



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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

**MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES
AMBIENTAIS**

Primeiro Relatório Parcial Trimestral

Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011

Setembro/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 Primeiro Relatório Parcial Trimestral de atividades referente ao contrato nº CGTEE/DTC/068/2011.

Porto Alegre, 04 de setembro 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

6. Bioindicadores Ambientais: Fitoplâncton, Perifíton

6.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

6.2 Coleta e Preservação das Amostras

6.2.1 Fitoplâncton

6.2.2 Perifíton

6.3 Métodos Analíticos

6.3.1 Fitoplâncton

6.3.2 Perifíton

6.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

6.4.1 Fitoplâncton

6.4.2 Perifíton



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

7. Bioindicadores Ambientais: Zooplâncton

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

8. Bioindicadores Ambientais: Macrofauna Bentônica

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

9. Bioindicadores Ambientais: Ictiofauna

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

10. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

11. Rede de Monitoramento Ambiental



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

12. Monitoramento da Flora

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

13. Monitoramento da Avifauna

- 13.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados
- 13.2 Trabalho de Campo
- 13.3 Técnicas de amostragem
- 13.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

14. Monitoramento da Herpetofauna

- 14.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados
- 14.2 Trabalho de Campo
- 14.3 Técnicas de amostragem
- 14.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

15. Bioindicadores da Qualidade do Ar

- 15.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados
- 15.2 Trabalho de Campo
- 15.3 Técnicas de Amostragem
 - 15.3.1 Biomonitoramento Passivo
 - 15.3.2 Biomonitoramento Ativo
- 15.4 Métodos analíticos
- 15.5 Resultados parciais
 - 15.5.1 Biomonitoramento passivo
 - 15.5.2 Biomonitoramento ativo



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.

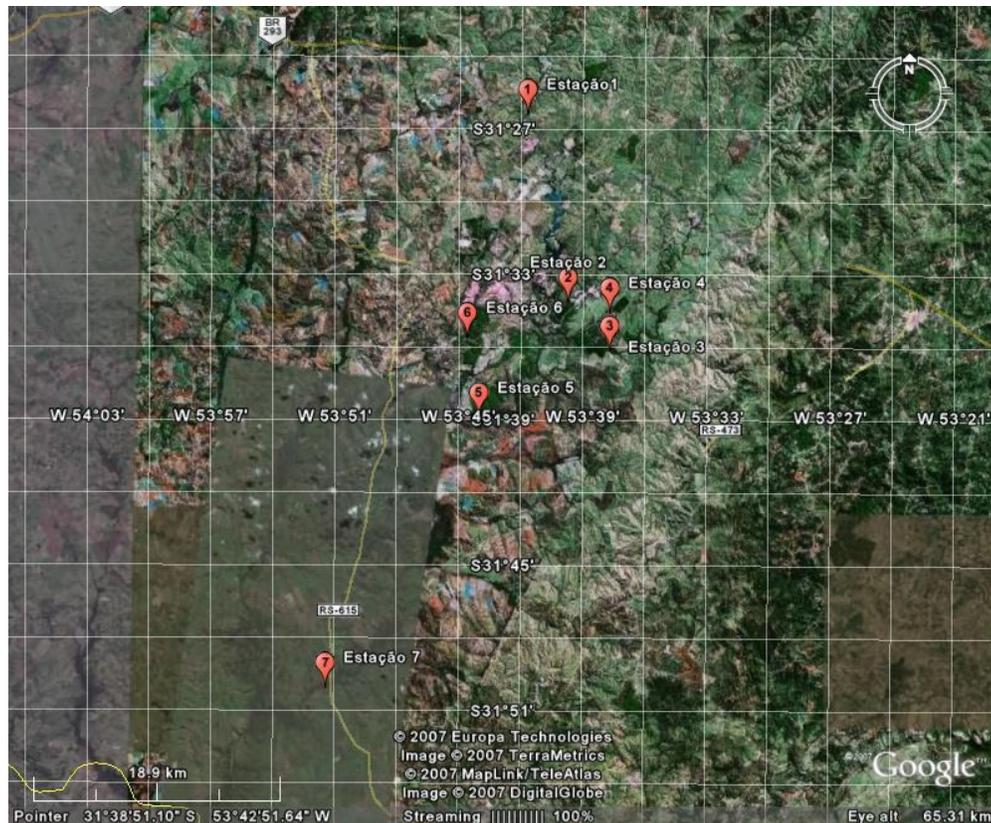


Figura 3.1. Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento



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 julho de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 4 a 16 °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 nd - 2510 B
Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>)	Substrato cromogênico enzimático	Standard Methods 22 nd - 9223 B
Cor aparente	Comparação visual	Standard Methods 22 nd - 2120 C
DBO ₅	Método de Winkler	Standard Methods 22 nd - 5210 B
Fenóis totais	Absorciometria com clorofórmio	EPA 9065
Fósforo Total	Absorciometria com redução do ácido ascórbico	Standard Methods 22 nd - 4500 P E
Nitrato	Cromatografia Iônica	Standard Methods 22 nd - 4110 B
Nitrogênio Amoniacal	Destilação e Nesslerização	EPA 350.2
Metais dissolvidos: Al, Fe, Cu	Espectrometria de Emissão por Plasma - ICP	Standard Methods 22 nd - 3120 B
Metais totais: As, Cd, Pb, Cr, Ni, Mn e Zn	Espectrometria de Emissão por Plasma - ICP	Standard Methods 22 nd - 3120 B
Metais totais: Hg	Espectrofotometria de Absorção Atômica - Geração de Vapor	Standard Methods 22 nd - 3112 B
Óleos e Graxas	Gravimetria - partição líquida-líquida	Standard Methods 22 nd - 5520 B
Oxigênio Dissolvido	Método Titulométrico	Standard Methods 21 th - 4500 O C
pH	Método Potenciométrico- pHmetro	Standard Methods 22 nd - 4500 H B
Sólidos Dissolvidos Totais	Gravimetria- secagem a 180°C	Standard Methods 22 nd - 2540 C
Surfactantes	Absorciometria com azul de metileno	Standard Methods 22 nd - 5540 C
Sulfeto	Absorciometria - Heteropoly Blue	Standard Methods 22 nd - 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 nd - 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
	Cromo total (mg.L ⁻¹)	> 0.005	3
		< 0.05	1
	Cobre dissolvido(mg.L ⁻¹)	0.05 a 1	2
		> 1	3
		< 0.009	1
	Chumbo total (mg.L ⁻¹)	0.009 a 0.05	2
		> 0.05	3
		< 0.01	1
	Mercúrio total (mg.L ⁻¹)	0.01 a 0.08	2
		> 0.08	3
		< 0.0002	1
	Níquel total (mg.L ⁻¹)	0.0002 a 0.001	2
		> 0.001	3
		< 0.025	1
	Fenóis totais (mg.L ⁻¹)	0.025 a 0.160	2
		> 0,160	3
		< 0.003	1
	Surfactantes (mg.L ⁻¹)	0.003 a 0.05	2
> 0.05		3	
< 0.5		1	
Zinco total (mg.L ⁻¹)	0.5 a 1	2	
	> 1	3	
	< 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 julho /2013.

Parâmetro	P1	P2	P3	P4
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	37,0	57,0	55,0	77,0
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	214	139	338	149
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	10	10	12	9
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	22	9	26	10
Fenóis (mg.L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	0,06	0,03	0,05	0,07
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)	<1	<1	<1	<1
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	7,0	7,9	8,0	8,2
pH	6,5	7,2	7,2	7,5
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	30	40	36	60
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	0,003	0,006	<0,002	0,002
Temperatura (°C)	8,0	10,5	8,0	12,0
Turbidez (NTU)	20,5	1,0	32,4	15,1
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,34	0,14	0,51	0,15
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)	0,007	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,52	0,35	0,47	0,31
Manganês total (mg.L ⁻¹)	<0,05	<0,05	<0,05	0,06
Mercúrio total (mg.L ⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco total (mg.L ⁻¹)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toxicidade – algas	NE	NE	NE	NE
Toxicidade – microcrustáceos	NE	NE	NE	NE
Toxicidade - peixes	NE	NE	NE	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 julho /2013

Parâmetro	P5	P6	P7
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	88,0	207	100
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	261	35	450
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	10	12	10
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	30	4	50
Fenóis (mg.L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	0,02	0,02	0,11
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	<0,09	0,13	<0,09
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹)	0,6	0,4	<0,1
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	<1	<1	<1
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	7,2	7,2	8,3
pH	7,3	6,1	7,3
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	60	135	70
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	0,1	0,1	0,1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	0,005	0,002	0,002
Temperatura (°C)	12,0	12,0	12,0
Turbidez (NTU)	28,2	16,0	55,8
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,42	0,06	1,67
Arsênio total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01
Cádmio total (mg.L ⁻¹)	0,005	<0,001	<0,001
Chumbo total (mg.L ⁻¹)	0,09	<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)	0,38	0,61	0,84
Manganês total (mg.L ⁻¹)	<0,05	0,66	0,07
Mercurio total (mg.L ⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total (mg.L ⁻¹)	<0,01	0,01	<0,01
Zinco total (mg.L ⁻¹)	<0,05	<0,05	<0,05
Toxicidade – algas	NE	NE	NE
Toxicidade – microcrustáceos	NE	NE	NE
Toxicidade - peixes	NE	NE	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, julho /2013.

Estação amostral	IPMCA*	IQA*
P1	1 (boa)	69,8 (boa)
P2	1 (boa)	75,9 (boa)
P3	1 (boa)	52,7 (boa)
P4	1 (boa)	74,2 (boa)
P5	3 (ruim)	67,2 (boa)
P6	2 (regular)	53,2 (boa)
P7	1 (boa)	64,1 (boa)

* Fonte CETESB



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Parâmetro	P5 Classe	P6 Classe	P7 Classe
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	-	-
Cor aparente (mg Pt-Co.L^{-1})	-	-	-
DBO ₅ ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	3	4	3
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	1	1	1
Fenóis (mg.L^{-1})	1	1	1
Fósforo total (mg P.L^{-1})	1	1	1
Nitrato ($\text{mg NO}_3\text{-N.L}^{-1}$)	1	1	1
Nitrogênio amoniacal($\text{mgNH}_3\text{-N.L}^{-1}$)	1	1	1
Óleos e Graxas (mg.L^{-1})	1	1	1
Oxigênio Dissolvido ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	1	1	1
pH	1	1	1
Sólidos Dissolvidos (mg.L^{-1})	1	1	1
Surfactantes (mg.L^{-1})	1	1	1
Sulfeto ($\text{mgS}_2.\text{L}^{-1}$)	1	1	1
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	-	-	-
Turbidez (NTU)	1	1	2
Alumínio dissolvido (mg.L^{-1})	4	1	4
Arsênio total (mg.L^{-1})	1	1	1
Cádmio total (mg.L^{-1})	3	1	1
Chumbo total (mg.L^{-1})	4	1	1
Cobre dissolvido (mg.L^{-1})	1	1	1
Cromo total (mg.L^{-1})	1	1	1
Ferro dissolvido (mg.L^{-1})	3	3	3
Manganês total (mg.L^{-1})	1	4	1
Mercúrio total (mg.L^{-1})	1	1	1
Níquel total (mg.L^{-1})	1	1	1
Zinco total (mg.L^{-1})	1	1	1
Toxicidade	1	1	1

O compartimento ambiental monitorado, água superficial, tem como responsável técnica a Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez.



5. SEDIMENTOS

5.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

Os parâmetros ambientais monitorados nos sedimentos estão apresentados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Parâmetros para monitoramento dos Sedimentos

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

5.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 01 a 03 de julho de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 4 a 16 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

5.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio

Para avaliação da Física dos Sedimentos as amostras foram processadas de acordo com a seguinte rotina laboratorial; ao chegarem foram secas em estufa a uma temperatura de 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>Hyaella 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 concentrações de metais com as frequências de ocorrência de efeito adverso



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

	TEL		PEL		
Qualidade	Otima	Boa	Regular	Ruim	Pessima
As(µg/g)	<5,9	5,9...11,5	>11,5...<17,1	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...<91,9	91,3...137,0	>137
Cu(µg/g)	<35,7	35,7...116,4	>116,4...<197,1	197...295	>295,5
Cr(µg/g)	<37,3	37,3...63,7	>63,7...<90,9	90...135	>135
Hg(µg/g)	<0,170	0,170...0,32	>0,32...<0,4	0,486...0,72	>0,729
Ni(µg/g)	<0,18	18,0...27,0	>27,0...<36,0	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)

$$FM = CT / CR$$

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.

$$CR = CT - CM$$

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, as sete amostras analisadas, representando os sete locais de estudo, apresentaram distribuições entre as frações cascalho, areia silte e argila obedecendo a escala granulométrica de WENTWORTH. Estão apresentadas na Tabela 5.8.

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 - Frações granulométricas cascalho, areia, silte e argila nas estações amostrais do Arroio Candiota, campanha amostral de Julho de 2013, recebe como sufixo indexador de ordem temporal a letra "X", apenas como forma de organização.

Fração Granulométrica	1X(%)	2X(%)	3X(%)	4X(%)	5X(%)	6X(%)	7X(%)
Cascalhos	22,00	45,70	11,70	0,90	4,40	0,10	0,20
Areia Muito Grossa	18,50	11,80	2,00	6,80	3,40	0,80	0,30
Areia Grossa	16,90	14,80	3,80	10,90	8,50	2,30	2,80
Areia Média	11,90	17,20	20,00	16,00	9,50	16,20	6,70
Areia Fina	12,70	8,20	26,70	13,90	9,50	10,90	21,50
Areia Muito Fina	5,60	1,30	14,80	20,40	16,20	10,60	44,60
Silte	5,10	0,50	11,10	21,30	39,10	35,10	12,60
Argila	7,30	0,50	9,90	9,80	9,40	24,00	11,30
Matéria Orgânica	8,00	1,00	3,40	8,30	2,00	2,70	1,30
Energia	7,06	99,00	3,76	2,22	1,06	0,69	3,18

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 está relacionada com a formação de correntes que movimentam o material sedimentar.

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

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

Na estação 2 está a relação maior de energia, e na estação 6 a relação de menor energia de transporte contida na informação da distribuição dos tamanhos de grãos dos sedimentos estudados.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

5.5.2 Química dos Sedimentos

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

Os sedimentos podem atuar como portadores de possível fonte de contaminação, pois os metais não permanecem depositados e podem ser liberados para a coluna de água por trocas das condições ambientais tais como o pH, o potencial redox, oxigênio dissolvido etc. As Tabelas 5.9 e 5.10 apresentam respectivamente, as concentrações resultantes do ataque forte e de ataque fraco as amostras de sedimentos do Arroio Candiota produzidas em julho de 2013.

Tabela 5.9 – Concentrações de metal **total**, encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio Candiota na campanha amostral de julho/2013

Elementos/Estações	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
Altot(%)	3,03	2,51	2,56	5,74	2,73	3,67	3,87
Astot(ppm)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	4,90	8,00
Cdtot(ppm)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Pbtot(ppm)	20,30	19,40	26,60	15,00	25,80	20,10	19,10
Cutot(ppm)	9,20	8,00	8,00	18,00	14,00	13,00	11,00
Crtot(ppm)	13,70	11,80	9,00	30,00	24,00	24,00	17,00
Fetot(%)	1,83	1,38	1,21	2,67	2,05	2,67	1,85
Mntot(ppm)	1571,00	345,00	471,00	1061,00	959,00	896,00	1046,00
Hgtot(ppm)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15
Nitot(ppm)	15,30	15,00	9,00	19,00	17,00	18,00	16,00
Zntot(ppm)	35,60	21,00	24,00	237,00	78,00	76,00	48,00



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.10 – Concentrações de metal **disponível** (fraco), encontradas nos sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota na campanha amostral X, de julho de 2013.

Elementos/Estações	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
Aldisp(%)	1,79	0,51	1,00	1,96	2,07	1,88	2,09
Asdisp(ppm)	3,80	2,50	2,50	5,80	4,30	4,90	3,90
Cddisp(ppm)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Pbdisp(ppm)	9,80	7,10	9,20	9,00	11,90	11,10	8,30
Cudisp(ppm)	7,40	3,10	4,80	8,40	9,40	8,10	9,60
Crdisp(ppm)	9,50	7,20	6,90	13,00	12,90	10,70	14,00
Fedisp(%)	1,52	1,27	0,92	2,62	1,91	1,94	1,40
Mndisp(ppm)	1313,00	292,00	334,00	721,00	922,00	625,00	657,00
Hgdisp(ppm)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Nidisp(ppm)	5,80	6,20	4,10	9,00	10,00	7,60	10,60
Zndisp(ppm)	35,30	15,20	22,70	202,00	75,40	55,00	39,00

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

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

taxa encontrada no sedimento

taxa a ser comparada

Toda a vez que o numerador (A) se aproximar do valor do denominador (B), o resultado da razão tenderá a 1. Toda a vez que o numerador for maior que o denominador este valor será maior que 1. Como critério utilizado neste relato técnico, a cor **verde** será indicativo que o valor esta abaixo de 0,50 e, portanto, a condição mostra que o valor de referencia é muito maior que a taxa medida no sedimento. Já cor **laranja** é indicativo que o valor esta igual ou maior que 0,50, e a cor **vermelha** indica que o valor obtido é igual ou maior que 1, indicando que a taxa encontrada nos sedimentos de calha do



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Arroio Candiota é maior que a taxa de referencia, independente da concepção utilizada. As células cobertas com **cinza** indicam que não existe valor de referencia para aquele metal naquela concepção utilizada.

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

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

Tabela 5.11 - Cálculo do Índice de Tolerância Potencial ITc, para cada um dos metais para cada uma das estações. O T significa a Tolerância critica (T), neste caso o valor de referência, julho/2013.

Estações	Tol.Critica	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
ITcAl								
ITcAs	57,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,09	0,14
ITcCd	5,10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ITcPb	450,00	0,05	0,04	0,06	0,03	0,06	0,04	0,04
ITcCu	390,00	0,02	0,02	0,02	0,05	0,04	0,03	0,03
ITcCr	260,00	0,05	0,05	0,03	0,12	0,09	0,09	0,07
ITcFe								
ITcMn								
ITcHg	0,41	0,37	0,37	0,37	0,37	0,39	0,37	0,37
ITcNi								
ITcZn	410,00	0,09	0,05	0,06	0,58	0,19	0,19	0,12

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A razão matemática entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos de correntes no Arroio Candiota foram comparadas com os valores de referência, SQG, na concepção TEC-PEC. Os resultados estão nas Tabelas 5.12 e 5.13 na forma de índices.

Tabela 5.12 - Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração limiar de efeito (TEC), concepção TEC-PEC, julho/2013.

Estações	TEC	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
InTEC Al								
InTEC As	9,8	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,50	0,82
InTEC Cd	0,99	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
InTEC Pb	36	0,56	0,54	0,74	0,42	0,72	0,56	0,53
InTEC Cu	32	0,29	0,25	0,25	0,56	0,44	0,41	0,34
InTEC Cr	43,4	0,32	0,27	0,21	0,69	0,55	0,55	0,39
InTEC Fe	2	0,92	0,69	0,61	1,33	1,03	1,33	0,93
InTEC Mn	460	3,42	0,75	1,02	2,31	2,08	1,95	2,27
InTEC Hg	0,18	0,83	0,83	0,83	0,83	0,89	0,83	0,83
InTEC Ni	23	0,67	0,65	0,39	0,83	0,74	0,78	0,70
InTEC Zn	120	0,30	0,18	0,20	1,98	0,65	0,63	0,40

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, julho/2013.

Estações	PEC	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
InPEC Al								
InPEC As	33	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,15	0,24
InPEC Cd	5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
InPEC Pb	130	0,16	0,15	0,20	0,12	0,20	0,15	0,15
InPEC Cu	150	0,06	0,05	0,05	0,12	0,09	0,09	0,07
InPEC Cr	110	0,12	0,11	0,08	0,27	0,22	0,22	0,15
InPEC Fe	4	0,46	0,35	0,30	0,67	0,51	0,67	0,46
InPEC Mn	1100	1,43	0,31	0,43	0,96	0,87	0,81	0,95
InPEC Hg	1,1	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14
InPEC Ni	49	0,31	0,31	0,18	0,39	0,35	0,37	0,33
InPEC Zn	460	0,08	0,05	0,05	0,52	0,17	0,17	0,10



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 referência, SQG, na concepção LEL-SEL. Os resultados estão nas Tabelas 5.14 e 5.15 na forma de índices.

Tabela 5.14 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração nível de efeito baixo(LEL), concepção LEL-SEL, julho/2013.

Estações	LEL	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
InLEL Al								
InLEL As	6	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	0,82	1,33
InLEL Cd	0,6	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
InLEL Pb	31	0,65	0,63	0,86	0,48	0,83	0,65	0,62
InLEL Cu	16	0,58	0,50	0,50	1,13	0,88	0,81	0,69
InLEL Cr	26	0,53	0,45	0,35	1,15	0,92	0,92	0,65
InLEL Fe	2	0,92	0,69	0,61	1,33	1,03	1,33	0,93
InLEL Mn	460	3,42	0,75	1,02	2,31	2,08	1,95	2,27
InLEL Hg	0,2	0,75	0,75	0,75	0,75	0,80	0,75	0,75
InLEL Ni	16	0,96	0,94	0,56	1,19	1,06	1,13	1,00
InLEL Zn	120	0,30	0,18	0,20	1,98	0,65	0,63	0,40

Tabela 5.15 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração nível de efeito severo (SEL), concepção LEL-SEL, julho/2013.

Estações	SEL	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
InSEL Al								
InSEL As	33	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,15	0,24
InSEL Cd	10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
InSEL Pb	250	0,08	0,08	0,11	0,06	0,10	0,08	0,08
InSEL Cu	110	0,08	0,07	0,07	0,16	0,13	0,12	0,10
InSEL Cr	110	0,12	0,11	0,08	0,27	0,22	0,22	0,15
InSEL Fe	4	0,46	0,35	0,30	0,67	0,51	0,67	0,46
InSEL Mn	1100	1,43	0,31	0,43	0,96	0,87	0,81	0,95
InSEL Hg	2	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
InSEL Ni	75	0,20	0,20	0,12	0,25	0,23	0,24	0,21
InSEL Zn	820	0,04	0,03	0,03	0,29	0,10	0,09	0,06



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.

Tabela 5.16 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio Candiota e os referenciais (SQG) concentração Intervalo de efeito baixo (ERL), concepção ERL-ERM, julho/2013.

Estações	ERL	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
AIERL								
AsERL	8,2	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,60	0,98
CdERL	1,2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
PbERL	46,7	0,43	0,42	0,57	0,32	0,55	0,43	0,41
CuERL	34	0,27	0,24	0,24	0,53	0,41	0,38	0,32
CrERL	81	0,17	0,15	0,11	0,37	0,30	0,30	0,21
FeERL								
MnERL								
HgERL	0,15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,07	1,00	1,00
NiERL	20,9	0,73	0,72	0,43	0,91	0,81	0,86	0,77
ZnERL	150	0,24	0,14	0,16	1,58	0,52	0,51	0,32

Tabela 5.17 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) concentração Intervalo de efeito médio (ERM), concepção ERL-ERM, julho/2013.

Estações	ERM	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
AIERM								
AsERM	70	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,07	0,11
CdERM	9,6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
PbERM	218	0,09	0,09	0,12	0,07	0,12	0,09	0,09
CuERM	270	0,03	0,03	0,03	0,07	0,05	0,05	0,04
CrERM	370	0,04	0,03	0,02	0,08	0,06	0,06	0,05
FeERM								
MnERM								
HgERM	0,71	0,21	0,21	0,21	0,21	0,23	0,21	0,21
NiERM	51,6	0,30	0,29	0,17	0,37	0,33	0,35	0,31
ZnERM	410	0,09	0,05	0,06	0,58	0,19	0,19	0,12



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Para os sedimentos deste estudo utilizaram-se os valores guias utilizados pela concepção usada pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo-CETESB. Na Tabela 5.18 apresentam-se o resultado da classificação nominal para os locais amostrados com base nos resultados das concentrações dos metais nos sedimentos.

Tabela 5.18 – Classes nominais com base nos valores guias da qualidade dos sedimentos usados pela CETESB, São Paulo, julho/2013.

