



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



**USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI
MUNICÍPIO DE CANDIOTA/RS**

**MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES
AMBIENTAIS**

Quarto Relatório Parcial Trimestral

Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011

Junho/2013





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

À Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica

Aos cuidados: Eng^a Simone Soccá

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

Porto Alegre, 12 de junho de 2013.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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
- 6.5 Considerações Finais

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 e 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 Comentários: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.

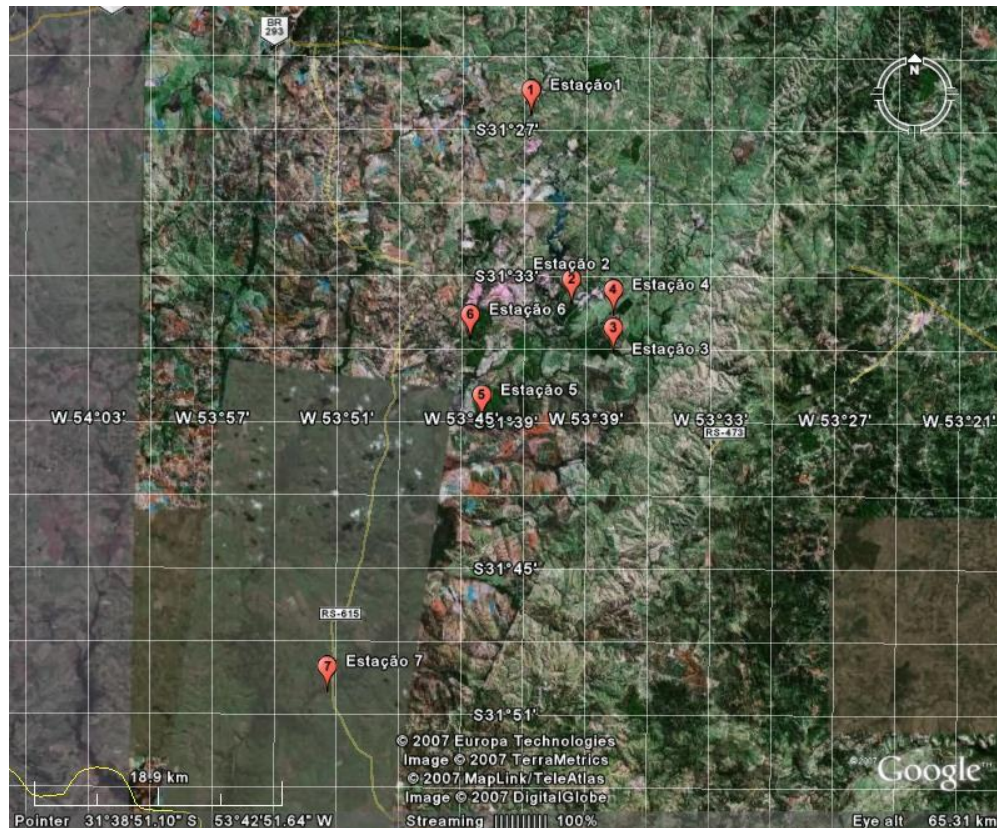


Figura 3.1. Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



4. 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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

4.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 01 a 03 de abril de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando entre 18 a 29 °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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 esterilizado com Tiosulfato de sódio e EDTA.	Até 24h
Cor	Vidro âmbar	300mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Dois Vidros tipo Winkler	700mL	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.	imediate
pH	-	-	Medir em campo	imediate
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	imediate
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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 22 th - 2510 B
Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>)	Substrato cromogênico enzimático	Standard Methods 22 th - 9223 B
Cor aparente	Comparação visual	Standard Methods 22 th - 2120 B
DBO ₅	Método de Winkler	Standard Methods 22 th - 5210 D
Fenóis totais	Absorciometria com clorofórmio	<i>EPA 9065</i>
Fósforo Total	Absorciometria com redução do ácido ascórbico	Standard Methods 22 th - 4500 P E
Nitrato	Cromatografia Iônica	Standard Methods 22 th - 4110 B
Nitrogênio Amoniacal	Destilação e Nesslerização	<i>EPA 350.2</i>
Metais dissolvidos: Al, Fe, Cu	Espectrometria de Emissão por Plasma - ICP	Standard Methods 22 th - 3120 B
Metais totais: As, Cd, Pb, Cr, Ni, Mn e Zn	Espectrometria de Emissão por Plasma - ICP	Standard Methods 22 th - 3120 B
Metais totais: Hg	Espectrofotometria de Absorção Atômica - Geração de Vapor	Standard Methods 22 th - 3112 B
Óleos e Graxas	Gravimetria - partição líquida-líquida	Standard Methods 22 th - 5520 B
Oxigênio Dissolvido	Método Titulométrico	Standard Methods 22 th - 4500 O C
pH	Método Potenciométrico- pHmetro	Standard Methods 22 th - 4500 H B
Sólidos Dissolvidos Totais	Gravimetria- secagem a 180°C	Standard Methods 22 th - 2540 C
Surfactantes	Absorciometria com azul de metileno	Standard Methods 22 th - 5540 C
Sulfeto	Absorciometria - Heteropoly Blue	Standard Methods 22 th - 4500 S 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 22 th - 2130 B



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Parâmetros		Ponderação		
Parâmetros Essenciais	Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	> 5	1	
		3 a 5	2	
		< 3	3	
pH		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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 2.5, 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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Modelo produtivo para o cálculo do IQA:

$$IQA = \prod q_i^{w_i}$$

Onde:

w_i = peso relativo do i ésimo parâmetro
 q_i = qualidade relativa do i ésimo 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4. 6. Resultados das análises físicas, químicas e ecotoxicológicas realizadas nas estações amostradas em abril/2013.

Parâmetro	P1	P2	P3	P4
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	60,0	65,0	109	270
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	249	68	52	279
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	9	10	10	10
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	11199	548	712	520
Fenóis (mg.L ⁻¹)	<0,003	0,005	<0,003	<0,003
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	0,04	0,02	0,03	0,67
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	3	3	4	2
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	6,4	7,9	7,5	7,6
pH	6,8	7,3	6,9	8,0
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	57	69	190	154
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	0,003	0,002	<0,002	0,023
Temperatura (°C)	19,0	21,0	21,0	24,0
Turbidez (NTU)	17,6	4,3	3,6	25,0
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,14	0,07	<0,05	0,29
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)	0,49	0,19	0,26	0,12
Manganês total (mg.L ⁻¹)	0,13	<0,05	0,05	0,08
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	0,88
Toxicidade – algas	NE	NE	NE	NE
Toxicidade – microcrustáceos	NE	NE	NE	TC
Toxicidade - peixes	NE	TC	TC	NE

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.7. Resultados das análises físicas, químicas e ecotoxicológicas realizadas nas estações amostradas em abril/2013.

Parâmetro	P5	P6	P7
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	6,8	913	295
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	155	31	131
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	9	9	9
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	788	<1	364
Fenóis (mg.L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	0,03	<0,01	0,04
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	0,18	0,26	0,11
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹)	<0,1	3,1	<0,1
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	3	1	2
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	6,8	8,6	7,8
pH	7,4	3,9	7,4
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	276	276	191
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	0,002	<0,002	0,002
Temperatura (°C)	23,0	20,0	20,0
Turbidez (NTU)	11,1	3,7	9,4
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,06	2,24	<0,05
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	0,58	0,07
Manganês total (mg.L ⁻¹)	0,29	2,60	0,10
Mercúrio total (mg.L ⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total (mg.L ⁻¹)	<0,01	0,06	<0,01
Zinco total (mg.L ⁻¹)	<0,05	<0,05	<0,05
Toxicidade – algas	TC	TC	TC
Toxicidade – microcrustáceos	NE	TA	NE
Toxicidade - peixes	NE	TA	NE

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Com base nos dados acima apresentados foram confeccionadas as Tabelas 4.8 a 4.10 que apresentam os resultados calculados para o Índice de Preservação das Comunidades Aquáticas (IPMCA), o Índice de Qualidade de Água (IQA) e classificação das estações amostrais conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005.

Tabela 4.8 IPMCA e IQA calculados para as estações amostrais localizadas na área da Usina Termelétrica Candiota, abril/2013

Estação amostral	IPMCA*	IQA*
P1	1 (boa)	49,8 (aceitável)
P2	4 (ruim)	63,5 (boa)
P3	2 (regular)	61,4 (boa)
P4	4 (ruim)	56,2 (boa)
P5	2 (regular)	59,1 (boa)
P6	6 (péssima)	59,5 (boa)
P7	2 (regular)	63,5 (boa)

* Fonte CETESB



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.9. Condição de Qualidade das estações amostrais conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, em abril/2013.

Parâmetro	P1 Classe	P2 Classe	P3 Classe	P4 Classe
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	-	-	-	-
Cor aparente ($\text{mg Pt}\cdot\text{Co}\cdot\text{L}^{-1}$)	-	-	-	-
DBO ₅ ($\text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$)	3	3	3	3
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	4	2	2	2
Fenóis ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	3	1	1
Fósforo total ($\text{mg P}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	4
Nitrato ($\text{mg NO}_3\text{-N}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal($\text{mgNH}_3\text{-N}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Óleos e Graxas ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Oxigênio Dissolvido ($\text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
pH	1	1	1	1
Sólidos Dissolvidos ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Surfactantes ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Sulfeto ($\text{mgS}_2\cdot\text{L}^{-1}$)	3	1	1	3
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	-	-	-	-
Turbidez (NTU)	1	1	1	1
Alumínio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	3	1	1	4
Arsênio total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Cádmio total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Chumbo total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Cobre dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Cromo total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Ferro dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	3	1	1	1
Manganês total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	3	1	1	1
Mercurio total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Níquel total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Zinco total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	1	1	1
Toxicidade	1	3	3	3



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.10. Condição de Qualidade das estações amostrais conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, em abril/2013.

Parâmetro	P5 Classe	P6 Classe	P7 Classe
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	-	-
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	-	-	-
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	3	3	3
<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	1
pH	1	4	1
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	1	1	1
Temperatura (°C)	-	-	-
Turbidez (NTU)	1	1	1
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	1	4	1
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	1
Manganês total (mg.L ⁻¹)	3	4	1
Mercúrio total (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Níquel total (mg.L ⁻¹)	1	4	1
Zinco total (mg.L ⁻¹)	1	1	1
Toxicidade	3	4	3

O compartimento ambiental monitorado, água superficial, tem como responsável técnica a Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez, juntamente com o Dr. Alexandre Arenzon para ensaios ecotoxicológicos.



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 01 a 03 de abril de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto esparsas e temperatura do ar variando no intervalo de 18 a 29 °C.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 60°C , 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).

As metodologias analíticas seguidas para as Química dos Sedimentos estão descritas na Tabela 5.2.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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:



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- **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 460ppm/450ppm, 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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:



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- 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 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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.7 – Taxas CETESB

Qualidade	TEL		PEL		
	Otima	Boa	Regular	Ruim	Pessima
As(µg/g)	<5,9	5,9...11,5	>11,5...<17,0	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	197...295	>295,5
Cr(µg/g)	<37,3	37,3...63,7	>63,7...<90	90...135	>135
Hg(µg/g)	<0,170	0,170...0,32	>0,32...<0,4	0,4...0,72	>0,729
Ni(µg/g)	<18	18,0...27,0	>27,0...<36	36...54	>54
Zn(µg/g)	<123	123...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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O fator de mobilidade (FM) é a relação do conteúdo total último se calcula 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).

5.5 Resultados e Considerações

5.5.1 Física dos Sedimentos

No Arroio Candiota, os sete locais amostrados e analisados, apresentaram as distribuições entre as frações cascalho, areia silte e argila obedecendo à escala granulométrica de WENTWORTH. Estão apresentadas na Tabela 5.8.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.8 - Percentual das frações granulométricas cascalho, areia, silte e argila nas estações amostrais do Arroio Candiota, campanha amostral de Abril de 2013, recebe como sufixo indexador de ordem temporal a letra "V".

Tamanhos de Grãos	Granulos	Areia MtoGrossa	Ar.Grossa	Ar.Media	Ar.Fina	Ar.MtoFina	Silte	Argila	Energia	MO	Umidade
1V	2,2	8,4	39,8	36,6	8,6	2,2	2,2	0	44,45	0,9	11,7
2V	5,7	4,8	47,1	23,7	15,4	2,2	1,1	0	89,91	0,7	9,8
3V	10,6	37	34,4	12,1	3,1	1,4	1,4	0	70,43	0,3	13,87
4V	12,4	17,7	22,7	22,8	10,8	7,6	4,4	1,6	15,67	0,5	8,49
5V	23,8	44,9	23,5	3,6	1,9	0,9	1,4	0	70,43	0,5	18,34
6V	7,8	26,6	39	21	2,7	1,1	1,8	0	54,56	1,1	22,08
7V	15,7	34,7	26,1	9,9	6,8	5,4	1,4	0	70,43	0,4	17,36

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 à seguinte:

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

Na estação 2 esta a relação maior de energia, e na estação 4 a relação de menor energia de transporte dos grãos

5.5.2 Química dos Sedimentos

Concentração dos Metais

O ataque parcial é um ataque fraco a amostra para extrair somente a fração do metal de origem antropogênica (em tese), potencialmente aproveitável ou exposto às condições ambientais como a temperatura, pH, potencial



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Redox, co-precipitação, adsorção, levados a cabo principalmente pelos óxidos e hidróxidos de Manganês, Ferro, substâncias húmicas, minerais argilosos etc., nos quais estão disponíveis.

O ataque total é um ataque forte a amostra para extrair aproximadamente 90% do metal, exceto para o Cromo que possui uma porcentagem de recuperação aproximada a 60%, os resultados obtidos por este ataque, se obtém uma boa referência do conteúdo total de uma amostra.

Nas tabelas 5.9 e 5.10, apresentam-se respectivamente as concentrações resultantes do ataque forte e de ataque fraco as amostras de sedimentos de corrente do Arroio Candiota produzidas em abril de 2013 (Campanha amostral "U").

Tabela 5.9 – Metal **total** (forte) nos sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota na campanha amostral V, de Abril de 2013.

Elementos/Estações	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)	2,13	0,63	0,63	0,59	0,68	0,70	0,64
Astot(ppm)	8,10	8,00	8,00	8,00	8,00	16,80	8,00
Cdtot(ppm)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Pbtot(ppm)	21,70	13,50	16,80	13,90	11,70	16,40	17,10
Cutot(ppm)	14,70	8,00	8,00	8,00	8,00	16,90	8,00
Crtot(ppm)	27,50	10,80	8,00	8,00	8,00	18,00	8,00
Fetot(%)	2,45	1,05	0,68	0,79	0,40	3,80	0,59
Mntot(ppm)	934,40	192,90	125,10	299,90	98,00	92,70	238,00
Hgtot(ppm)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Nitot(ppm)	24,20	22,90	19,30	20,90	20,70	20,40	20,70
Zntot(ppm)	139,90	19,90	10,80	13,90	10,90	22,20	11,30



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.10 – Metal **disponível** (fraco) nos sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota na campanha amostral V, de Abril de 2013.

Estações	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Aldisp(%)	0,89	0,56	0,43	0,58	0,38	0,59	0,47
Asdisp(ppm)	5,70	2,50	2,50	2,50	2,50	16,00	2,50
Cddisp(ppm)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Pbdisp(ppm)	9,90	3,30	3,90	3,90	2,50	7,90	4,90
Cudisp(ppm)	9,40	5,70	2,50	2,50	2,50	4,40	2,50
Crdisp(ppm)	15,90	7,40	4,90	3,90	2,50	16,10	2,80
Fedisp(%)	2,34	1,03	0,52	0,68	0,33	3,16	0,50
Mndisp(ppm)	565,40	177,40	57,20	170,90	53,00	62,50	227,60
Hgdisp(ppm)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Nidisp(ppm)	10,40	3,10	2,50	2,50	2,50	4,00	2,50
Zndisp(ppm)	130,10	16,80	7,90	10,30	9,90	22,20	11,30

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

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

taxa encontrada no sedimento

taxa a ser comparada

Toda a vez que o numerador (A) se aproximar do valor do denominador (B), o resultado da razão tenderá a 1. Toda a vez que o numerador(A) 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 igual ou abaixo de 0,50 e, portanto a condição mostra que o valor de referencia é muito maior que a taxa medida no sedimento, independente da concepção utilizada;



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- já a cor **laranja** é indicativo que o valor está igual ou maior que 0,50, e menor que 1, independente da concepção utilizada;

- 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 referência, independente da concepção utilizada.

As células cobertas com **cinza** indicam que não existe valor de referência para aquele metal naquela concepção utilizada.

Os resultados a partir da utilização destas concepções, sobre os sedimentos coletados na campanha de janeiro de 2013, indexado ao programa de monitoramento com a letra U, foram:

a) O índice de Toxicidade Aparente (PSWQA) - Puget Sound Quality Authority

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, obtida nesta campanha amostral U.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.11 - **Índice de Tolerância Potencial Crítica I_{Tc}**, para cada um dos metais para cada uma das estações o T_c significa a Tolerância crítica (T_c), expresso em ppm. A taxa de metais comparados com as taxas da Tolerância Crítica foram todas usadas em ppm, e na tabela expressa-se o resultado da razão matemática entre a taxa encontrada para o determinado metal em determinada estação, e a taxa denominada de crítica. Campanha amostral V (Abril de 2013).

Estações	Tol Crítica	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)								
Astot(ppm)	57,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,29	0,14
Cdtot(ppm)	5,10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Pbtot(ppm)	450,00	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04
Cutot(ppm)	390,00	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02
Crtot(ppm)	260,00	0,11	0,04	0,03	0,03	0,03	0,07	0,03
Fetot(%)								
Mntot(ppm)								
Hgtot(ppm)	0,41	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Nitot(ppm)								
Zntot(ppm)	410,00	0,34	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03

b)- Valores Guias da Qualidade

TEC (Concentração Limiar de Efeito);
PEC (Concentração de Provável Efeito).

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.12 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a razão (TEC), concepção TEC-PEC, campanha amostral “U” (abril de 2013). As taxas comparativas TEC para obter as razões foram expressas em % para o Fe e o Al e em ppm para os demais elementos.

Estações	InTEC	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)								
Astot(ppm)	9,80	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	1,71	0,82
Cdtot(ppm)	0,99	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Pbtot(ppm)	36,00	0,60	0,38	0,47	0,39	0,33	0,46	0,48
Cutot(ppm)	32,00	0,46	0,25	0,25	0,25	0,25	0,53	0,25
Crtot(ppm)	43,40	0,63	0,25	0,18	0,18	0,18	0,41	0,18
Fetot(%)	2,00	1,23	0,52	0,34	0,39	0,20	1,90	0,29
Mntot(ppm)	460,00	2,03	0,42	0,27	0,65	0,21	0,20	0,52
Hgtot(ppm)	0,18	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Nitot(ppm)	23,00	1,05	1,00	0,84	0,91	0,90	0,89	0,90
Zntot(ppm)	120,00	1,17	0,17	0,09	0,12	0,09	0,19	0,09

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 “U” (abril de 2013). As taxas comparativas PEC para obter as razões foram expressas em % para o Fe e o Al e em ppm para os demais elementos.

Estações	InPEC	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)								
Astot(ppm)	33,00	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,51	0,24
Cdtot(ppm)	5,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Pbtot(ppm)	130,00	0,17	0,10	0,13	0,11	0,09	0,13	0,13
Cutot(ppm)	150,00	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,11	0,05
Crtot(ppm)	110,00	0,25	0,10	0,07	0,07	0,07	0,16	0,07
Fetot(%)	4,00	0,61	0,26	0,17	0,20	0,10	0,95	0,15
Mntot(ppm)	1100,00	0,85	0,18	0,11	0,27	0,09	0,08	0,22
Hgtot(ppm)	1,10	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Nitot(ppm)	49,00	0,49	0,47	0,39	0,43	0,42	0,42	0,42
Zntot(ppm)	460,00	0,30	0,04	0,02	0,03	0,02	0,05	0,02

c) Valores Guias da Qualidade

LEL (Nível de Efeito Baixo);
SEL (Nível de Efeito Severo).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 referencia, 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 concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a razão (TEC), concepção TEC-PEC, campanha amostral "V" (Abril de 2013). As taxas comparativas TEC para obter as razões foram expressas em % para o Fe e o Al e em ppm para os demais elementos.

Estações	InTEC	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)								
Astot(ppm)	9,80	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	1,71	0,82
Cdtot(ppm)	0,99	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Pbtot(ppm)	36,00	0,60	0,38	0,47	0,39	0,33	0,46	0,48
Cutot(ppm)	32,00	0,46	0,25	0,25	0,25	0,25	0,53	0,25
Crtot(ppm)	43,40	0,63	0,25	0,18	0,18	0,18	0,41	0,18
Fetot(%)	2,00	1,23	0,52	0,34	0,39	0,20	1,90	0,29
Mntot(ppm)	460,00	2,03	0,42	0,27	0,65	0,21	0,20	0,52
Hgtot(ppm)	0,18	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Nitot(ppm)	23,00	1,05	1,00	0,84	0,91	0,90	0,89	0,90
Zntot(ppm)	120,00	1,17	0,17	0,09	0,12	0,09	0,19	0,09

Tabela 5.15 – 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 "V" (Abril de 2013). As taxas comparativas PEC para obter as razões foram expressas em % para o Fe e o Al e em ppm para os demais elementos.

Estações	InPEC	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)								
Astot(ppm)	33,00	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,51	0,24
Cdtot(ppm)	5,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Pbtot(ppm)	130,00	0,17	0,10	0,13	0,11	0,09	0,13	0,13
Cutot(ppm)	150,00	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,11	0,05
Crtot(ppm)	110,00	0,25	0,10	0,07	0,07	0,07	0,16	0,07
Fetot(%)	4,00	0,61	0,26	0,17	0,20	0,10	0,95	0,15
Mntot(ppm)	1100,00	0,85	0,18	0,11	0,27	0,09	0,08	0,22
Hgtot(ppm)	1,10	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Nitot(ppm)	49,00	0,49	0,47	0,39	0,43	0,42	0,42	0,42
Zntot(ppm)	460,00	0,30	0,04	0,02	0,03	0,02	0,05	0,02



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

d) Valores Guias da Qualidade

ERL (Intervalo de efeito Baixo) ; ERM (Intervalo de Efeito Médio).

Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas taxas estabelecidas na concepção ERL-ERM. A razão matemática entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos de correntes no Arroio Candiota foram comparadas com os valores de referencia, SQG, na concepção ERL-ERM. Os resultados estão nas tabelas 5.16 e 5.17, na forma de índices. Esta são as referencias adotadas pelo CONAMA, Resolução 344.

Tabela 5.16 - Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração Intervalo de efeito baixo (ERL), concepção ERL-ERM, campanha amostral "V" (Abril de 2013). As taxas comparativas ERL para obter as razões foram expressas em % para o Fe e o Al e em ppm para os demais elementos.

Estações	IndERL	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)								
Astot(ppm)	8,2	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	2,05	0,98
Cdtot(ppm)	1,2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Pbtot(ppm)	46,7	0,46	0,29	0,36	0,30	0,25	0,35	0,37
Cutot(ppm)	34	0,43	0,24	0,24	0,24	0,24	0,50	0,24
Crtot(ppm)	81	0,34	0,13	0,10	0,10	0,10	0,22	0,10
Fetot(%)								
Mntot(ppm)								
Hgtot(ppm)	0,15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Nitot(ppm)	20,9	1,16	1,10	0,92	1,00	0,99	0,98	0,99
Zntot(ppm)	150	0,93	0,13	0,07	0,09	0,07	0,15	0,08



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.17 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração Intervalo de efeito médio (ERM), concepção ERL-ERM, campanha amostral “V” (Abril de 2013). As taxas comparativas ERM para obter as razões foram expressas em % para o Fe e o Al e em ppm para os demais elementos.

Estações	IndERM	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)								
Astot(ppm)	70	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,24	0,11
Cdtot(ppm)	9,6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pbtot(ppm)	218	0,10	0,06	0,08	0,06	0,05	0,08	0,08
Cutot(ppm)	270	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,03
Crtot(ppm)	370	0,07	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02
Fetot(%)								
Mntot(ppm)								
Hgtot(ppm)	0,71	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Nitot(ppm)	51,6	0,47	0,44	0,37	0,41	0,40	0,40	0,40
Zntot(ppm)	410	0,34	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03

e)As taxas CETESB

Os valores Guias TEL-PEL .

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 Figura 5.1 apresenta-se a proposta para a classificação de contaminantes químicos em cinco faixas de qualidade e sua relação com o critério atualmente utilizado.

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.



Figura 5.1 – Resumem-se os elementos que compõe os critérios de avaliação da Qualidade dos sedimentos da CETESB utilizando as análises químicas nos sedimentos, a toxicidade e a comunidade betônica. Modificado de CETESB (2007).

Tabela 5.18 - Resultado da aplicação da concepção utilizada pela CETESB na avaliação da qualidade dos sedimentos para o Estado de São Paulo, nos sedimentos de corrente do Arroio Candiota, Campanha “U”, Abril de 2013.

