



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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

**MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES
AMBIENTAIS**

Primeiro Relatório Parcial Trimestral

Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011

Setembro/2011





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, 12 de setembro de 2011.

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.

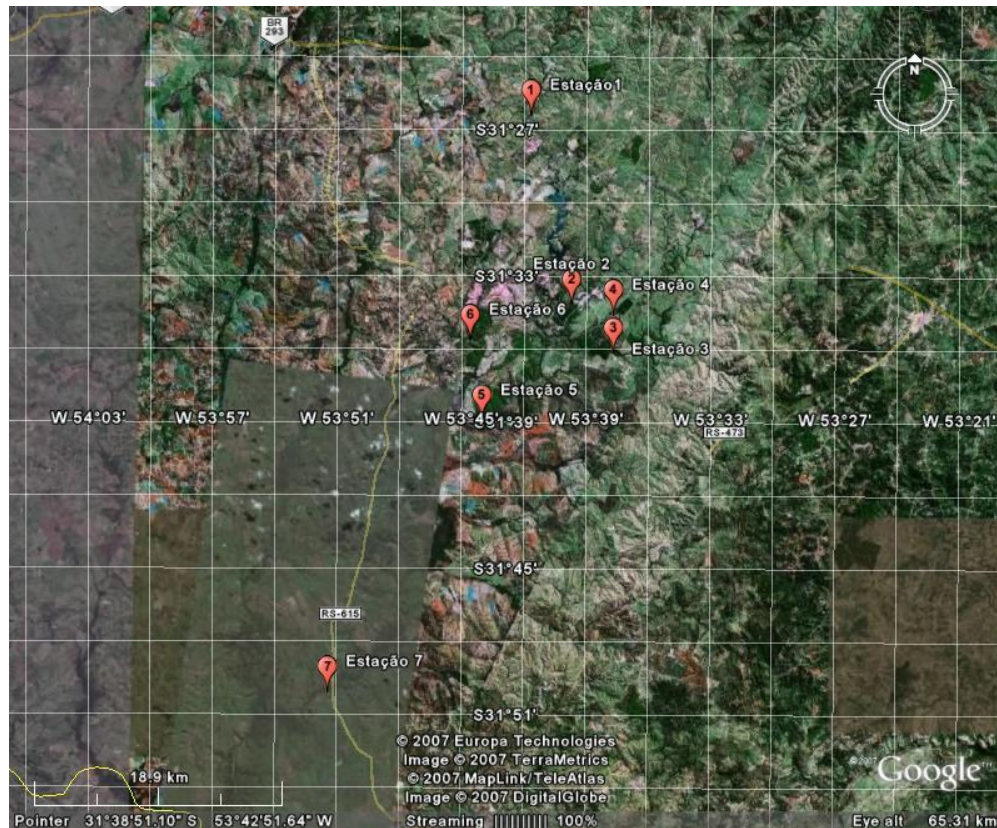


Figura 3.1. Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento



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 18 a 20 de julho de 2011. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu encoberto sem chuvas e temperatura do ar variando no intervalo de 5 a 17 °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	
Essenciais	Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	> 5	1
		3 a 5	2
		< 3	3
	pH	6 – 9	1
		5 a 6 e 9 a 9.5	2
		< 5 e > 9.5	3
	Toxicidade	não tóxico	1
		Efeito crônico	2
		Efeito agudo	3
Substâncias Tóxicas	Cádmio total (mg.L ⁻¹)	< 0.001	1
		0.001 a 0.005	2
		> 0.005	3
	Cromo total (mg.L ⁻¹)	< 0.05	1
		0.05 a 1	2
		> 1	3
	Cobre dissolvido(mg.L ⁻¹)	< 0.009	1
		0.009 a 0.05	2
		> 0.05	3
	Chumbo total (mg.L ⁻¹)	< 0.01	1
		0.01 a 0.08	2
		> 0.08	3
	Mercúrio total (mg.L ⁻¹)	< 0.0002	1
		0.0002 a 0.001	2
		> 0.001	3
	Níquel total (mg.L ⁻¹)	< 0.025	1
		0.025 a 0.160	2
		> 0,160	3
Fenóis totais (mg.L ⁻¹)	< 0.003	1	
	0.003 a 0.05	2	
	> 0.05	3	
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	< 0.5	1	
	0.5 a 1	2	
	> 1	3	
Zinco total (mg.L ⁻¹)	< 0.18	1	
	0.18 a 1	2	
	> 1	3	

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

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

Onde:

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

4.5 Índice de Qualidade da Água

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

O IQA é determinado pelo produtório ponderado dos sub-índices de qualidade correspondentes aos parâmetros constantes da Tabela 2.5, com seus respectivos pesos ponderais.

Tabela 4.5 - Parâmetros constantes do IQA

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Modelo produtivo para o cálculo do IQA:

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

Onde:

w_i = peso relativo do i ésimo parâmetro

q_i = qualidade relativa do i ésimo parâmetro

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

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

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

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

4.6 Resultados e Considerações

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4. 6. Resultados das análises físicas, químicas e ecotoxicológicas realizadas nas estações amostradas em julho /2011.

Parâmetro	P1	P2	P3	P4
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	44,1	62,1	68,6	149
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	46,2	59,9	68,5	85,6
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	<2	<2	<2	<2
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	228	36	133	186
Fenóis (mg.L ⁻¹)	<0,003	0,003	<0,003	<0,003
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	0,03	0,08	0,03	0,17
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	0,19	0,38	0,21	0,53
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹)	<0,1	<0,1	<0,1	0,11
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	4,3	4,9	5,4	9,0
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	9,56	10,5	10,0	11,3
pH	6,74	6,94	7,10	7,08
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	83	110	101	159
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)	15,0	12,9	12,0	12,5
Turbidez (NTU)	17,0	47,5	23,5	37,9
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,85	2,20	4,00	2,03
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)	0,67	1,31	1,69	1,15
Manganês total (mg.L ⁻¹)	0,06	0,06	<0,05	0,09
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	TC	NE	TC
Toxicidade – microcrustáceos	NE	NE	NE	NE
Toxicidade - peixes	NE	NE	NE	NE

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.7. Resultados das análises físicas, químicas e ecotoxicológicas realizadas nas estações amostradas em julho /2011

Parâmetro	P5	P6	P7
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	84,0	310	112
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	64,1	19,8	86,0
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	<2	<2	<2
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	344	7	548
Fenóis (mg.L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	0,08	0,01	0,09
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	0,35	0,32	0,28
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹)	<0,1	0,3	<0,1
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	6,2	14,3	3,8
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	9,96	11,1	10,1
pH	7,10	5,05	6,98
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	136	228	178
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	<0,1	0,2	<0,1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	16,0	15,7	15,2
Turbidez (NTU)	41,0	0,97	44,9
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	2,10	0,54	2,54
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)	1,18	0,45	1,25
Manganês total (mg.L ⁻¹)	0,08	0,87	0,06
Mercúrio 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	NE	TC	NE
Toxicidade – microcrustáceos	NE	TC	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, julho /2011.

Estação amostral	IPMCA*	IQA*
P1	1 (boa)	72,8 (boa)
P2	4 (ruim)	76,2 (boa)
P3	1 (boa)	75,2 (boa)
P4	2 (regular)	71,3 (boa)
P5	1 (boa)	69,8 (boa)
P6	3 (ruim)	70,6 (boa)
P7	1 (boa)	66,5 (boa)

* Fonte CETESB



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.9. Condição de Qualidade das estações amostrais conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, em julho /2011.

Parâmetro	P1 Classe	P2 Classe	P3 Classe	P4 Classe
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	-	-	-
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	1	1	1	2
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	2
Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹)	1	1	1	1
Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹)	1	1	1	1
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	1	1	1	1
pH	1	1	1	1
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹)	1	1	1	1
Temperatura (°C)	-	-	-	-
Turbidez (NTU)	1	2	1	1
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	4	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	1
Mercurio total (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Níquel total (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Zinco total (mg.L ⁻¹)	1	1	1	1
Toxicidade	1	3	1	1



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.10. Condição de Qualidade das estações amostrais conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, em julho /2011.

Parâmetro	P5 Classe	P6 Classe	P7 Classe
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	-	-
Cor aparente (mg Pt-Co.L^{-1})	1	1	2
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	1
Nitrato ($\text{mg NO}_3\text{-N.L}^{-1}$)	1	1	1
Nitrogênio amoniacal($\text{mgNH}_3\text{-N.L}^{-1}$)	1	1	1
Óleos e Graxas (mg.L^{-1})	1	1	1
Oxigênio Dissolvido ($\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$)	1	1	1
pH	1	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	2
Alumínio dissolvido (mg.L^{-1})	4	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	1	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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

5. SEDIMENTOS

5.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

Tabela 5.1 - Parâmetros para monitoramento dos Sedimentos

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

5.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 18 a 20 de julho de 2011. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu encoberto sem chuvas e temperatura do ar variando no intervalo de 5 a 17 °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. Estão apresentadas na Tabela 5.8.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.8 - Percentuais das frações granulométricas cascalho, areia, silte e argila nas estações amostrais do Arroio Candiota, julho/2011.

Classes de Tamanhos	1	2	3	4	5	6	7
Cascalhos(%)	19,6	9	36,5	0	6	33,4	0
Areia MtoGrossa(%)	12,5	7,7	2,4	0	18,1	12	0,1
Areia Grossa(%)	24,3	18,1	6,9	0	26,1	8,8	0,8
Areia Media(%)	14,3	46,2	35,6	2,2	41,4	10,4	16
Areia fina(%)	17	15	17,2	7,9	5,2	21,2	44,5
Areia MtoFina(%)	10,3	3,6	1,2	43,8	1,7	8,3	37,4
Silte (%)	1,5	0,3	0,1	37,5	1,4	3,8	1
Argila(%)	0,5	0	0	8,6	0	2	0,1
Σ	100	99,9	99,9	100	99,9	99,9	99,9

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.

A classificação textural proposta por Folk, em 1954, está baseada, essencialmente, num diagrama triangular em que são representados proporcionalmente os conteúdos percentuais em cascalho (>2mm), em areia (2mm a 0,062mm) e em lodo (<0,062mm).

A Figura 5.1 apresenta a plotagem dos sedimentos do estudo no diagrama de Folk.

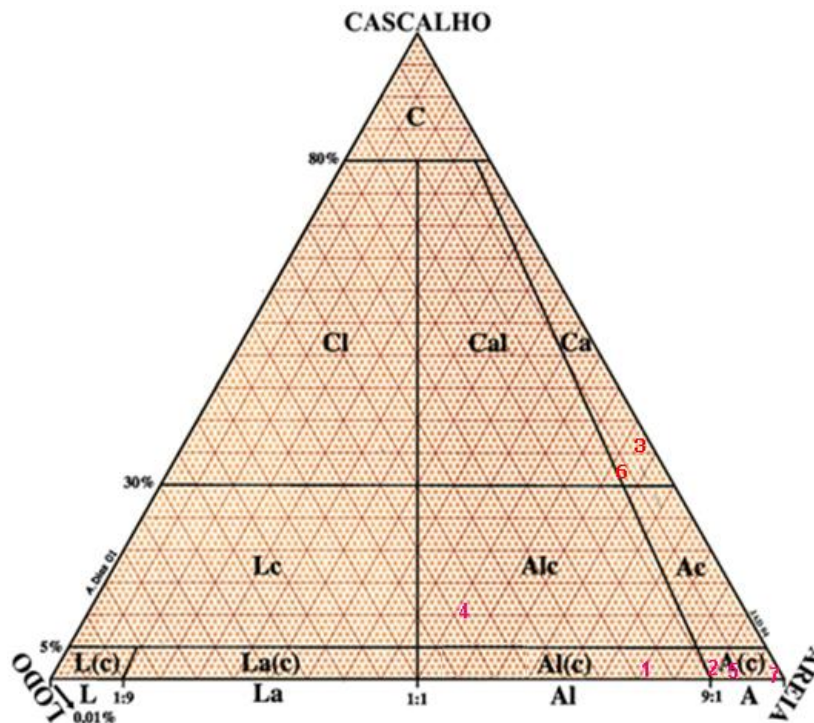


Figura 5.1- Diagrama triangular de FOLK(1954), relacionando as classes granulométricas Cascalho-Areia-Lodo. Os números em vermelho (1 a 7) dentro do diagrama correspondem as amostras do estudo.

Na Tabela 5.9 têm-se a variação dos descritores granulométricos para os sedimentos de fundo do Arroio Candiota para a campanha de Julho de 2011.

Tabela 5.9 - Valores calculados para os descritores granulométricos estatísticos dos sedimentos de corrente do Arroio Candiota, Mz (tamanho médio), Ti (desvio padrão), Ski (assimetria) e KG (curtose), julho/2011.

Amostras	Mz	Ti	Ski	KG
1	0,77	1,59	0,38	0,63
2	1,27	1,05	0,06	1,05
3	1,07	0,93	0,19	0,64
4	4,63	1,84	0,93	1,31
5	0,88	1,13	0,12	1,11
6	1,20	1,41	0,88	0,73
7	2,87	0,72	0,00	0,75



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A teoria de discriminação estatística de SAHU (1964), que estabelece funções discriminantes determinando limites que podem identificar o meio de deposição da amostra analisada. Em análises desta natureza emprega-se o tamanho médio (Mz), a variância (Ti^2) em lugar do desvio padrão (Ti), a Assimetria (SKi) e a curtose (KG). A Tabela 5.10 apresenta os resultados das equações discriminantes e o referido meio obtido numericamente.

Tabela 5.10- Resultado da metodologia de Sahu, discriminação ambiental, julho/2011.

Amostras	Ye-Yp	Yp-Ym	Ym-Yf	Yf-Yt	Meio
1	91,08	195,80	-23,64	0,32	Turbidez
2	141,35	112,33	-9,47	5,65	Turbidez
3	85,22	88,40	-8,13	2,51	Turbidez
4	171,17	337,28	-33,00	2,63	Turbidez
5	150,69	119,72	-11,37	5,21	Turbidez
6	99,13	178,69	-21,34	-2,03	Turbidez
7	93,13	92,85	-3,69	5,86	Turbidez

Na Tabela 5.11 apresentam-se os resultados das percentagens dos tamanhos de grãos.

Tabela 5.11- Percentuais componentes das frações granulométricas e o calculo da razão (cascalho+areia)/(silte+argila), julho/2011.

Estação	Razão	Cascalhos(%)	Areia(%)	Silte (%)	Argila(%)
1	49,00	19,6	78,4	1,5	0,5
2	332,00	9	90,6	0,3	0
3	998,00	36,5	63,3	0,1	0
4	1,17	0	53,9	37,5	8,6
5	70,36	6	92,5	1,4	0
6	16,22	33,4	60,7	3,8	2
7	89,82	0	98,8	1	0,1



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A forma da curva de frequência acumulada dos tamanhos de grãos, log probabilidade, foi utilizada na interpretação das condições de sedimentação dos sedimentos de fundo fluvial. Nas Figuras 5.2 a 5.8 estão as curvas de frequência acumulada para os sedimentos de corrente do Arroio Candiota, em escala logaritmica.

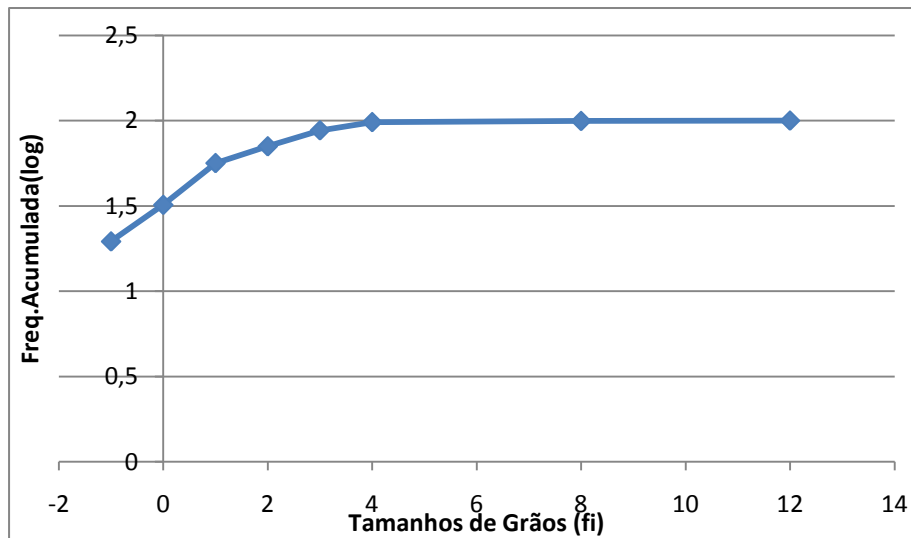


Figura 5.2- Curva de frequência acumulada da distribuição de tamanhos de grãos da estação 1, julho/2011.