Metais Totais	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
Altot(%)							
Astot(ppm)	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Otima	Boa
Cdtot(ppm)	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Pbtot(ppm)	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Cutot(ppm)	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Crtot(ppm)	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Fetot(%)							
Mntot(ppm)							
Hgtot(ppm)	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Nitot(ppm)	Otima	Otima	Otima	Boa	Otima	Otima	Otima
Zntot(ppm)	Otima	Otima	Otima	Regular	Otima	Otima	Otima

- Fator de Contaminação ou Fator de Enriquecimento

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

O nível de base escolhido foi àqueles apresentados por BOWEN (1979) valores médios para sedimentos. Ressalta-se a importância da escolha do instrumental de amostragem, principalmente quando o objetivo do estudo ambiental é a avaliação do recente, qualquer tipo de amostrador que o investigador não possa controlar a espessura de penetração junto ao fundo,



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

e a recuperação do material, ou ainda que esta espessura seja acima de 10 cm, compromete as informações estabelecidas como recente.

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.

Tabela 5.19- Fatores de contaminação, nominais, ou de enriquecimento dos sedimentos considerando como nível de base os valores encontrados para a crosta terrestre, Arroio Candiota, julho/2013.

Estações	Crosta	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
Alcrosta	8,2	0,37	0,31	0,31	0,70	0,33	0,45	0,47
Aslcrosta	1,5	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	3,27	5,33
Cdlcrosta	0,11	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Pblcrosta	14	1,45	1,39	1,90	1,07	1,84	1,44	1,36
Culcrosta	50	0,18	0,16	0,16	0,36	0,28	0,26	0,22
Crlcrosta	100	0,14	0,12	0,09	0,30	0,24	0,24	0,17
Felcrosta	4,1	0,45	0,34	0,30	0,65	0,50	0,65	0,45
Mnlcrosta	950	1,65	0,36	0,50	1,12	1,01	0,94	1,10
Hglcrosta	0,05	3,00	3,00	3,00	3,00	3,20	3,00	3,00
Nilcrosta	80	0,19	0,19	0,11	0,24	0,21	0,23	0,20
Znlcrosta	75	0,47	0,28	0,32	3,16	1,04	1,01	0,64



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.20- Fatores de contaminação, nominais, ou de enriquecimento dos sedimentos considerando como nível de base os valores encontrados para os sedimentos, Arroio Candiota, julho/2013.

Estações	Sedimentos	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
Alsed	7,2	0,42	0,35	0,35	0,80	0,38	0,51	0,54
Assed	7,7	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	0,64	1,04
Cdsed	0,17	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Pbsed	19	1,07	1,02	1,40	0,79	1,36	1,06	1,01
Cused	33	0,28	0,24	0,24	0,55	0,42	0,39	0,33
Cr sed	72	0,19	0,16	0,13	0,42	0,33	0,33	0,24
Fesed	4,1	0,45	0,34	0,30	0,65	0,50	0,65	0,45
Mnsed	770	2,04	0,45	0,61	1,38	1,25	1,16	1,36
Hgsed	0,19	0,79	0,79	0,79	0,79	0,84	0,79	0,79
Nised	52	0,29	0,29	0,17	0,37	0,33	0,35	0,31
Znsed	95	0,37	0,22	0,25	2,49	0,82	0,80	0,51

Tabela 5.21- Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral S (Julho de 2013), considerando como nível de base os valores determinados como o fator CLARKE, expressos em valores numéricos da razão sem unidade.

Estações	Clarke	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X
AlClarke	8,36	0,36	0,30	0,31	0,69	0,33	0,44	0,46
AsClarke	1,8	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	2,72	4,44
CdClarke	0,16	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
PbClarke	13	1,56	1,49	2,05	1,15	1,98	1,55	1,47
CuClarke	68	0,14	0,12	0,12	0,26	0,21	0,19	0,16
CrClarke	122	0,11	0,10	0,07	0,25	0,20	0,20	0,14
FeClarke	6,2	0,30	0,22	0,20	0,43	0,33	0,43	0,30
MnClarke	1060	1,48	0,33	0,44	1,00	0,90	0,85	0,99
HgClarke	0,08	1,88	1,88	1,88	1,88	2,00	1,88	1,88
NiClarke	99	0,15	0,15	0,09	0,19	0,17	0,18	0,16
ZnClarke	76	0,47	0,28	0,32	3,12	1,03	1,00	0,63

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Na Tabela 5.22 estão os resultados dos testes de ecotoxicidade para as sete estações amostrais deste estudo. Os resultados apontam uma ordenação quanto à toxicidade e a mortalidade provocadas pela toxicidade que compõe os sedimentos.

Tabela 5.22- Toxicidade para os sedimentos da calha fluvial do Arroio Candiota, julho de 2013.

Amostras	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Sobrevivência	OBS.:	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Crescimento
Ponto 01	Detectada	45% de mortalidade	/
Ponto 02	Não Detectada	7,5% de mortalidade	Não Detectada
Ponto 03	Não Detectada	0% de mortalidade	Não Detectada
Ponto 04	Não Detectada	5% de mortalidade	Não Detectada
Ponto 05	Não Detectada	0% de mortalidade	Não Detectada
Ponto 06	Não Detectada	0% de mortalidade	Não Detectada
Ponto 07	Não Detectada	2,5% de mortalidade	Não Detectada

5.6 Considerações Finais

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

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 e PERIFITON

6.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

6.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 01 a 03 de julho de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 4 a 16 °C.

6.2.1 Fitoplâncton

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

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

6.2.2 Perifíton

Seguindo-se a metodologia de Round (1993) e Kelly *et al.* (1998), foram coletados, em cada estação amostral, cinco seixos, dos quais foram raspados 25 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 deu-se com o auxílio de uma escova de cerdas flexíveis, sendo o mesmo acondicionado em frascos com água destilada e fixado com formalina (Round, 1993; Lobo *et al.*, 1995; Kelly *et al.*, 1998).



6.3 Métodos Analíticos

6.3.1 Fitoplâncton

A análise qualitativa foi realizada ao microscópio com contraste de fase entre lâminas e lamínulas, em aumentos de 400 a 1600 vezes. Para identificação dos espécimes registrados foram utilizadas bibliografias especializadas para cada grupo de algas e para a classificação em níveis de divisão e classe foi adotado o sistema de HOEK *et al.* (1995).

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

6.3.2 Perifiton

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



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.

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



6.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

6.4.1 Fitoplâncton

A análise quantitativa do fitoplâncton registrou 46 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 quatro classes algais: Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae e Chlorophyceae. Neste estudo ocorreu predominância das Bacillariophyceae (diatomáceas), com 61% das espécies identificadas, seguidas das Chlorophyceae (clorofíceas) com 28%, Chrysophyceae (crisofíceas) com 9% e Euglenophyceae (euglenofíceas) com 2% (Figura 6.1).

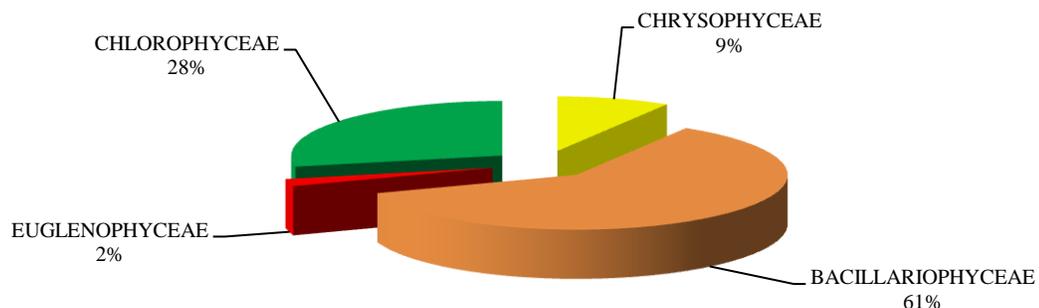


Figura 6.1. Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, julho/2013.



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 julho de 2013.

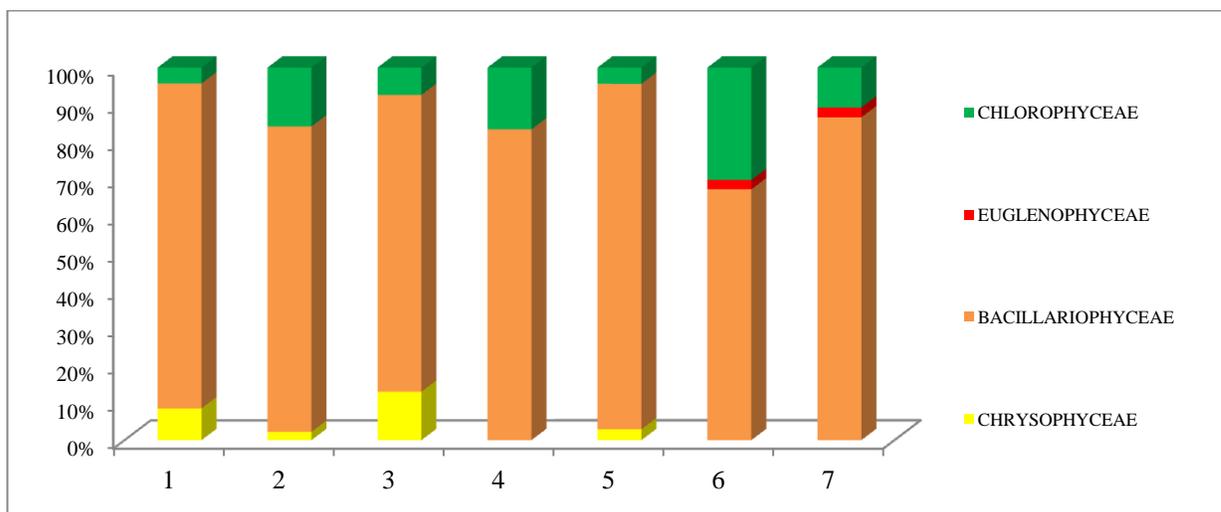


Figura 6.2: Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, julho/2013.

A classe das clorofíceas esteve presente em todos os pontos de coleta, porém em menor densidade, destacando-se no Ponto 6 com a maior densidade algal desse grupo. As euglenofíceas foram registradas somente em dois pontos de coleta (Pontos 6 e 7) e com baixa densidade, enquanto as crisofíceas foram registradas em quatro locais (Pontos 1, 2, 3 e 5), com maior densidade no Ponto 3.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A análise da densidade fitoplanctônica permitiu o registro de 15 espécies que se destacaram na comunidade por serem consideradas abundantes, não ocorrendo registro de espécies dominantes neste período. As diatomáceas predominaram em número de táxons abundantes, com 73% do total de espécies.

CRYSOPHYCEAE

Synura uvella

BACILLARIOPHYCEAE

Aulacoseira distans

Aulacoseira granulata

Cocconeis placentula

Cyclotella meneghiniana

Cymbella tumida

Encyonema mesianum

Frustulia sp

Gomphonema parvulum

Melosira varians

Nitzschia palea

Diatomácea 1

CHLOROPHYCEAE

Monoraphidium

contortum

Monoraphidium tortile

Sphaerocystis sp

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

	PONTOS DE COLETA						
	1	2	3	4	5	6	7
CHRYSOPHYCEAE							
1 <i>Dinobryon bavaricum</i>	2						
2 <i>Dinobryon sertularia</i>			5				
3 <i>Malomonas sp</i>		2			2		
4 <i>Synura uvella</i>	6		11				
BACILLARIOPHYCEAE							
5 <i>Aulacoseira distans</i>		21		18	8		
6 <i>Aulacoseira granulata</i>	6		15	13	11	13	15
7 <i>Cocconeis placentula</i>			26		6		3
8 <i>Cyclotella meneghiniana</i>	2	11			2		
9 <i>Cymbella cf naviculiformis</i>	4						
10 <i>Cymbella tumida</i>	6						
11 <i>Encyonema mesianum</i>	2		10	8	6		3
12 <i>Encyonema minutum</i>				3	2		
13 <i>Eunotia cf monodon</i>						2	
14 <i>Eunotia sp1</i>	4						
15 <i>Frustulia sp</i>	6	3	3		2		
16 <i>Gomphonema parvulum</i>	10		18	5			
17 <i>Gomphonema sp</i>		3	2				3
18 <i>Gyrosigma cf spencerii</i>					3		
19 <i>Hantzschia amphioxys</i>							3
20 <i>Melosira varians</i>				6	8		11
21 <i>Navicula cf cryptocephala</i>	2						
22 <i>Navicula sp1</i>	2			3	2	3	
23 <i>Nitzschia clausii</i>	4				3		
24 <i>Nitzschia palea</i>	18	8	10		6	18	15
25 <i>Nitzschia sigmoidea</i>						2	
26 <i>Nitzschia sp1</i>	2	3	6	3		5	3
27 <i>Pinnularia cf interrupta</i>		2					
28 <i>Pinnularia sp1</i>	2					3	
29 <i>Surirella angusta</i>							5
30 <i>Synedra acus</i>	4					2	
31 Diatomácea 1	8	8	6	6	5	6	5
32 Diatomácea 2			2				
EUGLENOPHYCEAE							
33 <i>Euglena sp</i>						2	2
CHLOROPHYCEAE							
34 <i>Crucigenia crucifera</i>			2				



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

35	<i>Desmodesmus maximus</i>						3	
36	<i>Desmodesmus nanus</i>	3						
37	<i>Desmodesmus quadricauda</i>				3			
38	<i>Eudorina elegans</i>	2						
39	<i>Koliella sp</i>						2	
40	<i>Monoraphidium arcuatum</i>							
41	<i>Monoraphidium contortum</i>	2	2	3			13	
42	<i>Monoraphidium tortile</i>						8	
43	<i>Scenedesmus ecornis</i>		3	2	2			
44	<i>Scenedesmus linearis</i>	2	3		2		3	
45	<i>Sphaerocystis sp</i>				5			
46	Clorofíceas 1		3	2			3	
DENSIDADE (Ind./ml)		94	72	123	78	69	80	76
RIQUEZA (Nº táxons)		20	13	16	14	15	13	14
DIVERSIDADE (H')		2,74	2,23	2,43	2,36	2,54	2,26	2,36

Na Figura 6.3 é possível visualizar a densidade do fitoplâncton nos sete pontos de coleta, destacando-se o Ponto 3 (123 ind./ml) e Ponto 1 (94 ind./ml), com os maiores valores, e o Ponto 5 (69 ind./ml) com o menor valor.

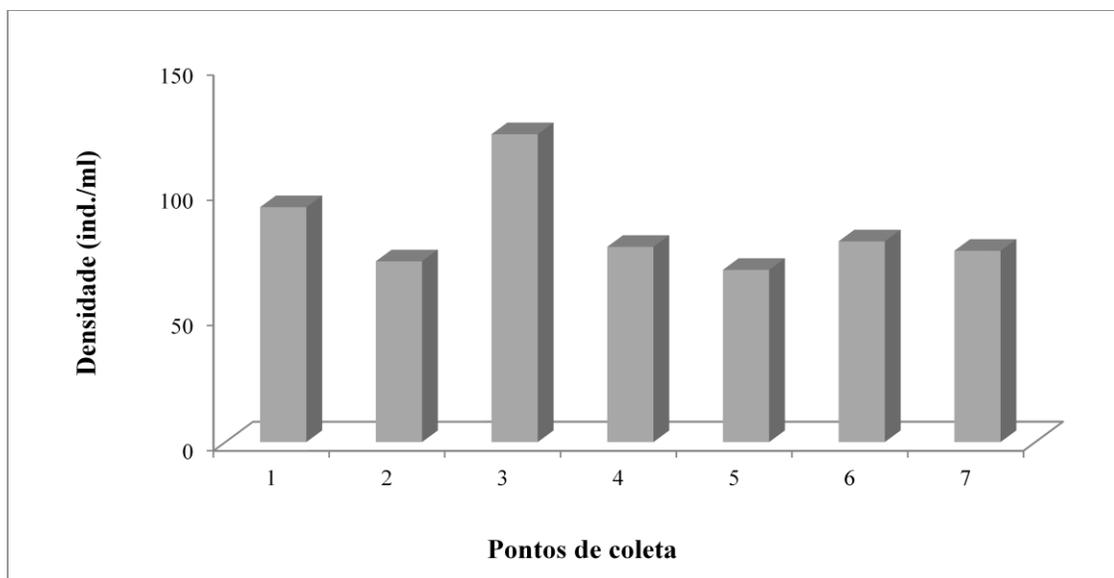


Figura 6.3: Distribuição da Densidade do fitoplâncton (ind./ml) nos sete pontos de coleta, julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A análise da riqueza específica (Figura 6.4) mostra que o Ponto 1 apresentou o maior número de táxons (20), enquanto os menores valores foram registrados nos Pontos 2 e 6, com 13 táxons cada.

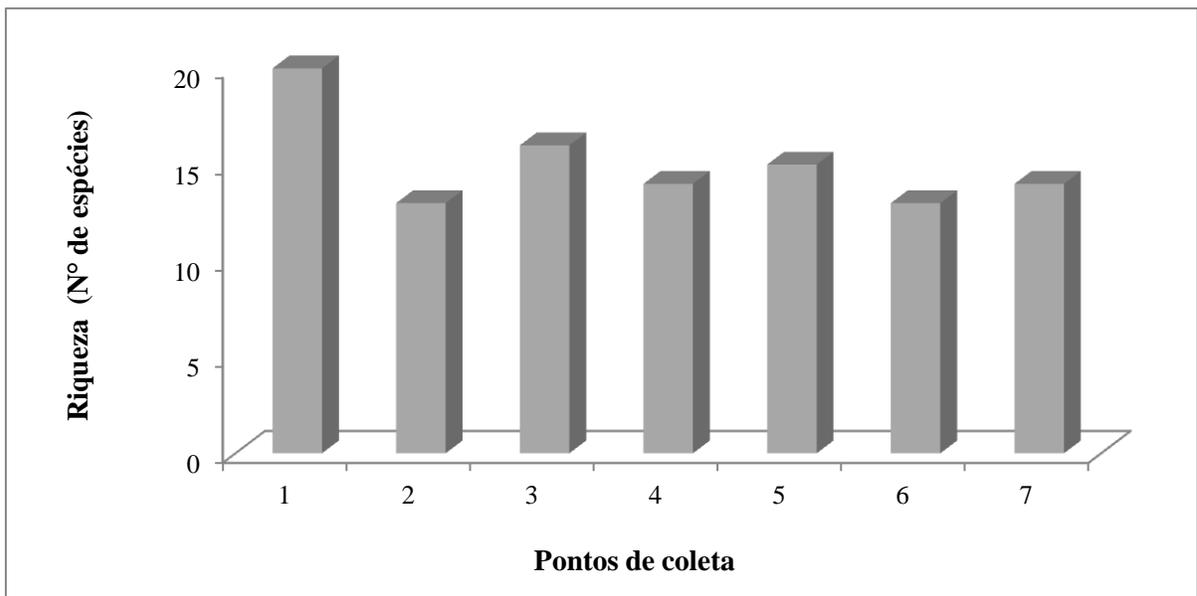


Figura 6.4: Distribuição da Riqueza de táxons algais nos sete pontos de coleta, julho de 2013.

Avaliando o índice de diversidade de Shannon (Figura 6.5) entre os pontos amostrados, pode-se notar valores bastante semelhantes e que variaram de 2,23 bit.ind⁻¹ (Ponto 2) a 2,74 bit.ind⁻¹ (Ponto 1).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

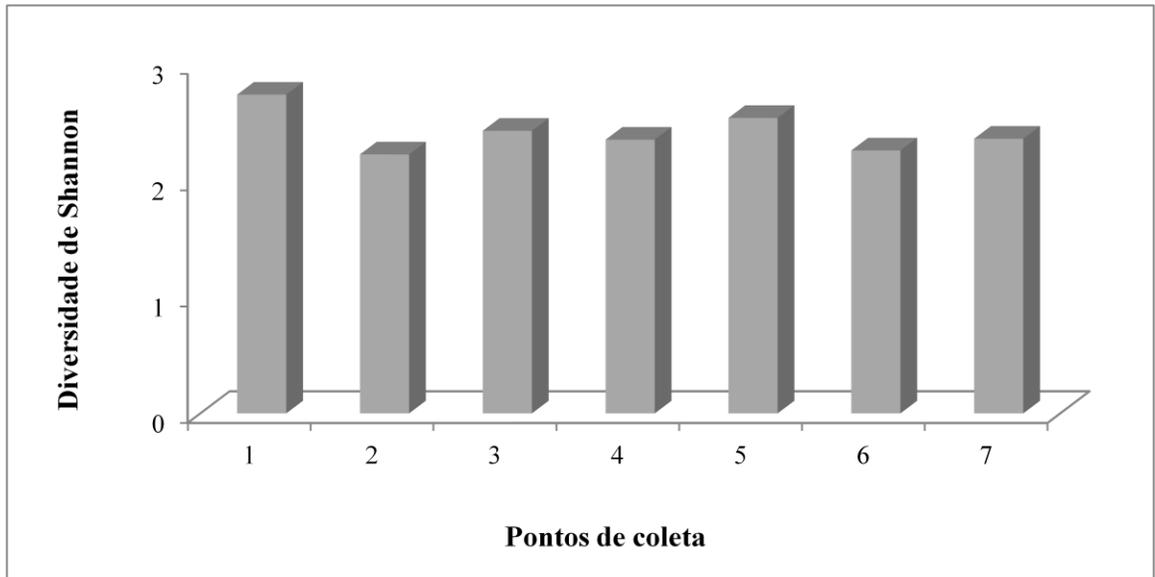


Figura 6.5: Distribuição da Diversidade de Shannon nos sete pontos de coleta, julho de 2013.