Estações	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)							
Astot(ppm)	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Regular	Boa
Cdtot(ppm)	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima
Pbtot(ppm)	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima
Cutot(ppm)	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima
Crtot(ppm)	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima
Fetot(%)							
Mntot(ppm)							
Hgtot(ppm)	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima
Nitot(ppm)	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Zntot(ppm)	Boa	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

f) 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 apresentados são vários aqueles apresentados por BOWEN (1979), TURENKIAN E WADEPOHL (1961).

Nas Tabelas 5.19 a 5.21 estão às razões, os índices calculados para três referencias utilizados normalmente pela geologia ortodoxa, as taxas medias encontradas na Crosta Terrestre, nos sedimentos e a "unidade Clarke", este ultimo é um valor atribuído para a prospecção geoquímica para medir concentrações que possam indicar uma ocorrência econômica importante de substancia, 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.

Os valores $< 1,0$ é a Contaminação Baixa; entre 1 e 3 Contaminação Moderada; entre 3 e 6 Considerável Contaminação; e >6 Muito alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.19- Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral "U" (Abril de 2013), considerando como nível de base os valores encontrados para a crosta terrestre, expressos em valores numéricos da razão, sem unidade. As taxas comparativas CROSTA para obter as razões foram expressas em % para o Fe e o Al e, em ppm para os demais elementos.

Estações	Crosta	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)	8,2	0,26	0,08	0,08	0,07	0,08	0,09	0,08
Astot(ppm)	1,5	5,40	5,33	5,33	5,33	5,33	11,20	5,33
Cdtot(ppm)	0,11	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Pbtot(ppm)	14	1,55	0,96	1,20	0,99	0,84	1,17	1,22
Cutot(ppm)	50	0,29	0,16	0,16	0,16	0,16	0,34	0,16
Crtot(ppm)	100	0,28	0,11	0,08	0,08	0,08	0,18	0,08
Fetot(%)	4,1	0,60	0,26	0,17	0,19	0,10	0,93	0,14
Mntot(ppm)	950	0,98	0,20	0,13	0,32	0,10	0,10	0,25
Hgtot(ppm)	0,05	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Nitot(ppm)	80	0,30	0,29	0,24	0,26	0,26	0,26	0,26
Zntot(ppm)	75	1,87	0,27	0,14	0,19	0,15	0,30	0,15

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

Tabela 5.20 - Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral "V" (Abril de 2013), considerando como nível de base os valores encontrados para os sedimentos, expressos em valores numéricos da razão, sem unidade. As taxas comparativas SEDIMENTOS para obter as razões foram expressas em % para o Fe e o Al e, em ppm para os demais elementos.

Estações	Sedimentos	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)	7,2	0,30	0,09	0,09	0,08	0,09	0,10	0,09
Astot(ppm)	7,7	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	2,18	1,04
Cdtot(ppm)	0,17	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Pbtot(ppm)	19	1,14	0,71	0,88	0,73	0,62	0,86	0,90
Cutot(ppm)	33	0,45	0,24	0,24	0,24	0,24	0,51	0,24
Crtot(ppm)	72	0,38	0,15	0,11	0,11	0,11	0,25	0,11
Fetot(%)	4,1	0,60	0,26	0,17	0,19	0,10	0,93	0,14
Mntot(ppm)	770	1,21	0,25	0,16	0,39	0,13	0,12	0,31
Hgtot(ppm)	0,19	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Nitot(ppm)	52	0,47	0,44	0,37	0,40	0,40	0,39	0,40
Zntot(ppm)	95	1,47	0,21	0,11	0,15	0,11	0,23	0,12

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.21 - Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral "V" (Abril de 2013), considerando como nível de base os valores determinados como o fator CLARKE, expressos em valores numéricos da razão, sem unidade. As taxas comparativas CLARKE para obter as razões foram expressas em % para o Fe e o Al e, em PPM para os demais elementos.

Estações	Clarke	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V
Altot(%)	8,36	0,25	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08
Astot(ppm)	1,8	4,50	4,44	4,44	4,44	4,44	9,33	4,44
Cdtot(ppm)	0,16	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Pbtot(ppm)	13	1,67	1,04	1,29	1,07	0,90	1,26	1,32
Cutot(ppm)	68	0,22	0,12	0,12	0,12	0,12	0,25	0,12
Crtot(ppm)	122	0,23	0,09	0,07	0,07	0,07	0,15	0,07
Fetot(%)	6,2	0,40	0,17	0,11	0,13	0,06	0,61	0,09
Mntot(ppm)	1060	0,88	0,18	0,12	0,28	0,09	0,09	0,22
Hgtot(ppm)	0,08	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
Nitot(ppm)	99	0,24	0,23	0,19	0,21	0,21	0,21	0,21
Zntot(ppm)	76	1,84	0,26	0,14	0,18	0,14	0,29	0,15

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

5.5.3 TOXICIDADE DOS SEDIMENTOS

Foram utilizados organismos para verificar a toxicidade dos sedimentos, o 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Esta espécie tem sido 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 corrente do Arroio Candiota foram avaliadas, nas sete estações de interesse através de testes de toxicidade aguda com *Hyalella 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 corrente 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 *Hyalella azteca*. Já que são inúmeros os organismos padronizados e recomendados por normas internacionais, dentre eles os organismos *Hyalella azteca*.

Com a finalidade de avaliar o efeito de toxicidade do sedimento para *Hyalella 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A metodologia adotada na realização dos testes foi a preconizada por ABNT NBR 15470/2007-Ecologia aquática-Toxicidade em sedimento-Método de ensaio com *Hyalella azteca* (Amphipoda).

Na Tabela 5.21 estão os resultados dos testes de ecotoxicologia para as sete estações amostrais deste estudo, na Campanha Amostral de Abril de 2013.

Tabela 5.21 - Toxicidade dos sedimentos para a campanha amostral "V", Abril de 2013. A expressão toxicidade detectada significa que a amostra ensaiada causa efeito deletério (morte ou redução do crescimento em peso em valores significativamente $p=0,05$ diferente do apresentado pelo grupo de controle).

Amostras	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Sobrevivência	OBS.:	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Crescimento
Ponto 01	Não Detectada	15% de mortalidade	Não Detectada
Ponto 02	Detectada	17,5% de mortalidade	/
Ponto 03	Detectada	35% de mortalidade	/
Ponto 04	Não Detectada	0% de mortalidade	Não Detectada
Ponto 05	Detectada	55% de mortalidade	/
Ponto 06	Detectada	37,5% de mortalidade	/
Ponto 07	Não Detectada	10% de mortalidade	Não Detectada

Toxicidade Detectada: Significa que a amostra ensaiada causa efeito deletério (morte ou redução do crescimento em peso) em valores significativamente ($p=0,05$) diferente do apresentado pelo grupo controle.

5.6 Considerações Finais

A química, a física e testes de toxicidade os dos sedimentos, juntamente com a situação da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, serão utilizados na tríade dos sedimentos que será devidamente apresentada e discutida no relatório final.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

6. Bioindicadores Ambientais: FITOPLÂNCTON, 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 01 a 03 de abril de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando entre 18 a 29 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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 cm² de material de cada seixo, formando uma amostra composta de 125 cm². O material foi coletado de seixos submersos e orientados para a velocidade da corrente. A remoção do perifíton se deu 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).

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).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estimou-se o número de indivíduos por cm² 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 cm²

n = número total de indivíduos contados

V = volume da amostra com material raspado

v = volume dos campos contados

S = superfície do substrato em cm²

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.

Na presente coleta não foi possível amostrar a comunidade periférica no ponto 5, por se tratar de um ambiente sem a presença de seixos.



6.4 Resultados e Considerações : Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

6.4.1 Fitoplâncton

A análise quantitativa do fitoplâncton registrou 65 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 seis classes algais: Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Zignematophyceae. Neste estudo ocorreu predominância das Bacillariophyceae (diatomáceas), com 58% das espécies identificadas, seguidas das Chlorophyceae (clorofíceas) com 23%, Euglenophyceae com 11% e os demais grupos, totalizando 8 % (Fig. 6.1).

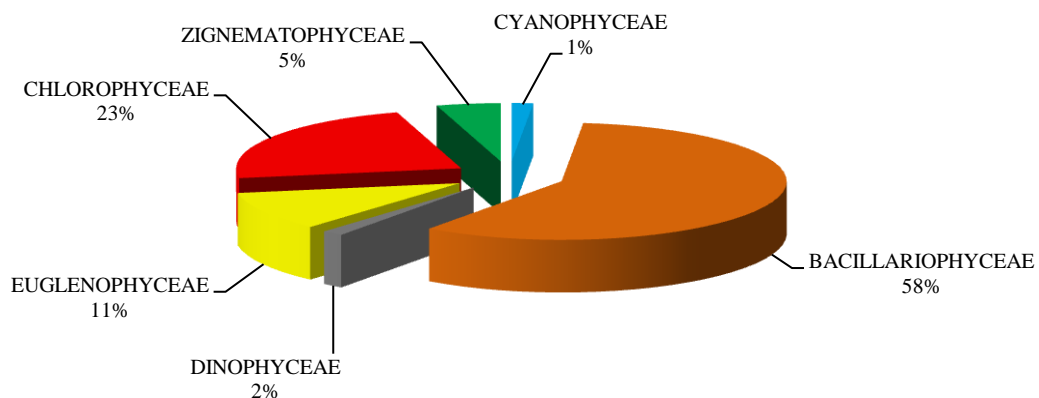


Figura 6.1- Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, abril/2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A análise da densidade por classes de algas em cada ponto de coleta (Figura 6.2) destaca também as diatomáceas como os táxons predominantes nos sete pontos de coleta no mês de abril de 2013.

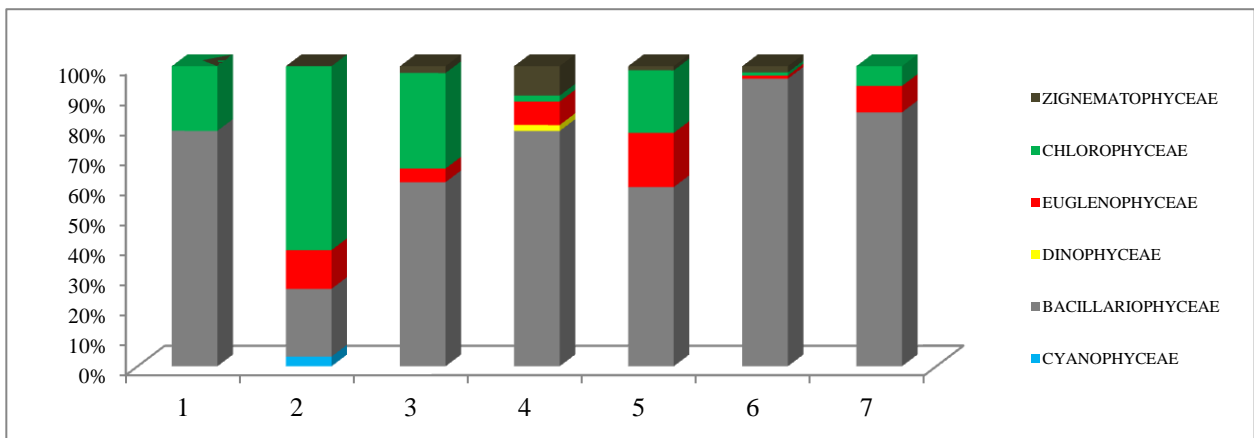


Figura 6.2- Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, abril/2013.

A classe das clorófitas esteve presente em todos os pontos de coleta, porém em menor densidade, destacando-se no Ponto 2 com a maior densidade algal. As euglenófitas foram registradas em seis pontos de coleta, não sendo registradas somente no Ponto 2. As zignematófitas tiveram registro em quatro locais, Pontos 3, 4, 5 e 6.

• Espécies Abundantes

A análise da densidade algal permitiu o registro de 30 espécies que se destacaram na comunidade fitoplanctônica por serem consideradas abundantes:



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

BACILLARIOPHYCEAE

Amphipleura lindheimeri
Amphora sp
Aulacoseira ambigua
Aulacoseira granulata
Encyonema mesianum
Eunotia sp1
Fragilaria sp
Frustulia sp
Gomphonema sp2
Gyrosigma acuminatum
Gyrosigma sp
Hantzschia amphyoaxis
Melosira varians
Navicula sp1
Nitzschia palea
Nitzschia sigmoidea
Nitzschia/Fragilaria
Selaphora pupula
Surirella cf angusta
Synedra acus
Diatomácea 1

EUGLENOPHYCEAE

Euglena sp
Trachelomonas cf
volvocina
Trachelomonas sp

CHLOROPHYCEAE

Koliella sp
Monoraphidium contortum
Monoraphidium irregulare
Scenedesmus ecornis
Scenedesmus linearis

ZIGNEMATOPHYCEAE

Zignematofícea 1
(filamentosa)



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

• Estrutura da Comunidade Fitoplanctônica

A estrutura da comunidade foi analisada através da densidade, riqueza específica e diversidade de Shannon (Tabela 6.1).

Tabela 6.1: Relação da densidade, riqueza e diversidade fitoplanctônica nos sete pontos de coleta, abril de 2013.

	PONTOS DE COLETA							
	1	2	3	4	5	6	7	
CYANOPHYCEAE								
1	Cianobactéria (cocóide)							4
BACILLARIOPHYCEAE								
2	<i>Amphipleura lindheimeri</i>							15
3	<i>Amphora</i> sp							12
4	<i>Aulacoseira ambigua</i>							7
5	<i>Aulacoseira granulata</i>							6
6	<i>Cocconeis placentula</i>							2
7	<i>Cymbella tumida</i>							2
8	<i>Encyonema mesianum</i>							2
9	<i>Eunotia</i> sp1							8
10	<i>Fragilaria</i> cf <i>capucina</i>							21
11	<i>Fragilaria</i> sp							4
12	<i>Frustulia</i> cf <i>saxonica</i>							10
13	<i>Frustulia</i> sp							5
14	<i>Gomphonema</i> cf <i>brasiliense</i>							2
15	<i>Gomphonema parvulum</i>							2
16	<i>Gomphonema</i> sp1							3
17	<i>Gomphonema</i> sp2							2
18	<i>Gyrosigma acuminatum</i>							7
19	<i>Gyrosigma</i> sp							10
20	<i>Hantzschia amphyoxis</i>							5
21	<i>Melosira varians</i>							4
22	<i>Navicula</i> sp1							9
23	<i>Navicula</i> sp2							8
24	<i>Nitzschia clausii</i>							3
25	<i>Nitzschia intermedia</i>							2
26	<i>Nitzschia palea</i>							4
27	<i>Nitzschia reversa</i>							10
28	<i>Nitzschia sigmoidea</i>							5
29	<i>Nitzschia</i> cf <i>vermicularis</i>							14
30	<i>Nitzschia</i> sp							2
31	<i>Nitzschia/Fragilaria</i>							80
32	<i>Pinnularia</i> cf <i>interrupta</i>							13



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

33	<i>Pinnularia</i> sp1					12	2	
34	<i>Selaphora pupula</i>	13			5			
35	<i>Surirella</i> cf <i>angusta</i>					41		
36	<i>Synedra acus</i>	7			3		4	
37	Diatomácea 1	16		14	2	7	8	
38	Diatomácea 2	2						
39	Diatomácea 3			2				
DINOPHYCEAE								
40	<i>Peridinium</i> sp1			2				
EUGLENOPHYCEAE								
41	<i>Euglena</i> sp		2		13	2	4	
42	<i>Strombomonas</i> cf <i>deflandrei</i>						2	
43	<i>Strombomonas scabra</i> var <i>ovata</i> f. <i>minor</i>				2			
44	<i>Strombomonas verrucosa</i>						8	
45	<i>Strombomonas</i> sp	6						
46	<i>Trachelomonas</i> cf <i>volvocina</i>	10			6			
47	<i>Trachelomonas</i> sp		2	7			2	
CHLOROPHYCEAE								
48	<i>Desmodesmus bicaudatus</i>				2			
49	<i>Desmodesmus nanus</i>				2			
50	<i>Desmodesmus opoliensis</i>				3			
51	<i>Desmodesmus quadricauda</i>	4	2					
52	<i>Koliella</i> sp	22	2	23				
53	<i>Monoraphidium contortum</i>		37		5		2	
54	<i>Monoraphidium irregulare</i>				10		10	
55	<i>Monoraphidium tortile</i>		2					
56	<i>Pandorina morun</i>					2		
57	<i>Scenedesmus ecornis</i>		10					
58	<i>Scenedesmus linearis</i>		15		2			
59	<i>Scenedesmus producto-capitatus</i>				2			
60	<i>Scenedesmus smithii</i>				2			
61	<i>Schroderia</i> sp		2					
62	Clorofíceia 1		4					
ZIGNEMATOPHYCEAE								
63	<i>Closterium</i> sp				2			
64	Zignematofíceia 1 (filamentosa)		2	9				
65	Zignematofíceia 2 (filamentosa)					4		
DENSIDADE (Ind./ml)		117	119	72	92	115	171	175
RIQUEZA (Nº táxons)		19	16	13	16	22	9	20
DIVERSIDADE (H')		2,64	2,34	2,17	2,58	2,69	1,52	2,56



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Na Figura 6.3 é possível visualizar a densidade do fitoplâncton nos sete pontos de coleta, destacando-se os Pontos 7 (175 ind./ml) e Ponto 6 (171 ind./ml), com os maiores valores, e o Ponto 3 (72 ind./ml) com o menor valor.

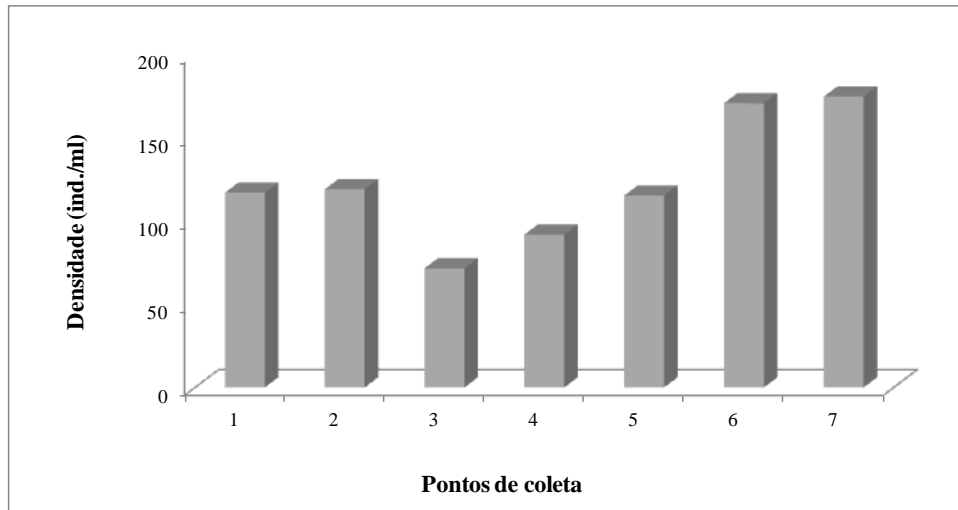


Figura 6.3 Distribuição da Densidade do fitoplâncton (ind./ml) nos sete pontos de coleta, abril/2013.

A análise da riqueza específica (Figura 6.4) mostra que o Ponto 5 apresentou o maior número de táxons (20), enquanto o menor valor foi registrado no Ponto 6, com 9 táxons.

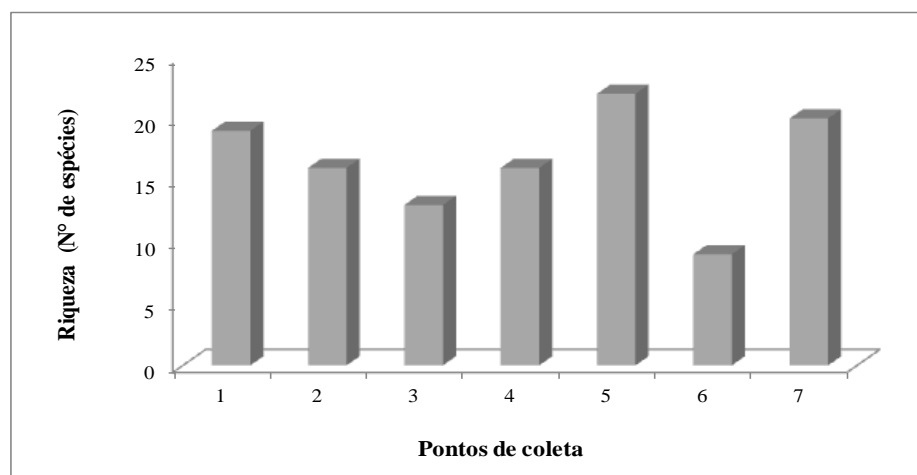


Figura 6.4 - Distribuição da Riqueza de táxons algais nos sete pontos de coleta, abril/2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Avaliando o índice de diversidade de Shannon (Figura 6.5) entre os pontos amostrados, àquele relativo ao Ponto 5 apresentou o maior valor (2,69 bit.ind⁻¹), enquanto no Ponto 6 (1,52 bit.ind⁻¹) foi registrada a menor diversidade. Este baixo valor de diversidade foi causado pela presença da diatomácea *Nitzschia palea* que predominou sobre as demais espécies neste ponto de coleta.

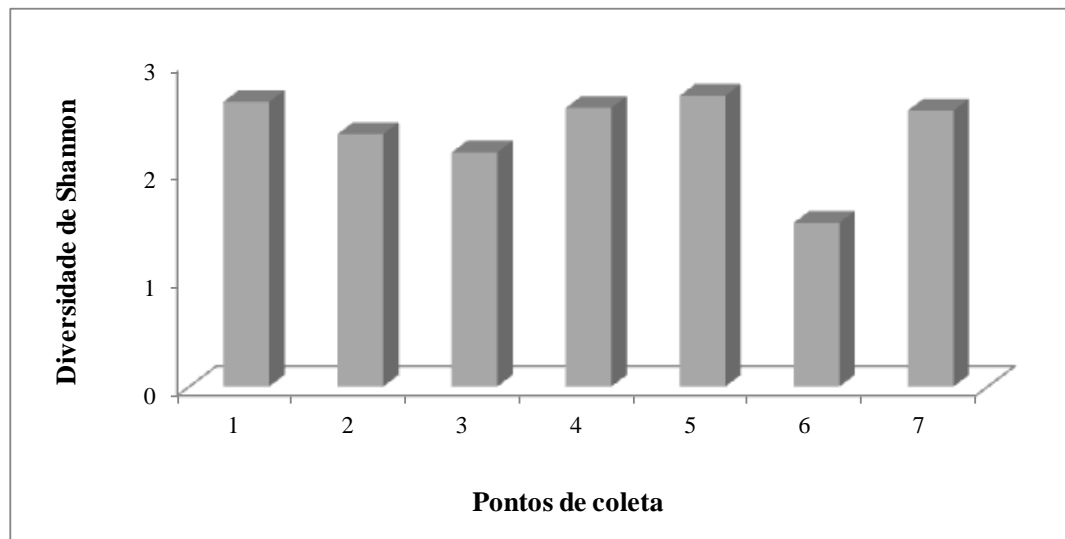


Figura 6.5: Distribuição da Diversidade de Shannon nos sete pontos de coleta, abril/2013.

ANÁLISE QUALITATIVA

A análise qualitativa do fitoplâncton (Tabela 6.2) registrou 61 táxons distribuídos em seis classes algais: Cyanophyceae, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Zignematophyceae. As riquezas específicas registradas nos sete pontos apresentaram valores entre 15 a 23 táxons, sendo o Ponto 5 o que apresentou a maior riqueza específica.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6.2: Relação da presença e riqueza fitoplanctônica nos sete pontos de coleta durante a análise qualitativa, abril/2013.

