA de referência)
EA 2	UTM 241561 / 6501179	Fazenda Três Lagoas
EA 3	S31°32.996' / W053°45.790' S31°32.906' / W053°44.193'	Sr. Francisco V. Vasconcelos e Sr. Álvaro Barbosa
EA 4	S31°30.849' / W053°39.147'	Nordeste – Sr. Clair Sarassol
EA 5	S31°35.541' / W053°37.733' e UTM 249292 / 6503784	Sudeste – Sr. Custódio Gomes e Fazenda Santa Rita

As propriedades que representam as estações amostrais foram escolhidas de acordo com a quantidade de bovinos e ovinos existentes, proximidade com as demais unidades produtivas de controle, assim como pela predisposição dos produtores em deixar os seus animais serem avaliados pelos pesquisadores.

O monitoramento da atividade pecuária tem como objetivo específico avaliar o impacto sobre o rebanho bovino e ovino, na área de influência da UTC. Para tanto, solo, extrato vegetal e animais são objetos de monitoramento.

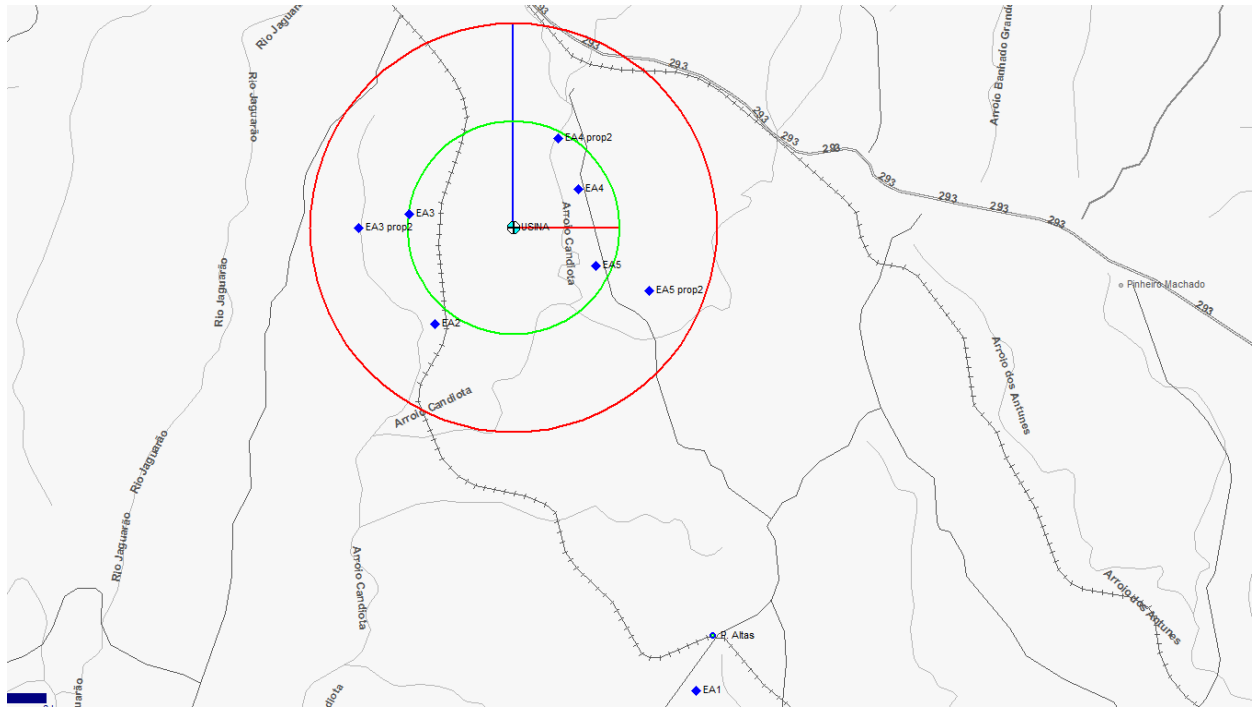
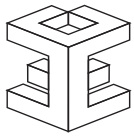


Figura 16.1. Unidades amostrais (o círculo verde representa um raio de 5 Km de distância da usina e o vermelho 10 km).

É importante ressaltar que a atividade pecuária nessas regiões é a principal fonte de renda das unidades agrícolas e qualquer manejo desnecessário ou em época inapropriada para a criação pode gerar prejuízo para o produtor.

Na campanha de abril de 2014 realizaram-se amostragem de solo, estrato vegetal e avaliação das alterações dentárias em ovinos e bovinos.

16.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 20 a 21 de abril de 2014. O clima caracterizou-se por temperaturas de 12,0 a 25,0°C, com céu aberto e poucas nuvens.

Para realização das atividades, utilizou-se em um turno (manhã ou tarde) em cada Estação Amostral. As atividades foram programadas com antecedência de 24 a 48 horas visando disponibilidade dos proprietários.