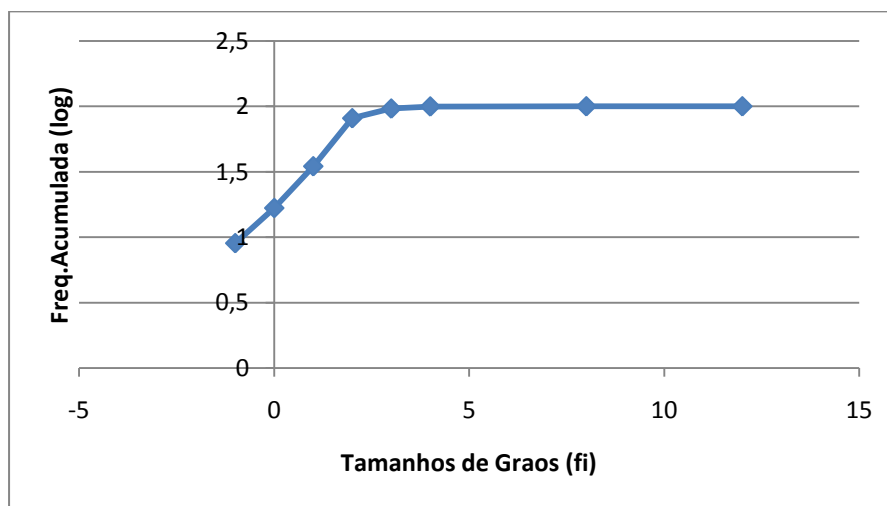


Figura 5.3 - Curva de frequência acumulada da distribuição de tamanhos de grãos da estação 2, julho/2011.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

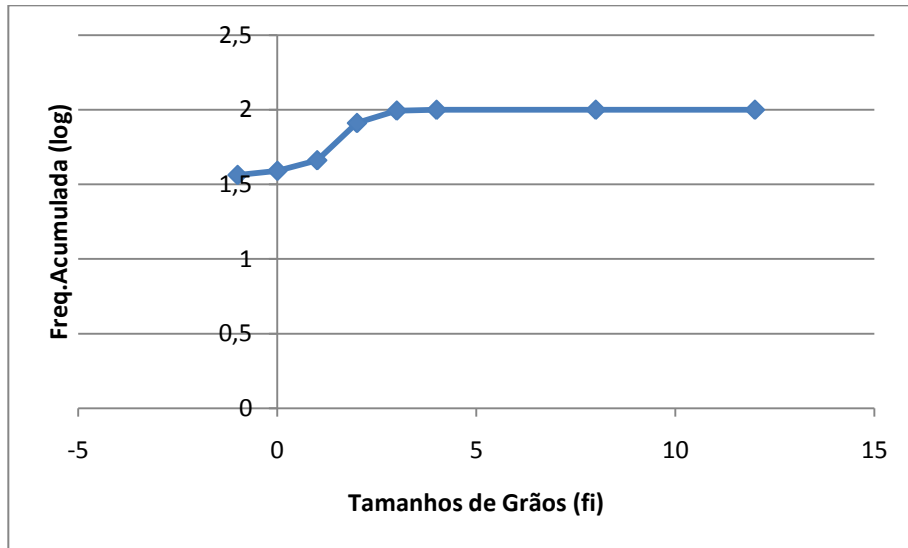


Figura 5.4 - Curva de freqüência acumulada da distribuição de tamanhos de grãos da estação 3, julho/2011.

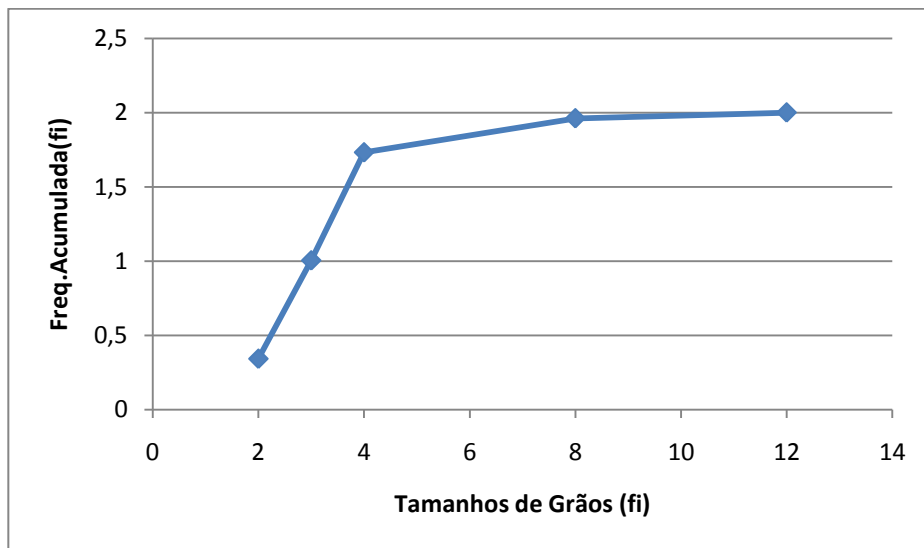


Figura 5.5 - Curva de freqüência acumulada da distribuição de tamanhos de grãos da estação 4, julho/2011.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

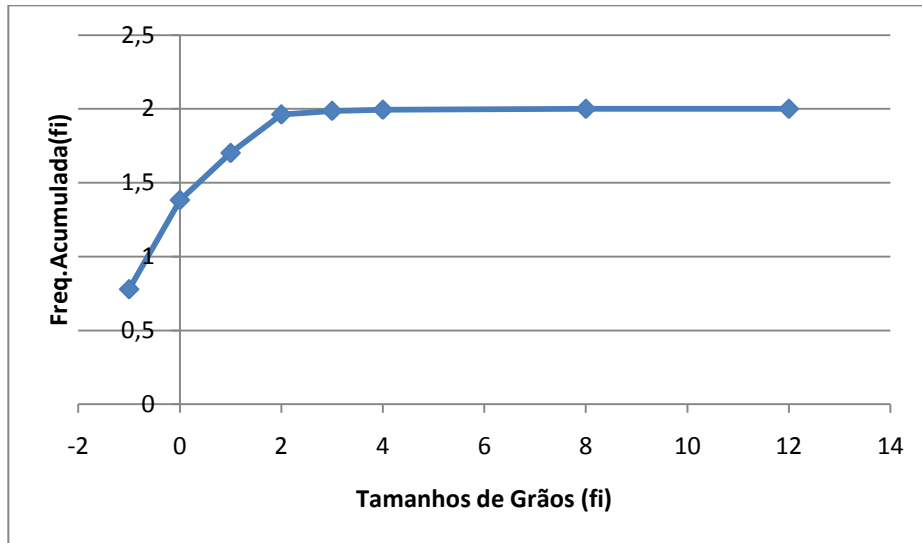


Figura 5.6 - Curva de frequência acumulada da distribuição de tamanhos de grãos da estação 5, julho/2011.

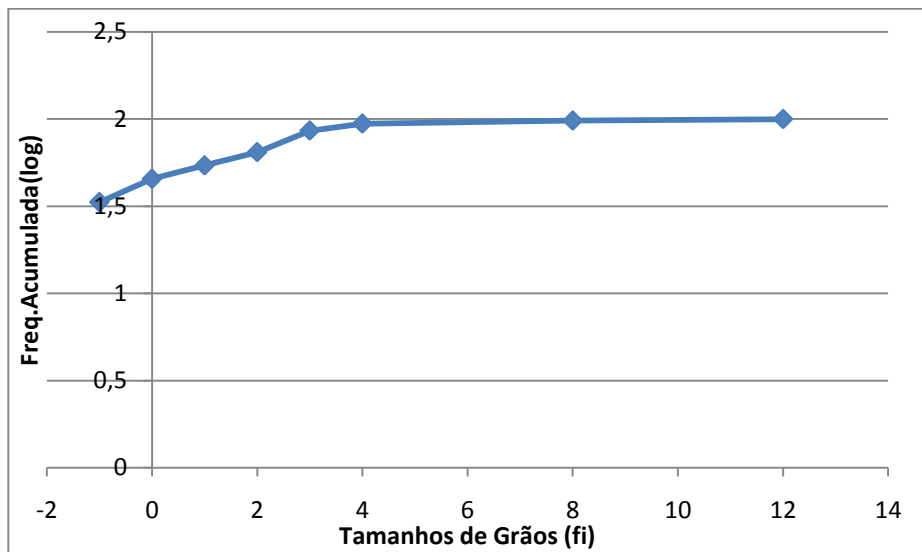


Figura 5.7 - Curva de frequência acumulada da distribuição de tamanhos de grãos da estação 6, julho/2011.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

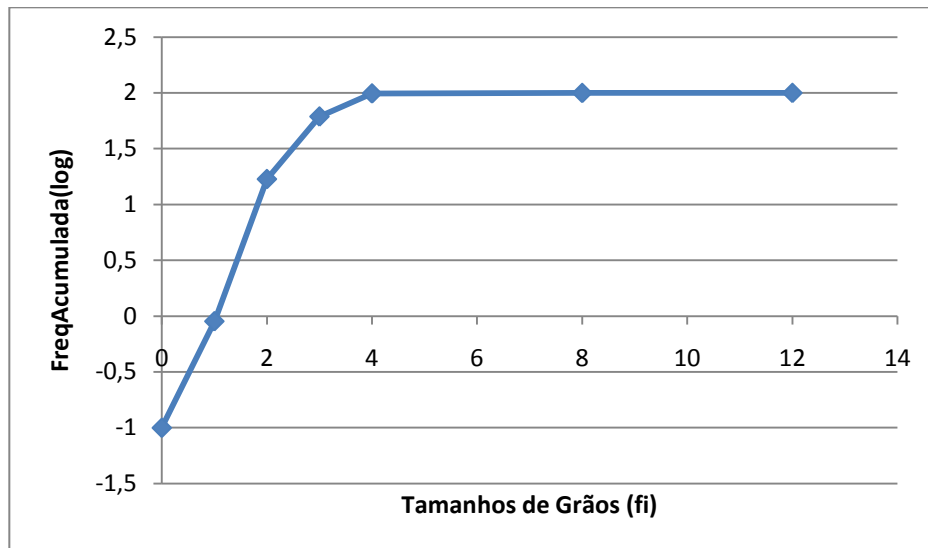


Figura 5.8 - Curva de frequência acumulada da distribuição de tamanhos de grãos da estação 7, julho/2011.

5.5.2 Química dos Sedimentos

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

Os sedimentos podem atuar como portadores e possíveis fontes de contaminação por que 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.

Nas Tabelas 5.12 e 5.13, apresentam-se respectivamente as concentrações resultantes do ataque forte e de ataque fraco as amostras de sedimentos de corrente do Arroio Candiota produzidas em julho de 2011.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.12 – Concentrações, metal **total**, encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio Candiota na campanha amostral de julho-2011

Estações	10	20	30	40	50	60	70
Altot(ppm)	24515	27903	37884	23945	27971	44125	33533
Astot(ppm)	8	8	8	8	8	8	8
Cdtot(ppm)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Pbtot(ppm)	15,9	27,1	19,6	11,4	13,6	19,9	15
Cutot(ppm)	8	13,6	8	13,5	8	13,2	8
Crtot(ppm)	10,6	35,3	8,3	25,2	13,7	36	8,3
Fetot(ppm)	14484	37496	16078	27284	13261	27827	10274
Mntot(ppm)	1926	624,8	409,2	853,6	378,9	50,8	416,7
Hgtot(ppm)	0,15	0,52	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Nitot(ppm)	7	19,7	8	18,3	9,1	10,2	8
Zntot(ppm)	28,9	76,2	20,2	102,5	27,5	26,3	26,7

Tabela 5.13 – Concentrações, metal **disponível**, encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio Candiota na campanha amostral de julho-2011.

Estações	10	20	30	40	50	60	70
Aldisp(ppm)	17086	25974	8711	22980	16062	33,407	12029
Asdisp(ppm)	3,2	4	2,5	2,5	2,6	6,8	2,5
Cddisp(ppm)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Pbdisp(ppm)	6,2	11,6	6,6	3,1	5,3	13,3	3,6
Cudisp(ppm)	4,2	11,1	2,7	10,7	5	10,2	3,6
Crdisp(ppm)	5,7	25	5,4	22,2	7,4	15,8	5,8
Fedisp(ppm)	11212	17698	13297	14294	10517	26272	8792
Mndisp(ppm)	1145	583,4	352,1	735,4	355,5	50,3	408,4
Hgdisp(ppm)	0,15	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Nidisp(ppm)	3,7	12,6	2,9	11,8	5,7	6,2	5
Zndisp(ppm)	18,6	58,6	15,8	64,2	22,8	23,1	21,8

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

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

taxa encontrada no sedimento
taxa a ser comparada



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Toda a vez que o numerador (A) se aproximar do valor do denominador (B), o resultado da razão tenderá a 1. Toda a vez que o numerador for maior que o denominador este valor será maior que 1.

Como critério utilizado neste relato técnico, a cor **verde** será indicativo que o valor esta abaixo de 0,50 e, portanto, a condição mostra que o valor de referencia é muito maior que a taxa medida no sedimento.

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

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

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

Na Tabela 5.14 apresenta-se o resultado da razão calculada para cada metal e para cada estação amostral.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.14 - Cálculo do Índice de Tolerância Potencial IT_c , para cada um dos metais para cada uma das estações. O T significa a Tolerância crítica (T), neste caso o valor de referência, julho/2011.

Elementos	T	IT_{c10}	IT_{c20}	IT_{c30}	IT_{c40}	IT_{c50}	IT_{c60}	IT_{c70}
Al(ppm)								
As(ppm)	57	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Cd(ppm)	5,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Pb(ppm)	450	0,04	0,06	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03
Cu(ppm)	390	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
Cr(ppm)	260	0,04	0,14	0,03	0,10	0,05	0,14	0,03
Fe(ppm)								
Mn(ppm)								
Hg(ppm)	0,41	0,37	1,27	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Ni(ppm)								
Zn(ppm)	410	0,07	0,19	0,05	0,25	0,07	0,06	0,07

Nesta concepção de referências químicas, apenas a estação 2, apresenta-se acima da Tolerância Crítica para o elemento mercúrio.

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 5.15 e 5.16 na forma de índices.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.15 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração limiar de efeito(TEC), concepção TEC-PEC, julho/2011.

Índices TEC	10	20	30	40	50	60
IndAlTEC						
IndAsTEC	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
IndCdTEC	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
IndPbTEC	0,19	0,33	0,24	0,14	0,16	0,24
IndCuTEC	0,09	0,15	0,09	0,15	0,09	0,15
IndCrTEC	0,14	0,46	0,11	0,33	0,18	0,47
IndFeTEC	0,48	1,25	0,54	0,91	0,44	0,93
IndMnTEC	2,47	0,80	0,52	1,09	0,49	0,07
IndHgTEC	0,23	0,81	0,23	0,23	0,23	0,23
IndNiTEC	0,19	0,55	0,22	0,51	0,25	0,28
IndZnTEC	0,10	0,26	0,07	0,35	0,09	0,09

Tabela 5.16 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) e a concentração de provável efeito(PEC), concepção TEC-PEC, julho/2011.

Índice PEC	10	20	30	40	50	60	70
IndAlIPEC							
IndAsPEC	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
IndCdPEC	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
IndPbPEC	0,12	0,21	0,15	0,09	0,10	0,15	0,12
IndCuPEC	0,05	0,09	0,05	0,09	0,05	0,09	0,05
IndCrPEC	0,10	0,32	0,08	0,23	0,12	0,33	0,08
IndFePEC	0,36	0,94	0,40	0,68	0,33	0,70	0,26
IndMnPEC	1,75	0,57	0,37	0,78	0,34	0,05	0,38
IndHgPEC	0,14	0,47	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
IndNiPEC	0,14	0,40	0,16	0,37	0,19	0,21	0,16
IndZnPEC	0,06	0,17	0,04	0,22	0,06	0,06	0,06



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas taxas estabelecidas na concepção 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 5.17 e 5.18 na forma de índices.

Tabela 5.17 – 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, julho/2011.

Índices LEL	10	20	30	40	50	60	70
IndAlLEL							
IndAsLEL	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
IndCdLEL	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
IndPbLEL	0,51	0,87	0,63	0,37	0,44	0,64	0,48
IndCuLEL	0,50	0,85	0,50	0,84	0,50	0,83	0,50
IndCrLEL	0,41	1,36	0,32	0,97	0,53	1,38	0,32
IndFeLEL	0,72	1,87	0,80	1,36	0,66	1,39	0,51
IndMnLEL	4,19	1,36	0,89	1,86	0,82	0,11	0,91
IndHgLEL	0,75	2,60	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
IndNiLEL	0,44	1,23	0,50	1,14	0,57	0,64	0,50
IndZnLEL	0,24	0,64	0,17	0,85	0,23	0,22	0,22

Tabela 5.18 – 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, julho/2011.

Índices SEL	10	20	30	40	50	60	70
IndAltot							
IndAstot	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
IndCdtot	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
IndPbtot	0,06	0,11	0,08	0,05	0,05	0,08	0,06
IndCutot	0,07	0,12	0,07	0,12	0,07	0,12	0,07
IndCrtot	0,10	0,32	0,08	0,23	0,12	0,33	0,08
IndFetot	0,36	0,94	0,40	0,68	0,33	0,70	0,26
IndMntot	1,75	0,57	0,37	0,78	0,34	0,05	0,38
IndHgtot	0,08	0,26	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
IndNitot	0,09	0,26	0,11	0,24	0,12	0,14	0,11
IndZntot	0,04	0,09	0,02	0,13	0,03	0,03	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 5.19 e 5.20, na forma de índices.

Tabela 5.19 – 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, julho/2011.

Índices ERL	10	20	30	40	50	60	70
IndAlERL							
IndAsERL	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
IndCdERL	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
IndPbERL	0,34	0,58	0,42	0,24	0,29	0,43	0,32
IndCuERL	0,24	0,40	0,24	0,40	0,24	0,39	0,24
IndCrERL	0,13	0,44	0,10	0,31	0,17	0,44	0,10
IndFeERL							
IndMnERL							
IndHgERL	1,00	3,47	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
IndNiERL	0,33	0,94	0,38	0,88	0,44	0,49	0,38
IndZnERL	0,19	0,51	0,13	0,68	0,18	0,18	0,18

Tabela 5.20 – 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, julho/2011.