	PONTOS DE COLETA						
	1	2	3	4	5	6	7
CYANOPHYCEAE							
1 <i>Phormidium</i> sp					X		
2 Cianobactérias filamentosas							X
CHRYSOPHYCEAE							
3 <i>Malomonas</i> sp		X					
4 <i>Synura uvella</i>		X					
BACILLARIOPHYCEAE							
5 <i>Amphipleura lindheimeri</i>	X		X		X		X
6 <i>Aulacoseira ambigua</i>				X			
7 <i>Aulacoseira granulata</i>		X		X	X	X	
8 <i>Capartogramma crucicola</i>							X
9 <i>Cocconeis placentula</i>			X	X	X		
10 <i>Cyclotella meneghiniana</i>			X				
11 <i>Encyonema mesianum</i>	X		X	X			
12 <i>Encyonema minutum</i>			X				
13 <i>Eunotia</i> sp1						X	
14 <i>Eunotia</i> sp2			X				
15 <i>Fragilaria</i> sp		X		X			
16 <i>Frustulia</i> cf <i>saxonica</i>	X						
17 <i>Frustulia</i> sp	X				X		X
18 <i>Gomphonema parvulum</i>		X	X	X			
19 <i>Gomphonema</i> sp1	X						
20 <i>Gomphonema</i> sp2				X			
21 <i>Gyrosigma acuminatum</i>	X		X		X		X
22 <i>Gyrosigma</i> sp							X
23 <i>Hantzschia amphyoaxis</i>	X						X
24 <i>Melosira varians</i>		X		X	X		X
25 <i>Navicula</i> sp1	X	X	X		X		X
26 <i>Nitzschia clausii</i>	X			X	X		
27 <i>Nitzschia intermedia</i>							X
28 <i>Nitzschia palea</i>	X		X	X	X	X	X
29 <i>Nitzschia reversa</i>					X		
30 <i>Nitzschia sigmoidea</i>				X			
31 <i>Nitzschia</i> cf <i>vermicularis</i>					X		
32 <i>Nitzschia</i> sp						X	X
33 <i>Nupela</i> sp					X		X
34 <i>Pinnularia</i> cf <i>interrupta</i>						X	
35 <i>Pinnularia</i> sp1						X	
36 <i>Pleurosira laevis</i>		X	X		X		



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

37	<i>Selaphora pupula</i>	X				X		
38	<i>Stauroneis sp</i>							X
39	<i>Surirella cf angusta</i>						X	
40	<i>Surirella cf linearis</i>				X			
41	<i>Surirella sp</i>							X
42	<i>Synedra acus</i>	X				X		X
43	Diatomácea 1	X			X		X	X
44	Diatomácea 2							X
EUGLENOPHYCEAE								
45	<i>Euglena sp</i>		X	X		X	X	X
46	<i>Strombomonas verrucosa</i>							X
47	<i>Strombomonas sp</i>		X					
48	<i>Trachelomonas oblonga</i>		X			X		
49	<i>Trachelomonas cf volvocina</i>		X			X		
50	<i>Trachelomonas sp</i>				X			
CHLOROPHYCEAE								
51	<i>Ankistrodesmus bibraianus</i>							X
52	<i>Desmodesmus opoliensis</i>					X		
53	<i>Desmodesmus quadricauda</i>	X	X					
54	<i>Koliella sp</i>	X		X				
55	<i>Monoraphidium contortum</i>	X	X			X		
56	<i>Monoraphidium irregulare</i>	X		X	X	X		X
57	<i>Monoraphidium tortile</i>		X					
58	<i>Pandorina morun</i>			X	X		X	
59	<i>Scenedesmus ecornis</i>		X					
60	<i>Scenedesmus linearis</i>		X			X		
ZIGNEMATOPHYCEAE								
61	Zignematofícea 1 (filamentosa)				X			
RIQUEZA (Nº táxons)		17	17	15	17	23	10	22



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

6.4.2 Perifiton

Foram registrados 81 táxons de algas (Tabela 6.3), identificados, sempre que possível, a nível específico. Os grupos de algas encontrados foram Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae e Cyanobacteria. A classe Bacillariophyceae (diatomáceas) apresentou a maior riqueza, representando 72% dos táxons identificados. Chlorophyceae foi representada por 12% dos táxons, Zygnematophyceae por 11% e Cyanobacteria por 5%.

Assim como nas coletas anteriores, as diatomáceas apresentaram a maior riqueza de táxons por ponto de coleta, representando entre 68% e 86% da riqueza observada em cada ponto (Figura 6.6). As diatomáceas também dominaram em relação à densidade de organismos, representando entre 81% e 97% da densidade total nos pontos de coleta (Figura 6.7).

A predominância de diatomáceas é comum no perifiton de rios e riachos (Allan & Castillo 2007) devido a uma série de características comuns ao grupo, como por exemplo, a capacidade de adesão a substratos através de estruturas especializadas que secretam mucilagem e as rápidas taxas de crescimento (Steinman & McIntire 1990).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6.3 Densidade numérica das espécies de Perifíton coletadas em abril de 2013.

Tabela 2. Densidade absoluta das espécies perifíticas (ind.cm2) coletadas em abril de 2013.						
	P1	P2	P3	P4	P6	P7
BACILLARIOPHYCEAE						
<i>Achnanthes</i> sp.	0	0	0	0	0	204
<i>Achnantheidium exiguum</i>	0	0	265	0	0	0
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	631	331	1909	169	0	1909
<i>Amphipleura</i> sp.	0	24	795	0	0	1840
<i>Aulacoseira granulata</i>	0	284	0	0	454	0
<i>Capartogramma</i> sp.	0	0	106	0	0	136
cf. <i>Caloneis</i>	0	0	53	0	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	60	142	318	120	0	682
<i>Cymbella affinis</i>	0	0	318	0	0	0
<i>Cymbella</i> sp. 3	30	0	106	0	0	0
<i>Cymbella tumida</i>	0	24	106	0	0	0
<i>Diploneis</i> sp. 1	0	0	318	0	0	204
<i>Diploneis</i> sp. 2	0	0	106	0	0	0
<i>Encyonema minutum</i>	331	189	5567	120	76	6953
<i>Encyonema perpusillum</i>	0	0	0	0	0	5862
<i>Encyonema</i> sp. 1	60	166	212	48	0	136
<i>Eunotia exigua</i>	0	0	0	0	47714	0
<i>Fragilaria capucina</i>	30	0	0	0	227	0
<i>Frustulia</i> sp. 2	60	71	53	0	0	613
<i>Frustulia</i> sp. 1	0	0	0	0	1515	0
cf. <i>Geissleria</i>	0	0	265	0	0	0
<i>Gomphonema angustatum</i>	0	0	212	0	0	682
<i>Gomphonema</i> sp. 3	120	142	742	0	0	273
<i>Gomphonema olivaceum</i>	180	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	872	402	2280	0	606	1909
<i>Gomphonema truncatum</i>	0	0	265	48	0	0
<i>Gomphonema turris</i>	30	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema</i> sp. 1	270	237	53	0	0	68
<i>Gyrosigma</i> cf. <i>acuminatum</i>	0	0	53	0	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp. 1	120	47	106	0	0	2249
<i>Hantzschia amphioxys</i>	0	0	53	0	0	0
<i>Luticola</i> cf. <i>goeppertiana</i>	150	95	318	0	0	1227
<i>Luticola</i> sp.	0	0	106	0	0	0
<i>Melosira varians</i>	120	71	477	675	227	2999
<i>Navicula cryptocephala</i>	210	260	318	48	0	2181
<i>Navicula cryptotenella</i>	90	118	689	241	0	1704
<i>Navicula</i> sp. 2	60	0	159	0	0	204
<i>Navicula</i> sp. 1	150	95	424	96	0	1295
<i>Nitzschia acicularis</i>	30	0	318	0	0	0
<i>Nitzschia clausii</i>	0	0	53	48	0	204
<i>Nitzschia palea</i>	210	166	477	361	19691	1909
<i>Nitzschia</i> sp. 3	0	0	53	0	0	0
<i>Pinnularia microstauron</i>	60	0	0	0	0	0
<i>Pinnularia subcapitata</i>	0	0	106	0	1742	0
<i>Pinnularia</i> sp. 1	0	0	0	0	0	273
<i>Pinnularia</i> sp. 2	0	24	53	0	0	0
<i>Planothidium frequentissimum</i>	0	0	0	0	0	545
<i>Sellaphora pupula</i>	180	71	53	0	0	545
<i>Sellaphora</i> sp. 1	60	0	0	0	0	0
<i>Stauroneis</i> sp.	0	0	106	0	0	0
<i>Stenopterobia</i> sp.	0	0	0	0	0	273
<i>Surirella linearis</i>	0	0	0	0	1136	477
<i>Surirella robusta</i>	0	0	53	0	0	0
<i>Surirella</i> sp. 1	0	0	0	0	0	545
<i>Synedra</i> sp. 1	0	118	106	24	0	0
<i>Tryblionella levidensis</i>	0	0	0	0	0	68
<i>Tryblionella</i> sp. 2	0	0	159	0	0	0
<i>Ulnaria ulna</i>	120	308	424	48	0	954
TOTAL	4238	3384	18714	2048	73389	39125
CHLOROPHYCEAE						
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0	0	53	0	0	0
<i>Bulbochaete</i> sp.	60	0	0	0	0	0
<i>Chlorococcales</i>	0	237	0	0	227	409
<i>Closteriopsis</i> sp.	0	0	106	0	0	0
<i>Monoraphidium</i> sp.	0	24	106	0	76	0
<i>Oedogonium</i> sp.	0	0	424	24	0	0
<i>Scenedesmus</i> spp.	0	24	212	0	0	0
<i>Schroederia setigera</i>	0	24	0	0	0	0
<i>Stigeoclonium</i> sp.	0	95	106	0	0	0
Filamentosa NI 2	240	213	159	120	0	0
TOTAL	300	615	1166	144	303	409
ZYGNEMATOPHYCEAE						
<i>Closterium</i> sp. 1	0	0	53	0	0	68
<i>Closterium</i> sp. 2	0	0	0	0	0	68
<i>Cosmarium</i> sp. 2	0	95	0	0	0	0
<i>Cosmarium</i> sp. 1	0	24	53	0	0	0
<i>Cosmarium</i> sp. 3	0	0	0	0	0	136
<i>Euastrum</i> sp.	30	0	0	0	0	0
<i>Mougeotia</i> sp.	0	0	0	0	2575	0
<i>Penium</i> sp.	0	0	53	0	0	0
<i>Staurastrum</i> sp. 2	0	24	0	0	0	0
TOTAL	30	142	159	0	2575	273
CYANOBACTERIA						
<i>Anabaena</i> spp.	90	0	0	0	0	0
<i>Lyngbia</i> sp.	0	0	106	24	0	341
<i>Merismopedia</i> spp.	0	0	318	0	0	0
<i>Phormidium</i> sp.	60	24	106	24	0	0
TOTAL	150	24	530	48	0	341
DENSIDADE TOTAL (ind/cm²)	4718	4165	20570	2241	76267	40148
RIQUEZA (n° táxons)	30	32	55	17	13	36
ÍNDICE SHANNON (nats/ind.)	2,96	3,151	3,061	2,305	1,119	2,942
EQUIDADE (J)	0,87	0,909	0,764	0,813	0,436	0,821



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

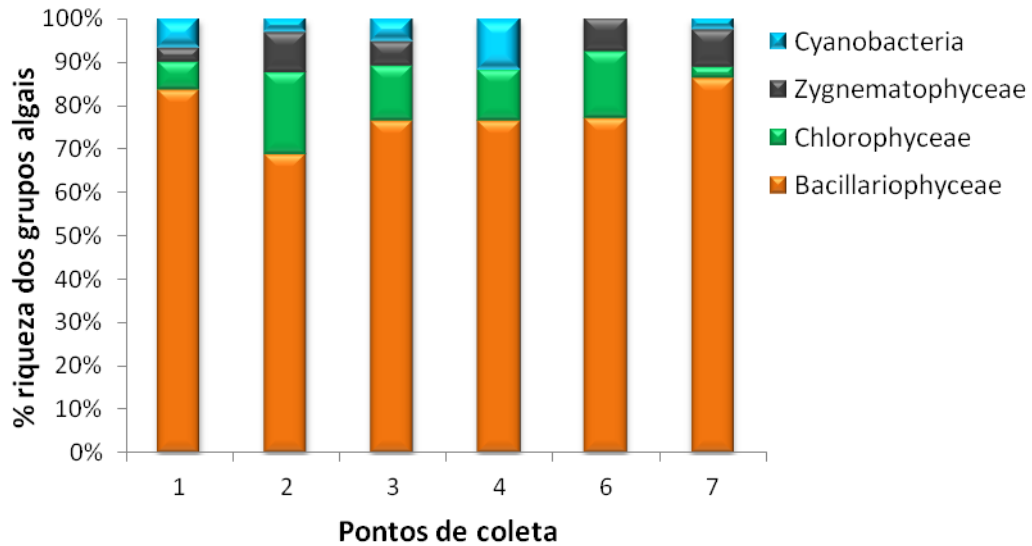


Figura 6.6 - Porcentagem de distribuição da riqueza de táxons dos grupos algais nos seis pontos de coleta em abril/2013.

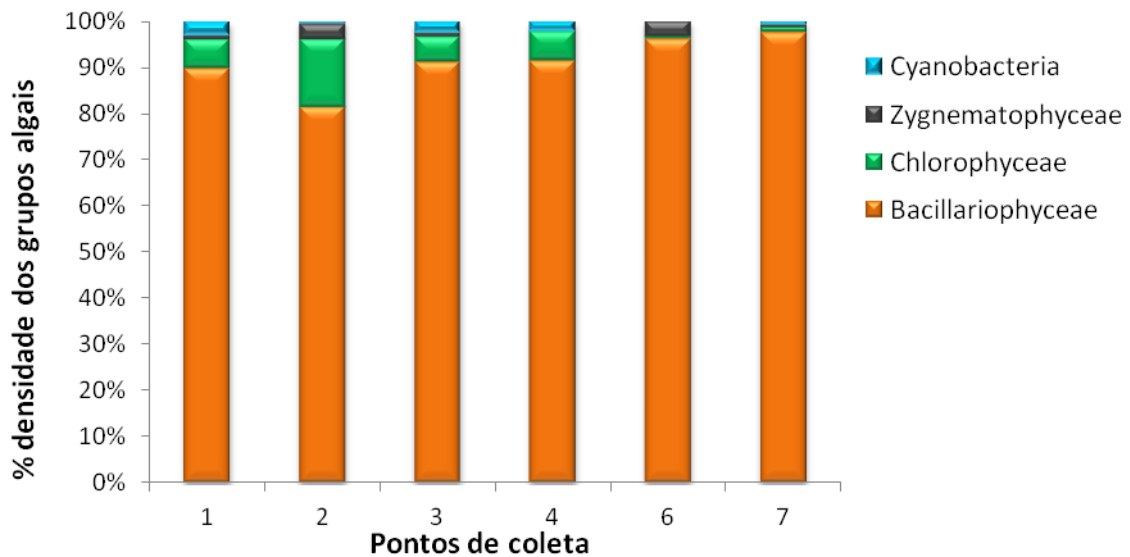


Figura 6.7- Porcentagem de distribuição da densidade dos grupos algais nos seis pontos de coleta em abril/2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Novamente, a menor riqueza de táxons foi observada no ponto 6, que apresentou 13 táxons. Esta característica do ponto 6 já foi observada em diversas campanhas. Os demais pontos apresentaram riquezas variando entre 17 táxons no ponto 4 e 55 táxons no ponto 3 (Fig. 6.8, Tabela 6.3). Com relação à densidade de organismos, o ponto 4 apresentou os menores valores (2241 ind/cm²), enquanto o ponto 6 apresentou a maior densidade (76266 ind/cm²) (Fig. 6.9, Tabela 6.3).

O índice de diversidade de Shannon apresentou valores semelhantes em todos os pontos, com exceção do ponto 6 (resultado este semelhante ao da coleta de janeiro de 2013). O ponto 2 foi o mais diverso (3,151 nats./ind), seguido pelos pontos 3 (3,061 nats./ind.), 1 (2,960 nats./ind.), 7 (2,942 nats./ind.) e 4 (2,305 nats./ind.). O ponto 6 apresentou a menor diversidade (1,119 nats./ind.) (Fig. 6.9). Assim como na coleta de janeiro de 2013 e também em várias coletas realizadas em anos anteriores, a baixa diversidade ocorreu devido ao domínio de uma única espécie, *Eunotia exigua*, cuja densidade atingiu 62% da densidade total no ponto 6. É importante mencionar que esta é a oitava campanha em que o ponto 6 é o ponto com menor diversidade, sendo *Eunotia exigua* comumente dominante neste ponto. O gênero *Eunotia* é descrito na literatura como acidófilo, podendo indicar que o ponto 6 se diferencia neste aspecto dos demais pontos.

Os táxons abundantes no ponto 1 foram *Achnantheidium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema* sp.1, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea*, *Sellaphora pupula* e Filamentosa NI2.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

No ponto 2 foram abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Aulacoseira granulata*, *Cocconeis placentula*, *Encyonema minutum*, *Encyonema* sp.1, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema* sp.1, *Gomphonema* sp.3, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea*, *Ulnaria ulna*, Chlorococcales e Filamentosa NI2.

O ponto 3 apresentou como abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Amphipleura* sp., *Encyonema minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema* sp.3, *Melosira varians*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula* sp.1, *Nitzschia palea*, *Ulnaria ulna* e *Oedogonium* sp.

No ponto 4 foram abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Melosira varians*, *Navicula cryptotenella* e *Nitzschia palea*.

No ponto 6 houve o domínio de *Eunotia exigua*, com 47713 ind/cm². Finalmente, no ponto 7 foram abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Amphipleura* sp., *Encyonema minutum*, *Encyonema perpusillum*, *Gomphonema parvulum*, *Gyrosigma* sp.1, *Luticola* cf. *goeppertiana*, *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula* sp.1, e *Nitzschia palea* (Figura 6.10).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

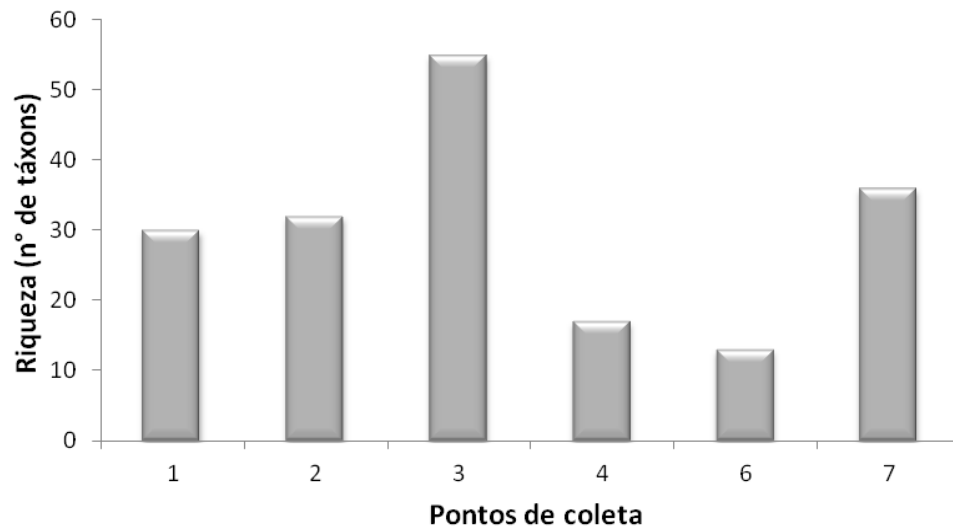


Figura 6.8: Riqueza de algas perifíticas nos seis pontos de coleta em abril de 2013.

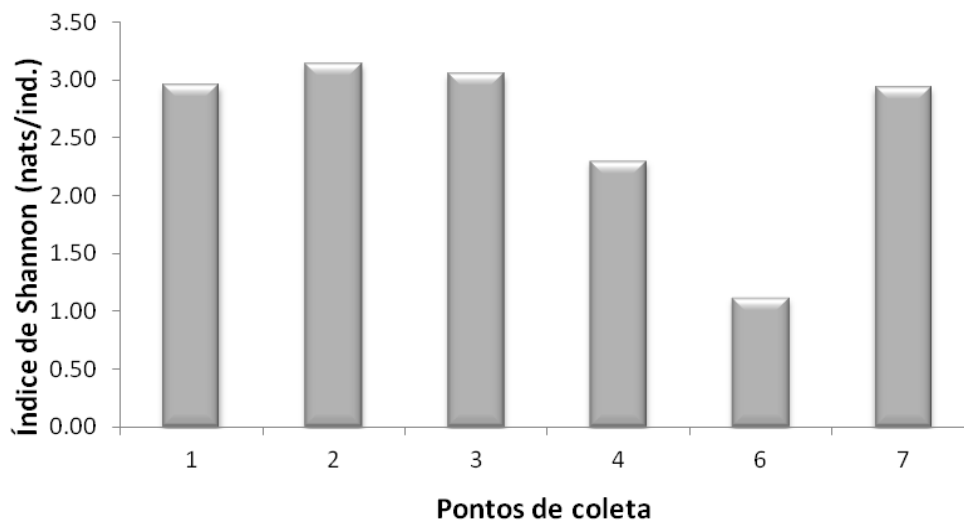


Figura 6.9: Índice de diversidade de Shannon da comunidade de algas perifíticas nos seis pontos de coleta em abril de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

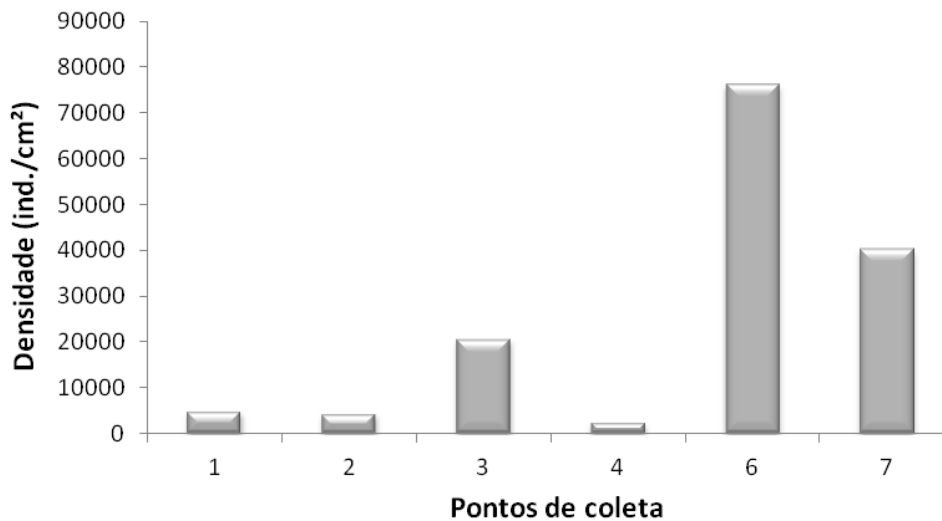


Figura 6.10: Densidade de algas perifíticas nos seis pontos de coleta em abril de 2013.

6.5 Considerações Finais

Os resultados apresentados neste e nos relatórios anteriores, de uma forma geral, mostram as comunidades planctônicas e perifíticas constituídas de espécies registradas normalmente no Brasil, sendo que nenhuma consta nas listas de espécies ameaçadas de extinção.

Os resultados de todas as coletas serão integrados e esta avaliação será apresentada no Relatório Final. Os compartimentos ambientais monitorados fitoplâncton e perifiton têm como responsável técnica a Dra. Catarina da Silva Pedrozo.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

7. Bioindicadores Ambientais: ZOOPLÂNCTON

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 01 a 03 de abril de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando entre 18 a 29 °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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 óptico. Os valores obtidos para densidade absoluta de organismos são expressos em número de indivíduos por metro cúbico (Nº. ind/m³).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 equitatividade ou uniformidade, se refere à distribuição dos organismos nos taxons. A equitatividade 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_{máx} é a diversidade de espécies sob condições de máxima equitatividade, obtida do logaritmo do número de espécies da amostra.



7.4 Resultados e Indicadores e Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

A Tabela 7.1 mostra os resultados relativos a composição e estrutura da comunidade zooplanctônica.

Nesta amostragem, foram identificados 47 taxa, com 43 deles representando o Filo Rotifera, 3 a Ordem Cladocera e 1 representando a SubClasse Copepoda. A Figura 7.1 mostra a dominância da riqueza de Rotifera no sistema, como tem sido observado ao longo de todos os períodos monitorados.

