



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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

**MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES
AMBIENTAIS**

Segundo Relatório Parcial Trimestral

Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011

Dezembro/2012





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, 07 de dezembro de 2012.

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

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

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

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

9.4.1 A riqueza e diversidade de espécies

10. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

11. Rede de Monitoramento Ambiental

12. Monitoramento da Flora

12.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

12.2 Trabalho de Campo e Técnicas de Amostragem

12.3 Resultados Parciais e Comentários



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 comentários

14. Monitoramento da Herpetofauna

14.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

14.2 Trabalho de Campo

14.3 Técnicas de amostragem

14.4 Resultados e Comentários

15. Bioindicadores da Qualidade do Ar

15.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

15.2 Trabalho de Campo

15.3 Técnicas de Amostragem

15.3.1 Biomonitoramento Passivo

15.3.2 Biomonitoramento Ativo

15.4 Métodos analíticos

15.5 Resultados parciais

15.5.1 Biomonitoramento passivo

15.5.2 Biomonitoramento ativo

16. Atividade Pecuária

16.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

16.2 Trabalho de Campo

16.3 Métodos utilizados

16.4 Resultados e comentários

17. Referências Bibliográficas

18. Equipe de Trabalho

ANEXOS

Relatórios de Ensaio



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

1. Objeto do Estudo

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

2. Programa de Monitoramento para o Ambiente Aquático

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

3. Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Aquático

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

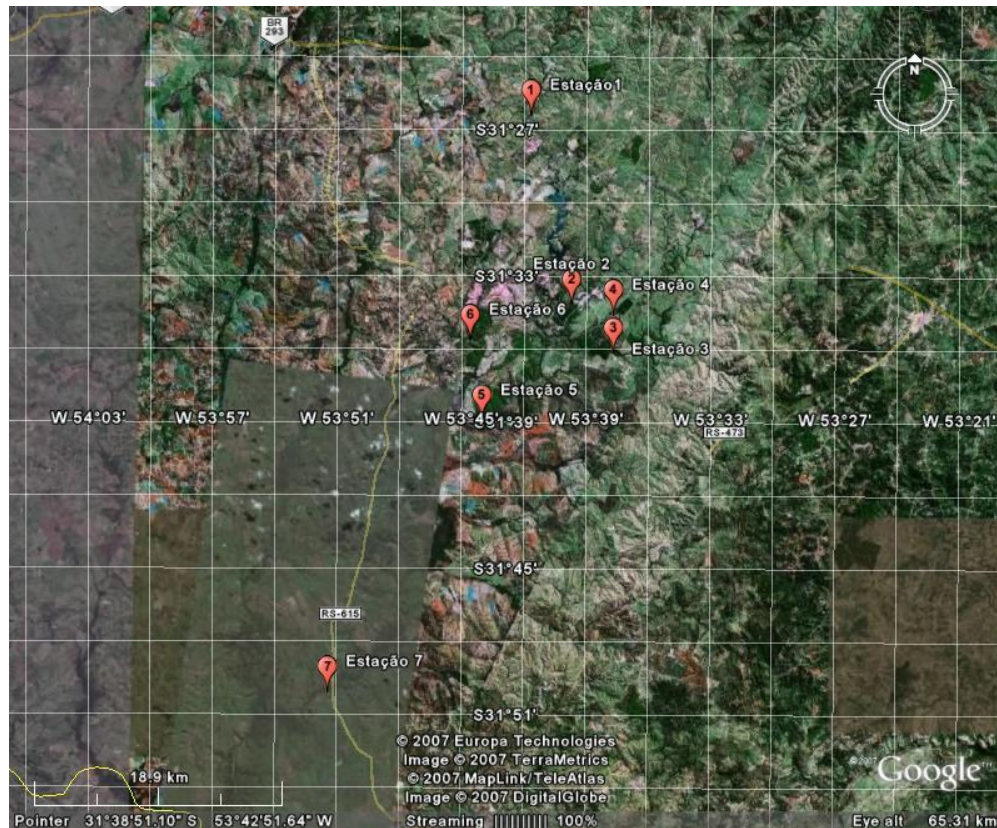


Figura 3.1. Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



4. ÁGUA SUPERFICIAL

4.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

A Tabela 4.1 apresenta os parâmetros analisados nas amostras coletadas de “Água Superficial”.

Tabela 4.1 - Parâmetros analisados nas Águas Superficiais

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

4.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 02 a 04 de outubro de 2012. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu claro a encoberto com pancadas de chuva esparsas e temperatura do ar variando no intervalo de 15 a 25 °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 21 th - 2510 B
Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>)	Substrato cromogênico enzimático	Standard Methods 21 th - 9223 B
Cor aparente	Comparação visual	Standard Methods 21 th - 2120 B
DBO ₅	Método de Winkler	Standard Methods 21 th - 5210 D
Fenóis totais	Absorciometria com clorofórmio	<i>EPA 9065</i>
Fósforo Total	Absorciometria com redução do ácido ascórbico	Standard Methods 21 th - 4500 P E
Nitrato	Cromatografia Iônica	Standard Methods 21 th - 4110 B
Nitrogênio Amoniacal	Destilação e Nesslerização	<i>EPA 350.2</i>
Metais dissolvidos: Al, Fe, Cu	Espectrometria de Emissão por Plasma - ICP	Standard Methods 21 th - 3120 B
Metais totais: As, Cd, Pb, Cr, Ni, Mn e Zn	Espectrometria de Emissão por Plasma - ICP	Standard Methods 21 th - 3120 B
Metais totais: Hg	Espectrofotometria de Absorção Atômica - Geração de Vapor	Standard Methods 21 th - 3112 B
Óleos e Graxas	Gravimetria - partição líquida-líquida	Standard Methods 21 th - 5520 B
Oxigênio Dissolvido	Método Titulométrico	Standard Methods 21 th - 4500 O C
pH	Método Potenciométrico- pHmetro	Standard Methods 21 th - 4500 H B
Sólidos Dissolvidos Totais	Gravimetria- secagem a 180°C	Standard Methods 21 th - 2540 C
Surfactantes	Absorciometria com azul de metileno	Standard Methods 21 th - 5540 C
Sulfeto	Absorciometria – Heteropoly Blue	Standard Methods 21 th - 4500 S D
Temperatura	Termometria	NBR 9898/87
Toxicidade crônica com <i>P. subcaptata</i>	Ensaio de Toxicidade Aquática	ABNT NBR 12648/2005
Toxicidade crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio de Toxicidade Aquática	ABNT NBR 13373/2005
Toxicidade crônica com <i>Pimephales promelas</i>	Ensaio de Toxicidade Aquática	ABNT NBR 15499/2007
Turbidez	Nefelometria	Standard Methods 21 th - 2130 B



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

O IPMCA tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora. O IPMCA é composto por dois grupos de parâmetros, o de substâncias tóxicas e o de parâmetros essenciais. Para cada parâmetro analisado foram estabelecidos três diferentes níveis, para os quais são feitas as ponderações numéricas de 1, 2 e 3. Esses diferentes níveis constam da Tabela 4.4, sendo que os de ponderação 1 correspondem aos padrões de qualidade de água, atualizados para a legislação CONAMA 357/2005. Os níveis relativos às ponderações 2 e 3 foram obtidos das legislações americana (EPA) e francesa (CODE PERMANENT: ENVIRONMENT ET NUISANCES), as quais estabelecem limites máximos permissíveis de substâncias químicas, na água, para evitar efeitos crônicos e agudos à biota aquática, respectivamente.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Parâmetros		Ponderação	
Parâmetros Essenciais	Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	> 5	1
		3 a 5	2
	pH	< 3	3
		6 - 9	1
		5 a 6 e 9 a 9.5	2
Toxicidade	< 5 e > 9.5	3	
	não tóxico	1	
	Efeito crônico	2	
Substâncias Tóxicas	Cádmio total (mg.L ⁻¹)	Efeito agudo	3
		< 0.001	1
		0.001 a 0.005	2
	Cromo total (mg.L ⁻¹)	> 0.005	3
		< 0.05	1
		0.05 a 1	2
	Cobre dissolvido(mg.L ⁻¹)	> 1	3
		< 0.009	1
		0.009 a 0.05	2
	Chumbo total (mg.L ⁻¹)	> 0.05	3
		< 0.01	1
		0.01 a 0.08	2
	Mercúrio total (mg.L ⁻¹)	> 0.08	3
		< 0.0002	1
		0.0002 a 0.001	2
	Níquel total (mg.L ⁻¹)	> 0.001	3
		< 0.025	1
		0.025 a 0.160	2
	Fenóis totais (mg.L ⁻¹)	> 0,160	3
< 0.003		1	
0.003 a 0.05		2	
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	> 0.05	3	
	< 0.5	1	
	0.5 a 1	2	
Zinco total (mg.L ⁻¹)	> 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 outubro /2012.

Parâmetro	P1	P2	P3	P4
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	40,0	48,0	66,0	83,0
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	226	277	190	245
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	<2	<2	<2	<2
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	770	42	154	42
Fenóis (mg.L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	0,05	0,05	0,04	0,19
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	0,16	0,26	0,22	0,29
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹)	0,1	0,1	<0,1	0,1
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	2,5	4,6	4,3	4,1
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	7,6	8,0	7,7	7,8
pH	6,5	9,2	7,5	7,7
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	59	77	82	86
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	16,5	16,8	18,8	18,5
Turbidez (NTU)	19,5	26,2	18,5	29,1
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,18	0,24	0,42	0,37
Arsênio total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cádmio total (mg.L ⁻¹)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre dissolvido (mg.L ⁻¹)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,79	0,62	0,59	0,54
Manganês total (mg.L ⁻¹)	0,08	<0,05	<0,05	0,05
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	TC	NE
Toxicidade – microcrustáceos	NE	NE	TC	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 outubro /2012.

Parâmetro	P5	P6	P7
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	63,0	256	113
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	300	24	230
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	<2	<2	<2
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	308	2	248
Fenóis (mg.L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	0,08	0,01	0,16
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	0,25	0,32	0,27
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹)	0,1	0,4	0,1
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	4,6	5,7	5,0
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	7,8	7,8	6,7
pH	7,1	4,9	7,2
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	79	194	113
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	17,5	17,0	17,0
Turbidez (NTU)	34,7	7,6	29,4
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,21	1,04	0,21
Arsênio total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01
Cádmio total (mg.L ⁻¹)	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre dissolvido (mg.L ⁻¹)	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,51	0,36	0,51
Manganês total (mg.L ⁻¹)	0,05	0,89	0,07
Mercurio total (mg.L ⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total (mg.L ⁻¹)	<0,01	0,02	<0,01
Zinco total (mg.L ⁻¹)	<0,05	<0,05	<0,05
Toxicidade – algas	TC	TC	NE
Toxicidade – microcrustáceos	NE	TA	NE
Toxicidade - peixes	NE	TA	NE

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Tabela 4.8 IPMCA e IQA calculados para as estações amostrais localizadas na área da Usina Termelétrica Candiota, outubro /2012.

Estação amostral	IPMCA*	IQA*
P1	1 (boa)	64,1 (boa)
P2	2 (regular)	67,6 (boa)
P3	2 (regular)	71,6 (boa)
P4	1 (boa)	73,5 (boa)
P5	2 (regular)	67,0 (boa)
P6	3 (ruim)	71,0 (boa)
P7	1 (boa)	65,7 (boa)

* Fonte CETESB



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.9. Condição de Qualidade das estações amostrais conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, em outubro /2012.

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)	1	1	1	1
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	2	1	1	1
Fenóis (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	1	1	1	4
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹)	1	1	1	1
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	1	1	1	1
pH	1	4	1	1
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	1	1	1	1
Temperatura (°C)	-	-	-	-
Turbidez (NTU)	1	1	1	1
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	3	4	4	4
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	3
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	3	1



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.10. Condição de Qualidade das estações amostrais conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, em outubro /2012.

Parâmetro	P5 Classe	P6 Classe	P7 Classe
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	-	-
Cor aparente (mg Pt-Co.L^{-1})	-	-	-
DBO ₅ ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	1	1	1
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	2	1	2
Fenóis (mg.L^{-1})	1	1	1
Fósforo total (mg P.L^{-1})	1	1	4
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	4	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)	2	1	1
Alumínio dissolvido (mg.L^{-1})	2	4	4
Arsênio total (mg.L^{-1})	1	1	1
Cádmio total (mg.L^{-1})	1	1	1
Chumbo total (mg.L^{-1})	1	1	1
Cobre dissolvido (mg.L^{-1})	1	1	1
Cromo total (mg.L^{-1})	1	1	1
Ferro dissolvido (mg.L^{-1})	3	3	3
Manganês total (mg.L^{-1})	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	3	4	1

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



5. SEDIMENTOS

5.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

Tabela 5.1 - Parâmetros para monitoramento dos Sedimentos

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

5.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 02 a 04 de outubro de 2012. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu claro a encoberto com pancadas de chuva esparsas e temperatura do ar variando no intervalo de 15 a 25 °C.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

5.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio

Para avaliação da Física dos Sedimentos as amostras foram processadas de acordo com a seguinte rotina laboratorial; ao chegarem foram secas em estufa a uma temperatura de 60°C , em seguida homogeneizadas com pistilo encapuzado com borracha e quarteadas uma a uma, em peso aproximado de 50g. Posteriormente, foram submetidas aos processos de análise granulométrica, seguindo a metodologia descrita por KRUMBEIN & PETTIJOHN (1938).

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.2 – Métodos analíticos empregados nas amostras de sedimentos

Ensaio	Método Analítico
Metais Totais: Hg, As, Cr, Mn, Cu, Ni, Zn, Al	Digestão por microondas EPA 3052 e determinação em ICO-OES EPA 6010C.
Metais Totais: Cd, Pb	Digestão por microondas EPA 3052 e determinação com Forno de Grafite.
Metal Total: Fe	Digestão por microondas EPA 3052 e determinação EPA 7471.
Metais potencialmente móveis: Hg, As, Cr, Mn, Cu, Ni, Zn, Al	Lixiviação ácida EPA 3050 e determinação em ICO-OES EPA 6010C.
Metais potencialmente móveis: Cd, Pb	Lixiviação ácida EPA 3050 e determinação com Forno de Grafite.
Metal potencialmente móvel: Fe	Lixiviação ácida EPA 3050 e determinação EPA 7471.
pH	Método potenciométrico
Textura Granulométrica	Peneiras e Análise microscópica
Toxicidade com <i>Hyalella azteca</i>	Avaliação de sobrevivência e crescimento em peso e ABNT NBR 15470/2007

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

5.4 Indicadores de Qualidade de Sedimentos

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- **Índice de toxicidade aparente**, ou seja a relação entre a concentração do metal pesado e a sua tolerância crítica. A tolerância crítica calculadas pela PSWQA para os metais nos sedimentos foram: Cádmio (5,1 ppm), Cromo (260 ppm), Cobre (390 ppm), Mercúrio (0,41 ppm), Chumbo (450 ppm), Zinco (410 ppm). Portanto o índice de toxicidade aparente é o resultado do quociente entre o conteúdo do metal encontrado no sedimento estudado e a sua tolerância crítica. Por exemplo, se a medida do conteúdo de Chumbo no sedimento for de 460 ppm, o índice de toxicidade aparente é 460ppm/450ppm, isto fornece um número de 1,02. Quando o valor deste índice for igual a 1, significa dizer que a tolerância crítica e a toxicidade potencial se confundem. Acima de 1, o metal pesado passa a ser potencialmente tóxico.
- Fator de contaminação ou o fator de enriquecimento que é a expressão em termos de relacionamento entre a concentração de um elemento ou substâncias nas camadas sedimentares de fundo fluvial e o nível de base natural (background) para os metais. O **fator de Contaminação**, para a descrição do grau de contaminação de substâncias tóxicas no Arroio Candiota foi utilizado, o fator de contaminação estabelecido por HAKANSON(1980):

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

Onde:

- C_f^i é o fator de contaminação;
- C_{o-1}^i é o conteúdo médio da substância encontrado nos sedimentos estudados expresso em $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$;
- C_n^i é a referência pré-industrial, ou seja as taxas consideradas naturais, ou ainda os níveis de base para a região sem contaminação.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

$Cd < 6$ baixo grau de contaminação

$6 \leq Cd < 12$ moderado grau de contaminação

$12 \leq Cd < 24$ considerável grau de contaminação

$Cd > 24$ muito alto grau de contaminação

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Os valores estabelecidos (Tabela 5.3) como taxas médias para Crosta Terrestre (Crosta) e Sedimentos (Sed) por BOWEN (1979), e os valores Clarke que é uma unidade de cálculo de abundância de um elemento na crosta terrestre, adotada pela Geoquímica, expressa normalmente em partes por milhão, e pode ser considerada uma jazida mineral como uma formação geológica em que a concentração de algum ou alguns elementos seja superior ao “Clarke” daqueles elementos em questão.

Tabela 5.3 - Valores médios obtidos por BOWEN (1979) para crosta terrestre, sedimentos, argilas marinhas, carbonatos marinhos, xisto médio, arenito médio e os valores Clarke para os elementos do estudo.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

Utilizam-se quatro conjuntos de Valores Guias da qualidade para o sedimento (Tabelas 5.4 a 5,7).

Tabela 5.4: TEC (Concentração Limiar de Efeito) – PEC (Concentração de Provável Efeito).

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.5 - LEL (Nível de Efeito Baixo) –SEL (Nível de Efeito Severo)

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

Tabela 5.6 - ERL (Intervalo de efeito Baixo) – ERM (Intervalo de Efeito Médio).

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.7 – Taxas CETESB

Qualidade	TEL		PEL		
	Otima	Boa	Regular	Ruim	Pessima
As(µg/g)	<5,9	5,9...11,5	>11,5...<17,0	17...25,5	>25,5
Cd(µg/g)	<0,6	0,6...2,1	>2,1...<3,5	3,5...5,3	>5,3
Pb(µg/g)	<35,0	35,0...63,2	>63,2...<91,3	91,3...137,0	>137
Cu(µg/g)	<35,7	35,7...116,4	>116,4...<197	197...295	>295,5
Cr(µg/g)	<37,3	37,3...63,7	>63,7...<90	90...135	>135
Hg(µg/g)	<0,170	0,170...0,32	>0,32...<0,4	0,4...0,72	>0,729
Ni(µg/g)	<0,18	0,18...0,27	>0,27...<0,36	0,36...0,54	>0,54
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 e estão apresentadas na Tabela 5.8.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.8 - Percentual das frações granulométricas cascalho, areia, silte e argila nas estações amostrais do Arroio Candiota, outubro/2012, recebem como sufixo indexador de ordem temporal a letra T.

Fração Granul.	1T(%)	2T(%)	3T(%)	4T(%)	5T(%)	6T(%)	7T(%)
Cascalhos	27,1	0,4	1,8	22,4	9,1	2,1	0,1
Areia Mto. Grossa	18,2	4,4	7,8	27,2	38,6	4,5	1,8
Areia Grossa	20,5	29,8	47,9	28,5	27,8	37,9	21,5
Areia Média	18,5	43,9	37,5	17,3	6,2	49,5	39,5
Areia Fina	11,1	15,1	3,9	3,4	4,3	4,6	24,7
Areia Mto. Fina	2,8	3,4	0,7	0,5	6,7	0,4	9
Silte	1,8	2,4	0,4	0,7	5,2	1	2,2
Argila		0,6			2,1		1,2
Matéria Orgânica	1,6	3,8	1,9	1,6	4,3	1,7	0,9
Energia (adimensional)	54,56	32,33	249,00	141,86	12,70	99,00	28,41

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

Calculou-se a energia, como sendo uma razão entre o somatório dos grosseiros (Casc+Areia) e os finos (Silte + Argila). As estações podem ser ordenadas conforme o grau decrescente de energia apresentado pelas frações granulométricas: **3 > 4 > 6 > 1 > 2 > >7 > 5.**

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 outubro de 2012.

Tabela 5.9 – Concentrações, metal **total**, encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio Candiota na campanha amostral T de outubro/2012.

Met.Tot	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)	6,29	6,04	8,41	5,13	4,92	3,51	8,60
As tot (ppm)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	10,00	8,00
Cd tot (ppm)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Pb tot (ppm)	12,80	11,60	13,10	11,80	13,20	8,80	11,30
Cu tot (ppm)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,60	8,00	8,00
Cr tot (ppm)	8,00	11,90	8,00	19,70	18,90	8,50	8,00
Fe tot(%)	0,49	1,19	0,69	2,34	2,34	1,72	0,67
Mn tot (ppm)	126,40	413,40	377,50	464,00	549,00	59,70	459,50
Hg tot (ppm)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Ni tot (ppm)	24,90	27,90	24,60	28,90	18,20	26,70	25,50
Zn tot (ppm)	11,40	28,40	14,60	40,50	51,10	15,20	21,60

Tabela 5.10 – Concentrações, metal **disponível**, encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio Candiota na campanha amostral T de outubro/2012.

Disp.	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot(%)	1,09	1,87	1,11	1,60	4,10	1,08	1,70
As tot (ppm)	2,50	2,50	2,50	6,10	2,50	7,20	2,50
Cd tot(ppm)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Pb tot(ppm)	3,80	5,10	4,00	7,20	7,40	3,90	4,10
Cu tot(ppm)	2,50	3,60	2,50	3,00	5,50	2,50	2,50
Cr tot(ppm)	2,50	7,50	2,70	14,70	11,10	6,00	3,40
Fe tot(%)	0,48	1,17	0,64	2,28	1,23	1,63	0,64
Mn tot(ppm)	102,50	323,10	269,70	315,50	500,50	45,70	330,70
Hg tot(ppm)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Ni tot(ppm)	2,50	3,80	2,50	4,70	7,00	2,50	2,50
Zn tot(ppm)	5,10	20,30	7,00	32,00	44,50	7,00	14,00



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 de que o valor está abaixo de 0,50 e, portanto, a condição mostra que o valor de referência é muito maior que a taxa medida no sedimento.

Já cor **laranja** é indicativo de que o valor está igual ou maior que 0,50, e a cor **vermelha** indica que o valor obtido é igual ou maior que 1, indicando que a taxa encontrada nos sedimentos de calha do Arroio Candiota é maior do que a taxa de referência, independente da concepção utilizada.

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 I_{Tc}, para cada um dos metais para cada uma das estações. O T significa a Tolerância crítica (T), neste caso o valor de referência. Campanha amostral T de outubro de 2012.

Met.Tot	Tol.Critica	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)								
As tot (ppm)	57,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,18	0,14
Cd tot (ppm)	5,10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Pb tot (ppm)	450,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
Cu tot (ppm)	390,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Cr tot (ppm)	260,00	0,03	0,05	0,03	0,08	0,07	0,03	0,03
Fe tot(%)								
Mn tot (ppm)								
Hg tot (ppm)	0,41	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Ni tot (ppm)								
Zn tot (ppm)	410	0,03	0,07	0,04	0,10	0,12	0,04	0,05

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.12 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração limiar de efeito (TEC), concepção TEC-PEC, Campanha T de outubro/2012.

Met.Tot	TEC(ppm)	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)								
As tot (ppm)	9,8	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	1,02	0,82
Cd tot (ppm)	0,99	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Pb tot (ppm)	36	0,36	0,32	0,36	0,33	0,37	0,24	0,31
Cu tot (ppm)	32	0,25	0,25	0,25	0,25	0,27	0,25	0,25
Cr tot (ppm)	43,4	0,18	0,27	0,18	0,45	0,44	0,20	0,18
Fe tot(%)	2	0,24	0,59	0,35	1,17	1,17	0,86	0,34
Mn tot (ppm)	460	0,27	0,90	0,82	1,01	1,19	0,13	1,00
Hg tot (ppm)	0,18	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Ni tot (ppm)	23	1,08	1,21	1,07	1,26	0,79	1,16	1,11
Zn tot (ppm)	120	0,10	0,24	0,12	0,34	0,43	0,13	0,18

Tabela 5.13 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) e a concentração de provável efeito(PEC), concepção TEC-PEC, Campanha T de outubro/2012.