Índices ERM	10	20	30	40	50	60	70
IndAlERM							
IndAsERM	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
IndCdERM	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
IndPbERM	0,07	0,12	0,09	0,05	0,06	0,09	0,07
IndCuERM	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03
IndCrERM	0,03	0,10	0,02	0,07	0,04	0,10	0,02
IndFeERM							
IndMnERM							
IndHgERM	0,21	0,73	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
IndNiERM	0,14	0,38	0,16	0,35	0,18	0,20	0,16
IndZnERM	0,07	0,19	0,05	0,25	0,07	0,06	0,07



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

Tabela 5.21 – Classes nominais com base nos valores guias da qualidade dos sedimentos usados pela CETESB, São Paulo, julho/2011.

CETESB	10	20	30	40	50	60	70
Al							
As	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Cd	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Pb	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Cu	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Cr	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Fe							
Mn							
Hg	Ótima	Ruim	Otima	Otima	Otima	Otima	Otima
Ni	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Zn	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.

Na Tabela 5.22 estão as classes nominais dos fatores de contaminação para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota.

Tabela 5.22- Fatores de contaminação, nominais, ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota, julho/2011.

Fat Cont.	10	20	30	40	50	60	70
FatConT Al	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
FatConT As	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
FatConT Cd	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
FatConT Pb	Baixo	Moderado	Moderado	Baixo	Baixo	Moderado	Baixo
FatConT Cu	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
FatConT Cr	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
FatConT Fe	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
FatConT Mn	Moderado	Baixo	Baixo	Moderado	Baixo	Baixo	Baixo
FatConT Hg	Baixo	Moderado	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
FatConT Ni	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
FatConT Zn	Baixo	Baixo	Baixo	Moderado	Baixo	Baixo	Baixo

- Grau de Contaminação ou Grau de Enriquecimento

O grau de contaminação ou de enriquecimento foi calculado com base nos fatores de enriquecimento ou de contaminação, calculados, a Tabela 5.23 apresentam os resultados numéricos e nominais.

Tabela 5.23- Graus de contaminação para cada uma das estações, considerando os elementos estudados. Apresentam-se as classificações nominais e numéricas, julho/2011.

Fat Cont.	10	20	30	40	50	60	70
FatConT Al	0,34	0,39	0,53	0,33	0,39	0,61	0,47
FatConT As	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
FatConT Cd	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
FatConT Pb	0,84	1,43	1,03	0,60	0,72	1,05	0,79
FatConT Cu	0,24	0,41	0,24	0,41	0,24	0,40	0,24
FatConT Cr	0,15	0,49	0,12	0,35	0,19	0,50	0,12
FatConT Fe	0,35	0,91	0,39	0,67	0,32	0,68	0,25
FatConT Mn	2,50	0,81	0,53	1,11	0,49	0,07	0,54
FatConT Hg	0,79	2,74	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
FatConT Ni	0,13	0,38	0,15	0,35	0,18	0,20	0,15
FatConT Zn	0,30	0,80	0,21	1,08	0,29	0,28	0,28
Grau de Contamin	7,16	9,87	5,50	7,20	5,12	6,08	5,14
Grau de Contamin.Nominal	Moderado	Moderado	Baixo	Moderado	Baixo	Moderado	Baixo



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nas Tabelas 5.24 e 5.25 apresentam-se os valores para o Fator de Mobilidade e as classes nominais respectivamente para os sedimentos da calha fluvial do Arroio Candiota.

Tabela 5.24- Valores do Fator de Mobilidade calculados para os sedimentos da calha do Arroio Candiota, julho-2011.

Amostra	10	20	30	40	50	60	70
AlFatMob	3,30	14,47	1,30	24,81	2,35	1,00	1,56
AsFatMob	1,67	2,00	1,45	1,45	1,48	6,67	1,45
CdFatMob	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PbFatMob	1,64	1,75	1,51	1,37	1,64	3,02	1,32
CuFatMob	2,11	5,44	1,51	4,82	2,67	4,40	1,82
CrFatMob	2,16	3,43	2,86	8,40	2,17	1,78	3,32
FeFatMob	4,43	1,89	5,78	2,10	4,83	17,90	6,93
MnFatMob	2,47	15,09	7,17	7,22	16,19	101,60	50,20
HgFatMob	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NiFatMob	2,12	2,77	1,57	2,82	2,68	2,55	2,67
ZnFatMob	2,81	4,33	4,59	2,68	5,85	8,22	5,45

Tabela 5.25 – Classificação nominal do Fator de Mobilidade dos elementos dos sedimentos da calha do Arroio Candiota, julho/2011.

Amostra	10	20	30	40	50	60	70
AlFatMob	Médio	Alto	Baixo	Alto	Medio	Baixo	Baixo
AsFatMob	Baixo	Medio	Baixo	Baixo	Baixo	6,67	Baixo
CdFatMob	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
PbFatMob	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Medio	Baixo
CuFatMob	Medio	5,44	Baixo	Alto	Medio	4,40	Baixo
CrFatMob	Medio	Medio	Medio	Alto	Medio	Baixo	Medio
FeFatMob	Alto	Baixo	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto
MnFatMob	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
HgFatMob	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
NiFatMob	Medio	Medio	1,57	Medio	Medio	Medio	Medio
ZnFatMob	Medio	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Na Figura 5.9 mostra-se a avaliação dos fatores de mobilidade médios apresentados pelos metais nos sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota.

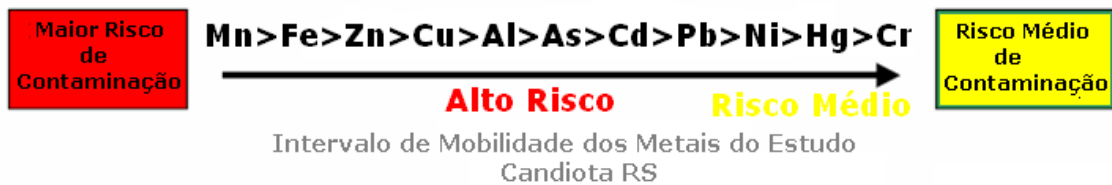


Figura 5.9- Diagrama ilustrando as relações de mobilidade dos metais do estudo e o risco de contaminação, julho/2011.

Na tabela 5.26 estão os resultados dos testes de ecotoxicologia 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 5.26- Toxicidade para os sedimentos da calha fluvial do Arroio Candiota, julho de 2011.

Amostras	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Sobrevivência	OBS.:	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Crescimento
Ponto 01	Detectada	65% de mortalidade	/
Ponto 02	Não Detectada	0% de mortalidade	Não Detectada
Ponto 03	Não Detectada	0% de mortalidade	Não Detectada
Ponto 04	Detectada	77,5% de mortalidade	/
Ponto 05	Detectada	100% de mortalidade	/
Ponto 06	Detectada	47,5% de mortalidade	/
Ponto 07	Detectada	75% de mortalidade	/



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A Tabela 5.27 classifica de maneira decrescente os locais pela toxicidade com base na exposição de *Hyalella azteca*

Tabela 5.27- Ordenação das estações em que a toxicidade dos sedimentos varia de não detectada a detectada, de 0% de mortalidade a 100% de mortalidade, julho/2011.

Estações	Mortalidade
2	0
3	0
6	47,5
1	65
7	75
4	77,5
5	100

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 18 a 20 de julho de 2011. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu encoberto sem chuvas e temperatura do ar variando no intervalo de 5 a 17 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

6.2.1 Fitoplâncton

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

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

6.2.2 Perifíton

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

6.3 Métodos Analíticos

6.3.1 Fitoplâncton

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

6.3.2 Perifiton

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

onde:

N = número de indivíduos por cm²

n = número total de indivíduos contados

V = volume da amostra com material raspado

v = volume dos campos contados

S = superfície do substrato em cm²

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

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



6.4 Resultados e Considerações

6.4.1 Fitoplâncton

A análise quantitativa do fitoplâncton registrou 58 táxons, identificados ao nível de espécie e representantes de oito classes algais: BACILLARIOPHYCEAE, CHLOROPHYCEAE, CYANOPHYCEAE, CRYPTOPHYCEAE, CHRYSOPHYCEAE, DINOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE e ZYGNEMATOPHYCEAE.

No período estudado houve predominância das algas diatomáceas (classe BACILLARIOPHYCEAE), com 62% das espécies identificadas, seguidas das clorofíceas com 19% e os demais grupos, totalizando também 19% (Figura 6.1).

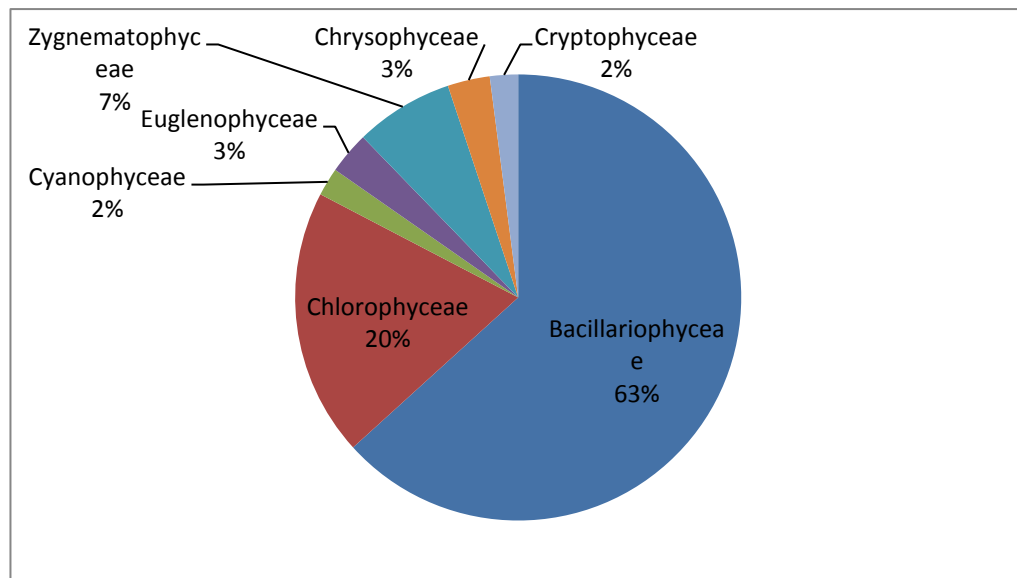


Figura 6.1. Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, julho/2011.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A análise da densidade por classes de algas em cada ponto de coleta, também destaca as diatomáceas como os táxons predominantes em todos os locais estudados (Figura 6.2).

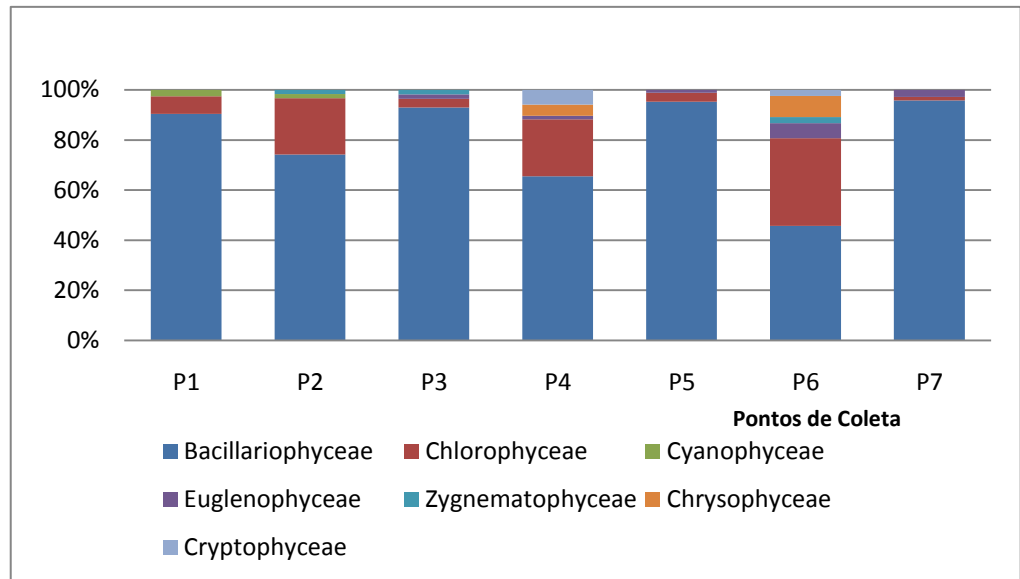


Figura 6.2. Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa em cada um dos sete pontos de coleta, julho/2011.

A análise da densidade algal permitiu o registro de 25 espécies que se destacaram na comunidade fitoplanctônica por serem consideradas abundantes: *Aulacoseira distans*, *A. granulata*, *Cymbella* sp, *Eunotia pectinalis*, *Eunotia* sp, *Gomphonema augur*, *G. gracile*, *G. parvulum*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula cryptocephala*, *N. gastrum*, *Nitzschia acicularis*, *N. palea*, *N. sigmoidea*, *Nitzschia* sp, *Pinnularia* sp2, *Surirella angusta*, *Synedra acus*, *Monoraphidium contortum*, *M. tortile*, Clorofíceas, *Cryptomonas erosa*, *Kephyrion* sp, *Synura uvella* e *Staurastrum inversinii*.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A análise da riqueza específica (Figura 6.3) mostra que o ponto 2 apresentou o maior número de táxons (28) e o ponto 6 o menor, 14 táxons. Os demais pontos apresentaram uma variação entre 17 e 23 táxons.

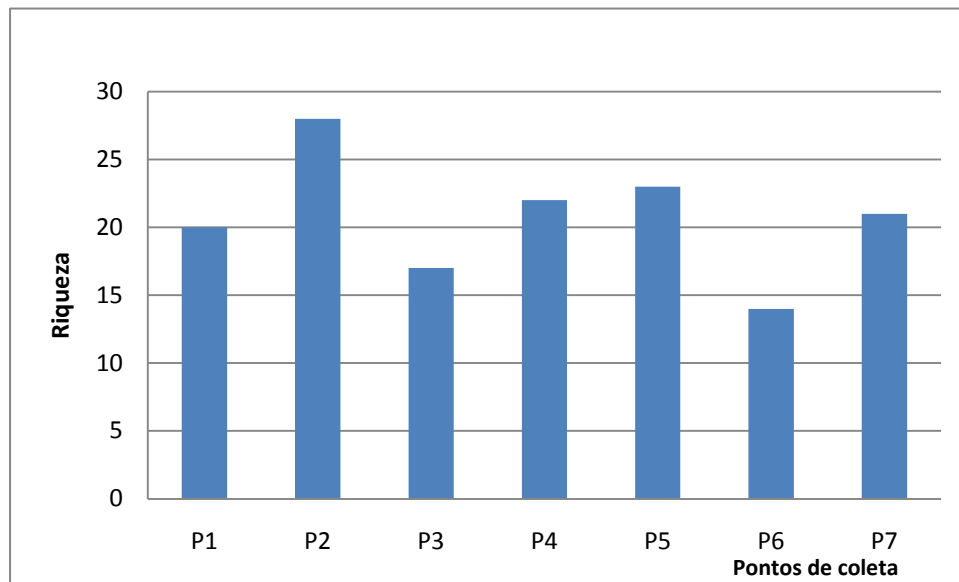


Figura 6.3. Riqueza de táxons algais nos sete pontos de coleta, julho/2011.

Na Figura 6.4 e Tabela 6.1 é possível visualizar a densidade do fitoplâncton nos sete pontos de coleta, destacando-se o ponto 5 com o maior valor (169 ind./mL) e o ponto 6 com o menor (86 ind./mL).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

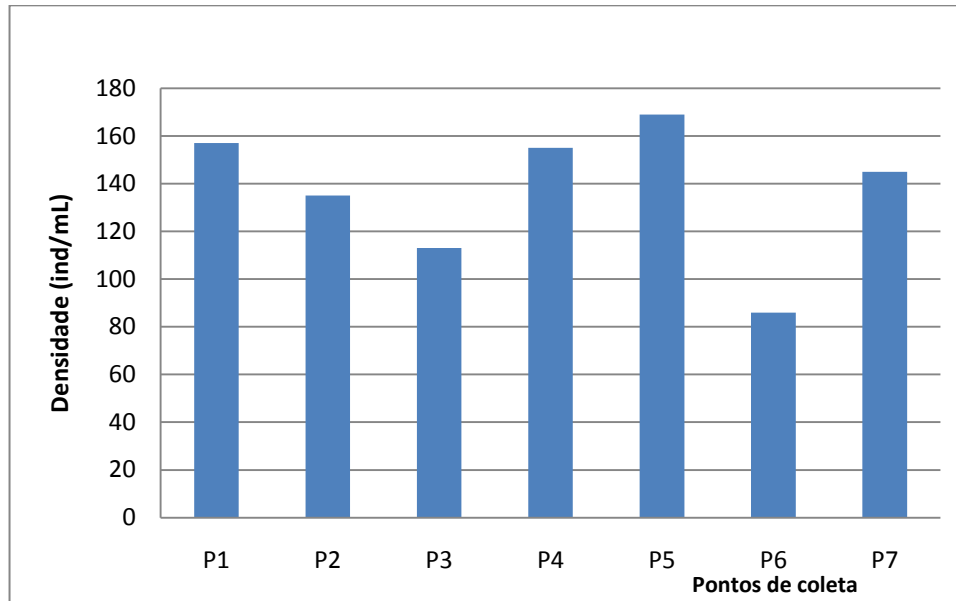


Figura 6.4. Densidade do fitoplâncton (nº ind./mL) nos sete pontos de coleta, julho/2011.

Tabela 6.1. Relação da densidade e riqueza fitoplanctônica nos sete pontos de coleta em julho de 2011.