ANÁLISE QUALITATIVA

A análise qualitativa do fitoplâncton (Tabela 6.2) registrou 49 táxons distribuídos em quatro classes algais: Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae e Chlorophyceae, as mesmas registradas na análise quantitativa. As riquezas específicas nos sete pontos apresentaram valores entre 14 e 18 táxons, sendo os Pontos 1 e 3 os que apresentaram as maiores riquezas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

	PONTOS DE COLETA						
	1	2	3	4	5	6	7
CRYSOPHYCEAE							
1 <i>Dinobryon bavaricum</i>	X						
2 <i>Malomonas sp</i>		X	X				
3 <i>Synura uvella</i>	X						
BACILLARIOPHYCEAE							
4 <i>Amphipleura lindheimeri</i>	X		X		X		
5 <i>Aulacoseira distans</i>		X	X	X	X	X	
6 <i>Aulacoseira granulata</i>	X	X	X	X	X	X	X
7 <i>Capartogramma crucicola</i>							X
8 <i>Cocconeis placentula</i>			X		X		X
9 <i>Cyclotella meneghiniana</i>	X	X	X		X		
10 <i>Cymbella cf naviculiformis</i>	X						
11 <i>Cymbella tumida</i>	X						
12 <i>Cymbella sp</i>					X		
13 <i>Diploneis ovalis</i>				X			
14 <i>Encyonema mesianum</i>	X		X	X			X
15 <i>Encyonema minutum</i>	X			X	X		
16 <i>Eunotia sp1</i>					X		
17 <i>Frustulia sp</i>	X	X	X		X		X
18 <i>Gomphonema parvulum</i>	X	X	X	X			
19 <i>Gomphonema sp1</i>		X	X			X	
20 <i>Gyrosigma cf acuminatum</i>		X					
21 <i>Gyrosigma cf spencerii</i>	X						
22 <i>Hantzschia amphioxys</i>							X
23 <i>Melosira varians</i>		X		X	X		X
24 <i>Navicula cf cryptocephala</i>	X						
25 <i>Navicula sp1</i>			X	X	X	X	
26 <i>Nitzschia clausii</i>	X				X	X	
27 <i>Nitzschia palea</i>	X	X	X		X	X	X
28 <i>Nitzschia cf sigmoidea</i>						X	X
29 <i>Nitzschia cf vermicularis</i>					X		
30 <i>Nitzschia sp1</i>			X	X		X	X
31 <i>Nitzschia sp2</i>							
32 <i>Pinnulria cf interrupta</i>			X				
33 <i>Pinnularia sp</i>						X	
34 <i>Pleurosira laevis</i>							X
35 <i>Selaphora pupula</i>							X



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

36	<i>Surirella angusta</i>					X	X	
37	<i>Surirella guatemalensis</i>							
38	<i>Synedra acus</i>	X		X		X	X	
39	Diatomácea 1		X		X	X	X	
EUGLENOPHYCEAE								
40	<i>Euglena sp</i>						X	
CHLOROPHYCEAE								
41	<i>Desmodesmus maximus</i>						X	
42	<i>Desmodesmus nanus</i>		X					
43	<i>Desmodesmus quadricauda</i>			X		X		
44	<i>Eudorina elegans</i>		X	X				
45	<i>Koliella sp</i>						X	
46	<i>Monoraphidium contortum</i>	X			X		X	
47	<i>Monoraphidium irregulare</i>				X			
48	<i>Scenedesmus ecornis</i>		X		X			
49	<i>Scenedesmus linearis</i>	X	X	X	X		X	
RIQUEZA (Nº táxons)		18	15	18	14	17	14	17

6.4.2 Perifiton

Foram registrados 62 táxons de algas (Tabela 6.3), pertencentes às classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae e Cyanobacteria. A classe Bacillariophyceae (diatomáceas) apresentou a maior riqueza, representando 81% dos táxons identificados. Chlorophyceae e Cyanobacteria foram representadas por 8% dos táxons, cada, e Zygnematophyceae por 3%.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 6
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Achnantheidium exiguum</i>	151	0	0	0	0
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	1136	1136	379	545	144
<i>Amphipleura</i> sp.	76	0	0	0	0
<i>Amphora</i> sp. 1	0	0	0	30	0
<i>Aulacoseira granulata</i>	0	1969	0	91	0
<i>Capartogramma</i> sp.	0	227	0	151	0
<i>Cocconeis placentula</i>	0	151	142	61	0
<i>Cymbella affinis</i>	0	227	0	0	0
<i>Cymbella</i> sp. 3	151	0	95	0	0
<i>Encyonema minutum</i>	1969	454	213	151	72
<i>Encyonema</i> sp.1	0	0	95	61	0
<i>Eunotia exigua</i>	0	0	0	0	3570
<i>Fragilaria capucina</i>	303	379	0	0	0
<i>Frustulia rhomboides</i>	0	0	0	30	0
<i>Frustulia</i> sp. 2	151	76	24	0	0
<i>Gomphonema olivaceum</i>	151	0	0	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	1742	1212	308	242	144
<i>Gomphonema truncatum</i>	151	76	0	30	0
<i>Gomphonema turris</i>	76	0	0	0	0
<i>Gomphonema</i> sp. 1	985	0	0	212	0
<i>Gomphonema</i> sp. 3	530	379	0	182	0
<i>Gyrosigma</i> cf. <i>acuminatum</i>	0	0	0	30	0
<i>Gyrosigma</i> sp.	0	76	0	30	0
<i>Hantzschia amphioxys</i>	379	0	0	30	0
<i>Lemnicola hungarica</i>	0	0	0	30	0
<i>Luticola</i> cf. <i>goeppertiana</i>	76	151	47	0	0
<i>Melosira varians</i>	0	3029	0	5544	0
<i>Navicula cryptocephala</i>	530	985	95	424	0
<i>Navicula cryptotenella</i>	985	379	166	121	108
<i>Navicula</i> sp. 1	0	757	166	333	0
<i>Navicula</i> sp. 2	303	76	47	30	0
<i>Navicula</i> sp. 3	227	227	0	0	0
<i>Neidium</i> sp. 1	0	0	24	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i>	454	303	71	30	0
<i>Nitzschia</i> cf. <i>amphibia</i>	303	151	47	91	0



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Nitzschia cf. dissipata</i>	0	379	47	0	0
<i>Nitzschia cf. paleaceae</i>	0	303	0	0	0
<i>Nitzschia clausii</i>	227	0	0	91	0
<i>Nitzschia palea</i>	833	2196	308	333	36
<i>Nitzschia sp. 1</i>	0	227	0	0	0
<i>Planothidium cf. lanceolatum</i>	76	76	0	0	0
<i>cf. Psammothidium</i>	0	0	95	0	0
<i>Rhopalodia gibba</i>	0	76	47	0	0
<i>Sellaphora pupula</i>	0	76	0	0	0
<i>Sellaphora sp. 1</i>	76	0	0	0	0
<i>Surirella linearis</i>	0	76	0	61	0
<i>Surirella angusta</i>	151	227	0	0	108
<i>Synedra sp. 1</i>	0	151	0	0	0
<i>Tryblionella sp. 2</i>	0	757	0	30	0
<i>Ulnaria ulna</i>	682	757	95	151	0
TOTAL	12875	17722	2509	9149	4184
CHLOROPHYCEAE					
<i>Closteriopsis acicularis</i>	76	76	0	30	0
<i>Oedogonium sp.</i>	0	0	0	121	0
<i>Stigeoclonium sp.</i>	303	0	0	0	1046
Filamentosa NI 2	682	530	0	0	397
Filamentosa NI1	0	0	0	0	397
TOTAL	1060	606	0	151	1839
ZYGNEMATOPHYCEAE					
<i>Closterium sp. 1</i>	76	0	0	0	0
<i>Mougeotia sp.</i>	0	530	0	333	144
TOTAL	76	530	0	333	144
CYANOBACTERIA					
<i>Anabaena spp.</i>	0	76	0	0	0
<i>Homoeothrix sp.</i>	454	0	0	0	0
<i>Leptolyngbya sp.</i>	0	0	284	0	0
<i>Lyngbia sp.</i>	0	227	71	61	0
<i>Phormidium sp.</i>	2348	0	0	0	0
TOTAL	2802	303	355	61	0
DENSIDADE TOTAL (ind cm⁻²)	16813	19161	2864	9694	6167
RIQUEZA (n° táxons)	33	38	22	32	11
ÍNDICE SHANNON (nats ind⁻¹)	3.013	3.067	2.813	1.977	1.458
EQÜITATIVIDADE (J)	0.862	0.843	0.910	0.571	0.608



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Mantendo o padrão que já vem sendo observado ao longo dos anos, as diatomáceas apresentaram também a maior riqueza de táxons por ponto de coleta, representando entre 63% (ponto 6) e 90% (ponto 3) da riqueza total de cada ponto (Figura 6.6). Além disso, as diatomáceas apresentam a maior densidade de organismos, representando entre 68% (ponto 6) e 94% (ponto 4) da densidade total nos diferentes pontos de coleta (Figura 6.7). Conforme já mencionado anteriormente, tal dominância das diatomáceas, tanto em relação à riqueza como em relação à densidade de organismos, é comum no perifíton de rios e riachos (Allan & Castillo 2007). As diatomáceas apresentam uma série de adaptações que permitem seu sucesso em ambientes com alta velocidade da água, como por exemplo, capacidade de adesão a substratos através de estruturas especializadas que secretam mucilagem e rápidas taxas de crescimento (Steinman & McIntire 1990).

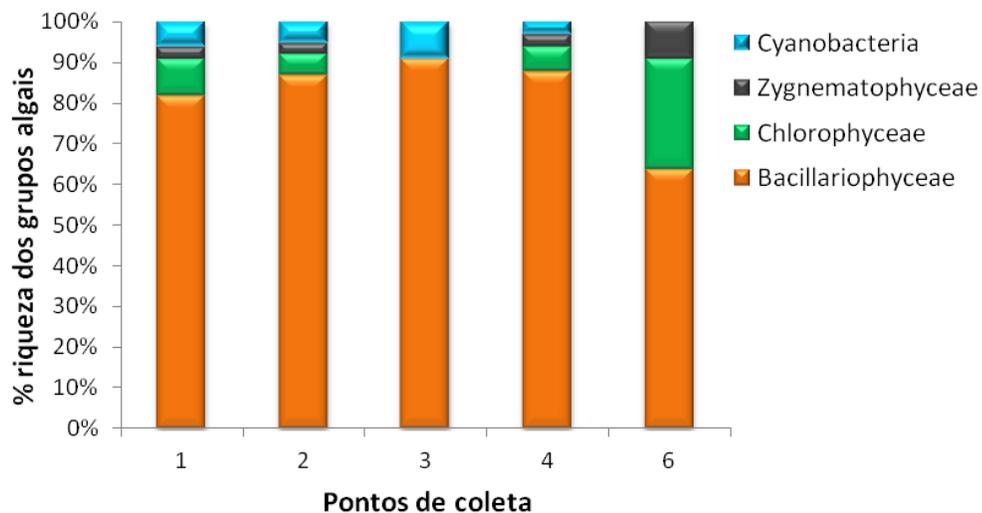


Figura 6.6: Porcentagem de distribuição da riqueza de táxons dos grupos algais nos cinco pontos de coleta em julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

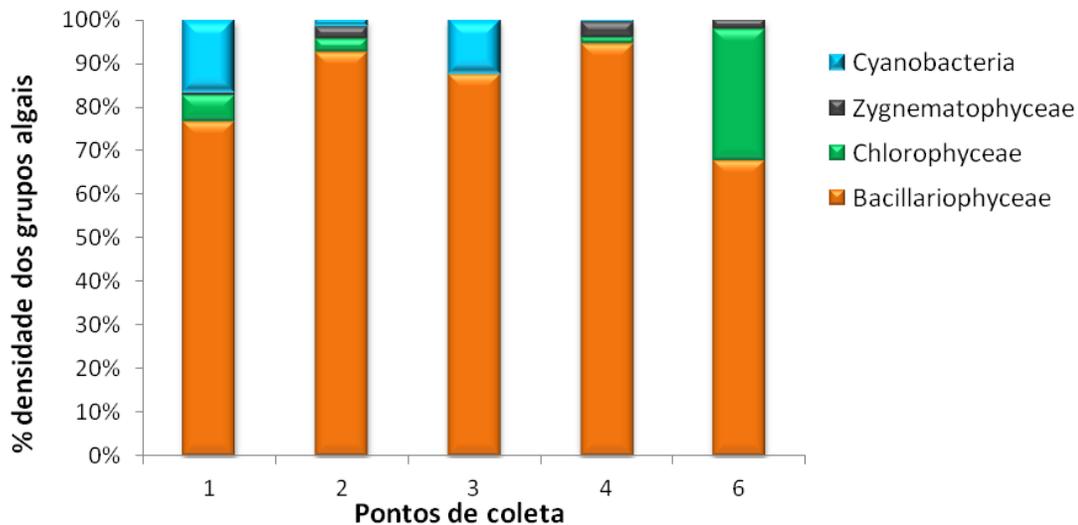


Figura 6.7: Porcentagem de distribuição da densidade de organismos dos grupos algais nos cinco pontos de coleta em julho de 2013.

Mantêm-se o padrão de menor riqueza de táxons no ponto 6, que apresentou somente 11 táxons. A baixa riqueza no ponto 6 já foi observada em diversas campanhas. Os demais pontos apresentaram riquezas variando entre 22 táxons no ponto 3 e 38 táxons no ponto 2 (Figura 6.8). Com relação à densidade de organismos, o ponto 3 apresentou os menores valores (2864 ind cm^{-2}), enquanto o ponto 2 apresentou a maior densidade ($19161 \text{ ind cm}^{-2}$) (Figura 6.9).

O índice de diversidade de Shannon apresentou valores elevados nos pontos 1, 2 e 3. O ponto 2, assim como na coleta de abril de 2013, foi o mais diverso ($3,067 \text{ nats ind}^{-1}$), seguido pelos pontos 1 ($3,013 \text{ nats ind}^{-1}$) e 3 ($2,813 \text{ nats ind}^{-1}$). Já os pontos 4 ($1,977 \text{ nats ind}^{-1}$) e 6 ($1,458 \text{ nats ind}^{-1}$) apresentaram baixos valores de diversidade quando comparados aos outros pontos (Figura 6.10). No ponto 6, que novamente apresentou a diversidade mais baixa de todos os pontos de coleta, observou-se mais uma vez o domínio de uma espécie de diatomácea, *Eunotia exigua*, cuja densidade



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

atingiu 58% da densidade total (na campanha de abril de 2013, a espécie atingiu 62% da densidade total deste ponto). É importante mencionar que esta é a nona campanha em que o ponto 6 apresenta a menor diversidade, sendo que *Eunotia exigua* comumente domina a comunidade de algas perifíticas deste ponto. Como já mencionado em relatórios anteriores, 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 parvulum*, *Gomphonema* sp.1, *Gomphonema* sp. 3, *Navicula cryptocephala*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia palea*, *Ulnaria ulna*, Filamentosa NI2 e *Phormidium* sp. No ponto 2 foram abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Aulacoseira granulata*, *Gomphonema parvulum*, *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula* sp.1, *Nitzschia palea*, *Tryblionella* sp.2, *Ulnaria ulna*, Filamentosa NI2 e *Mougeotia* sp. O ponto 3 apresentou como abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Cocconeis placentula*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula* sp.1, *Nitzschia palea* e *Leptolyngbya* sp. No ponto 4 foram abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula* sp.1, *Nitzschia palea* e *Mougeotia* sp. Já a espécie *Melosira varians* foi considerada dominante (5544 ind cm⁻²), ou seja, apresentou densidade maior que 50% da densidade total. Como já mencionado anteriormente, no ponto 6 houve o domínio de *Eunotia exigua*, com 3570 ind cm⁻².



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

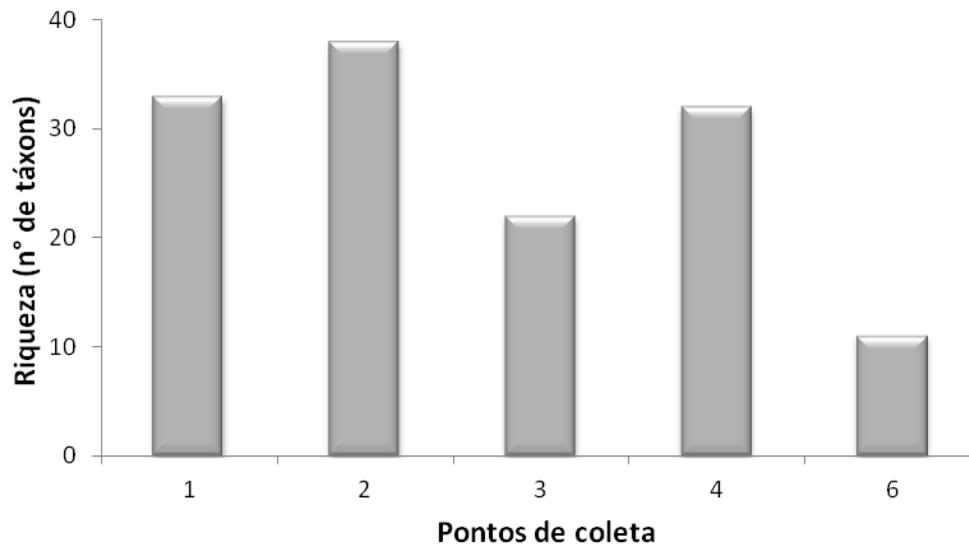


Figura 6.8: Riqueza de algas perifíticas nos cinco pontos de coleta em julho de 2013.

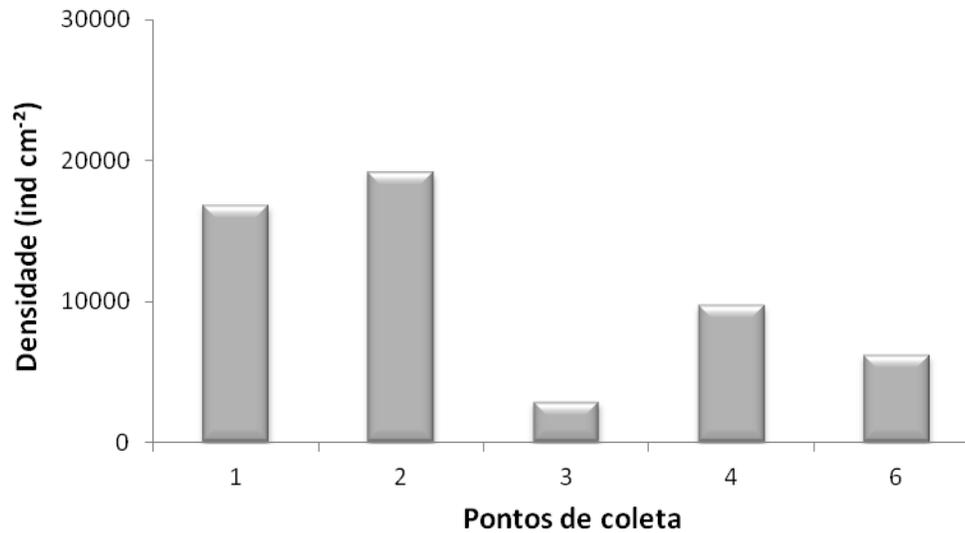


Figura 6.9: Densidade de algas perifíticas nos cinco pontos de coleta em julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

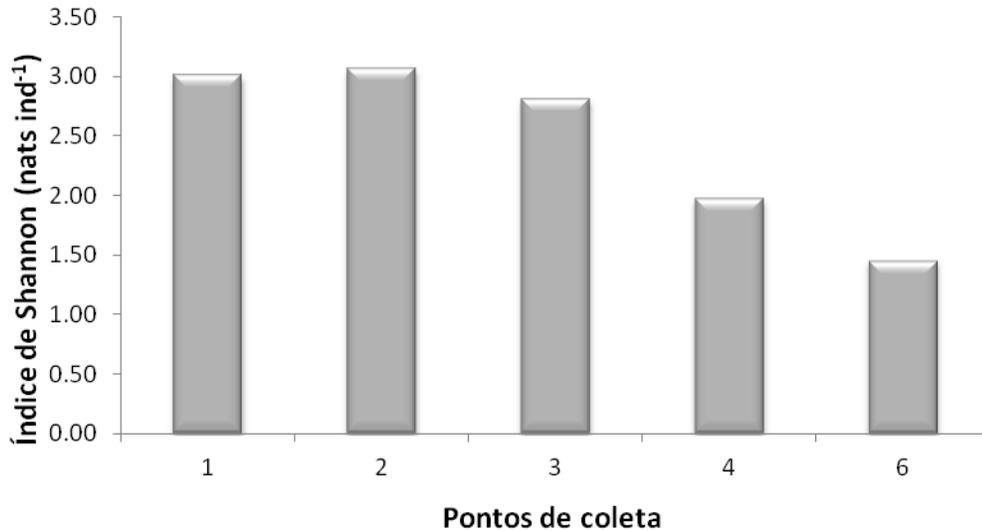


Figura 6.10: Índice de diversidade de Shannon da comunidade de algas perifíticas nos cinco pontos de coleta em julho de 2013.

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

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

7.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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

7.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 01 a 03 de julho de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 4 a 16 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

7.3 Métodos Analíticos

As análises qualitativas foram realizadas com exame sob microscópio ótico, binocular CETI, sob aumento de até 400 vezes. Espécimens foram dissecados em glicerina com agulhas de dissecação, sob microscópio estereoscópico Hund Wetzlar modelo H500, com aumento de até 60 vezes. Na identificação taxonômica das espécies zooplanctônicas forão 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).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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).

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:



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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 de Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

Na análise qualitativa deste grupo, foram identificados 55 taxa, 40 deles representando o Filo Rotifera, 10 a Ordem Cladocera e 5 representando a SubClasse Copepoda.

A Tabela 7.1 mostra os resultados relativos á composição e estrutura da comunidade zooplânctônica. A Figura 7.1 mostra a dominância da riqueza de Rotifera no sistema.

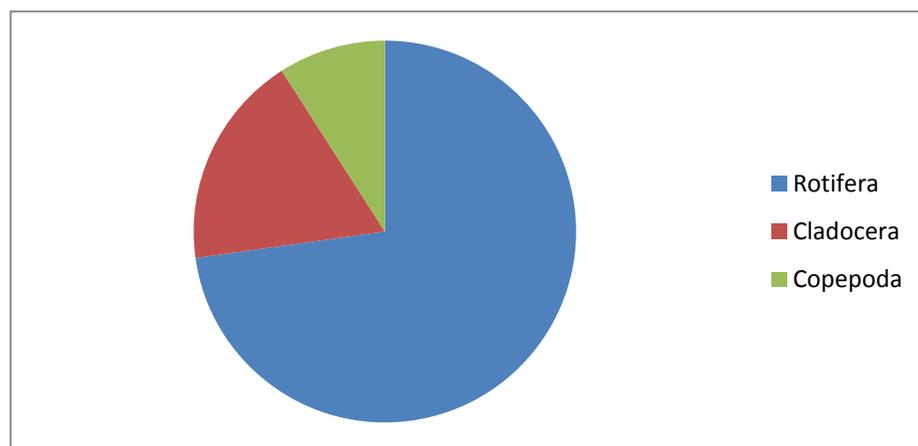


Figura 7.1: Percentual de riqueza das espécies dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais em julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 7.1 Densidade absoluta (N° ind/m³) e relativa (%) das espécies zooplancônicas coletadas em julho/2013.

Taxa	ESTAÇÕES AMOSTRAIS													
	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7	
	N° ind/m ³	%												
CLADOCERA														
<i>Bosmina longirostris</i>	6,0	0,9	100	0,6			20	0,4	8	0,2	525	9,6	77	11,1
<i>Bosminopsis deitersi</i>			33	0,2										
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>							6	0,1						
<i>Ceriodaphnia cf. silvestrii</i>	3,0	0,5												
Chydoridae	40	6,3							25	0,8	25	0,5		
<i>Chydorus cf. eurynotus</i>	3	0,5												
<i>Daphnia gessneri</i>			333	1,9			60	1,1	8	0,2				
<i>Daphnia sp.</i>			167	1,0										
<i>Macrothrix triserialis</i>	6	0,9												
<i>Moina sp.</i>			33	0,2										
COPEPODA														
Náuplio	326	51,3	9733	55,8	600	34,0	3526	66,3	2016	61,7	1600	29,4	288	41,4
Copepodito Cyclopoida	86	13,5	1200	6,9	13	0,7	386	7,3	225	6,9	225	4,1	33	4,7
<i>Eucyclops solitarius</i>	13	2,0							8	0,2				
<i>Paracyclops fimbriatus fimbriatus</i>									16	0,5				
<i>Thermocyclops cf. crassus</i>													44	6,3
<i>Tropocyclops prasinus</i>	16	2,5												
Copepodito Calanoida							66	1,2	67	2,1	25	0,5		
<i>Notodiaptomus incompositus</i>			133	0,8			33	0,6						
ROTIFERA														
<i>Ascomorpha cf. ecaudis</i>			33	0,2					8	0,2	175	3,2		
<i>Ascomorpha sp.</i>														
Bdelloidea	9	1,4	66	0,4	93	5,3	13	0,2	42	1,3	25	0,5	33	4,7
<i>Braccionus patulus patulus</i>													11	1,6
<i>Cephalodella gibba</i>					133	7,5	6	0,1		0,0				
<i>Cephalodella sp.</i>													22	3,2
<i>Colurella obtusa</i>					173	9,8			58	1,8				
<i>Colurella uncinata bicuspidata</i>					66	3,7			8	0,2	50	0,9		
<i>Conochilus unicomis</i>			733	4,2			66	1,2	16	0,5				
<i>Euchlanis dilatata</i>			33	0,2	80	4,5			25	0,8	25	0,5		
<i>Filinia terminalis</i>											25	0,5		
<i>Kellicottia bostoniensis</i>	80	12,6	967	5,5	26	1,5	606	11,4	333	10,2	375	6,9	22	3,2
<i>Keratella americana</i>			100	0,6			13	0,2						
<i>Keratella cochlearis</i>	3	0,5	667	3,8	26	1,5	193	3,6	100	3,1	300	5,5	22	3,2
<i>Keratella lenzi</i>	3	0,5	33	0,2			13	0,2	8	0,2				
<i>Keratella tropica</i>			33	0,2										
<i>Lecane (M) decipiens</i>									8	0,2			11	1,6
<i>Lecane (M) stenroosi</i>									8	0,2			11	1,6
<i>Lecane bulla bulla</i>	3	0,5			26	1,5			8	0,2				
<i>Lecane flexilis</i>			33	0,2	13	0,7								
<i>Lecane quadridentata</i>					26	1,5								
<i>Lecane luna</i>						0,0							11	1,6
<i>Lecane (M.) lunaris</i>	6	0,9	66	0,4	39	2,2							11	1,6
<i>Lecane (M) closteroerca</i>					26	1,5								
<i>Lepadella patella</i>	10	1,6					6	0,1	8	0,2	25	0,5	11	1,6
<i>Lophocharis sp.</i>					13	0,7								
<i>Macrochaetus sp.</i>			33	0,2	13	0,7	6	0,1						
<i>Macrothrix triserialis</i>					26	1,5								
<i>Mytilina ventralis</i>					13	0,7							11	1,6
<i>Platyas quadricomis</i>					13	0,7								
<i>Pompholyx complanata</i>			500	2,9	13	0,7	80	1,5	50	1,5	50	0,9		
<i>Ploesoma truncatum</i>					13	0,7								
<i>Polyarthra cf. vulgaris</i>	13	2,0	900	5,2			33	0,6	67	2,1	475	8,7	77	11,1
<i>Polyarthra cf. dolichoptera</i>	3	0,5	1300	7,5	53	3,0	160	3,0	116	3,5	1275	23,4		
<i>Synchaeta sp.</i>			100	0,6			20	0,4	8	0,2	25	0,5		
<i>Testudinella patina dendradena</i>					40	2,3								
<i>Trichotria tectralis</i>	3	0,5	33	0,2	173	9,8			16	0,5	25	0,5		
<i>Trichocerca sp1</i>	3	0,5							8	0,2				
<i>Trichocerca capuccina</i>											25	0,5		
<i>Trichocerca similis</i>			66	0,4	53	3,0	6	0,1			175	3,2		
Densidade numérica	635		17428		1763		5318		3268		5450		695	
Riqueza específica	19		24		23		18		24		17		14	
Índice de Div. de Shannon	2,24		2,46		2,77		1,91		2,46		2,05		2,34	
Equitatividade	0,76		0,77		0,87		0,66		0,77		0,72		0,88	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nesta amostragem a composição da comunidade zooplanctônica no que diz respeito á Cladocera, observou-se diferença entre os pontos amostrais. Apenas *Bosmina longirostris* foi frequente no sistema, apenas estando ausente no ponto 3. Como já esperado, uma vez que o ponto 2 está localizado logo abaixo de um ambiente lântico, Cladocera esteve representado principalmente por espécies verdadeiramente planctônicas, como *Daphnia gessneri*. Copepoda foi, novamente, representado principalmente pelas formas jovens, náuplios e copepoditos com 100 % de frequência de ocorrência. Náuplios foram dominantes nos pontos 1, 2, 4 e 5.