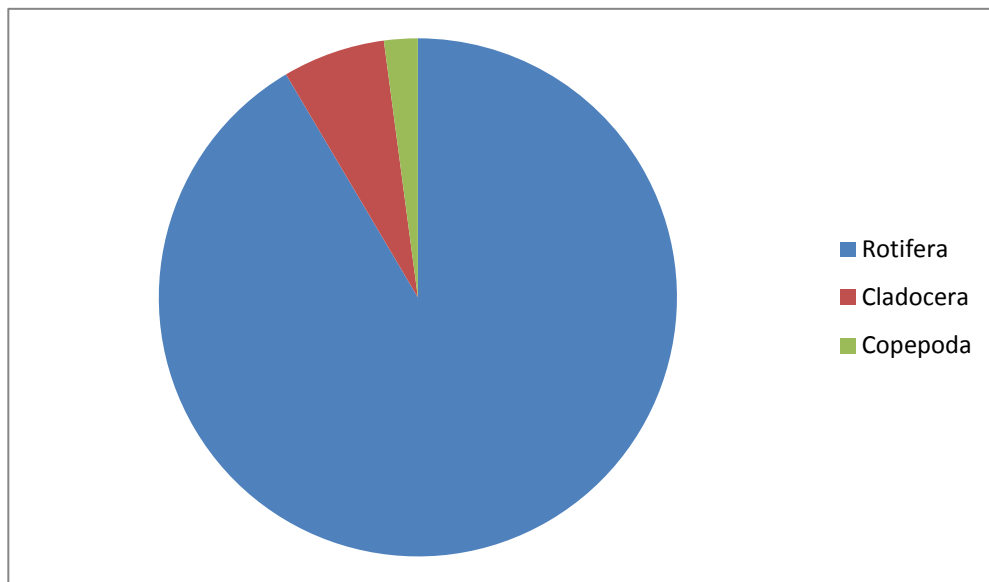


Figura 7.1- Percentual de riqueza das espécies dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais em abril de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 7.1 Densidade absoluta e relativa(%) das espécies zooplanctônicas na coleta de abril/2013

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>Bosminopsis deitersi</i>			3	0,4			383	4,5						
Chydoridae	8	0,7	6	0,7	33	1,4							1300	45,6
<i>Macrothrix triserialis</i>	8	0,7												
COPEPODA														
Náuplio	242	20,3	336	41,6	1433	62,4	3866	45,1	1266	37,3	720	8,4	450	15,8
Copepodito Cyclopoida	8	0,7	33	4,1	333	14,5	700	8,2	133	3,9	50	0,6		
<i>Paracyclops fimbriatus</i>							166	1,9			30	0,3		
ROTIFERA														
<i>Ascomorpha cf. ecaudis</i>			126	15,6			233	2,7	133	3,9			100	3,5
<i>Ascomorpha</i> sp.	16	1,3												
Bdelloidea	100	8,4	10	1,2	133	5,8	683	8,0	266	7,8	30	0,3	250	8,8
<i>Braccionus patulus patulus</i>	8	0,7												
<i>Cephalodella gibba</i>	8	0,7					83	1,0	66	1,9	10	0,1		
<i>Cephalodella</i> sp.											96	1,1		
<i>Colurella obtusa</i>	8	0,7												
<i>Dipleuchlanis propatula</i>	8	0,7	3	0,4										
<i>Euchlanis dilatata</i>	42	3,5												
<i>Filinia longiseta</i>			6	0,7										
<i>Kellicottia bostoniensis</i>			13	1,6									50	1,8
<i>Keratella cochlearis</i>			13	1,6							10	0,1	50	1,8
<i>Keratella cochlearis f. tecta</i>			10	1,2									50	1,8
<i>Keratella lenzi</i>	50	4,2												
<i>Lecane (M) quadridentata</i>									200	5,9				
<i>Lecane (M) monostyla</i>			3	0,4										
<i>Lecane (M) stenroosi</i>	33	2,8	3	0,4			83	1,0						
<i>Lecane bulla bulla</i>	125	10,5	6	0,7	33	1,4			400	11,8	5486	63,9	150	5,3
<i>Lecane flexilis</i>			6	0,7	33	1,4	300	3,5	133	3,9				
<i>Lecane leontina</i>	8	0,7	6	0,7					600	17,7	2140	24,9	150	5,3
<i>Lecane luna</i>	25	2,1			33	1,4	1900	22,2					50	1,8
<i>Lecane cf levistila</i>			3	0,4										
<i>Lecane</i> sp.	8	0,7												
<i>Lecane (M.) lunaris</i>	66	5,5	10	1,2	167	7,3	83	1,0			10	0,1		
<i>Lecane signifera</i>	8	0,7												
<i>Lepadella patella</i>	42	3,5									10	0,1	50	1,8
<i>Lophocharis</i> sp.	25	2,1												
<i>Macrochaetus</i> sp.	175	14,7			100	4,4								
<i>Macrothrix triserialis</i>													50	1,8
<i>Monommata</i> sp.	16	1,3												
<i>Mytilina cf. bicarinata</i>	42	3,5												
<i>Mytilina</i> sp.									66	1,9				
<i>Platyas quadricornis</i>	66	5,5												
<i>Polyarthra cf. vulgaris</i>			56	6,9			83	1,0						
<i>Polyarthra cf. dolichoptera</i>			53	6,6					66	1,9				
<i>Synchaeta oblonga</i>			50	6,2										
<i>Synchaeta</i> sp.			50	6,2										
<i>Testudinella patina dendradena</i>	8	0,7	3	0,4										
<i>Trichotria tectralis</i>	25	2,1											150	5,3
<i>Trichocerca cylindrica</i>	8	0,7												
<i>Trichocerca similis</i>	8	0,7							66	1,9				
Densidade numérica	1194		808		2298		8563		3395		8592		2850	
Riqueza específica	27		21		7		10		10		14		12	
Índice de Div. de Shannon	2,79		2,29		1,71		1,69		1,99		0,79		1,70	
Equitatividade	0,84		0,75		0,88		0,73		0,86		0,34		0,68	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nesta amostragem a composição da comunidade zooplanctônica diferiu entre os pontos amostrais. Para Cladocera, apenas Chydoridae foi frequente no sistema, ocorrendo nos pontos 1, 2, 3 e 6. Copepoda foi representado principalmente pelas formas jovens, náuplios e copepoditos com 100 % de frequência de ocorrência. Náuplios foram dominantes somente no ponto 3.

Rotifera foi representado principalmente pelas espécies do gênero *Lecane*. A espécie de Rotifera dominante foi *Lecane bulla bulla* no ponto 6.

Nesta coleta, os maiores valores de densidade absoluta foram observados nos pontos 4 e 6 (8563 ind.m³, 8592 ind.m³, respectivamente), sendo representados principalmente pelos rotíferos, como mostra a Figura 7.2.

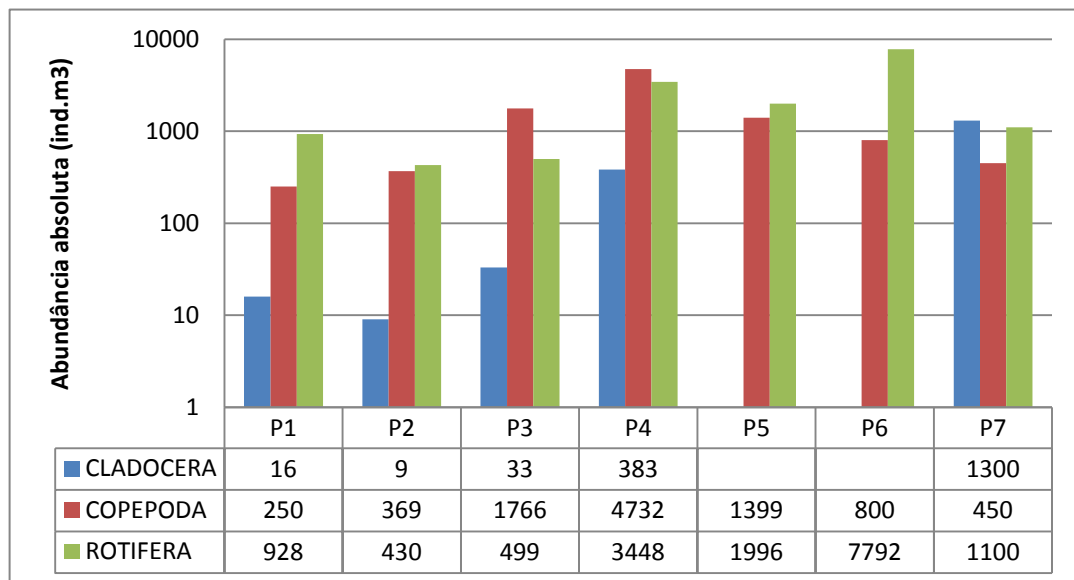


Figura 7.2- Abundância absoluta dos indivíduos dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais em abril de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O Índice de diversidade de Shannon mostrou os pontos 1 e 2 com os maiores valores, 2,79 e 2,29, respectivamente, como mostra a Figura 7.3. Os demais pontos apresentaram valores baixos, variando de 0,79 (ponto 6) a 1,99 (ponto 5), fato que também justifica as baixas equitatividades nestes locais (Figura 7.4).

A riqueza de espécies (Figura 7.5), mostra diferenças entre os pontos amostrados com valores variando de 27 nos pontos 1 até 7 espécies no ponto 3.

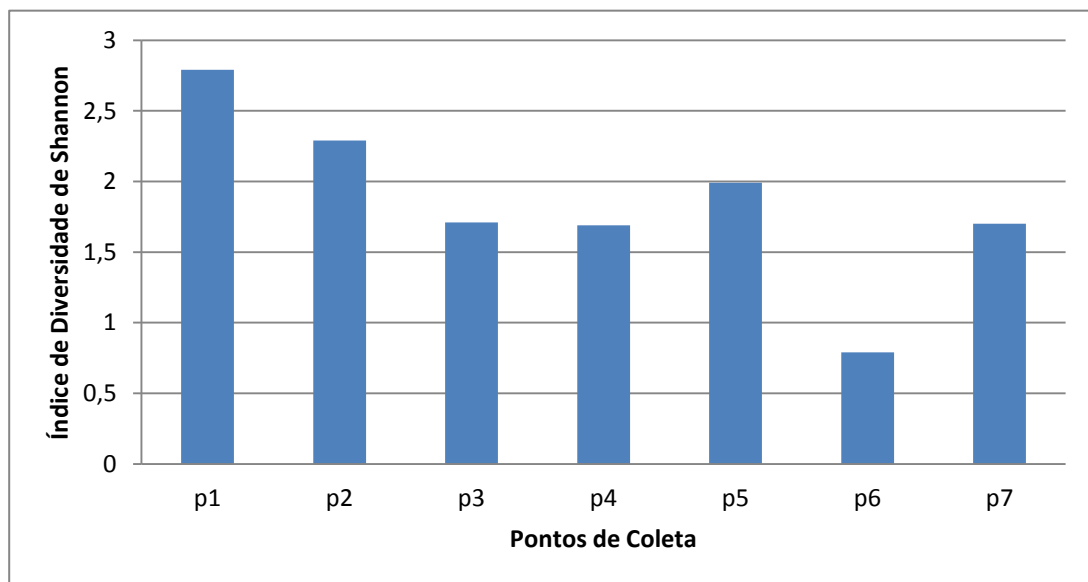


Figura 7.3- Índices de diversidade de Shannon, calculados para a comunidade zooplanctônica nos locais amostrais em abril/2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

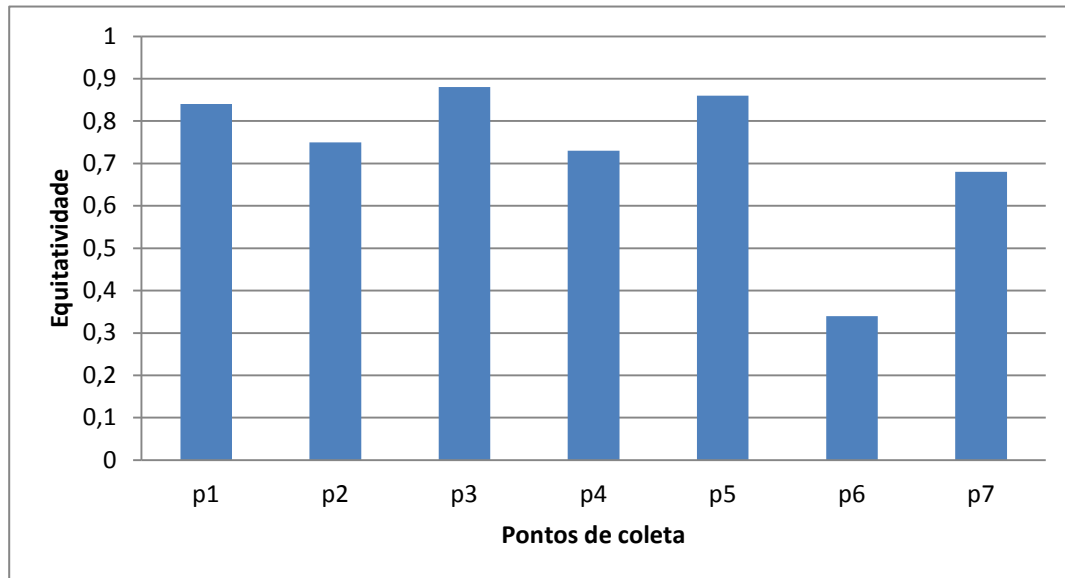


Figura 7.4- Equitatividade observada para a comunidade zooplanctônica nos locais amostrais, em abril/2013.

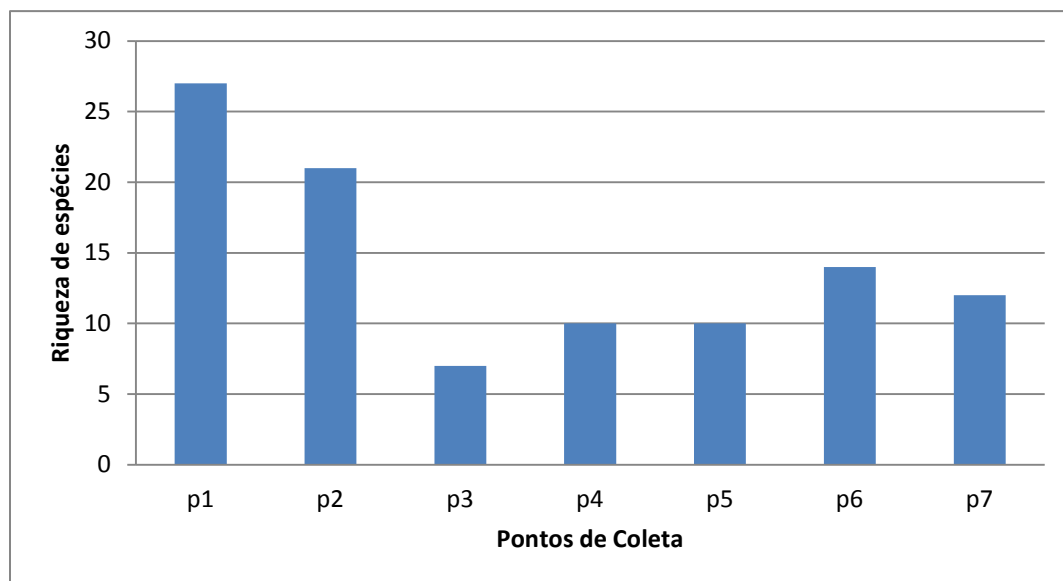


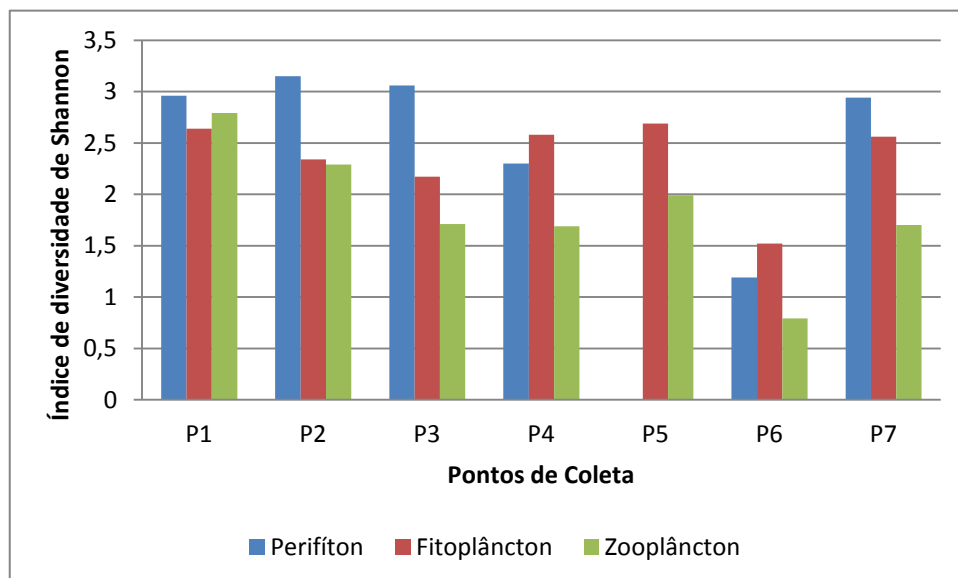
Figura 7.5- Riqueza específica da comunidade zooplanctônica nos locais amostrais, em abril/2013.



7.5 Considerações Finais

Os resultados apresentados neste e nos relatórios anteriores, de uma forma geral, mostram as comunidades planctônicas e perifíticas constituídas de espécies registradas normalmente no Brasil, sendo que nenhuma consta nas listas de espécies ameaçadas de extinção.

Como mostra a Figura 7.6. de uma forma geral, os locais onde as comunidades planctônicas e perifíticas são mais afetadas são os pontos 4, 5 e 6. Nestes locais, os valores de riqueza de espécies e de índice de diversidade de Shannon, calculado para os três grupos de indivíduos, representam o impacto dos diferentes usos da região do entorno sobre estas comunidades aquáticas.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

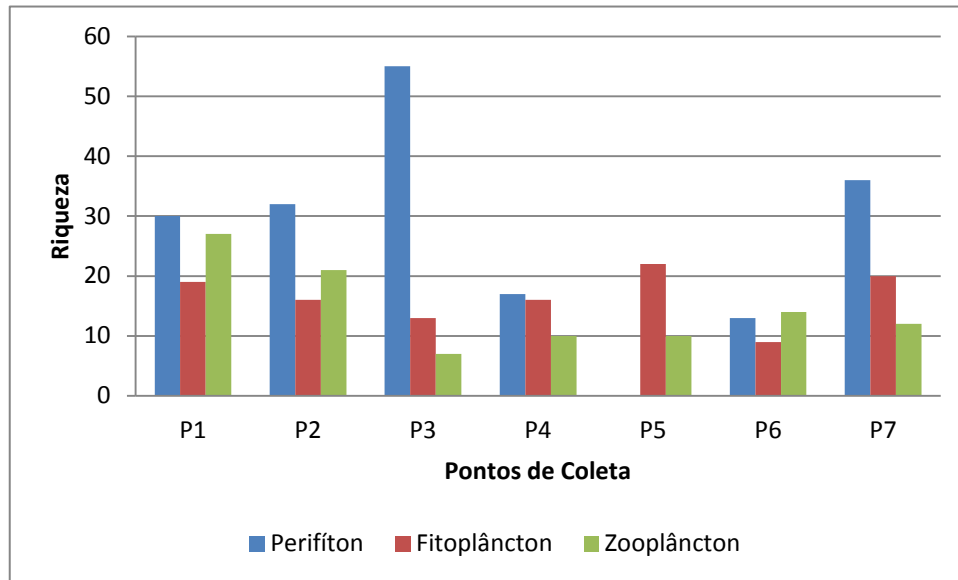


Figura 7.6. : Dados compilados de Diversidade de Shannon e Riqueza de espécies para os diferentes grupos planctônicos e Perifítico investigados no presente estudo no mês de abril de 2013.

Estas são espécies utilizadas como bioindicadoras de condição ambiental, mostrando, com a alteração de sua composição específica, possíveis alterações no ambiente em que vivem, porém, por serem grupos geralmente formados por espécies largamente distribuídas em diferentes regiões do País, não correm risco de serem extintas.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 01 a 03 de abril de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando entre 18 a 29 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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%.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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/m^2), 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: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

Nesta campanha foram coligidos 9.936 organismos distribuídos em diversos táxons. A maior Riqueza de Famílias (número de famílias presentes em cada amostra) foi na PM3, com o registro de 36 táxons.

Conforme exposto na Tabela 8.1, pode-se verificar que nas estações PM1, PM2 e PM4 os valores de riqueza de táxons foram muito próximos. As estações PM5 e PM6 foram os locais de menor valor, apenas 9 e 4 respectivamente. Também nestas estações foram contabilizados os números mais baixos de organismos, respectivamente 224 e 82, conforme pode ser verificado na Figura 8.1.

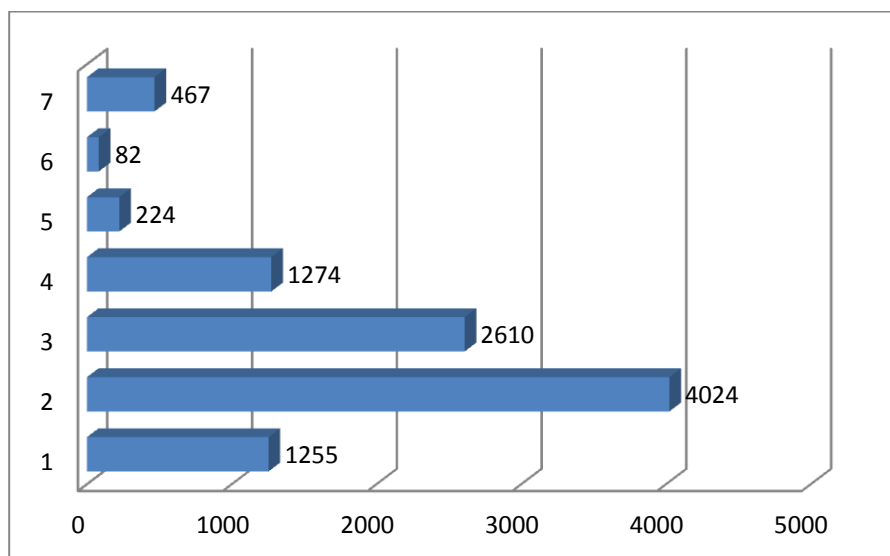


Figura 8.1. Abundância absoluta dos organismos da fauna de invertebrados bentônicos nos sete pontos de monitoramento, abril 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.1. Ocorrência dos táxons da macrofauna bentônica (●) nas estações de coleta campanha amostral de abril de 2013

	1	2	3	4	5	6	7
Aeglidae	●		●				
Ampullariidae			●	●			●
Ancylidae	●	●	●	●			●
Aphididae		●	●	●			●
Baetidae	●	●	●	●	●	●	●
Bivalvia (jovem ni)	●	●			●		●
Caenidae	●	●	●				●
Candonidae	●	●	●				●
Ceratopogonidae	●	●	●	●	●	●	●
Chironomidae	●	●	●	●	●	●	●
Cochliopidae	●	●		●			
Coenagrionidae			●				
Corbiculidae	●	●					
Corydalidae		●	●				
Cypridae			●				
Darwinulidae	●	●					●
Dugesidae		●					
Ephemeridae							●
Elmidae	●	●	●	●			●
Empididae		●	●				
Entomobryidae		●	●	●	●	●	
Glossiphonidae	●	●	●	●			●
Glossosomatidae			●				
Gomphidae	●						●
Hydracarina	●	●	●	●	●		●
Hydraenidae		●					
Hydrophilidae		●					
Hydropsychidae	●	●	●	●			
Hydroptilidae	●	●	●	●			
Hyriidae	●						
Leptoceridae	●		●				
Leptohyphidae	●	●	●	●			
Leptophlebiidae		●	●				
Libellulidae				●			
Limnaeidae			●				



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Limnocytheridae	•						
Naucoridae			•				
Nematoda	•	•	•	•	•		•
Odontoceridae			•				
Oligochaeta	•	•	•	•	•	•	•
Oribatidae	•				•		
Perlidae	•	•	•				
Philopotamidae		•	•				
Psephenidae	•	•	•				
Pyralidae			•				
Simuliidae		•	•	•			
Sphaeriidae					•		•
Staphylinidae	•		•	•			
Tabanidae							•
Tipulidae			•				
Vellidae		•					
Nº de espécimens	1255	4024	2610	1274	224	82	467

Na Tabela 8.1 observam-se os táxons encontrados na campanha de abril de 2013. 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).

• **Biodiversidade e abundância dos táxons nos pontos monitorados**

No PM1 Chironomidae, Bivalvia jovem, (aqueles que são tão jovens que é impossível identificar a família) e Cochliopidae, apresentaram os maiores valores de abundância (Figura 8.2). O cálculo das abundâncias relativas



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

revelou que Chironomidae representou 46,93%, enquanto Bivalvia e Cochliopidae respectivamente 16,73% e 12,11% do total dos invertebrados encontrados neste ponto.

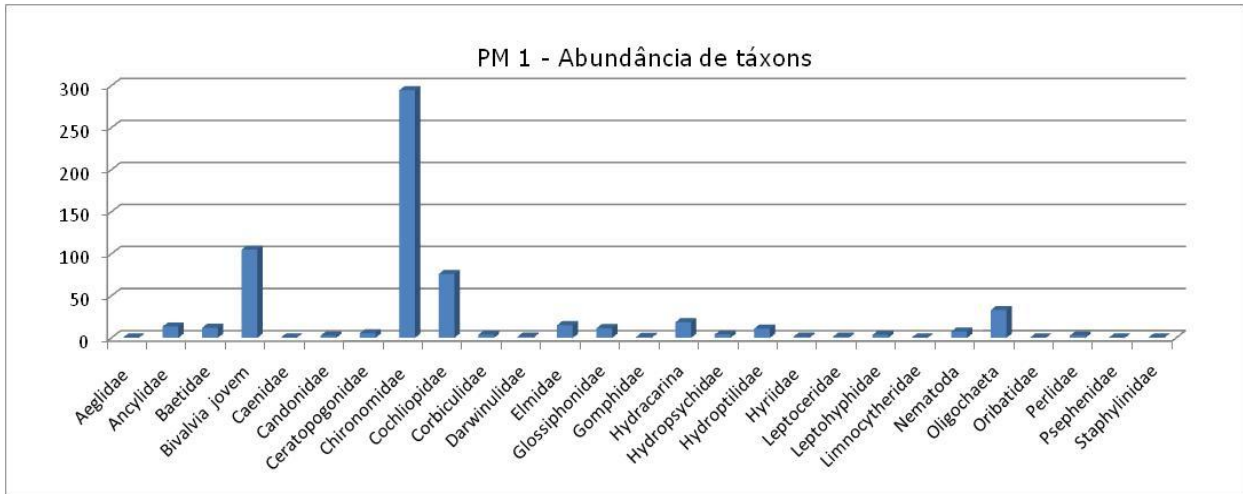


Figura 8.2. Abundância da macrofauna do PM1 em abril de 2013.

No PM2 as densidades foram mais altas do que os demais pontos monitorados, conforme pode ser observado na Figura 8.1. O número absoluto de Leptohyphidae coligido das amostras deste ponto foi de 1650 espécimens Figura 8.3.