	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 6	PONTO 7
BACILLARIOPHYCEAE							
1 <i>eri</i>	0	0	0	0	0	0	2
2 <i>Amphora</i> sp	0	2	0	0	0	0	0
3	0	11	0	9	8	0	0
4	0	5	0	0	4	0	0
5	4	0	4	0	0	0	2
6	0	4	0	0	4	0	0
7 <i>Cymbella</i> sp.	11	2	8	6	26	0	0
8 <i>Diploneis ovalis</i>	2	0	0	0	0	0	0
9 <i>Eunotia pectinalis</i>	2	0	0	2	0	0	7
10 <i>Eunotia pyramidata</i>	2	0	0	0	0	0	2
11 <i>Eunotia</i> sp	11	7	10	4	10	2	4
12 <i>Frustulia romboides</i>	2	0	0	0	0	0	0
13 <i>Gomphonema augur</i>	0	9	0	0	0	7	9
14 <i>Gomphonema gracile</i>	0	0	6	2	8	2	2
15 <i>Gomphonema parvulum</i>	4	2	17	0	2	0	0
16 <i>Gyrosigma acuminatum</i>	2	4	0	0	6	0	13
17 <i>Gyrosigma spencerii</i>	0	0	0	0	6	0	0
18 <i>Hantzschia amphioxys</i>	0	0	0	0	2	0	0
19 <i>Hantzschia amphioxys</i> var <i>gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	4
20 <i>Hippodontha capitata</i>	0	0	0	0	2	0	0
21 <i>Melosira varians</i>	0	0	0	0	0	0	4



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

22	<i>Navicula cryptocephala</i>	8	0	6	6	4	2	0
23	<i>Navicula gastrum</i>	13	0	0	0	0	0	0
24	<i>Navicula cf. symetrica</i>	0	2	0	0	0	0	4
25	<i>Navicula sp</i>	0	0	0	6	2	0	0
26	<i>Nitzschia acicularis</i>	11	4	4	15	4	10	13
27	<i>Nitzschia clausii</i>	0	0	2	0	0	0	2
28	<i>Nitzschia palea</i>	36	27	27	43	44	10	36
29	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	8	0	0	4	4	0	7
30	<i>Nitzschia sp</i>	0	0	6	0	0	0	0
31	<i>Pinnularia sp1</i>	4	2	4	4	4	0	2
32	<i>Pinnularia sp2</i>	13	2	4	0	2	0	0
33	<i>Surirella angusta</i>	0	0	8	0	6	0	13
34	<i>Surirella linearis</i>	0	2	0	0	0	0	0
35	<i>Synedra acus</i>	8	4	2	2	14	5	9
36	<i>Triblionella sp</i>	0	2	0	0	0	0	0
CHLOROPHYCEAE								
37	<i>Coelastrum cf. microporum</i>	0	2	0	0	0	0	0
38	<i>Desmodesmus bicaudatus</i>	0	0	0	2	0	0	0
39	<i>Desmodesmus quadricauda</i>	0	0	0	2	0	0	0
40	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0	2	0	0	0	0	0
41	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	0	0	4	6	0	0	0
42	<i>Monoraphidium contortum</i>	4	2	0	6	2	19	0
43	<i>Monoraphidium tortile</i>	0	4	0	6	0	10	2
44	<i>Scenedesmus ecornis</i>	6	2	0	0	0	0	0
45	<i>Scenedesmus obtusus</i>	0	2	0	2	0	0	0
46	<i>Tetrastrum triangulare</i>	0	2	0	0	0	0	0
47	Clorofíceas	0	13	0	13	4	0	0
CYANOPHYCEAE								
48	<i>Pseudanabaena sp</i>	4	2	0	0	0	0	0
CRYPTOPHYCEAE								
49	<i>Cryptomonas erosa</i>	0	0	0	9	0	2	0
CHRYSOPHYCEAE								
50	<i>Kephyrion sp</i>	0	15	0	7	0	0	0
51	<i>Synura uvella</i>	0	0	0	0	0	7	0
DINOPHYCEAE								
52	<i>Gymnodinium sp</i>	0	0	0	0	0	2	0
EUGLENOPHYCEAE								
53	<i>Phacus sp</i>	0	0	0	0	0	0	2
54	<i>Strombomonas sp</i>	0	0	2	0	0	0	0
ZYGNEMATOPHYCEAE								
55	<i>Cosmarium sp1</i>	0	2	0	0	0	0	0
56	<i>Cosmarium sp4</i>	0	0	0	0	2	0	0
57	<i>Staurastrum cf. inversinii</i>	0	0	2	0	0	0	0
58	Zignematofíceas	0	0	0	0	0	2	0
DENSIDADE (ind./mL)		157	135	113	155	169	86	145
RIQUEZA (nº táxons)		20	28	17	22	23	14	21



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

6.4.2 Perifiton

Na identificação e quantificação do perifiton foram registrados 55 táxons, identificados, sempre que possível, a nível específico, e representantes de cinco classes algais: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae e Zigmematophyceae, conforme mostra a Tabela 6.2.

Tabela 6.2. Densidade Numérica das espécies do Perifiton coletadas em Julho de 2011.

	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 6	PONTO 7
BACILLARIOPHYCEAE						
	46	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes</i> sp.	0	0	0	2228	0	357
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	138	289	513	0	0	0
<i>Amphora</i> sp.	0	96	565	1426	0	0
<i>Aulacoseira granulata</i>	46	1202	0	178	1587	0
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	0	433	0	0	481	0
<i>Capartogramma crucicola</i>	0	192	719	802	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	413	144	0	0	0	0
<i>Cymbella affinis</i>	0	385	462	0	0	0
<i>Cymbella tumida</i>	46	48	0	356	0	0
<i>Diploneis</i> sp.	0	96	0	0	0	0
<i>Encyonema minutum</i>	0	289	257	980	0	0
<i>Encyonema perpusillum</i>	0	0	0	624	0	0
<i>Eunotia bilunaris</i>	0	0	0	0	1683	0
<i>Eunotia exigua</i>	0	0	0	0	3606	0
<i>Eunotia faba</i>	0	0	0	0	577	0
<i>Eunotia minor</i>	0	0	0	0	96	0
<i>Eunotia monodon</i>	0	0	0	0	433	0
<i>Eunotia nana</i>	0	0	0	0	144	0
<i>Eunotia</i> sp.	92	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria capucina</i>	184	240	0	1158	0	71
<i>Frustulia saxonica</i>	0	0	0	89	0	0
<i>Frustulia</i> sp.	0	0	0	0	0	499
<i>Gomphonema gracile</i>	0	96	103	89	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	92	0	719	2228	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp.	0	48	0	0	0	71
<i>Hantzschia</i> sp.	0	0	51	0	0	0
<i>Melosira varians</i>	0	1298	154	178	0	0



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Navicula cryptocephala</i>	0	0	51	0	0	0
<i>Navicula cryptotenella</i>	0	240	0	178	0	214
<i>Navicula minima</i>	0	0	0	0	0	143
<i>Navicula sp.</i>	0	0	0	0	0	71
<i>Nitzschia amphibia</i>	0	0	0	89	0	0
<i>Nitzschia clausii</i>	0	0	0	0	0	571
<i>Nitzschia palea</i>	184	240	154	713	96	143
<i>Pinnularia mesolepta</i>	0	0	0	0	0	143
<i>Pinnularia microstauron</i>	138	0	0	0	48	0
<i>Pinnularia sudetica</i>	46	0	0	267	0	0
<i>Sellaphora pupula</i>	0	0	0	0	0	499
<i>Surirella linearis</i>	0	0	51	0	0	0
<i>Synedra goulardii</i>	0	0	0	0	0	143
<i>Tryblionella levidensis</i>	0	0	0	356	0	143
<i>Ulnaria ulna</i>	0	96	0	0	0	0
TOTAL	1423	5434	3800	11940	8752	3066
CHLOROPHYCEAE						
	46	0	103	0	0	0
<i>Oedogonium sp.</i>	138	192	0	0	0	0
<i>Stigeoclonium sp.</i>	0	0	103	356	0	0
TOTAL	184	192	206	356	0	0
CYANOPHYCEAE						
	0	0	205	0	0	0
<i>Anabaena sp.</i>	0	0	0	0	144	0
<i>Leptolyngbya sp.</i>	1836	433	359	3653	0	0
<i>Merismopedia glauca</i>	46	0	0	0	0	0
<i>Phormidium sp.</i>	413	673	359	535	0	214
<i>Pseudoanabaena catenata</i>	138	0	0	0	0	0
TOTAL	2433	1106	923	4188	144	214
EUGLENOPHYCEAE						
<i>Phacus sp.</i>	0	48	0	0	0	0
TOTAL	0	48	0	0	0	0
ZYGNEMATOPHYCEAE						
<i>Closterium sp.</i>	0	0	51	0	0	0
<i>Cosmarium sp.</i>	0	0	0	267	0	0
TOTAL	0	0	51	267	0	0
DENSIDADE TOTAL (ind/cm²)	4039	6780	4980	16751	8896	3280
RIQUEZA (n° táxons)	17	21	18	21	11	14
ÍNDICE SHANNON (nats/ind.)	2,044	2,621	2,568	2,548	1,731	2,406



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

No período estudado as algas diatomáceas (Classe Bacillariophyceae) representaram 78% dos táxons identificados, seguidas das cianofíceas com 11% e os demais grupos somando 11% (Figura 6.5). Com relação à densidade algal, novamente se destacam as diatomáceas como as algas predominantes em todos os locais estudados (Figura 6.6).

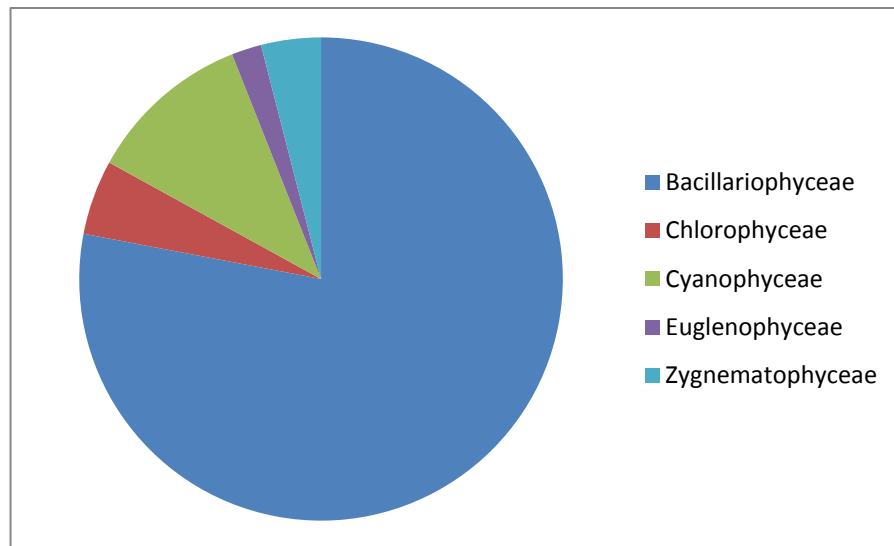


Figura 6.5. Porcentagem de distribuição da riqueza das classes algais nos seis pontos de coleta, julho de 2011.

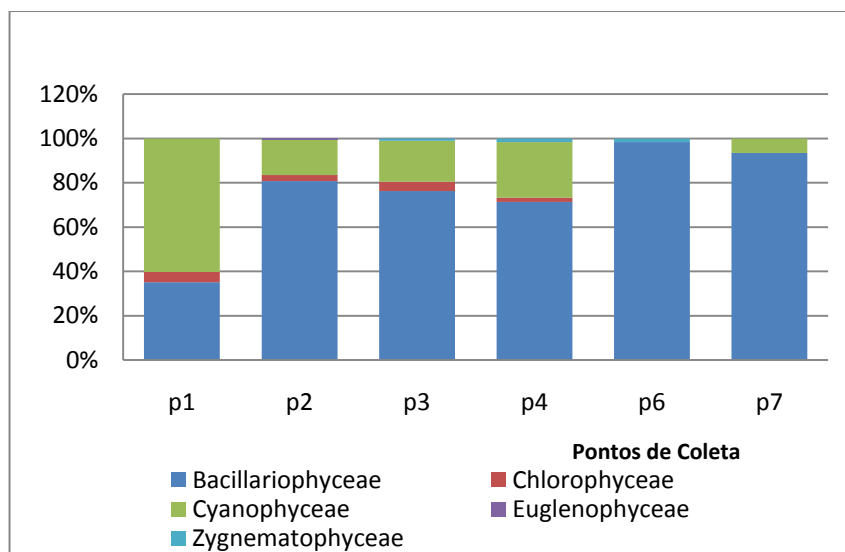


Figura 6.6 Porcentagem de distribuição da densidade das classes algais em cada um dos seis pontos de coleta, julho/2011.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Um total de 16 espécies destacaram-se na comunidade perifítica, sendo consideradas abundantes: *Achnanthes* sp., *Achnanthidium minutissimum*, *Amphora* sp., *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Capartogramma crucicola*, *Cymbella affinis*, *Encyonema minutum*, *Eunotia bilunaris*, *Eunotia exigua*, *Fragilaria capucina*, *Gomphonema parvulum*, *Melosira varians*, *Nitzschia palea*, *Leptolyngbya* sp. e *Phormidium* sp.

A análise da riqueza de gêneros (Figura 6.7) mostra que os pontos 2 e 4 apresentaram a maior riqueza, com 21 táxons, enquanto o ponto 6 apresentou a menor riqueza, com 11 táxons. Os demais pontos variaram entre 14 e 18 táxons.

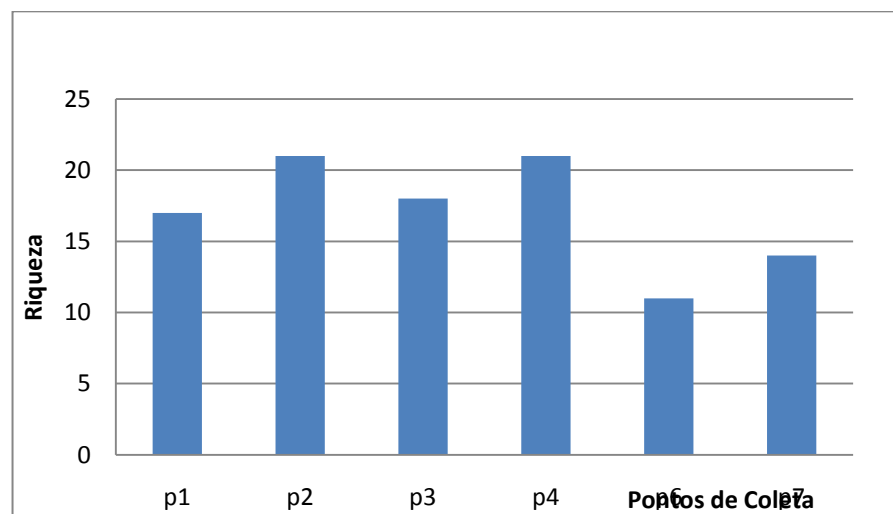


Figura 6.7. Riqueza de táxons algais nos seis pontos de coleta, julho/2011.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A Figura 6.8 e a Tabela 6.2 apresentam a densidade perifítica nos seis pontos de coleta, destacando-se o ponto 4 com o maior valor (16751 ind/cm²) e o ponto 7 com o menor valor (3280 ind/cm²).

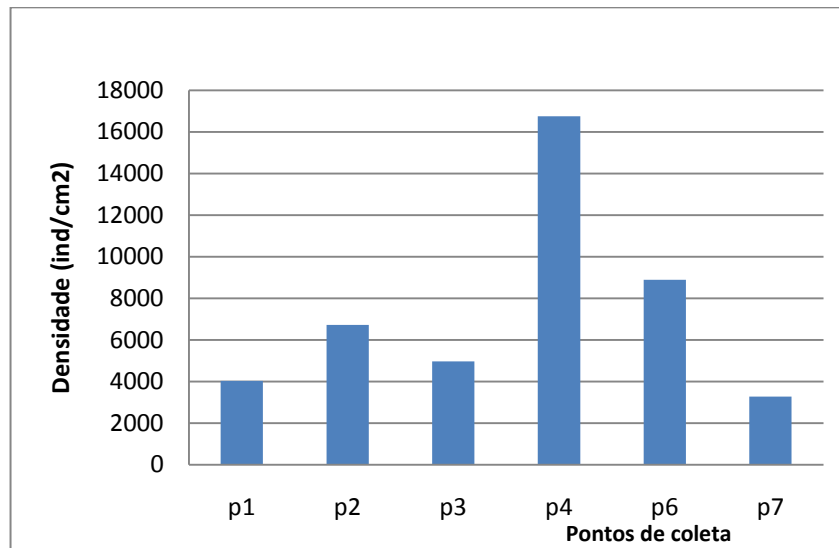


Figura 6.8. Densidade do perifíton nos seis pontos de coleta, julho/2011.

Com relação ao índice de diversidade de Shannon, o ponto 2 se destaca como o local com maior diversidade (2,621 nats./ind.), enquanto o ponto 6 apresenta a menor diversidade (1,731 nats/ind.) (Figura 6.9).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

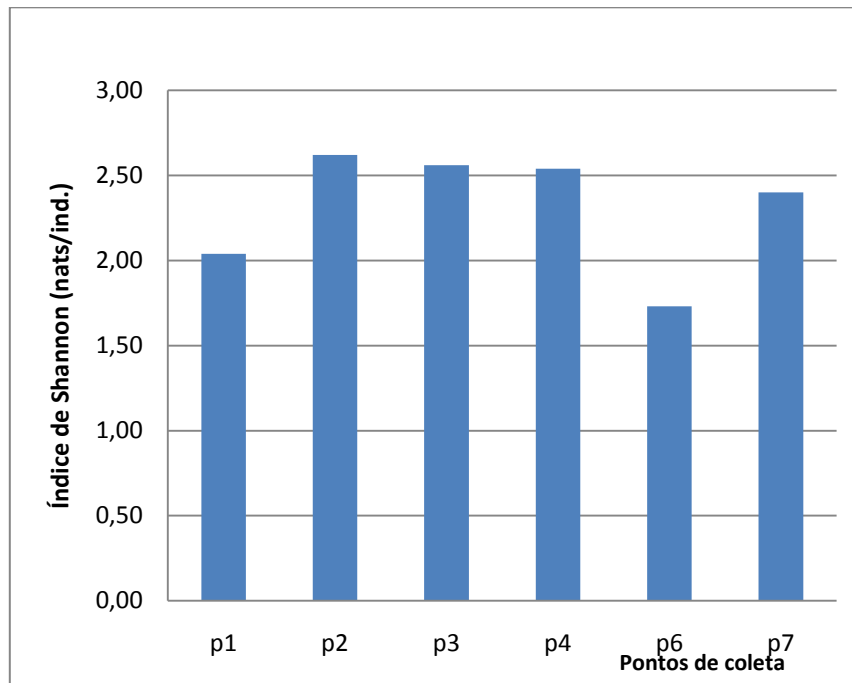


Figura 6.9. Índice de diversidade de Shannon do perifíton nos seis pontos de coleta, julho/2011.