Rotifera foi representado principalmente pelas espécies do gênero *Lecane*. Resultado esperado, uma vez que se trata de um ambiente lótico. Nesta coleta, os maiores valores de densidade absoluta foram observados nos pontos 2, 6 e 4 (17428 ind.m³, 5450 ind.m³, 5318 ind.m³, respectivamente), sendo representados principalmente hora pelos rotíferos e hora pelos copépodos, como mostra a Figura 7.2.

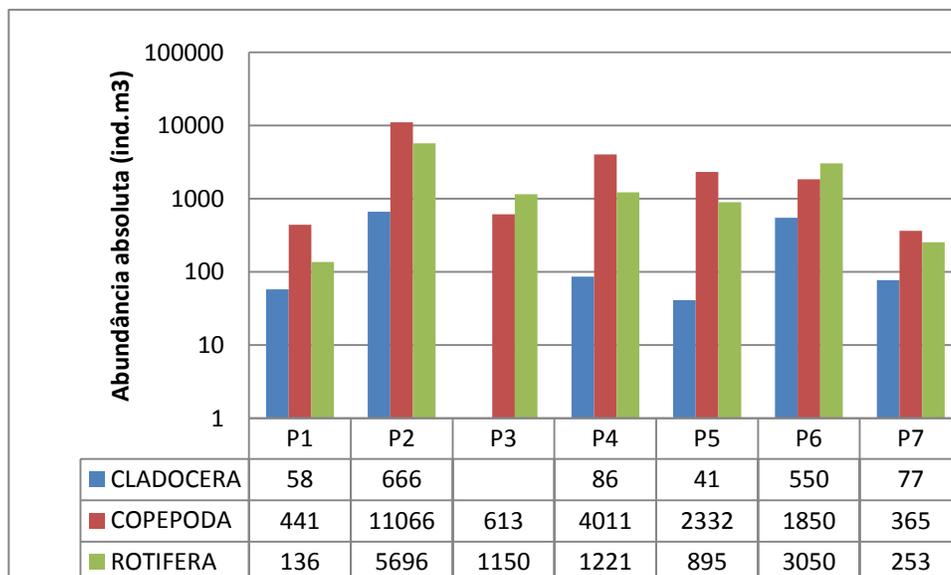


Figura 7.2: Abundância absoluta dos indivíduos dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais em julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O Índice de diversidade de Shannon mostrou os pontos 3, 2 e 5 com os maiores valores, 2,77 e 2,46 ambos pontos 2 e 5, como mostra a Figura 7.3.

Os demais pontos apresentaram valores baixos, sendo de 1,91 (ponto 4) e 2,05 (ponto 6), 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 24 nos pontos 2 e 5 até 14 espécies no ponto 7.

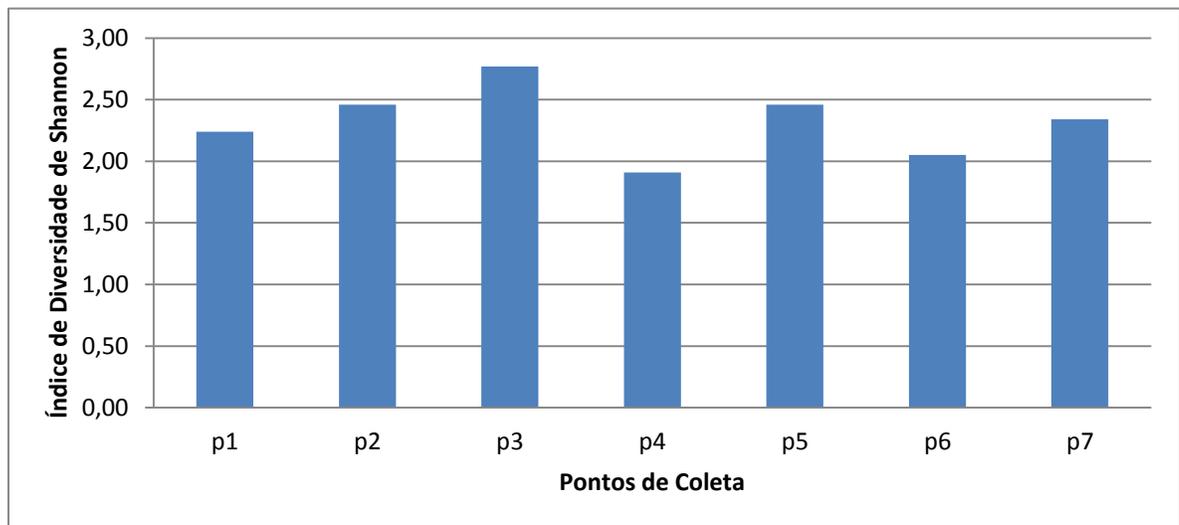


Figura 7.3: Índices de diversidade de Shannon, calculados para a comunidade zooplanctônica nos locais amostrais em julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

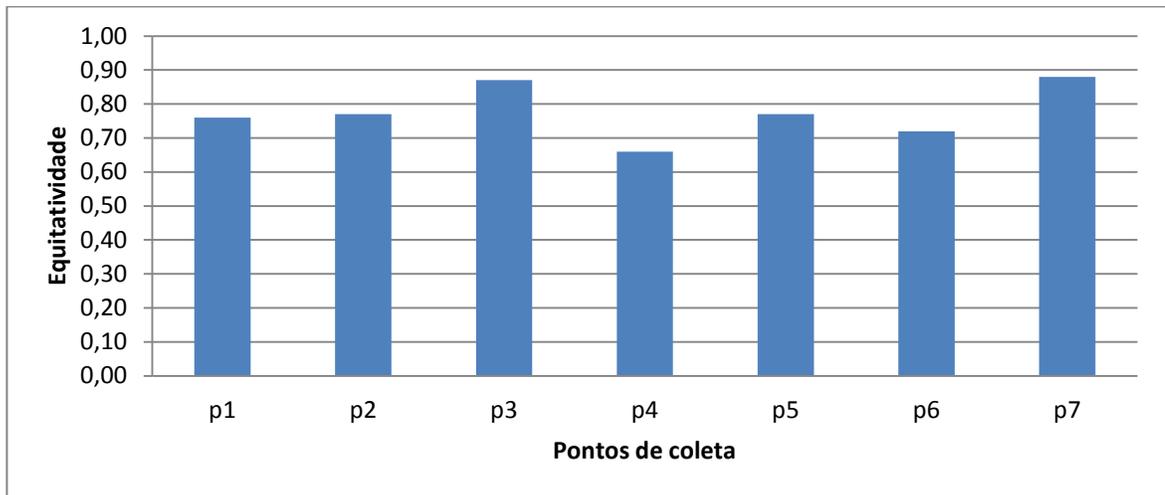


Figura 7.4: Equitatividade observada para a comunidade zooplanctônica nos locais amostrais, em julho de 2013.

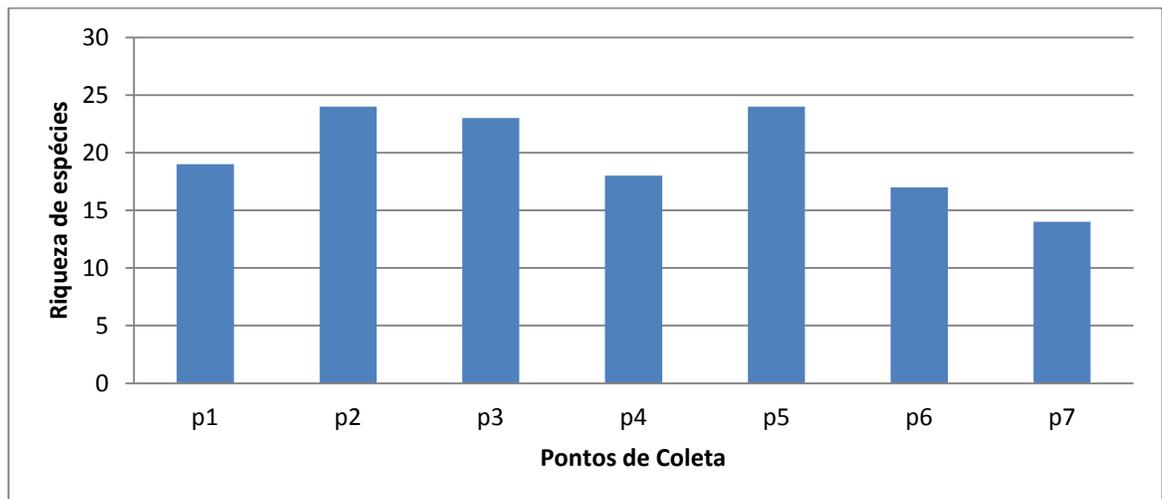


Figura 7.5: Riqueza específica da comunidade zooplanctônica nos locais amostrais, em julho de 2013.

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 julho de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 4 a 16 °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).



Figura 8.1: a) Lâminas para a identificação dos táxons, b e c detalhes de Oligochaeta (quetas) e Chironomidae (carapaça cefálica)

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

8.4 Resultados e Indicadores de Qualidade diversidade e Espécies Ameaçadas

A maior Riqueza de Famílias (número de famílias presentes em cada amostra) foi na PM2. Conforme exposto na Tabela 8.1, pode-se verificar que nas estações PM1, PM2 e PM3 os valores de riqueza de táxons foram muito próximos, respectivamente 28, 30 e 25 táxons.

Assim como em outras campanhas, as estações PM5 e PM6 foram os locais de menor valor, apenas 5 e 4 respectivamente. Também nestas estações foram contabilizados os números mais baixos de organismos, respectivamente PM5 69 e PM6 68 organismos, conforme pode ser verificado na Figura 8.2.

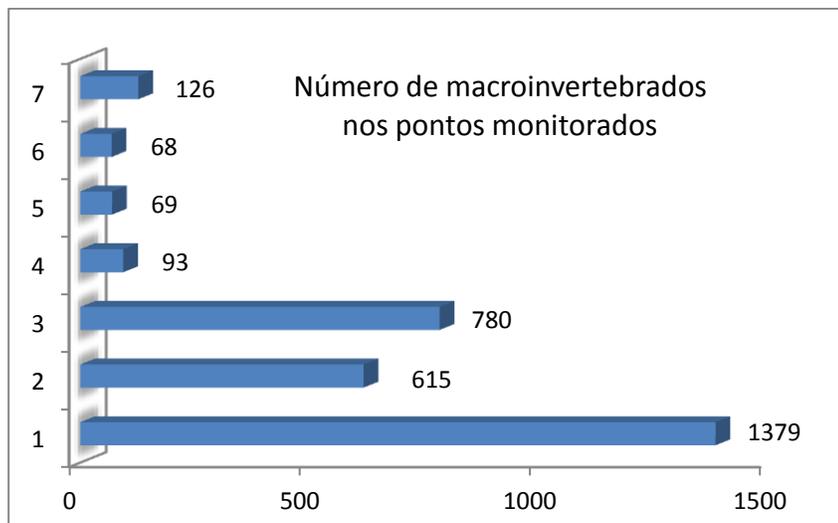


Figura 8.2. Abundância absoluta da fauna de invertebrados bentônicos nos sete pontos monitorados em julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Aeglidae	*	*					
Ampullariidae		*					
Ancylidae	*						
Baetidae	*	*	*	*			
Bivalvia jovem		*		*			
Caenidae	*	*	*				*
Candonidae	*	*	*				
Ceratopogonidae	*	*	*		*	*	*
Chaboridae		*			*		
Chironominae	*	*	*	*	*	*	*
Cochliopidae	*	*	*				*
Coenagrionidae		*					
Corbiculidae	*	*					
Corydalidae	*		*				
Cypridopsis	*						*
Dolichopodidae				*			
Elmidae	*	*	*	*			
Entomobryidae			*				
Glossiphonidae	*	*					
Glossosomatidae	*						
Gomphidae	*				*		
Gripopterygidae	*		*				
Hydracarina	*	*	*	*			
Hydrophilidae		*	*				
Hydropsychidae	*	*	*				
Hydroptilidae	*						
Leptoceridae	*						
Leptohyphidae	*	*	*	*			
Leptophlebiidae	*	*					
Muscidae							*
Naucoridae		*	*				
Nematoda	*	*	*	*		*	*
Odontoceridae			*				
Oribatidae		*					*
Perlidae	*	*	*				
Philopotamidae		*					
Planorbiidae	*	*	*				*
Psephenidae		*	*				
Psychodidae		*					
Pyralidae		*	*				



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Simuliidae	*		*				
Sphaeriidae							
Staphylinidae			*				
Tipulidae	*		*				
Tubificidae	*	*	*	*	*	*	*
imaturos							
Vellidae		*					
Número de Táxons	28	30	25	9	5	4	10

Na Tabela 8.1 observam-se os táxons encontrados na campanha de julho 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)

No PM1 Chironomidae, Cochliopidae, Oligochaeta e Corbiculidae, apresentaram os maiores valores de abundância (Figura 8.3). O cálculo das abundâncias relativas revelou que Chironomidae representou 37,0%, Cochliopidae, 20,0%, enquanto Oligochaeta e Corbiculidae respectivamente 8,4% e 6,9% do total dos invertebrados encontrados neste ponto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

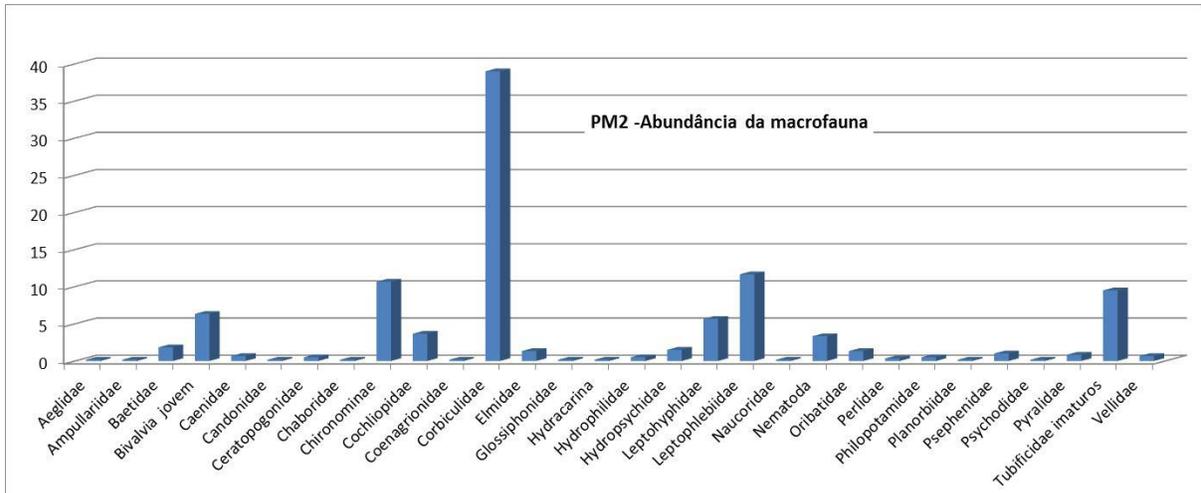


Figura 8.3. Abundância média da macrofauna do PM1 em julho de 2013.

No PM2 a abundância relativa de Corbiculidae com 39,0% foi bem mais elevada do que os demais táxons. Leptophlebiidae, Chironomidae e Oligochaeta (Tubificidae imaturos) foram de respectivamente de 11,7 %, 10,7 e 9,3 indivíduos (Figura 8.4). Neste ponto foi encontrada a maior riqueza de táxons.

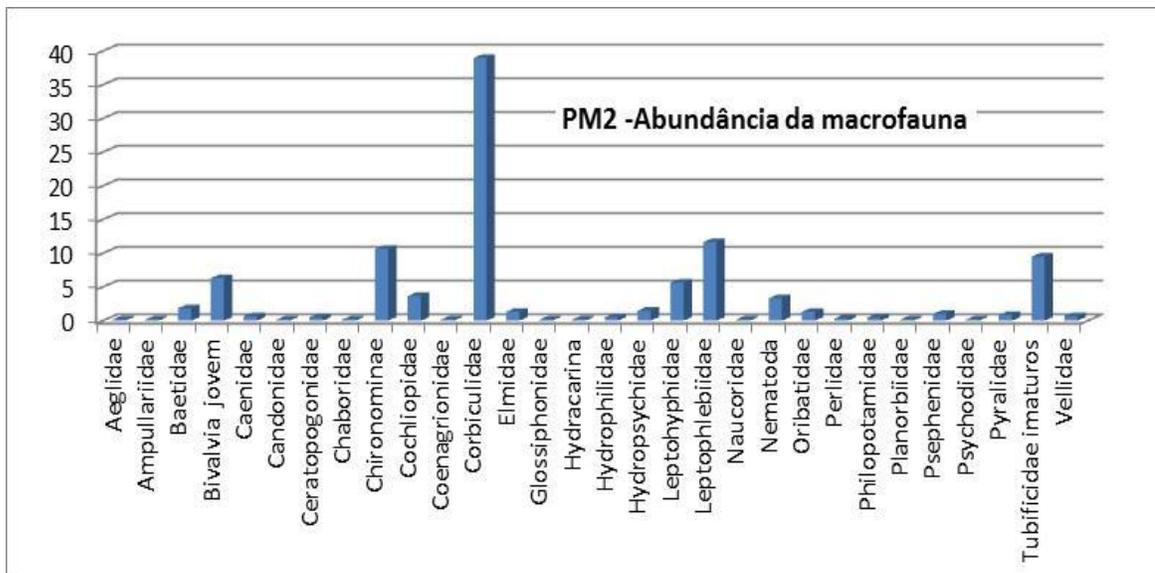


Figura 8.4. Abundância média da macrofauna do PM2 em julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

No PM3 as mais elevadas abundâncias relativas foram dos táxons Chironomidae com 61,33% e Baetidae com 16,66% (Figura 8.5).

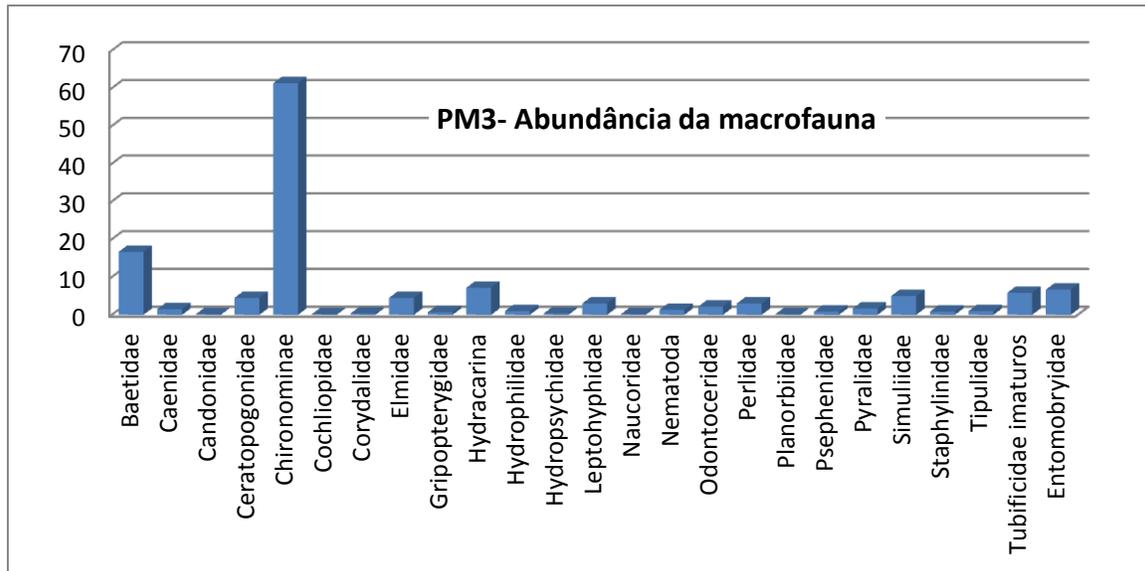


Figura 8.5. Abundância média da macrofauna do PM3 em julho de 2013.

No ponto 4 a maior abundância foi de Oligochaeta 68,82%. Chironomidae com 10,75% e Nematoda 9,68 % (Figura 8.6). Na campanha anterior, Oligochaeta também foi o táxon dominante.

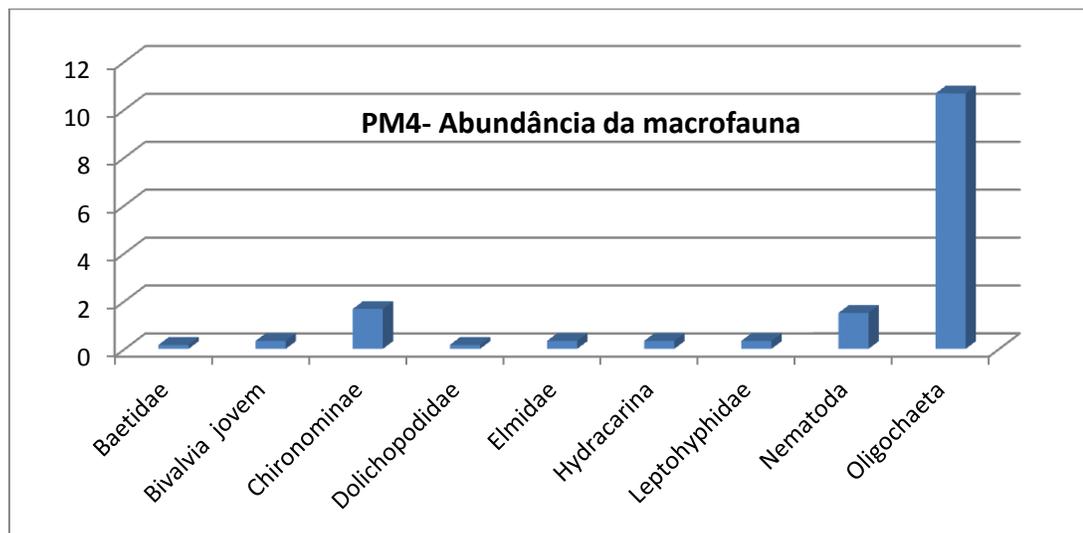


Figura 8.6. Abundância média da macrofauna do PM4 em julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

No ponto de monitoramento PM5, de características mais distintas dos demais, Chironomidae e Oligochaeta com respectivamente 65,22% e 28,99% foram as famílias mais abundantes, Figura 8.7.

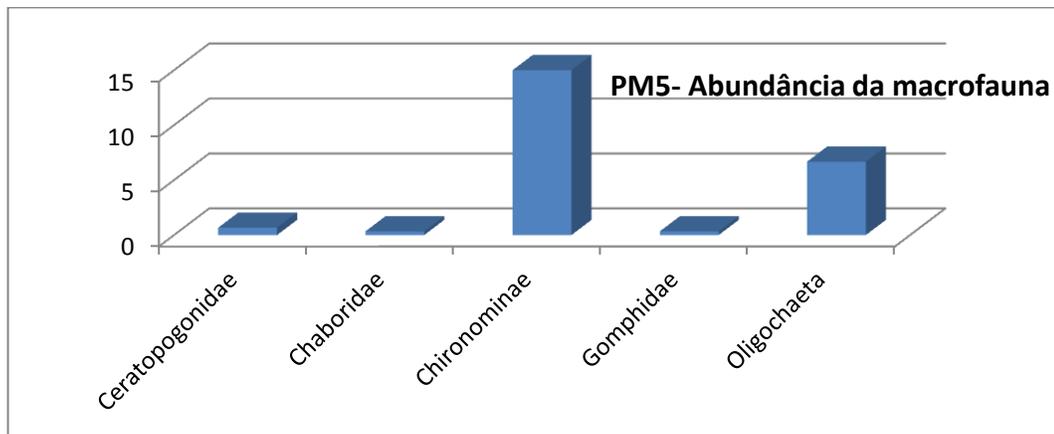


Figura 8.7. Abundância média da macrofauna do PM5 em julho de 2013.