Met.Tot	PEC(ppm)	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)								
As tot (ppm)	33	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,30	0,24
Cd tot (ppm)	5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Pb tot (ppm)	130	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,07	0,09
Cu tot (ppm)	150	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05
Cr tot (ppm)	110	0,07	0,11	0,07	0,18	0,17	0,08	0,07
Fe tot(%)	4	0,12	0,30	0,17	0,58	0,58	0,43	0,17
Mn tot (ppm)	1100	0,11	0,38	0,34	0,42	0,50	0,05	0,42
Hg tot (ppm)	1,1	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Ni tot (ppm)	49	0,51	0,57	0,50	0,59	0,37	0,54	0,52
Zn tot (ppm)	460	0,02	0,06	0,03	0,09	0,11	0,03	0,05



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 concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração nível de efeito baixo (LEL), concepção LEL-SEL, Campanha T de outubro/2012.

Met.Tot	LEL(ppm)	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)								
As tot (ppm)	6	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,67	1,33
Cd tot (ppm)	0,6	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Pb tot (ppm)	31	0,41	0,37	0,42	0,38	0,43	0,28	0,36
Cu tot (ppm)	16	0,50	0,50	0,50	0,50	0,54	0,50	0,50
Cr tot (ppm)	26	0,31	0,46	0,31	0,76	0,73	0,33	0,31
Fe tot(%)	2	0,24	0,59	0,35	1,17	1,17	0,86	0,34
Mn tot (ppm)	460	0,27	0,90	0,82	1,01	1,19	0,13	1,00
Hg tot (ppm)	0,2	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Ni tot (ppm)	16	1,56	1,74	1,54	1,81	1,14	1,67	1,59
Zn tot (ppm)	120	0,10	0,24	0,12	0,34	0,43	0,13	0,18

Tabela 5.15 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração nível de efeito severo (SEL), concepção LEL-SEL, Campanha T de outubro/2012.

Met.Tot	SEL(ppm)	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)								
As tot (ppm)	33	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,30	0,24
Cd tot (ppm)	10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pb tot (ppm)	250	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05
Cu tot (ppm)	110	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07
Cr tot (ppm)	110	0,07	0,11	0,07	0,18	0,17	0,08	0,07
Fe tot(%)	4	0,12	0,30	0,17	0,58	0,58	0,43	0,17
Mn tot (ppm)	1100	0,11	0,38	0,34	0,42	0,50	0,05	0,42
Hg tot (ppm)	2	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Ni tot (ppm)	75	0,33	0,37	0,33	0,39	0,24	0,36	0,34
Zn tot (ppm)	820	0,01	0,03	0,02	0,05	0,06	0,02	0,03



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 concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração Intervalo de efeito baixo (ERL), concepção ERL-ERM, Campanha amostral T de outubro/2012.

Met.Tot	ERL(ppm)	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)								
As tot (ppm)	8,2	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	1,22	0,98
Cd tot (ppm)	1,2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Pb tot (ppm)	46,7	0,27	0,25	0,28	0,25	0,28	0,19	0,24
Cu tot (ppm)	34	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24	0,24
Cr tot (ppm)	81	0,10	0,15	0,10	0,24	0,23	0,10	0,10
Fe tot(%)								
Mn tot (ppm)								
Hg tot (ppm)	0,15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ni tot (ppm)	20,9	1,19	1,33	1,18	1,38	0,87	1,28	1,22
Zn tot (ppm)	150	0,08	0,19	0,10	0,27	0,34	0,10	0,14

Tabela 5.17 - Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração Intervalo de efeito médio (ERM), concepção ERL-ERM, Campanha amostral T de outubro/2012.

Met.Tot	ERM(ppm)	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)								
As tot (ppm)	70	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,14	0,11
Cd tot (ppm)	9,6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pb tot (ppm)	218	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,04	0,05
Cu tot (ppm)	270	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Cr tot (ppm)	370	0,02	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,02
Fe tot(%)								
Mn tot (ppm)								
Hg tot (ppm)	0,71	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Ni tot (ppm)	51,6	0,48	0,54	0,48	0,56	0,35	0,52	0,49
Zn tot (ppm)	410	0,03	0,07	0,04	0,10	0,12	0,04	0,05



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, Campanha amostral T de outubro/2012.

Met.Tot	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)							
As tot (ppm)	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Cd tot (ppm)	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Pb tot (ppm)	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Cu tot (ppm)	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Cr tot (ppm)	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Fe tot(%)							
Mn tot (ppm)							
Hg tot (ppm)	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Ni tot (ppm)	Boa	Regular	Boa	Regular	Boa	Boa	Boa
Zn tot (ppm)	Otima	Otima	Otima	Otima	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, Campanha amostral T de outubro/2012.

Met.Tot	Crosta(ppm)	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)	8,2	0,77	0,74	1,03	0,63	0,60	0,43	1,05
As tot (ppm)	1,5	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	6,67	5,33
Cd tot (ppm)	0,11	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Pb tot (ppm)	14	0,91	0,83	0,94	0,84	0,94	0,63	0,81
Cu tot (ppm)	50	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16	0,16
Cr tot (ppm)	100	0,08	0,12	0,08	0,20	0,19	0,09	0,08
Fe tot(%)	4,1	0,12	0,29	0,17	0,57	0,57	0,42	0,16
Mn tot (ppm)	950	0,13	0,44	0,40	0,49	0,58	0,06	0,48
Hg tot (ppm)	0,05	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Ni tot (ppm)	80	0,31	0,35	0,31	0,36	0,23	0,33	0,32
Zn tot (ppm)	75	0,15	0,38	0,19	0,54	0,68	0,20	0,29



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, Campanha amostral T de outubro/2012.

Met.Tot	Sedimentos(ppm)	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)	7,2	0,87	0,84	1,17	0,71	0,68	0,49	1,19
As tot (ppm)	7,7	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,30	1,04
Cd tot (ppm)	0,17	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Pb tot (ppm)	19	0,67	0,61	0,69	0,62	0,69	0,46	0,59
Cu tot (ppm)	33	0,24	0,24	0,24	0,24	0,26	0,24	0,24
Cr tot (ppm)	72	0,11	0,17	0,11	0,27	0,26	0,12	0,11
Fe tot(%)	4,1	0,12	0,29	0,17	0,57	0,57	0,42	0,16
Mn tot (ppm)	770	0,16	0,54	0,49	0,60	0,71	0,08	0,60
Hg tot (ppm)	0,19	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Ni tot (ppm)	52	0,48	0,54	0,47	0,56	0,35	0,51	0,49
Zn tot (ppm)	95	0,12	0,30	0,15	0,43	0,54	0,16	0,23

Tabela 5.21- Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral T (Outubro/2012), considerando como nível de base os valores determinados como o fator CLARKE, expressos em valores numéricos da razão sem unidade.

Met.Tot	Fat.Clarke(ppm)	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T
Al tot (%)	8,36	0,75	0,72	1,01	0,61	0,59	0,42	1,03
As tot (ppm)	1,8	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	5,56	4,44
Cd tot (ppm)	0,16	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Pb tot (ppm)	13	0,98	0,89	1,01	0,91	1,02	0,68	0,87
Cu tot (ppm)	68	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12
Cr tot (ppm)	122	0,07	0,10	0,07	0,16	0,15	0,07	0,07
Fe tot(%)	6,2	0,08	0,19	0,11	0,38	0,38	0,28	0,11
Mn tot (ppm)	1060	0,12	0,39	0,36	0,44	0,52	0,06	0,43
Hg tot (ppm)	0,08	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
Ni tot (ppm)	99	0,25	0,28	0,25	0,29	0,18	0,27	0,26
Zn tot (ppm)	76	0,15	0,37	0,19	0,53	0,67	0,20	0,28

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, campanha amostral T de Outubro/2012.

Amostras	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Sobrevivência	OBS.:	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Crescimento
Ponto 01	Não Detectada	0% de mortalidade	Não Detectada
Ponto 02	Detectada	15% de mortalidade	/
Ponto 03	Detectada	40% de mortalidade	/
Ponto 04	Não Detectada	0% 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	0% de mortalidade	Não Detectada

5.6 Considerações Finais

A química e a física dos sedimentos serão associadas aos testes de toxicidade e 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, PERIFITON

6.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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

6.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 02 a 04 de outubro de 2012. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu claro a encoberto com pancadas de chuva esparsas e temperatura do ar variando no intervalo de 15 a 25 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

6.2.1 Fitoplâncton

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

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

6.2.2 Perifíton

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

6.3 Métodos Analíticos

6.3.1 Fitoplâncton

A análise qualitativa foi realizada ao microscópio com contraste de fase entre lâminas e lamínulas, em aumentos de 400 a 1600 vezes. Para identificação



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Seguindo-se a metodologia de Round (1993) e Kelly *et al.* (1998), foram coletados, em cada estação amostral, cinco seixos, dos quais foram raspados 25 cm² de material de cada seixo, formando uma amostra composta de 125 cm². O material foi coletado de seixos submersos e orientados para a velocidade da corrente. A remoção do perifíton se deu com o auxílio de uma escova de cerdas flexíveis, sendo o mesmo acondicionado em frascos com água destilada e fixado com formalina (Round, 1993; Lobo *et al.*, 1995; Kelly *et al.*, 1998).

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estimou-se o número de indivíduos por cm² utilizando a fórmula de Wetzel & Likens (1991) modificada por Schwarzbald (1992), conforme segue:

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

onde:

N = número de indivíduos por cm²

n = número total de indivíduos contados

V = volume da amostra com material raspado

v = volume dos campos contados

S = superfície do substrato em cm²

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

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



6.4 Resultados e Considerações

6.4.1 Fitoplâncton

A análise quantitativa do fitoplâncton registrou 62 táxons, identificados na sua maioria ao nível específico e infra-específico e, quando não possível, em categorias mais altas. A comunidade fitoplanctônica esteve representada por seis classes algais: Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Cryptophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Zignematophyceae. Neste estudo ocorreu predominância das Bacillariophyceae (diatomáceas), com 58% das espécies identificadas, seguidas das Chlorophyceae (clorofíceas) com 16%, Euglenophyceae com 12% e os demais grupos, totalizando 14 % (Figura 6.1).

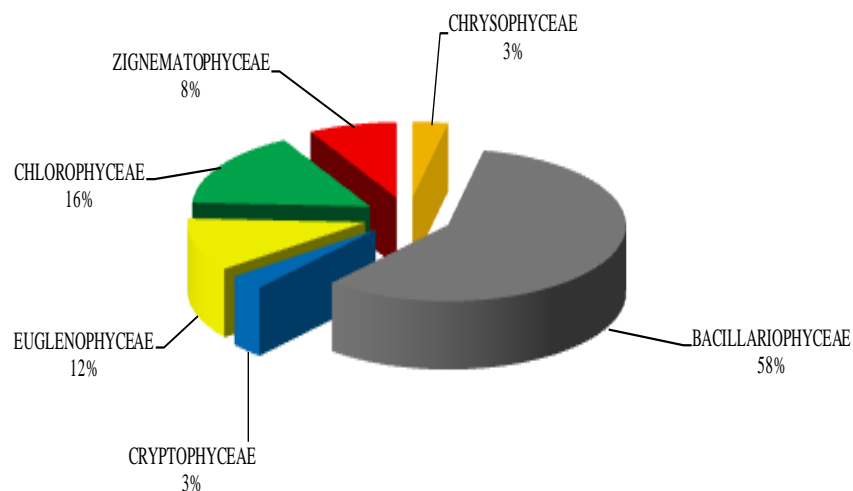


Figura 6.1- Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta.



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 outubro de 2012.

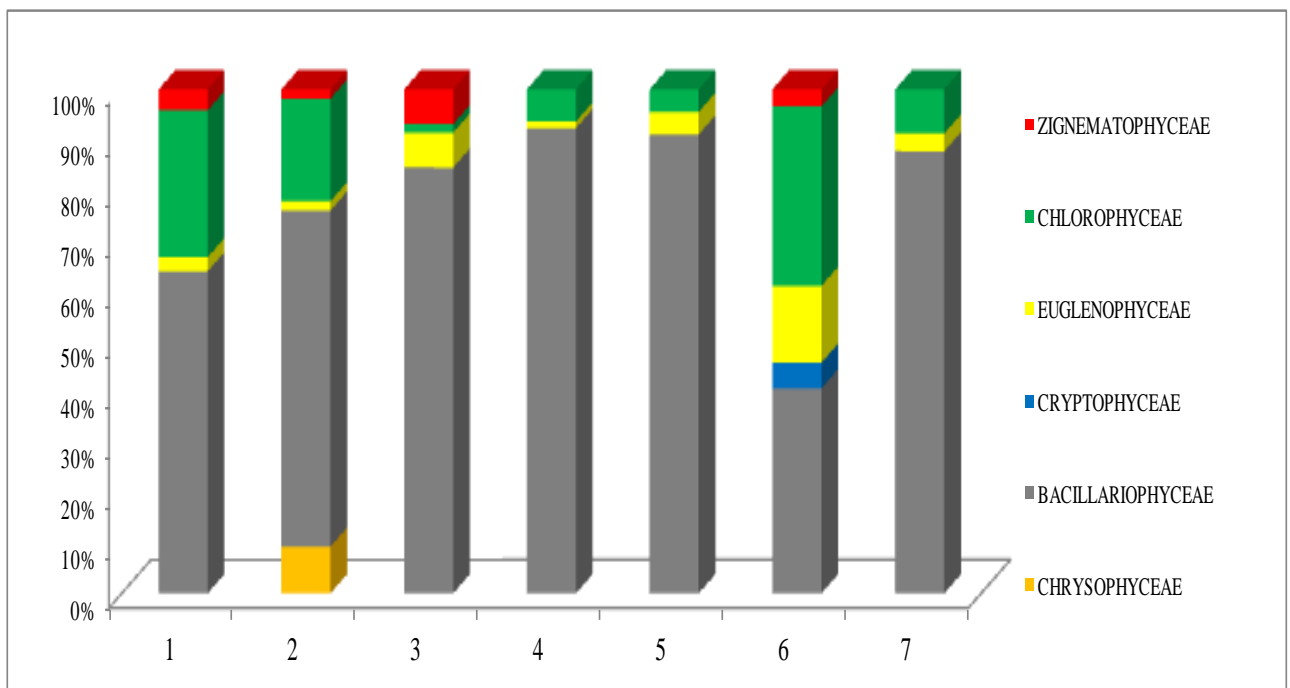


Figura 6.2- Porcentagem de distribuição das classes algas na análise quantitativa dos sete pontos de coleta.

As classes das euglenófitas e clorófitas estiveram presentes em todos os pontos de coleta, porém em menor densidade. As clorófitas destacaram-se no Ponto 6 como a segunda classe com maior densidade algal. As crisófitas e criptófitas somente foram registradas em um dos sete pontos de coleta, Pontos 2 e 6, respectivamente. As zignematófitas tiveram registro em quatro locais, Pontos 1, 2, 3 e 6.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A análise da densidade algal permitiu o registro de 20 espécies que se destacaram na comunidade fitoplanctônica por serem consideradas abundantes:

BACILLARIOPHYCEAE

Aulacoseira distans
Aulacoseira granulata
Encyonema mesianum
Encyonema minutum
Gomphonema pseudoaugur
Gomphonema sp
Melosira varians
Navicula sp1
Nitzschia intermedia
Nitzschia palea
Nitzschia sp1
Pinnularia sp1
Synedra acus
Diatomácea 1

EUGLENOPHYCEAE

Euglena limnophyla
Euglena sp

CHLOROPHYCEAE

Dictyosphaerium
pulchellum
Monoraphidium contortum
Monoraphidium irregulare
Scenedesmus granulatus

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.

	PONTOS DE COLETA						
	1	2	3	4	5	6	7
CRYSOPHYCEAE							
1		5					
2		3					
BACILLARIOPHYCEAE							
3				2			
4		26		12	11		8
5		11		12	21		
6				6			
7				4			
8					3		
9	1						
10	3		6	13	3		3
11		2		10			
12						5	
13	1						2
14					5		
15	6						
16		2	5	17	3		
17				2			
18							3
19				12	5		13
20			6	10	3	2	2
21	1		2		2		
22			12				
23	3				6		6
24							5
25	16	11	25	4	11	5	5
26							5
27			3				5
28			2				
29				2	2	7	
30					2		
31							3
32			2				
33	1						
34				2			
35	14		3	4		2	
36				4			



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

37	<i>Ulnaria ulna</i>					3		
38	Diatomácea 1	19	6	11	25	18	20	21
CRYPTOPHYCEAE								
39	<i>Cryptomonas cf brasiliensis</i>						2	
40	<i>Cryptomonas cf ovata</i>						3	
EUGLENOPHYCEAE								
41	<i>Euglena limnophyla</i>						7	
42	<i>Euglena</i> SP			6	2	3	5	
43	<i>Phacus agilis</i>						3	
44	<i>Strombomonas scabra</i> var <i>ovata</i> f. <i>minor</i>		2					3
45	<i>Trachelomonas hispida</i> var <i>hispida</i>	1						
46	<i>Trachelomonas cf volvocina</i>	1						
47	<i>Trachelomonas</i> SP					2		
CHLOROPHYCEAE								
48	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	1						
49	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	13						
50	<i>Monoraphidium arcuatum</i>				4	3	5	
51	<i>Monoraphidium contortum</i>	10	2			2	24	
52	<i>Monoraphidium irregulare</i>		11		6			2
53	<i>Monoraphidium tortile</i>	1					5	
54	<i>Scenedesmus ecornis</i>			2			2	
55	<i>Scenedesmus granulatus</i>							6
56	<i>Scenedesmus linearis</i>	4	2					
57	Clorofíceas 1		3					
ZIGNEMATOPHYCEAE								
58	<i>Closterium cf gracile</i>						2	
59	<i>Cosmarium cf contractum</i>	3	2					
60	<i>Cosmarium</i> SP	1		5				
61	<i>Euastrum cf dubium</i>			2				
62	Zignematofíceas (filamentosa)						2	
DENSIDADE (Ind./ml)		104	87	90	150	107	100	91
RIQUEZA (Nº táxons)		19	14	15	20	19	17	16
DIVERSIDADE (H')		2,41	2,23	2,36	2,72	2,59	2,45	2,51

Na Figura 6.3 é possível visualizar a densidade do fitoplâncton nos sete pontos de coleta, destacando-se o Ponto 4 (150 ind./ml) e Ponto 5 (107 ind./ml), com os maiores valores, e o Ponto 2 (87 ind./ml) com o menor valor.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

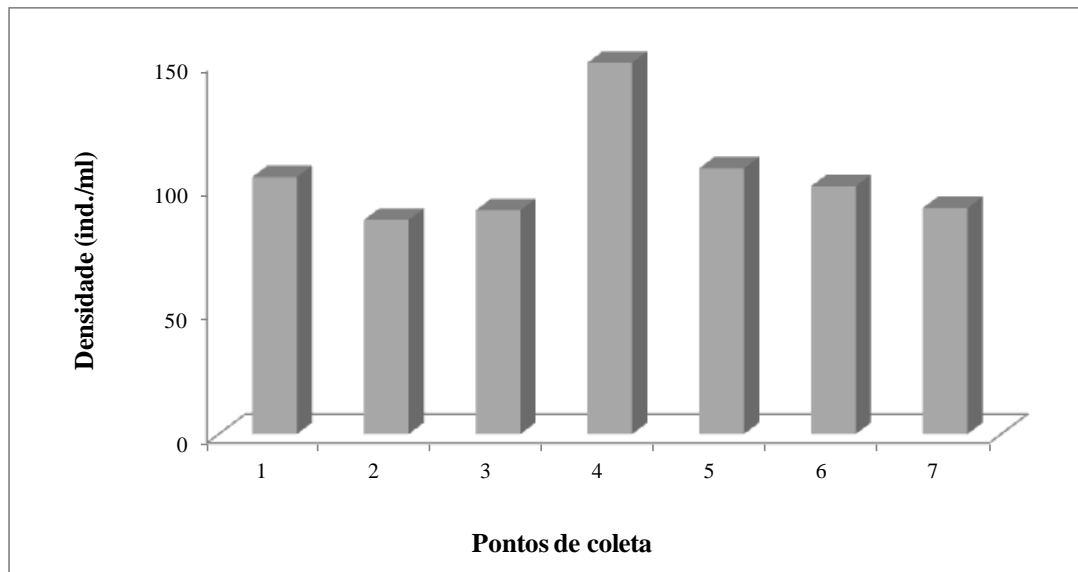


Figura 6.3 Distribuição da Densidade do fitoplâncton (ind./ml) nos sete pontos de coleta, outubro/2012.

A análise da riqueza específica (Figura 6.4) mostra que o Ponto 4 apresentou o maior número de táxons (20), seguido dos Pontos 1 e 5 (19), enquanto o menor valor foi registrado no Ponto 2, com 14 táxons.

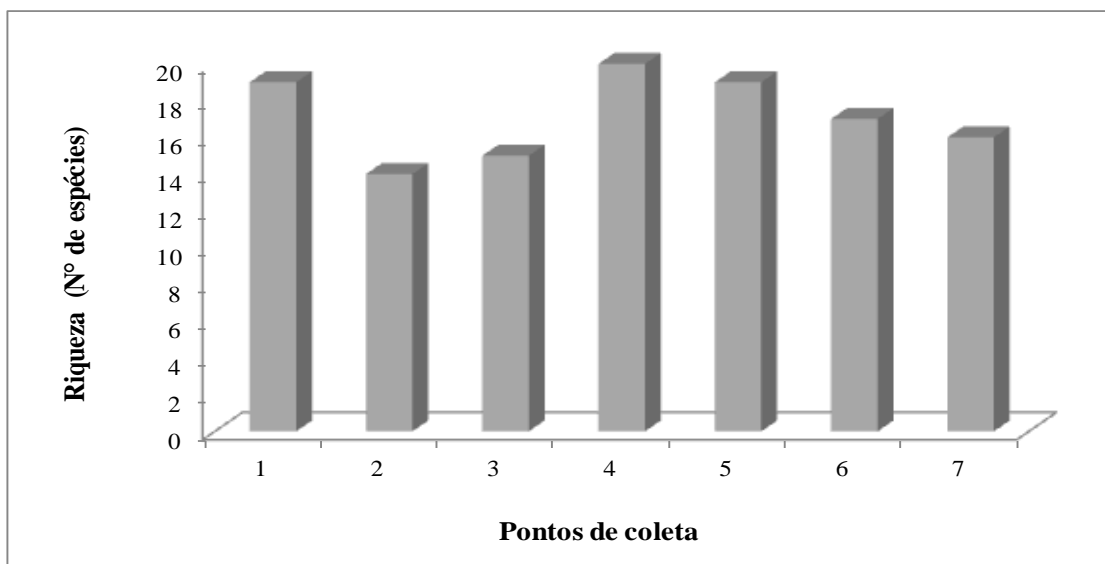


Figura 6.4 - Distribuição da Riqueza de táxons algais nos sete pontos de coleta, outubro/2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Avaliando o índice de diversidade de Shannon (Figura 6.5) entre os pontos amostrados, àquele relativo ao Ponto 4 apresentou o maior valor (2,72 bit.ind⁻¹), enquanto no Ponto 2 (2,23 bit.ind⁻¹) foi registrado o menor valor.