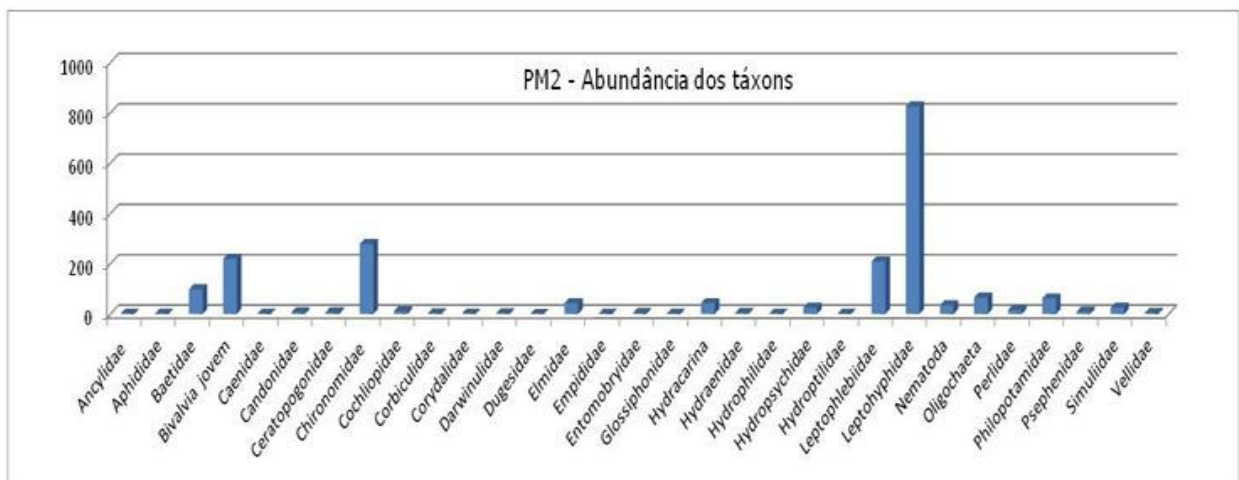


Figura 8.3. Abundância da macrofauna do PM2 em abril de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A abundância relativa dos táxons de Leptohyphidae foi bem mais elevada do que os demais táxons, 41,0%. Para os táxons Chironomidae, Bivalvia jovem e Leptoplebiidae foram de respectivamente de 13,8171 %, 10,91% e 10,38%.

No PM3 as mais elevadas abundâncias relativas foram dos táxons Chironomidae com 40,11% de abundância relativa, Elmidae e Leptohyphidae, com 16,81% e 10,31 respectivamente. Neste ponto observa-se também, a partir da figura 4, que este foi o local mais rico em termos de táxons, Figura 8.4.

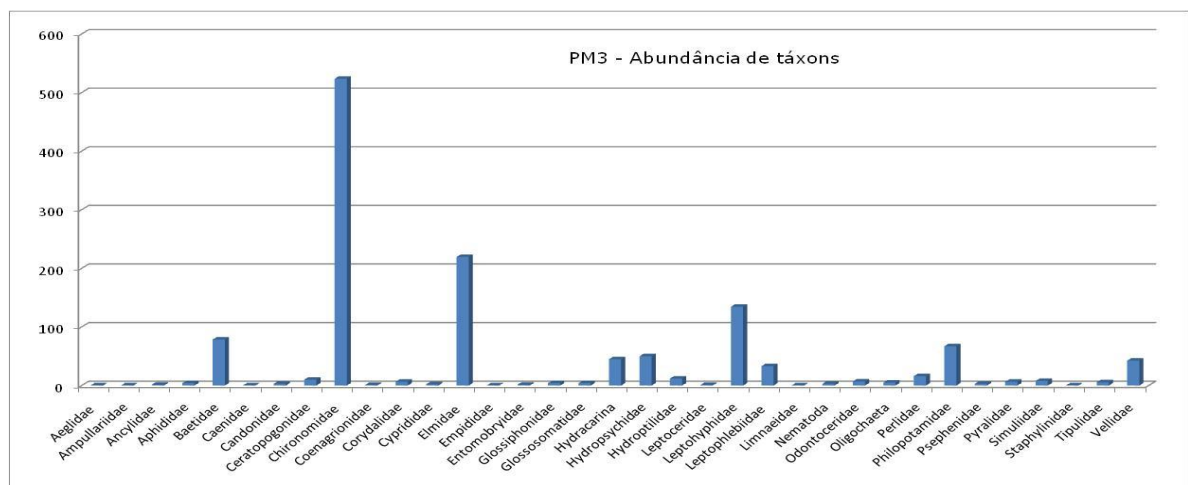


Figura 8.4. Abundância da macrofauna do PM3 em abril de 2013.

No ponto 4 a família Chironomidae, assim como o verificado nos demais pontos, foi a mais abundante (53,92%) em comparação com os demais táxons, Figura 8.5.

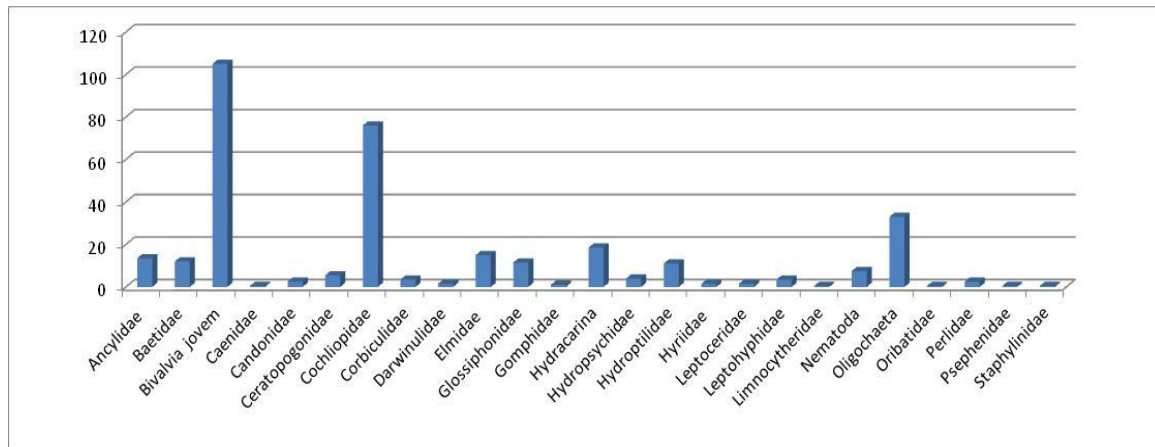


Figura 8.5. Abundância da macrofauna do PM4 em abril de 2013.

No ponto de monitoramento PM5, de características mais distintas dos demais, Chironomidae, Oligochaeta e Nematoda, com respectivamente 56,25%, 24,55% e 9,76% foram mais abundantes. Conforme a figura 6, Chironomidae, o táxon de maior abundância apresentou 126 espécimens. Figura 8.6.

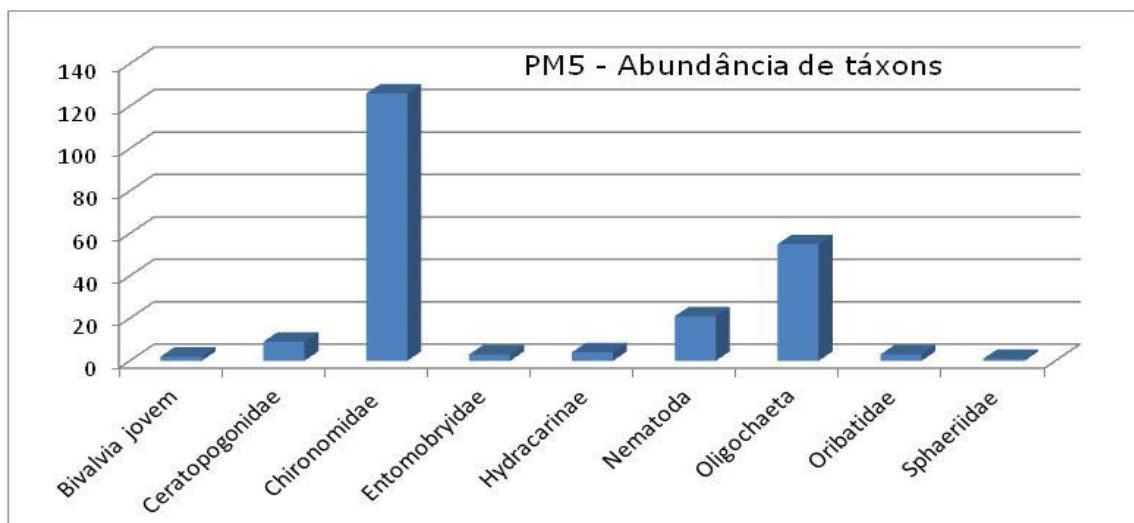


Figura 8.6. Abundância da macrofauna do PM5 em abril de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estes valores foram mais altos do que os encontrados no PM6. Neste ponto também foi registrado o menor número de táxons. Apenas 4 táxons, Chironomidae mesmo com poucos espécimens (64), obteve 78% de abundância relativa, Figura 8.7.

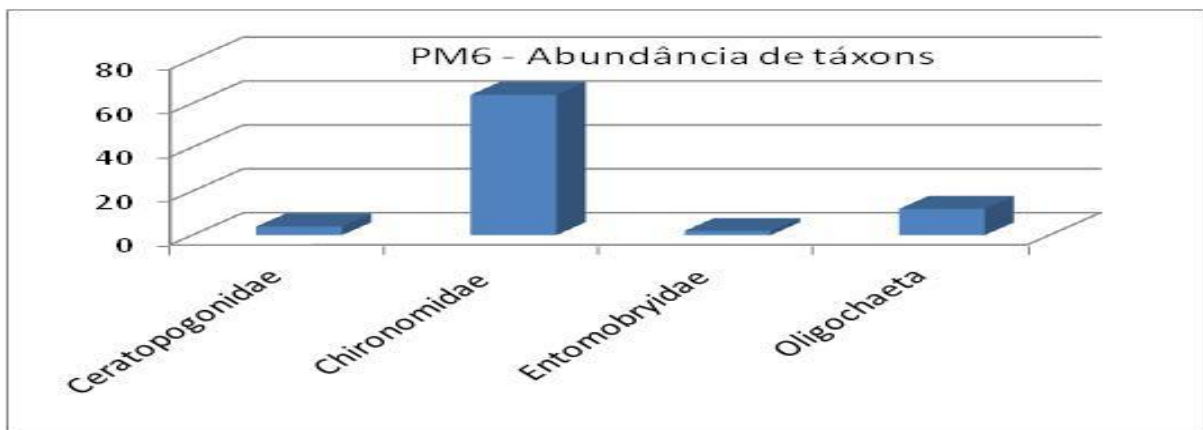


Figura 8.7. Abundância da macrofauna do PM6 em abril de 2013.

No PM7, assim como nos demais, a exceção do PM2, a família mais abundante foi Chironomidae, figura 8. Em termos de abundância relativa (77,73%), foi muito próximo dos valores encontrados para esta família no ponto cinco, mas neste caso a abundância absoluta foi de 363 espécimens. Os demais táxons apresentaram valores mais baixos.

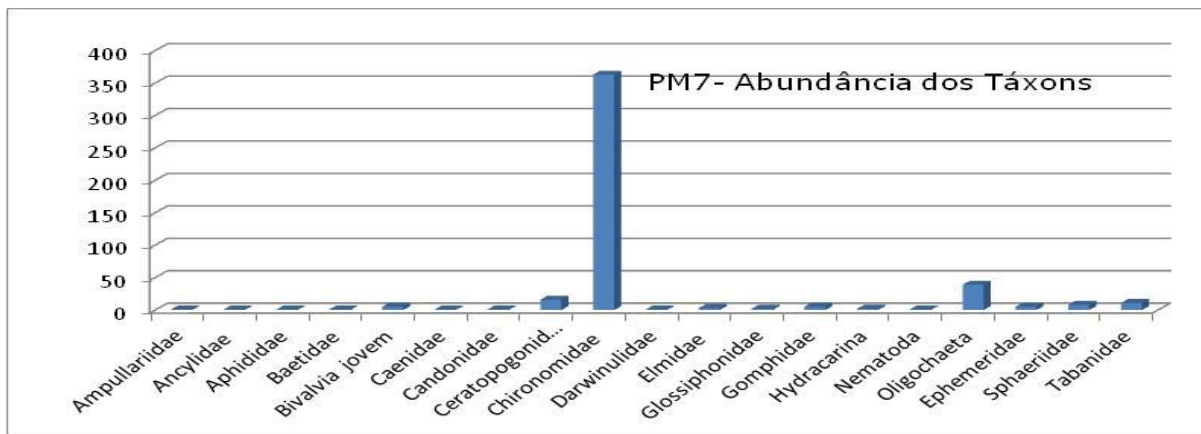


Figura 8.8 Abundância da macrofauna da PM7 em abril de 2013



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- **Métricas utilizadas na avaliação da estrutura das comunidades bentônicas.**

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.

- **Índice EPT: número de taxa de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera).**

Os pontos de monitoramento PM2 e PM3 apresentaram o maior número de táxons do grupo EPT. Leptohyphidae apresentou os maiores valores. Nos pontos PM5 e PM6 nenhum representante deste grupo foi encontrado. Nas estações PM1 e PM7 apresentaram valores de abundância baixos para estes táxons, a diferença é que a riqueza foi maior no PM1, com sete táxons, enquanto no PM7 apenas três, e ainda que entre estes consta a presença de náíades de Ephemeroptera, *Hexagenia (Pseudeutonica) albivitta* (Walker, 1853), a única espécie desta família no Brasil, Figura 8.9.

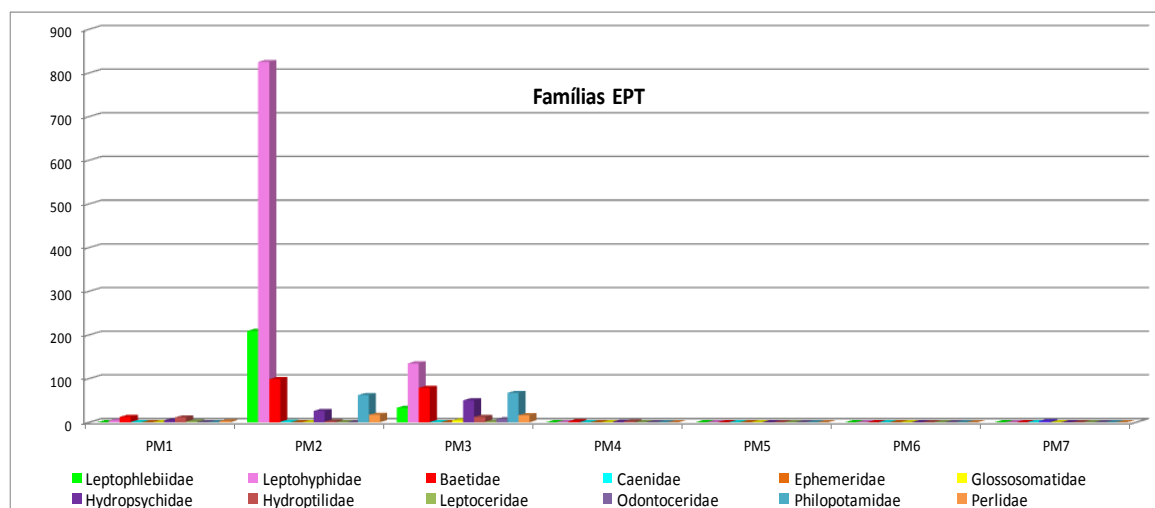


Figura 8.9. Índice EPT para a macrofauna bentônica em abril de 2013



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Para aplicação do índice EPT calculou-se a abundância relativa dos organismos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, em relação ao número total de organismos da amostra. Os resultados são comparados com os critérios propostos nas Tabelas 8.2 e 8.3.

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).

Tabela 8.2. Classe de qualidade e significado dos valores do índice EPT.

Porcentagem de EPT	X	Qualidade da Água
75% - 100%		Muito Boa
50% - 74%		Boa
25% - 49%		Regular
0% - 24%		Ruim



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.3. Percentual de organismos do grupo EPT em relação aos demais invertebrados, abril/2013..

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Leptophlebiidae	0	5,193	1,264	0	0	0	0
Leptohyphidae	0,279	20,501	5,153	0,039	0	0	0
Baetidae	0,956	2,449	3,008	0,157	0	0	0,107
Caenidae	0,039	0,025	0,019	0	0	0	0,107
Ephemeraidae	0	0	0	0	0	0	0,535
Glossosomatidae	0	0	0,153	0	0	0	0
Hydropsychidae	0,319	0,633	1,915	0,078	0	0	0
Hydroptilidae	0,876	0,037	0,459	0,118	0	0	0
Leptoceridae	0,119	0	0,038	0	0	0	0
Odontoceridae	0	0	0,268	0	0	0	0
Philopotamidae	0	1,541	2,567	0	0	0	0
Perlidae	0,199	0,422	0,613	0	0	0	0
Percentual EPT	2,79	30,80	15,46	0,39	0	0	0,75
Qualidade	Ruim	Regular	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim

- **Índice de dominância de Swartz (SDI): famílias que compõem 75% do total de organismos (SWARTZ *et al.*, 1985).**

A partir da análise deste índice fica evidenciada a estrutura simples, com poucas espécies constituindo as comunidades de invertebrados bentônicos do PM6 e PM7, Tabelas 8.4 e 8.5.

A maior riqueza de táxons foi no PM3, PM2 e PM1, nesta ordem, enquanto a maior abundância foi no PM2, Tabela 8.6.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.4- Resultado do índice de dominância de Swartz (SDI), abril/2013

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Chironomidae	46,93	13,82	40,11	53,92	56,25	78,05	77,73
Bivalvia jovem	16,73	10,91					
Cochliopidae	12,11						
Leptohyphidae		41,00	10,31				
Leptophlebiidae		10,39					
Elmidae			16,82				
Baetidae			6,02				
Philopotamidae			5,13				
Nematoda				18,29			
Oligochaeta				16,95	24,55		

Tabela 8.5. Riqueza de Táxons e número de espécimens, abril/2013.

Pontos Monitorados	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Taxa_S	27	31	36	19	9	4	19
Espécimens	1255	4024	2610	1274	224	82	467

Tabela 8.6. Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, de Dominância de Simpson, de Equitabilidade de Pielou, abril/2013.

Simpson_1-D	0,73	0,78	0,79	0,65	0,61	0,36	0,39
Shannon_H	1,88	2,06	2,13	1,40	1,27	0,71	1,01
Equitability_J	0,57	0,60	0,59	0,48	0,58	0,51	0,34



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os resultados corroboram os dados levantados em campanhas anteriores, onde os pontos de monitoramento PM1, PM2, PM3, têm apresentado um maior número de táxons, Riqueza de taxa, com predomínio de organismos das Classes Insecta, Bivalvia e Gastropoda, de forma mais equitativa, em comparação com os demais pontos monitorados. Os valores da diversidade Shannon também foram maiores.

O índice de dominância de Simpson (D) é considerado por muitos autores um índice robusto e significativo, que captura bem a variação das distribuições de abundância e que estabiliza com menores tamanhos de amostras. Os resultados deste índice demonstra que a comunidade bentônica nos pontos PM4, PM5, PM6 e PM7 estão com alta dominância de poucos táxons.

O índice de dominância de Swartz (SDI) nos locais amostrados em PM6 e PM7 apresenta valores de 78,05% e 77,73% representados por uma única família, no caso Chironomidae. Os valores do índice de equitabilidade de PIELOU também indicam os pontos PM6 e PM7 como os de menor equitabilidade. No PM6 somente quatro táxons foram registrados. Salienta-se que os resultados são produto da análise de dados de três replicas, nas áreas de corredeira e três nas áreas de remanso, exceção dos PM5 e PM7.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

●Índice IBMWP (Tolerância e sensibilidade dos organismos), adaptação de ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ORTEGA (1988).

Para o cálculo do índice BMWP, por estação amostral, foram consideradas as famílias registradas na área de remanso e na área de corredeira. As famílias, por estação amostral, encontram-se nas Tabelas 8.7 e 8.8.

Esta metodologia tem permitido o reconhecimento do estado das águas dos rios segundo uma escala de qualidade que oscila entre classes de 1 a 5, incluem as águas boas (não contaminadas ou não alteradas de forma sensível), aceitável (com leves efeitos de contaminação), duvidosa (águas contaminadas), crítica (muito contaminadas) e muito crítica (fortemente contaminadas). Na Tabela 8.8 apresentam-se as pontuações (scores) das famílias para a aplicação do BMWP.

Tabela 8.7. Pontuações (scores) das famílias para a aplicação do BMWP






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
Netritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Thiaridae, Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyaellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae,	6



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Leptohyphidae	
Oligoneuridae, Polymitarciidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, Aeglidae	5
Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratyomyidae, 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. 8. Classes BMWP e qualidades da água

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	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Através do BMWP verificou-se que o ponto monitorado PM6 foi classificado como águas fortemente contaminada. A estação PM5 muito contaminada. A estação PM4 como águas contaminadas e PM7 com algumas evidências de contaminação. Os pontos PM1, PM2 e PM3 como não contaminados, Tabela 8.9.

Tabela 8.9. Resultado da Riqueza de táxons e da aplicação do índice BMWP, abril de 2013.

Pontos Monitorados	EPM1	EPM2	EPM3	EPM4	EPM5	EPM6	EPM7
Riqueza de Taxa (S)	27	31	36	19	9	4	19
Pontuação BMWP	1105	1112	1158	559	118	77	664
Classes BMWP							

- **Espécies ameaçadas de extinção**

De acordo com Margules & Pressey (2000) só se pode conservar o que se conhece e, por isso, o primeiro estágio para conservar a biodiversidade é descrevê-la, mapeá-la e medi-la. É inegável a importância dos estudos taxonômicos no reconhecimento da fauna de macroinvertebrados bentônicos. São informações úteis no manejo da biodiversidade.

O monitoramento da fauna de invertebrados realizado ao longo destes anos na Bacia Hidrográfica do Arroio Candiota tem nos dado condições de caracterizar esta comunidade nos referido arroios, e no que concerne a taxonomia, temos um conhecimento em níveis diferenciado, de acordo com o grupo taxonômico em questão. Sob esta ótica ressalta-se a importância do monitoramento e a utilidade deste estudo na conservação e no gerenciamento, devido principalmente à importância de inventários da



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

biodiversidade. Uma excelente oportunidade de estabelecimento de um banco de dados dos táxons de macroinvertebrados, na região de influência da usina termelétrica Presidente Médici, Candiota, Rio Grande do Sul, da Bacia Hidrográfica do Arroio Candiota.

Em relação às espécies potencialmente ameaçadas de extinção e as já ameaçadas, foram consultadas algumas listas (sites do MMA, IBAMA, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul) e nenhuma espécie foi registrada até o momento. De acordo com a "Lista das espécies silvestre ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul" algumas espécies de moluscos bivalves de água doce das famílias Hyriidae e Mycetopodidae constam na lista. Em algumas campanhas, por vezes, alguns exemplares destas famílias foram encontrados, mas são formas tão jovens que impossibilita a identificação por não especialista no grupo. Estes exemplares foram encaminhados a Dra. Maria Cristina D. Mansur para identificação.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

- Ponto 4 (coordenadas UTM 22J 6503415 / 246365): localiza-se no arroio Candiota a montante da confluência com o arroio Candiотinha 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 Candiотinha.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- 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 17 a 19 de abril representando o período de outono de 2013.

A amostragem foi 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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%.

Animais cujos tecidos corporais serão empregados na análise de contaminantes foram preservados em gelo e dissecados para envio dos tecidos ao laboratório de análise.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 e Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

9.4.1 Riqueza e diversidade de espécies

Durante a realização do trabalho foram capturados 162 exemplares de peixes pertencentes a 21 espécies (Tabela 9.3). O ponto 1 apresentou o maior valor de riqueza e abundância e o 5 o maior valor do Índice de Diversidade Shannon-Wiener. Os pontos 4 e 6 apresentaram-se como o mais pobres, o ponto 6 como esperado de acordo com seu histórico e o ponto 4 provavelmente devido a pouca quantidade de água no arroio.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A amostragem no ponto 2 foi prejudicada devido ao furto das redes de espera, que já se tornou rotina nesse ponto, fato ocorrido em praticamente todas as últimas campanhas.

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/2013.