16.3 Métodos utilizados

Solo

Utilizou-se amostragem ao acaso (Coelho, 2003) e a coleta das amostras de solo foi realizada com auxílio de uma pá reta (cortadeira). Em cada EA selecionou-se uma área homogênea e coletaram-se dos piquetes onde se encontravam animais (bovinos e ovinos) em pastoreio (Squiba et al., 2007).

O procedimento para amostragem constitui-se na coleta de um mínimo de 25 unidades amostrais de solo superficial (0 a 20 cm de profundidade), com o auxílio de uma pá, as quais foram reunidas em recipiente e homogeneizadas para constituir uma amostra composta (totalizando cerca de 500g de solo). As amostras foram armazenadas em sacos plásticos identificados por estação amostral. Nas estações amostrais compostas por mais de uma unidade produtiva, coletou-se solo das duas propriedades o qual foi homogeneizado para composição de amostra única.

Estrato vegetal

Em cada estação amostral foi coletada uma amostra representativa de *Paspalum notatum* Flueggé (grama forquilha, Poaceae), espécie nativa representativa da pastagem natural da área de estudo. Por amostra representativa entendeu-se uma amostra constituída por no mínimo 18 unidades amostrais, as quais foram reunidas para formar uma amostra composta.

As amostras foram coletadas com o auxílio de instrumentos plásticos e armazenadas em bolsas plásticas identificadas e mantidas sob refrigeração até o processamento em laboratório, onde estão sendo avaliados o teor de flúor e de sílica na planta inteira.

Animais

Para constituírem o grupo amostral, selecionaram-se animais preferencialmente com mais de dois anos de idade e criados por, no mínimo, dois anos na propriedade ou nascidos nesta. Verificou-se que algumas unidades produtivas que integram o presente estudo têm reduzido, sistematicamente, o rebanho bovino. Desta forma, na EA3 utilizou-se a totalidade do rebanho da propriedade, sendo todos os animais nascidos na mesma. Por outro lado, na EA1 (referência) houve redução no número de animais disponibilizados para realização da avaliação uma vez que o rebanho desta propriedade encontrava-se em outra unidade produtiva do mesmo proprietário.

16.4 Resultados e comentários

Animais

Foram amostrados 102 ovinos e 123 bovinos (Tabela 16.2), sendo que todos os animais tiveram os incisivos fotografados para determinação do índice de mosqueamento.

Tabela 16.2: Número de bovinos e ovinos monitorados em cada Estação Amostral (EA), abril de 2014.

Espécie	Estações Amostrais					Total
	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	
ovinos	16	20	20	21	25	123
bovinos	19	32	13	29	25	105

A determinação da idade foi realizada através da dentição, e a idade média por estação amostral é apresentada na Figura 16.2.

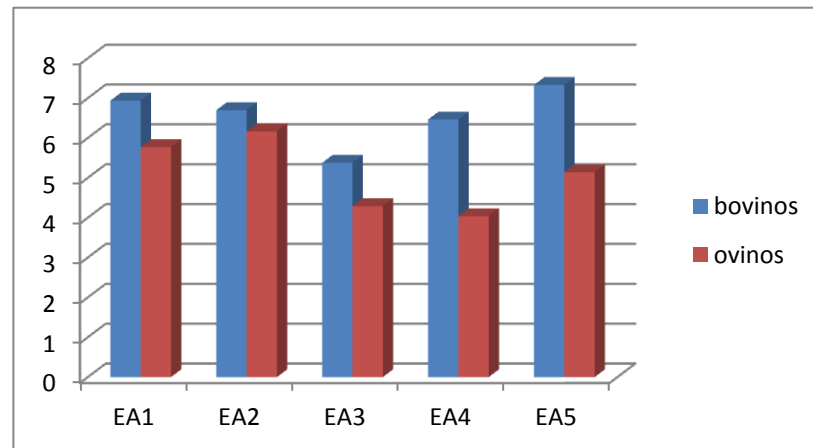
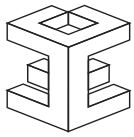


Figura 16.2: Idade média de ovinos e bovinos, segundo a estação amostras (EA), abril de 2014.

Determinou-se a presença das seguintes alterações:

- Área de mosqueamento: que consiste na presença de manchas de cor amarela, castanha ou negro esverdeada (Jones et al., 2000);
- Atrimento excessivo: dentes curtos em decorrência do desgaste rápido (Jones et al., 2000);
- Cárie (Jones et al., 2000);
- Desgaste: em face oclusal ou labial, em meia lua, em escada (Ollhoff et al., 2005);
- Exposição de polpa e fratura (Ollhoff et al., 2005);
- Inserção oblíqua (Ollhoff et al., 2005);
- Persistência: presença de dentes de leite com erupção dos permanentes (Ollhoff et al., 2005).