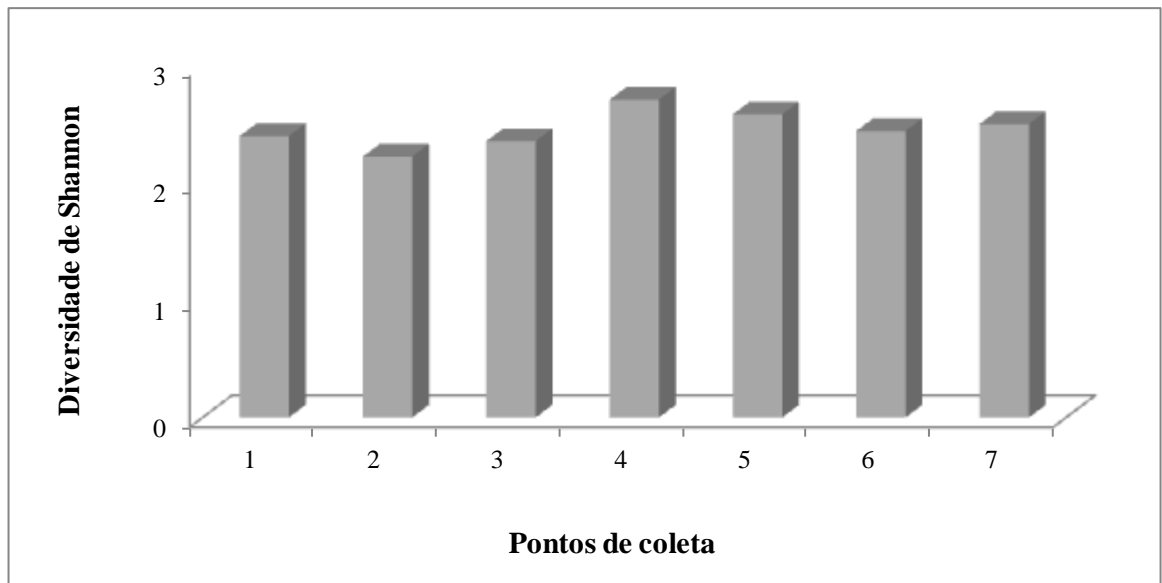


Figura 6.5: Distribuição da Diversidade de Shannon nos sete pontos de coleta, outubro/2012.

No estudo do mês julho de 2012, o Ponto 1 destacou-se com os maiores valores de densidade, riqueza e diversidade específica. Esta mesma situação ocorreu no mês no outubro, porém com destaque para o Ponto 4.

ANÁLISE QUALITATIVA

A análise qualitativa do fitoplâncton (Tabela 6.2) registrou 55 táxons distribuídos em cinco classes algais: Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Zignematophyceae. As riquezas específicas registradas nos sete pontos apresentaram valores entre 15 a 22 táxons, sendo o Ponto 4 o que apresentou a maior riqueza específica.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

	PONTOS DE COLETA						
	1	2	3	4	5	6	7
CRYSOPHYCEAE							
1 <i>Kephyrion SP</i>		X					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 ambígua</i>		X					
6 <i>Aulacoseira distans</i>		X		X	X	X	X
7 <i>Aulacoseira granulata</i>		X		X	X		X
8 <i>Cocconeis placentula</i>				X	X		
9 <i>Cyclotella meneghiniana</i>				X			
10 <i>Cymbella naviculiformis</i>							X
11 <i>Cymbella túmida</i>			X				
12 <i>Diploneis ovalis</i>			X				
13 <i>Encyonema mesianum</i>	X		X	X	X		X
14 <i>Encyonema minutum</i>	X			X	X		
15 <i>Eunotia sp1</i>			X			X	
16 <i>Frustulia SP</i>	X				X		
17 <i>Gomphonema cf augur</i>					X		
18 <i>Gomphonema parvulum</i>				X			
19 <i>Gomphonema pseudoaugur</i>	X						
20 <i>Gomphonema SP</i>	X	X	X	X	X	X	
21 <i>Gyrosigma SP</i>		X		X			
22 <i>Hantzschia amphioxys</i>							X
23 <i>Melosira varians</i>		X		X	X		X
24 <i>Navicula sp1</i>			X	X		X	
25 <i>Nitzschia clausii</i>						X	X
26 <i>Nitzschia intermédia</i>			X				
27 <i>Nitzschia palea</i>	X	X			X	X	X
28 <i>Nitzschia vermicularis</i>							X
29 <i>Nitzschia sp1</i>	X	X	X		X		X
30 <i>Nitzschia sp2</i>						X	X
31 <i>Pinnularia cf interrupta</i>			X				
32 <i>Pinnularia sp1</i>				X	X	X	
33 <i>Pleurosira laevis</i>		X		X	X		
34 <i>Selaphora pupula</i>							X
35 <i>Surirella SP</i>					X		
36 <i>Synedra acus</i>	X		X	X		X	
37 <i>Ulnaria ulna</i>					X		
38 Diatomácea 1	X	X	X	X	X	X	X
39 Diatomácea 2							X



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

EUGLENOPHYCEAE								
40	<i>Euglena limnophyla</i>						X	
41	<i>Euglena</i> SP			X	X	X	X	
	<i>Strombomonas scabra</i> var <i>ovata</i> f.							
42	<i>minor</i>		X				X	
43	<i>Trachelomonas hispida</i> var <i>hispida</i>	X						
44	<i>Trachelomonas</i> SP	X			X	X		
CHLOROPHYCEAE								
45	<i>Desmodesmus maximus</i>						X	
46	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	X						
47	<i>Eudorina elegans</i>					X		
48	<i>Monoraphidium arcuatum</i>					X	X	
49	<i>Monoraphidium contortum</i>	X	X			X	X	
50	<i>Monoraphidium irregulare</i>		X	X	X			
51	<i>Monoraphidium tortile</i>	X		X			X	
52	<i>Pandorina morun</i>				X			
53	<i>Scenedesmus granulatus</i>						X	
54	<i>Scenedesmus linearis</i>	X			X			
ZIGNEMATOPHYCEAE								
55	Zignematofíceca (filamentosa)						X	
RIQUEZA (Nº táxons)		16	15	15	22	21	18	17

6.4.2 Perifiton

Foram registrados 59 táxons de algas (Tabela 6.3), identificados, sempre que possível, a nível específico. Os grupos de algas encontrados foram Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae e Cyanobacteria. As diatomáceas (classe Bacillariophyceae) apresentaram a maior riqueza, representando 75% dos táxons identificados, Cyanobacteria foi representada por 10% dos táxons, Chlorophyceae por 8% e Zygnematophyceae por 7% dos táxons.

Em todos os pontos de coleta as diatomáceas apresentaram a maior riqueza de táxons, representando entre 68% e 90% da riqueza observada (Figura 6.6). As diatomáceas também dominaram em relação ao número de organismos, representando entre 81% e 96% da densidade total nos pontos



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

de coleta (Figura 6.7). Como já mencionado em relatórios anteriores, a alta abundância das diatomáceas está relacionada com características deste grupo que facilitam sua ocorrência em ambientes lóticos, como por exemplo, a capacidade de adesão a substratos através de estruturas especializadas que secretam mucilagem e as rápidas taxas de crescimento (Steinman & McIntire 1990), sendo comum o domínio deste grupo no perifíton de rios e riachos (Allan & Castillo 2007).

Tabela 6.3. Densidade numérica das espécies de Perifíton coletadas em outubro de 2012.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 6	Ponto 7
BACILLARIOPHYCEAE						
<i>Achnanthes</i> sp.	45	0	0	0	0	0
<i>Achnantheidium exiguum</i>	0	0	0	0	0	169
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	1863	697	182	182	0	677
<i>Aulacoseira granulata</i>	0	91	61	0	0	0
<i>Capartogramma</i> sp.	0	0	0	0	0	113
<i>Cocconeis placentula</i>	0	61	0	91	0	282
cf. <i>Cocconeis</i>	0	0	0	76	0	0
<i>Cymbella tumida</i>	0	333	0	0	0	0
<i>Cymbella</i> sp.3	91	30	30	0	0	0
<i>Encyonema minutum</i>	0	303	424	303	63	338
<i>Eunotia exigua</i>	136	0	0	0	470	0
<i>Frustulia</i> sp.1	136	30	0	0	0	0
cf. <i>Geissleria</i>	0	91	0	0	0	0
<i>Gomphonema olivaceum</i>	0	30	0	0	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	682	788	424	212	188	0
<i>Gomphonema</i> sp.1	591	212	303	61	188	0
<i>Gomphonema</i> sp.2	0	61	0	0	0	0
<i>Gomphonema</i> sp.3	91	30	61	0	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp.	0	61	0	0	0	226
<i>Hantzschia amphioxys</i>	0	30	0	0	0	169
<i>Luticola goeppertiana</i>	0	1121	91	45	0	0
<i>Melosira varians</i>	0	454	0	0	0	226
<i>Navicula cryptocephala</i>	45	545	182	182	0	338
<i>Navicula cryptotenella</i>	182	394	121	61	0	0
<i>Navicula</i> sp.1	136	151	61	106	0	395
<i>Navicula</i> sp.2	0	151	0	30	0	0
<i>Navicula</i> sp.3	136	303	0	0	0	0



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Neidium</i> sp.1	0	121	0	0	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i>	0	0	151	0	31	0
<i>Nitzschia</i> cf. <i>amphibia</i>	0	0	61	0	0	0
<i>Nitzschia clausii</i>	91	30	0	0	0	0
<i>Nitzschia palea</i>	182	394	333	0	250	451
<i>Nitzschia</i> sp.1	182	61	0	0	0	0
<i>Pinnularia subcapitata</i>	0	0	61	0	0	395
<i>Pinnularia</i> sp.1	0	91	0	0	0	0
<i>Pinnularia</i> sp.2	0	0	91	0	0	0
<i>Planothidium</i> sp.2	0	0	0	15	0	0
cf. <i>Psammothidium</i>	0	91	0	0	0	0
<i>Sellaphora pupula</i>	45	182	91	30	0	0
<i>Stauroneis</i> sp.	0	0	0	15	0	0
<i>Surirella linearis</i>	0	0	0	0	157	0
<i>Surirella</i> sp.1	0	0	242	0	0	282
<i>Synedra</i> sp.1	0	61	61	0	0	226
<i>Ulnaria ulna</i>	0	121	182	45	125	0
TOTAL	4635	7119	3211	1454	1471	4286
CHLOROPHYCEAE						
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0	0	61	0	157	0
<i>Oedogonium</i> sp.	0	0	0	45	0	0
<i>Oocystis</i> sp.	45	0	0	61	0	0
<i>Stigeoclonium</i> sp.	0	0	91	0	94	0
Filamentosa NI 2	409	91	0	0	0	0
TOTAL	454	91	152	106	251	0
ZYGNEMATOPHYCEAE						
<i>Cosmarium</i> sp.1	0	0	0	15	0	0
<i>Cosmarium</i> sp.2	136	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium</i> sp.3	0	30	0	0	0	0
<i>Mougeotia</i> sp.	0	91	0	0	0	0
TOTAL	136	121	0	15	0	0
CYANOBACTERIA						
<i>Anabaena</i> spp.	0	0	0	0	0	113
Chroococcales	0	0	0	121	0	169
<i>Lyngbia</i> sp.	0	0	0	15	0	0
<i>Merismopedia</i> spp.	0	0	0	15	63	0
<i>Oscillatoria</i> sp.	0	61	0	0	0	0
Cyanobacteria filamentosa 2	0	0	0	61	0	0
TOTAL	0	61	0	212	63	282
DENSIDADE TOTAL (ind/cm²)	5226	7392	3363	1787	1785	4568
RIQUEZA (nº táxons)	19	35	22	22	11	16
ÍNDICE SHANNON (nats/ind.)	2,282	3,031	2,830	2,733	2,175	2,659
EQÜITATIVIDADE (J)	0,775	0,852	0,915	0,884	0,907	0,959



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

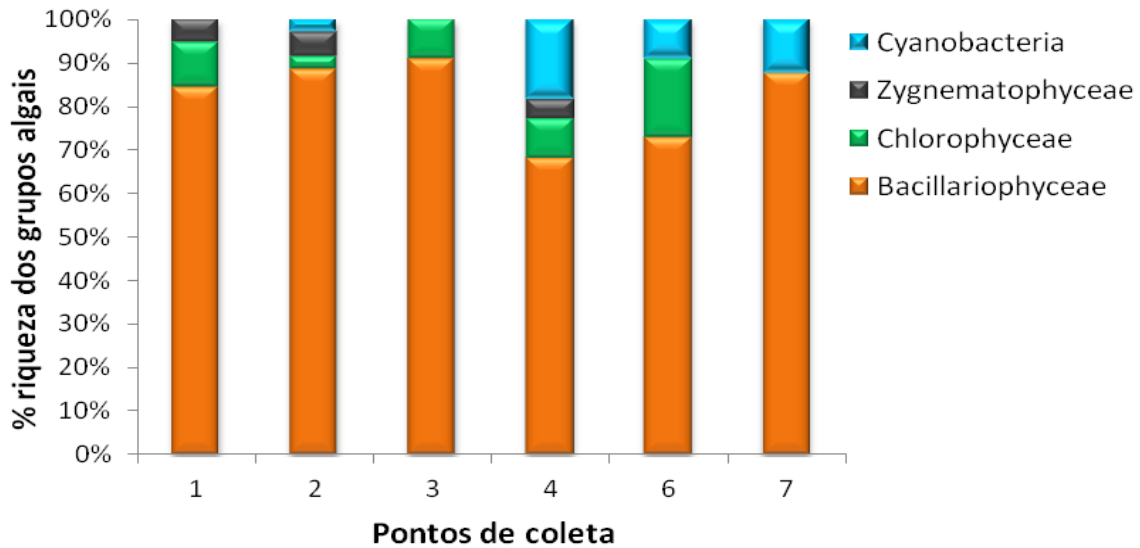


Figura 6.6 - Porcentagem de distribuição da riqueza de táxons dos grupos algais nos seis pontos de coleta em outubro de 2012.

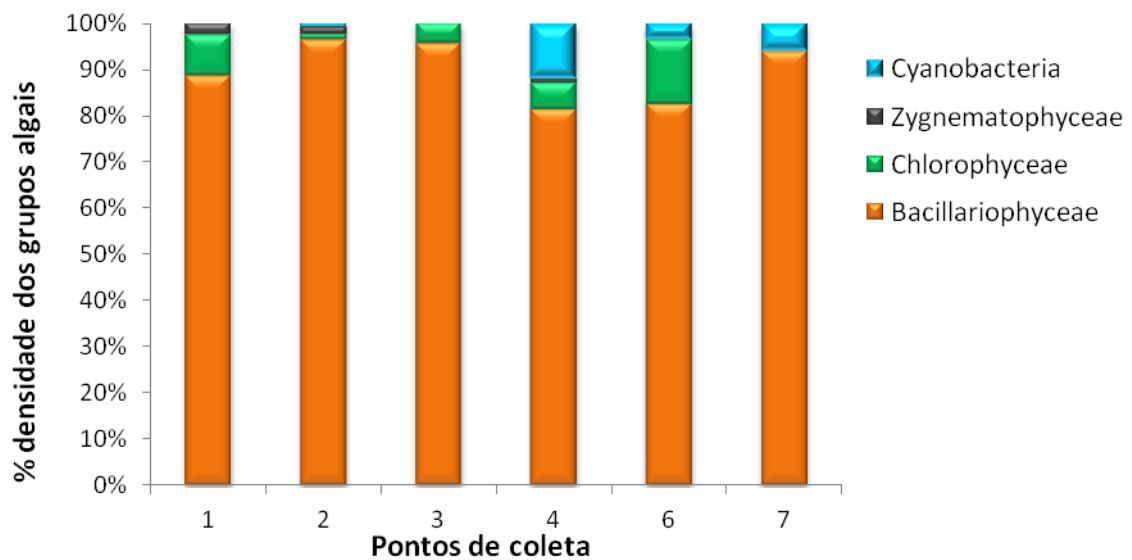


Figura 6.7- Porcentagem de distribuição da densidade dos grupos algais nos seis pontos de coleta em outubro de 2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A riqueza de táxons variou entre 11 táxons no ponto 6 e 35 táxons no ponto 2 (Figura 6.8, Tabela 6.3). Novamente, assim como já observado na maioria das campanhas progressas, o ponto 6 apresentou a menor riqueza de táxons. A densidade de organismos também diferiu entre os pontos de coleta (Figura 6.9, Tabela 6.3). Os pontos 4 e 6 apresentaram os menores valores de densidade, atingindo 1787 e 1785 ind/cm², respectivamente. Já o ponto 2 apresentou a maior densidade de organismos com 7392 ind/cm². A densidade de organismos foi maior que a densidade observada na coleta anterior (julho de 2012), quando os valores observados foram muito baixos em decorrência de fortes chuvas que ocorreram durante o período de coleta.

O índice de diversidade de Shannon apresentou valores semelhantes em todos os pontos. O ponto 2 foi o mais diverso (3,031 nats./ind), seguido pelos pontos 3 (2,830 nats./ind.), 4 (2,733 nats./ind.), 7 (2,659 nats./ind.), 1 (2,282 nats./ind.) e finalmente o ponto 6 (2,175 nats./ind.) (Figura 6.10). O ponto 6 também foi o menos diverso nas cinco últimas campanhas, em agosto e outubro de 2011 e em janeiro, abril e julho de 2012.

Os táxons abundantes no ponto 1 foram *Achnantheidium minutissimum*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema* sp.1 e Chlorophyceae filamentosas NI2. No ponto 2 foram abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Cymbella tumida*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema* sp.1, *Luticola goeppertiana*, *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula* sp.3 e *Nitzschia palea*. O ponto 3 apresentou como abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema* sp.1, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea*, *Surirella* sp.1 e *Ulnaria ulna*. No ponto 4 foram abundantes



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Achnantheidium minutissimum, *Cocconeis placentula*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula* sp.1 e Chroococcales. No ponto 6 foram abundantes *Eunotia exigua*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema* sp.1 e *Nitzschia palea*. Finalmente, no ponto 7 foram abundantes *Achnantheidium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula* sp.1, *Nitzschia palea* e *Pinnularia subcapitata*.

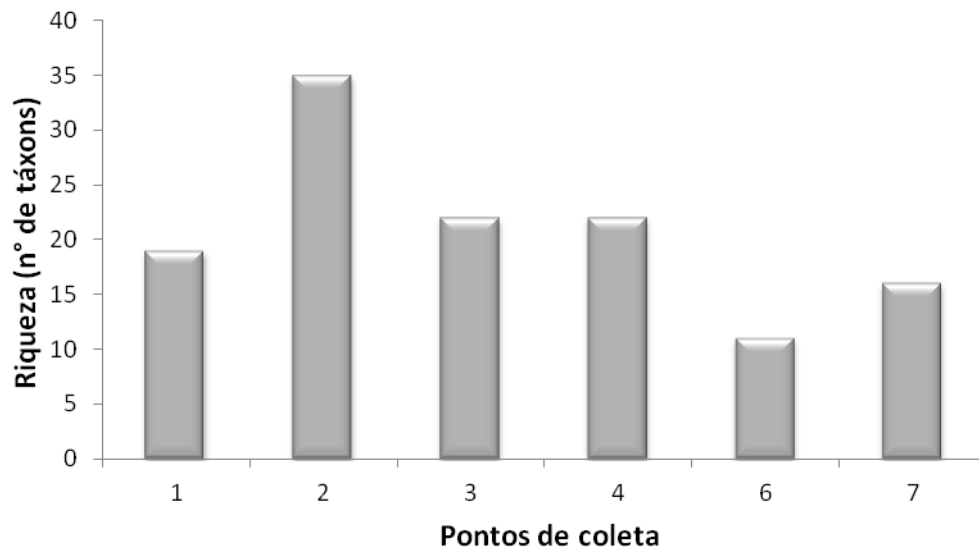


Figura 6.8 - Riqueza de algas perifíticas nos seis pontos de coleta em outubro de 2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

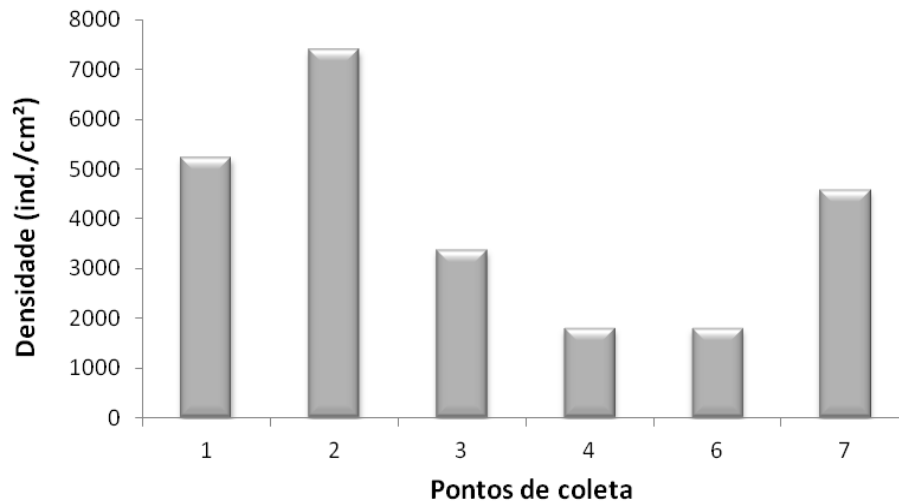


Figura 6.9- Densidade de algas perifíticas nos seis pontos de coleta em outubro de 2012.

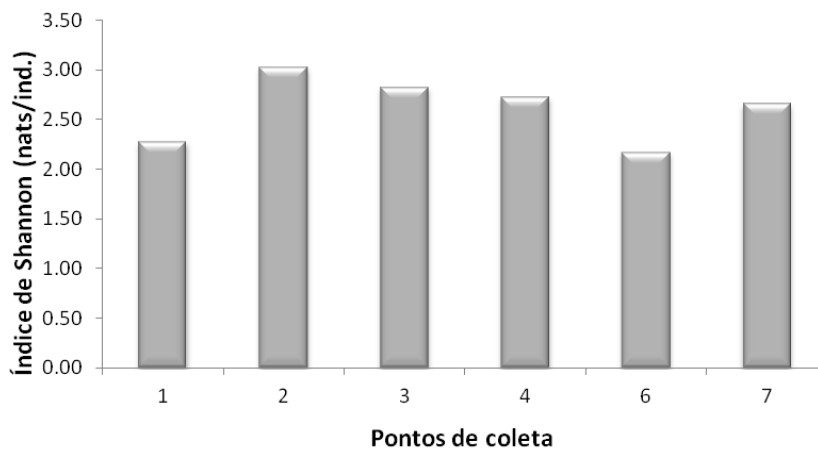


Figura 6.10- Índice de diversidade de Shannon da comunidade de algas perifíticas nos seis pontos de coleta em outubro de 2012.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

7. Bioindicadores Ambientais: ZOOPLÂNCTON

7.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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

7.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 02 a 04 de outubro de 2012. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu claro a encoberto com pancadas de chuva esparsas e temperatura do ar variando no intervalo de 15 a 25 °C.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

7.3 Métodos Analíticos

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

As análises quantitativas foram realizadas através de contagens numéricas ao microscópio estereoscópico. Para as contagens de indivíduos pertencentes aos grupos de Cladocera e Copepoda (copepoditos e adultos), utilizou-se uma câmara de contagem de Bogorov. Para as contagens de Rotifera e náuplios de Copepoda utilizou-se uma câmara de Sedgewick-Rafter em microscópio ótico. Os valores obtidos para densidade absoluta de organismos são expressos em numero de indivíduos por metro cúbico (Nº. ind/m³).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

Onde: S = número de espécies;
ni = número de indivíduos em cada espécie;
N = número total de indivíduos.

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

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

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



7.4 Resultados e Indicadores e Qualidade

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

Nesta amostragem, foram identificados 47 taxa, com 34 deles representando o Filo Rotifera, 9 a Ordem Cladocera e 4 representando a SubClasse Copepoda. A Figura 7.1 mostra a dominância da riqueza de Rotifera no sistema.