N	Espécie	Nome comum	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
1	<i>Ancistrus brevipinnis</i>	cascardo			1				
2	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari					3		3
3	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari				3			
4	<i>Astyanax</i> sp.	lambari	20		7		1		5
5	<i>Crenicichla lepidota</i>	joana	1						
6	<i>Crenicichla punctata</i>	joana	1		1				1
7	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	17				4		4
8	<i>Gymnogeophagus rhabdotus</i>	cará	2						
9	<i>Gymnogeophagus gymnogensys</i>	cará	2						1
10	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	cascardo	2		1				2
11	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	5			2	2	1	
12	<i>Hypostomus commersoni</i>	cascardo	2		1		8		1
13	<i>Loricariichthys anus</i>	viola					5		3
14	<i>Odontesthes humensis</i>	peixe-rei							1
15	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	7		3	1	3		
16	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	1				3		5
17	<i>Pimelodus maculatus</i>	pintado					2		
18	<i>Steindachnerina biornata</i>	biru	14						
19	<i>Rhamdia quelen</i>	jundiá					3		
20	<i>Rineloricaria strigilata</i>	violinha			6				
21	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	violinha			1				
Riqueza			12	0	8	3	10	1	10
Abundância			74	0	21	6	34	1	26
Índice de diversidade H'			1,97	0	1,73	1,01	2,17	0	2,12
Índice de Qualidade (IQ)			2,91	0,00	1,75	0,80	2,29	0,10	2,16



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Quanto ao Índice de Qualidade os pontos 1, 5 e 7 foram enquadrados na categoria de *Alta Qualidade*. O ponto 3 apresentou IQ *Médio*. O ponto 6, como já era esperado, apresentou IQ *Muito Baixo*, fato que ocorre desde o início do monitoramento. O mesmo aconteceu para o ponto 4, que apresentou IQ *Muito Baixo*. O ponto 2 também apresentou IQ *Muito Baixo*, pois as redes de espera foram furtadas, ficando sem amostragem (Figura 9.8).

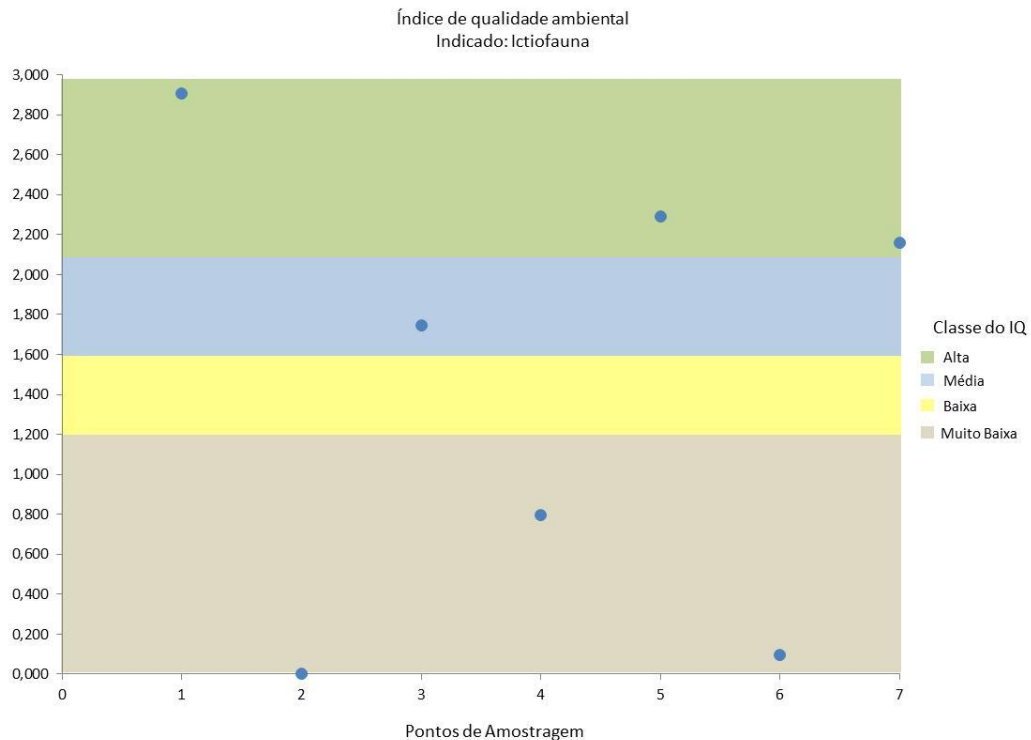


Figura 9.8 Enquadramento dos valores do IQ obtidos para os pontos da rede de monitoramento de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Medici, Candiota, RS, abril de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- **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.

Das espécies capturadas na área de influência, apenas o pintado (*Pimelodus maculatus*) é classificado como espécie migradora de longa distância, ou seja, que necessita percorrer grandes distâncias para concluir seu ciclo de reprodução.

FONTOURA *et al.* (2004) realizaram seis coletas qualitativas de peixes nos arroios Candiota e Poacá a fim de avaliar o efeito da contaminação aquática sobre a riqueza específica e distribuição de fauna em áreas que sofrem influência das atividades do processamento de carvão. As amostragens foram realizadas entre dezembro de 1999 e março de 2001 sendo que, no total, foram coletadas 47 espécies de peixes, sendo 43 no arroio Candiota e 16 no arroio Poacá. Os resultados obtidos neste trabalho indicam que o arroio Candiota, a montante do efluente da unidade termelétrica e da mineração de carvão, contem uma fauna bastante diversificada no que diz respeito aos grupos estudados. Além disso, essa diversidade aponta para uma biocenose aquática pouco alterada no arroio Candiota, enquanto que no arroio Poacá é possível averiguar uma diversidade naturalmente reduzida, devido provavelmente a subjacência da jazida carbonífera.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 2013 são apresentados na Tabela 9.4.

Tais resultados continuam evidenciando a concentração elevada de mercúrio nos tecidos corporais em peixes de diferentes níveis tróficos de toda rede de amostragem. Durante a presente campanha, além do mercúrio, o manganês e o zinco também apresentaram concentrações acima dos limites de referência. O manganês apresentou alta concentração nos pontos 1, 3, 4 e 5, em todos os níveis tróficos. E o zinco apresentou altas concentrações no ponto 4 em peixes onívoros.

A pesca na região de monitoramento do arroio Candiota é essencialmente recreacional não sendo de nosso conhecimento a exploração de subsistência desse recurso. No entanto, devido ao conjunto de registros de concentrações detectáveis de elementos traço e metais pesados e, especialmente as elevadas concentrações registradas para mercúrio na carne de peixes com traíras, brancas lambaris e cascudos alerta-se para a necessidade de uma ação no sentido de informar a população para o risco à saúde representado pelo consumo dessa carne, mesmo que de maneira esporádica, na medida em que os metais encontrados são cumulativos ao organismo.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 9.4. Elementos traço em músculo de peixes (mg/kg de Peso Seco) 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, outono/2013.

Ponto	Espécie	Nível trófico	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Mn	Hg	Ni	Zn
			2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5
P1	<i>Hypostomus commersoni</i>	herbívoro	ND	ND	ND	<2,5	ND	<2,5	0,06	<0,5	23,9
	<i>Astyanax sp.</i>	onívoro	ND	ND	ND	<2,5	ND	3,9	0,11	<0,5	46,5
	<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	ND	ND	ND	<2,5	ND	5,4	1,03	<0,5	28,5
P3	<i>Rineloricaria sp.</i>	herbívoro	ND	ND	ND	<2,5	<0,5	8,0	0,57	<0,5	28,7
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	carnívoro	ND	ND	ND	<2,5	ND	6,1	1,11	<0,5	28,7
	<i>Astyanax sp.</i>	onívoro	ND	ND	ND	<2,5	ND	6,8	0,17	<0,5	43,7
P4	<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	ND	ND	ND	<2,5	ND	3,3	0,92	<0,5	17,9
	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	onívoro	ND	ND	ND	<2,5	ND	14,5	0,51	<0,5	96,6
P5	<i>Hypostomus commersoni</i>	herbívoro	ND	ND	ND	<2,5	<0,5	11,5	0,06	<0,5	30,9
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	carnívoro	ND	ND	ND	<2,5	ND	6,0	1,28	<0,5	53,4
	<i>Astyanax fasciatus</i>	onívoro	ND	ND	ND	<2,5	<0,5	11,1	0,21	<0,5	60,3
P7	<i>Loricariichthys anus</i>	herbívoro	ND	ND	ND	<2,5	ND	2,6	0,64	<0,5	26,4
	<i>Oligosarcus robustus</i>	carnívoro	ND	ND	ND	<2,5	ND	<2,5	3,16	<0,5	29,4
	<i>Astyanax fasciatus</i>	onívoro	ND	ND	ND	<2,5	ND	2,5	0,87	<0,5	31,2

Obs: em vermelho, valores superiores aos de referência estabelecidos por 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 estão apresentadas 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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 Termoeletrica 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A localização Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre está apresentada na Figura 11.1.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

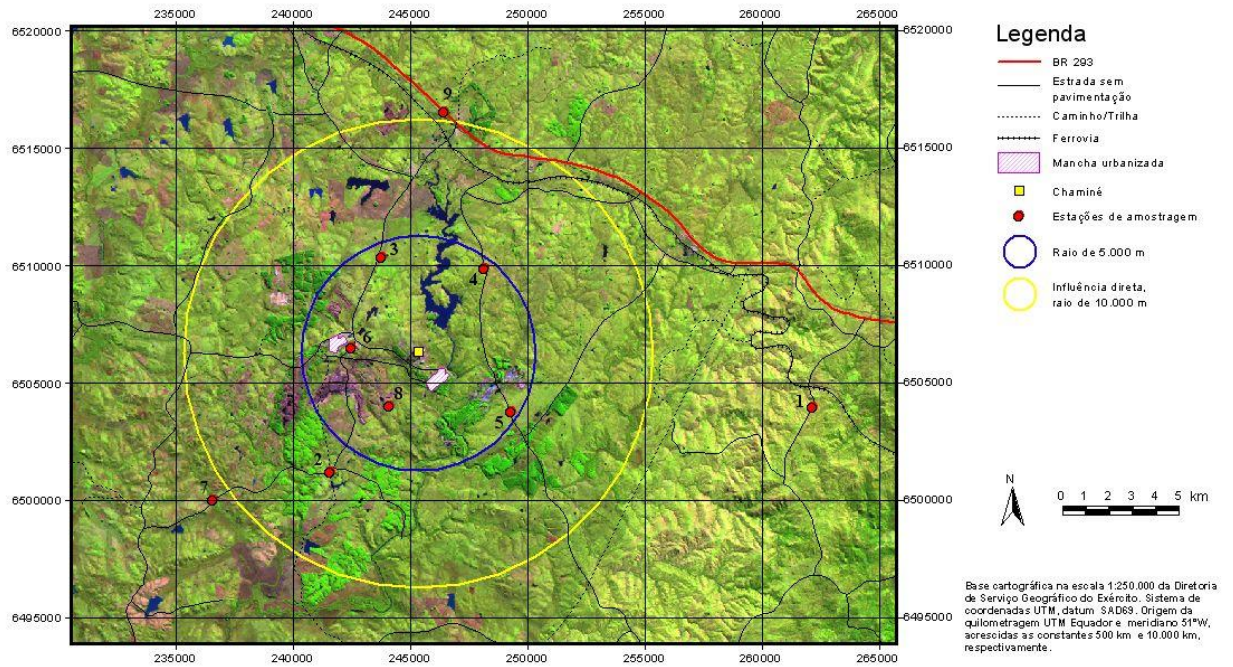


Figura 11.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 6 está apresentada no Quadro 11.4.

No período mencionado, foram efetuados levantamentos botânicos nas seis estações de amostragem (EAs), conforme programa de monitoramento estabelecido: EA1 (Serra do Veleda, Pinheiro Machado, RS, estação de referência), EA2 (Fazenda Três Lagoas, Candiota, RS), EA3 (Fazenda Candiota, Candiota, RS), EA4 (Chácara Santa Clara, Candiota RS), EA5 (Fazenda Santa Rita, Candiota, RS) e EA6 (Fazenda Amor de Mãe, Candiota, RS).

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;
- Examinar as composições florísticas de comunidades vegetais, visando identificar bioindicadores da qualidade ambiental.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

12.2 Trabalho de Campo e Técnicas de Amostragem

A campanha foi realizada no período de 08 a 11 de abril de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 10 a 25 °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.

Em virtude da persistência e intensidade da chuva durante todo o período da campanha, o que tornou impraticável o emprego da técnica das parcelas quadradas até então adotada, optou-se pela técnica do caminhar expedito para o inventário das espécies vegetais.

Esta abordagem metodológica consistiu no registro de todas as espécies presentes nos dois lados de uma transecção de 30 metros de comprimento na comunidade vegetal representativa da EA a ser inventariada. Em cada uma das EAs, a transecção foi disposta na mesma área das parcelas de amostragem consideradas em todas as outras campanhas anteriores.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 **Serra do Veleda**, Pinheiro Machado, RS, **EA 1**, abril/2013.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Amaranthaceae/ <i>Pfaffia tuberosa</i>	1
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	2
Asteraceae/ <i>Aspilia setosa</i>	8
Asteraceae/ <i>Chaptalia exscapa</i>	1
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	1
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	3
Asteraceae/ <i>Coniza bonariensis</i>	1
Asteraceae/ <i>Elephanthopus mollis</i>	2
Gamochaeta sp.	2
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	1
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	2
Asteraceae/ <i>Hypochaeris radicata</i>	2
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	3
Asteraceae/cf. <i>Stenachaenium campestre</i>	6
Asteraceae	4
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	38
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	2
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	23
Cyperaceae/ <i>Cyperus reflexus</i>	5
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	11
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	2
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	8
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	4
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	1
Linaceae/ <i>Cliococca selaginoides</i>	1
Malvaceae/ <i>Krapovickasia urticifolia</i>	4
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	2
Malvaceae	1
Moraceae/ <i>Dorstenia brasiliensis</i>	3***
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.1	33



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.2	27
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.3	11
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.4	3
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.5	3
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp.1	9
Poaceae/ <i>Andropogon ternatus</i>	6
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	31
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	20
Poaceae/ <i>Coelorhachis selloana</i>	1
Poaceae/ <i>Dichantelium sabulorum</i>	9
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	11
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	5
Poaceae/ <i>Panicum</i> sp.	2
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	38
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	17
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	3
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	13
Poaceae/ <i>Setaria parviflora</i>	12
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	1
Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	18
Poaceae	4
Rubiaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	5
Rubiaceae/ <i>Borreria</i> sp.	5
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	22
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	4
Solanaceae/ <i>Nierembergia veitchii</i>	7
Verbenaceae/ <i>Lantana montevidensis</i>	1
NI	1

NI = Não identificada

*** Ver Espécies ameaçadas em 4.2



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.2. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Três Lagoas**, Candiota, RS, **EA 2**, abril/2013.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Apiaceae/ <i>Apium leptophyllum</i>	1
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	1
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	3
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	1
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	4
Asteraceae/ <i>Elephanthopus mollis</i>	1
Asteraceae/ <i>Eupatorium buniifolium</i>	1
Asteraceae/ <i>Gamochaeta americana</i>	1
Asteraceae/cf. <i>Hypochaeris</i>	1
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	14
Asteraceae/ <i>Senecio heterotrichius</i>	1
Asteraceae/ <i>Senecio</i> sp.	1**
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	33
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	35
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	22
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	5
Fabaceae/ <i>Adesmia</i> sp.	1
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	36
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	6
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.1	10
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.4	27
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	31
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	33
Poaceae/ <i>Cynodon dactylon</i>	31
Poaceae/ <i>Dichantherium sabulorum</i>	1
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	16
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	20
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	6
Poaceae/ <i>Setaria parviflora</i>	3
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	6
Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	1
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	5
Verbenaceae/ <i>Stachytarpheta</i> sp.	1

** Ver Espécies ameaçadas em 4.2



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.3. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Candiota**, Candiota, RS, **EA 3**, abril/2013.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	1
Asteraceae/ <i>Aspilia setosa</i>	2
Asteraceae/cf. <i>Aster squamatus</i>	1
Asteraceae/ <i>Baccharis coridifolia</i>	3
Asteraceae/ <i>Baccharis dracunculifolia</i>	6
Asteraceae/ <i>Chaptalia exscapa</i>	2
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	27
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	7
Asteraceae/ <i>Eupatorium buniifolium</i>	3
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	1
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	36
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	11
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	12
Cyperaceae/ <i>Carex phalaroides</i>	2
Cyperaceae/ <i>Cyperus aggregatus</i>	2
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	4
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	1
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	30
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	10
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	27
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.1	23
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.4	4
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.5	5
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp.1	2
Poaceae/ <i>Andropogon ternatus</i>	3
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	22
Poaceae/ <i>Briza minor</i>	2
Poaceae/ <i>Dichanthelium sabulorum</i>	1
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	5
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	4
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	19
Poaceae/ <i>Erianthus angustifolius</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	36
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	5
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	29
Poaceae/ <i>Setaria parviflora</i>	1
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	6



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	6
Rubiaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	9
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	14
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	4

Tabela 12.4. Composição florística de uma comunidade campestre na **Chácara Santa Clara**, Candiota, RS, **EA 4**, abril/2013.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	8
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	4
Asteraceae/ <i>Baccharis coridifolia</i>	16
Asteraceae/ <i>Baccharis trimera</i>	21
Asteraceae/ <i>Chaptalia arechavaletae</i>	1*
Asteraceae/ <i>Chaptalia runcinata</i>	2
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	1
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	2
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	1
Asteraceae/ <i>Eupatorium buniifolium</i>	5
Asteraceae/ <i>Gamochaeta americana</i>	2
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	3
Asteraceae/ <i>Noticastrum</i> sp.	3
Asteraceae/ <i>Senecio heterotrichius</i>	1
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	3
Asteraceae/cf. <i>Stenachaenium campestre</i>	2
Asteraceae/ <i>Micropsis spathulata</i>	1
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	3
Caryophyllaceae/ <i>Spergularia</i> sp.	1
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	35
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	18
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	10
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	8
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	1
Fabaceae/ <i>Adesmia</i> sp.	7
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	37
Fabaceae/ <i>Stylosanthes leiocarpa</i>	1
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	3
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	1
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium micranthum</i>	4
Lamiaceae/ <i>Scutellaria recemosa</i>	1



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Lythraceae/ <i>Cuphea racemosa</i>	1
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	7
Orobanchaceae/ <i>Agalinis communis</i>	4
Oxallidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.1	30
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.2	11
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.3	2
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.4	5
Poaceae/ <i>Andropogon ternatus</i>	12
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	28
Poaceae/ <i>Dichathelium sabulorum</i>	4
Poaceae/ <i>Eragrostis bahiensis</i>	4
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	5
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	36
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	32
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	12
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	27
Poaceae/ <i>Setaria parviflora</i>	10
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	3
Poaceae/ <i>Vulpia bromoides</i>	1
Poaceae	12
Poaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	1
Rubiaceae/ <i>Gallianthe fastigiata</i>	1
Rubiaceae/ <i>Relbunium richardianum</i>	3
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	15
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	2
Solanaceae/ <i>Nierembergia veitchii</i>	2
Verbenaceae/ <i>Glandularia marrubioides</i>	1
Verbenaceae/ <i>Glandularia</i> sp.	1
NI-1	5
NI-c2	3

NI = Não identificada

* Ver Espécies ameaçadas em 4.2



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.5. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Santa Rita**, Candiota, RS, **EA 5**, abril/2013.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Asteraceae/ <i>Chaptalia runcinata</i>	1
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	3
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	1
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	1
Asteraceae/cf. <i>Stenachaenium campestre</i>	2
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	35
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	23
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	35
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	10
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	24
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	3
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium micranthum</i>	6
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium palmitifolium</i>	1
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	3
Orobanchaceae/ <i>Agalinis communis</i>	2
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.1	20
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.2	8
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.5	1
Poaceae/ <i>Andropogon ternatus</i>	3
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	20
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	28
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	28
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	7
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	8
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	37
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	3
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	1
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	9
Poaceae/ <i>Setaria parviflora</i>	5
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	31
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	9
NI-1	2
NI-2	1

NI = Não identificada



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.6. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Amor de Mãe**, Candiota, RS, **EA 10**, abril/2013.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	2
Asteraceae/ <i>Baccharis trimera</i>	1
Asteraceae/ <i>Eupatorium buniifolium</i>	1
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	5
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	1
Caryophyllaceae/cf. <i>Cerastium humifusum</i>	1
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	2
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	25
Cyperaceae/ <i>Carex phalaroides</i>	1
Cyperaceae/ <i>Cyperus aggregatus</i>	2
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	4
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	8
Fabaceae/ <i>Galactia marginalis</i>	1
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium palmitifolium</i>	5
Poaceae/ <i>Andropogon ternatus</i>	11
Poaceae/ <i>Aristida circinalis</i>	2
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	22
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	17
Poaceae/ <i>Cynodon dactylon</i>	37
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	1
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	14
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	13
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	10
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	6
Poaceae/ <i>Setaria parviflora</i>	3
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	13
Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	8
Rubiaceae/ <i>Relbunium richardianum</i>	1
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	1



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Na EA4 (Chácara Santa Clara), constatou-se a maior riqueza de espécies (61 espécies), seguida da EA1 (Serra do Veleda, 59 espécies). A EA6 (Fazenda Amor de Mãe) apresentou a menor riqueza de espécies (30 espécies).

Nas Tabelas 12.1 a 12.6, são destacados em negrito as espécies com frequências absolutas elevadas ($\geq 50\%$ das parcelas inventariadas). Entre essas espécies, ressaltam-se *Axonopus affinis*, *Dichondra sericea*, *Bulbostylis capillaris* e *Desmodim incanum*. Na EA4, chama à atenção a elevada frequência /cobertura de *Eragrostis plana* (capim-anoni, Poaceae, Figura 12.1), espécie invasora exótica, frequente em outras propriedades da região.



Figura 12.1. Invasão severa por capim-anoni (*Eragrostis plana*) na estação amostral "Fazenda Santa Clara" (coordenadas UTM, fuso 22J: 247.770m E; 6.508.180m N), abril/2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Na EA4, constatou-se a presença de material particulado sobre folhas de algumas plantas, como, por exemplo, de indivíduos de *Desmodium incanum* (pega-pega, Fabaceae, Figura 12.2).



Figura 12.2. Presença de material particulado depositado sobre a vegetação, em 10 de abril de 2013, na estação amostral "Fazenda Santa Clara" (coordenadas UTM, fuso 22J: 247.770m E; 6.508.180m N).

12.4. Biodiversidade e Espécies ameaçadas

Embora a expressão *biodiversidade* seja amplamente utilizada, tanto na literatura científica quanto na mídia popular, a sua definição nem sempre é clara, podendo ser usada com diferentes significados. Em seu uso coloquial o termo biodiversidade é usado como sinônimo de *riqueza de espécies*. Este, entretanto, refere-se apenas ao número de espécies presente em uma determinada área.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A definição precisa de biodiversidade, contudo, deve considerar três níveis: a diversidade de espécies, a diversidade genética e a diversidade de ecossistemas. De acordo com a escala utilizada, podem-se distinguir três tipos de diversidade: alfa (α), beta (β) e gama (γ). A diversidade α , ou local, corresponde à diversidade dentro de um habitat ou comunidade, e é bastante sensível à definição de habitat, e à área e intensidade da amostragem. A diversidade β corresponde à diversidade entre habitats ou outra variação ambiental qualquer, isto é, mede o quanto a composição de espécies varia de um lugar para outro. A diversidade γ , ou regional, corresponde à diversidade de uma grande área, bioma, continente, ilha, etc. Desta forma, biodiversidade refere-se a todas as formas de vida, incluindo suas variações ao nível de genes, e em todos os ecossistemas num espaço definido.

A partir dos dados obtidos nas quatro campanhas de amostragem (julho de 2012, outubro de 2012, janeiro de 2013 e abril de 2013), serão inferidas, anualmente, estimativas de diversidade ecológica, a partir da riqueza e distribuição de espécies.

- **Espécies Ameaçadas**

A presença de espécies ameaçadas de extinção ou classificadas como pouco estudadas ou com deficiência de dados, foi verificada através da comparação entre a lista de registro de espécies amostradas nas diferentes estações amostrais e ao longo de diferentes campanhas, com a lista oficial da flora ameaçada de extinção no Estado do Rio Grande do Sul (Decreto Estadual nº 42.099 de 31 de dezembro de 2002), com a Lista Oficial das Espécies da



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção e com a Lista de Espécies da Flora Brasileira com Deficiência de Dados (Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008, do Ministério do Meio Ambiente).

Entre os resultados obtidos cabe destacar:

* ***Chaptalia arechavaletae*** (Asteraceae) é classificada como Em Perigo – EN, na lista oficial da flora ameaçada de extinção no Estado do Rio Grande do Sul e, como Ameaçada na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção, foi registrada na **EA4** (Chácara Santa Clara, Candiota, RS, coordenadas UTM, fuso 22J: 247.770m E; 6.508.180m N).

** ***Senecio riograndensis*** (Asteraceae) consta na Lista de Espécies da Flora Brasileira com Deficiência de Dados. Possui um registro, que aguarda a confirmação da identificação por especialista na família Asteraceae, na **EA2** (Fazenda Três Lagoas, Candiota, RS).

*** **O gênero *Dorstenia*** (Moraceae), com ocorrência potencial na região, merece uma atenção especial, considerando-se que as espécies: *Dorstenia arifolia* Lam.; *Dorstenia cayapia* Vell.; *Dorstenia ramosa* (Desv.) Carauta C. Valente & Sucre e *Dorstenia ramosa* ssp. *ramosa* C.B. Clarke, estão presentes na Lista de Espécies da Flora Brasileira com Deficiência de Dados. Foi registrada a ocorrência de *Dorstenia brasiliensis* Lam., na **EA1** (Serra do Veleda, Pinheiro Machado, RS).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- **Espécies Invasoras**

O capim-annoni (*Eragrostis plana*), uma gramínea sul-africana, introduzida acidentalmente no Rio Grande do Sul na década de 1950, em razão da sua plasticidade ecológica, expressiva produção de sementes e alta capacidade de dispersão, possui um elevado potencial de colonizar e se estabelecer em uma ampla variedade de condições ambientais.