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

Os compartimentos ambientais monitorados, fitoplâncton e perifíton, tem 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 18 a 20 de julho de 2011. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu encoberto sem chuvas e temperatura do ar variando no intervalo de 5 a 17 °C.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

7.3 Métodos Analíticos

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

As análises quantitativas foram realizadas através de contagens numéricas ao microscópio estereoscópico. Para as contagens de indivíduos pertencentes aos grupos de Cladocera e Copepoda (copepoditos e adultos), utilizou-se uma câmara de contagem de Bogorov. Para as contagens de Rotifera e náuplios de Copepoda utilizou-se uma câmara de Sedgewick-Rafter em microscópio óptico. Os valores obtidos para densidade absoluta de organismos são expressos em número de indivíduos por metro cúbico (N° . ind/ m^3).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

7.4 Resultados e Indicadores e Qualidade

Na análise qualitativa deste grupo, foram identificados 58 taxa, com 49 deles representando Rotífera e 5 o grupo Cladocera. Representando Copepoda registrou-se a ocorrência de 4 taxa além de náuplios e copepoditos.

Uma maior riqueza de espécies neste período pode estar relacionada com processos hidrodinâmicos influenciados pelo regime de chuvas aumentando os volumes e vazões aquáticas nos diferentes pontos amostrais, favorecendo a entrada de espécies de outros compartimentos e ambientes como prováveis tributários.

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

Tabela 7.1. Densidade absoluta (NºInd./m³) e relativa (%) das espécies zooplanctônicas na coleta realizada em julho de 2011.

Taxa	ESTAÇÕES AMOSTRAIS													
	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
	ind/m ³		ind/m ³		ind/m ³		ind/m ³		ind/m ³		ind/m ³		ind/m ³	
CLADOCERA														
<i>Bosmina longirostris</i>					83	1,6	20	0,4	66	1,1	166	4,0		
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>													8	0,3
<i>Diaphanosoma birgei</i>			11	0,1										
<i>Diaphanosoma fluviatile</i>			11	0,1										
<i>Macrothrix spinosa</i>			35	0,2										
COPEPODA														
Náuplio	470	44,3	4900	29,7	2805	52,7	1460	29,7	2950	47,2	2625	62,6	1308	50,2
Copepodito Calanoida			1925	11,7	83	1,6	560	11,4	233	3,7	8	0,2	58	2,2
<i>Notodiaptomus incompositus</i>			1575	9,6	55	1,0	160	3,3	50	0,8			8	0,3
Copepodito Cyclopoida	40	3,8	1120	6,8	222	4,2	400	8,1	166	2,7	258	6,2	33	1,3



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Acanthocyclops vernalis</i>		105	0,6	83	1,6	20	0,4	16	0,3					
<i>Eucyclops solitarius</i>	10	0,9		83	1,6						16	0,6		
<i>Metacyclops mendocinus</i>										91	2,2			
Copepodito Harpacticoida	20	1,9												
ROTIFERA														
<i>Asplanchna</i> sp.			35	0,2						67	1,6			
Bdelloidea	90	8,5	70	0,4	194	3,6		100	1,6	67	1,6	33	1,3	
<i>Brachionus angularis</i>										8	0,2			
<i>Cephalodella gibba</i>	30	2,8			194	3,6	20	0,4	50	0,8	25	0,6	50	1,9
<i>Colurella uncinata</i>										8	0,2			
<i>bicuspidata</i>														
<i>Colurella</i> sp.	50	4,7											25	1,0
<i>Conochilus unicornis</i>	30	2,8	1260	7,6			260	5,3	367	5,9			16	0,6
<i>Euchlanis dilatata</i>			35	0,2	194	3,6			66	1,1			8	0,3
<i>Kellicottia longispina</i>			280	1,7	27	0,5	60	1,2	32	0,5	25	0,6	108	4,1
<i>Keratella americana</i>					27	0,5			100	1,6			41	1,6
<i>K. americana f. hispida</i>	20	1,9	455	2,8			60	1,2	83	1,3				
<i>Keratella cochlearis</i>	70	6,6	1330	8,1	111	2,1	500	2	833	3	33		200	7,7
<i>Keratella cochlearis tecta</i>													16	0,6
<i>Keratella lenzi</i>	20	1,9	175	1,1	55	1,0	100	2,0	100	1,6	25	0,6	100	3,8
<i>Keratella serrulata f. curvicornis</i>										16	0,3			
<i>Keratella tropica</i>			35	0,2					16	0,3			8	0,3
<i>Keratella valga</i>			70	0,4	27	0,5	20	0,4	16	0,3			8	0,3
<i>Lecane (M.) bulla</i>	20	1,9			55	1,0			16	0,3	8	0,2	8	0,3
<i>Lecane closterocerca</i>									83	1,3				
<i>Lecane cf. flexilis</i>			35	0,2	27	0,5			16	0,3				
<i>Lecane cf. kluchor</i>													16	0,6
<i>Lecane luna</i>									16	0,3			16	0,6
<i>Lecane hamata</i>											16	0,4		
<i>Lecane (M.) lunaris</i>	20	1,9											8	0,3
<i>Lecane signifera</i>											33	0,8	8	0,3
<i>Lecane stenroosi f. lineata</i>													16	0,6
<i>Lecane</i> sp.1					83	1,6								
<i>Lepadella patella</i>	20	1,9			222	4,2			32	0,5	50	1,2	25	1,0
<i>Lepadella ovalis</i>	40	3,8			305	5,7					8	0,2	50	1,9
<i>Lophocharis cf. rubens</i>									32	0,5	16	0,4		
<i>Lophocharis oxystermoon</i>													16	0,6
<i>Notholca</i> sp.	10	0,9												
<i>Macrochaetus</i> sp.									50	0,8				
<i>Mytilina cf. mucronata</i>					166	3,1								
<i>Mytilina ventralis</i>									32	0,5			8	0,3
<i>Monommata</i> sp.			35	0,2									33	1,3
<i>Platyas quadricornis</i>									16	0,3				
<i>Polyarthra cf. dolychoptera</i>							140	2,8						
<i>Polyarthra cf. vulgaris</i>	10	0,9	2240	13,6	166	3,1	1040	21,1	466	7,5	541	12,9	300	11,5
<i>Pompholyx complanata</i>			140	0,8			100	2,0	83	1,3			16	0,6
<i>Ptygura</i> sp.			210	1,3										
<i>Synchaeta oblonga</i>					27	0,5					116	2,8		



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Synchaeta</i> sp.		326	2,0		50	0,8	16	0,6
<i>Testudinella patina</i>	10	0,9					8	0,3
<i>Trichocerca cylindrica</i>	10	0,9						
<i>Trichocerca cylindrica</i> f. <i>chattoni</i>			27	0,5				
<i>Trichocerca similis</i>	40	3,8			32	0,5	8	0,3
<i>Trichocerca</i> cf. <i>rattus</i>	10	0,9						
<i>Trichotria tetractis</i>	20	1,9	70	0,4	66	1,1	8	0,3
Total	1060	16483	5321	4920	6250	4194	2604	
Riqueza específica	19	22	21	13	29	18	32	
Índice de Diversidade de Shannon	2.68	2.18	2.77	1.84	2.57	2.09	2.70	
Equitatividade	0.91	0.70	0.90	0.72	0.76	0.72	0.78	

As formas jovens de Copepoda (náuplios e copepoditos), nesta coleta, representaram o grupo com a maior densidade numérica em todos os locais amostrados, com percentuais praticamente acima de 50%.

É sabido que aos rios, falta estratificação térmica pronunciada e além disso, contém altas concentrações de material particulado inorgânico e nutrientes, e suas populações planctônicas experimentam um contínuo deslocamento, pois possuem pouca ou nenhuma capacidade natatória, insuficiente para vencer a correnteza. Por isso, rotíferos e pequenos crustáceos usualmente predominam por causa do seu curto tempo de geração. Este fato justifica a dominância das espécies de Rotifera bem como das formas jovens dos copépodos, representadas por náuplios e copepoditos.

De acordo com Paggi & Paggi (2007), nos ambientes lóticos turbulentos o zooplâncton apresenta menores densidades, em comparação com ambientes lênticos, e há predominância de rotíferos e náuplios de Copepoda, sendo a vazão o principal fator que impede o desenvolvimento e conseqüente permanência dos organismos maiores (Wetzel, 2001).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A grande dominância, em termos de abundância, de formas jovens de Copepoda é um padrão já relatado em diversos estudos e também neste ambiente. A elevada produção de jovens pode ser considerada uma estratégia reprodutiva como afirmam diversos autores como Viroux (2002), Lansac-Tôha et al.(2009), entre outros.

Como pode ser visualizado na Figura 7.1, 84,5 % das espécies identificadas pertencem ao grupo dos rotíferos, 8,6 % de cladóceros e 6,9 de copépodos.

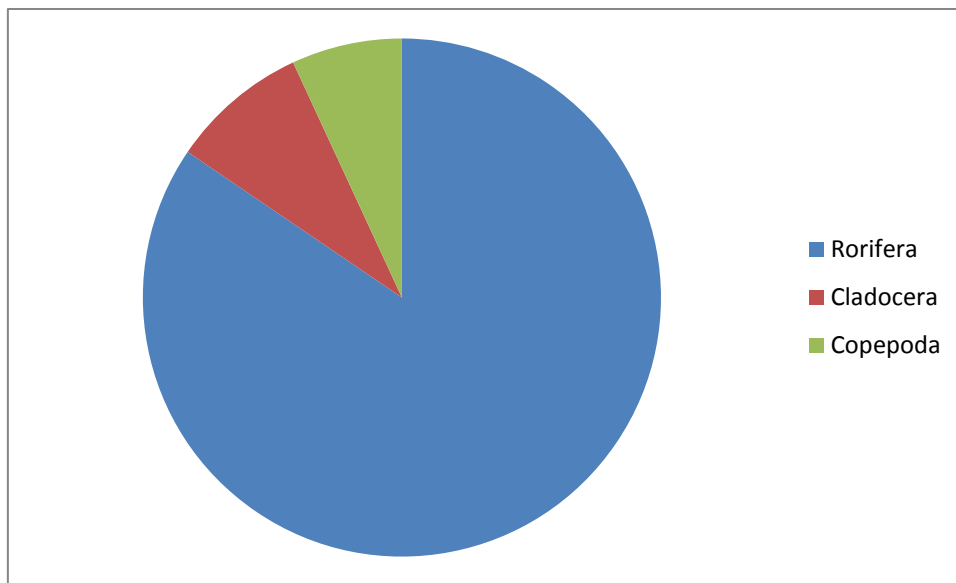


Figura 7.1. Percentual de ocorrência dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais em julho de 2011.

Em termos de riqueza de espécies, Rotifera foi o grupo dominante, sendo também bastante freqüente em todo o sistema. *Keratella Cochlearis*, *K. americana*, *Polyarthra* cf. *vulgaris* e *Cephalodella gibba* ocorreram em quase todos os pontos amostrais.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Bosmina longirostris foi a única espécie de Cladocera freqüente no sistema, porém com baixas densidades relativas. Apenas no ponto 2 observou-se a ocorrência de *Diaphanosona birgei* e *D. fluviatile*, além de *Macrothrix spinosa*.

Quanto a Copepoda, como ressaltado anteriormente, foi importante a contribuição das formas jovens e náuplios deste grupo. Foi importante a freqüência de ocorrência do Calanoida *Notodiaptomus incompositus* em 71,4% de locais do sistema. Espécies deste gênero são apontadas como dominantes entre os Calanoida em reservatórios da região neotropical.

Os maiores valores de densidade absoluta foram observados nos pontos 2 e 5 (16483 ind.m₃⁻¹, 6250 ind.m₃⁻¹ , respectivamente), sendo *Polyarthra* cf. *vulgaris* o taxa com maiores densidades nestes locais. Este taxa está intimamente relacionado com ambientes turbulentos e com a presença de sólidos em suspensão, por apresentar capacidade de selecionar seu alimento neste tipo de ambiente.

Quanto ao Índice de diversidade de Shannon, os valores observados nos pontos 1, 3 e 7 foram maiores do que os demais (2,68, 2,77 e 2,70 respectivamente), como mostrado na Figura 7.2.

A equitatividade dos pontos 1 e 3 justificam estes valores de diversidade, sendo que o ponto 1 apresentou o maior valor, 0.91 e o ponto 3 foi 0.90, (Figura 7.3), resultado bastante semelhante à última amostragem neste sistema, realizada em junho de 2010. A riqueza de espécies (Figura 7.4), mostra diferenças entre os pontos amostrados com valores variando de 13 no ponto 4 até 32 espécies no ponto 7.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

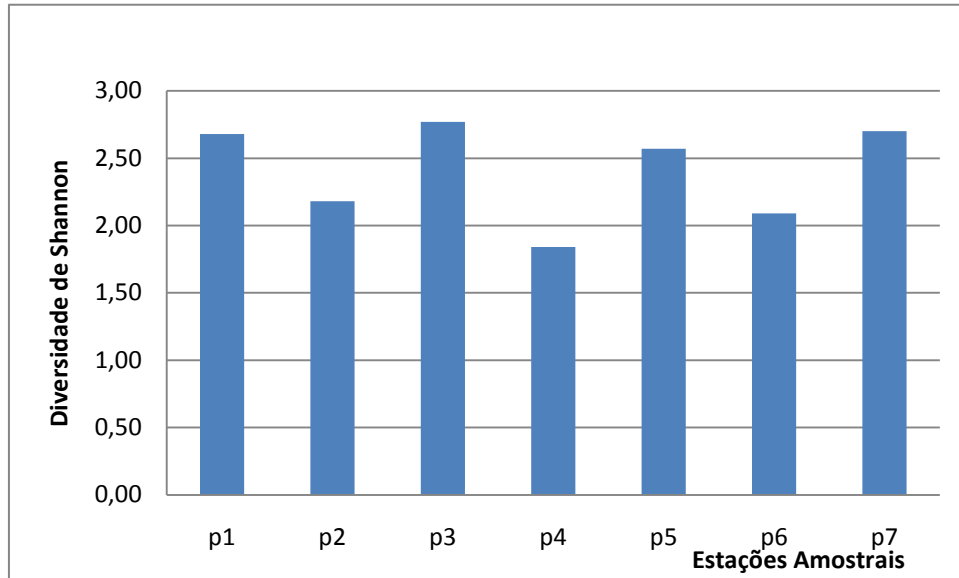


Figura 7.2. Índices de diversidade de Shannon, calculados para a comunidade zooplancônica nos locais amostrais em julho de 2011.

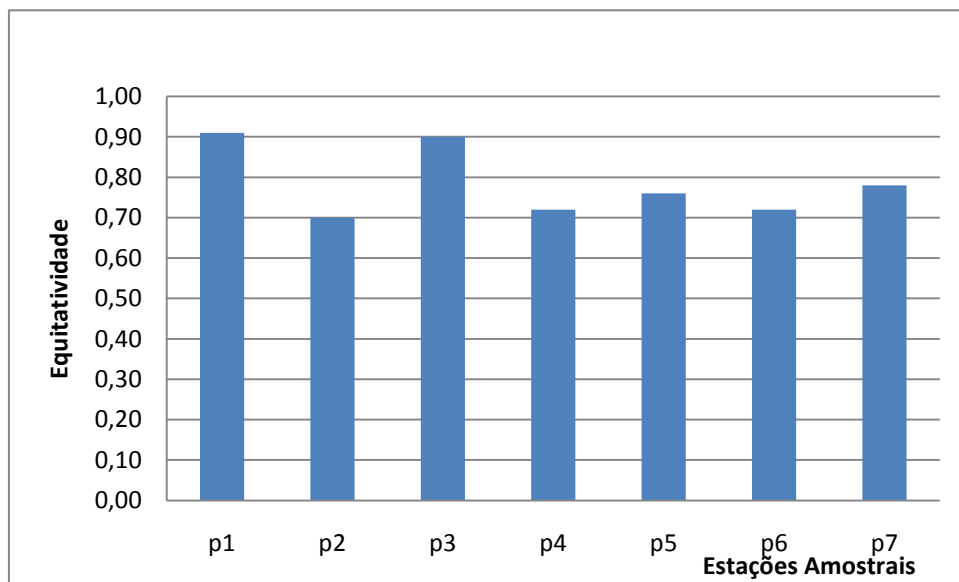


Figura 7.3. Equitatividade observada para a comunidade zooplancônica nos locais amostrais, em julho de 2011.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

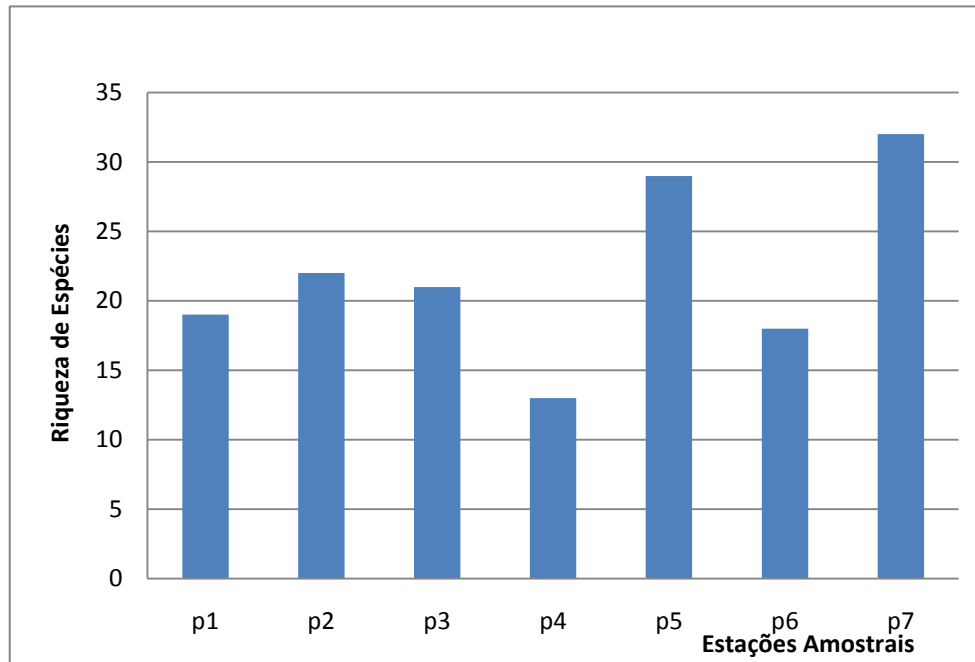


Figura 7.4. Riqueza específica da comunidade zooplânctônica nos locais amostrais, em julho de 2011.