Estes valores foram mais altos do que os encontrados no PM6. Neste ponto também foi registrado o menor número de táxons. Apenas 4 táxons, Oligochaeta mesmo com poucos espécimens (57), obteve 83,82% de abundância relativa. O segundo táxon em termos de abundância foi Chironomidae, com 10,29%, Figura 8.8. Na campanha anterior estes dois táxons também foram os mais abundantes.

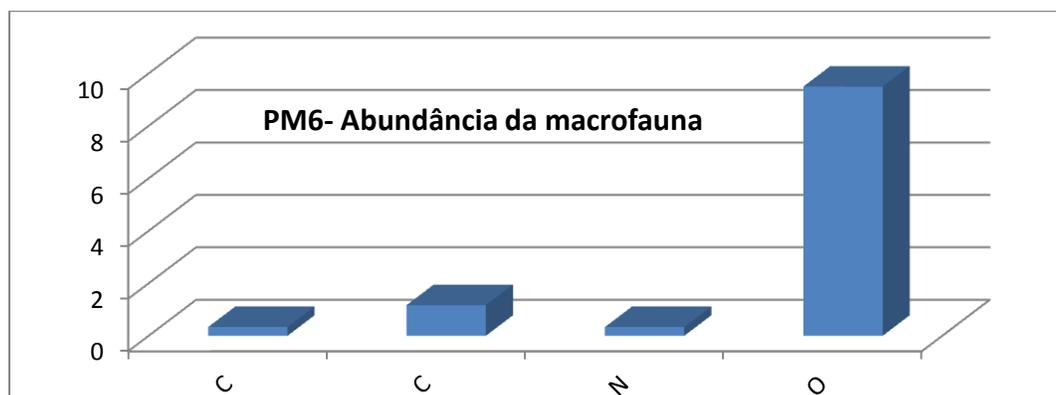


Figura 8.8. Abundância média da macrofauna do PM6 em julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

No PM7 o táxon mais abundante foi Nematoda com 66,67% de abundância relativa. Figura 8.9. Foram coligidos 84 indivíduos das amostras. O segundo táxon mais abundante foi Oligochaeta com 13,49% e 17 indivíduos coletados. Chironomidae com 12 indivíduos coletados representou 9,52%. Na campanha anterior estes dois últimos foram os mais abundantes.

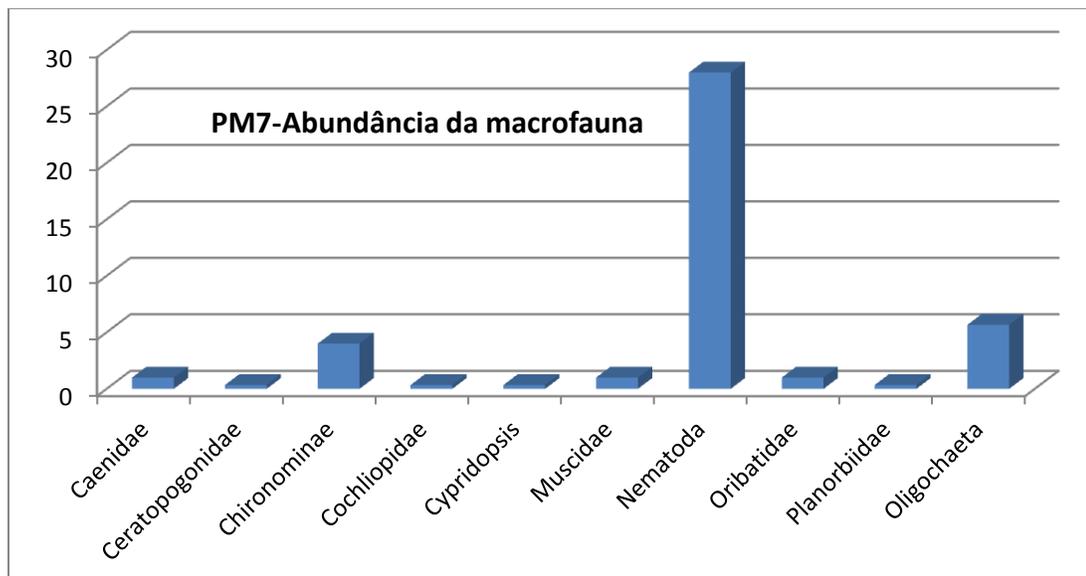


Figura 8.9. Abundância média da macrofauna do PM7 em julho de 2013.

Índice BMWP

Para aplicação do índice EPT, Figura 8.10, calculou-se a abundância relativa dos organismos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, Tabela 8.1, em relação ao número total de organismos da amostra. Os resultados são comparados com os critérios propostos na Tabela 8.2.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Esta metodologia tem permitido o reconhecimento do estado das águas dos rios segundo uma escala de qualidade, Tabela 8.2.

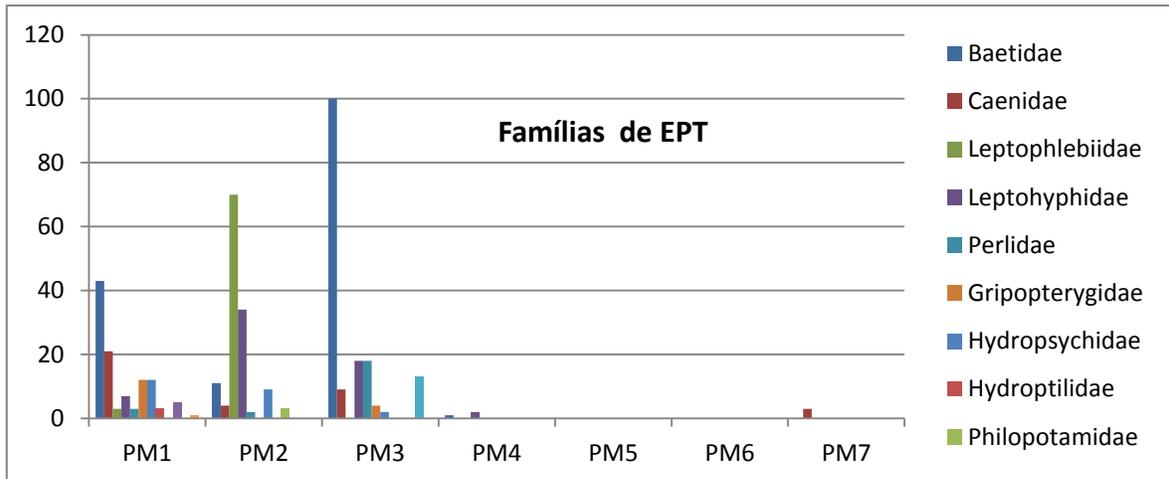


Figura 8.10. Abundância de EPT nos pontos monitorados em julho de 2013.

Os pontos de monitoramento PM1, PM2 e PM3 apresentaram o maior número de táxons do grupo EPT, Tabela 8.3. Baetidae apresentou os maiores valores. Nos pontos PM5 e PM6, assim como ocorrido na campanha de anterior, nenhum representante deste grupo foi encontrado. As estações PM4 e PM7 apresentaram valores de abundância e riqueza baixos para estes táxons. A apenas 3 Leptophlebiidae no PM7 e 1 Baetidae e 2 Leptohiphidae no PM4.

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

75% - 100% Muito Boa	50% - 74% Boa	25% - 49% Regular	0% - 24% Ruim
--------------------------------	-------------------------	-----------------------------	-------------------------

Quanto maior for a abundância relativa desses táxons no local maior será a qualidade da água. Esta afirmação deriva do conhecimento de que, em



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

geral, a maioria dos organismos dessas ordens é mais sensível à poluição orgânica (Resh & Jackson, 1993 e Rosenberg & Resh, 1993).

Tabela 8.3. Percentual de organismos do grupo EPT em relação aos demais invertebrados na campanha de julho de 2013.

EPT	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Baetidae	3,12	1,79	12,82	1,08			
Caenidae	1,52	0,65	1,15				2,38
Leptophlebiidae	0,22	11,38					
Leptohyphidae	0,51	5,53	2,31	2,15			
Perlidae	0,22	0,33	2,31				
Gripopterygidae	0,87		0,51				
Hydropsychidae	0,87	1,46	0,26				
Hydroptilidae	0,22						
Philopotamidae		0,49					
Leptoceridae	0,36						
Odontoceridae			1,67				
Glossosomatidae	0,07						
Percentual EPT	7,98	21,63	21,03	3,23	0	0	2,38

De acordo com este índice a qualidade das águas no mês de julho de 2013 foi classificada como ruim em todos os pontos monitorados. Os valores encontrados para PM2 e PM3 estão próximos das de qualidade regular.

Foi calculado também o Índice de dominância de Swartz (SDI), composto pelas famílias que compõem 75% do total de organismos (SWARTZ *et al.*, 1985), Tabela 8.4.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.4- Índice de dominância de Swartz (SDI) na campanha de julho de 2013.

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Chironomidae	36,98	10,41	47,17	10,75	65,22	83,82	
Bivalvia	6,89	44,23					
Cochliopidae	20,67						
Nematoda							66,67
Leptophlebiidae		11,38					
Baetidae			12,82				
Entomobryidae			5,13				
Hidracarinae	5,66		5,51				
Oligochaeta	8,41	9,27	4,49	68,82	28,99		13,49

A partir da análise deste índice fica evidenciada a estrutura simples, com poucas espécies constituindo as comunidades de invertebrados bentônicos do PM4, PM5, PM6 e PM7.

Os resultados do Índice de Diversidade, Tabela 8.5, demonstram que a estrutura da comunidade bentônica nos locais PM4, PM5, PM6 e PM7 apresenta alta dominância de poucos táxons. Salientam-se os valores mais baixos de diversidade de Shannon, respectivamente 1,41; 1,17; 1,02 e 1,41.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.5. Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, de Dominância de Simpson, de Equitabilidade de Pielou, campanha de julho de 2013.

Simpson_1-D	0,80	0,82	0,79	0,64	0,62	0,57	0,63
Shannon_H	2,15	2,23	2,11	1,41	1,17	1,02	1,41
Equitability_J	0,64	0,67	0,65	0,61	0,66	0,64	0,59

Os resultados corroboram os dados levantados em campanhas anteriores, onde os pontos de monitoramento PM1, PM2, PM3, têm apresentado um maior número de táxons, com predomínio de organismos das Classes Insecta.

Nas Tabelas 8.6 e 8.7 apresentam-se as pontuações (scores) das famílias para a aplicação do Índice BMWP.

Tabela 8.6. 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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Thiaridae, Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Leptohiphidae	6
Oligoneuridae, Polymitarciidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, Aeglidae	5
Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae, Hydracarina	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnocoeridae), Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Veliidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae, Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae	1

De acordo com ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ÓRTEGA (1988), LOYOLA (1998, 1999 e 2000).

Tabela 8.7 - Classes de qualidades da água conforme o BMWP

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 da aplicação do BMWP. Tabela 8.8, verificou-se que os pontos monitorados PM5, PM6 foram classificados como de águas fortemente contaminada. As estações PM4 e PM7 muito contaminadas. Os pontos PM1, PM2 e PM3 como não contaminados.

Tabela 8.8. Resultado da Riqueza de táxons e da aplicação do índice BMWP para a campanha de julho de 2013.

Pontos Monitorados	EPM1	EPM2	EPM3	EPM4	EPM5	EPM6	EPM7
Pontuação BMWP	1141	1135	1113	333	115	88	223
Classes BMWP							

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.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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

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



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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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 26 a 28 de julho representando o período do inverno de 2013. A amostragem é realizada com baterias de redes de espera com malhas 1,5 – 2,5 e 3,5 mm entre nós. Cada rede possuía dez metros de comprimento, conferindo à bateria de redes 30 metros. As redes permaneceram estendidas na água no período mínimo que compreende o entardecer do primeiro dia e o alvorecer do dia seguinte, totalizando 12 a 18 horas de esforço.



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%.

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

9.3 Métodos Analíticos

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Tabela 9.1 - Intervalos do Índice de Qualidade (IQ)

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

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

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

O segundo nível é o de organismos onívoros, os lambaris, que consomem tanto itens animais quanto vegetais. Esses peixes também utilizam em sua dieta tanto itens disponíveis em toda a coluna da água quanto aqueles



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

carregados pelo vento, chuva ou lançados pela vegetação dentro do arroio como insetos, frutos e folhas. Por fim, o terceiro nível trófico inclui os carnívoros, as traíras e tabaranas, que consomem principalmente outros peixes em sua dieta.

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

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

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



9.4 Resultados e Indicadores de Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

9.4.1 Riqueza e diversidade de espécies

Durante a realização do trabalho foram capturados 81 exemplares de peixes, pertencentes a 12 espécies (Tabela 9.3).

O ponto 5 apresentou os maiores valores de riqueza, abundância e do Índice de Diversidade Shannon-Wiener, seguido do ponto 2. Todos os pontos de amostragem restantes apresentaram valores baixos para os parâmetros analisados, muito abaixo de campanhas anteriores. O frio intenso que ocorreu na região antes e durante a campanha certamente influenciou na captura dos peixes.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 9.3. Relação de espécies de peixes capturados no monitoramento do arroio Candiota na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS, julho/2013.

N	Espécie	Nome comum	Julho 2013						
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari					8		1
2	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	lambari		3	2	1			
3	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari		4					
4	<i>Cyphocharax voga</i>	birú		25			3		
5	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra					2		
6	<i>Hypostomus commersoni</i>	cascardo					2		
7	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	1				1		
8	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca					11		1
9	<i>Pimelodus pintado</i>	pintado					7		
10	<i>Steindachnerina biornata</i>	birú		4					
11	<i>Rhamdia quelen</i>	jundiá					1		
12	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	violinha	1			3			
Riqueza			2	4	1	2	8	0	2
Abundância			2	36	2	4	35	0	2
Índice de diversidade H'			0,69	0,94	0	0,56	1,76	0	0,69
Índice de Qualidade (IQ)			0,70	2,04	0,18	0,68	2,97	0	0,70

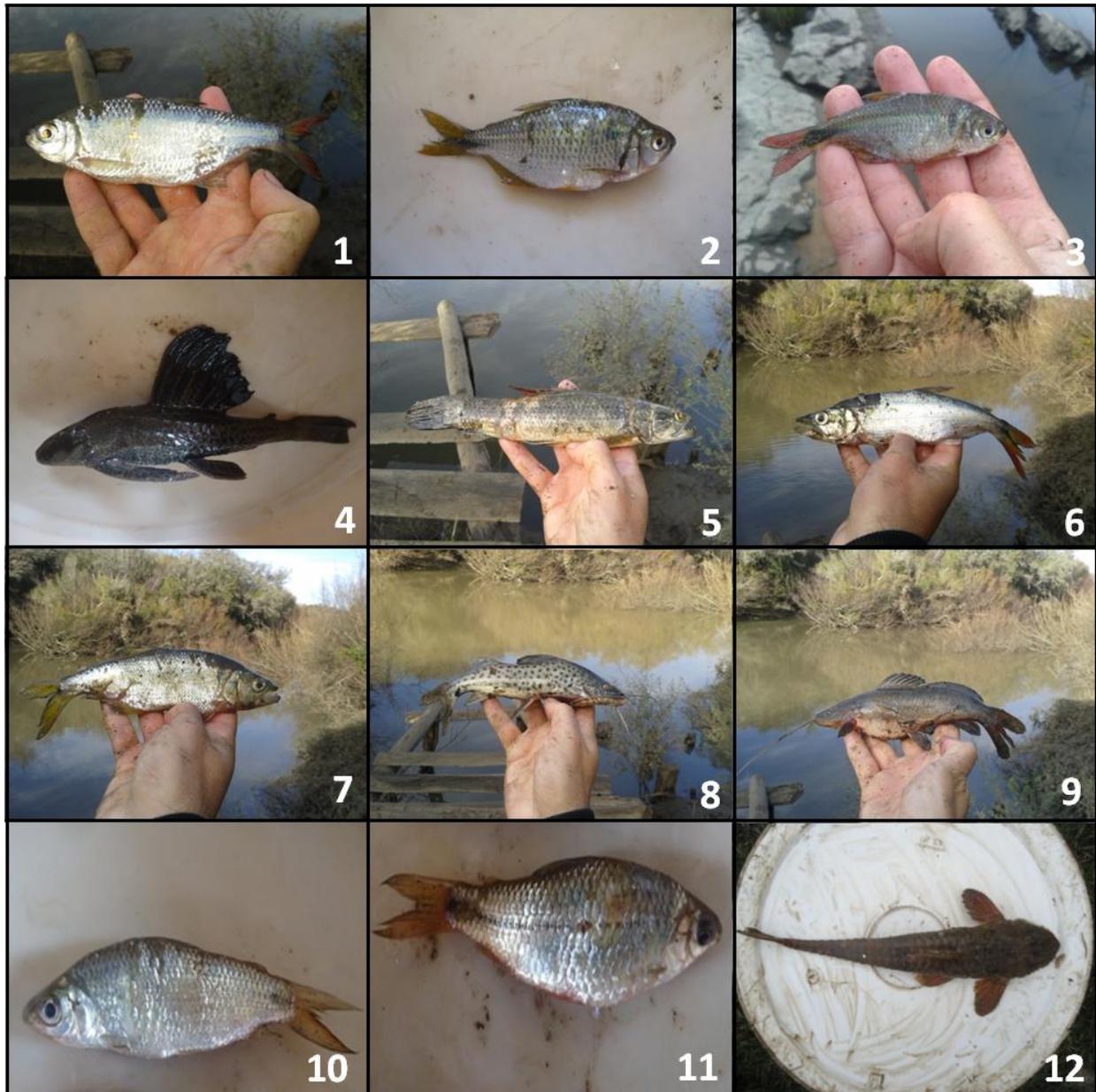


Figura 9.8. Relação das espécies coletadas: 1. *Astyanax fasciatus*, 2. *Astyanax jacuhiensis*, 3. *Astyanax eigenmanniorum*, 4. *Hypostomus commersoni*, 5. *Hoplias malabaricus*, 6. *Oligosarcus robustus*, 7. *Oligosarcus jenynsii*, 8. *Pimelodus pintado*, 9. *Rhamdia quelen*, 10. *Cyphocharax voga*, 11. *Steindachnerina biornata*, 12. *Rineloricaria microlepdogaster*. Julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Quanto ao Índice de Qualidade (IQ) o único ponto que pode ser considerado de *Alta Qualidade* foi o ponto 5. O ponto 2 apresentou IQ *Média Qualidade* e todos os outros pontos apresentaram IQ de *Muito baixa Qualidade* (Figura 9.9).

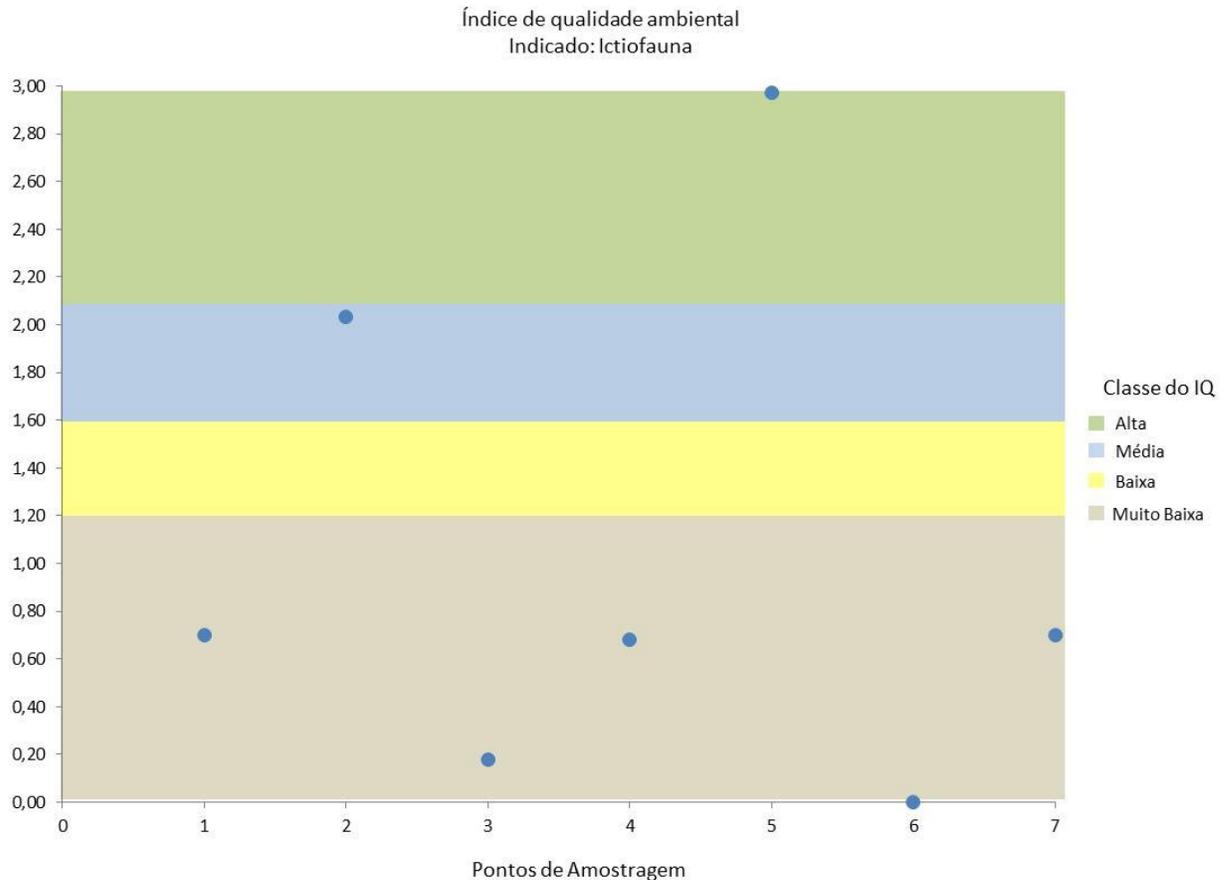


Figura 9.9 Enquadramento dos valores do IQ obtidos para os pontos da rede de monitoramento de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Medici, Candiota, RS, julho de 2013.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

9.4.2 Elementos contaminantes

Em relação a análise da presença e concentração de elementos-traço em tecidos corporais dos peixes os resultados da campanha de inverno 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. Os resultados de concentração de mercúrio que não ultrapassaram o limite de tolerância estiveram próximos a este.

Assim como na campanha anterior, 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, 2, 3 e 4, em peixes onívoros e herbívoros. E o zinco apresentou altas concentrações nos pontos 2, 3 e 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 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, julho/2013.

Ponto	Espécie	Nível trófico	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Mn	Hg	Ni	Zn
			mg/Kg								
P1	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	herbívoro	ND	ND	ND	<2,6	<0,5	24,3	0,44	ND	32,6
P2	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	onívoro	ND	<0,4	ND	ND	ND	33,2	0,34	ND	92,2
P3	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	onívoro	ND	ND	<2,4	<2,4	ND	25,5	0,37	ND	87,1
P4	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	onívoro	ND	<0,5	8,1	<2,3	<0,5	14,8	0,44	ND	94,4
	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	herbívoro	ND	ND	3,2	<2,5	<0,5	4,5	0,34	<0,5	38,8
P5	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	onívoro	ND	ND	ND	ND	ND	<2,7	0,45	ND	25,5
	<i>Hypostomus commersoni</i>	herbívoro	ND	<0,5	ND	<2,4	<0,5	4,5	0,40	<0,5	41,5
	<i>Oligosarcus robustus</i>	carnívoro	ND	<0,5	ND	<2,7	<0,5	4,2	5,14	ND	39,1
P7	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	onívoro	ND	ND	ND	<2,8	<0,6	4,0	0,58	ND	34,4
	<i>Oligosarcus robustus</i>	carnívoro	ND	ND	ND	<2,6	ND	<2,6	4,28	ND	22,4

OBS: em vermelho as situações que ultrapassam os valores referenciais de Bowen (1979).

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

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



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 está apresentada no Quadro 11.1.

Quadro 11.1. Localização das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre

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



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

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

A localização Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre está apresentada na Figura 11.1, complementada pela Figura 11.2.