Os resultados das observações são apresentados nas Figuras 16.3 e 16.4 para ovinos e bovinos, respectivamente.

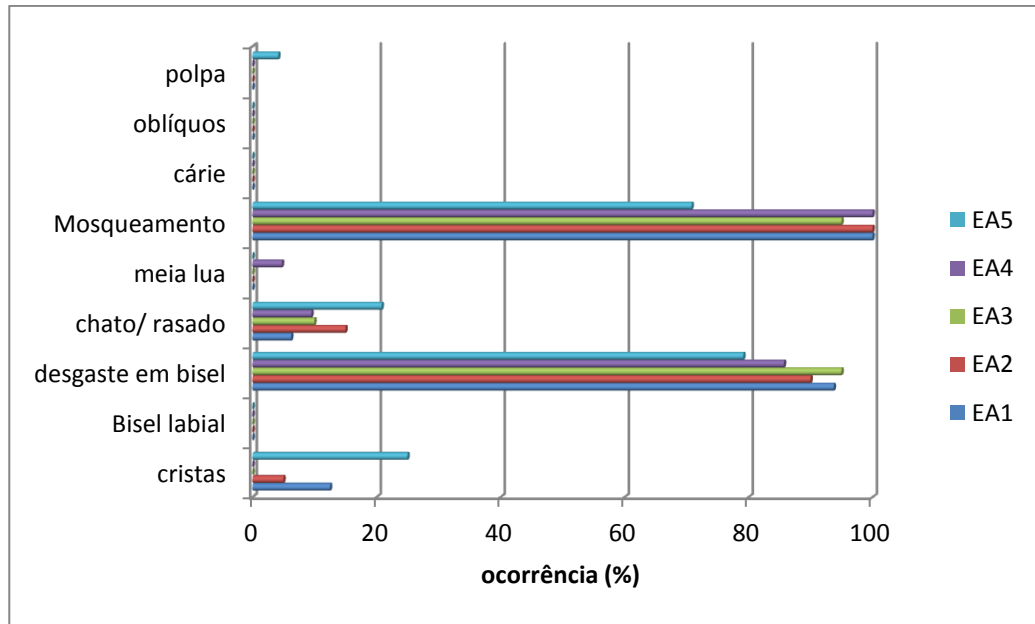


Figura 16.3: Percentual de alterações dentárias observadas em ovinos, segundo a estação amostral, abril de 2014.

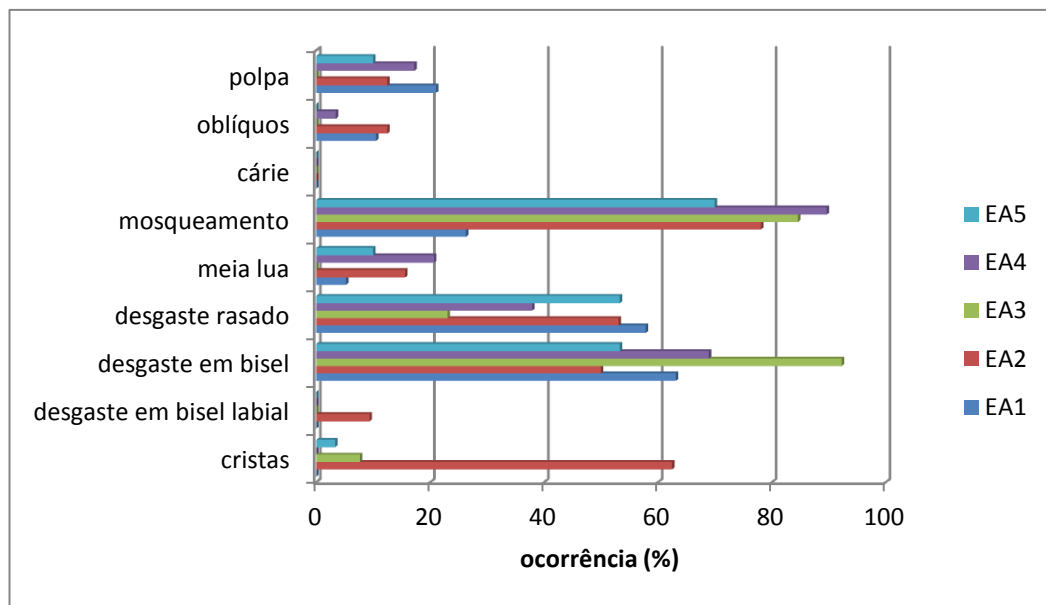


Figura 16.4: Percentual de alterações dentárias observadas em bovinos, segundo a estação amostral, abril de 2014.

Embora a presença de mosqueamento tenha sido observada novamente em todas as EAs, a coloração apresentou grande diversidade, o que permitirá a construção de um índice para ser, posteriormente, comparado entre as EAs.