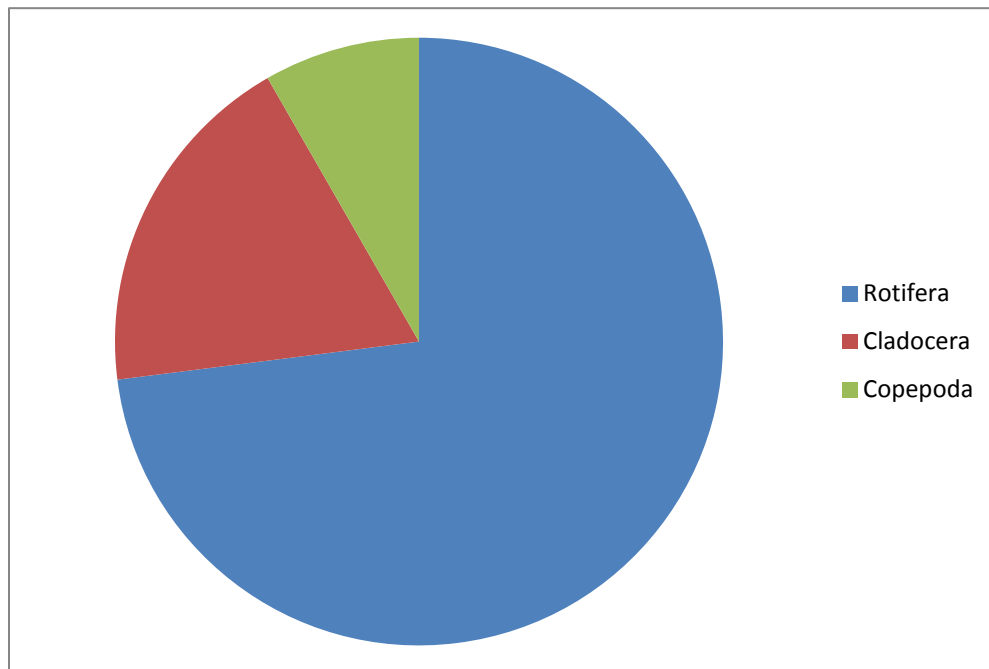


Figura 7.1- Percentual de riqueza das espécies dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais em outubro de 2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 1. Densidade absoluta (Nº ind/m³) e relativa (%) das espécies zooplancônicas coletadas em outubro de 2012.

Taxa	ESTAÇÕES AMOSTRAIS													
	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7	
FILO ARTHROPODA														
SUBFILO CRUSTACEA														
CLADOCERA														
<i>Acroperus harpae</i>	23,0	2,38									6	1,24		
<i>Bosmina longirostris</i>	196,0	20,29	1366	5,96	133	8,63	383	4,17	360	1,64	80	16,53		
<i>Bosmina cf. hagmani</i>	6,0	0,62					13	0,14						
<i>Bosminopsis deitersi</i>	6,0	0,62	200	0,87	33	2,14	350	3,81	60	0,27				
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>							10	0,11						
<i>Ceriodaphnia sp.</i>	6	0,62	67	0,29	50	3,24	110	1,20	660	3,01			11	2,69
<i>Chydorus sphaericus</i>													33	8,07
<i>Daphnia cf. ambigua</i>	3	0,31	33	0,14			40	0,44	120	0,55				
<i>Diaphanosoma birgei</i>			33	0,14										
COPEPODA														
Náuplio	186	19,25	5766	25,15	283	18,36	3650	39,73	8940	40,71	193	39,88	233	56,97
Copepodito Cyclopoida	166	17,18	3066	13,37	133	8,63	1833	19,95	3060	13,93	33	6,82	33	8,07
Copepodito Calanoida	33	3,42	467	2,04	16	1,04	750	8,16	3240	14,75				
<i>Paracyclops fimbriatus</i>					16	1,04								
<i>Tropocyclops prasinus</i>	3	0,31									3	0,62	11	2,69
<i>Metacyclops sp.</i>									120	0,55				
<i>Notodiaptomus incompositus</i>	3	0,31	200	0,87			106	1,15	720	3,28				
Filo ROTIFERA														
Ordem Bdelloidea	3	0,31	33	0,14	16	1,04	3	0,03	60	0,27	53	10,95	22	5,38
Ordem Plouma														
Brachionidae														
<i>Brachionus bidentata bidentata</i>											26	5,37		
<i>Brachionus quadridentatus</i>											10	2,07		
<i>Kellicottia longispina</i>	30	3,11	1500	6,54	100	6,49	743	8,09	600	2,73	3	0,62		
<i>Keratella americana</i>	16	1,66	100	0,44			16	0,17	120	0,55				
<i>Keratella cochlearis</i>	96	9,94	833	3,63	133	8,63	283	3,08	780	3,55				
<i>Keratella cochlearis tecta</i>	6	0,62	133	0,58			6	0,07	120	0,55				
<i>Keratella lenzi</i>	70	7,25	667	2,91	166	10,77	200	2,18	360	1,64	6	1,24		
<i>Keratella tropica</i>	6	0,62	266	1,16	16	1,04	10	0,11						
<i>Platyas quadricornis</i>											3	0,62		
Colurellidae														
<i>Lepadella ovalis</i>	16	1,66			66	4,28	46	0,50			13	2,69		
<i>Lepadella patella</i>													22	5,38
Euchlanidae														
<i>Euchlanis dilatata</i>	6	0,62			33	2,14								
Flosculariaceae														
<i>Conochilus unicornis</i>			5166	22,53	16	1,04	133	1,45						
<i>Conochilus coenobasis</i>			566	2,47					1200	5,46				
Gastropidae														
<i>Ascomorpha ecaudis</i>							3	0,03						
Lecanidae														
<i>Lecane bulla bulla</i>	10	1,04			50	3,24	3	0,03			10	2,07		
<i>Lecane curvicornis</i>														
<i>Lecane flexilis</i>	20	2,07												
<i>Lecane luna</i>	3	0,31												
<i>Lecane (M.) lunaris</i>	13	1,35	33	0,14	33	2,14	6	0,07	60	0,27	3	0,62		
Mytilinidae														
<i>Lophocharis cf. salpina</i>													11	2,69
Notommatidae														
<i>Cephalodella gibba</i>											13	2,69	33	8,07
Synchaetidae														
<i>Polyarthra cf. dolychoptera</i>			900	3,93	50	3,24	126	1,37	420	1,91				
<i>Polyarthra cf. vulgaris</i>	6	0,62	433	1,89	50	3,24	100	1,09	480	2,19	3	0,62		
<i>Synchaeta sp.</i>			333	1,45			16	0,17	120	0,55				
<i>Synchaeta oblonga</i>							53	0,58	60	0,27				
Trichocercidae														
<i>Trichocerca bicristata</i>					33	2,14								
<i>Trichocerca capuccina</i>	3	0,31	100	0,44			6	0,07						
<i>Trichocerca cf. tigris</i>	6	0,62												
<i>Trichocerca similis</i>	6	0,62									10	2,07		
Trichotridae														
<i>Trichotria tectralis</i>	3	0,31			16	1,04	3	0,03			16	3,31		
Ordem Flosculariaceae														
Filinidae														
<i>Filinia longiseta</i>			200	0,87	83	5,39	66	0,72	60	0,27				
Testudinellidae														
<i>Pompholyx complanata</i>	13,0	1,35	467	2,04			116	1,26	240	1,09				
<i>Testudinella patina var dendradena</i>	3	0,31			16	1,04	3	0,03						
Total	966		22928		1541		9186		21960		484		409	
Riqueza específica	28		22		20		28		20		16		7	
Índice de Div. de Shannon	2,22		2,25		2,71		2,49		2,67		2,20		2,27	
Equitatividade	0,67		0,73		0,90		0,72		0,89		0,79		0,95	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A composição da comunidade zooplanctônica foi bastante semelhante na maioria dos pontos amostrais, com frequências de ocorrência altas para a maioria das espécies de Cladocera e Rotifera. Exceção de algumas poucas espécies ocorrendo em 1 ou 2 pontos, como foi o exemplo de *Acroperus harpae*, *Ceriodaphnia cornuta* e *Chydorus sphaericus* e *Diaphanosoma birgei* também foram observadas. Com altas frequências de ocorrências no sistema pôde-se observar *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi* e *Ceriodaphnia* sp. Rotifera foi representado principalmente pelas espécies do gênero *Keratella*, por Bdelloidea e *Polyarthra* entre outras.

As espécies da Ordem Bdelloidea são bêmicas, habitando os biótopos fitais e úmidos ou temporariamente secos em terra. Por causa do seu modo de locomoção (em parte de natação, em parte, rastejando) são mais ou menos ligados a um substrato. Apenas algumas espécies dos gêneros *Rotaria*, *Philodina* e *Habrotrocha* também são encontrados como migrantes esporádicos no plâncton de águas rasas com uma densa vegetação de macrófitas. Por não apresentarem lórica, são de difícil determinação taxonômica. Este grupo ocorreu novamente nesta coleta com frequência de 100% nos locais amostrais.

Keratella apresenta espécies que são invariavelmente planctônicas, que vivem em águas de qualquer tamanho e condições térmicas e de salinidade muito diferentes. O Gênero como um todo é completamente euritópico e cosmopolita, sendo que algumas espécies podem ser estritamente estenotópicas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nesta amostragem registrou-se a ocorrência de *Metacyclops* sp., espécie não identificada em coletas anteriores (Cyclopoida). Com frequências de ocorrência de 100% foram as formas jovens de Copepoda (náuplios e copepoditos).

Nesta coleta, os maiores valores de densidade absoluta foram observados nos pontos 2 e 5 (22928 ind.m³, 21960 ind.m³, respectivamente), sendo representados principalmente por náuplios e copepoditos, como mostra a Figura 7.2.

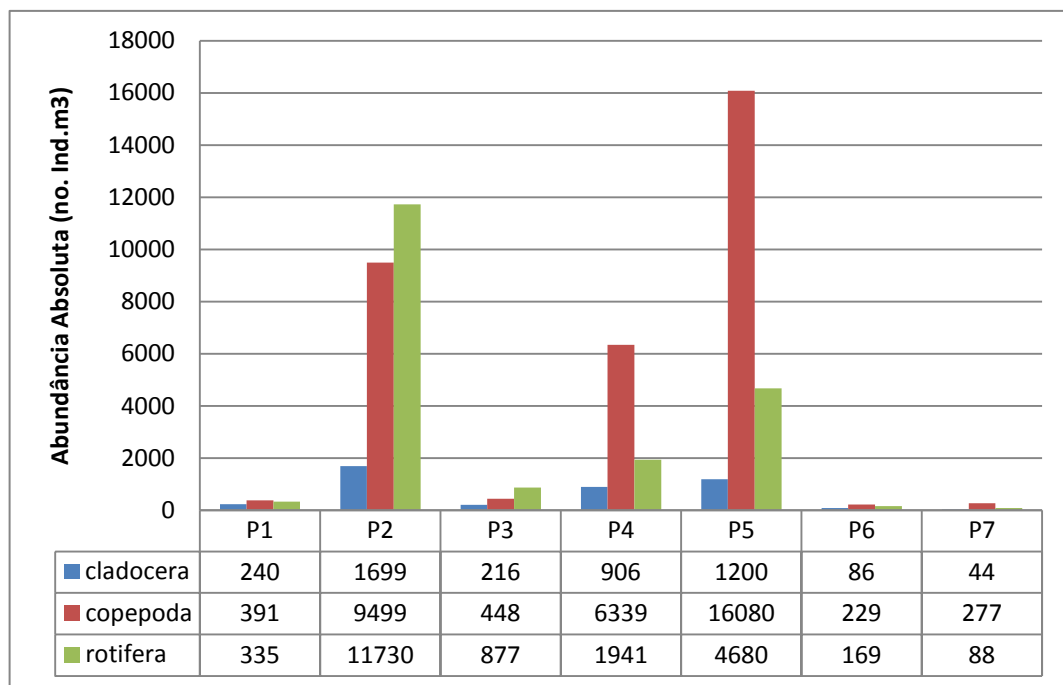


Figura 7.2- Abundância absoluta dos indivíduos dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais em outubro de 2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O Índice de diversidade de Shannon mostrou os pontos 3 e 5 mais diversos, com valores de 2,71 e 2,67, respectivamente, tendo sido maiores do que os demais, como mostrado na Figura 7.3. Os demais pontos apresentaram valores muito semelhantes, variando de 2,20 (ponto 5) a 2,49 (ponto 4), 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 28 nos pontos 1 e 4 até 7 espécies no ponto 7.

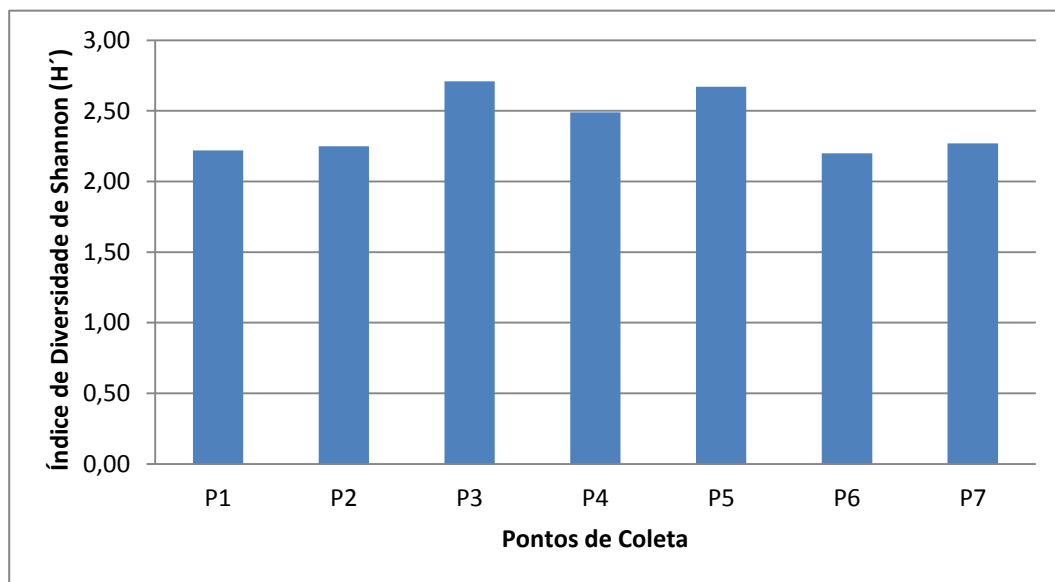


Figura 7.3- Índices de diversidade de Shannon, calculados para a comunidade zooplancônica nos locais amostrais em outubro de 2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

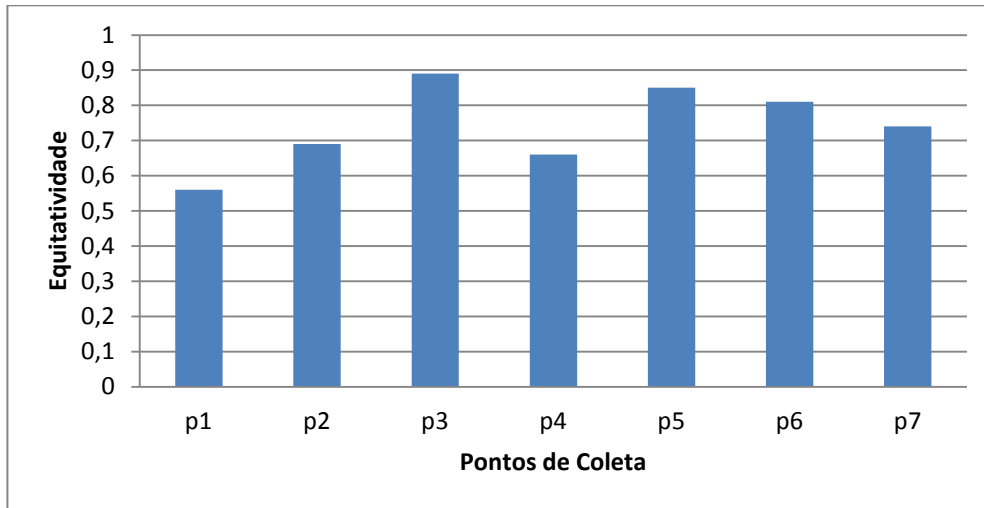


Figura 7.4- Equitatividade observada para a comunidade zooplanctônica nos locais amostrais, em outubro de 2012.

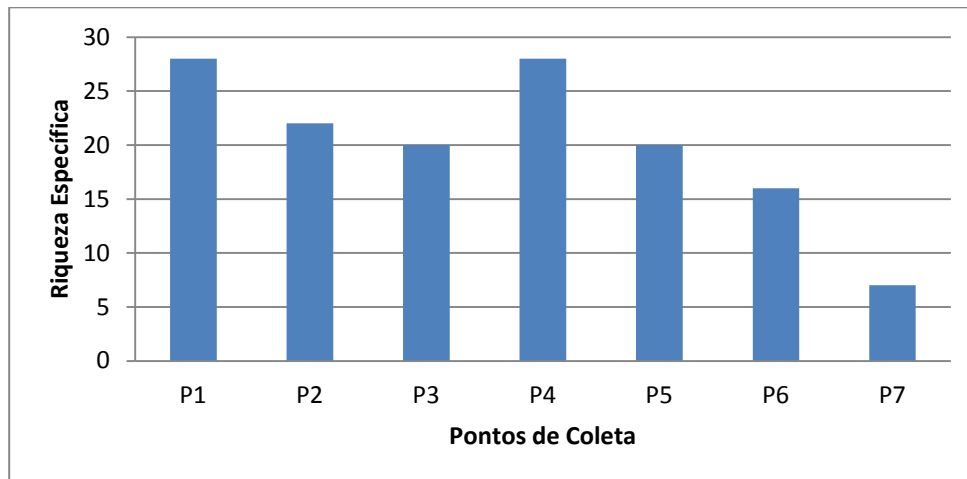


Figura 7.5- Riqueza específica da comunidade zooplanctônica nos locais amostrais, em outubro de 2012.

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 02 a 04 de outubro de 2012. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu claro a encoberto com pancadas de chuva esparsas e temperatura do ar variando no intervalo de 15 a 25 °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).

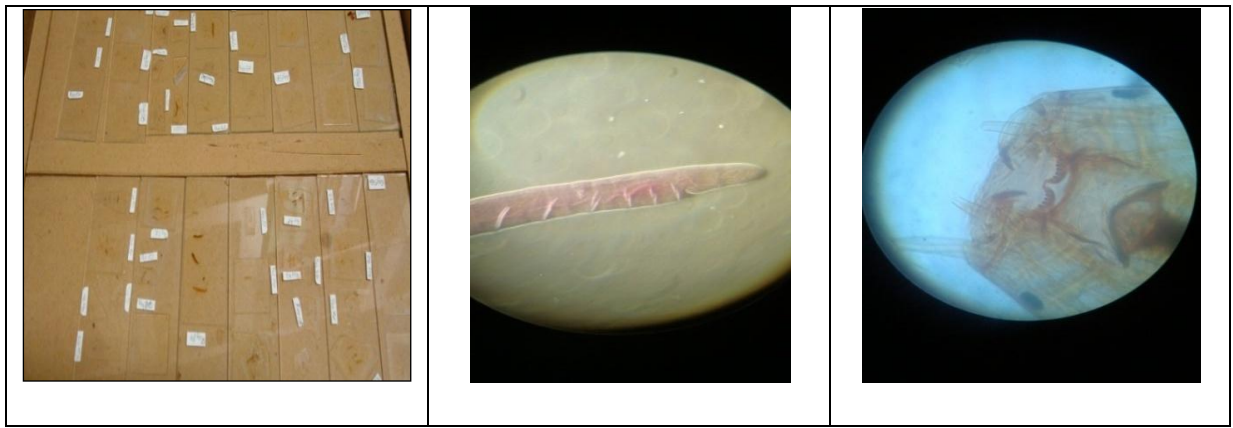


Figura 8.1: a) Lâminas para a identificação dos táxons, b e c detalhes de Oligochaeta (quetas) e Chironomidae (carapaça cefálica)

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Para a análise dos resultados, considerou-se a ausência ou presença de famílias, conforme a sua tolerância ou sensibilidade, riqueza (número de famílias em cada estação amostral), abundância e dominância dos táxons.

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

8.4 Resultados e Indicadores e Qualidade

Foram registradas 42 famílias pertencentes a fauna de invertebrados bentônicos, 38 táxons referente a macrofauna e quatro da meiofauna. A presença das famílias, por estação amostral pode ser visualizada na Tabela 8.1.

Nas estações 2 e 1, ocorreu a maior riqueza, respectivamente 34 e 27 táxons, enquanto que nas estações 5 e 7 foram registradas a presença de 8 e 7 táxons. Também nestas estações os táxons de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), grupos citados como sensíveis a poluição orgânica, só estiveram representados por Baetidae e Ephemeridae. Os gêneros de Baetidae são amplamente distribuídos e suas ninfas ocupam uma ampla variedade de habitats de água doce. O gênero *Hexagenia* (Ephemeridae), encontrado no substrato de fundo da estação 5 tem como hábito de bater constantemente as suas longas brânquias, criando uma boa circulação de água em seu entorno, o que o torna capaz de sobreviver em ambiente com déficit de oxigênio.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.1. Ocorrência dos táxons da macrofauna bentônica (x) nas estações de coleta, em áreas de remanso, campanha amostral outubro/2012.

Táxons/ estações	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Nematoda	CS	S	S	CS	C	C	C
Hydracarina	CS	CS	CS	S		S	S
Candona	S	S	S				
Cypridopsis		S					
Turbellaria	S						
Aeglidae	S	S	S				
Glossiphonidae	S	S	C				
Tubificidae	CS	CS	CS	CS	C	CS	C
Naididae	CS	CS		S		S	
Enchytraeidae		CS			C		
Cochliopidae	S	CS		CS	C	S	CS
Ampullaridae	CS	C					
Planorbidae		CS					
Physidae	CS						
Sphaeridae	S	S					
Corbiculidae	S	CS		C			
Bivalvia jovem	S	S					
Simuliidae	S	S	S	S		S	
Tabanidae		C					C
Tipulidae	S		CS				
Ceratopogonidae	CS	S	CS	C	CS	C	CS
Chironomidae	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS
Psychodidae		S					
Baetidae	S	CS	CS	CS		S	C
Caenidae	S	S	CS	S		S	
Leptophlebiidae	CS	C		S		S	
Leptohiphidae	S	S	CS				
Ephemeridae					C		
Hydropsychidae	S	S	S	S		S	
Hydroptilidae	S	S	S	S		S	
Polycentropodidae				S		S	
Elmidae	S	CS	CS	CS		S	
Psephenidae		S					
Hydrophilidae		S					
Perlidae		S	S				
Gripopterygidae	S						
Naucoridae		S	S				
Aphididae		S					
Coryalidae		S					
Pyralidae		S	S				
Coenagrionidae	S						
Nº de Táxons	27	34	19	16	7	15	8



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nas amostras das áreas de corredeira foram coligidos 4678 organismos e das áreas de remanso 839 organismos. Nas Figuras 8.1 e 8.2 pode-se observar que as maiores abundâncias de invertebrados áreas de corredeira foram das famílias Simuliidae e Chironomidae (Diptera). Nas áreas de deposição foram Tubificidae (Oligochaeta) e Chironomidae (Diptera).