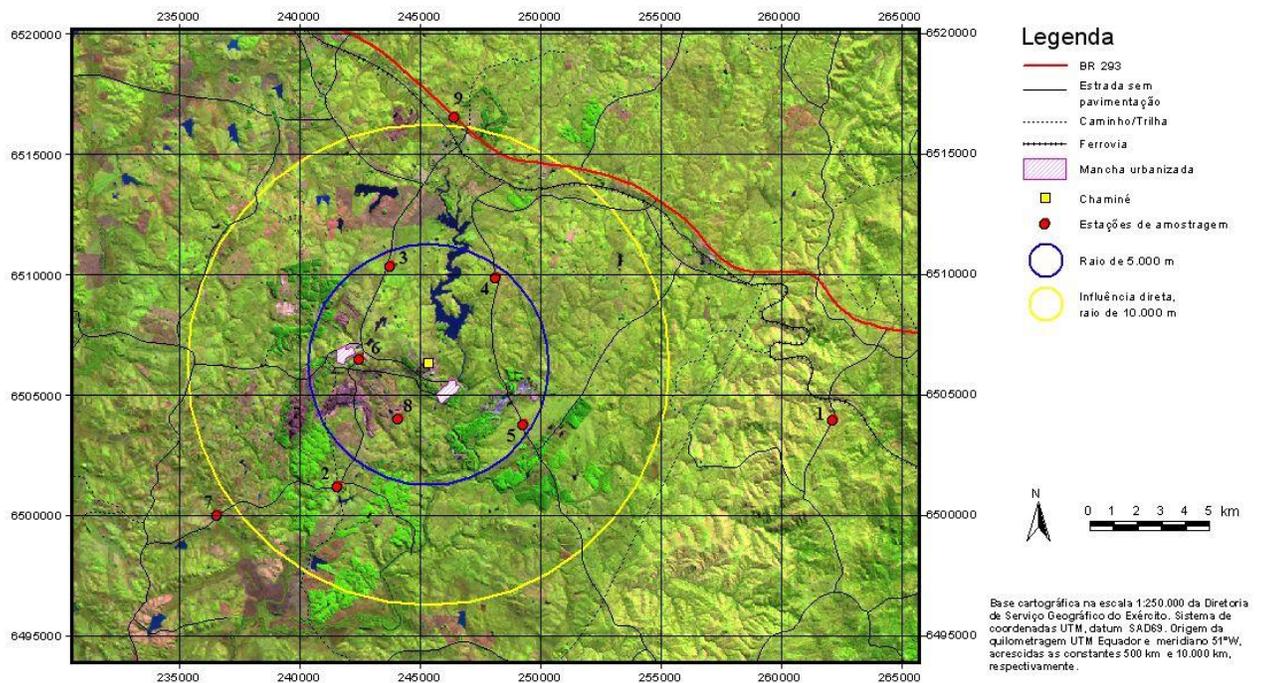


Figura 11.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

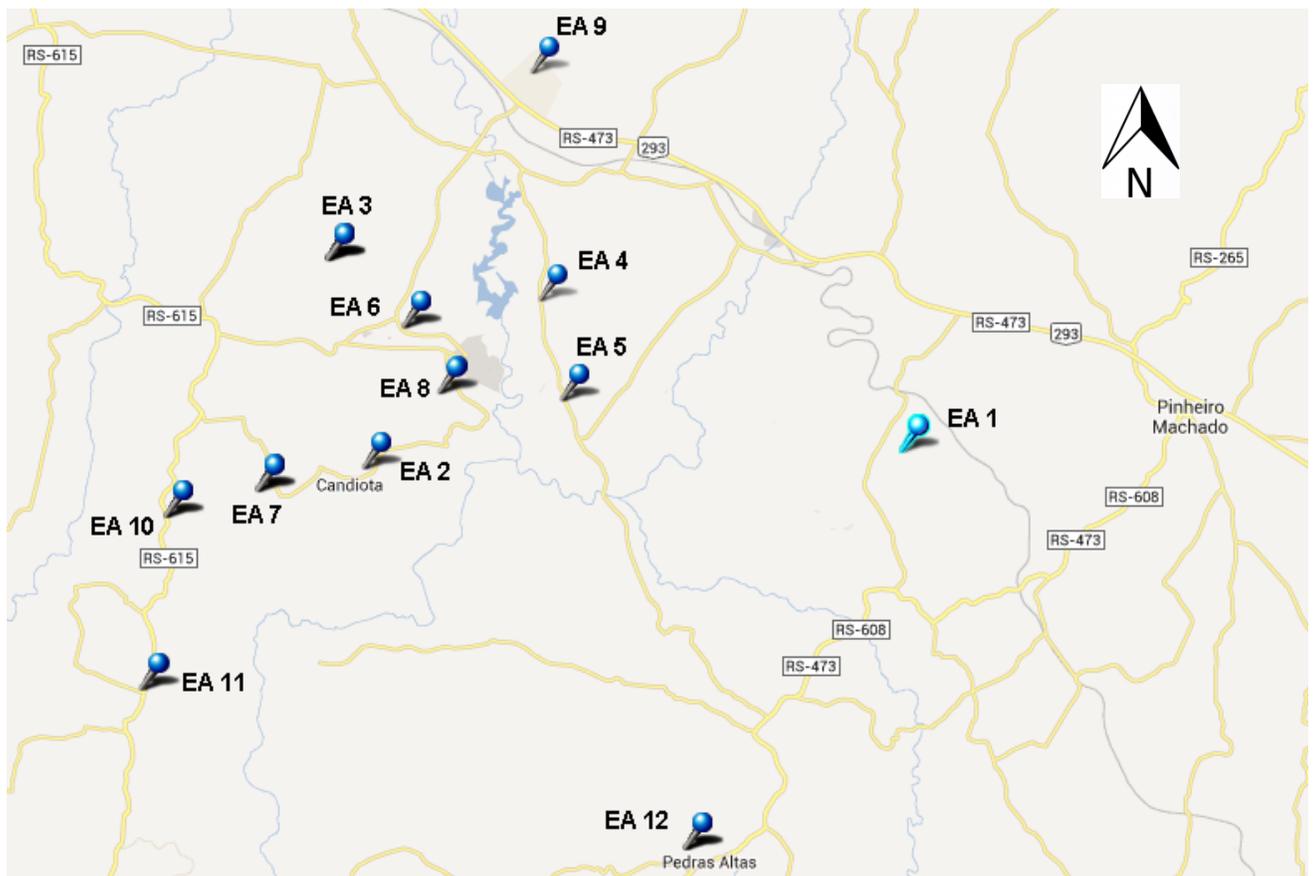


Figura 11.2: Mapa com a localização das estações de amostragem (EAs). Os ícones representam a localização do ponto de amostragem e onde foram tomadas as imagens com as coordenadas geográficas.



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.

Foram estabelecidas cinco estações de amostragem: **EA1** Serra do Veleda (estação de referência), **EA2** Fazenda Três Lagoas, **EA3** Fazenda Candiota, **EA4** Quadrante Nordeste Chácara Santa Clara (propriedade do Sr. Joel Cunha) e **EA5** Quadrante Sudeste Fazenda Santa Rita (propriedade do Sr. Eugênio Fagundes) e **EA6** Quadrante Noroeste Fazenda Amor de Mãe.

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

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

- Elaborar um mapa de cobertura vegetal com as características fisionômicas das classes de cobertura, a ser apresentado no Relatório de Integração das 4 campanhas amostrais;



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

12.2 Trabalho de Campo e Técnicas de Amostragem

A campanha foi realizada no período de 15 a 18 de Julho de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto a parcialmente nublado e temperatura do ar variando no intervalo de 2,7 a 21,0 °C.

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

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

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



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 Veleza**, Pinheiro Machado, RS, **EA 1**, julho/2013.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Amaranthaceae/ <i>Pfaffia tuberosa</i>	3
Apiaceae/ <i>Apium leptophyllum</i>	2
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	3
Araliaceae/ <i>Hydrocotyle pusilla</i>	5
Asteraceae/ <i>Aspilia setosa</i>	8
Asteraceae/ <i>Chaptalia piloselloides</i>	3
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	5
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	1
Asteraceae/ <i>Elephantopus mollis</i>	3
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	25
Asteraceae/ <i>Gamochoaeta</i> sp.	5
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	13
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	28
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	38
Asteraceae/ <i>Stenachaenium campestre</i>	4
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	2
Caryophyllaceae/cf. <i>Spergularia</i> sp.	2
Caryophyllaceae	6
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	38
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	21
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	11
Fabaceae/ <i>Adesmia</i> sp.	4
Fabaceae/ <i>Stylosanthes montevidensis</i>	1
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	14
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	3
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	3
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium micranthum</i>	4
Lamiaceae	4



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Malvaceae/ <i>Krapovickasia urticifolia</i>	6
Moraceae/ <i>Dorstenia brasiliensis</i>	4
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 1	3
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	37
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 3	7
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 4	2
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 5	15
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 6	1
Plantaginaceae/ <i>Plantago tomentosa</i>	4
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp.	18
Plantaginaceae/ <i>Scoparia ericácea</i>	3
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	33
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	17
Poaceae/ <i>Dichanthelium sabulorum</i>	3
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	11
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	3
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	36
Poaceae/ <i>Paspalum plicatulum</i>	12
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	1
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	36
Poaceae/ <i>Setaria parviflora</i>	3
Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	11
Polygalaceae/ <i>Polygala</i> sp.	1
Rubiaceae/ <i>Borreria</i> sp.	1
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	22
Solanaceae/ <i>Nierembergia veitchii</i>	15
Verbenaceae/ <i>Lantana montevidensis</i>	2
NI	5

NI = Não identificada



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	3
Asteraceae/ <i>Baccharis dracunculifolia</i>	1
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	3
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	2
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	1
Asteraceae/ <i>Elephantopus mollis</i>	1
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	7
Asteraceae/ <i>Gamochoaeta americana</i>	2
Asteraceae/ <i>Gamochoaeta</i> sp.	1
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	1
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	2
Asteraceae/ <i>Hypochaeris megapotamica</i>	1
Asteraceae/ <i>Hypochaeris neopinnatifida</i>	1
Asteraceae/ <i>Senecio heterotrichus</i>	10
Asteraceae/ <i>Senecio selloi</i>	14
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	37
Asteraceae	2
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	6
Caryophyllaceae	3
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	22
Cyperaceae/ <i>Bulbostyllis capillaris</i>	35
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	4
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	24
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	6
Fabaceae/ <i>Trifolium</i> sp.	1
Iridaceae/ <i>Cypella herbertii</i>	1
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	18
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	9
Moraceae/ <i>Dorstenia brasiliensis</i>	1
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 1	18
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	35
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 4	37
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 5	2
Plantaginaceae/ <i>Scoparia ericacea</i>	11



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	34
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	36
Poaceae/ <i>Cynodon dactylon</i>	21
Poaceae/ <i>Dichanthelium sabulorum</i>	3
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	6
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	2
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	23
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	4
Polygalaceae/ <i>Polygala</i> sp.	2
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	1
Rubiaceae/ <i>Richardia</i> sp.	1

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

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	3
Apiaceae/ <i>Bowlesia</i> sp.	2
Asteraceae/ <i>Aspilia setosa</i>	2
Asteraceae/ <i>Baccharis dracunculifolia</i>	7
Asteraceae/ <i>Chaptalia arechavaletae</i> *	5
Asteraceae/ <i>Chaptalia piloselloides</i>	6
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	31
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	9
Asteraceae/ <i>Eupatorium buniifolium</i>	8
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	3
Asteraceae/ <i>Micropsis spathulata</i>	17
Asteraceae/ <i>Gamochoaeta americana</i>	3
Asteraceae/ <i>Gamochoaeta</i> sp.	2
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	4
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	20
Asteraceae/ <i>H. neopinnatifida</i>	1
Asteraceae/ <i>Hypochaeris radicata</i>	2
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	4
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	27
Asteraceae	2
Bryopsia (musgo)	2
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	4



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Caryophyllaceae	1
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	28
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	7
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	21
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	3
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	14
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	27
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	16
Lamiaceae	1
Lythraceae/ <i>Cuphea racemosa</i>	1
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	26
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 1	32
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	14
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 4	28
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 5	7
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp. 1	1
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp. 2	1
Plantaginaceae/ <i>Scoparia ericacea</i>	2
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	35
Poaceae/ <i>Cynodon dactylon</i>	2
Poaceae/ <i>Dichanthelium sabulorum</i>	1
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	4
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	16
Poaceae/ <i>Erianthus angustifolius</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	29
Poaceae/ <i>Paspalum plicatulum</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum</i> sp.	1
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	2
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	21
Poaceae/ <i>Setaria parviflora</i>	1
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	4
Polygalaceae/ <i>Polygala</i> sp.	2
Pteridófitas/ <i>Ophioglossum crotalophoroides</i>	2
Rubiaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	7
Rubiaceae/ <i>Borreria</i> sp.	4
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	14
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	4
Verbenaceae/ <i>Stachytarpheta</i> sp.	1
NI	1

NI = Não identificada



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Amaranthaceae/ <i>Pfaffia gnaphaloides</i> **	1
Amaranthaceae/ <i>Pfaffia tuberosa</i>	2
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	2
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	19
Asteraceae/ <i>Baccharis coridifolia</i>	6
Asteraceae/ <i>Baccharis trimera</i>	2
Asteraceae/ <i>Chaptalia arechavaletae</i> *	9
Asteraceae/ <i>Chaptalia piloselloides</i>	32
Asteraceae/ <i>Chaptalia</i> sp.	11
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	17
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	1
Asteraceae/ <i>Eupatorium buniifolium</i>	7
Asteraceae/ <i>Gamochaeta americana</i>	6
Asteraceae/ <i>Gamochaeta</i> sp.	1
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	1
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	9
Asteraceae/ <i>Hypochaeris radicata</i>	4
Asteraceae/ <i>Micropsis spathulata</i>	1
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	2
Asteraceae/ <i>Senecio heterotrichus</i>	1
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	35
Asteraceae/ <i>Stenachenium campestre</i>	1
Bryopsida (musgo)	11
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	19
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	13
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	3
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	11
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	9
Fabaceae/ <i>Galactia marginalis</i>	3
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	22
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	3
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium micranthum</i>	2
Linaceae/ <i>Cliococca selaginoides</i>	5
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	2



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Moraceae/ <i>Dorstenia brasiliensis</i>	3
Orobanchaceae/ <i>Agalinis communis</i>	2
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 1	12
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	38
Oxidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 3	6
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 4	2
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 5	11
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp. 1	6
Poaceae/ <i>Andropogon ternatus</i>	2
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	14
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	7
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	37
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	32
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	3
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	38
Poaceae/ <i>Setaria parviflora</i>	3
Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	8
Polygalaceae/ <i>Polygala</i> sp.	3
Pteridófitas/ <i>Ophioglossum crotalophoroides</i>	10
Rubiaceae/ <i>Borreria</i> sp.	3
Rubiaceae/ <i>Relbunium richardianum</i>	1
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	11
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	13
Solanaceae/ <i>Nierembergia veitchii</i>	4
Verbenaceae/ <i>Glandularia marrubioides</i>	4
NI 1	5
NI 2	1
NI 3	1

NI = Não identificada



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Asteraceae/ <i>Chaptalia piloselloides</i>	6
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	6
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	1
Asteraceae/ <i>Eupatorium buniifolium</i>	2
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	3
Asteraceae/ <i>Hypochaeris neopinnatifida</i>	1
Asteraceae/ <i>Micropsis spathulata</i>	14
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	1
Asteraceae/ <i>Senecio selloi</i>	2
Asteraceae/ <i>Senecio</i> sp.	1
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	35
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	4
Caryophyllaceae	17
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	25
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	10
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	32
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	9
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	7
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	3
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	9
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	32
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	1
Moraceae/ <i>Dorstenia brasiliensis</i>	2
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 1	7
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	36
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 4	2
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 5	18
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 6	1
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp. 1	4
Plantaginaceae/ <i>Scoparia ericacea</i>	9
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	16
Poaceae/ <i>Axonopus potti</i>	32
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	13
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	1
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	14
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	21



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	4
Poaceae/ <i>Poa annua</i>	2
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	19
Polygalaceae/ <i>Polygala</i> sp.	2
Pteridófitas/ <i>Ophioglossum crotalophoroides</i>	6
Rubiaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	1
Rubiaceae/ <i>Borreria</i> sp.	1
Rubiaceae/ <i>Relbunium</i> sp.	1
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	2
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	2
NI	2

NI = Não identificada

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

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	2
Asteraceae/ <i>Chaptalia piloselloides</i>	16
Asteraceae/ <i>Cirsium glabrum</i>	1
Asteraceae/ <i>Eupatorium buniifolium</i>	4
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	10
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	2
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	19
Asteraceae/ <i>Hypochaeris neopinnatifida</i>	2
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	21
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	3
Caryophyllaceae	9
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	5
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	33
Cyperaceae/ <i>Cyperus entrerianus</i>	1
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	11
Cyperaceae	1
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	5



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	1
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	4
Iridaceae/ <i>Cypella herbertii</i>	13
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	5
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium micranthum</i>	12
Lythraceae/ <i>Cuphea racemosa</i>	1
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	1
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 1	23
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	37
Plantaginaceae/ <i>Scoparia ericacea</i>	1
Poaceae/ <i>Andropogon ternatus</i>	1
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	6
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	16
Poaceae/ <i>Cynodon dactylon</i>	38
Poaceae/ <i>Dichanthelium sabulorum</i>	8
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	11
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	7
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum plicatulum</i>	11
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	1
Poaceae/ <i>Poa annua</i>	3
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	1
Rubiaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	2
Rubiaceae/ <i>Relbunium richardianum</i>	6
Urticaceae/ <i>Urtica dioica</i>	1
Verbenaceae/ <i>Stachytarpheta</i> sp.	1
NI	1

NI = Não identificada

12.4 Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

Nas EAs 3 (Fazenda Candiota) e 4 (Chácara Santa Clara) constatou-se a maior riqueza de espécies (ambas com 62 espécies), seguidas da EA1 (Serra do Veleda, 56 espécies). Os menores números de espécies foram registrados nas EAs 2 (Fazenda Três Lagoas, 45 espécies) e 6 (Fazenda Amor de Mãe, 44 espécies).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Na EA3 (Fazenda Candiota, Candiota, RS, coordenadas UTM, fuso 22J: 247.770m E; 6.508.180m N) foi registrada a presença de: *Chaptalia arechavaletae* Hier. ex Arech. (Asteraceae), classificada como Em Perigo – EN (Figura 1), 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.

Na EA4 (Chácara Santa Clara, Candiota, RS, coordenadas UTM, fuso 22J: 240.360m E; 6.508.300m N) foram registradas a presença de: *Chaptalia arechavaletae* Hier. ex Arech. (Asteraceae), classificada como Em Perigo – EN (Figura 12.1), 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 e, de *Pfaffia gnaphaloides* (L.f.) Mart. (Amaranthaceae) classificada como Vulnerável – VU, na Lista Oficial da Flora Ameaçada de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul.



Figura 12.1. *Chaptalia arechavaletae* Hier. ex Arech. (Asteraceae), espécie ameaçada de extinção com ocorrência nas Estações Amostrais 3 e 4.

Da totalidade de famílias botânicas, Asteraceae foi a que apresentou o maior número de espécies em todas as EAs, apesar de a maioria das suas espécies ter uma representatividade relativamente baixa em termos de frequência absoluta.

Nas EAs 3 e 4, com igual riqueza de espécies e número semelhante de espécies de Asteraceae (14 e 13 espécies, respectivamente), constatou-se uma quantidade relativamente grande (4 e 6 espécies, respectivamente) de representantes lenhosos subarborescentes/arborescentes desta família (Figura 12.2), típicos de estágio de sucessão para campo alto ("campo sujo"), o que pode ser atribuído à exclusão e/ou redução do pastejo, entre outras práticas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Por outro lado, na EA1, que também possui uma riqueza de espécies relativamente alta, nenhuma das 11 espécies de Asteraceae encontradas exibe hábito arbustivo, o que se deve à inexistência de exclusão ou subpastejo.



Figura 12.2. Representante subarbustivo da família Asteraceae (*Senecio* sp.), em julho de 2013.

Nas Tabelas 12.1 a 12.6 são destacadas em negritos as espécies com frequências absolutas altas (presentes em $\geq 50\%$ das parcelas inventariadas), destacando-se *Bulbostylis capillaris* (Cyperaceae), *Dichondra seriacea* (Convolvulaceae), *Oxalis* sp. 1 (Oxalidaceae), *Paspalum notatum* (Poaceae) e *Soliva anthelmifolia* (Asteraceae).

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 compromete a preservação de equilíbrios socioambientais fundamentais.

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

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



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

13.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 18 a 22 de Julho de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por apresentar céu aberto a parcialmente nublado e temperatura do ar variando no intervalo de 1,0 a 17,0 °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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

13.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

Um total de 87 espécies de aves (Tabela 13.1) foi registrado através do uso conjunto das duas metodologias na expedição de julho em Candiota. Dentre as aves levantadas, 55 espécies foram obtidas pelo método de pontos e 77 espécies foram registradas nas contagens por transectos – índices de abundância apresentados na Tabela 13.1.

Duas novas espécies foram acrescentadas à listagem já existente – *Rollandia rolland* (mergulhão-de-orelhas-brancas) e *Elanus leucurus* (gavião-peneira), chegando-se ao total acumulado de 183 espécies para a área de influência da UTE Presidente Médici (Anexo 13.1), o que representa 27,68% 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 54 espécies, e a EA 3 a menor riqueza, com 28 espécies (Figura 13.1). Mesmo com a semelhança parcial dos resultados ao longo do tempo, a diferença na riqueza entre as áreas amostrais é flutuante entre as campanhas já realizadas, variando com a época do ano, presença de espécies migratórias, período reprodutivo das aves e distintos usos do solo. Durante essa última expedição, o frio intenso que ocorria na região deve ter sido um fator que contribuiu para a reduzida riqueza de espécies registrada em cada EA.

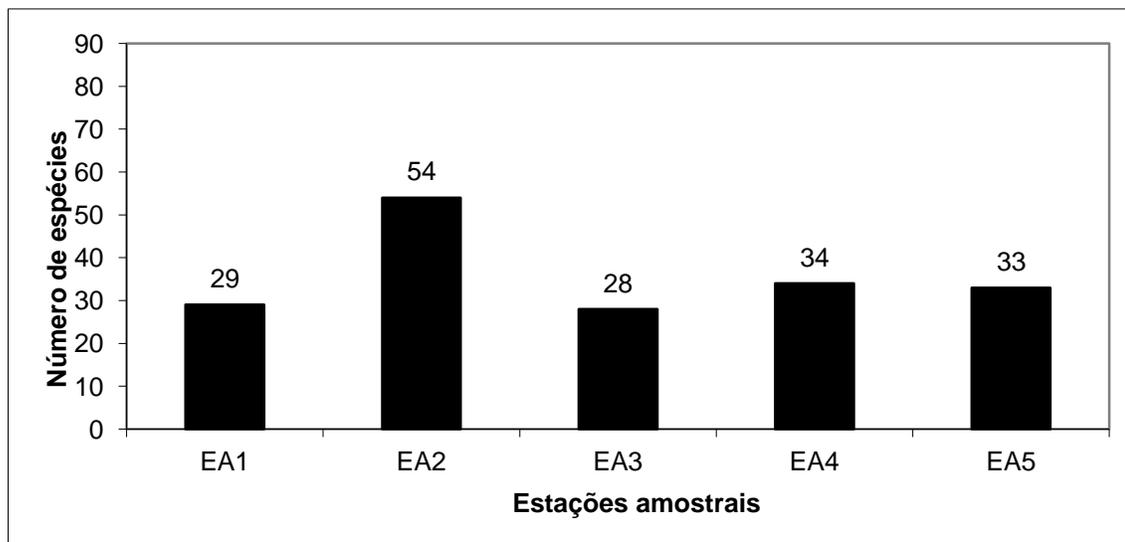


Figura 13.1. Número de espécies de aves nas cinco estações amostrais (EA) do monitoramento de avifauna da Usina Termoeletrica Pres. Médici, Candiota, RS, durante a campanha de inverno, (18 a 22 de julho de 2013).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Oito espécies estiveram presentes nas cinco estações amostrais (Tabela 13.1) – quero-quero (*Vanellus chilensis*), pombão (*Patagioenas picazuro*), caturrita (*Myiopsitta monachus*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*), alegrinho (*Serpophaga subcristata*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), tico-tico (*Zonotrichia capensis*) e mariquita (*Parula pitiayumi*).