Nas amostras de sangue, coletadas na campanha de janeiro de 2014, determinou-se a presença de cádmio. Os valores de chumbo e zinco determinados nos ovinos da EA1 e EA2 são apresentados na Tabela 16.3.

Tabela 16.3. Valores máximos e mínimos (mg/L) de chumbo e zinco determinados no sangue de ovinos em duas unidades produtivas (EA), em Candiota, coleta de janeiro de 2014.

Concentração (mg/L)	EA2		EA1	
	chumbo	zinco	chumbo	zinco
Máxima	0,218	4,16	0,228	3,82
Mínima	0,178	2,69	0,135	2,73

Estrato Vegetal e Solo

Os resultados para os parâmetros sílica e fluoreto analisados nas amostras de estrato vegetal e solo das coletas de janeiro e abril são apresentados nas Tabelas 16.4 e 16.5, respectivamente.

Tabela 16.4: Resultados da determinação de sílica e flúor em planta e solo amostrados em janeiro/2014.

Plantas				
	Nºamostra	Fluoreto	Sílica	
E A 1 - Paspalum notatum	BQ-54760-0	<10	379	mg/Kg
E A 2 - Paspalum notatum	BQ-54761-0	<10	477	mg/Kg
E A 3 - Paspalum notatum	BQ-54762-0	<10	408	mg/Kg
E A 4 - Paspalum notatum	BQ-54763-0	<10	376	mg/Kg
E A 5 - Paspalum notatum	BQ-54764-0	<10	455	mg/Kg

Solo				
	Nº amostra	Fluoreto	Sílica	
E A 1 - Solo	BQ-54765-0	<10	326	mg/Kg
E A 2 - Solo	BQ-54766-0	<10	949	mg/Kg
E A 3 - Solo	BQ-54767-0	<10	1399	mg/Kg
E A 4 - Solo	BQ-54768-0	<10	304	mg/Kg
E A 5 - Solo	BQ-54769-0	<10	186	mg/Kg

Tabela 3: Resultados da determinação de sílica e flúor em plantas e solo amostrados em abril/2014.

Plantas				
	Nº amostra	Fluoreto	Sílica	
E A 1 - Paspalum notatum	BQ-54760-0	<10	392	mg/Kg
E A 2 - Paspalum notatum	BQ-54761-0	<10	443	mg/Kg
E A 3 - Paspalum notatum	BQ-54762-0	<10	474	mg/Kg
E A 4 - Paspalum notatum	BQ-54763-0	<10	299	mg/Kg
E A 5 - Paspalum notatum	BQ-54764-0	<10	456	mg/Kg

Solo				
	Nº amostra	Fluoreto	Sílica	
E A 1 - Solo	BQ-54765-0	<1	1047	mg/Kg
E A 2 - Solo	BQ-54766-0	<1	777	mg/Kg
E A 3 - Solo	BQ-54767-0	<1	760	mg/Kg
E A 4 - Solo	BQ-54768-0	<1	793	mg/Kg
E A 5 - Solo	BQ-54769-0	<1	827	mg/Kg

O compartimento ambiental monitorado, **atividade pecuária**, tem como responsável técnica a Médica Veterinária Dra. Verônica Schmidt.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I-ÁGUAS SUPERFICIAIS

ABNT, 1987. NBR 9898/87. Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores.

ABNT, 1999. NBR 14340, Água – Determinação da condutividade e da resistividade elétrica.

ABNT, 1999. NBR 14339, Água – Determinação de pH – Método Eletrométrico.

ABNT, 2005. NBR 12648, Toxicidade crônica - Método de ensaio com algas (Chlorophyceae). Ensaio de Crescimento Algáceo com *Pseudokirchneriella subcaptata* (*Selenastrum capricornutum*) ou *Scenedesmus subspicatus*.

ABNT, 2007. NBR 15499, Toxicidade crônica de curta duração - Método de ensaio com peixes. Ensaio de Toxicidade Crônica com *Pimephales promelas*.

ABNT, 2005. NBR 13373, Toxicidade crônica - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera)

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. Washington, 2011, 22th ed.

BOWEN, H.J.M. 1979. *Environmental Chemistry of the Elements*. Academic Press, 1979.

BRAGA, B. et al. *Introdução à Engenharia Ambiental*. São Paulo. Prentice Hall. 2002

CENTRO DE ECOLOGIA. *Carvão e Meio Ambiente*. Porto Alegre. Editora da UFRGS. 2000.

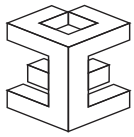
Resolução CONAMA nº 357/05.

SANCHEZ, L.E. *Avaliação de Impacto Ambiental – conceitos e métodos*. São Paulo. Oficina de Textos. 2008.

II- 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. 5, 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), 1019e1039.