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

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



8. Bioindicadores Ambientais: MACROFAUNA BENTÔNICA

8.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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

8.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 18 a 20 de julho de 2011. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu encoberto sem chuvas e temperatura do ar variando no intervalo de 5 a 17 °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

8.4.1 Amostras coletadas em áreas de remanso

Nas áreas de remanso foram registrados 21 táxons. As famílias identificadas e a ocorrência por estação amostral podem ser visualizadas na Tabela 8.1.

Tabela 8.1. Ocorrência dos táxons da macrofauna bentônica (●) nas estações de coleta, em áreas de remanso, campanha amostral julho de 2011.

Táxons		E1	E3	E4	E5	E6	E7
Nematoda	Nematoda	-	-	-	-	●	-
Acari	Hidracarinae	●	-	-	-	●	-
Hirudinae	Glossiphonidae	●	-	-	-	-	-
Oligochaeta	Tubificidae	●	-	-	●	●	-
	Naididae	●	-	-	●	-	-
	Enchytraeidae	-	-	-	●	-	●
Bivalvia	Corbiculidae	●	-	-	-	-	-
	Hyriidae	●	-	-	-	-	-
Diptera	Chironominae	●	-	-	●	●	-
	Orthocladinae	●	-	-	-	-	-
	Tanypodinae	●	-	-	●	-	-
	Ceratopogonidae	-	-	-	-	●	-



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	Tipulidae	-	-	-	-	●	-
Coleoptera	Elmidae	-	-	-	●	-	-
	Hydrophilidae	-	-	-	●	-	-
	Tenebrionidae	-	-	-	-	-	●
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	●	-	-	-	-	-
	Leptohyphidae	-	-	-	●	-	-
Trichoptera	Leptoceridae	●	-	-	-	-	-
Odonata	Gomphidae	●	-	-	-	-	-

A sucessão contínua entre áreas de remoção e deposição podem ser identificadas como habitats distintos abrigando espécies com adaptações e características fisiológicas específicas. Nas áreas de deposição ou remanso, a tendência é de predomínio de substratos mais finos, areia e silte e o material orgânico disponível é formado principalmente pela deposição de folhas e galhos provenientes do entorno. O esperado é que estas áreas estejam colonizadas principalmente por microorganismos detritívoros, como fungos e bactérias, e por invertebrados bentônicos que se alimentem destes organismos.

8.4.2 Amostras coletadas em áreas de corredeira

Nas áreas de corredeira, na campanha de inverno foram registradas 47 famílias (Tabela 8.2), pertencentes principalmente à Crustacea, Annelida, e Insecta.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.2. Ocorrência dos táxons da macrofauna bentônica (X) nas estações de 2011.

Táxons	Famílias	E1	E2	E3	E4	E6
Nematoda	Nematoda	X	X	X	-	X
Acarina	Hydracarina	X	X	-	X	X
Ostracoda	Candonidae	X	X	-	-	-
	Darwinulidae	X	-	-	-	-
Tricladida	Dugesidae	X	X	X	-	-
Decapoda	Aeglidae	X	X	-	-	-
Hirudinea	Glossiphonidae	X	-	-	-	-
	Erpobdellidae	X	-	-	-	-
Oligochaeta	Tubificidae	X	-	-	-	X
	Enchytraeidae	-	-	X	-	-
	Naididae	X	X	X	-	-
Polychaeta	Histriobdelidae	X	-	-	-	-
Gastropoda	Cochliopidae	X	X	X	-	-
	Physidae	-	-	-	X	-
	Ancylidae	X	-	-	-	-
Bivalvia	Bivalvia jovem	X	X	X	-	-
	Hyriidae jovem	X	X	-	-	-
	Corbiculidae	X	X	-	-	-
	Sphaeriidae	-	X	-	-	-
Diptera	Simuliidae	X	X	X	X	-
	Tipulidae	-	-	-	-	-
	Ceratopogonidae	X	-	-	-	X
	Chironominae	X	X	X	-	X
	Orthocladinae	X	X	X	X	X
	Tanypodinae	X	-	-	-	-
Ephemeroptera	Psychodidae	-	X	-	X	-
	Baetidae	X	-	X	X	-
	Caenidae	X	-	-	-	-
	Leptophlebiidae	X	X	-	-	-



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	Leptohyphidae	x	-	x	x	-
Plecoptera	Perlidae	x	x	-	-	-
	Gripopterygidae	x	-	x	-	-
Trichoptera	Hydropsychidae	x	x	-	-	-
	Hydroptilidae	-	-	x	-	-
	Leptoceridae	x	-	x	-	-
	Odontoceridae	-	-	x	-	-
Coleoptera	Elmidae morfo A	x	x	x	x	-
	Elmidae morfo B	-	x	-	-	-
	Hydrophilidae	-	x	-	x	-
	Psephenidae	-	x	-	-	-
Odonata	Coenagrionidae	-	x	-	-	-
	Gomphidae	x	-	-	-	-
Lepdoptera	Pyralidae	-	x	-	-	-
Hemiptera	Naucoridae	-	-	x	-	-
	Corixidae	x	-	-	-	-
	Belostomatidae	x	x	-	-	-
Megaloptera	Corydalidae	-	x	-	-	-
Colembola	Isotomidae	-	-	-	x	-

Nas estações E5 e E7 não foi possível utilizar o amostrador surber, em função das características do substrato.

Nas estações 1, 2 e 3 ocorreram as maiores riquezas de táxons da macrofauna (32, 25 e 17 famílias, respectivamente), Figura 8.1.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

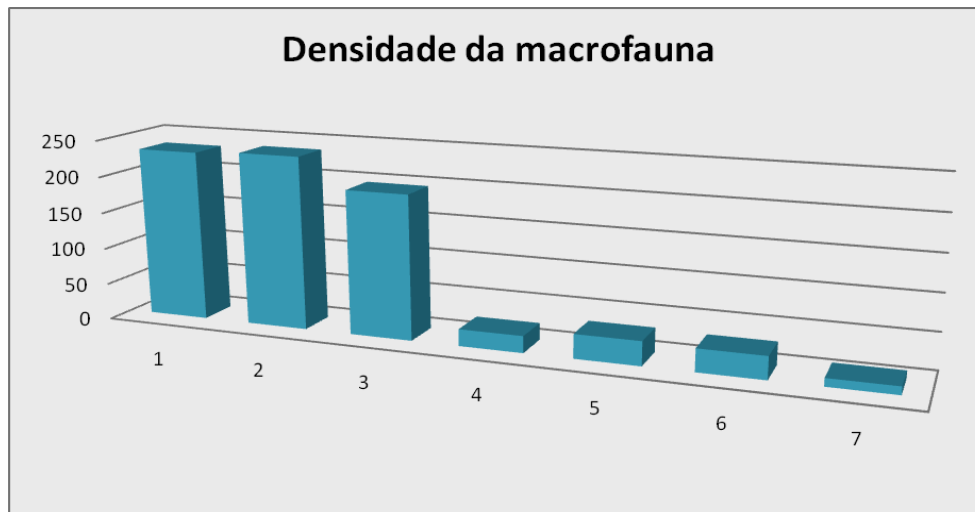


Figura 8.1. Densidade bruta de organismos da macrofauna nas estações analisadas, julho de 2011.

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 nas Tabelas 8.1 e 8.2.

Esta metodologia têm permitido o reconhecimento do estado das águas dos rios segundo uma escala de qualidade que oscila entre classes de 1 a 5, incluem as águas boas (não contaminadas ou não alteradas de forma sensível), aceitável (com leves efeitos de contaminação), duvidosa (águas contaminadas), crítica (muito contaminadas) e muito crítica (fortemente contaminadas).

Na Tabela 8.3 e 8.4 apresentam-se as pontuações (scores) das famílias para a aplicação do BMWP.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.3. Pontuações (scores) das famílias para a aplicação do BMWP



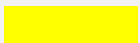


FAMÍLIAS	PONTUAÇÃO
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, 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, Leptohiphidae	6
Oligoneuridae, Polymitarcyidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, Aeglidae	5
Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae, Hydracarina	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnocoridae), 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).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.4 - 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	

Através do BMWP, verificou-se que as estações E5 e E6 foram classificadas como águas muito contaminadas, a estação E7 como fortemente contaminada. As estações E2 e E4 respectivamente como águas com alguns efeitos de contaminação e águas contaminadas, e estações E1 e E3 como não contaminadas (Tabela 8.5).

Tabela 8. 5. Resultado da aplicação do índice BMWP

Estações	1	2	3	4	5	6	7
BMWP (classe)							

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 Candioteinha e à montante da ponte (Figura 9.3).



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

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



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 captura dos peixes foi realizada entre os dias 17 e 20 de julho de 2011. A Temperatura oscilou entre 4 e 17 °C com céu encoberto. Os cursos d'água estavam cheios, em níveis acima da média que normalmente encontramos.

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%.

Durante a realização da campanha o nível do rio estava muito acima do normal, devido às fortes chuvas ocorridas nos dias que antecederam a campanha e também porque a barragem da UTE Presidente Médici estava com as comportas abertas, aumentando a quantidade de água no sistema.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

Tabela 9.1 - Intervalos do Índice de Qualidade (IQ)

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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



9.4 Resultados e Indicadores de Qualidade

9.4.1 Riqueza e diversidade de espécies

Durante a realização do trabalho foram capturados 78 exemplares de peixes representando 14 espécies (Tabela 9.3). O pontos Pt5 apresentou o maior valor de riqueza e do Índice de Diversidade Shannon-Wiener enquanto o Pt6 novamente 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, julho/2011.

N	Espécie	Nome comum	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	<i>Ancistrus brevipinnis</i>	casudo	1						
2	<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	lambari		9		9	1		1
3	<i>Bryconamericus iheringii</i>	lambari				1			
4	<i>Corydoras paleatus</i>	limpa-fundo					3		
5	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	5	7			1		1
6	<i>Gymnogeophagus rhabdotus</i>	cará				1			
7	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo							3
8	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra		1					
9	<i>Hypostomus commersoni</i>	casudo	2				2		
10	<i>Loricriichthys anus</i>	viola					4		3
11	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	2		3				
12	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	2	1		1			5
13	<i>Pimelodus pintado</i>	pintado					7		
14	<i>Rineloricaria strigilata</i>	violinha		1	1				
Riqueza			5	5	2	4	6	0	5
Abundância			12	19	4	12	18	0	13
Índice de diversidade H'			1,47	1,19	0,56	0,84	1,57	0,00	1,44
Índice de Qualidade (IQ)			2,40	2,59	0,90	1,83	2,95	0,00	2,44



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Quanto ao Índice de Qualidade a rede de monitoramento os pontos Pt1, Pt2, Pt5 e Pt7 podem ser enquadrados na categoria de *Alta Qualidade*. O Pt4 apresentou IQ *Média* e o Pt3 apresentou qualidade *Muito Baixa*. O Pt6 apresentou IQ zero como é verificado desde o início do programa de monitoramento (Figura 9.8).

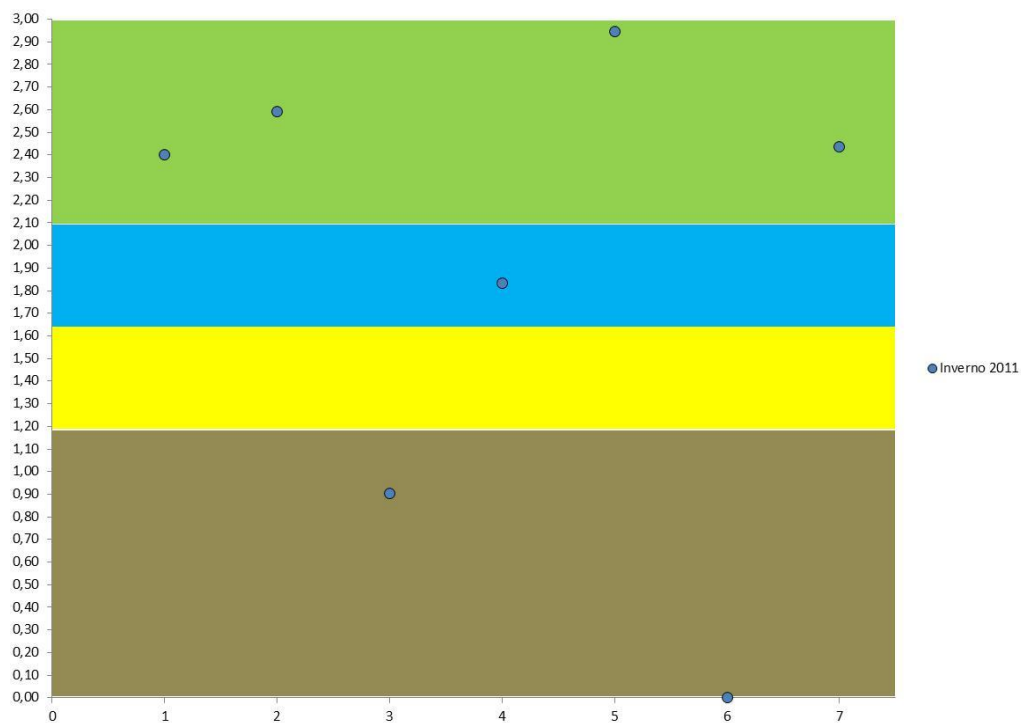


Figura 9.8 Enquadramento dos valores do IQ obtidos para os pontos da rede de monitoramento de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Medici, Candiota, RS, julho de 2011.



9.4.2 Elementos contaminantes

O monitoramento de elementos-traço no músculo dos peixes da área de influência aponta para a presença desses elementos, com exceção do Arsênio e do Chumbo, em tecidos corporais de peixes em todos os pontos de monitoramento.

Analisando os níveis tróficos abordados, apenas o Cromo não foi detectado em peixes hiliófagos bentônicos sendo os demais elementos detectados em todos os níveis tróficos analisados e em alguns casos em concentrações muito acima daquelas adotadas como referência nesse estudo (Tabela 9.4).

O Arsênio e o Chumbo não foram detectados nas amostras analisadas. Assim com no período anterior de monitoramento o cádmio, cromo e o níquel foram registrados, porém, nunca acima dos valores de referência adotados no trabalho. O cromo foi detectado no tecido muscular de carnívoros apenas nos pontos Pt1, Pt3 e Pt7 e em onívoros apenas nos pontos Pt1 e Pt2.

A presença de cobre foi detectada em 100% das amostras de tecido muscular. No entanto não foram observados valores acima do valor de referência. O Manganês foi detectado em 100% das amostras, mas somente em um cascudo (heliófago/bentônico) é que sua concentração ultrapassou o valor de referência.

O Mercúrio foi detectado em 100% das amostras estando acima do valor de referência em peixes carnívoros nos pontos Pt1, Pt2, Pt3, Pt4 e Pt7. Entre os onívoros as amostras obtidas nos pontos Pt2 e Pt5 estiveram acima do valor de referência. Dessa forma, em todo os pontos monitorados a presença do



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

elemento foi registrada em algum peixe acima dos valores de referência adotados nesse estudo.

O Níquel foi detectado em 100% das amostras porém, em valores inferiores ao limite de quantificação. O Zinco também foi detectado em 100% das amostras, mas nunca acima dos valores de referência adotados nesse estudo.