Por outro lado, 43 espécies foram registradas em somente uma estação amostral durante a última expedição. A EA 2, com 17 espécies, foi a que apresentou o maior número de espécies exclusivas (Tabela 13.1). O registro das referidas espécies está relacionado às fitofisionomias e à variedade de ambientes nas diferentes estações amostrais, principalmente quando existem áreas alagadas.

Calculando-se os índices de abundância das espécies registradas nos pontos de contagem (IPA) e nos transectos (IAT), o joão-de-barro (*Furnarius rufus*), nos pontos, e o tico-tico (*Zonotrichia capensis*), nos transectos, foram as espécies mais abundantes. Estiveram também entre as espécies mais abundantes o quero-quero (*Vanellus chilensis*), pombão (*Patagioenas picazuro*), pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), alegrinho (*Serpophaga subcristata*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) e corruíra (*Troglodytes musculus*) – Tabela 13.1. Essas aves ocupam uma gama de ambientes abertos e bordas de mata, habitando inclusive áreas urbanas.

Apenas uma espécie migratória (Belton, 1994; Bencke, 2001) foi registrada nessa última expedição a campo: *Piranga flava* (sanhaçu-de-fogo). Causa estranheza o período do ano em que a espécie foi registrada, pois a mesma é considerada migrante de primavera/verão, normalmente permanecendo no



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Rio Grande do Sul entre o final do inverno e início do outono, inclusive nidificando no Estado.

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

Espécie	IPA1	IPA2	IPA3	IPA4	IPA5	IAT1	IAT2	IAT3	IAT4	IAT5
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	1,00
<i>Anas flavirostris</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Anas georgica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Anumbius anumbi</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aramides ypecaha</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ardea alba</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Ardea cocoi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,67	0,00	0,00
<i>Caracara plancus</i>	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00
<i>Cariama cristata</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cathartes aura</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	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	0,00	0,33	0,00
<i>Chauna torquata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	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>	0,50	0,40	0,20	0,20	0,00	1,33	1,00	0,67	0,67	0,00
<i>Colaptes melanochloros</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,67	0,00	0,33	0,00
<i>Columbina picui</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Cranioleuca sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Crypturellus obsoletus</i>	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0,25	0,40	0,20	0,00	0,25	0,00	0,33	0,67	0,00	1,00
<i>Dendrocygna viduata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Donacospiza albifrons</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Elanus leucurus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Embernagra platensis</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Falco sparverius</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,33	0,50
<i>Furnarius rufus</i>	1,00	1,20	0,60	0,60	1,50	2,33	3,33	1,33	2,00	2,00
<i>Gallinago paraguayiae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
<i>Gallinula galeata</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,25	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gallinula melanops</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Guira guira</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	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 chrysur</i>	0,00	0,00	0,60	0,20	0,00	0,00	0,00	2,00	0,33	0,00
<i>Icterus cayanensis</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Jacana jacana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Knipolegus lophotes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Leptotila verreauxi</i>	0,25	0,40	0,20	0,00	0,25	1,33	1,33	0,33	0,00	0,00
<i>Limnocittes rectirostris</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Machetornis rixosa</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,33	0,00
<i>Melanerpes candidus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Milvago chimango</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>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,75	1,00	0,00	0,00	1,00	0,50
<i>Molothrus bonariensis</i>	0,00	0,60	0,00	0,20	0,25	0,00	0,67	0,00	0,33	0,50
<i>Myiopsitta monachus</i>	0,25	0,80	0,20	0,60	0,50	0,00	0,33	0,33	0,67	0,00
<i>Nothura maculosa</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,75	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Paroaria coronata</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,25	0,00	0,67	0,00	0,33	0,50
<i>Parula pitiayumi</i>	0,25	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,33	1,00	0,33	0,50
<i>Patagioenas picazuro</i>	0,25	0,40	0,40	0,00	1,00	0,33	1,33	0,67	0,33	2,00
<i>Penelope obscura</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Phacellodomus striaticollis</i>	0,00	0,00	0,40	0,00	0,25	0,00	0,00	1,00	0,00	0,50
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Phylloscartes ventralis</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Piranga flava</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0,25	0,80	0,80	0,00	0,75	0,67	0,67	0,67	0,33	1,50
<i>Podilymbus podiceps</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Polioptila dumicola</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,33	0,67	0,00	0,00	0,50
<i>Poospiza cabanisi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poospiza nigrorufa</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pseudoleistes virescens</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Pyrhura frontalis</i>	0,50	0,40	0,00	0,20	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Rollandia rolland</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Rupornis magnirostris</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00
<i>Saltator aurantirostris</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00
<i>Saltator similis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Serpophaga nigricans</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Serpophaga subcristata</i>	0,00	0,60	0,60	0,00	0,50	0,67	0,33	1,33	0,67	0,50
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Sporagra magellanica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Stephanophorus diadematus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,00	0,00	1,00
<i>Synallaxis spixi</i>	0,00	0,00	0,60	0,00	0,25	0,00	1,00	1,33	0,00	0,50



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Syrigma sibilatrix</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Tangara preciosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tangara sayaca</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	0,00	0,20	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Theristicus caerulescens</i>	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Theristicus caudatus</i>	0,00	0,20	0,20	0,00	0,50	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Troglodytes musculus</i>	0,00	0,00	1,00	0,20	0,50	0,33	0,00	2,33	1,00	0,50
<i>Turdus amaurochalinus</i>	0,50	0,00	0,00	0,20	0,00	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Turdus rufiventris</i>	0,50	0,20	0,00	0,40	0,25	2,33	0,33	0,00	0,67	0,00
<i>Vanellus chilensis</i>	0,25	0,60	0,00	0,60	0,75	0,67	1,00	0,67	2,33	0,50
<i>Veniliornis spilogaster</i>	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,33	0,00	0,33	0,00
<i>Xolmis irupero</i>	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00	0,33	0,67	0,00	0,67	0,00
<i>Zenaida auriculata</i>	0,25	0,40	0,00	0,40	0,50	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Zonotrichia capensis</i>	0,50	0,60	0,00	1,80	0,50	1,33	1,33	2,67	4,33	2,50

Nessa última expedição a campo, durante as amostragens na EA2, uma espécie ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul (Marques *et al.*, 2002) foi registrada: junqueiro-de-bico-reto (*Limnoctites rectirostris*) – status Vulnerável.

No Estado, sua distribuição é naturalmente descontínua, abrangendo a região dos Campos de Cima da Serra e as áreas abertas do Planalto Sul-Rio-Grandense (Serra do Sudeste), bem como os terrenos sedimentares adjacentes (depressão periférica e litoral do sistema Patos-Mirim), para oeste até Santana do Livramento. Existem registros pontuais no setor leste da Depressão Central gaúcha. Todo o seu ciclo de vida se desenvolve em gravatazais (formações de gravatás *Eryngium* spp., Apiaceae), desde puros até mesclados com outras espécies vegetais de ambientes alagados.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Embora possa sobreviver em gravatazais em campos de pastoreio, a perturbação causada pelo gado pode reduzir as taxas de natalidade da espécie, tanto pelo pisoteio de ninhos quanto pela descaracterização do hábitat. As queimadas e o corte raso realizado regularmente por pecuaristas e agricultores nos gravatazais onde a espécie ocorre desalojam indivíduos residentes e podem interferir no processo de dispersão da espécie.

Ao longo do monitoramento, outras três espécies ameaçadas no Rio Grande do Sul já foram observadas: noivinha-de-rabo-preto (*Xolmis dominicanus*) – *status* Vulnerável, corruíra-do-campo (*Cistothorus platensis*) – *status* Em Perigo, e veste-amarela (*Xanthopsar flavus*) – *status* Vulnerável (Marques *et al.*, 2002).

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Anexo 13.1. Lista cumulativa das espécies de aves ocorrentes na área de influência da UTE Pres. Médici, Candiota, RS. *Status*: (R) residente; (M) migratória de primavera/verão, nidificando no RS; (S) visitante migratório de inverno vindo do Cone Sul do continente; (#) *status* assumido, mas não confirmado (segundo Belton, 1994; Bencke, 2001).

Família	Nome científico	Nome comum	Status RS
Rheidae	<i>Rhea americana</i>	ema	R
Tinamidae	<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdigão	R
	<i>Nothura maculosa</i>	perdiz	R
Anhimidae	<i>Chauna torquata</i>	tachã	R
Anatidae	<i>Dendrocygna viduata</i>	irerê	R
	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	marreca-pé-vermelho	R
	<i>Anas georgica</i>	marreca-parda	R
	<i>Anas flavirostris</i>	marreca-pardinha	R
	<i>Anas versicolor</i>	marreca-cricri	R
Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	araquã	R
	<i>Penelope obscura</i>	jacuaçu	R
Podicipedidae	<i>Rollandia rolland</i>	mergulhão-de-orelhas-brancas	R
	<i>Podilymbus podiceps</i>	mergulhão	R
Ciconiidae	<i>Ciconia maguari</i>	joão-grande	R
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	biguá	R
Ardeidae	<i>Tigrisoma lineatum</i>	socó-boi-verdadeiro	R
	<i>Butorides striata</i>	socozinho	M
	<i>Ardea cocoi</i>	garça-moura	R
	<i>Ardea alba</i>	garça-branca-grande	R
	<i>Syrigma sibilatrix</i>	maria-faceira	R
	<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena	R
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	maçarico-preto	R
	<i>Phimosus infuscatus</i>	maçarico-de-cara-pelada	R
	<i>Theristicus caerulescens</i>	maçarico-real	R
	<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca	R
	<i>Platalea ajaja</i>	colhereiro	R
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	R
	<i>Cathartes burrovianus</i>	urubu-de-cabeça-amarela	R
	<i>Coragyps atratus</i>	urubu-de-cabeça-preta	R
Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	gavião-peneira	R
	<i>Circus buffoni</i>	gavião-do-banhado	R



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	gavião-caramujeiro	R
	<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	R
	<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	R
	<i>Accipiter striatus</i>	gaviãozinho	M#
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	gavião-de-cauda-branca	R
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	caracará	R
	<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	R
	<i>Milvago chimango</i>	chimango	R
	<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri	R
	<i>Falco femoralis</i>	falcão-de-coleira	R
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	carão	R
Rallidae	<i>Aramides ypecaha</i>	saracuraçu	R
	<i>Gallinula galeata</i>	galinhola	R
	<i>Gallinula melanops</i>	frango-d'água-carijó	R
Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	seriema	R
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	R
Recurvirostridae	<i>Himantopus melanurus</i>	pernilongo	R
Scolopacidae	<i>Gallinago paraguaiiae</i>	narceja	R
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	R
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	R
	<i>Columbina picui</i>	rolinha-picuí	R
	<i>Patagioenas picazuro</i>	pombão	R
	<i>Patagioenas maculosa</i>	pomba-do-orvalho	R
	<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	M#
	<i>Zenaida auriculata</i>	pomba-de-bando	R
	<i>Leptotila verreauxi</i>	jurití-pupu	R
	<i>Leptotila rufaxilla</i>	jurití-gemedeira	R
Psittacidae	<i>Aratinga leucophthalma</i>	maracanã-malhada	R
	<i>Pyrrhura frontalis</i>	tiriba-de-testa-vermelha	R
	<i>Myiopsitta monachus</i>	caturrita	R
Cuculidae	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	papa-lagarta-verdadeiro	M
	<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	R
	<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	R
	<i>Guira guira</i>	anu-branco	R
	<i>Tapera naevia</i>	saci	R
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	jacurutu	R
	<i>Athene cunicularia</i>	coruja-do-campo	R
Caprimulgidae	<i>Hydropsalis torquata</i>	bacurau-tesoura	R
Trochilidae	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-vermelho	R
	<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	R



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde	R
	<i>Chloroceryle americana</i>	martim-pescador-pequeno	R
Picidae	<i>Picumnus nebulosus</i>	pica-pau-anão-carijó	R
	<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco	R
	<i>Veniliornis spilogaster</i>	picapauzinho-verde-carijó	R
	<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	R
	<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	R
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	choca-de-boné-vermelho	R
	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	choca-da-mata	R
	<i>Mackenziaena leachii</i>	brujarara-assobiador	R
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	R
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	R
	<i>Heliobletus contaminatus</i>	trepadorzinho	R
	<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	trepador-quiete	R
	<i>Phacellodomus striaticollis</i>	tio-tio	R
	<i>Anumbius annumbi</i>	cochicho	R
	<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	bichoita	R
	<i>Synallaxis ruficapilla</i>	pichororé	R
	<i>Synallaxis cinerascens</i>	pi-puí	R
	<i>Synallaxis spixi</i>	joão-teneném	R
	<i>Limnortyx rectirostris</i>	junqueiro-de-bico-reto	R
	<i>Cranioleuca</i> sp.	arredio	R
Tityridae	<i>Pachyramphus viridis</i>	caneleirinho-verde	R
	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	caneleirinho-preto	M
Rhynchocyclidae	<i>Phylloscartes ventralis</i>	borboletinha-do-mato	R
	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	bico-chato-de-orelha-preta	R
	<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i>	tororó	R
Tyrannidae	<i>Hirundinea ferruginea</i>	birro	M
	<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	R
	<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	R
	<i>Elaenia parvirostris</i>	guaracava-de-bico-curto	M
	<i>Elaenia mesoleuca</i>	tuque	M
	<i>Elaenia obscura</i>	tucão	R
	<i>Serpophaga nigricans</i>	joão-pobre	R
	<i>Serpophaga subcristata</i>	alegrinho	R
	<i>Myiarchus swainsoni</i>	irré	M
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	R
	<i>Machetornis rixosa</i>	suriri-cavaleiro	R
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado	M
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	M



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	M
	<i>Empidonomus varius</i>	peitica	M
	<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe	R
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	príncipe	M
	<i>Lathrotriccus euleri</i>	enferrujado	M
	<i>Knipolegus cyanirostris</i>	maria-preta-de-bico-azulado	R
	<i>Knipolegus lophotes</i>	maria-preta-de-penacho	R
	<i>Satrapa icterophrys</i>	suiriri-pequeno	R
	<i>Xolmis cinereus</i>	primavera	R
	<i>Xolmis irupero</i>	noivinha	R
	<i>Xolmis dominicanus</i>	noivinha-de-rabo-preto	R
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	R
	<i>Vireo olivaceus</i>	juruviara	M
Corvidae	<i>Cyanocorax caeruleus</i>	gralha-azul	R
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	R
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	M
	<i>Progne chalybea</i>	andorinha-doméstica-grande	M
	<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo	M
	<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	andorinha-de-testa-branca	R
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	curruíra	R
	<i>Cistothorus platensis</i>	curruíra-do-campo	D
Poliptilidae	<i>Poliptila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara	R
Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	R
	<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	R#
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	R
	<i>Turdus subalaris</i>	sabiá-ferreiro	M
	<i>Turdus albicollis</i>	sabiá-coleira	R
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	R
	<i>Mimus triurus</i>	calhandra-de-três-rabos	S
Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i>	caminheiro-zumbidor	R
	<i>Anthus correndera</i>	caminheiro-de-espora	R
	<i>Anthus hellmayri</i>	caminheiro-de-barriga-acanelada	R
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	R
Thraupidae	<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro-verdadeiro	R
	<i>Saltator aurantirostris</i>	bico-duro	R
	<i>Tangara sayaca</i>	sanhaçu-cinzento	R
	<i>Tangara preciosa</i>	saíra-preciosa	R
	<i>Stephanophorus diadematus</i>	sanhaçu-frade	R
	<i>Paroaria coronata</i>	cardeal	R
	<i>Pipraeidea melanonota</i>	saíra-viúva	R



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Emberizidae	<i>Pipraeidea bonariensis</i>	sanhaçu-papa-laranja	R
	<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	R
	<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	R
	<i>Donacospiza albifrons</i>	tico-tico-do-banhado	R
	<i>Poospiza nigrorufa</i>	quem-te-vestiu	R
	<i>Poospiza cabanisi</i>	tico-tico-da-taquara	R
	<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra-verdadeiro	R
	<i>Sicalis luteola</i>	tipio	R
	<i>Emberizoides herbicola</i>	canário-do-campo	R
	<i>Embernagra platensis</i>	sabiá-do-banhado	R
	<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	R
	<i>Sporophila caerulea</i>	coleirinho	R
	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	sanhaçu-de-fogo
<i>Cyanoloxia brissonii</i>		azulão-verdadeiro	R
<i>Cyanoloxia glaucocaeerulea</i>		azulinho	R
Parulidae	<i>Parula pitiayumi</i>	mariquita	R
	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	pia-cobra	R
	<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	R
	<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	pula-pula-assobiador	R
Icteridae	<i>Cacicus chrysopterus</i>	tecelão	R
	<i>Icterus cayanensis</i>	encontro	R
	<i>Gnorimopsar chopi</i>	chopim	R
	<i>Xanthopsar flavus</i>	veste-amarela	R
	<i>Chrysomus ruficapillus</i>	garibaldi	R
	<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	chopim-do-brejo	R
	<i>Pseudoleistes virescens</i>	dragão	R
	<i>Agelaioides badius</i>	asa-de-telha	R
	<i>Molothrus bonariensis</i>	vira-bosta	R
	<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	vira-bosta-picumã	R
Fringillidae	<i>Sporagra magellanica</i>	pintassilgo	R
	<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	R
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	pardal	R

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



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)), julho/2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Figura 14.2: Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas), julho de 2013



Figura 14.3: Estação amostral 3 (Fazenda Candiota), julho de 2013



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Figura 14.4: Estação amostral 4 (Nordeste), julho de 2013



Figura 14.5: Estação amostral 5 (Sudeste), julho de 2013.



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 18 a 22 de Julho de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por apresentar céu aberto a parcialmente nublado e temperatura do ar variando no intervalo de 1,0 a 17,0 °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 de indivíduos em termorregulação ou em inatividade em microhábitas favoráveis como em baixo de pedras, troncos e folhas. Para tanto a amostragem foi feita preferencialmente no início e meio da manhã e ao entardecer ou em períodos mais quentes do dia quando em épocas mais frias como outono e inverno. O esforço foi padronizado em três horas de amostragem em cada estação amostral, padronizando assim o esforço despendido em todas as áreas.

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 seis espécies de anuros, tais como *Leptodactylus ocellatus* (Figura 14.6), *Hypsiboas pulchellus* (Figura 14.7) e *Scinax fuscovarius* (Figura 14.8) e nenhuma espécie de réptil no somatório das estações amostrais para a primeira campanha do quinto contrato.

Di-Bernardo e Kwet (2004) registram 21 espécies de anuros para a região de extração e processamento de carvão de Candiota, estes registros ocorreram ao longo de 11 campanhas durante os meses de janeiro, abril, junho, agosto, outubro, novembro e dezembro. As espécies registradas até o momento são esperadas e comuns para a área e mencionada no estudo de Di-Bernardo e Kwet, com exceção de *Lithobates catesbeianus* que é uma espécie exótica que preda anuros locais. Durante todos os anos de monitoramento somam-se até o momento 19 espécies de anfíbios e 17 de répteis.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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).



Figura 14.6: *Leptodactylus ocellatus*



Figura 14.7: *Hypsiboas pulchellus*



Figura 14.8: *Scinax fuscovarius*



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME POPULAR	E.A. 1	E.A. 2	E.A. 3	E.A. 4	E.A. 5
HYLIDAE						
<i>Hypsiboas pulchellus</i>	perereca-do-banhado	X		X		X
<i>Scinax fuscovarius</i>	raspa-de-cuia	X				
<i>Scinax granulatus</i>	perereca-raspa-de-cuia		X			
<i>Scinax squalirostris</i>	perereca-nariguda					
LEIUPERIDAE						
<i>Physalaemus biligonigerus</i>	rã-chorona	X	X			X
LEPTODACTYLIDAE						
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	rã-mantega	X			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 nos Quadros 11.1 e 11.2 e as identificadas pelo número 6 a 12 nos Quadros 11.3 e 11.4. A localização dessas Estações estão apresentadas nas Figuras 11.1 e 11.2.

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

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

15.2 Trabalho de Campo

A campanha para coleta dos bioindicadores passivos foi realizada no período de 8 a 9 de julho de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu insolarado e temperatura do ar variando no intervalo de 5 a 19 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A campanha para instalação dos expositores contendo os Bioindicadores Ativos (líquens) e a coleta de amostras de Solo foi realizada nos dias 06 e 07 de agosto de 2013. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu encoberto e temperatura do ar variando no intervalo de 6 a 20 °C.

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

Assim como apresentado nos relatórios anteriores, apenas *Elephantopus mollis* apresentou teores de cádmio superiores ao limite de quantificação em todas as estações de amostragem avaliadas. Novamente, as plantas da EA 7, localizada na direção predominante do vento na região apresentaram o maior teor de cádmio, porém as EAs 1 e 12, localizadas a maior distância da usina também apresentaram teores elevados deste elemento nas plantas de *E. mollis* em comparação com as das demais estações de amostragem (Figura 15.1A).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A EA 12 (Pedras Altas) foi incluída na rede de monitoramento somente nas quatro últimas coletas, portanto, os dados obtidos ainda são insuficientes para uma caracterização desta estação, porém até o momento os teores de metais têm alcançado valores equivalentes àqueles encontrados nas plantas das estações de amostragem cujos teores estão entre os mais elevados, tais, como as EAs 2, 7 e 8. Por outro lado, eventuais teores de cádmio ($> 1 \text{ mg kg}^{-1}$) na EA1 (*estação de referência, branco ou controle*) já foram observados em outras ocasiões desde o início do biomonitoramento.

O teor de chumbo em *E. mollis* também apresentou picos nas EA 7 e 12, mas diferente da distribuição mais ampla do cádmio, o chumbo apresentou também um pico nas plantas da EA 4, nas proximidades da usina (Figura 15.1B). À semelhança da campanha de amostragem passada, o teor de zinco em *E. mollis* apresentou seu valor máximo na EA 3 (Figura 15.1C). Entretanto, nesta amostragem o teor de zinco ficou acima do limiar de toxicidade de $300\text{-}400 \text{ mg kg}^{-1}$ indicado por KABATA-PENDIAS & MUKHERJEE (2007). Deve ser mencionado, no entanto, que tais valores podem variar entre as espécies, dependendo dos requerimentos específicos de cada genótipo e dos efeitos da interação entre o Zn e outros elementos dentro dos tecidos vegetais. Do mesmo modo que o Zn, o teor de enxofre em *E. mollis* também teve seu valor máximo na EA 3 (Figura 15.1D).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

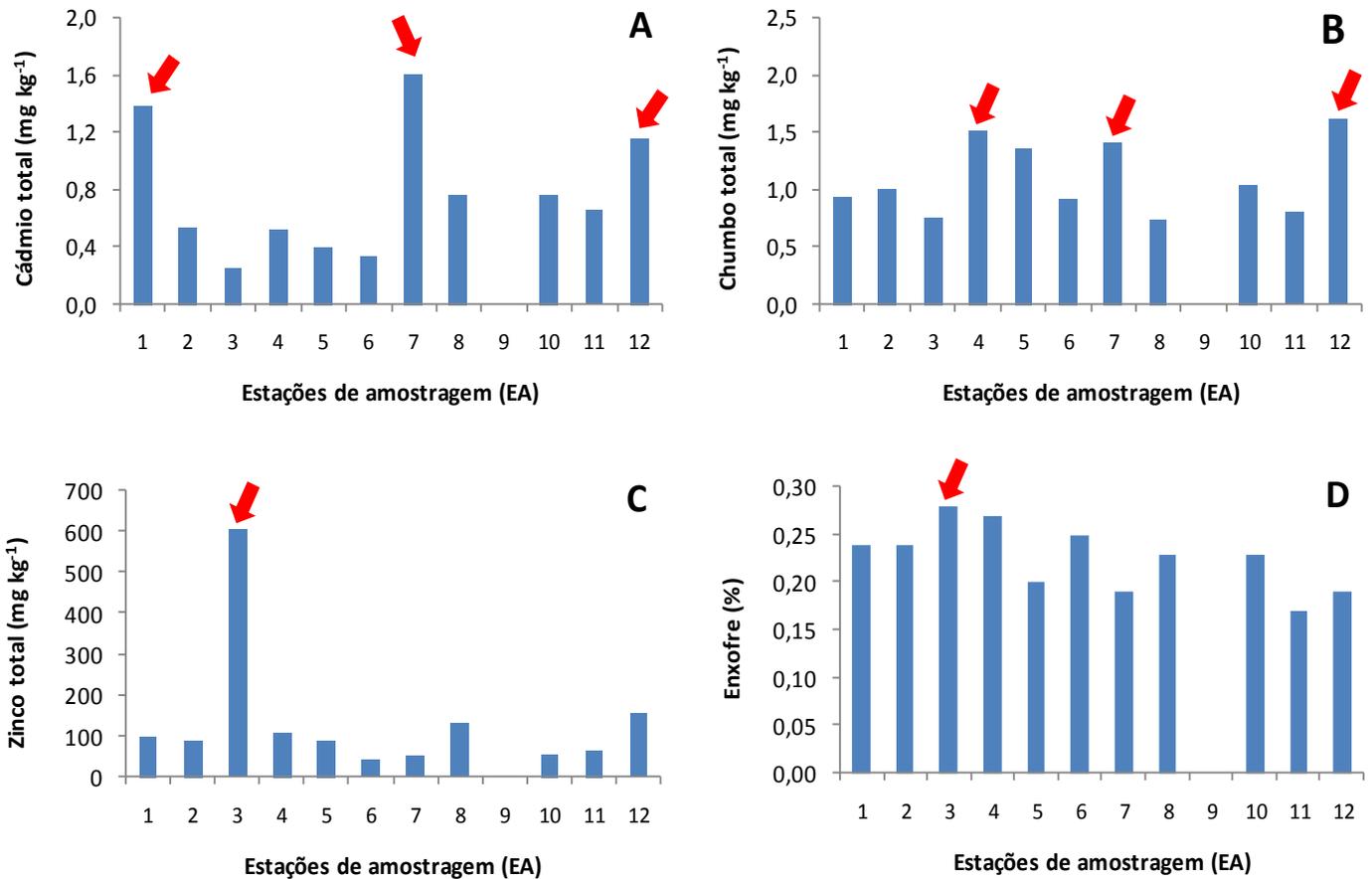


Figura 15.1: Teores de cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e enxofre (D) em folhas de *E. mollis* coletadas de locais no entorno da usina termelétrica de Candiota em julho de 2013. As setas indicam as EAs com os teores máximos.