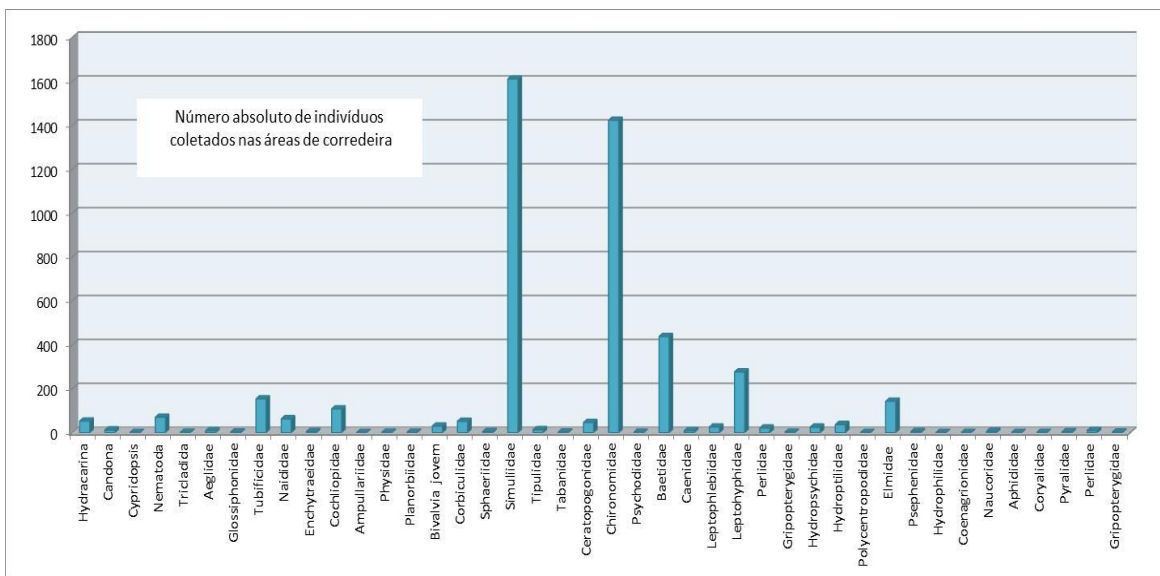


Figura 8.1. Número absoluto de indivíduos coligidos nas amostras das áreas de corredeira dos locais monitorados, outubro/2012.

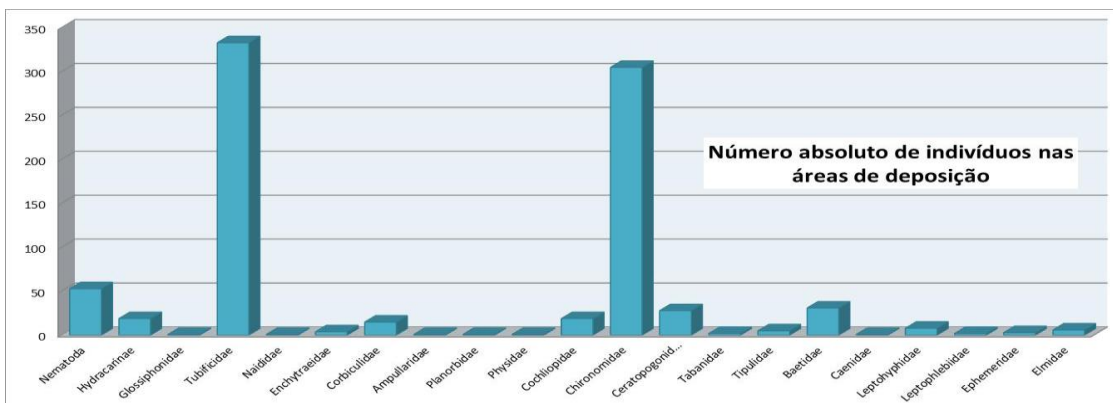


Figura 8.2. Número absoluto de indivíduos coligidos nas amostras das áreas de deposição dos locais monitorados, outubro/2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As abundâncias nas estações amostrais estão apresentadas nas Figuras 8.3 e 8.4 e oscilaram entre 71 (estação 2) e 209 (estação 6), para as áreas de deposição (remanso) e 142 (estação 6) e 2855 (estação 3) para as áreas de corredeira. Visualmente, o substrato, nestas estações, esteve caracterizado predominantemente por areia grossa (P1, P3, P4 e P6), lama (P5) e lama com folhicho (P7).

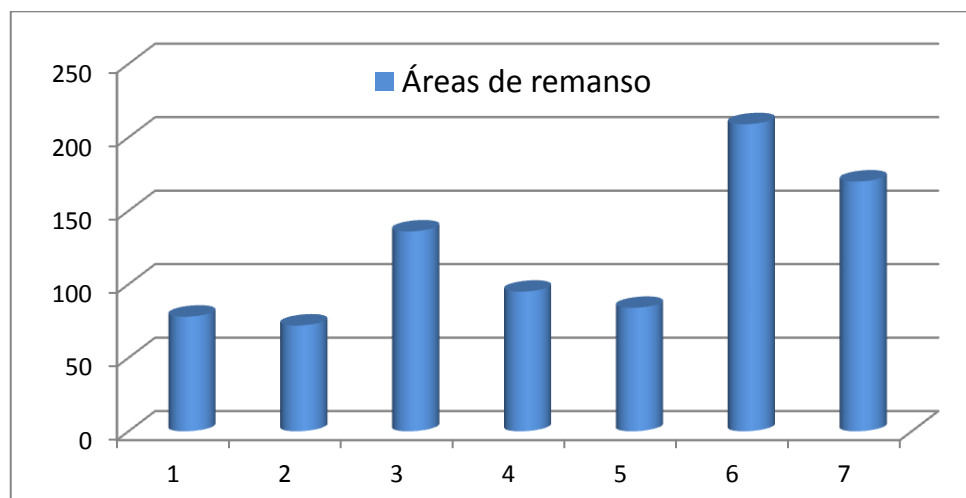


Figura 8.3. Abundância da macrofauna nas áreas de remanso, outubro/2012.

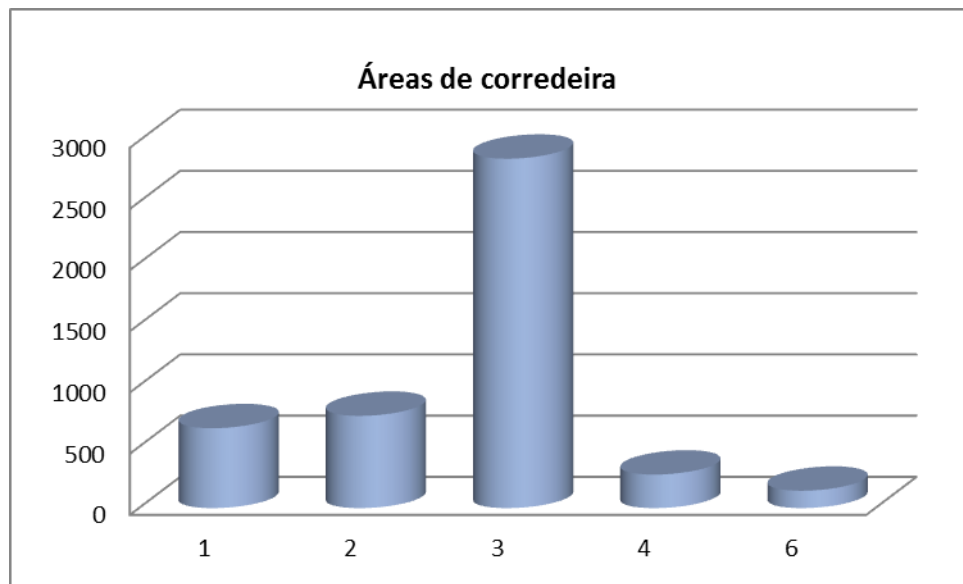


Figura 8.4. Abundância da macrofauna nas áreas de corredeira, outubro/2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

8.5 Índice BMWP

Para o cálculo do índice BMWP, por estação amostral, foram consideradas as famílias registradas na área de remanso e na área de corredeira. As famílias, por estação amostral, encontram-se na Tabela 8.1.

Esta metodologia tem permitido o reconhecimento do estado das águas dos rios segundo uma escala de qualidade que oscila entre classes de 1 a 5, incluem as águas boas (não contaminadas ou não alteradas de forma sensível), aceitável (com leves efeitos de contaminação), duvidosa (águas contaminadas), crítica (muito contaminadas) e muito crítica (fortemente contaminadas). Nas Tabelas 8.2 e 8.3 apresentam-se as pontuações (scores) das famílias para a aplicação do BMWP.

Tabela 8.2. 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
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae, Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Leptohyphidae	6








FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Oligoneuridae, Polymitarciidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiididae, 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 8.3 - 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 índice IBMWP, que considera a tolerância/sensibilidade dos organismos, verificou-se que na campanha amostral de outono de 2012, as Estações 5 e 7 foram classificadas como água muito contaminada, estação 6 contaminada, estações 3 e 4 como sinal evidente de contaminação, estação 1 e estação 2 como não contaminada (Tabela 8.4).

Tabela 8.4: Classificação das estações amostrais, segundo resultado do índice I.B.M.W.P., campanha amostral de outono/2012.

Estações	1	2	3	4	5	6	7
BMWP (classe)	I	I	II	II	IV	III	IV

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

9. Bioindicadores Ambientais: ICTIOFAUNA

9.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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

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



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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

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



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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

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



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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

9.2 Coleta e Preservação das Amostras

A campanha de amostragem de peixes foi realizada entre os dias 17 e 19 de outubro representando o período da primavera de 2012, fortes chuvas foram registradas no período que antecedeu a campanha, o que elevou o nível de água dos arroios podendo ter influenciado no resultado da amostragem.

A amostragem foi realizada com baterias de redes de espera com malhas 1,5 - 2,5 e 3,5 mm entre nós. Cada rede possuía dez metros de comprimento, conferindo à bateria de redes 30 metros.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As redes permaneceram estendidas na água no período mínimo que compreende o entardecer do primeiro dia e o alvorecer do dia seguinte, totalizando 12 a 18 horas de esforço.

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

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

9.3 Métodos Analíticos

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

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

Aos resultados foi aplicado o Índice de Qualidade proposto por Bruschi e colaboradores (2000). Este índice é composto pelo resultado do somatório de três parâmetros da comunidade de peixes analisada. Esses parâmetros



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

são a abundância relativa, a riqueza de espécies relativa e a diversidade H' relativa.

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

Tabela 9.1 - Intervalos do Índice de Qualidade (IQ)

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

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

O primeiro nível trófico é o de peixes raspadores bentônicos, os cascudos, que se alimentam junto ao substrato, consumindo os organismos associados ao fundo e também o próprio sedimento. O segundo nível é o de organismos onívoros, os lambaris, que consomem tanto itens animais quanto vegetais. Esses peixes também utilizam em sua dieta tanto itens disponíveis em toda a coluna da água quanto aqueles carregados pelo



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

9.4 Resultados e Indicadores de Qualidade

9.4.1 Riqueza e diversidade de espécies

Durante a realização do trabalho foram capturados 104 exemplares pertencentes a 14 espécies (Tabela 9,3). O ponto 1 apresentou o maior valor de riqueza bem como o maior valor do Índice de Diversidade Shannon-Wiener, e novamente o Ponto 6 apresentou-se como o mais pobre, onde não foi coletado nenhum indivíduo.

Tabela 9.3. Relação de espécies de peixes capturados no monitoramento do arroio Candiota na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS, outubro/2012.

N	Espécie	Nome comum	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	6	4	1	8	1		2
2	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari	2	2					
3	<i>Bunocephalus sp.</i>	banjo					2		
4	<i>Crenicichla punctata</i>	joana	2			1			
5	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	14	7			1		1
6	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	cascardo							2
7	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	2		1		2		
8	<i>Hypostomus commersoni</i>	cascardo					3		1
9	<i>Loricariichthys anus</i>	viola	2						
10	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	3	3			3		
11	<i>Pimelodus maculatus</i>	pintado				2	8		9
12	<i>Steindachnerina biornata</i>	biru	3	2					
13	<i>Rhamdia quelen</i>	jundia				2			1
14	<i>Rineloricaria strigilata</i>	violinha			1				
Riqueza			8	5	3	4	7	0	6
Abundância			34	18	3	13	20	0	16
Índice de diversidade H'			1,767	1,488	1,099	1,072	1,696	0	1,363
Índice de Qualidade (IQ)			3,00	2,00	1,09	1,49	2,42	0,00	1,99



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os pontos 1 e 5 podem ser enquadrados na categoria de *Alta Qualidade* quanto ao Índice de Qualidade. Os pontos 2 e 7 apresentaram IQ *Média*. Os pontos 3 e 4 foram classificados como de Baixa Qualidade, provavelmente a grande quantidade de água tenha prejudicado a amostragem destes pontos. O ponto 6 apresentou IQ zero como é verificado desde o início do programa de monitoramento (Figura 9.8).

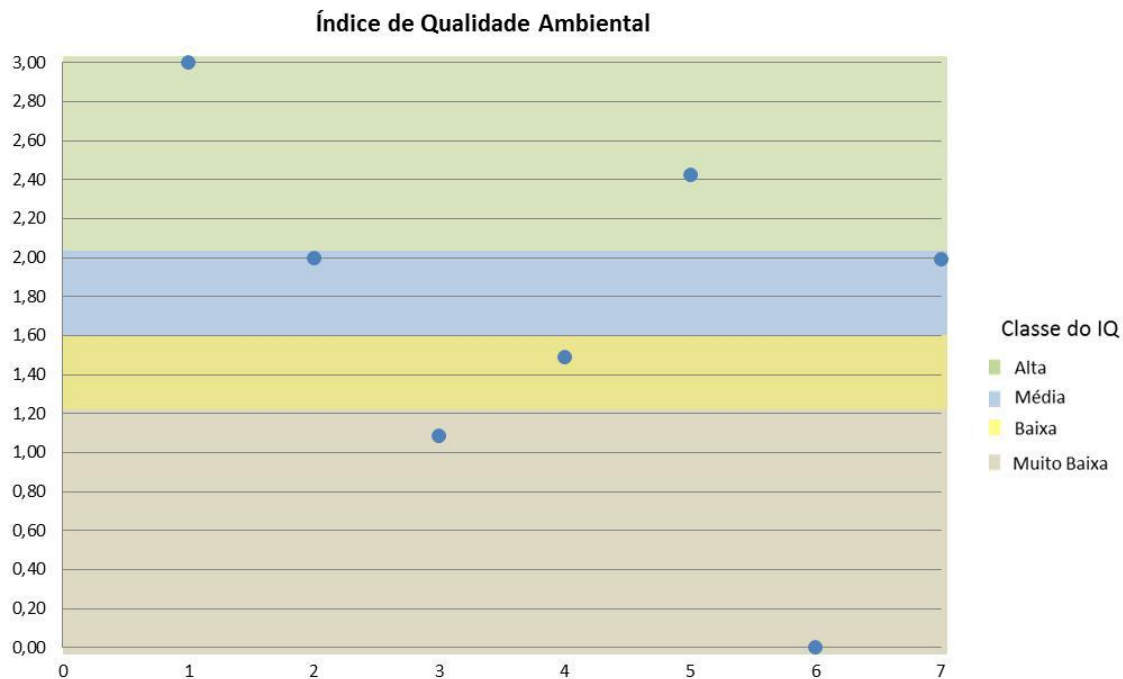


Figura 9.8 Enquadramento dos valores do IQ obtidos para os pontos da rede de monitoramento de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Medici, Candiota, RS, outubro de 2012.

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 primavera de 2012 são apresentados na Tabela 9.4.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os resultados evidenciam a concentração elevada de mercúrio nos tecidos corporais dos peixes em peixes de diferentes níveis tróficos e em toda a rede de amostragem. Além do mercúrio, o manganês também apresentou concentrações acima dos limites de referência nos pontos 1, 3 e 7.

Mesmo não havendo pesca de subsistência na região, os resultados indicam a necessidade de adoção de medidas de informação para a comunidade local já que a pesca recreacional é verificada na área de monitoramento.

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, outubro/2012.

Ponto	Espécie	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
		mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/Kg P.S.
		2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5
P1	<i>Astyanax fasciatus</i>	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	6,6	0,92	ND	50,5
	<i>Hoplias malabaricus</i>	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	2,7	0,79	ND	22,1
	<i>Rineloricaria sp.</i>	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,62	ND	25,8
P2	<i>Astyanax fasciatus</i>	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	2,6	2,16	ND	76,1
	<i>Oligosarcus robustus</i>	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	1,47	ND	46,5
P3	<i>Astyanax fasciatus</i>	<2,5	<0,5	ND	2,5	0,6	14,2	2,31	<0,5	73,3
	<i>Hoplias malabaricus</i>	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	2,5	0,89	ND	28,5
	<i>Rineloricaria sp.</i>	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.
P4	<i>Astyanax fasciatus</i>	<2,5	<0,5	ND	2,5	<0,5	2,9	0,40	ND	72,3
P5	<i>Cyphocharax voga</i>	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,42	ND	21,5
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	5,4	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,17	ND	20,3
	<i>Hoplias malabaricus</i>	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	2,7	0,74	ND	31,2
P7	<i>Astyanax fasciatus</i>	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	6,2	0,35	ND	58,1
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	5,2	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,20	ND	23,7

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

10. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

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

11. Rede de Monitoramento Ambiental

A localização das Estações Amostrais do Monitoramento do Ambiente Terrestre estão apresentadas no Quadro 11.1.

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

A localização das cinco estações de monitoramento para o ambiente terrestre em relação à Usina Termoeletrica de Candiota e o objetivo de cada estação estão descritas no Quadro 11.2.

Quadro 11.2. Descrição das estações amostrais da Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

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

Para o monitoramento ambiental dos bioindicadores da qualidade do ar através de bioindicação vegetal, a Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre foi acrescida e complementada com as estações apresentadas nos Quadros 11.3 e 11.4.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Quadro 11.3. Localização das Estações Amostrais Complementares da Rede de Monitoramento Ambiental para o Biomonitoramento da Qualidade do Ar

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

Quadro 11.4. Descrição das estações amostrais Complementares da Rede de Monitoramento Ambiental para o Biomonitoramento da Qualidade do Ar

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

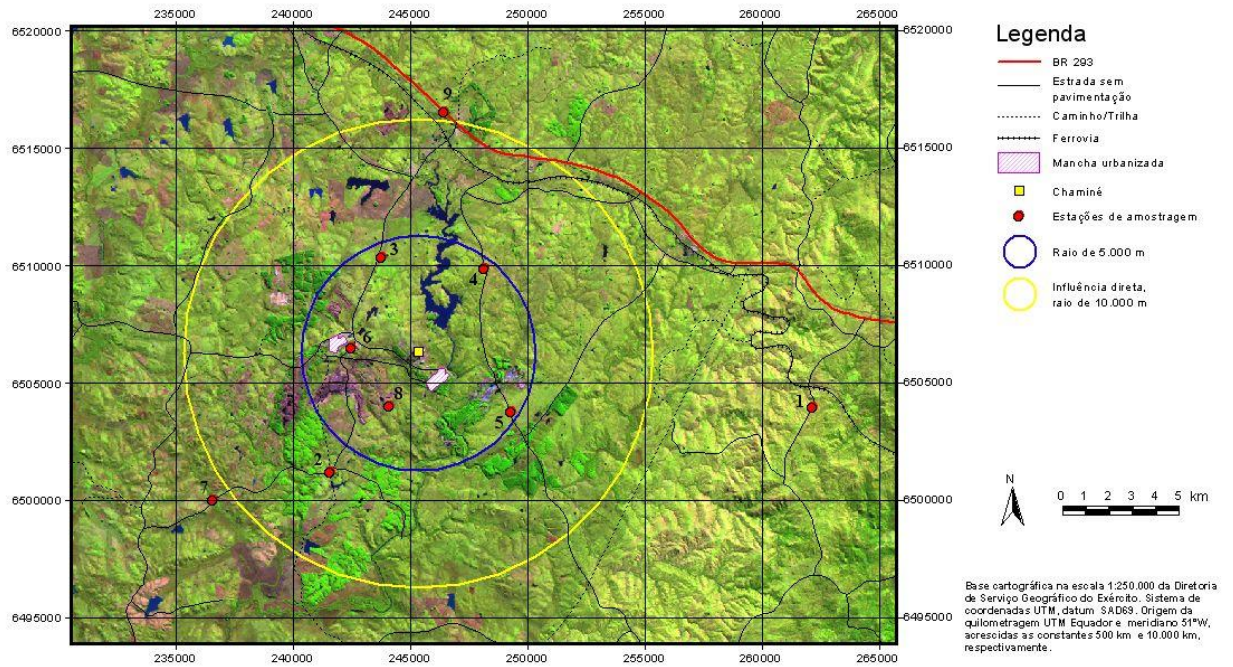


Figura 11.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

12. Monitoramento da FLORA

12.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais identificadas pelo número 1 a 5, estão apresentadas no Quadro 11.1 e 11.2.

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).

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

- Elaborar um mapa de cobertura vegetal com as características fisionômicas das classes de cobertura;
- Examinar as composições florísticas de comunidades vegetais, visando identificar bioindicadores da qualidade ambiental.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

12.2 Trabalho de Campo e Técnicas de Amostragem

A campanha foi realizada no período de 08 a 11 de outubro de 2012. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu encoberto com chuvas e temperatura do ar variando no intervalo de 15 a 22 °C.

No período referido, foi realizado o levantamentos botânico em seis estações de amostragem incluindo a **EA10** (Fazenda Amor de Mãe). A EA10 (Figura 12.1) foi incluída nesta campanha e situa-se no quadrante sudoeste (o mesmo da EA2), distante cerca de 14 km da usina.



Figura 12.1 - Vista parcial da EA9 (Fazenda Amor de Mãe) em 10/10/2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.1. Composição florística de uma comunidade campestre na **Serra do Veleza**, Pinheiro Machado, RS, **EA 1**, outubro/2012.

Família/Espécie	Observações
Amaranthaceae/ <i>Pfaffia tuberosa</i>	
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	
Asteraceae/ <i>Aspilia setosa</i>	Abundante
Asteraceae/ <i>Baccharis trimera</i>	
Asteraceae/ <i>Chaptalia arechavaletae</i>	
Asteraceae/ <i>Chaptalia exscapa</i>	
Asteraceae/ <i>Chaptalia runcinata</i>	
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	
Asteraceae/ <i>Hypochaeris megapotamica</i>	
Asteraceae/ <i>Hypochaeris radicata</i>	
Asteraceae/cf. <i>Micropsis spathulata</i>	
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	
Brassicaceae/ <i>Lepidium aletes</i>	Com flores
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	Com flores
Convolvulaceae/ <i>Dichonadra sericea</i>	
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	
Fabaceae/ <i>Lathyrus bracteatum</i>	
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium palmitifolium</i>	
Lythraceae/ <i>Cuphea racemosa</i>	
Malvaceae/ <i>Krapovickasia urticifolia</i>	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 1	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 3	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 4	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 5	
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> 1	
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> 2	
Poaceae/ <i>Andropogon ternatus</i>	
Poaceae/ <i>Aristida</i> sp.	
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	
Poaceae/ <i>Coelorhachis selloana</i>	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	
Poaceae/cf. <i>Poa annua</i>	
Poaceae/ <i>Setaria parviflora</i>	
Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	
Poaceae/ <i>Stipa</i> sp.	Com flores
Poaceae/ <i>Vulpia bromoides</i>	
Poaceae	Com flores
Polygalaceae/ <i>Polygala</i> sp.	Com flores
Rubiaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	
Rubiaceae/ <i>Relbunium richardianum</i>	
Solanaceae/ <i>Nierembergia veitchii</i>	
Verbenaceae/ <i>Stachytarpheta</i> sp.	
NI	

NI = Não identificada

Tabela 12.2. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Três Lagoas**, Candiota, RS, **EA 2**, outubro/2012.