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;

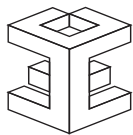
COOK, J. M. ; M. J. GARDNER, A. H. GRIFFITHS, M. A. JESSEP, J. E. RAVENSCROFT AND R. YATES, *Marine Pollution Bulletin*, 34; 637–644.

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**

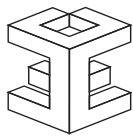
SALOMONS, J. and Brils, J. 2004 Contaminated Sediments in European River Basins EVK1-CT-2001– 2002, 2005-European Sediment Research Network, <http://www.sednet.org/>, 2004; V. Roussiez, W. Ludwig, J.-L. Probst and A. Monaco, *Environmental Pollution*, 138,;167–177.

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 ECOSSISTEMAS 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 ECOSSISTEMA 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*

HERNABDEZ, 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.

III - FITOPLÂNCTON, PERIFITON E ZOOPLÂNCTON

DAJOZ, R. *Ecologia Geral*. São Paulo: Ed. Vozes, EDUSP, 1973. 472p.

DeNICOLA, D. M. 2000. A review of diatoms found in highly acidic environments. *Hydrobiologia*, 433: 111-122.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. Manual de Identificação de Cladóceros *Límnicos do Brasil*. Brasília, Universa, 1997. 155p.

ELORANTA, P.; SOININEN, J. 2002. Ecological status of some Finnish rivers evaluated using benthic diatom communities. *Journal of Applied Phycology*, 14: 1-7.

GOULDEN, C.E. The systematics and evolution of Moinidae. *Transamer. Philos. Soc.* V. 58, n.6, p. 1-101, 1968.

KELLY, M. G.; CAZAUBON, A.; CORING, E.; DELL'UOMO, A.; ECTOR, L.; GOLDSMITH, B.; GUASCH, H.; HÜRLIMANN, J.; JARLMAN, A.; KAWECKA, B.; KWANDRANS, J.; LAUGASTE, R.; LINDSTROM, E. -A.; LEITAO, M.; MARVAN, P.; PADISÁK, J.; PIPP, E.; PRYGIEL, J.; ROTT, E.; SABATER, S.; VAN DAM, H. & VIZINET, J. 1998. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *J. Appl. Phycol.*, 10: 215-224.

KOBAYASI, H., MAYAMA, S. 1989. Evaluation of river water quality by diatoms. *The Korean Journal of Phycology*, 4: 121-133.

KOSTE, W. *Rotatoria; Die Rädertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk Begründet von Max Voigt. Uberordnung monogononta*, 2. Aufl. Berlin: Gebrüder Borntraeger. 1978. 637p.

LANGE-BERTALOT, H. 1979. *Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. Nova Hedwigia Beiheft*, 64: 285-304.

LEDGER, M. E.; HILDREW, A. G. 1998. Temporal and spatial variation in the epilithic biofilm of an acid stream. *Freshwater Biology*, 40: 655-670.

LEDGER, M. E.; HILDREW, A. G. 2000. Resource depression by a trophic generalist in an acid stream. *Oikos*, 90: 271-278.

LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L., BENDER, P. 2002. *Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadores da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC. 126p.

LOBO, E., LEIGHTON, G. 1986. Estruturas comunitarias de las fitocenoses planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista Biología Marina*, Valparaiso, v.22, n.1, p.1-29.

MONTU, M.; GOEDEN, I. M. *Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil) Nerítica*, Pontal do Sul, PR 1(2):1-134, 1986.

PAPPAS, J.L. & STOERMER, E.F. 1996. Quantitative method for determining a representative algal sample count. *J. Phycol.*, **32**: 693-696.

REID, J.W. Chave para identificação e lista de referências bibliográficas para espécies continentais sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Bol. Zool.*, n.9, p.17-143, 1985.

Round, F. E. 1993. A Review and Methods for the Use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality. HMSO Publisher, London. 63p.

Schwarzbold, A. 1992. Efeitos do regime de inundação do rio Mogi-Guaçu (SP) sobre a estrutura, diversidade, produção e estoques do perifíton de *Eichhornia azurea* (Sw) Künth da Lagoa do Infernã. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos. 237 p. (Tese de Doutorado).

WATANABE, T., ASAI, K., HOUKI, A. 1988. Numerical water quality monitoring of organic pollution using diatom assemblages. *Proceedings of the Ninth International Diatom Symposium*. 1986 (Ed. F. E. Round), pp123-141. Koeltz Scientific Books: Koenigstein, Germany.

WINTERBOURN, M. J.; HILDREW, A. G.; BOX, A. 1985. Structure and grazing of stone surface organic layers in some acid streams of southern England. *Freshwater Biology*, 15: 363-374.

WETZEL, R. G. & LIKENS, E. 1991. *Limnological Analysis*. Springer-Verlag, New York. 391 p.

IV- COMUNIDADE BENTÔNICA

ALLAN, J.D. 1995. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. Chapman & Hall, London. 388 p.