Tabela 9.4. Elementos traço em músculo de peixes de três níveis tróficos ao longo da rede de monitoramento do arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Medici, Candiota, RS, julho/2011.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Mn	Hg	Ni	Zn
				mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/Kg P.S.
				0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05	0,5	10
P1	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	onívoro	ND	<0,5	ND	2,0	<0,5	4,5	0,22	<0,5	74,2
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	<0,5	ND	1,0	<0,5	3,8	1,59	<0,5	46,3
P2	<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	lambari	onívoro	ND	<0,5	ND	0,7	<0,5	2,6	0,61	<0,5	57,5
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	<0,5	ND	0,8	ND	0,8	1,45	<0,5	47,9
P3	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	ND	<0,5	ND	1,1	<0,5	1,7	3,22	<0,5	34,1
P4	<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	lambari	onívoro	ND	<0,5	ND	0,9	ND	3,4	0,07	<0,5	72,5
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	<0,5	ND	1,0	ND	<0,5	0,81	<0,5	32,4
P5	<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	lambari	onívoro	ND	<0,5	ND	1,0	ND	2,5	0,44	<0,5	54,7
	<i>Loricichthys anus</i>	viola	hiliófago/bentônico	ND	<0,5	ND	0,5	ND	3,3	0,28	<0,5	20,7
P7	<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	lambari	onívoro	ND	<0,5	ND	0,6	ND	1,7	0,37	<0,5	44,3
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	hiliófago/bentônico	ND	<0,5	ND	0,7	ND	8,6	0,27	<0,5	29,1
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	<0,5	ND	0,7	<0,5	0,5	5,53	<0,5	30,4

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 MSc. 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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

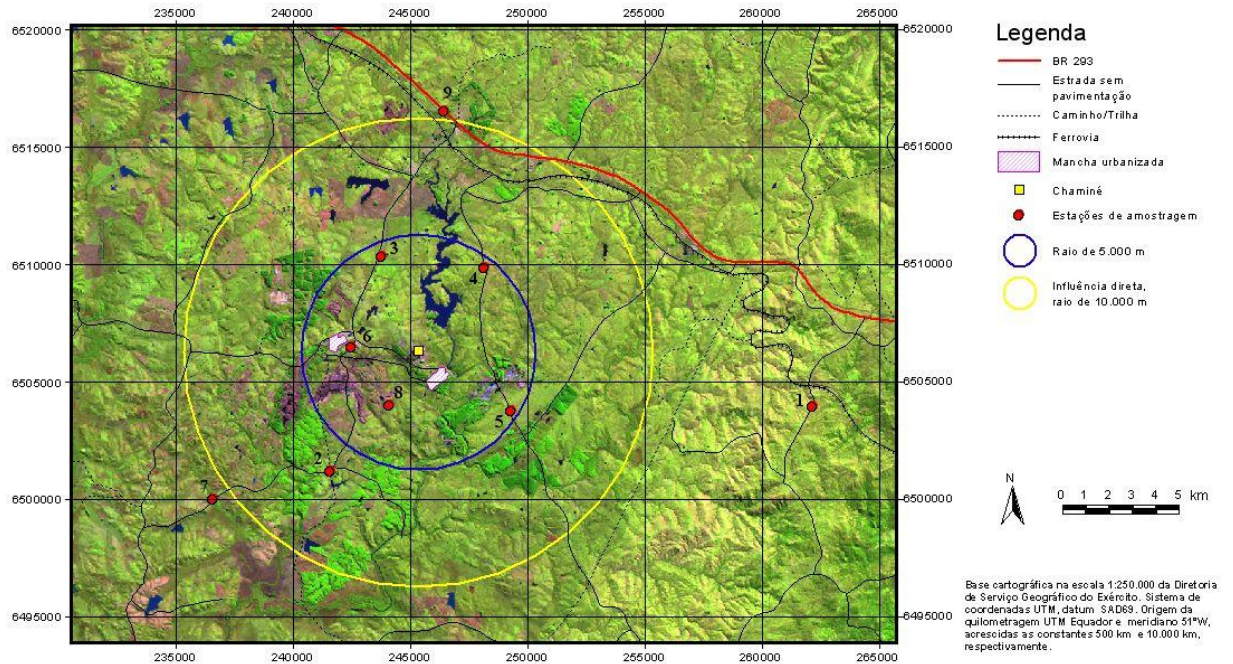


Figura 11.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.



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.

12.2 Trabalho de Campo e Técnicas de Amostragem

A campanha foi realizada no período de 04 a 07 de julho de 2011. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de -1 a 11 °C.



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

Em cada estação, Os levantamentos foram realizados através do emprego da técnica de parcelas de $0,25 \text{ m}^2$, dispostas alternadamente (Figura 12.1) ao longo de uma transecção da unidade de campo amostrada. Em cada uma das EAs, foram inventariadas 38 parcelas.



Figura 12.1. Distribuição de parcelas de amostragem em comunidade vegetal campestre da **EA4** (Chácara Santa Clara, Candiota, RS, julho de 2011).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

12.3 Resultados parciais e comentários

Nas Tabelas 12.1 a 12.5 estão listados os resultados parciais dos levantamentos florísticos nas respectivas estações de amostragem.

Tabela 12.1. Composição florística de uma comunidade campestre na **Serra do Veleza**, Pinheiro Machado, RS, **EA 1**, julho/2011.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Amaranthaceae/ <i>Pfaffia tuberosa</i>	1
Amaryllidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	3
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	2
Apicaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	3
Asteraceae/ <i>Baccharis trimera</i>	1
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	1
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	5
Asteraceae/ <i>Elephantopus mollis</i>	4
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	21
Asteraceae/ <i>Hypochaeris radicata</i>	7
Asteraceae/ <i>Senecio</i> sp.	4
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	37
Asteraceae/ <i>Stenachaenium campestre</i>	1
Asteraceae/Indet. 1	9
Asteraceae/Indet. 2	2
Asteraceae/Indet. 3	9
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	8
Convolvulaceae/ <i>Dichondra seriacea</i>	31
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	1
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	14
Cyperaceae/ <i>Eleocharis</i> sp.	3
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	8
Cyperaceae/Indet.	2
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	1
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	7
Indeterminada 1	1
Malvaceae/ <i>Krapovickasia urticifolia</i>	5
Moraceae/ <i>Dorstenia brasiliensis</i>	3
Moraceae/cf. <i>Dorstenia</i>	5
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp.1	13
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	38
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 3	12



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp.	6
Poaceae/ <i>Andropogon ternatus</i>	3
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	26
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	11
Poaceae/ <i>Coelorhachis selloana</i>	3
Poaceae/ <i>Dichantherium sabulorum</i>	2
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	7
Poaceae/ <i>Eragrostis bahiensis</i>	13
Não identificada 1	11
Poaceae/ <i>Eragrostis lugens</i>	2
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	3
Poaceae/ <i>Panicum</i> sp.	3
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	11
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	31
Poaceae/ <i>Piptochateium lasianthum</i>	1
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	30
Poaceae/ <i>Setaria parviflora</i>	1
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	15
Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	13
Poaceae/ <i>Stipa</i> sp.	2
Ranunculaceae/ <i>Ranunculus</i> sp.	1
Rubiaceae/ <i>Borreria glutinosa</i>	2
Rubiaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	1
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	1
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	4
Solanaceae/ <i>Nierembergia veitchii</i>	1
Não identificada 2	1
Não identificada 3	4

Tabela 12.2. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Santa Rita**, Candiota, RS, **EA 5**, julho/2011.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	1
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	1
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	12
Asteraceae/ <i>Vernonia nudiflora</i>	6
Asteraceae/Indet. 1	2
Asteraceae/Indet. 2	1
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	6
Caryophyllaceae/Indet.	1
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	28
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	14
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	1
Cyperaceae/cf. <i>Bulbostylis</i>	21



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	3
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorfum</i>	4
Irdaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	29
Não identificada 1	1
Lythraceae/ <i>Cuphea glutinosa</i>	1
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	1
Moraceae/ <i>Dorstenia brasiliensis</i>	2
Moraceae/ <i>Dorstenia</i> sp.	1
Orobanchaceae/ <i>Agalinis communis</i>	3
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 1	19
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	37
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 4	1
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp.	1
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	26
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	38
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	13
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	1
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	10
Rubiaceae/ <i>Borreria glutinosa</i>	1
Não identificada 2	1

Tabela 12.3. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Três Lagoas**, Candiota, RS, **EA 2**, julho/2011.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Amaryllidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	1
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	6
Araliaceae/ <i>Hydrocotyle pusilla</i>	13
Asteraceae/ <i>Aspilia setosa</i>	1
Asteraceae/ <i>Chaptalia arechavaletae</i>	1
Asteraceae/ <i>Chaptalia runcinata</i>	1
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	1
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	3
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	5
Asteraceae/ <i>Hypochaeris radicata</i>	1
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	4
Asteraceae/ <i>Solidago chilensis</i>	1
Asteraceae/ <i>Soliva anthemifolia</i>	33
Asteraceae/ <i>Taraxacum officinale</i>	1
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	8
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	11
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	34
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	11
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	5
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	2



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	35
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium micranthum</i>	4
Lamiaceae/Indet.	14
Lythraceae/ <i>Cuphea racemosa</i>	2
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	3
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 1	17
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	16
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 3	20
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 4	11
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp. 1	2
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	21
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	20
Poaceae/ <i>Cynodon dactylon</i>	6
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	22
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	2
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	4
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	6
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	8
Pteridófito/ <i>Ophioglossum</i> sp.	1
Rubiaceae/ <i>Borreria glutinosa</i>	1

Tabela 12.4. Composição florística de uma comunidade campestre na **Chácara Santa Clara**, Candiota, RS, **EA 4**, julho/2011.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Amaryllidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	19
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	2
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	20
Asteraceae/ <i>Aspilia setosa</i>	1
Asteraceae/ <i>Baccharis coridifolia</i>	8
Asteraceae/ <i>Baccharis trimera</i>	2
Asteraceae/ <i>Chaptalia runcinata</i>	3
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	6
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	2
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	5
Asteraceae/ <i>Gamochoaeta americana</i>	2
Asteraceae/ <i>Hypochaeris radicata</i>	7
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	2
Asteraceae/ <i>Soliva anthemifolia</i>	27
Asteraceae/ <i>Stenachaenium campestre</i>	22
Asteraceae/Indet.	1
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	1
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	7



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	24
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	3
Cyperaceae/ <i>Eleocharis</i> sp.	14
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	10
Cyperaceae/Indet.	1
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	4
Fabaceae/ <i>Galactia</i> sp.	1
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	5
Iridaceae/ <i>Syrinchium micranthum</i>	1
Indet. 1	11
Linaceae/ <i>Cliococca selaginoides</i>	12
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	1
Moraceae/ <i>Dorstenia</i> sp.	1
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 1	22
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	36
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 3	18
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 4	4
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	32
Poaceae/ <i>Eleusine trsitachya</i>	1
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	8
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>	26
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	1
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	18
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	1
Poaceae/ <i>Piptochaetium montvidensis</i>	36
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	12
Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	1
Polygalaceae/ <i>Polygala</i> sp.	15
Pteridófito/ <i>Ophioglossum</i> sp.	7
Rubiaceae/ <i>Borreria glutinosa</i>	9
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	6
Verbenaceae/ <i>Lantana montevidensis</i>	1
Verbenaceae/Indet.	1
Não determinada 1	3

Tabela 12.5. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Candiota**, Candiota, RS, **EA 3**, julho/2011.

Família/Espécie	Nº de parcelas com a espécie
Amaryllidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	9
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	1
Asteraceae/ <i>Aspilia setosa</i>	2
Asteraceae/ <i>Baccharis coridifolia</i>	2
Asteraceae/ <i>Baccharis trimera</i>	6
Asteraceae/ <i>Chaptalia arechavaletae</i>	1



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Asteraceae/ <i>Chaptalia runcinata</i>	33
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	1
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	16
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	9
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	1
Asteraceae/ <i>Hypochaeris radicata</i>	9
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>	1
Asteraceae/ <i>Soliva anthemifolia</i>	37
Asteraceae/Indet.	3
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	1
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	31
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	14
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	16
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	1
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	6
Cyperaceae/Indet.	1
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	18
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	19
Lamiaceae/Indet.	1
Lythraceae/ <i>Cuphea racemosa</i>	1
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	20
Malvaceae/Indet.	3
Myrtaceae/ <i>Psidium lividum</i>	1
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 1	26
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	6
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 3	28
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 4	10
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp.	4
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	24
Poaceae/ <i>Coelorhachis selloana</i>	2
Poaceae/ <i>Dichanthelium sabulorum</i>	1
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	9
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	14
Poaceae/ <i>Eragrostis</i> sp.	1
Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	8
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	35
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	2
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	24
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	11
Poaceae; <i>Steinchisma hians</i>	5
Poaceae/ <i>Erianthus trinii</i>	1
Poaceae/Indet.	5
Rubiaceae/ <i>Borreria glutinosa</i>	23
Rubiaceae/ <i>Borreria verticiliata</i>	2
Rubiaceae/ <i>Borreria</i> sp. 2	2
Rubiaceae/ <i>Relbunium richardianum</i>	1
Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	2



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nesta campanha, a EA1 (Serra do Veleda) foi a que exibiu maior riqueza de espécies (60), seguida da EA3 (Chácara Santa Clara, com 53 espécies) e EA4 (Chácara Santa Clara, com 52 espécies). A EA5 (Fazenda Santa Rita, Figura 12.2) apresentou o menor número de espécies (32).



Figura 12.2. Vista parcial de uma parcela de amostragem na EA5, com destaque para *Axonopus potti* (Poaceae), espécie predominante na comunidade (Candiota, RS, julho de 2011).

Algumas espécies se salientaram pelas frequências absolutas elevadas (presença em mais de 50% das parcelas de amostragem):



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- *Oxalis* sp., *Soliva anthelmifolia* e *Dichondra sericea*, na EA1;
- *Herbertia pulchella*, *Bulbostylis capillaris* e *Soliva anthelmifolia*, na EA2;
- *Soliva anthelmifolia*, *Paspalum notatum* e *Chaptalia runcinata*, na EA3;
- *Oxalis* sp. 2, *Piptochaetium montevidensis* e *Axonopus affinis*, na EA4;
- *Axonopus pottii*, *Oxalis* sp. 2 e *Herbertia pulchella*, na EA5.

As seguintes atividades foram iniciadas para o mapeamento da cobertura vegetal:

- Estabelecimento e consolidação da base cartográfica;
- Levantamento bibliográfico;
- Levantamentos preliminares à campo;
- Reconhecimento da área de estudos;
- Identificação das formações vegetais locais;
- Documentação fotográfica e por GPS;
- Aquisição de imagens de satélite.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

13. Monitoramento da AVIFAUNA

13.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

13.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 18 a 22 de julho de 2011. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu ensolarado a encoberto, com chuva acumulada no período de 5mm e temperatura do ar variando no intervalo de 4 a 16 °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 variou 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 no inverno de 2011 foram registradas 68 espécies de aves (Tabela 13.1) através do uso conjunto das duas metodologias de amostragem. Deste total, 58 espécies foram registradas pelo método de pontos de contagem, o qual foi utilizado para a obtenção de Índice Pontual de Abundância – IPA (Tabela 13. 2). Nenhuma nova espécie foi acrescida à listagem já existente, proveniente das campanhas de monitoramento anteriores, mantendo-se o total acumulado de 160 espécies para a área de influência da UTE Presidente Médici (anexo 1), o que representa 24,2% 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 ~ 81% 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

As estações amostrais (EA) 1 e 2 foram as que apresentaram maior riqueza nessa amostragem, com 46 e 38 espécies, respectivamente (Figura 13.1). Mesmo que essas estações amostrais estejam repetidamente entre as mais diversas, a diferença na riqueza entre as áreas amostrais parece ser flutuante entre as campanhas amostrais já realizadas. As variações ocorridas ao longo do monitoramento serão analisadas ao final da última campanha de amostragem dessa etapa de monitoramento.

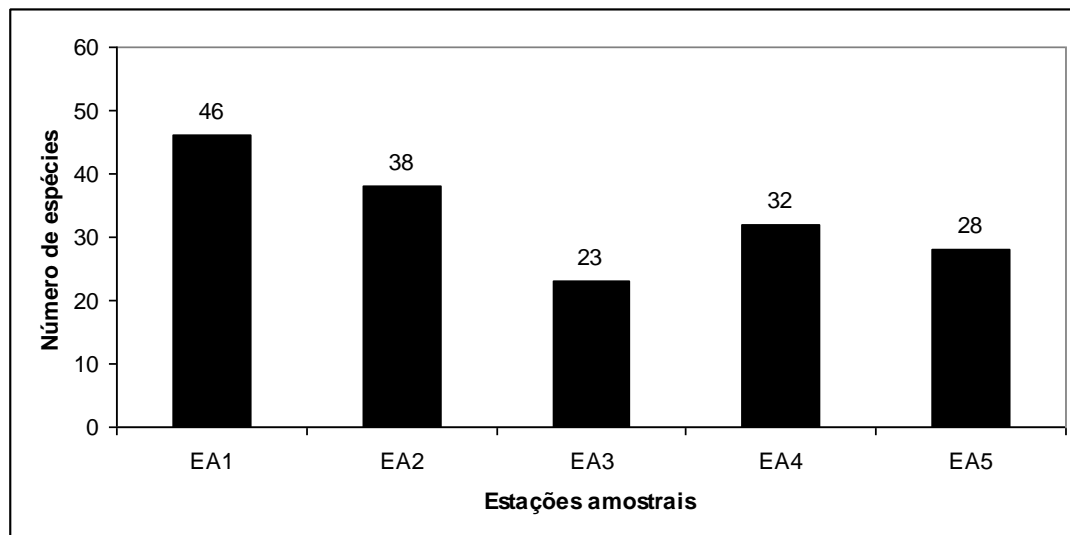


Figura 13.1. Número de espécies de aves para as cinco estações amostrais (EA) do monitoramento de fauna terrestre da Usina Termoeletrica Pres. Médici, Candiota, RS, durante o inverno de 2011.

A riqueza de espécies pode ser considerada baixa se comparada com as campanhas anteriores. Esse resultado provavelmente se deve à reduzida atividade da maioria das espécies nessa época do ano, o que dificulta a detecção das mesmas em campo, e à ausência de espécies migratórias na região.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Dez espécies foram as mais frequentes, estando presentes nas cinco estações amostrais (Tabela 13.1) – quero-quero (*Vanellus chilensis* – Figura 13.2), pombão (*Patagioenas picazuro*), pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), joão-de-barro (*Furnarius rufus* – Figura 13.3), alegrinho (*Serpophaga subcristata*), suiriri-cavaleiro (*Machetornis rixosa*), pitiguari (*Cyclarhis gujanensis*), corruíra (*Troglodytes musculus*), tico-tico (*Zonotrichia capensis* – Figura 13.4) e pula-pula-assobiador (*Basileuterus leucoblepharus*).