Família/Espécie	Observações
Apiaceae/ <i>Apium leptophyllum</i>	
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	
Asteraceae/ <i>Chevreulia acumniata</i>	Com flores
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	
Asteraceae/ <i>Elephanthopus mollis</i>	
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	Abundante
Asteraceae/ <i>Hypochaeris chilensis</i>	
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	Com flores
Asteraceae/ <i>Senecio heterotricius</i>	
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	Abundante
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	Com flores; abundante
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	Abundante
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	Abundante
Cyperaceae/ <i>Carex phalaroides</i>	Com flores
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	
Cyperaceae	Com flores
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	Abundante



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Fabaceae/ <i>Trifolium</i> sp.	
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	Com flores
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	Com flores
Lythraceae/ <i>Cuphea racemosa</i>	
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 1	
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> 1	
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> 2	
Plantaginaceae	
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	Abundante
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	Com flores
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	
Poaceae/ <i>Poa annua</i>	
Polygonaceae/ <i>Rumex obtusifolius</i>	
Rubiaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	Com flores
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	
Verbenaceae/ <i>Stachytarpheta</i> sp.	
NI	

NI = Não identificada

Tabela 12.3. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Candiota**, Candiota, RS, **EA 3**, outubro/2012.

Família/Espécie	Observações
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	
Asteraceae/ <i>Aspilia setosa</i>	
Asteraceae/ <i>Baccharis dracunculifolia</i>	
Asteraceae/ <i>Chaptalia arechavaletae</i>	
Asteraceae/ <i>Chaptalia runcinata</i>	
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	
Asteraceae/ <i>Eupatorium buniifolium</i>	
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	
Asteraceae/ <i>Hypochaeris neopinnatifida</i>	
Asteraceae/cf. <i>Micropsis spathulata</i>	
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	Com flores



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Asteraceae/ <i>Solidago chilensis</i>	
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	
Asteraceae/ <i>Stenachaenium campestre</i>	
Brassicaceae/ <i>Lepidium aletes</i>	
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	Abundante
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	Com flores
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	Com flores
Lythraceae/ <i>Cuphea glutinosa</i>	
Lythraceae/ <i>Cuphea racemosa</i>	
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	
Myrtaceae/ <i>Psidium incanum</i>	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 1	Com flores
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 4	Com flores
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> 1	
Plantaginaceae/ <i>Scoparia ericacea</i>	Com flores
Poaceae/ <i>Aristida</i> sp.	
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	Com flores
Poaceae/ <i>Briza minor</i>	Com flores
Poaceae/ <i>Coelorhachis seloana</i>	
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	Com flores
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	Abundante
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	Abundante
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	Com flores
Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	
Poaceae/ <i>Stipa</i> sp.	
Polygalaceae/ <i>Polygala</i> sp.	Com flores
Rubiaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	
Verbenaceae/ <i>Stachytarpheta</i> sp.	
NI	

NI = Não identificada



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.4. Composição florística de uma comunidade campestre na **Chácara Santa Clara**, Candiota, RS, **EA 4**, outubro/2012.

Família/Espécie	Observações
Amaranthaceae/ <i>Pfaffia tuberosa</i>	
Apiaceae/ <i>Apium leptophyllum</i>	
Apiaceae/ <i>Eryngium floribundum</i>	
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	
Asteraceae/ <i>Baccharis coridifolia</i>	
Asteraceae/ <i>Baccharis trimera</i>	
Asteraceae/ <i>Chaptalia runcinata</i>	
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	
Asteraceae/ <i>Eupatorium buniifolium</i>	
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	
Asteraceae/ <i>Senecio heterotricius</i>	
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	
Asteraceae/ <i>Stenachaenium campestre</i>	
Bryopsida/ <i>Musgo</i>	
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	Abundante
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	
Linaceae/ <i>Cliococca selaginoides</i>	
Malvaceae/ <i>Krapovickasia urticifolia</i>	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 1	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 3	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 4	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 5	
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	
Poaceae/ <i>Briza subaristata</i>	Com flores
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	Abundante
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	
Poaceae/ <i>Stipa</i> sp.	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Poaceae	
Polygalaceae/ <i>Polygala</i> sp.	Com flores
cf. Polygalaceae	
Rubiaceae/ <i>Borreria glutinosa</i>	
Rubiaceae/ <i>Borreria</i> sp.	
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	
Verbenaceae/ <i>Glandularia marrubioides</i>	
Verbenaceae/ <i>Lantana montevidensis</i>	
NI	

NI = Não identificada

Tabela 12.5. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Santa Rita**, Candiota, RS, **EA 5**, outubro/2012.

Família/Espécie	Observações
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	
Asteraceae/ <i>Baccharis coridifolia</i>	
Asteraceae/ <i>Chaptalia runcinata</i>	
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	
Asteraceae/ <i>Cirsium</i> sp.	
Asteraceae/ <i>Elephantopus mollis</i>	
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	
Asteraceae/cf. <i>Micropsis spathulata</i>	
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	
Asteraceae/ <i>Senecio heterotricius</i>	
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	
Asteraceae/ <i>Stenachnium campestre</i>	
Brassicaceae/ <i>Lepidium aletes</i>	Com flores
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	Com flores
Caryophyllaceae/ <i>Spergularia</i> sp.	Com flores
Caryophyllaceae	
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	Com flores; abundante
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	Abundante
Cyperaceae/cf. <i>Rhynchospora</i>	Com flores
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium micranthum</i>	
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium palmitifolium</i>	
Lythraceae/ <i>Cuphea racemosa</i>	
Moraceae/ <i>Dorstenia brasiliensis</i>	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 1	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 2	Abundante
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 4	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 5	
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> 2	Com flores
Plantaginaceae/ <i>Scoparia ericacea</i>	Com flores
Poaceae/ <i>Aristida</i> sp.	
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	Abundante
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	Abundante
Poaceae/ <i>Coelorhachis selloana</i>	
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	
Poaceae/cf. <i>Poa annua</i>	
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	
Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	
Poaceae/ <i>Vulpia bromoides</i>	
Poaceae	
Polygalaceae/ <i>Polygala</i> sp.	Com flores
Rubiaceae/ <i>Relbunium richardianum</i>	Com flores
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	
Verbenaceae/ <i>Glandularia marrubioides</i>	
NI	

NI = Não identificada



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.6. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Amor de Mãe**, Candiota, RS, **EA 10**, outubro/2012.

Família/Espécie	Observações
Apiaceae/ <i>Bowlesia</i> sp.	
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	
Asteraceae/ <i>Aspilia setosa</i>	
Asteraceae/ <i>Baccharis trimera</i>	
Asteraceae/ <i>Cirsium</i> sp.	
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	Abundante
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	
Asteraceae/ <i>Stenachaenium campestre</i>	
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	Com flores
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	Abundante
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	
Cyperaceae/ <i>Carex phalaroides</i>	
Cyperaceae/ <i>Cyperus aggregatus</i>	Com flores
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	Com flores
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	
Iridaceae/cf. <i>Cypella</i>	
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium palmitifolium</i>	
Lamiaceae/ <i>Glechon</i> sp.	Com flores
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 1	Com flores; abundante
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 4	Com flores
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> 5	
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> 1	
Poaceae/ <i>Aristida</i> sp.	Com flores; abundante
Poaceae/ <i>Axonopus</i> sp.	
Poaceae/ <i>Cynodon dactylon</i>	
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	
Poaceae/ <i>Stipa</i> sp.	
Poaceae	
Rubiaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	
Rubiaceae/ <i>Relbunium</i> sp	Com flores
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	
Urticaceae/ <i>Urtica dioica</i>	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A EA5 (Fazenda Santa Rita) apresentou o maior número de espécies (56 espécies), seguida da EA1 (Serra do Veleda) e EA3 (Fazenda Candiota), ambas com 51 espécies. As EA2 (Fazenda Três Lagoas) e EA10 (Fazenda Amor de Mãe) exibiram os menores valores (39 espécies, em ambas). A EA4 (Chácara Santa Clara) mostrou um número relativamente baixo de espécies (47 espécies), o que pode ter ocorrido, em parte, devido à prática de roçada recente do campo (Figura 12.2). Algumas espécies estiveram presentes em todas as EAs, como, por exemplo, *Dichondra sericea*, em geral com abundância.



Figura 12. 2 - Campo roçado na EA4 (Chácara Santa Clara) em 09/10/2012.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

13. Monitoramento da AVIFAUNA

13.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- **Trabalho de Campo**

A campanha foi realizada no período de 27 a 31 de outubro de 2012. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por tempo seco, céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 17 a 27 °C.

13.3 Técnicas de amostragem

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

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

Toda ave ouvida ou vista durante as contagens foi considerada como um contato (Ralph, 1981; Ralph *et al.*, 1995; Aleixo & Vielliard, 1995). Considera-se como contato uma ave isolada ou indivíduos registrados em pares, em grupos familiares ou em bandos, independente do número real de



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

13.4 Resultados e comentários

Durante a campanha de monitoramento na primavera de 2012 foram registradas 112 espécies de aves (Tabela 13.1) através do uso conjunto das duas metodologias de amostragem. Deste total, 94 espécies foram registradas pelo método de pontos de contagem e 101 espécies pelo método de transectos – índices de abundância apresentados na Tabela 13.1. Duas novas espécies foram acrescentadas à listagem já existente – *Gallinula melanops* (frango-d'água-carijó) e *Coccyzus melacoryphus* (papa-lagarta-verdadeiro), chegando-se ao total acumulado de 174 espécies para a área de influência da UTE Presidente Médici (Anexo 13.1), o que representa 26,3% 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. Comparando com esse valor, encontraram-se no presente estudo ~ 86,3% daquela avifauna, ressaltando que as metodologias de amostragem de ambos os estudos foram diferentes. Belton (1994) utilizou amostragem qualitativa, sem restrições de áreas e ambientes, resultando numa riqueza maior. Diferentemente, o presente estudo utilizou amostragens quantitativas e com restrições de áreas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Assim como ocorrido nas últimas amostragens, a EA 2 apresentou a maior riqueza na presente campanha, com 74 espécies (Figura 13.1). Mesmo que essa estação amostral esteja repetidamente entre as mais diversas, 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, condições climáticas e distintos usos do solo.

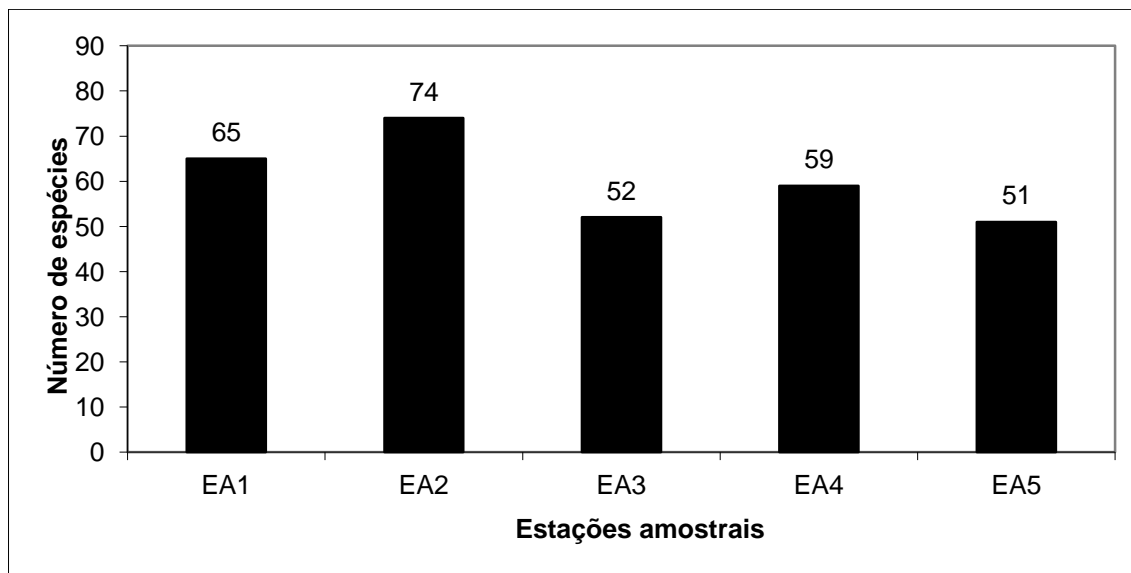


Figura 13.1. Número de espécies de aves para as cinco estações amostrais (EA) do monitoramento de fauna terrestre da Usina Termoeletrica Pres. Médici, Candiota, RS, durante a primavera de 2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Vinte espécies estiveram presentes nas cinco estações amostrais (Tabela 13.1) – quero-quero (*Vanellus chilensis*), pombão (*Patagioenas picazuro*), juriti-pupu (*Leptotila verreauxi*), caturrita (*Myiopsitta monachus*), pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), João-de-barro (*Furnarius rufus*), guaracava-de-bico-curto (*Elaenia parvirostris*), suiriri-cavaleiro (*Machetornis rixosa*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), irré (*Myiarchus swainsoni*), suiriri (*Tyrannus melancholicus*), tesourinha (*Tyrannus savana*), andorinha-do-campo (*Progne tapera*), corruíra (*Troglodytes musculus*), sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*), sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*), tico-tico (*Zonotrichia capensis*), pula-pula-assobiador (*Basileuterus leucoblepharus*), pia-cobra (*Geothlypis aequinoctialis*) e vira-bosta (*Molothrus bonariensis*).

Por outro lado, 36 espécies foram registradas em somente uma estação amostral durante a última expedição. As estações amostrais 2 e 1, com 17 e 10 espécies, respectivamente, foram as que apresentaram o maior número de espécies exclusivas (Tabela 13.1). O registro das referidas espécies está relacionado às fitofisionomias e à variedade de ambientes, principalmente áreas alagadas, presentes em cada estação amostral.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 13.1. Índice pontual de abundância (IPA) e índice de abundância nos transectos (IAT) das espécies registradas em cada estação amostral durante a campanha de outubro de 2012 no Monitoramento Ambiental da UTE Pres. Médici, Candiota, RS. Espécies listadas em ordem alfabética.

Espécie	IPA1	IPA2	IPA3	IPA4	IPA5	IAT1	IAT2	IAT3	IAT4	IAT5
<i>Agelaioides badius</i>	0,40	0,00	0,00	0,00	0,25	0,67	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Ammodramus humeralis</i>	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,33	0,00
<i>Anas flavirostris</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Anas versicolor</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Anthus lutescens</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Anumbius annumbi</i>	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,33	0,33	0,00	0,67	0,00
<i>Aramides ypecaha</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Ardea alba</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0,00	0,40	0,20	0,20	0,00	0,33	0,33	0,67	1,00	0,00
<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	0,40	0,00	0,00	0,20	0,50	0,67	0,67	0,33	1,33	0,50
<i>Butorides striata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Camptostoma obsoletum</i>	0,40	0,00	0,00	0,00	0,25	1,67	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Caracara plancus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Cariama cristata</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,50
<i>Chauna torquata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Chrysomus ruficapilus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Colaptes campestris</i>	0,40	0,40	0,80	0,40	0,25	1,33	1,00	1,00	1,00	0,50
<i>Colaptes melanochloros</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00
<i>Columbina picui</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,33	0,67	0,00	0,00	1,00
<i>Coragyps atratus</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>	0,60	0,00	0,00	0,20	0,00	1,33	0,00	0,00	1,00	0,00
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0,20	0,20	1,00	0,20	0,00	1,33	0,67	1,67	1,00	0,00
<i>Dendrocygna viduata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Donacospiza albifrons</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Elaenia mesoleuca</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Elaenia obscura</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Elaenia parvirostris</i>	0,80	0,20	0,00	0,80	0,50	2,00	0,67	0,33	2,33	0,50
<i>Embernagra platensis</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50
<i>Empidonomus varius</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Falco sparverius</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Furnarius rufus</i>	0,60	1,40	1,00	1,20	1,25	0,67	2,67	1,33	3,33	3,50
<i>Gallinula galeata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00
<i>Gallinula melanops</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	0,20	0,40	0,60	0,20	0,50	0,33	1,33	1,67	0,33	0,00
<i>Guira guira</i>	0,00	0,40	0,00	0,00	0,25	0,00	0,33	0,33	0,33	0,50
<i>Hylocharis chrysura</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,67	0,00
<i>Icterus cayanensis</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,25	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00
<i>Jacana jacana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lathrotriccus euleri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Leptotila rufaxilla</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Leptotila verreauxi</i>	1,00	0,40	0,40	0,40	1,00	2,33	1,67	1,33	0,67	2,00
<i>Machetornis rixosa</i>	0,20	0,40	0,20	0,20	0,25	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Melanerpes candidus</i>	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mimus saturninus</i>	0,60	0,20	0,00	0,60	0,00	0,33	0,00	0,00	1,00	1,50
<i>Molothrus bonariensis</i>	0,40	0,20	0,20	0,60	1,00	1,33	2,00	0,00	1,00	1,00
<i>Myiarchus swainsoni</i>	0,20	0,60	0,40	0,20	0,50	1,33	0,33	0,67	0,67	1,00
<i>Myiodinastes maculatus</i>	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Myiophobus fasciatus</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,33	0,33	0,00
<i>Myiopsitta monachus</i>	0,20	0,40	0,20	0,20	0,50	0,33	0,67	0,33	0,33	1,50
<i>Nothura maculosa</i>	0,60	0,60	0,00	0,60	0,75	1,00	1,00	0,00	0,67	1,00
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Paroaria coronata</i>	0,40	0,60	0,00	0,00	1,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00
<i>Parula pitiayumi</i>	0,40	0,20	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	0,33	0,33	0,00
<i>Patagioenas maculosa</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Patagioenas picazuro</i>	0,40	0,20	0,80	1,20	0,75	1,33	1,00	0,33	1,00	2,00
<i>Phacellodomus striaticollis</i>	0,20	0,20	0,40	0,00	0,25	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Phimosus infuscatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Piaya cayana</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pipraeidea bonariensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	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	0,33	0,00	0,50
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1,20	1,00	0,80	0,80	0,75	2,00	2,33	1,67	1,67	2,50
<i>Plegadis chihi</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Polioptila dumicola</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poospiza cabanisi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poospiza nigrorufa</i>	0,00	0,80	0,20	0,00	0,25	0,00	1,00	0,00	0,67	0,50
<i>Progne tapera</i>	0,20	0,80	0,20	0,00	0,50	0,33	1,67	0,67	0,67	1,50
<i>Pseudoleistes virescens</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0,40	0,20	0,00	0,00	0,00	0,67	1,00	0,00	0,33	0,00
<i>Pyrhura frontalis</i>	0,40	0,00	0,00	0,20	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rhea americana</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Rhynchotus rufescens</i>	0,00	0,20	0,20	0,80	0,50	0,00	0,00	0,33	1,33	0,50



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Rupornis magnirostris</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00
<i>Saltator aurantirostris</i>	0,40	0,40	0,00	0,80	0,25	0,67	0,00	0,00	1,67	1,50
<i>Saltator similis</i>	0,00	0,00	0,20	0,20	0,50	0,00	0,00	1,33	0,00	1,50
<i>Satrapa icterophrys</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,33	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>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,50
<i>Sicalis flaveola</i>	0,00	0,20	0,40	0,00	0,50	0,33	0,67	0,33	0,33	0,00
<i>Sicalis luteola</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sporagra magellanica</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,33	0,67	0,00
<i>Sporophila caerulea</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Stephanophorus diadematus</i>	0,80	0,00	0,00	0,20	0,00	0,33	0,33	0,00	1,33	0,00
<i>Synallaxis spixi</i>	0,00	0,40	0,60	0,00	0,00	0,33	0,67	0,67	0,00	0,00
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Syrigma sibilatrix</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00
<i>Tangara preciosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Tangara sayaca</i>	0,20	0,00	0,00	0,20	0,50	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Tapera naevia</i>	0,20	0,00	0,20	0,00	0,75	0,33	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Thamnophilus caeruleus</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,33	0,00	0,67	0,00
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	0,20	0,00	0,40	0,00	0,00	0,33	0,00	1,33	0,00	0,50
<i>Theristicus caeruleus</i>	0,20	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,67	0,00	0,00
<i>Theristicus caudatus</i>	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00
<i>Troglodytes musculus</i>	0,80	0,40	1,20	0,80	0,75	2,00	0,67	2,67	3,00	3,50
<i>Turdus albicollis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Turdus amaurochalinus</i>	1,00	0,80	0,00	0,60	0,25	4,33	1,33	0,33	2,67	0,50
<i>Turdus rufiventris</i>	0,40	0,20	0,40	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,67	2,50
<i>Tyrannus melancholicus</i>	0,40	0,20	0,40	0,20	0,25	0,67	0,33	1,00	0,33	1,00
<i>Tyrannus savana</i>	0,40	0,80	0,40	0,60	0,25	0,67	1,00	0,67	3,00	1,00
<i>Vanellus chilensis</i>	0,60	0,80	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	0,33	1,33	2,00
<i>Veniliornis spilogaster</i>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,33	0,00	0,00
<i>Vireo olivaceus</i>	0,80	0,40	0,20	0,40	0,00	1,67	1,00	0,33	1,00	0,00
<i>Volatinia jacarina</i>	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Xolmis cinereus</i>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Xolmis irupero</i>	0,20	0,00	0,00	0,20	0,00	0,67	0,33	0,00	0,33	0,00
<i>Zenaida auriculata</i>	0,60	0,40	0,00	0,40	0,00	3,33	1,67	0,00	1,33	3,00
<i>Zonotrichia capensis</i>	1,20	1,60	1,40	1,80	1,50	5,00	6,00	4,33	5,00	7,00



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nessa última expedição a campo nenhuma espécie enquadrada na Lista da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul (Marques *et al.*, 2002) foi registrada. Ao longo do monitoramento, quatro espécies já foram observadas: junqueiro-de-bico-reto (*Limnoctites rectirostris*) – status Vulnerável, noivinha-de-rabo-preto (*Xolmis dominicanus*) – status Vulnerável, corruíra-do-campo (*Cistothorus platensis*) – status Em Perigo, e veste-amarela (*Xanthopsar flavus*) – status Vulnerável.

Quinze espécies reconhecidas como migrantes de verão (Belton, 1994; Bencke, 2001), que se encontram no Rio Grande do Sul entre o final do inverno e início do outono, foram registradas nessa última expedição a campo – *Butorides striata*, *Coccyzus melacoryphus*, *Elaenia parvirostris*, *Elaenia mesoleuca*, *Pyrocephalus rubinus*, *Lathrotriccus euleri*, *Myiophobus fasciatus*, *Myiodynastes maculatus*, *Empidonomus varius*, *Tyrannus savana*, *Tyrannus melancholicus*, *Myiarchus swainsoni*, *Pachyramphus polychopterus*, *Progne tapera* e *Piranga flava*. Estas espécies são consideradas comuns ou relativamente comuns, ocupando áreas campestres, capoeiras, capões, matas ciliares, áreas úmidas, áreas rurais e até mesmo cidades, como as duas espécies de *Tyrannus*.