APHA. 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21st Edition. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), and Water Environment Federation (WEF). 1368 p.

ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBUQUERQUE, C.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. 2007. Utilização de bioindicadores na avaliação de impactos no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência e Saúde* 12(1); 61-72.

BISPO, P.C. & CRISCI-BISPO, V.L. 2006. Plecoptera. Capítulo 8. In: Costa, S.; Ide, S. & Simonka, C. E. *Insetos Imaturos. Metamorfose e Identificação*. Holos. 249 p.

BOND-BUCKUP, G.; BUCKUP, L. & ARAÚJO, P. B. CRUSTÁCEOS. IN: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A. & REIS, R. E. 2003. *Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul*. EDIPUCRS, Porto Alegre. p. 73-83. 632p.

BRINCKHURST, R.O & MARCHESE, M.R., 1989. *Guide of the freshwater aquatic oligochaeta of South and Central America Colec*. Climax (Santa Fe), 6:179-86.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L. & DORVILLÉ, L. F. M. 2002. Influence of water chemistry of environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in a south east Brazil. *Hidrobiologia*. V.481, p. 125-136.

CARVALHO, E. M. & V. S. UIEDA. 2004. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (2): 287-293.

COSTA, C.; S. IDE & C. E. SIMONKA. 2006. *Insetos Imaturos. Metamorfose e identificação*. Ribeirão Preto: Holos, Editora. 249 p., ilustrado Publishing Company. 862 p.

- COURTNEY, G.W. & MERRITT, R.W. 2008. Capítulo 22. Aquatic Diptera. Part one. Larvae of aquatic Diptera, pp. 687-722. In R.W. Merritt, K.W. Cummins & M.B. Berg (eds.). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 4a edição. Kendall/Hunt Publishing Co. Dubuque, Iowa. 1158 p.
- CASTILLO, A. R.; BRASIL, L. G.; QUEROL, E.; QUEROL, M. V. M. OLIVEIRA, E. V. & MANSUR, M. C. D. 2007. Moluscos bivalves da localidade de São Marcos, bacia do médio rio Uruguai, Uruguiana, Brasil. *Biotemas*, 20 (4): 73-79.
- EPPLER, J.H. 1995. *Identification Manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida* (2nd ed) Department of Environmental Regulation, Tallahassee, 565p.
- GONÇALVES, F. B.; ARANHA, J. M. R. 2004. Ocupação espaço temporal pelos macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, Pr. (Brasil). *Acta Biol. Par.* Curitiba, 33 (1, 2, 3, 4): 181-191.
- MARQUES, A. A. B.; FONTANA, C. S.; VÉLEZ, E.; BENCKE, G. A.; SCHNEIDER, M. & REIS, R. E. 2002. *Lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul*. Decreto nº 41.672, de 11 de junho de 2002. Porto Alegre, FZB/MCT-PUCRS/PANGEA. 52p. (Publicações avulsas FZB, 11).
- MERRITT, R.W.& CUMMINS, K.W. 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque, Kendall & Hunt, 2nd ed., 722p.
- MICHALETZ P.H., DOISY K.E. & RABENI C.F., 2005. Influences of productivity, vegetation, and fish on macroinvertebrate abundance and size in Midwestern USA impoundments. *Hydrobiologia*, 543, 147-157
- RESH, V.H. AND J.K. JACKSON. 1993. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates, p. 195-233. In: D.M. Rosenberg and V.H. Resh (eds.) *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman and Hall, New York, U.S. 1993.
- RIBEIRO, L. O. & UIEDA, V.S. 2005. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos de um riacho na serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22(3) 613 -618.

RICHOUX, PH. 1982. Introduction pratique a la systematique des organismes des eaux continentales françaises. Coleopteres aquatiques (genres: adultes et larves). *Bulletin de la Societe Linneenne de Lyon*, 4, 105- 304.

ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. 1993. Introduction to freshwater biomonitoring and Benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D. M. and V.H. Resh (eds.), *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York, U.S.

SPANGLER, P.J. 1981. Coleoptera. In: Hurlbert, S.H., Rodriguez, G. & Santos, N.D. (eds) *Biota Aquatic of Tropical South America, 1: Arthropoda*. San Diego. p. 129-220.

TRIVINHO-STRIXINO, S & STRIXINO, G., 1995. Larvas de Chironomidae do Estado de São Paulo. *Guia de identificação e diagnose dos gêneros*. São Carlos: PPGERN/RelaUFSCar, 229p.

WILLIAMS, D.D., & FELTMATE, B.W. 1992. *Aquatic Insects*. CAB International. ISBN: 0-85198-782-6. xiii, 358p.

V- ICTIOFAUNA

BOWEN, H.J.M. 1979. Environmental Chemistry of the Elements. Academic Press, 1979.