Excetuando o pico de Cd na EA 7, o padrão de dispersão do teor de cádmio em *B. trimera* não mostrou semelhança com o padrão encontrado em *E. mollis* (comparar Figura 15.2A com a Figura 15.1A). O teor de Cd em *B. trimera* da EA 10, situada na direção do vento predominante, foi o mais elevado, cerca de 60 % maior do que o teor encontrado na EA 7. Nas



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

demais estações de amostragem, o teor de cádmio em *B. trimera*, ficou abaixo do limite de quantificação.

O padrão de distribuição dos teores de chumbo, zinco e enxofre em *B. trimera* (Figuras 15.2B, 15.2C e 15.2D, respectivamente) não confirmaram o padrão encontrado em *E. mollis*. Em *B. trimera*, o teor máximo de chumbo foi encontrado na EA 5 e de zinco e enxofre na EA 4.

Como encontrado na quase totalidade das coletas anteriores, nenhuma amostra de *Paspalum notatum* apresentou teor de cádmio superior ao limite de detecção da metodologia empregada para análise dos teores de metais. Como já indicado anteriormente, *P. notatum* parece apresentar a menor capacidade de acumulação de cádmio dentre as três espécies analisadas.

O padrão de distribuição de metais (chumbo e zinco) e enxofre nas amostras de *Paspalum notatum* (Figura 15.3) apresenta semelhanças e diferenças importantes com aqueles observados nos outras duas espécies estudadas. Assim, em *P. notatum* as estações cujo teor de chumbo foi mais elevado foram as EAs 3 e 4. Enquanto as EAs 1, 7 e 12 apresentaram os maiores teores de zinco, padrão semelhante ao observado para o teor de cádmio em *E. mollis* (Figura 15.1A). Em *P. notatum*, o teor de enxofre foi mais elevado na EA 4, semelhante ao padrão de *B. trimera*, e na EA 8.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

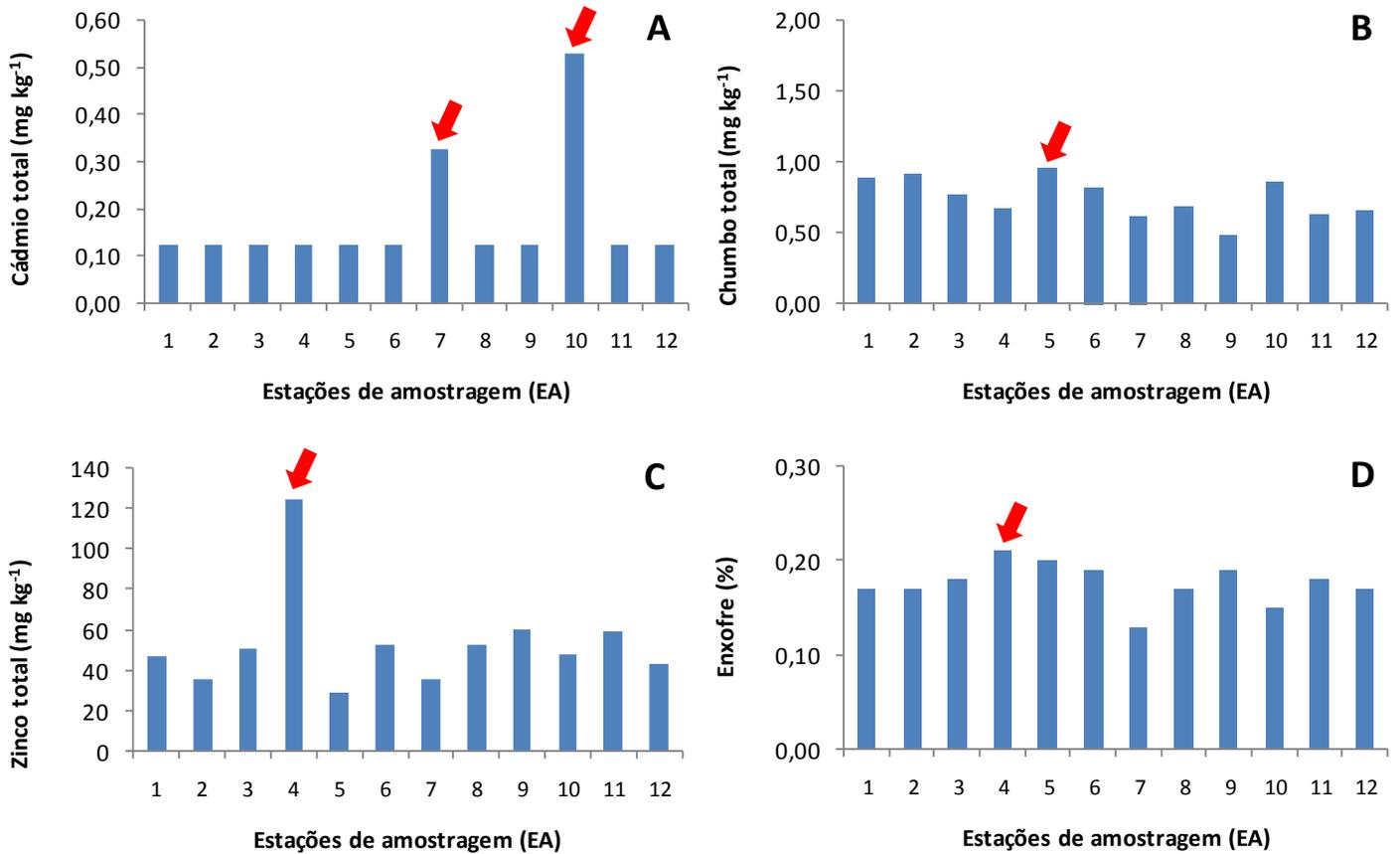


Figura 15.2: Teores de cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e enxofre (D) em *B. trimera* de locais no entorno da usina termelétrica de Candiota. As setas indicam as EAs com os teores máximos dos elementos acima em julho de 2013.

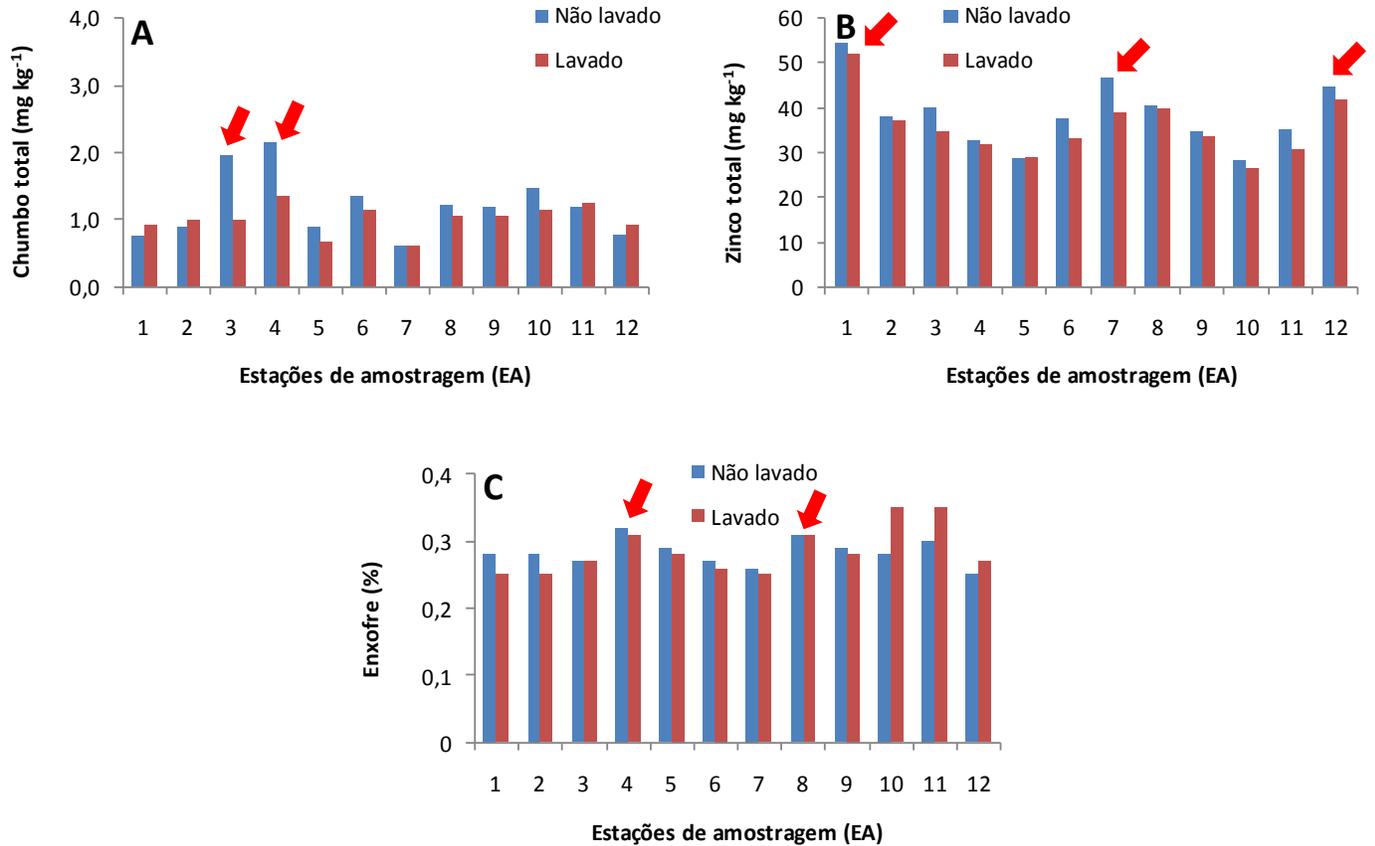


Figura 15.3: Teores de chumbo (A), zinco (B) e enxofre (C) em folhas lavadas e não-lavadas de *P. notatum* de locais no entorno da usina termoeleétrica de Candiota. As setas indicam as EAs com os teores máximos dos elementos acima em julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A análise da distribuição dos metais e do enxofre, através de índices de enriquecimento em *E. mollis* (Figura 15.4) é um meio útil de comparação das diferentes estações de amostragem com a estação de referência. O fator de enriquecimento de enxofre (Figura 15.4A), 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 apresentou resultados diferentes em comparação com os resultados obtidos na última campanha de amostragem. Assim, nesta coleta, as estações cujo fator de enriquecimento foi > 1 , foram as EAs 3, 4, e 6.

Curiosamente, em geral estas estações de amostragem não apresentam teores elevados de metais. Já o índice de poluição por metais (SINGH et al., 2008) foi novamente maior na EA 12 (Figura 15.4B), assim como na campanha anterior, o que reforça a importância de avaliar cuidadosamente se esta estação de amostragem pode seja considerada uma estação de referência alternativa à estação localizada na Serra do Veleda.

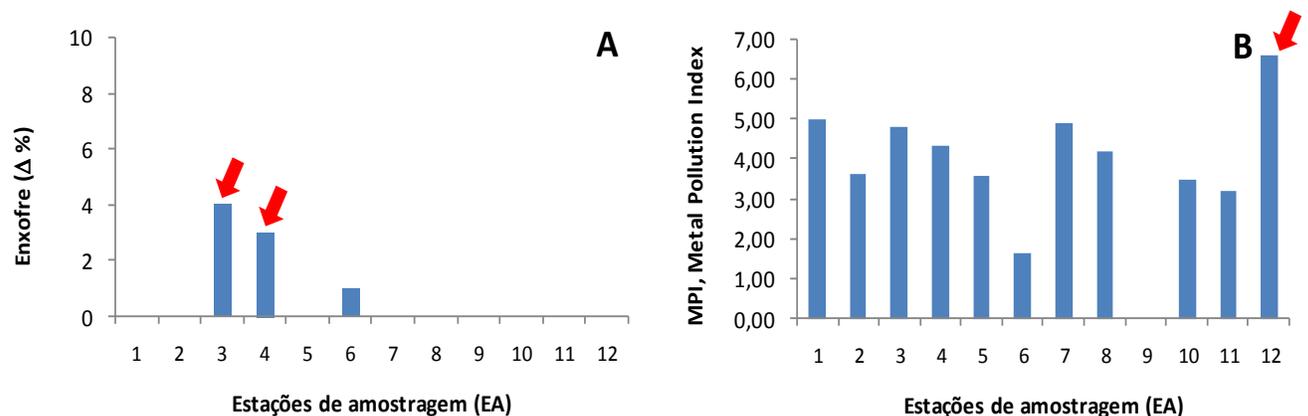


Figura 15.4: Fator de enriquecimento de enxofre em amostras de *E. mollis* nas diferentes estações de amostragem (A); Índice de poluição por metais, calculado com base nos teores dos elementos-traço metálicos na matéria seca de folhas de *E. mollis* (B), julho de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

15.5.2 Biomonitoramento ativo

Ramos, principalmente de maricá (*Mimosa bimucronata*, Fabaceae) contendo espécimes dos líquens *Ramalina celastri* e *Teloschistes exilis* foram coletados em Águas Claras no município de Viamão e no Balneário municipal da Praia Canto das Mulatas às margens do Lago Guaíba no município de Barra do Ribeiro. Optou-se por coletar os líquens nestes locais a fim de garantir que os mesmos apresentassem níveis basais baixos dos metais a serem avaliados.

Os ramos foram expostos, em expositores especialmente confeccionados para tal fim, nas doze estações de amostragem onde estão sendo amostrados os bioindicadores passivos e junto à estação de monitoramento automático instalada no município de Aceguá. A exposição durará cerca de nove meses e está prevista para ser concluída em abril do próximo ano, quando os líquens serão recolhidos e analisados quanto ao teor dos metais e eventualmente danos fisiológicos.

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 dos demais compartimentos que compõem o monitoramento dos bioindicadores ambientais, necessita da participação ativa dos proprietários e trabalhadores das Estações Amostrais.

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 Amostrais e Parâmetros Monitorados

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



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.

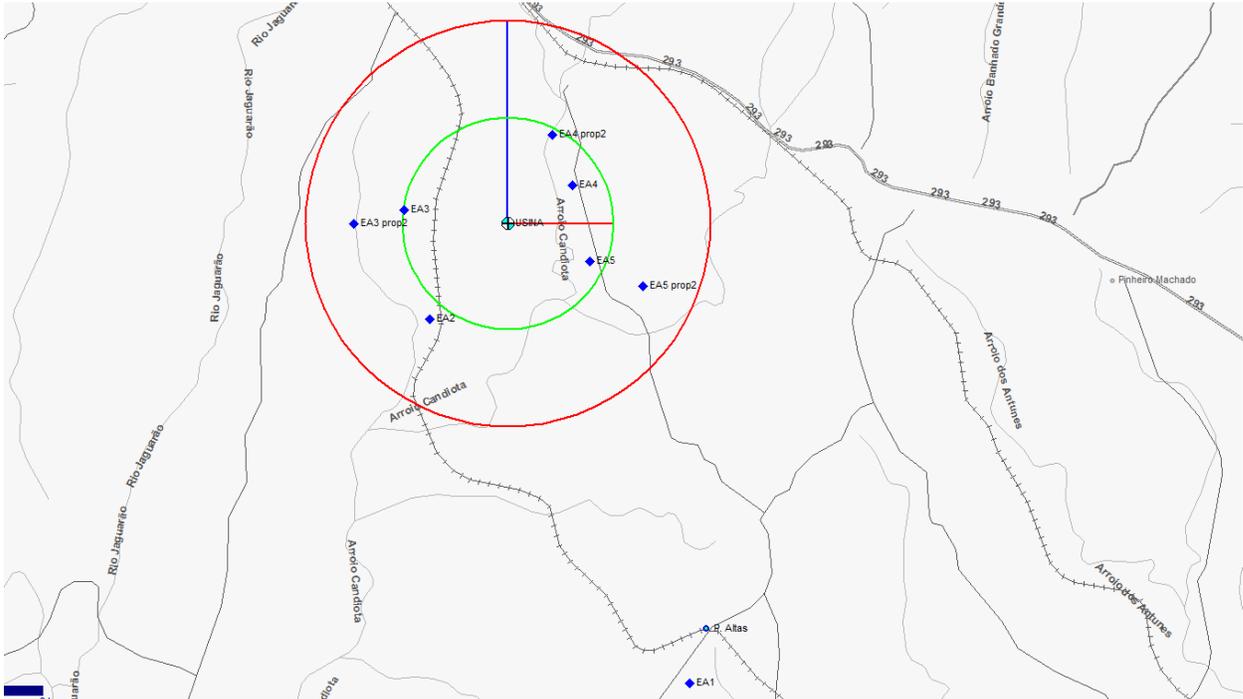


Figura 16.1. Unidades amostrais (o círculo verde representa um raio de 5 Km de distância da usina e o vermelho 10 km).

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 julho de 2013 realizaram-se amostragem de solo e estrato vegetal. A avaliação das alterações dentárias em ovinos e bovinos não foram realizadas tendo em vista as ovelhas encontrarem-se na fase final de gestação e a baixa disponibilidade de forragem. A manipulação dos animais geraria estresse acarretando perda de peso e até mesmo perda de animais e abortos.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

16.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 25 a 27 de julho de 2013. O clima caracterizou-se por temperaturas de 1,3 a 20,4°C, com céu aberto.

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

16.3 Métodos utilizados

Solo

Utilizou-se amostragem ao acaso (Coelho, 2003) e a coleta das amostras de solo foi realizada com auxílio de uma pá reta (cortadeira). Em cada EA selecionou-se uma área homogênea e coletaram-se dos piquetes onde se encontravam animais (bovinos e ovinos) em pastoreio (Squiba et al., 2007). O procedimento para amostragem constitui-se na coleta de um mínimo de 25 unidades amostrais de solo superficial (0 a 20 cm de profundidade), com o auxílio de uma pá, as quais foram reunidas em recipiente e homogeneizadas para constituir uma amostra composta (totalizando cerca de 500g de solo). As amostras foram armazenadas em sacos plásticos identificados por estação amostral.

Nas estações amostrais compostas por mais de uma unidade produtiva, coletou-se solo das duas propriedades o qual foi homogeneizado para composição de amostra única.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estrato vegetal

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

As amostras foram coletadas com o auxílio de instrumentos plásticos e armazenadas em bolsas plásticas identificadas e mantidas sob refrigeração até o processamento em laboratório, onde 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

	Fluoreto	Sílica	
E A 1 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	174	mg/Kg
E A 2 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	455	mg/Kg
E A 3 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	506	mg/Kg
E A 4 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	403	mg/Kg
E A 5 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	385	mg/Kg
E A 1 - Solo	<1	137	mg/Kg
E A 2 - Solo	<1	224	mg/Kg
E A 3 - Solo	<1	167	mg/Kg
E A 4 - Solo	<1	638	mg/Kg
E A 5 - Solo	<1	308	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, 1999. NBR 14340, Água – Determinação da condutividade e da resistividade elétrica.

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

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

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

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

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

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

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

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

Resolução CONAMA nº 357/05.

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



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 Division of Spill Prevention and Response Contaminated Sites Remediation Program, Anchorage, 2001.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 laboratório*. Tese de Doutorado escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo São Carlos. 145 pag. São Paulo.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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-Jim_enez, B. Kolar, V. M. Gregorio, B. Nordbo, W. R€odinger 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*



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

CARVÃO CRICIÚMA. UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE. Dissertação de Mestrado. Orientador: Prof. Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes. 109 p.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ESTUARINO DOS RIOS PIRAQUÊ-AÇU E PIRAQUÊ-MIRIM (ARACRUZ-ES)
Universidade Federal do Espírito Santo, Monografia Orientador: Prof. Dr. Honério Coutinho de Jesus.

SHNITZLER, D. C.. 2008. *AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEDIMENTOS DE RIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA COM ÊNFASE EM ESPÉCIES METÁLICAS*. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. Orientador: Prof. Dr. Marco Tadeu Grassi. 158 p.

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

III - FITOPLÂNCTON, PERIFITON E ZOOPLÂNCTON

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

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

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

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

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

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

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

KOSTE, W. *Rotatoria; Die Rädertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk Begründet von Max Voigt. 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IV- COMUNIDADE BENTÔNICA



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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

COURTNEY, G.W. & MERRITT, R.W. 2008. Capítulo 22. Aquatic Diptera. Part one. Larvae of aquatic Diptera, pp. 687-722. In R.W. Merritt, K.W. Cummins & M.B. Berg



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

(eds.). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 4a edição. Kendall/Hunt Publishing Co. Dubuque, Iowa. 1158 p.

CASTILLO, A. R.; BRASIL, L. G.; QUEROL, E.; QUEROL, M. V. M. OLIVEIRA, E. V. & MANSUR, M. C. D. 2007. Moluscos bivalves da localidade de São Marcos, bacia do médio rio Uruguai, Uruguiana, Brasil. *Biotemas*, 20 (4): 73-79.

EPPLER, J.H. 1995. *Identification Manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida* (2nd ed) Department of Environmental Regulation, Tallahassee, 565p.

GONÇALVES, F. B.; ARANHA, J. M. R. 2004. Ocupação espaço temporal pelos macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, Pr. (Brasil). *Acta Biol. Par.* Curitiba, 33 (1, 2, 3, 4): 181-191.

MARQUES, A. A. B.; FONTANA, C. S.; VÉLEZ, E.; BENCKE, G. A.; SCHNEIDER, M. & REIS, R. E. 2002. *Lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul*. Decreto nº 41.672, de 11 de junho de 2002. Porto Alegre, FZB/MCT- PUCRS/PANGEA. 52p. (Publicações avulsas FZB, 11).

MERRITT, R.W.& CUMMINS, K.W. 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque, Kendall & Hunt, 2nd ed., 722p.

MICHALETZ P.H., DOISY K.E. & RABENI C.F., 2005. Influences of productivity, vegetation, and fish on macroinvertebrate abundance and size in Midwestern USA impoundments. *Hydrobiologia*, 543, 147-157

RESH, V.H. AND J.K. JACKSON. 1993. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates, p. 195-233. In: D.M. Rosenberg and V.H. Resh (eds.) *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman and Hall, New York, U.S. 1993.

RIBEIRO, L. O. & UIEDA, V.S. 2005. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos de um riacho na serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22(3) 613 -618.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

V- ICTIOFAUNA

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

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

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

VI- FLORA



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

ESRI. Manual Arc View

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

VII- AVIFAUNA

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

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

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

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

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

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

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

RALPH, C. J., DROEGE, S., SAUER, J. 1995. Managing and monitoring birds using point counts: standards and applications. p. 161-168. *In*: Ralph, C. J., Droege, S., Sauer, J. (Eds.). Monitoring Bird Populations by Point Counts. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Albany.

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



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.

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

IX - QUALIDADE DO AR

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

X- PECUÁRIA

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

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

RIETT-CORREA, F.; DEL CARMEN MENDEZ, M.; SCHILD, A.L.; OLIVEIRA, J.A.; 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.



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 Fagundes 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