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, (#) *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>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 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
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>Circus buffoni</i>	gavião-do-banhado	R
	<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#
Falconidae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	gavião-de-cauda-branca	R
	<i>Caracara plancus</i>	caracará	R
	<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	R



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	<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 paraguaiae</i>	narceja	R
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	R
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	R
	<i>Columbina picui</i>	rolinha-picuí	R
	<i>Patagioenas picazuro</i>	pombão	R
	<i>Patagioenas maculosa</i>	pomba-do-orvalho	R
	<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	M#
	<i>Zenaida auriculata</i>	pomba-de-bando	R
	<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	R
	<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti-gemedeira	R
Psittacidae	<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>Guira guira</i>	anu-branco	R
	<i>Tapera naevia</i>	saci	R
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	jacurutu	R
	<i>Athene cunicularia</i>	coruja-do-campo	R
Caprimulgidae	<i>Hydropsalis torquata</i>	bacurau-tesoura	R
Trochilidae	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-vermelho	R
	<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	R
Alcedinidae	<i>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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	<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
	<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	M
	<i>Empidonomus varius</i>	peítica	M
	<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe	R
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	príncipe	M
	<i>Lathrotriccus euléri</i>	enferrujado	M
	<i>Knipolegus cyanirostris</i>	maria-preta-de-bico-azulado	R
	<i>Satrapa icterophrys</i>	suiriri-pequeno	R
	<i>Xolmis cinereus</i>	primavera	R
	<i>Xolmis irupero</i>	noivinha	R



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	<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 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
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 aurantiirostris</i>	bico-duro	R
	<i>Tangara sayaca</i>	sanhaçu-cinzento	R
	<i>Tangara preciosa</i>	saíra-preciosa	R
	<i>Stephanophorus diadematus</i>	sanhaçu-frade	R
	<i>Paroaria coronata</i>	cardeal	R
	<i>Pipraeidea melanonota</i>	saíra-viúva	R
	<i>Pipraeidea bonariensis</i>	sanhaçu-papa-laranja	R
Emberizidae	<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 caerulescens</i>	coleirinho	R



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	sanhaçu-de-fogo	M
	<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)



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Figura 14.2: Estação amostral 2 - Fazenda Três Lagoas



Figura 14.3: Estação amostral 3 - Fazenda Candiota



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

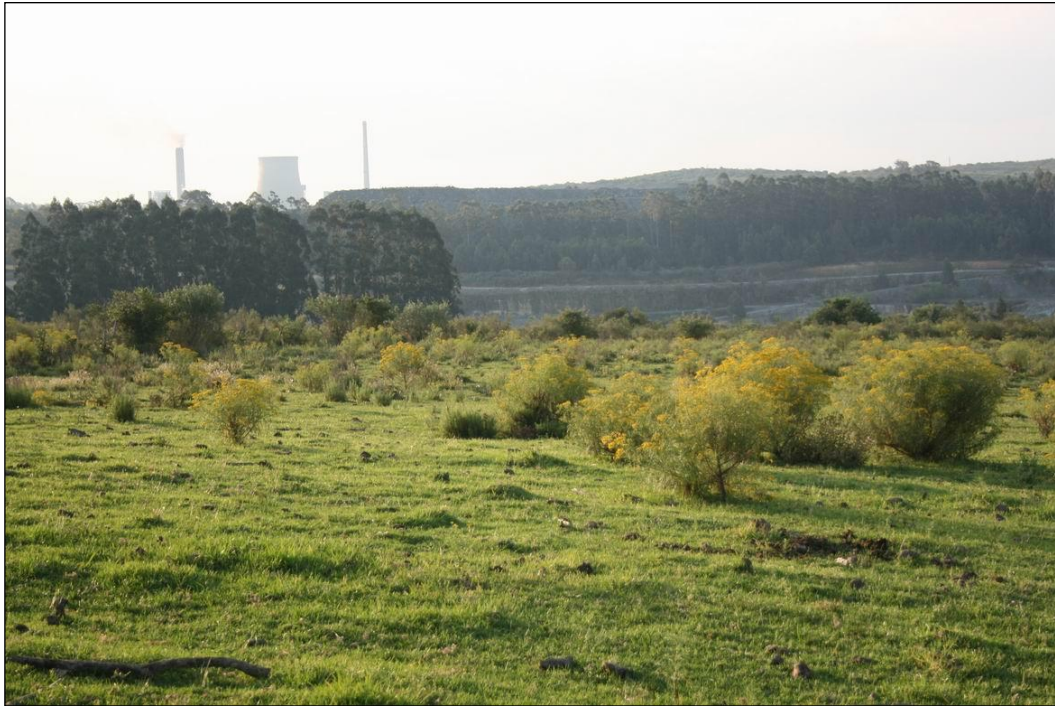


Figura 14.4: Estação amostral 4 – Nordeste



Figura 14.5: Estação amostral 5 – Sudeste



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

14.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 26 a 30 de outubro de 2012. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por tempo seco, céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 17 a 27 °C.

As temperaturas nos dias de amostragens foram condizentes com a média esperada para esta época do ano.



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. 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

14.4 Resultados e Comentários

Neste levantamento foram registradas treze espécies de anuros, tais como *Hypsiboas pulchellus* (Figura 14.1), *Rhinella incaterica* (Figura 14.2) e quatro de répteis, como, *Teius oculatus* (Figura 14.3) e *Boiruna maculata* (Figura 14.4) no somatório das estações amostrais para a segunda 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. Neste monitoramento somam-se até o momento (4 campanhas do primeiro contrato, 3 campanhas do segundo contrato, 3 do terceiro contrato, 4 do quarto contrato e 2 campanha deste contrato) 20 espécies de anfíbios e 17 de répteis.

As estações amostrais possuem características diferentes entre si, o que torna alguns ambientes mais prováveis para o encontro de espécies da herpetofauna, como demonstrado nas campanhas do primeiro, segundo e terceiro contrato, tais ambientes são representados pelas Figuras 14.1 a 14.5.

As temperaturas nos dias de amostragens foram condizentes com a média esperada para esta época do ano, e novamente a seca desta campanha foi uma das mais graves registradas para a região assemelhando-se a última campanha.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 14.1: *Hypsiboas pulchellus*



Figura 14. 2: *Rhinella incanterica*



Figura 14. 3: *Teius oculatus*



Figura 14. 4: *Boiruna maculata*

As Tabelas 14.1 e 14.2 apresentam a Lista de anfíbios e répteis identificados nesta amostragem. Nenhum dos registros é de espécies em alguma categoria de risco segundo a Lista Vermelha da Fauna Ameaçada de extinção do Rio Grande do Sul (Fontana et. al. 2003).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 14.1 - LISTA DAS ESPÉCIES DE ANFÍBIOS IDENTIFICADAS POR ESTAÇÃO AMOSTRAL, Outubro/2012

Família/Espécie	Nome popular	E.A. 1	E.A. 2	E.A. 3	E.A. 4	E.A. 5
BUFONIDAE						
<i>Rhinella incnerica</i>	sapo-cururu				X	X
HYLIDAE						
<i>Dendropsophus minutus</i>	perereca	X		X	X	X
<i>Hypsiboas pulchellus</i>	perereca-do-banhado	X			X	
<i>Pseudis minutus</i>	rã-boiadora	X		X	X	X
<i>Scinax fuscovarius</i>	raspa-de-cuia	X		X	X	X
<i>Scinax granulatus</i>	perereca-raspa-de-cuia	X			X	X
<i>Scinax squalirostris</i>	perereca-nariguda	X		X		X
<i>Scinax uruguayus</i>	perereca	X			X	X
LEIUPERIDAE						
<i>Physalaemus biligonigerus</i>	rã-chorona	X		X	X	X
LEPTODACTYLIDAE						
<i>Leptodactylus latrans</i>	rã-criola	X		X	X	X
<i>Leptodactylus gracilis</i>	rã				X	X
MICROHYLIDAE						
<i>Elachistocleis ovalis</i>	rã-de-barriga-amarela	X			X	X
RANIDAE						
<i>Lithobates catesbeianus</i>	rã-touro					X



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 14.2 - LISTA DAS ESPÉCIES DE RÉPTEIS IDENTIFICADAS POR ESTAÇÃO AMOSTRAL, outubro/2012

Família/Espécie	Nome popular	E.A. 1	E.A. 2	E.A. 3	E.A. 4	E.A. 5
AMPHISBAENIDAE						
<i>Amphisbaenidae darwini</i>	cobra-de-duas-cabeças				X	
COLUBRIDAE						
<i>Boiruna maculata</i>	muçurana				X	
<i>Liophis poecilogyrus</i>	jararaquinha d'água				X	
TEIDAE						
<i>Teius oculatus</i>	teiú-verde					X

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

15. BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR

15.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais, identificadas pelo número 1 a 5, estão apresentadas no Quadro 11.2 e as identificadas pelo número 6 a 12 no Quadro 11.4. Estas Estações foram deslocadas para pontos próximos visando obter-se um posicionamento mais adequado ao escopo do trabalho. As coordenadas dessas Estações estão apresentadas na Tabela 15.1.

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

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

15.2 Trabalho de Campo

A campanha para coleta dos bioindicadores passivos foi realizada no período de 09 a 11 de outubro de 2012. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu encoberto e temperatura do ar variando no intervalo de 15 a 22 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

As Fotos 15.1 a 15.3 apresentam a coleta nas novas EAs.



Foto 15.1: Estação de monitoramento automático localizada em Pedras Altas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Foto 15.2: Coleta de bioindicadores na estação de amostragem EA 12 (Pedras Altas).



Foto 15.3: Vista do posto de saúde na estação de amostragem EA 11 (8 de agosto).

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As espécies amostradas foram:

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

15.3.2 Biomonitoramento Ativo

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

- *Ramalina celastri*
- *Telochistes exilis*

15.4 Métodos analíticos

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

Ambas as amostras de *P. notatum* (lavada e não lavada) foram consideradas como amostras independentes para efeito das análises dos teores de metais totais (Cd, Pb e Zn). Quanto ao teor de enxofre, a análise foi realizada apenas nas amostras lavadas.

A determinação de metais e enxofre nas amostras secas e digeridas com solução ácida de HNO₃ foi realizada pela técnica espectrométrica de Plasma Induzido- ICP/OES. Os Relatórios de Ensaio referentes a estes ensaios estão apresentados em anexo.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

15.5 Resultados parciais

15.5.1 Biomonitoramento passivo

Os resultados obtidos nesta coleta dos bioindicadores com a análise de seus teores de metais não só reafirmam tendências já descritas nos relatórios anteriores, mas também acrescentam novas informações, tendo em vista a incorporação da coleta de bioindicadores junto à estação de monitoramento automático de Pedras Altas (EA12).

Assim, *Elephantopus mollis* apresentou os maiores teores de cádmio, com as EAs 7 e 12 apresentando os maiores valores nominais deste metal (Figura 15.1A). O teor mais elevado de chumbo nas folhas de *E. mollis* foi encontrado na EA 2 (Figura 15.1B), a uma distância intermediária da usina, enquanto o zinco apresentou os maiores valores em estações de amostragem mais próximas à usina como EA 3 e 8 (Figura 15.1C).

O teor de enxofre em folhas de *E. mollis* apresentou um padrão que pode ser explicado em parte pela influência das emissões da usina (Figura 15.1D), uma vez que os teores mais elevados foram encontrados em estações de amostragem situadas na direção predominante dos ventos, como as EAs 7, 10 e 11, por exemplo; porém não tão claro quanto o padrão proporcionado pela acumulação dos metais, talvez porque as diferenças entre os teores de enxofre das plantas nas diferentes EAs são muito pequenas e os teores são elevados em todas as EAs em comparação aos teores de metais, visto que o enxofre é um macronutriente essencial para as plantas (TAIZ & ZEIGER, 2012).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

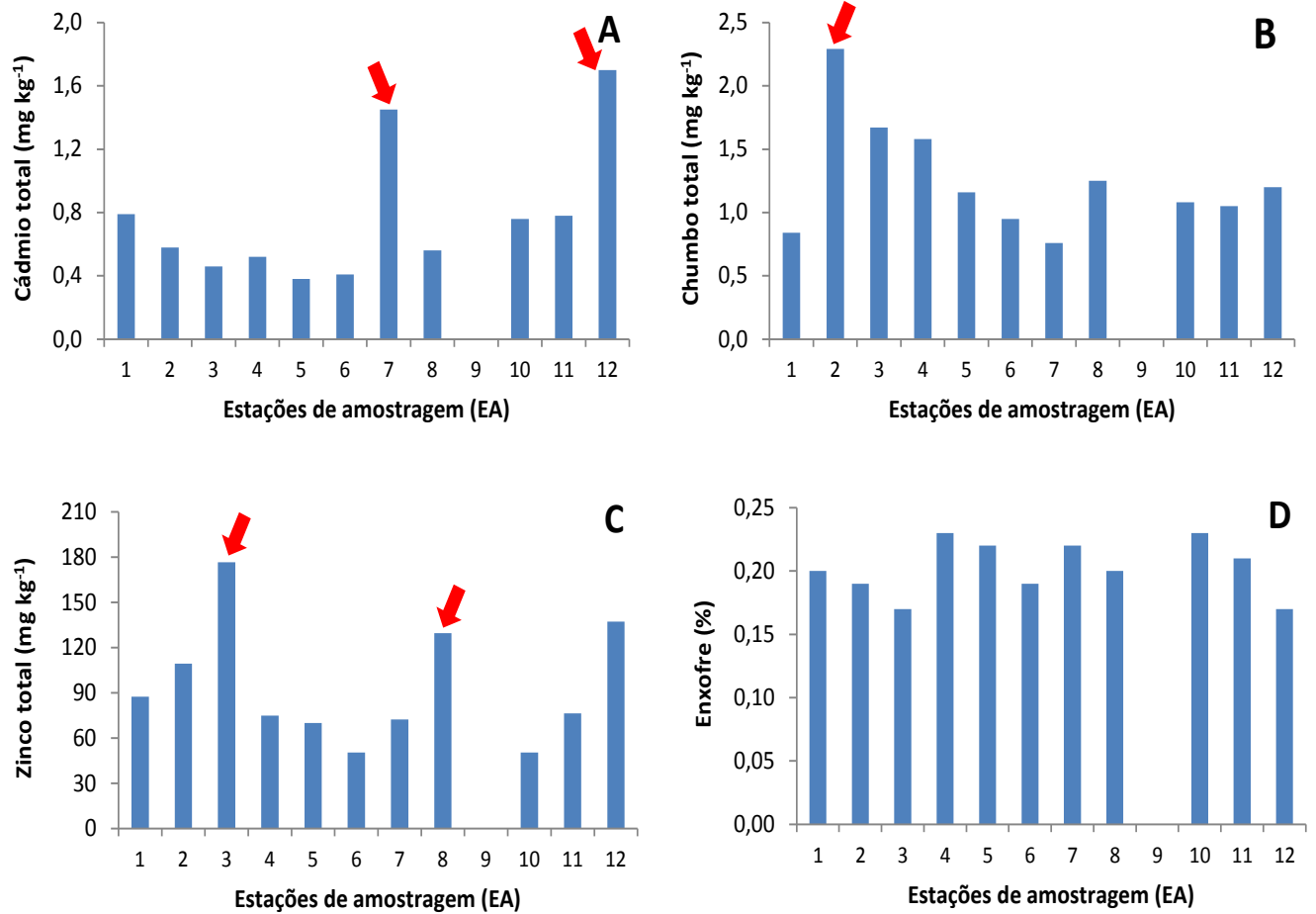


Figura 15.1: Teores de cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e enxofre (D) em folhas de *E. mollis* coletadas de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiotá. As setas indicam as EAs com os maiores teores dos metais, outubro/2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os teores de metais em *B. trimera* apresentaram um padrão, em parte, similar aquele encontrado em *E. mollis*, confirmando as tendências já apresentadas nos relatórios anteriores, ou seja, que as emissões atmosféricas provenientes da usina influenciam e possibilitam o enriquecimento dos teores de metais e enxofre dos bioindicadores situados no entorno da usina, principalmente aqueles localizados na direção sudoeste da usina, isto é, na direção à jusante dos ventos predominantes na região.

Assim, o teor de cádmio em *B. trimera* foi superior ao limite de quantificação apenas nas EAs 1, 7 e 10 (Figura 15.2A). A ocorrência deste valor elevado de cádmio na estação de referência, bem como em Pedras Altas como observado em *E. mollis* (Figura 15.1A) será discutida mais adiante. Os valores mais elevados de chumbo em *B. trimera* foram encontrados nas EAs 5 e 8 (Figura 15.2B). A EA 8 (Afucan), situa-se na mesma direção da EA 2 (Três Lagoas), porém mais perto da usina, a cerca de 2,5 km.

Os maiores teores de zinco foram observados nas EAs 2, 4 e 8 (Figura 15.2C). Como já explicado nos relatórios anteriores, o zinco apresenta tendência a se concentrar nas estações de amostragem mais próximas à usina no quadrante dos ventos predominantes (ventos do quadrante nordeste). A EA 4 situa-se na posição oposta, isto é, a montante da usina, porém já foram observados teores de metais elevados nesta EA, o que pode ser explicado pela deposição de material particulado em condições de calmaria, nas quais a tendência é que a dispersão se dê em todas as direções com a mesma magnitude.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

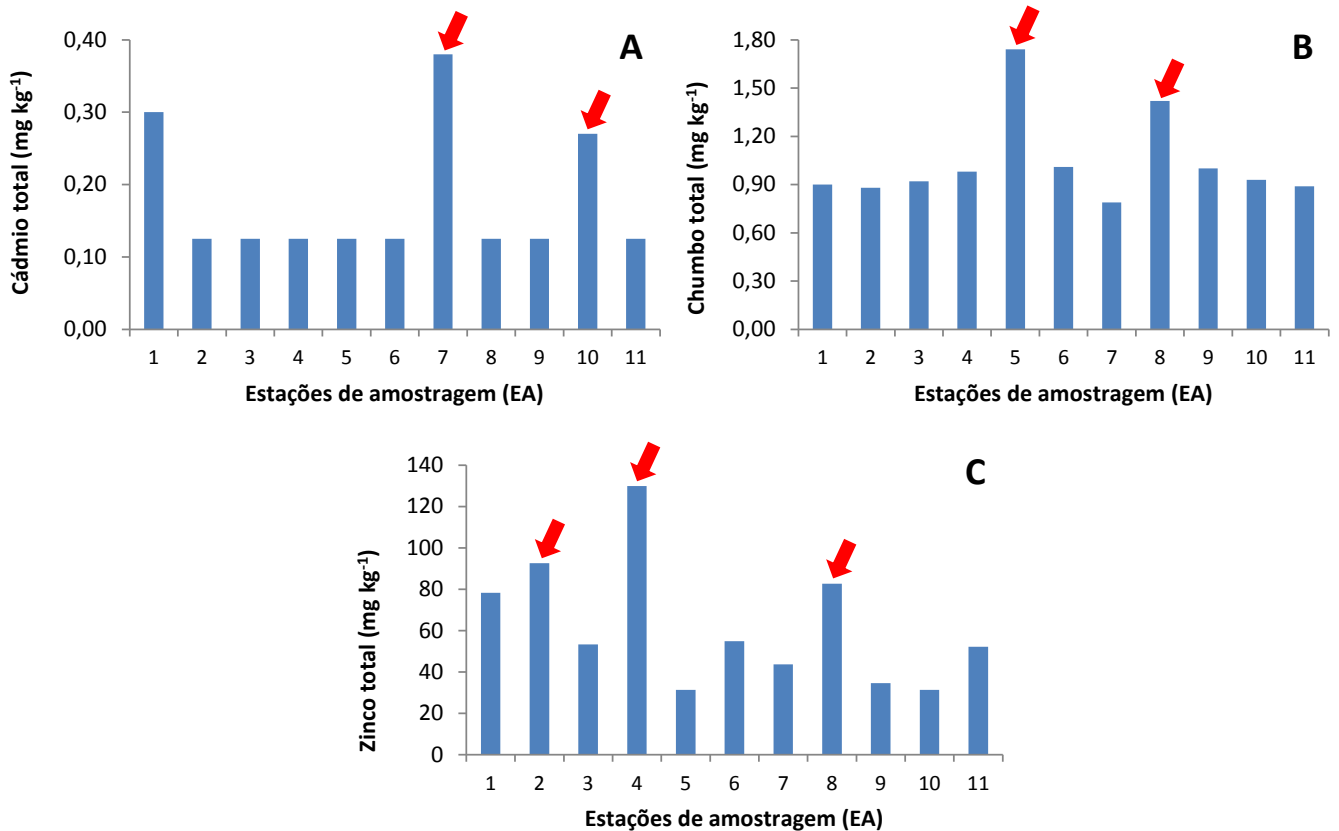


Figura 15.2: Teores de cádmio (A), chumbo (B) e zinco (C) em *B.trimera* de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota. As setas indicam as EAs com os maiores teores dos metais, outubro/2012.

O teor de cádmio nas folhas de *P. notatum*, foi inferior ao limite de quantificação em todas as estações de amostragem, tanto nas amostras lavadas como nas não-lavadas. Porém, o padrão de dispersão dos teores dos demais metais (chumbo e zinco) corroborou o padrão observado nos outros bioindicadores.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Desse modo, em *P. notatum* o teor de chumbo foi maior nas EAs 2, 6 e 7 (Figura 15.3A), enquanto o zinco foi mais elevado na EA 7 (Figura 15.3B). *P. notatum* destaca-se por apresentar teores mais elevados de chumbo em comparação com as outras duas espécies avaliadas, porém praticamente não acumula cádmio e apresenta teores de zinco, em média, menores do que a metade do acumulado por *E. mollis* (comparar escalas do eixo das ordenadas dos gráficos das Figuras 15.1C e 15.3B).

Por outro lado, talvez por apresentar teores de enxofre um pouco superiores aos das outras espécies avaliadas, os teores de enxofre nas estações de amostragem apresenta um padrão de dispersão que permite distinguir mais claramente a influência das emissões da usina sobre o enriquecimento de enxofre nesta gramínea. Assim, EAs 8 e 7, situadas a jusante dos ventos predominantes que carregam as emissões da usina ou a EA 6, situada próximo a usina, geralmente apresentam os maiores teores de enxofre (Figura 15.3C).

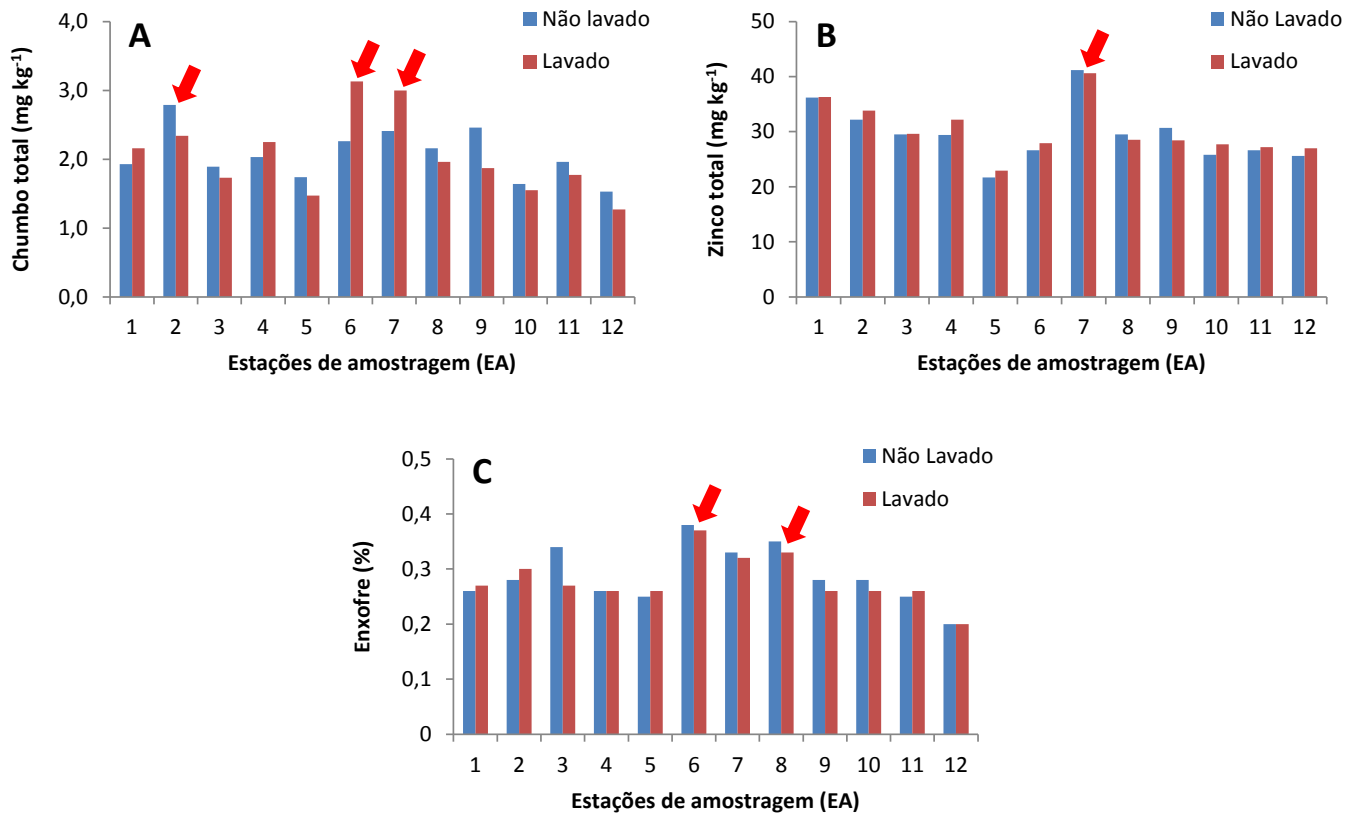


Figura 15.3: Teores de chumbo (A), zinco (B) e enxofre (C) em folhas lavadas e não-lavadas de *P. notatum* de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota. As setas indicam as EAs com os maiores teores dos metais acima, outubro/2012.