BRUSCHI Jr, W.; MALABARBA, L.R. & SILVA, J.F.P. 2000. Avaliação da qualidade dos riachos através das taxocenoses de peixes. Em: Carvão e Meio Ambiente / Centro de Ecologia / UFRGS. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

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.

VI- FLORA

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura. Embrapa. Brasília, 1998 Cap. 2 Mapas e suas Representações Computacionais.

BOLDRINI, I. I. 1997. Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização Fisionômica e Problemática Ocupacional. *Em pauta - Boletim do Instituto de Biociências da UFRGS*, Porto Alegre, n. 56: 1-38.

CAIN, M. L., W. D. BOWMAN E S. D. HACKER. 2011. Ecologia. Porto Alegre. *Artmed*.

CÂMARA, G. & MEDEIROS, J.S. Geoprocessamento para projetos ambientais. São José dos Campos, INPE, 1996. 186p.

ESRI. Manual Arc View

GIRARDI-DEIRO, A. M. 1999. *Influência de manejo, profundidade do solo, inclinação do terreno e metais pesados sobre a estrutura e dinâmica da vegetação herbácea da Serra do Sudeste, RS*. 196 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GIRARDI-DEIRO, A. M., J. O. N. GONÇALVES E S. S. GONZAGA. 1992. Campos naturais ocorrentes nos diferentes tipos de solos no Município de Bagé, RS. 2: fisionomia e composição florística. *Iheringia, Sér. Bot.*, Porto Alegre (42): 55-79.

GUREVITCH, J., S. M. SCHEINER E G. A. Fox. 2009. Ecologia Vegetal. Porto Alegre. *Artmed*. 2ª edição.

MENDES, C.A.B.; CIRILO, J. A. Geoprocessamento em Recursos Hídricos: princípios, integração e aplicação. Porto Alegre: ABRH, 2001. Cap 2: Estrutura de dados geográficos .

MORENO, A. 2008. Sistemas y análisis de la Información geográfica – Manual de autoaprendizaje de ARCGIS. 2da edición Alfaomega Ra-Ma 940 pag.

NARAYAN, D., M. AGRAWAL, J. PANDEY ND J. SINGH. 1994. Changes in Vegetation Characteristics Downwind of an Aluminium Factory in India. *Annals of Botany*, 73:557-565.

RIGAUX P.; SCHOLL M.; VOISARD A., 2002. Spatial Databases with application to GIS. Morgan Kaufmann Publishers. San Francisco, California.

SOUZA, V. C. E H. LORENZI. 2005. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, São Paulo. *Instituto Plantarum*.

ZOCHE, J. J., M. L. PORTO. 1993. Florística e fitossociologia de campo natural sobre banco de carvão e áreas mineradas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta botanica brasílica*, v. 6, n. 2:47-84.

VII- AVIFAUNA

ALEIXO, A., VIELLIARD, J. M. E. 1995. Composição e dinâmica da comunidade de aves da Mata de Santa Genebra, Campinas, SP. *Revista Brasileira de Zoologia* 12, 493-511.

ANJOS, L. DOS. 2001. Bird communities in five Atlantic Forest fragments in Southern Brazil. *Ornitologia Neotropical* 12, 11-27.

BENCKE, G. A.; DIAS, R. A.; BUGONI, L.; AGNE, C. E.; FONTANA, C. S.; MAURÍCIO, G. N.; MACHADO, D. B. 2010. Revisão e atualização da lista das aves do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Zoologia*, Porto Alegre, 100 (4): 519-556.

BIBBY, C. J., BURGUESS N. D., HILL, D. A. 1993. Bird census techniques. London: Academic Press. 257p.

BLONDEL, J., FERRY, C., FROCHOT, B. 1981. Point counts with unlimited distance. p. 414-420. *In*: Ralph, C. J., Scott, J. M. (Eds.). Estimating numbers of terrestrial birds. Studies in Avian Biology 6. Lawrence: Cooper Ornithological Society.

CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2011. Listas das aves do Brasil. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>.

RALPH, C. J. 1981. Terminology used in estimating numbers of birds. p. 577-578. *In*: Ralph, C. J., Scott, J. M. (Eds.). Estimating numbers of terrestrial birds. Studies in Avian Biology 6. Lawrence: Cooper Ornithological Society.

RALPH, C. J., DROEGE, S., SAUER, J. 1995. Managing and monitoring birds using point counts: standards and applications. p. 161-168. *In*: Ralph, C. J., Droege, S.,

Sauer, J. (Eds.). Monitoring Bird Populations by Point Counts. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Albany.

VIELLIARD, J. M. 2000. Bird community as an indicator of biodiversity: results from quantitative surveys in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 72 (3): 323-330.

VIII - HERPETOFAUNA

ÁVILA, R. W.; FERREIRA, V. L. Richness of species and density of vocalization of anurans in an urban area of Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 4, p. 887-892, 2004.