Os prejuízos econômicos e sociais e as consequências ecológicas da degradação dos campos nativos, resultantes da invasão pelo capim-annoni são amplamente conhecidos. Neste sentido, chama a atenção, a elevada densidade registrada para a espécie na estação amostral “Chácara Santa Clara” (coordenadas UTM, fuso 22J: 247.770m E; 6.508.180m N), conforme pode ser percebido na Figura 12.1. Deve-se destacar também que a presença da espécie foi registrada em outras quatro estações amostrais: Fazenda Amor-de-mãe; Fazenda Três Lagoas; Fazenda Candiota e Fazenda Santa Rita.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 comprometem 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).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- **Trabalho de Campo**

A campanha foi realizada no período de 16 a 19 de abril de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por apresentar céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 8 a 24 °C.

13.3 Técnicas de amostragem

Foram aplicados os métodos de pontos de contagem e de transectos, como 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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 o 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Durante a campanha de monitoramento no outono de 2013 foram registradas um total de 93 espécies de aves (Tabela 13.1) através do uso conjunto das duas metodologias na expedição de abril em Candiota. Dentre as aves levantadas, 72 espécies foram obtidas pelo método de pontos e 79 espécies foram registradas nas contagens por transectos – índices de abundância apresentados na Tabela 13.1.

Três novas espécies foram acrescentadas à listagem já existente – *Aratinga leucophthalma* (maracanã-malhada), *Crotophaga ani* (anu-preto) e *Mimus triurus* (calhandra-de-três-rabos), chegando-se ao total acumulado de 181 espécies para a área de influência da UTE Presidente Médici (anexo 1), o que representa 27,38% 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,



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 59 espécies, e a EA 3 a menor riqueza, com 30 espécies (Figura 13.1). Mesmo que os resultados estejam se repetindo, 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.

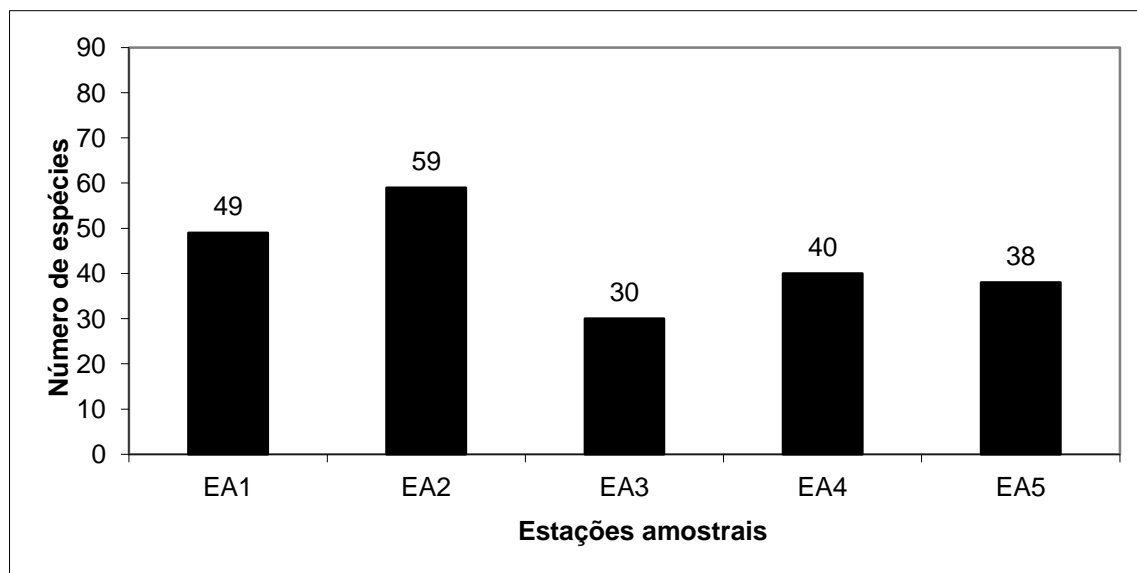


Figura 13.1. Número de espécies de aves para as cinco estações amostrais (EA) do monitoramento de fauna terrestre da Usina Termoeletrica Pres. Médici, Candiota, RS, durante o outono de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Doze espécies estiveram presentes nas cinco estações amostrais (Tabela 13.1)– quero-quero (*Vanellus chilensis*), pombão (*Patagioenas picazuro*), caturrita (*Myiopsitta monachus*), beija-flor-dourado (*Hylocharis chrysura*), pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), pitiguari (*Cyclarhis gujanensis*), corruíra (*Troglodytes musculus*), sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*), tico-tico (*Zonotrichia capensis*) e mariquita (*Parula pitiayumi*).

Por outro lado, 40 espécies foram registradas em somente uma estação amostral durante a última expedição. As estações amostrais 2, 1 e 5, com 11, 10 e nove espécies, respectivamente, foram as que apresentaram o maior número de espécies exclusivas (Tabela 13.1). O registro das referidas espécies está relacionado às fitofisionomias e à variedade de ambientes, principalmente áreas alagadas, presentes em cada estação amostral.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 13.1. Índice pontual de abundância (IPA) e índice de abundância nos transectos (IAT) das espécies registradas em cada estação amostral durante a campanha de abril de 2013 no Monitoramento Ambiental da UTE Pres. Médici, Candiota, RS. Espécies listadas em ordem alfabética. A numeração de 1 a 5 corresponde às estações amostrais.

Espécie	IPA1	IPA2	IPA3	IPA4	IPA5	IAT1	IAT2	IAT3	IAT4	IAT5
<i>Agelaioides badius</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Anthus hellmayri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Anumbius annumbi</i>	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,33	1,00
<i>Aramides ypecaha</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aratinga leucophthalma</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ardea alba</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	0,60	0,20	0,80	0,60	0,00	1,67	1,00	0,00	0,67	0,00
<i>Cacicus chrysopterus</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Camptostoma obsoletum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Caracara plancus</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cariama cristata</i>	0,20	0,00	0,20	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cathartes aura</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cathartes burrovianus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Chauna torquata</i>	0,00	0,40	0,00	0,00	0,33	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Chloroceryle amazona</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Colaptes campestris</i>	1,20	0,60	0,20	0,60	0,33	1,00	1,67	1,33	0,67	0,50
<i>Colaptes melanochloros</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Craniroleuca sp.</i>	0,60	0,20	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Crotophaga ani</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Crypturellus obsoletus</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0,80	0,40	1,00	0,60	0,33	0,67	1,00	0,00	0,00	0,00
<i>Donacospiza albifrons</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Elaenia obscura</i>	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Embernagra platensis</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,33	0,00	1,00	0,33	0,33	0,50
<i>Falco sparverius</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Furnarius rufus</i>	1,20	1,40	1,00	1,60	1,67	3,00	3,00	0,67	3,67	3,00
<i>Gallinula galeata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Gallinula melanops</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00
<i>Guira guira</i>	0,20	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,67	0,00	0,33	0,50



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Himantopus melanurus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Hirundinea ferruginea</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hydropsalis torquata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Hylocharis chrysura</i>	0,40	0,20	0,20	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,33	0,50
<i>Jacana jacana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Knipolegus cyanirostris</i>	0,20	0,00	0,20	0,00	0,00	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Leptotila verreauxi</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,50
<i>Machetornis rixosa</i>	0,00	0,40	0,00	0,40	0,33	0,00	0,67	0,00	0,33	0,00
<i>Mackenziaena leachii</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Melanerpes candidus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Mimus saturninus</i>	0,60	0,20	0,00	0,00	0,67	0,67	0,67	0,00	1,67	2,00
<i>Mimus triurus</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Myiophobus fasciatus</i>	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Myiopsitta monachus</i>	0,60	0,60	0,20	0,80	0,33	0,00	0,67	0,33	1,00	0,50
<i>Nothura maculosa</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	0,33	0,50
<i>Paroaria coronata</i>	0,20	0,40	0,00	0,20	0,00	0,67	0,67	0,00	0,33	1,50
<i>Parula pitiaiyumi</i>	0,80	0,40	0,60	0,40	0,33	2,67	0,33	0,00	0,33	0,50
<i>Patagioenas maculosa</i>	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Patagioenas picazuro</i>	1,40	1,20	0,80	0,00	0,00	2,33	2,33	1,33	0,67	0,50
<i>Penelope obscura</i>	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Phacellodomus striaticollis</i>	0,00	0,20	0,40	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,50
<i>Phylloscartes ventralis</i>	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Piaya cayana</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pipraeidea bonariensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,33	0,00
<i>Pipraeidea melanonota</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0,80	1,00	1,00	0,80	1,00	1,33	1,67	1,00	1,33	1,00
<i>Polioptila dumicola</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Poospiza cabanisi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poospiza nigrorufa</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Pseudoleistes virescens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pyrrhura frontalis</i>	0,40	0,00	0,00	0,40	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Rhea americana</i>	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Rupornis magnirostris</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Saltator aurantirostris</i>	0,20	0,20	0,00	0,20	0,00	0,33	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Saltator similis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Satrapa icterophrys</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>	0,20	0,40	0,00	0,20	0,00	0,67	1,33	0,00	0,67	0,50
<i>Sicalis flaveola</i>	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sicalis luteola</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Sittasomus griseicapillus</i>	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Sporagra magellanica</i>	0,20	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00
<i>Stephanophorus diadematus</i>	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Synallaxis spixi</i>	0,00	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	1,00	0,67	0,33	0,00
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	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>	0,20	0,20	0,00	0,20	0,00	0,33	0,67	0,00	0,33	0,00
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	0,20	0,20	0,80	0,20	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Theristicus caerulescens</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00
<i>Theristicus caudatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,50
<i>Troglodytes musculus</i>	0,40	0,20	1,00	1,00	0,33	2,00	0,67	1,67	2,00	1,00
<i>Turdus albicollis</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Turdus amaurochalinus</i>	0,40	0,20	0,00	0,60	0,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
<i>Turdus rufiventris</i>	0,40	0,00	0,20	0,20	0,00	1,67	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Vanellus chilensis</i>	0,40	0,80	0,20	0,60	0,33	0,33	1,00	0,00	0,67	0,00
<i>Veniliornis spilogaster</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,67	0,67	0,33	0,00	0,00
<i>Xolmis irupero</i>	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Zenaida auriculata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Zonotrichia capensis</i>	0,00	1,00	1,00	0,60	0,00	4,33	2,33	2,33	2,33	1,00

Quatro espécies migratórias (Belton, 1994; Bencke, 2001) foram registradas nessa última expedição a campo: *Hirundinea ferruginea* (birro), *Myiophobus fasciatus* (filipe) e *Pyrocephalus rubinus* (príncipe), consideradas migrantes de verão, permanecendo no Rio Grande do Sul entre o final do inverno e início do outono, e *Mimus saturninus* (calhandra-de-três rabos), migrante de inverno vindo do Cone Sul do continente. Estas espécies ocupam áreas campestres, capoeiras, capões, matas ciliares e áreas rurais.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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, quatro espécies ameaçadas já foram observadas: 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.

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.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 Veleda (E.A. referência)



Figura 14.2: Estação amostral 2 - Fazenda Três Lagoas



Figura 14.3: Estação amostral 3 - Fazenda Candiota



Figura 14.4: Estação amostral 4 – Nordeste



Figura 14.5: Estação amostral 5 – Sudeste



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 16 a 19 de abril de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por apresentar céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 8 a 24 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 (Figura 14.6) 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.



Figura 14.6 – Exemplo de metodologia de Busca Ativa.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 as 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 oito espécies de anuros, tais como *Elachistocleis ovalis* (Figura 14.7), e *Physalaemus biligonigerus* (Figura 14.8) e uma espécie de réptil no somatório das estações amostrais para a quarta campanha do quinto contrato.



Figura 14.7 *Elachistocleis ovalis*



Figura 14.8 *Physalaemus biligonigerus*

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 e 1 campanha deste contrato) 20 espécies de anfíbios e 17 de répteis.

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, tais ambientes são representados pelas Figuras 14.1 a 14.5. 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.

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) ou a lista nacional de espécies ameaçadas de extinção (Haddad, 2008) ou da (IUCN, 2011).

As Tabelas 14.1 e 14.2 apresentam a Lista de anfíbios e répteis identificados nesta amostragem. 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).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 14.1 - LISTA DAS ESPÉCIES DE ANFÍBIOS IDENTIFICADAS POR ESTAÇÃO AMOSTRAL, abril/2013

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME POPULAR	E.A. 1	E.A. 2	E.A. 3	E.A. 4	E.A. 5
CYCLORAMPHIDAE						
<i>LIMNOMEDUSA MACROGLOSSA</i>	RÃ-DAS-PEDRAS					X
HYLIDAE						
<i>HYSIBOAS PULCHELLUS</i>	PERERECA-DO-BANHADO	X	X	X	X	X
<i>PSEUDIS MINUTUS</i>	RÃ-BOIADORA					X
<i>SCINAX GRANULATUS</i>	PERERECA-RASPA-DE-CUIA			X	X	X
<i>SCINAX SQUALIROSTRIS</i>	PERERECA-NARIGUDA	X	X	X	X	X
LEIUPERIDAE						
<i>PHYSALAEMUS BILIGONIGERUS</i>	RÃ-CHORONA	X		X	X	
LEPTODACTYLIDAE						
<i>LEPTODACTYLUS GRACILIS</i>	RÃ	X	X			
MICROHYLIDAE						
<i>ELACHISTOCLEIS OVALIS</i>	RÃ-DE-BARRIGA-AMARELA		X			

Tabela 14.2 - LISTA DAS ESPÉCIES DE RÉPTEIS IDENTIFICADAS POR ESTAÇÃO AMOSTRAL, abril/2013

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME POPULAR	E.A. 1	E.A. 2	E.A. 3	E.A. 4	E.A. 5
TEIDAE						
<i>TEIUS OCULATUS</i>	TEIÚ-VERDE		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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 no Quadro 11.2 e as identificadas pelo número 6 a 12 no Quadro 11.4. Estas Estações foram deslocadas para pontos próximos visando obter-se um posicionamento mais adequado ao escopo do trabalho. As coordenadas dessas Estações estão apresentadas na Tabela 15.1.

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 15.1. - Estações amostrais para avaliação da Bioindicação da Qualidade do Ar

Estações amostrais	Coordenadas Projeto ¹	Coordenadas efetivas ²	Denominação
EA 1	UTM 262163 6503935	UTM 262163 6503935	Serra do Veleda
EA 2	UTM 241561 6501179	UTM 241561 6501179	Três Lagoas
EA 3	UTM 243736 6510363	UTM 240075 6509528	Candiotão
EA 4	UTM 248153 6509846	UTM 248018 6507888	Chácara Santa Clara
EA 5	UTM 249292 6503784	UTM 248855 6504129	Fazenda Santa Rita
EA 6	UTM 242441 6506467	UTM 242441 6506467	Dário Lassance
EA 7	UTM 236572 6500000	UTM 236831 6500317	Assentamento São José
EA 8	UTM 244070 6504011	UTM 244070 6504011	AFUCAN
EA 9	UTM 246406 6516544	UTM 247371 6516939	Vila Operária

15.2 Trabalho de Campo

A campanha para coleta dos bioindicadores passivos foi realizada no período de 8 e 9 de abril de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 12 a 23 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nesta campanha ocorreram as seguintes atividades:

- Realização da coleta das espécies vegetais conforme indicado na proposta de biomonitoramento passivo da qualidade do ar.
- Recolhimento das amostras de líquens expostos junto às estações de biomonitoramento em agosto de 2012 conforme indicado na proposta de biomonitoramento ativo da qualidade do ar.

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*



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Os resultados desta campanha indicam que, *Elephantopus mollis* como em todas as coletas anteriores foi a única espécie que apresentou teores de cádmio superiores ao limite de quantificação na quase totalidade das estações de amostragem avaliadas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A estação em que o teor de cádmio foi máximo foi a EA 7, localizada na direção dos ventos predominantes na região (Figura 15.1A). O teor de enxofre em *E. mollis* também teve seu valor máximo na EA 7 (Figura 15.1D).

Os teores de chumbo e zinco em *E. mollis* (Figuras 15.1B e 15.1C), diferiram do padrão de dispersão frequentemente observado com valores máximos na EA 5 e 3, respectivamente. Teores elevados de chumbo na EA 5 já foram encontrados em campanhas anteriores e podem estar relacionados com a deposição de poeira proveniente da extração de calcário existente nas proximidades deste local, como justificado em DIVAN JUNIOR et al. (2010).

Essa hipótese é plausível, tendo em vista, que na ocasião da coleta dos bioindicadores pudemos constatar in loco a grande quantidade de poeira depositada em todos os lugares da EA 5 concomitantemente a realização das detonações na mina de calcário.

O teor elevado de zinco, em *E. mollis*, na EA 8 é coerente com os resultados encontrados em coletas anteriores, pois esta estação de amostragem está situada na direção do vento e a pouca distância da usina.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

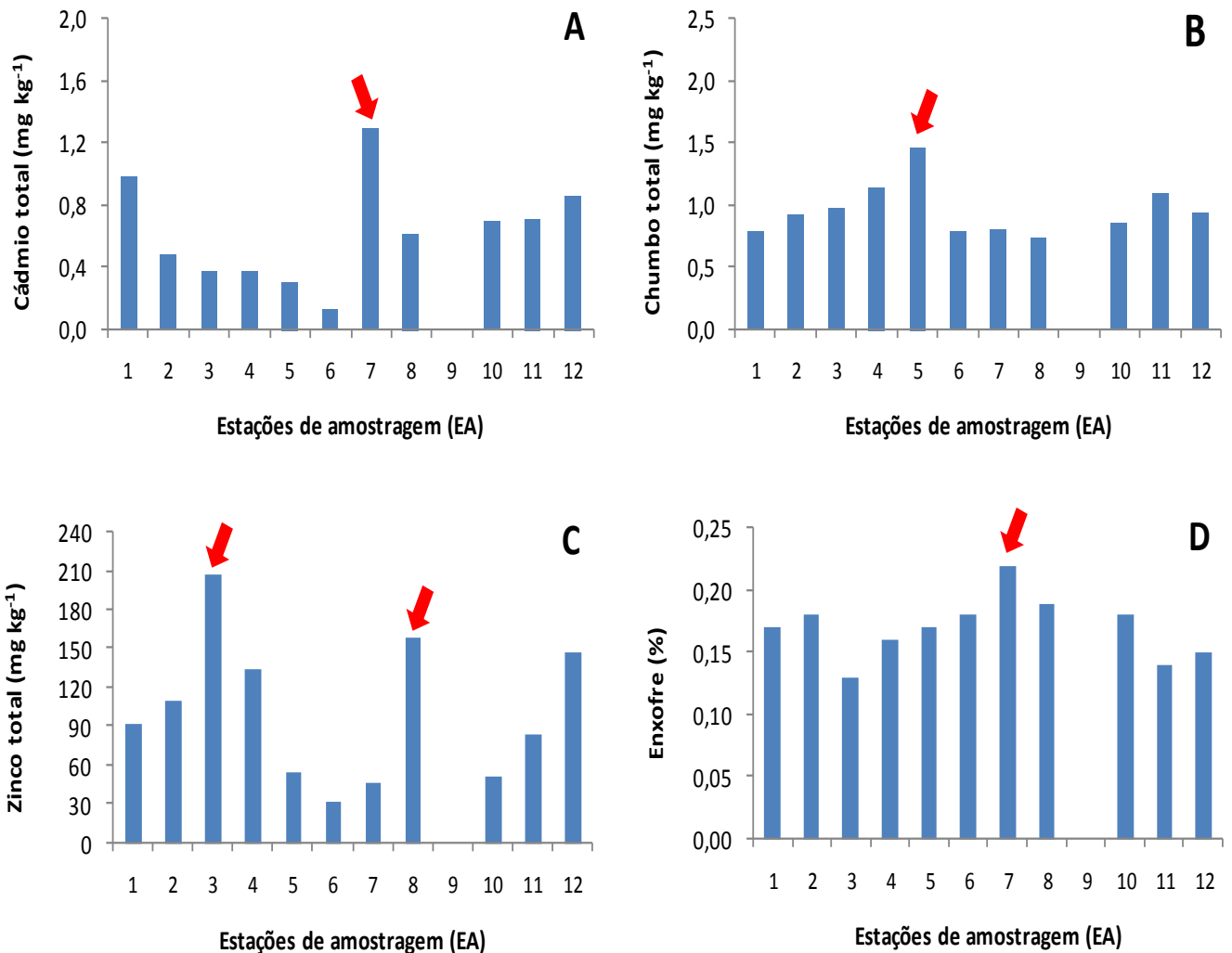


Figura 15.1: Teores de cádmio (**A**), chumbo (**B**), zinco (**C**) e enxofre (**D**) em folhas de *E. mollis* coletadas de locais no entorno da usina termelétrica de Candiota, abril/2013. As setas indicam as EAs com os teores máximos dos elementos acima.

O padrão de dispersão do teor de Cd em *Baccharis trimeria* (Figura 15.2A) é em parte similar ao encontrado para *E. mollis*, pois as estações que apresentam os maiores teores são aquelas situadas na direção do vento predominante, as EAs 2, 7, 10 e 11.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nas demais estações de amostragem, o teor de Cd em *B. trimera*, ficou abaixo do limite de quantificação. As distribuições dos teores de Pb e Zn, em *B. trimera* (Figuras 15.2B e 15.2C, respectivamente), não confirmaram o padrão encontrado em *E. mollis*. Nesta espécie, os teores máximos de Pb foram encontrados na EA 12 e o de Zn nas EA 2 e 4. Teores elevados de metais nos bioindicadores localizados nas estações de amostragem (EA 2) e (EA 4) se justificam, respectivamente, pela direção do vento ou pela proximidade com a usina.

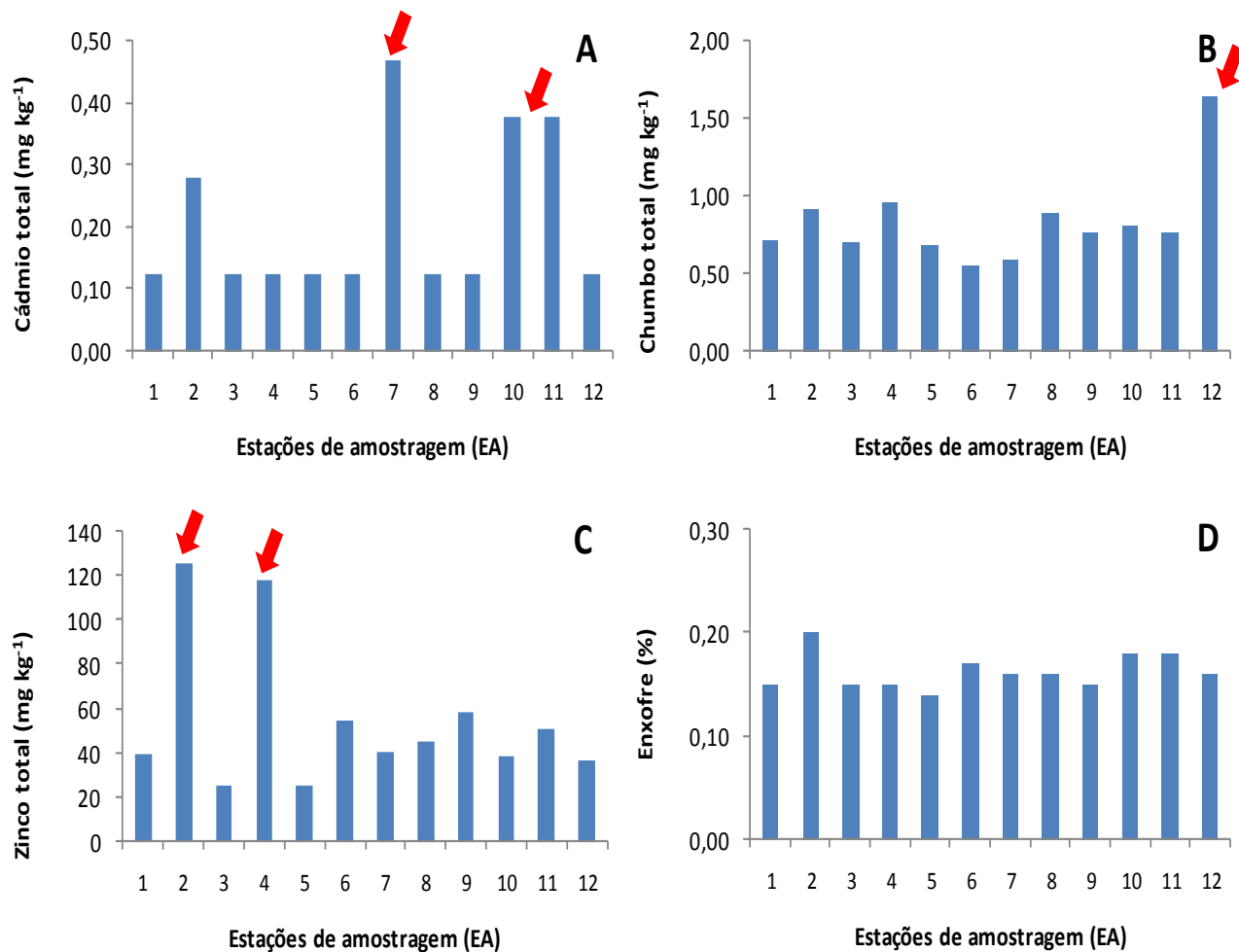


Figura 15.2: Teores de Cd (A), Pb (B), Zn (C) e S (D) em *B. trimera* de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota, abril/2013. As setas indicam as EAs com os teores máximos dos elementos acima.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Por outro lado, a constatação de contaminação por metais, como observado em coletas anteriores, em Pedras Altas (EA 12) exige uma análise mais cuidadosa dos dados fornecidos pela estação meteorológica para verificar a direção e a velocidade dos ventos nos eventos nos quais foram encontrados teores elevados de metais. Tal estudo será realizado por ocasião da preparação do relatório final. Da mesma forma, o padrão de distribuição de metais (chumbo e zinco) e enxofre nas amostras de *Paspalum notatum* (Figura 15.3) foi diferente daquele encontrado nos outros dois bioindicadores.