O Índice de Poluição por Metais proposto por Singh et al. (2008) integra em um valor único os teores de diferentes metais, permitindo uma síntese do padrão de dispersão dos contaminantes atmosféricos nas estações de amostragem.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

De acordo com o padrão obtido pelo cálculo desse índice (Figura 15.4) as EAs mais impactadas pelas emissões atmosféricas da usina termoeletrica foram as EAs 2, 3, 7, 8 e 12. Enquanto, que a EA 6 (Dário Lassance) obteve o menor escore, indicando, portanto, um menor comprometimento da qualidade do ar neste local.

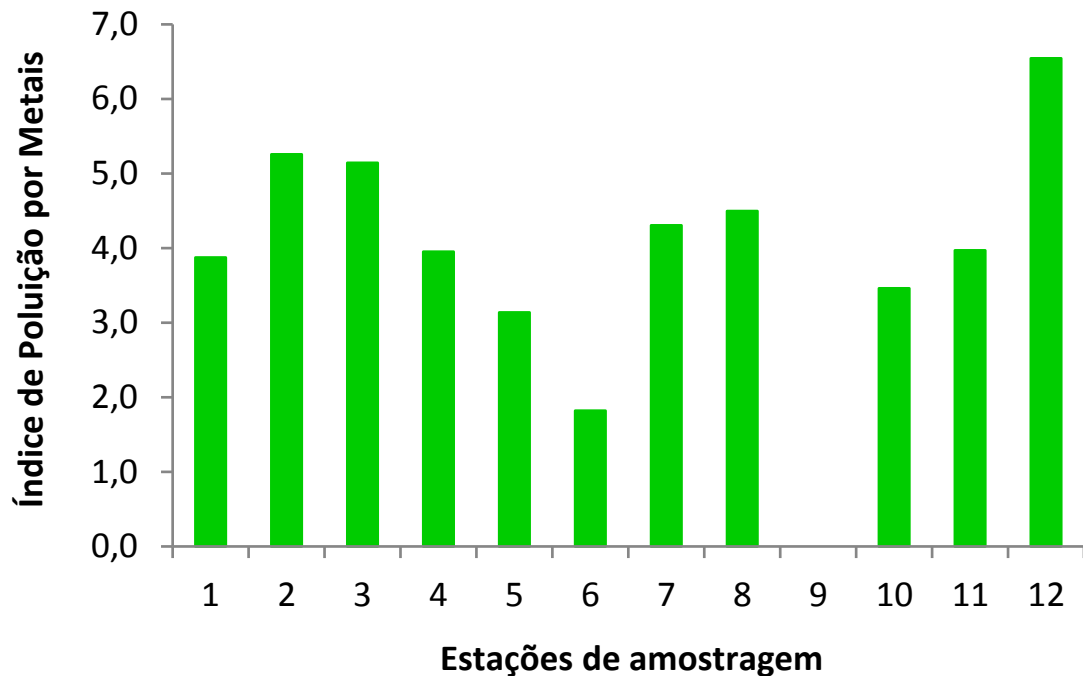


Figura 15.4: Índice de poluição por metais, calculado com base nos teores dos elementos-traço metálicos na matéria seca de folhas de *Elephantopus mollis*, outubro/2012.

O padrão resultante do índice de poluição por metais, se por um lado é satisfatório, uma vez que se constata que o núcleo urbano situado junto a estação de amostragem denominada Dário Lassance provavelmente está submetido a um pequeno impacto proveniente das emissões da usina termoeletrica, por outro, gera incerteza sobre a caracterização do sítio de Pedras Altas como um local de referência ou ponto branco, uma vez que as



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

plantas de *E. mollis* deste local apresentaram o teor mais elevado de cádmio, bem como valores elevados de chumbo e zinco em comparação com os teores apresentados pelas plantas desta espécie coletadas na EA 1 (Serra do Veleda).

Tais resultados são ainda insuficientes para a caracterização de um padrão consistente de dispersão dos contaminantes nas plantas, uma vez que no que diz respeito à EA 12, resultam de uma única campanha de amostragem.

15.5.2 Biomonitoramento ativo

A exposição dos líquens *Ramalina celastri* e *Telochistes exilis*, ocorreu na semana entre 27 e 31 de agosto, sendo que os mesmos permanecerão expostos durante aproximadamente onze meses, conforme formulado no relatório anterior.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

16. ATIVIDADE PECUÁRIA

A atividade de monitoramento da atividade agropecuária, diferentemente das demais que compõe o monitoramento dos bioindicadores ambientais, necessita da participação ativa dos proprietários e trabalhadores das Estações 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: duas unidades produtivas; EA4: duas unidades produtivas; EA5: duas unidades produtivas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

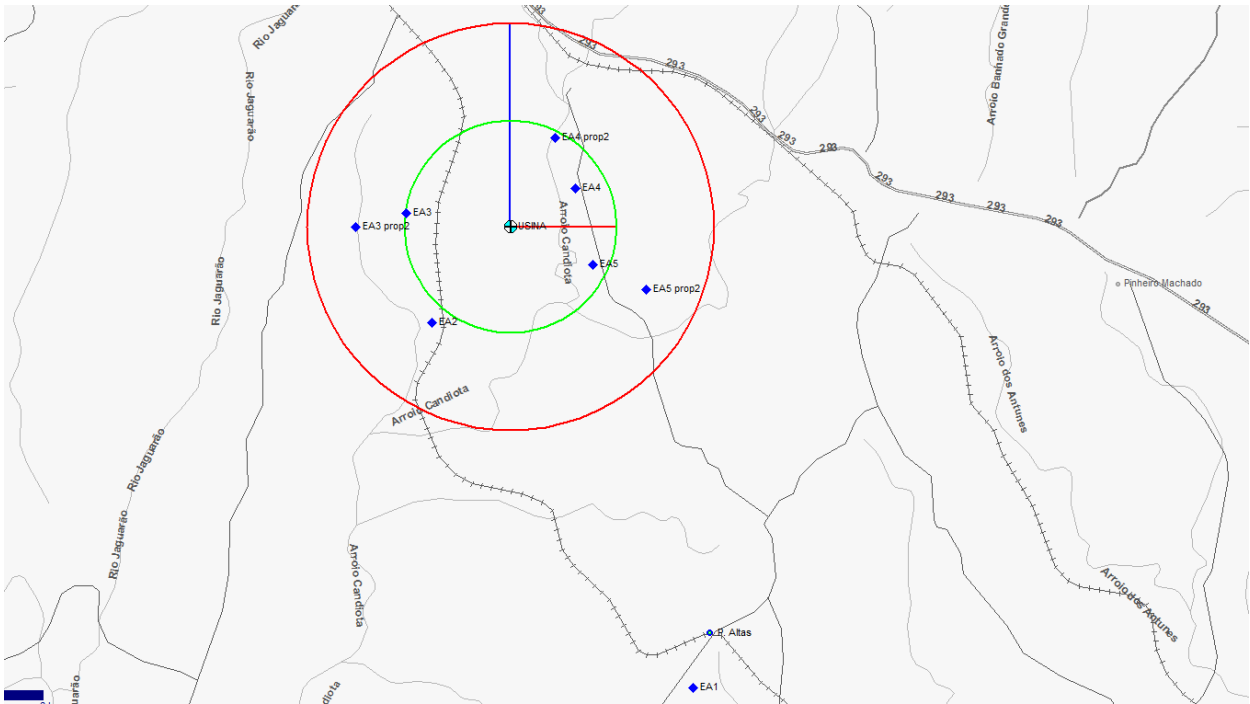


Figura 16.1. Unidades amostrais (o círculo verde representa um raio de 5 Km de distância da usina e o vermelho 10 km).

É importante ressaltar que a atividade pecuária nessas regiões é a principal fonte de renda das unidades agrícolas e qualquer manejo desnecessário ou em época inapropriada para a criação pode gerar prejuízo para o produtor. Na campanha de outubro de 2012 realizaram-se amostragem de solo e extrato vegetal e avaliação das alterações dentárias em ovinos e bovinos.

16.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 29 de outubro a 01 de novembro de 2012. O clima caracterizou-se por temperaturas médias de 19°C, com precipitações de chuvas acumuladas em 132 mm no período (weather Chanel, 2012).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.

Alterações dentárias em ovinos e bovinos

Determinou-se a presença das seguintes alterações:

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

16.4 Resultados e comentários

A campanha, de modo geral, foi bastante satisfatória tendo em vista a possibilidade de coleta de amostras e monitoramento dos animais em todas as propriedades (EAs). Entretanto, nas estações EA2 e EA3 o número de bovinos disponibilizados para a atividade de monitoramento foi menor do que o inicialmente previsto, tendo em vista que as vacas encontravam-se com os terneiros ao pé (em fase de aleitamento) e o trabalho na mangueira pode causar estresse e ferimentos (incluindo morte) aos animais jovens.

Os resultados para os parâmetros sílica e fluoreto analisados nas amostras de estrato vegetal e solo estão apresentados na Tabela 16.1.

Tabela 16.1: Resultados da determinação de sílica e flúor em plantas e solo, outubro/2012.

	Fluoreto	Sílica	
E A 1 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	490	mg/Kg
E A 2 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	391	mg/Kg
E A 3 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	260	mg/Kg
E A 4 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	349	mg/Kg
E A 5 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	304	mg/Kg
E A 1 - Solo	<10	971	mg/Kg
E A 2 - Solo	<10	822	mg/Kg
E A 3 - Solo	<10	941	mg/Kg
E A 4 - Solo	<10	732	mg/Kg
E A 5 - Solo	<10	917	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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Foram amostrados 105 ovinos e 119 bovinos (Tabela 16.2), sendo que todos os animais tiveram os incisivos fotografados para determinação do índice de mosqueamento.

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

Espécie	Estações Amostrais					Total
	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	
Ovinos	20	21	21	21	22	105
Bovinos	30	19	10	30	30	119

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

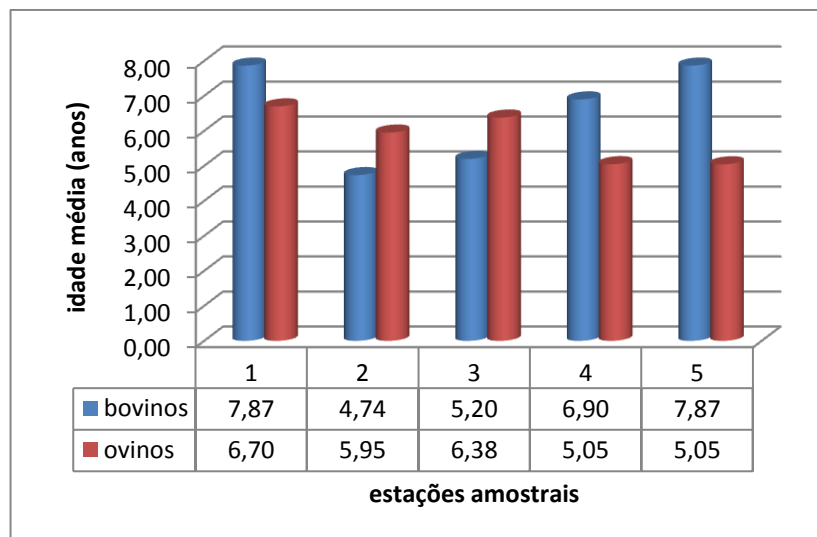


Figura 16.2: Idade média de ovinos e bovinos, segundo a estação amostras (EA), outubro/2012.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A ocorrência (%) de mosqueamento e desgaste com atritamento excessivo dos dentes é apresentada na Figura 16.3.

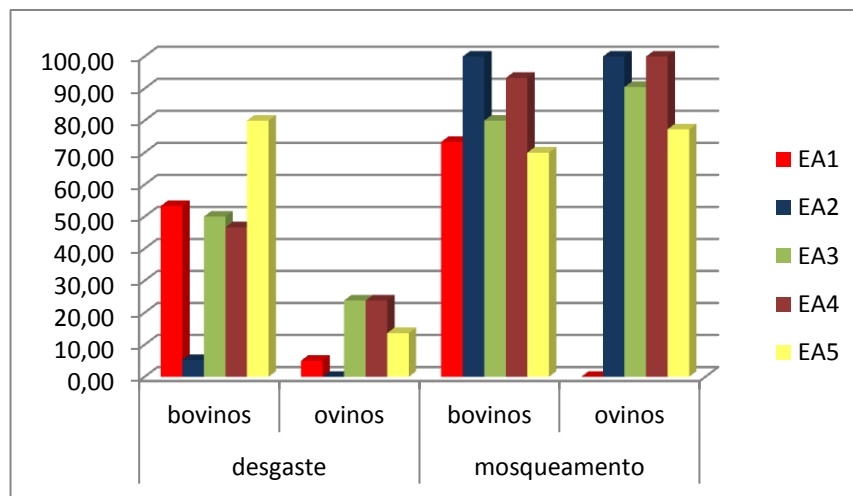


Figura 16.3: Ocorrência (%) de mosqueamento e desgaste por rasamento em ovinos e bovinos, segundo a estação amostral, outubro/2012.

Os resultados das demais observações são apresentados nas Figuras 16.4 e 16.5 para ovinos e bovinos, respectivamente.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

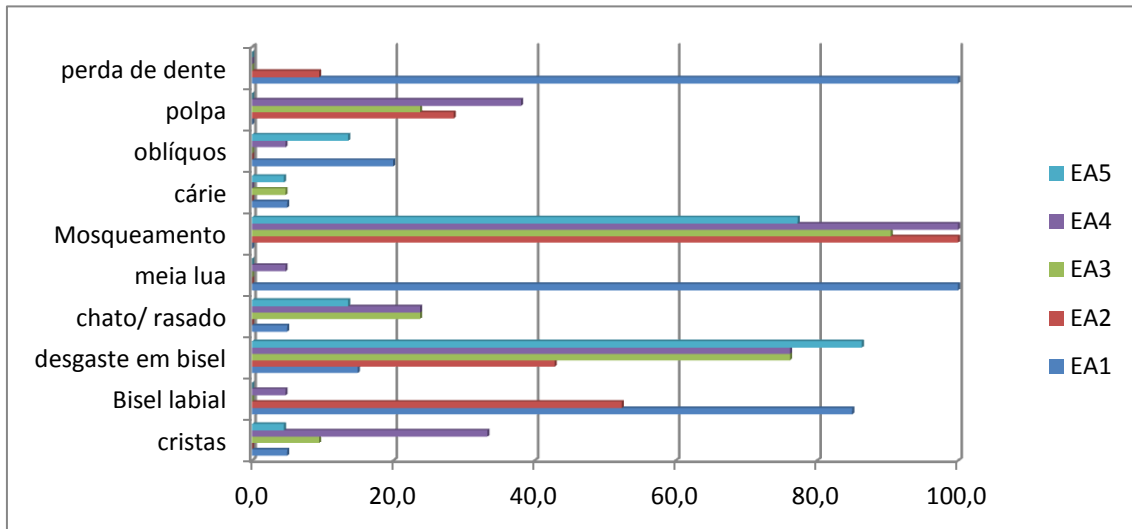


Figura 16.4: Percentual de alterações dentárias observadas em ovinos, segundo a estação amostral, outubro/2012.

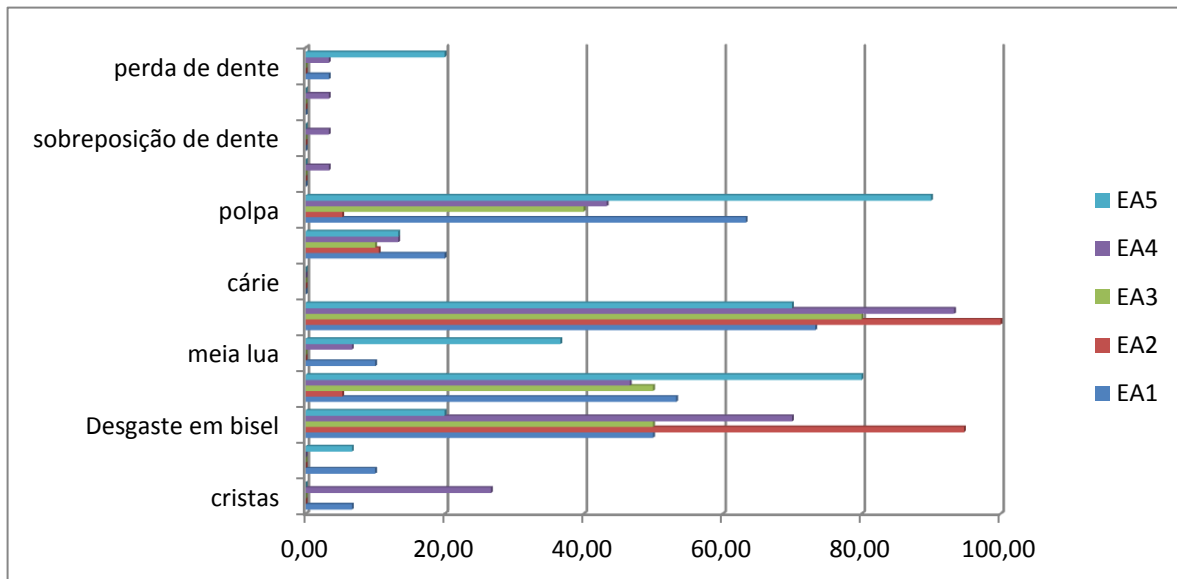


Figura 16.5: Percentual de alterações dentárias observadas em bovinos, segundo a estação amostral, outubro/2012.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I-ÁGUAS SUPERFICIAIS

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

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

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

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

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. Washington, 2005, 21th ed.

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

II- SEDIMENTOS

Bibliografia organizada por data de publicação.

- 1961-TUREKIAN, K.K., WEDEPOHL, K.H., 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geological Society of America Bulletin* 72, 175-192.
- 1979-BOWEN, H.J.M. 1979. *Environmental Chemistry of the Elements*. Academic Press, 1979.
- 1985-SWARTZ, R.C.; SHULTZ, D.W.; DISTWORTH, G.R.; DEBEN, W.A. COLE, F.A. *Sediment toxicity contamination and macrobenthic communities near a large eswage outfall*. Pp 152-175. In: Validation and predicTabelaility of Laboratory Methods for Assessing the fate and effects of Contaminants in Aquatic Ecosystems. T.T. Boyle (ed) American Society for testing and Materials STP 865. Philadelphia, P.A. 1985.
- 1990-LONG, E.R., MORGAN, L.G., 1990. Potential for biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the national status and trends program. NOAA Technical Memorandum NOS OMA 52, *National Oceanic and Atmospheric Administration*, Seattle, Washington.
- 1993- PERSEAUD, D.R.; JAAGUMAGI, R; HAYTON A. 1993. *Guidelines for protection and management of aquatic sediments in Ontário*. Standards Development Branch. Ontario Ministry of Environment and Energy. Toronto, Canada.
- 1994- WILLIAMS, T. P. J.; BUBB M. and LESTER J. N.;1994. *Marine Pollution Bulletin*, 28; 277-290.
- MACDONALD, D. D. 1994. *Approach to the Assessment of Sediment Quality in Florida Coastal Waters*. Volume 1-Development and Evaluation of Sediment Quality Assessment Guidelines, Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee.
- 1995-LONG, E. R., MACDONALD, D. D., SMITH, S. L. and CALDER, F. D..1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management* 19: 81-97.
- WSDE, Washington Administrative Code 1995.Title 173, Chapter 204-*Sediment Management Standards*, Washington State Department of Ecology, Olympia.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

LONG, E.R.; MACDONALD, D.D., 1998. Recommended uses of empirically derived, sediment quality guidelines for Marine and Estuarine Ecosystems. *Human and Ecological Risk Assessment* 4 (5), 1019e1039.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CORMACK, R. 2001. *Sediment Quality Guideline Options for the State of Alaska*. Prepared for the Alaska Department of Environmental Conservation 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, Smalenberg, 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 PELASATIVIDADES 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.; FRENA, M AND MADUREIRA, L. A. S. 2010. Geochemical Markers as a Tool to Assess Sedimentary Organic Matter Sources of the Laguna Estuarine System, South Brazil: Aliphatic and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. *Sociedade Brasileira de Química .J. Braz. Chem. Soc.*, Vol.1, 1-11.

III - FITOPLÂNCTON, PERIFITON E ZOOPLÂNCTON

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

IV- COMUNIDADE BENTÔNICA

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

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

COURTNEY, G.W. & MERRITT, R.W. 2008. Capítulo 22. Aquatic Diptera. Part one. Larvae of aquatic Diptera, pp. 687-722. In R.W. Merritt, K.W. Cummins & M.B. Berg (eds.). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 4a edição. Kendall/Hunt Publishing Co. Dubuque, Iowa. 1158 p.

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

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

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

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

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

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

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

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



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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

VI- FLORA

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

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

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

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

ESRI. Manual Arc View

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

VII- AVIFAUNA

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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>>.

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

VIII – HERPETOFAUNA

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

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

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

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

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

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

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

IX - QUALIDADE DO AR

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

X- PECUÁRIA

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

18. Equipe de Trabalho

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

Biólogo Dr. Alexandre Arenzon

Biólogo Dr. Armando Molina Divan Júnior

Bióloga Dra. Catarina da Silva Pedrozo

Biólogo Dr. Fábio Silveira Vilella

Geógrafo MSc. Heinrich Hasenack

Biólogo Dr. Jan Karel Felix Mahler Junior

Biólogo Dr. Jorge Sebastião Bernardo Silva

Biólogo Dr. Leandro da Silva Duarte

Eng. Químico Dr. Manuel Luiz Leite Zurita

Eng. Química Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez

Geólogo Dr. Nelson Augusto Flores Machado

Biólogo Dr. Paulo Luiz de Oliveira

Biólogo MSc. Rogério Both

Bióloga Dra. Sandra Maria Hartz

Bióloga MSc. Suzana Fagondes de Freitas

Veterinária Dra. Verônica Schmidt

Química MSc. Vera Lúcia Atz



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Equipe de Apoio – Coletas e Análises Laboratoriais

André P.T. Fernandes

Carlos Eduardo Güntzel

Daniela de Carvalho Leite Ribeiro

Daniela Hoss da Silva

Douglas Rita Pereira

Manoel Otávio Fraga da Cunha

Marcelo Saraiva

Maria José Cecília Cardoso

Oswaldo Stalhbam Machado

Rafaela Pestana Leques Tonial

Roberto Nascimento de Farias

Sônia Maria Madalosso

Volmar Garcez de Moraes



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ANEXO

RELATÓRIOS DE ENSAIO