CARDOSO, A. J.; MARTINS, J.,E. Diversidade de anuros durante o turno de vocalizações, em comunidade neotropical. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 36, n. 23, p. 279-285, 1987.

DI-BERNARDO, M., OLIVEIRA, R.B., PONTES, G.M.F., MELCHORS, J., SOLÉ, M., KWET, A. 2004. Anfíbios anuros da região de extração e processamento de carvão de Candiota, RS, Brasil. Pp. 163-175. In: Teixeira E. C. e Pires, M.J.R. (eds.), *Estudos ambientais em Candiota – carvão e seus impactos*. Fepam, Porto Alegre.

DIXO, M. AND VERDADE, V.K. 2006. Herpetofauna de serrapilheira da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia (SP). *Biota Neotropica*. 6(2), 1-20.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. *Biology of Amphibians*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1994.

FONTANA, C.S., BENCKE, G. A., Reis, R.E. 2003. Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, EDIPUCRS.

MARSH, D. M. Fluctuations in amphibian populations: a meta-analysis. *Biological Conservation*, v. 101, p. 327-335, 2001.

PAPP, M. G.; PAPP, C. O. G.. Decline in a population of the treefrog *Phyllodytes luteolus* after fire. *Herpetological Review*, v. 31, n. 2, p. 93-95, 2000.

PECHMANN, J. H. K.; SCOTT, D. E. R.; SEMLITSCH, D.; CALDWELL, J. P.; VITT, L. J.; GIBBONS, W. Declining amphibians populations: the problem of separating human impacts from natural fluctuations. *Science*, v. 253, p. 825-940, 1991.

PIANKA, E. R. Reptilian species diversity. In: GANS, C.; TINKLE, D. W. (eds.) *Biology of the Reptilia*. Vol. 7. Ecology and behavior. New York: Academic Press, 1977. p. 1-34.

SCOTT, N., JR.; WOODWARD, B. D. Surveys at breeding sites. In: HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; MCDIARMID, R. W.; HAYEK, L. C.; FOSTER, M. S. (eds.) *Measuring and Monitoring Biological Diversity – Standard Methods for Amphibians*. Washington: Smithsonian Institution Press, 1994. p.118-125.

TURNER, F. B. The dynamics of populations of squamates, crocodylians and rhynchocephalians. In: GANS, C.; TINKLE, D. W. (eds.) *Biology of the Reptilia*. Vol. 7. Ecology and behavior. New York: Academic Press, 1977. p. 157-264.

WHITACRE, D. An ecological monitoring program for the Maya Biosphere Reserve. Report. Boise: The Peregrine Fund, 1997.

IX - 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.

X- PECUÁRIA

JONES, T.C.; HUNT, R.D.; KING, N.W. *Patologia Veterinária.* 6 ed. São Paulo: Manole, 2000.

OLLHOFF, R.D.; PEREIRA, I.R.A.; LUZ, N.C.; MACHADO, F.G. Incidência de alterações dentárias em um rebanho bovino leiteiro. *Archives of Veterinary Science*, v.10, n.2, p.95-100, 2005.

RIETT-CORREA, F.; DEL CARMEN MENDEZ, M.; SCHILD, A.L.; OLIVEIRA, J.A.; ZENEON, O. Lesões dentárias em bovinos devidas a poluição industrial causada pela combustão de carvão. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.6, n1, p.23-31, 1996.

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

Bióloga Dra. Catarina da Silva Pedrozo

Biólogo Dr. Fábio Silveira Vilella

Geógrafo MSc. Heinrich Hasenack

Biólogo Dr. Jan Karel Felix Mahler Junior

Biólogo Dr. Jorge Sebastião Bernardo Silva

Biólogo Dr. Leandro da Silva Duarte

Eng. Químico Dr. Manuel Luiz Leite Zurita

Eng. Química Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez

Geólogo Dr. Nelson Augusto Flores Machado

Biólogo Dr. Paulo Luiz de Oliveira

Biólogo MSc. Rogério Both

Bióloga Dra. Sandra Maria Hartz

Bióloga MSc. Suzana Fagondes de Freitas

Veterinária Dra. Verônica Schmidt

Química MSc. Vera Lúcia Atz

Equipe de Apoio – Coletas e Análises Laboratoriais

André P.T. Fernandes

Carlos Eduardo Güntzel

Daniela de Carvalho Leite Ribeiro

Douglas Rita Pereira

Manoel Otávio Fraga da Cunha

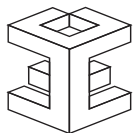
Marcelo Saraiva

Maria José Cecília Cardoso

Oswaldo Stalhbam Machado

Sônia Maria Madalosso

Volmar Garcez de Moraes



ANEXO

RELATÓRIOS DE ENSAIO