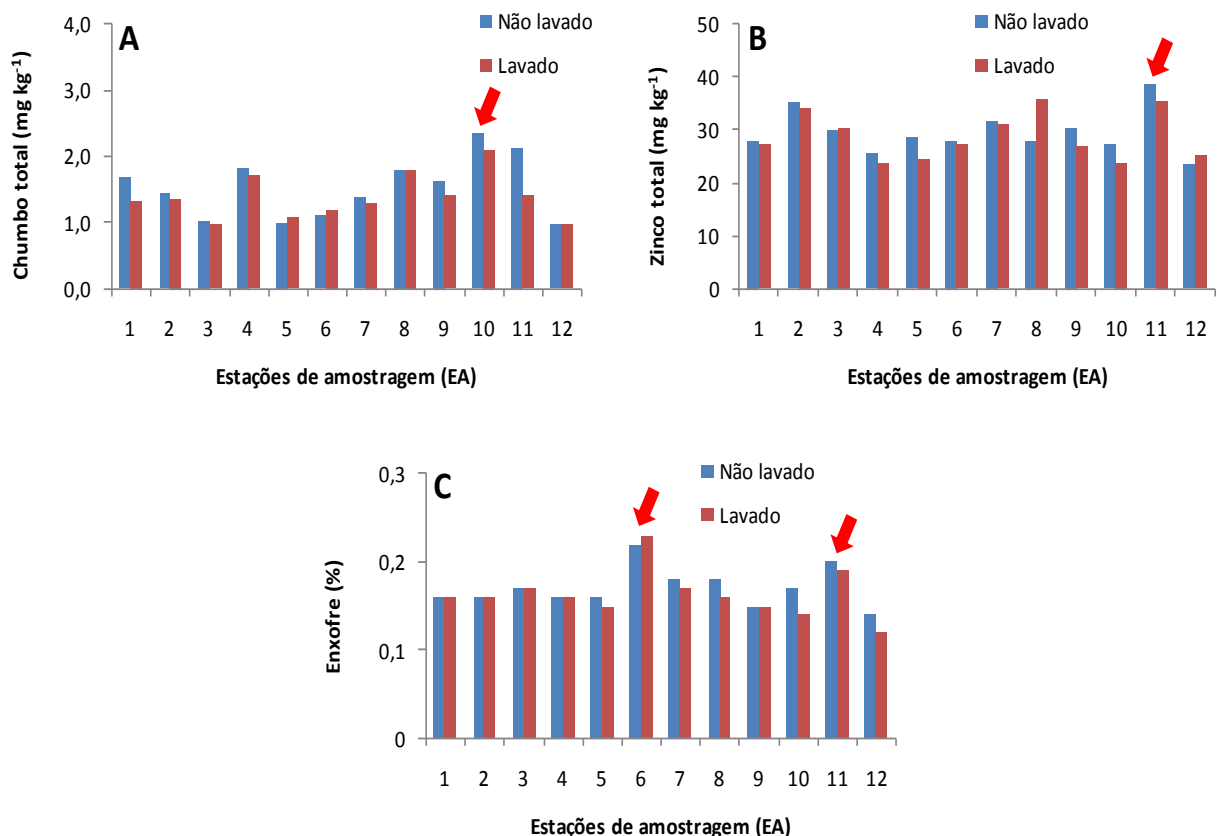


Figura 15.3: Teores de chumbo (A), zinco (B) e enxofre (C) em folhas lavadas e não-lavadas de *P. notatum* de locais no entorno da usina termoeleétrica de Candiota, abril/2013. As setas indicam as EAs com os teores máximos dos elementos acima.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entretanto, houve uma concordância acentuada no padrão de distribuição dos metais entre as amostras lavadas e não-lavadas, no qual, o teor foi maior nas amostras não-lavadas na maior parte das vezes. Isto se justifica pelo metal associado ao material particulado (proveniente da cinza ou do solo) depositado sobre as folhas.

A análise da distribuição dos metais e do enxofre, através de índices de enriquecimento (Figura 15.4), em *E. mollis*, revela resultados já conhecidos e outro que traz preocupação. O fator de enriquecimento de enxofre foi calculado pela 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 cujo fator de enriquecimento foi > 1 foram as EAs 2, 6, 7, 8 e 10. Estas estações de amostragem já são conhecidas por apresentarem, frequentemente, teores mais elevados de metais.

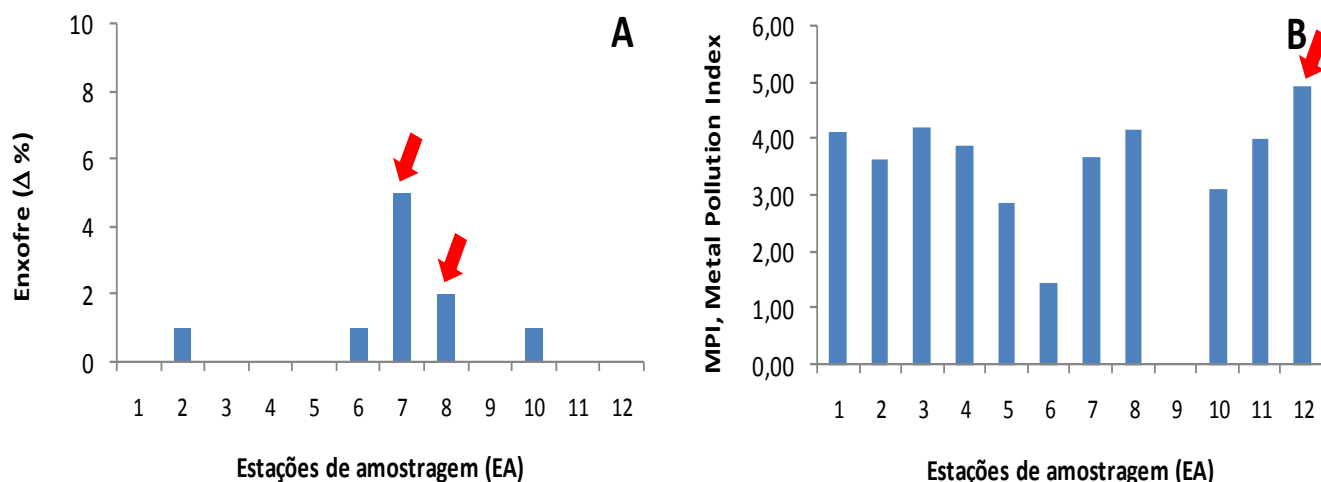


Figura 15.4: Fator de enriquecimento de enxofre em amostras de *E. mollis* nas diferentes estações de amostragem (A); Índice de poluição por metais, calculado com base nos teores dos elementos-traço metálicos na matéria seca de folhas de *E. mollis* (B), abril/2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Por outro lado, o índice de poluição por metais (SINGH et al., 2008) foi maior na EA 12. É digno de nota, mencionar que este resultado não é isolado, sendo já observado nas campanhas de amostragem anteriores. Porém, cogita-se que esta estação de amostragem seja considerada uma estação de referência alternativa à estação localizada na Serra do Veleda. Tal proposição deve ser mais bem estudada com base em uma avaliação mais criteriosa dos teores de metais e enxofre em paralelo à distribuição da direção e velocidade dos ventos naquele local.

15.5.2 Biomonitoramento ativo

A exposição dos líquens *Ramalina celastri* e *Telochistes exilis*, ocorreu na semana entre 27 e 31 de agosto, sendo que os mesmos permaneceram expostos até a campanha de abril/2013.

A decisão de expor os líquens por um período de exposição único de nove meses demonstrou ser acertada, pois diferente do ocorrido na primeira etapa do biomonitoramento, na qual não houve tempo suficiente para os líquens acumularem metais, desta vez houve acúmulo na quase totalidade das estações de amostragem em comparação com o teor de metais dos líquens antes da exposição (Figura 15.5). A única estação de amostragem, cujo teor de zinco se manteve inalterado, isto é, igual ao teor apresentado antes da exposição foi a EA 1, que é a estação de referência (Serra do Veleda).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

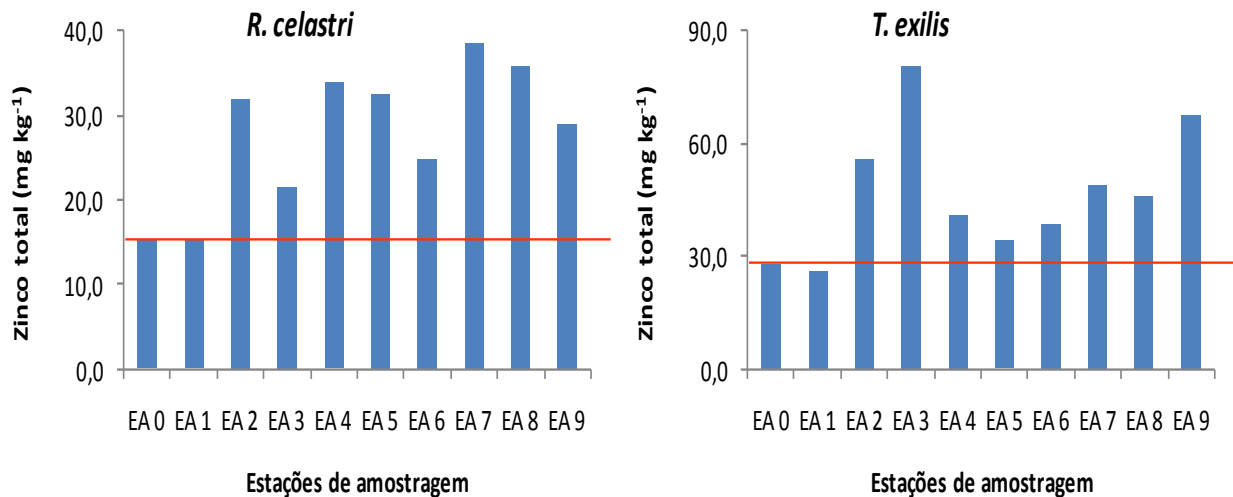


Figura 15.5: Teores de zinco em talos dos líquens *R. celsatri* (esquerda) e *T. exilis* (direita) expostos ativamente no entorno da usina termoeletrica de Candiota. A linha vermelha representa o teor de zinco no talo do líquen antes da exposição nas estações de amostragem, agosto/12 a abril/13.

Os teores de chumbo foram elevados em algumas estações de amostragem, como a EA 2, mas foram inferiores ao limite de quantificação em muitas estações. O teor de cádmio foi inferior ao limite de quantificação em todas as amostras de líquens. Isto pode estar relacionado à baixa capacidade de acumulação deste metal pelos líquens, característica inerente às espécies que foram utilizadas nesta pesquisa.

Infelizmente, tais resultados só foram possíveis para o teor de zinco, em função dos teores elevados deste metal no talo líquênico, por se tratar de um elemento essencial para estes organismos.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Embora o transplante de líquens seja uma técnica adequada ao estudo da contaminação atmosférica e tenha mostrado excelentes resultados, como comprovado, ela exige para sua viabilidade a exposição de uma quantidade grande de indivíduos, uma vez que os líquens sofrem bastante com o transplante e muitos indivíduos morrem ou são perdidos por causas outras que não a poluição do ar.

Este fato dificulta a realização desta abordagem de biomonitoramento, pois na atualidade é cada vez mais difícil obter uma quantidade grande de indivíduos provenientes de ambientes sem contaminação ambiental prévia.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

16. ATIVIDADE PECUÁRIA

A atividade de monitoramento da atividade agropecuária, diferentemente das demais que compõe 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: duas unidades produtivas; EA4: duas unidades produtivas; EA5: duas unidades produtivas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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'	Sudeste – Sr. Custódio Gomes

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.

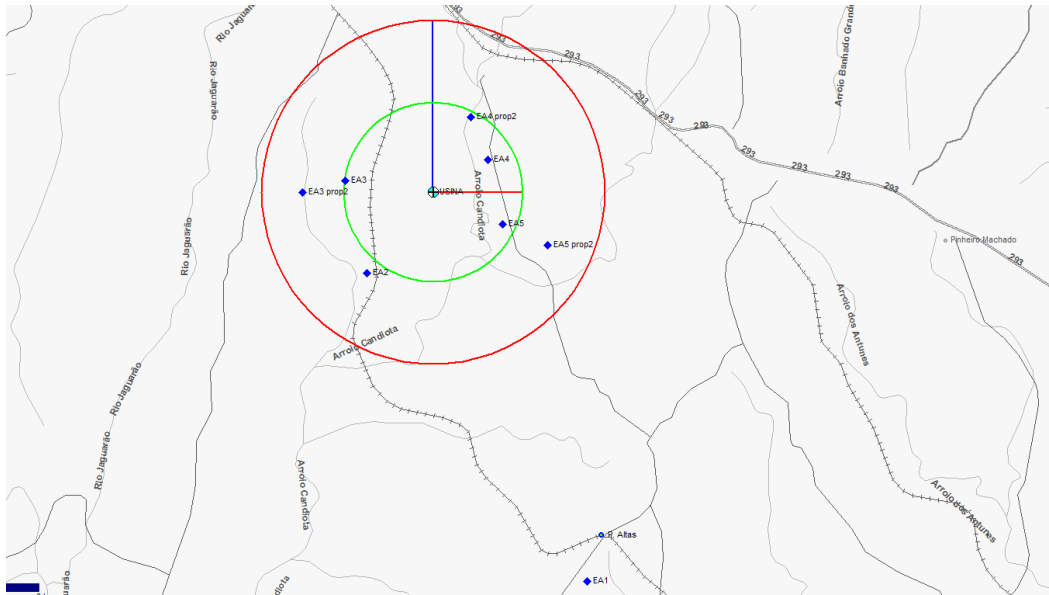


Figura 16.1. Unidades amostrais (o círculo verde representa um raio de 5 Km de distância da usina e o vermelho 10 km).

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 2013 realizaram-se amostragem de solo e estrato vegetal.

16.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 29 de abril a 03 de maio de 2013. O clima caracterizou-se por temperaturas mínimas de 12°C e máxima de 20°C com precipitações de chuvas acumuladas em 45 mm no período. 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 entende-se uma amostra constituída por no mínimo 18 unidades amostrais, as quais foram reunidas para formar uma amostra composta.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 foram avaliados o teor de flúor e de sílica na planta inteira.

16.4 Resultados e comentários

A campanha, de modo geral, foi bastante satisfatória tendo em vista a possibilidade de coleta de amostras de solo e pasto em todas as estações (EAs). Os resultados para os parâmetros sílica e fluoreto analisados nas amostras de extrato vegetal e solo estão apresentados na Tabela 16.1.

Tabela 16.1: Resultados da determinação de sílica e flúor em plantas e solo, abril/2013.

	Fluoreto	Sílica	
E A 1 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	652,8	mg/Kg
E A 2 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	781,6	mg/Kg
E A 3 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	833,3	mg/Kg
E A 4 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	833,3	mg/Kg
E A 5 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	777,4	mg/Kg
E A 1 - Solo	<10	262,1	mg/Kg
E A 2 - Solo	<10	289,5	mg/Kg
E A 3 - Solo	<10	287,7	mg/Kg
E A 4 - Solo	<10	315,3	mg/Kg
E A 5 - Solo	<10	263,3	mg/Kg

Estas observações serão utilizadas para a construção dos índices de qualidade da produção animal e integração com as demais variáveis para a composição dos Indicadores de qualidade do ambiente terrestre.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I-ÁGUAS SUPERFICIAIS

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

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, 2005, 21th 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.

CETESB. Índices de Qualidade das Águas, Critérios de Avaliação de sedimentos e Indicador de Controle de Fontes. *Série Relatórios*. Apêndice B. São Paulo. 2008. Resolução CONAMA nº 357/05.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1995. *Protocol for the Derivation of Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. Report CCME EPC-98E. Prepared by the Technical Secretariat of the Water Quality Guidelines Task Group, Winnipeg, Manitoba. 38 p.
- ENVIRONMENT CANADA (1995) *Interim sediment quality guidelines. Ecosystem Conservation Directorate, Evaluation and Interpretation Branch, Soil and Sediment Quality Section, Guidelines Branch, Ottawa, Ontario.*
- 1996-MACDONALD, D., CARR, R.S., CALDER, F. D., LONG, E. R. and INGERSOLL, C.G. 1996b. Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida coastal waters. *Ecotoxicology* 5, 253-278.
- USEPA, 1996. U.S. Environmental Protection Agency, *Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices*. Method 3052.
- SMITH, S.L., MACDONALD, D.D., KEENLEYSIDE, K.A., INGERSOLL, C.G., FIELD, J., 1996. A preliminary evaluation of sediment quality assessment values for freshwater ecosystems. *Journal of Great Lakes Research* 22, 624 - 638.
- MACDONALD, D.; LONG, E., FIELD; J., INGERSOLL, C.; CARR, S.; HAVERLAND, P., CANRELD, T.; DWYER, J.; KEMBLE, N.; CALDER, F.; SLOANE, G.; SEAL, T.; SMITH, S.; KEENLEYSIDE, K.; GAUDET, C.; WONG, M AND FOX, R. 1996a. Application of ERLs and ERMs for assessing contaminated sediments: Response to Sampson, Pastorok and Ginn. *SETAC News* 16(5), 31-34.
- 1997- LONG EDWARD R. and WILSON. CRAIG J.. 1997. On the Identification of Toxic Hot Spots using Measures of the Sediment Quality Triad. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 34, No. fi, pp. 373-374, 1997.
- CHAPMAN, PETER M.; BRIAN ANDERSON, SCOTT CARR, VIRGINIA ENGLE, ROGER GREEN, JAWED HAMEEDI, MICHELLE HARMONI, PAMELA HAVERLAND, JEFF HYLAND, CHRIS INGERSOLL, EDWARD LONG, JOHN RODGERS JR, MICHAEL SALAZAR, PAUL K. SIBLEY, PAUL J. SMITH, RICHARD C. SWARTZ, BRUCE THOMPSON and HERBERT WINDOM. 1997. General Guidelines for using the Sediment Quality Triad. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 34, No. 6, pp 368-377.
- 1998-LONG, E.R., FIELD, L.J., MACDONALD, D.D., 1998. Predicting toxicity in marine sediments with numerical sediment quality guidelines. *Environmental Toxicology and Chemistry* 17 (4), 714-727.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 Ciencias 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*



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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. WORSFORLD. 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*



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

PAVEI, P. T. .2007. *CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTAMINADOS PELAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE CARVÃO CRICIÚMA*. UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Dissertação de Mestrado. Orientador: Prof. Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes. 109 p.

QUEIROZ, A. F. DE S.; CELINO, J.J.; TRIGUIS, J. A.; SANTIAGO, J. S. 2007. COMPORTAMENTO GEOQUÍMICO DOS HIDROCARBONETOS NO ECOSISTEMA COSTEIRO: EXEMPLO DOS SEDIMENTOS DE MANGUEZAIS DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BAHIA. *4o PDPETRO*, 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- 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*



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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. Überordnung monogononta, 2.* Aul. 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.

McCAFFERTYM, W.P. *Aquatic Entomology*. Jones and Bartlett Plubishers, INC. Boston, 385p. 1981.

MARGULES, C.R. & PRESSEY, R.L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. 2004. Lista das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçados de Extinção. Instrução Normativa no 5, de 21 de maio de 2004. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Seção 1:136-142. 28 mai. 2004.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>

http://www.biodiversitas.org.br/f_ameaca/anexo1.pdf ANEXO 1 - INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 5, DE 21 DE MAIO DE 2004 LISTA NACIONAL DAS ESPÉCIES DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS E PEIXES AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO COM CATEGORIAS DA IUCN

ALBA-TERCEDOR, J. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hallawell (1978). *Limnetica*, 4: 51 – 56.1988.

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.

AVELAR, W.E. 1999. Moluscos Bivalves, p.65-68. *In*: D. Ismael, W.C. Valenti, T. Matsumura-Tundisi e O. Rocha. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. Vol. 4: Invertebrados de Água Doce. São Paulo, FAPESP.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. 339p.

BEISEL, J. N., USSEGLIO-POLATERA, P., & MORETEAU, J. C., 2000. The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. *Hydrobiologia*, 422/423, 163-171.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.

HILSENHOFF, W.L. 1977. Use of arthropods to evaluate water quality of streams. Tech. Bull. WI. Dept. Nat. Resour., No 100 15pp.

<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>

http://www.biodiversitas.org.br/f_ameaca/anexo1.pdf ANEXO 1 - INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 5, DE 21 DE MAIO DE 2004 LISTA NACIONAL DAS ESPÉCIES DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS E PEIXES AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO COM CATEGORIAS DA IUCN

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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. 1999. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic forest. *Condor* 101, 537-548.

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.

BELTON, W. 1994. *Aves do Rio Grande do Sul*, Distribuição e biologia. São Leopoldo: Editora Unisinos.

BENCKE, G. A. 2001. Lista de referência das aves do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FZB. 104p.

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.

BENCKE, G. A., FONTANA, C. S., DIAS, R. A., MAURÍCIO, G. N., MÄHLER Jr., J. K. F. 2003. Aves. Pp. 189-480. In: Fontana, C. S., Bencke, G. A., Reis, R. (Org.) Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EDIPUCRS. 632p.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

GRABER, J. W.; GRABER, R. R. 1976. Environmental evaluations using birds and their habitats. Illinois Natural History Survey Bulletin: 1-39 p.

MACHADO, A. B. M., DRUMMOND, G. M., PAGLIA, A. P. (Eds.) 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. 1ª ed. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas.

MARQUES, A. A. B.; FONTANA, C. S.; VÉLEZ, E.; BENCKE, G. A.; SCHNEIDER, M.; REIS, R. E. 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. (Publ. Avulsas FZB, 11). 2002.

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.

ROMEIRO, A. R. 2004. O papel dos indicadores de sustentabilidade e da contabilidade ambiental. *In*: A. R. Romeiro (org.). Avaliação e contabilização de impactos ambientais. Campinas, SP: Editora da UNICAMP. 399 p.

ROTELLA, J. J., MADDEN, E. M., HANSEN, A. J. 1999. Sampling considerations for estimating density of passerines in grasslands. p. 237-243. *In*: Vickery, P. D., Herkert, J. R. (Eds.). Ecology and conservation of grassland birds of the Western Hemisphere. Riverside, Cooper Ornithological Society 19.

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.

WUNDERLE, J. M., JR. 1994. Census methods for Caribbean land birds. Gen. Tech. Rep. SO-98. New Orleans, LA: US. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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., MELCHIORS, 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.

HADDAD CFB, 2008. Uma análise da lista brasileira de anfíbios ameaçados de extinção. In: Machado ABM et al., (eds.). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Brasília, Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. v. 2, p. 286-325.

International Union for Conservation of Nature – IUCN, 2011. IUCN Red List of Threatened Species. version 2011.2. Available from: <www.iucnredlist.org>. Access in: Jun. 2012.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Gupta, U. C. Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In: Ferreira, M. E.; Cruz, M. C. P.; van Raij, B.; Abreu, C. A. (Eds.) *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 3-42.

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

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.

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

COELHO, A.M. Amostragem de solos: a base para aplicação de corretivos e fertilizantes. Embrapa – Comunicado Técnico Nº 73, Minas Gerais, 2003. WHEATHER CHANNEL, Médias e registros para Candiota Rio Grande do Sul. <http://br.weather.com/weather/climatology/BRXX1419?dayofyear=182>

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

SQUIBA, L.M.; SERRAT, B.M.; LIMA, M.R. Como coletar corretamente amostras de solo para análises. Disponível em: <http://www.soloplan.agrarias.ufpr.br/coletadesolo.htm>.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Equipe de Apoio – Coletas e Análises Laboratoriais

André P.T. Fernandes

Carlos Eduardo Güntzel

Daniela de Carvalho Leite Ribeiro

Daniela Hoss da Silva

Douglas Rita Pereira

Manoel Otávio Fraga da Cunha

Marcelo Saraiva

Maria José Cecília Cardoso

Oswaldo Stalhbam Machado

Rafaela Pestana Leques Tonial

Roberto Nascimento de Farias

Sônia Maria Madalosso

Volmar Garcez de Moraes



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ANEXO

RELATÓRIOS DE ENSAIO