Calculando-se o índice pontual de abundância das espécies registradas nos pontos de contagem (Tabela 13.2), as mais abundantes foram o joão-de-barro (*Furnarius rufus*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), tico-tico (*Zonotrichia capensis*) e pombão (*Patagioenas picazuro*).



Figura 13.2 – Quero-quero (*Vanellus chilensis*), espécie registrada em todas as estações de amostragem durante o inverno de 2011 no monitoramento de fauna terrestre da Usina Termoelétrica Pres. Médici, Candiota, RS.



Figura 13.3 – João-de-barro (*Furnarius-rufus*), espécie entre as mais frequentes, registrada em todas as estações de amostragem durante o inverno de 2011.



Figura 13. 4 – Tico-tico (*Zonotrichia capensis*), espécie entre as mais frequentes, registrada em todas as estações de amostragem durante o inverno de 2011 no monitoramento de fauna terrestre da Usina Termoeletrica Pres. Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 13.1. Lista das espécies de aves registradas na campanha de inverno de 2011 em cada estação amostral no Monitoramento Ambiental da UTE Pres. Médici, Candiota, RS. Legenda: EA- estações amostrais onde a espécie esteve presente.

Nome científico	Nome comum	EA
TINAMIDAE		
<i>Nothura maculosa</i>	perdiz	1245
ANHIMIDAE		
<i>Chauna torquata</i>	tachã	2
ANATIDAE		
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	marreca-pé-vermelho	12
<i>Anas flavirostris</i>	marreca-pardinha	1
<i>Anas versicolor</i>	marreca-cricri	2
PHALACROCORACIDAE		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	biguá	5
ARDEIDAE		
<i>Ardea alba</i>	garça-branca-grande	5
THRESKIORNITHIDAE		
<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca	24
CATHARTIDAE		
<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	3
RALLIDAE		
<i>Aramides ypecaha</i>	saracuraçu	1
<i>Gallinula galeata</i>	galinhola	2
CHARADRIIDAE		
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	12345
SCOLOPACIDAE		
<i>Gallinago paraguaiiae</i>	narceja	124
COLUMBIDAE		
<i>Patagioenas picazuro</i>	asa-branca	12345
<i>Patagioenas maculosa</i>	pomba-do-orvalho	1
<i>Zenaida auriculata</i>	pomba-de-bando	1245
<i>Leptotila verreauxi</i>	juritipupu	1235
PSITTACIDAE		
<i>Pyrrhura frontalis</i>	tiriba-de-testa-vermelha	14
<i>Myiopsitta monachus</i>	caturrita	1234
CUCULIDAE		
<i>Guira guira</i>	anu-branco	4
TROCHILIDAE		
<i>Hylocharis chrysurus</i>	beija-flor-dourado	234
ALCEDINIDAE		
<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde	2



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

PICIDAE		
<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco	3
<i>Veniliornis spilogaster</i>	picapauzinho-verde-carijó	124
<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	124
<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	12345
THAMNOPHILIDAE		
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	choca-de-boné-vermelho	35
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	choca-da-mata	15
DENDROCOLAPTIDAE		
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	1
FURNARIIDAE		
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	12345
<i>Phacellodomus striaticollis</i>	tio-tio	13
<i>Anumbius annumbi</i>	cochicho	1245
<i>Synallaxis spixi</i>	joão-teneném	35
<i>Cranioleuca</i> sp.	arredio	14
TYRANNIDAE		
<i>Serpophaga nigricans</i>	joão-pobre	25
<i>Serpophaga subcristata</i>	alegrinho	12345
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	12345
<i>Machetornis rixosa</i>	suriri-cavaleiro	124
<i>Xolmis cinereus</i>	primavera	4
<i>Xolmis irupero</i>	noivinha	1245
VIREONIDAE		
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	12345
HIRUNDINIDAE		
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	3
TROGLODYTIDAE		
<i>Troglodytes musculus</i>	curruíra	12345
POLIOPTILIDAE		
<i>Polioptila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara	124
TURDIDAE		
<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	125
<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	1235
MIMIDAE		
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	145
MOTACILLIDAE		
<i>Anthus hellmayri</i>	caminheiro-de-barriga-acanelada	2
THRAUPIDAE		
<i>Saltator aurantiirostris</i>	bico-duro	15
<i>Tangara preciosa</i>	saíra-preciosa	125



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Stephanophorus diadematus</i>	sanhaçu-frade	145
<i>Paroaria coronata</i>	cardeal	12
<i>Pipraeidea melanonota</i>	saíra-viúva	1
<i>Pipraeidea bonariensis</i>	sanhaçu-papa-laranja	1
EMBERIZIDAE		
<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	12345
<i>Poospiza cabanisi</i>	tico-tico-da-taquara	1
<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra-verdadeiro	1
<i>Embernagra platensis</i>	sabiá-do-banhado	12
PARULIDAE		
<i>Parula pitiayumi</i>	mariquita	1234
<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	3
<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	pula-pula-assobiador	12345
ICTERIDAE		
<i>Cacicus chrysopterus</i>	tecelão	34
<i>Icterus cayanensis</i>	encontro	2
<i>Gnorimopsar chopi</i>	chopim	12
<i>Pseudoleistes virescens</i>	dragão	14
<i>Agelaioides badius</i>	asa-de-telha	5
<i>Molothrus bonariensis</i>	vira-bosta	1
FRINGILLIDAE		
<i>Carduellis magellanica</i>	pintassilgo	4

Tabela 13.2. Índice pontual de abundância (IPA) das espécies em cada estação amostral durante a campanha de inverno de 2011 no Monitoramento Ambiental da UTE Pres. Médici, Candiota, RS.

Espécie	IPA				
	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5
<i>Nothura maculosa</i>	0.2	0.3	0	0.2	0.3
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	0	0.7	0	0	0.0
<i>Anas flavirostris</i>	0.2	0.0	0	0	0.0
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	0	0.0	0	0	0.3
<i>Ardea alba</i>	0	0.0	0	0	0.3
<i>Theristicus caudatus</i>	0	0.7	0	0.2	0.0
<i>Cathartes aura</i>	0	0.0	0.2	0	0.0
<i>Gallinula galeata</i>	0	0.3	0	0	0.0
<i>Vanellus chilensis</i>	0	0.7	0.6	0.4	0.0



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Gallinago paraguaiæ</i>	0	0.3	0	0	0.0
<i>Patagioenas picazuro</i>	0.6	0.3	1	0	0.5
<i>Patagioenas maculosa</i>	0.4	0.0	0	0	0.0
<i>Zenaida auriculata</i>	0.2	0.3	0	0.4	0.3
<i>Leptotila verreauxi</i>	0.2	0.0	0.2	0	0.0
<i>Pyrrhura frontalis</i>	0	0.0	0.2	0.2	0.0
<i>Myiopsitta monachus</i>	0.2	0.3	0	0.2	0.0
<i>Guira guira</i>	0	0.0	0	0.2	0.0
<i>Hylocharis chrysura</i>	0	0.0	0.6	0.2	0.0
<i>Chloroceryle amazona</i>	0	0.3	0	0	0.0
<i>Melanerpes candidus</i>	0	0.0	0.2	0	0.0
<i>Veniliornis spilogaster</i>	0	0.0	0	0.2	0.0
<i>Colaptes melanochloros</i>	0	0.3	0	0.2	0.0
<i>Colaptes campestris</i>	0.4	0.7	0	0.2	0.3
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	0	0.0	0.2	0	0.3
<i>Thamnophilus caeruleus</i>	0	0.0	0	0	0.3
<i>Furnarius rufus</i>	0.4	1.7	0.8	0.8	1.0
<i>Phacellodomus striaticollis</i>	0.4	0.0	0.2	0	0.0
<i>Anumbius annumbi</i>	0	0.7	0	0	0.0
<i>Cranioleuca sp.</i>	0.2	0.0	0	0	0.0
<i>Serpophaga nigricans</i>	0	0.3	0	0	0.3
<i>Serpophaga subcristata</i>	0.4	0.3	0.2	0	0.0
<i>Machetornis rixosa</i>	0.2	0.3	0	0.2	0.0
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0.8	1.0	0.4	0.8	0.5
<i>Xolmis irupero</i>	0.2	0.0	0	0.6	0.0
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1	0.3	0	0	0.5
<i>Troglodytes musculus</i>	0	0.3	0.6	0.4	0.5
<i>Polioptila dumicola</i>	0	0.3	0	0	0.0
<i>Turdus rufiventris</i>	0.6	0.0	0	0	0.3
<i>Turdus amaurochalinus</i>	0.6	0.3	0.6	0	0.3
<i>Mimus saturninus</i>	0.6	0.0	0	0.2	0.0
<i>Anthus hellmayri</i>	0	0.3	0	0	0.0
<i>Saltator aurantiirostris</i>	0.4	0.0	0	0	0.3
<i>Tangara preciosa</i>	0	0.0	0	0	0.3
<i>Stephanophorus diadematus</i>	0.6	0.0	0	0	0.3
<i>Paroaria coronata</i>	0.4	0.3	0	0	0.0
<i>Pipraeidea bonariensis</i>	0.8	0.0	0	0	0.0
<i>Zonotrichia capensis</i>	0.6	1.0	0.2	0.6	1.0
<i>Poospiza cabanisi</i>	0.2	0.0	0	0	0.0
<i>Sicalis flaveola</i>	0.2	0.0	0	0	0.0



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Embernagra platensis</i>	0	0.3	0	0	0.0
<i>Parula pitiayumi</i>	0	0.3	0.2	0.2	0.0
<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	0.6	0.0	0.2	0.4	0.3
<i>Cacicus chrysopterus</i>	0	0.0	0	0.2	0.0
<i>Icterus cayanensis</i>	0	0.3	0	0	0.0
<i>Gnorimopsar chopi</i>	0.4	0.0	0	0	0.0
<i>Pseudoleistes virescens</i>	0.2	0.0	0	0.2	0.0
<i>Agelaioides badius</i>	0	0.0	0	0	0.3
<i>Molothrus bonariensis</i>	0.2	0.0	0	0	0.0

Nessa 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, três espécies já foram observadas: junqueiro-de-bico-reto (*Limnoctites rectirostris*) – status Vulnerável, noivinha-de-rabo-preto (*Xolmis dominicanus*) – status Vulnerável, e corruíra-do-campo (*Cistothorus platensis*) – status Em Perigo.

Como espécies de valor econômico registradas, podem ser citadas aquelas com potencial cinegético, de acordo com a antiga portaria de caça de 2005 (Instrução Normativa Nº 99, de 18/05/2005): perdiz (*Nothura maculosa*) e asa-branca (*Patagioenas picazuro*). Deve ser salientado, porém, que a prática da caça amadorista no Rio Grande do Sul não é mais permitida há alguns anos.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As análises de abundância e diversidade, bem como uma maior discussão dos resultados obtidos ao longo das diferentes etapas de monitoramento estão em andamento e serão apresentadas no relatório anual do projeto.

A partir dos resultados obtidos no estudo até o momento, não foi possível concluir qualquer efeito direto e/ou indireto das atividades da UTE Pres. Médici sobre a avifauna local. Apesar da inexistência de diferenças na riqueza, abundância e diversidade entre as áreas, isso não quer dizer que efeitos negativos sobre esses organismos não estejam ocorrendo, mas sim que nos parâmetros avaliados não há evidências de efeitos.

O compartimento ambiental monitorado, avifauna, tem como coordenação a Dra. Sandra Maria Hartz e como responsável técnico o Biólogo MSc. 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 assembleias de organismos estudados (riqueza, diversidade, equidade) com as condições de qualidade do ar e do ambiente de entorno.

14.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 18 a 22 de julho de 2011. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu ensolarado a encoberto, com chuva acumulada no período de 5mm e temperatura do ar variando no intervalo de 4 a 16 °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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

hora em cada corpo úmido. Indivíduos registrados durante a busca ativa para répteis também foram incluídos na amostragem.

14.4 Resultados e Comentários

Neste levantamento foram registradas sete espécies de anuros, tais como *Leptodactylus latrans* (Figura 14.6), e somente 3 de répteis, como, *Liophis poecilogyrus* (Figura 14.7), no somatório das estações amostrais para a primeira campanha do quarto contrato. Apesar de onze campanhas terem sido realizadas no somatório de todos os contratos, novas espécies ainda estão sendo registradas como *Oxyrhopus rhombifer* (falsa-coral) e *Bothropoides pubescens* (jararaca-pintada).

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 e 1 do último contrato) 18 espécies.

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



Figura 14.6: *Leptodactylus latrans*



Figura 14. 7: *Liophis poecilogyris*



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 14.1 - LISTA DAS ESPÉCIES DE ANFÍBIOS IDENTIFICADAS POR ESTAÇÃO AMOSTRAL, Julho/2011

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME POPULAR	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.
		1	2	3	4	5
HYLIDAE						
<i>DENDROPSOPHUS MINUTUS</i>	PERERECA			X		
	PERERECA-DO-BANHADO	X	X		X	X
<i>HYPISIBOAS PULCHELLUS</i>			X			X
<i>PSEUDIS MINUTUS</i>	RÃ-BOIADORA		X			X
<i>SCINAX FUSCOVARIUS</i>	RASPA-DE-CUIA	X	X		X	
<i>SCINAX SQUALIROSTRIS</i>	PERERECA-NARIGUDA	X	X			X
<i>SCINAX URUGUAYUS</i>	PERERECA					X
LEPTODACTYLIDAE						
<i>LEPTODACTYLUS LATRANS</i>	RÃ-CRIOLA		X		X	

Tabela 14.2 - LISTA DAS ESPÉCIES DE RÉPTEIS IDENTIFICADAS POR ESTAÇÃO AMOSTRAL, Julho/2011

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME POPULAR	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.
		1	2	3	4	5
COLUBRIDAE						
<i>LIOPHIS POECIOLOGYRUS</i>	JARARAQUINHA D'ÁGUA					X
<i>OXYRHOPUS RHOMBIFER</i>	FALSA CORAL		X			
VIPERIDAE						
<i>BOTHROPS PUBESCENS</i>	JARARACA PINTADA		X			

O compartimento ambiental monitorado, herpetofauna, tem a coordenação da Dra. Sandra Maria Hartz e o biólogo MSc. 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 9 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 11 a 12 de julho de 2011. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu ensolarado a encoberto e temperatura do ar variando no intervalo de 7 a 20 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A campanha para instalação dos expositores contendo os bioindicadores ativos (liquens) foi realizada nos dias 8 e 9 de agosto de 2011, quando também foi coletado amostras de solo dos locais de coleta e exposição de plantas bioindicadoras. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu encoberto e temperatura do ar variando no intervalo de 13 a 19 °C.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

15.3 Técnicas de amostragem

15.3.1 Biomonitoramento Passivo

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

As espécies amostradas foram:

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

15.3.2 Biomonitoramento Ativo

Foi realizada a instalação dos expositores contendo as espécies de líquens indicadas para o biomonitoramento ativo da qualidade do ar:

- *Ramalina celastri* (sensível)
- *Heterodermia cf. obscurata* (acumuladora).

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A determinação de metais e enxofre nas amostras secas e digeridas com solução ácida de HNO_3 foi realizada pela técnica espectrométrica de Plasma Induzido- ICP/OES. Os Relatórios de Ensaio referentes a estes ensaios estão apresentados em anexo.

15.5 Resultados parciais

15.5.1 Biomonitoramento passivo

A Tabela 15.2 apresenta os teores de metais e enxofre em *Elephantopus mollis* referentes à primeira coleta dos bioindicadores passivos. Da mesma forma como em campanhas anteriores (Divan Junior et al., 2009; Divan Junior et al., 2010) esta espécie apresentou os maiores teores de cádmio (Cd), chumbo (Pb) e zinco (Zn). Quanto a distribuição entre as estações, os maiores valores de Cd foram encontrados na EA 7 (Figura 15.1A), de Pb na EA 2 (Figura 15.1B) e Zn nas EAs 2 e 8 (Figura 15.1C); todas situadas na direção dos ventos predominantes que passam pela usina.

Tabela 15.2: Teores de cádmio, chumbo e zinco de *Elephantopus mollis* referentes à primeira coleta (julho de 2011)

	EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5	EA 6	EA 7	EA 8	EA 9
<i>Cádmio</i> (mg kg ⁻¹)	0.4	0.36	0.38	0.34	0.26	0.41	1.41	0.52	-*
<i>Chumbo</i> (mg kg ⁻¹)	0.64	1.59	0.58	0.82	0.87	0.37	<0.2 5	0.58	-
<i>Zinco</i> (mg kg ⁻¹)	52	80.5	40.4	55.2	60.7	57.3	42.6	77.3	-
<i>Enxofre</i> (%)	0.27	0.25	0.19	0.26	0.23	0.25	0.23	0.25	-

* não foram encontrados indivíduos dessa espécie nessa estação de amostragem



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

De maneira geral, a distribuição dos teores desses metais na vegetação, principal componente da biota terrestre, e particularmente em *E. mollis*, permite demonstrar claramente o efeito deposição seca dos elementos metálicos e das cinzas volantes provenientes da queima do carvão. Em relação ao zinco, esses teores estão dentro da faixa de concentração ambiental tolerável pela grande maioria das espécies vegetais (Ferreira et al., 2001), mas devem ser vistos com atenção devido a capacidade de biomagnificação de certos metais, particularmente o cádmio.

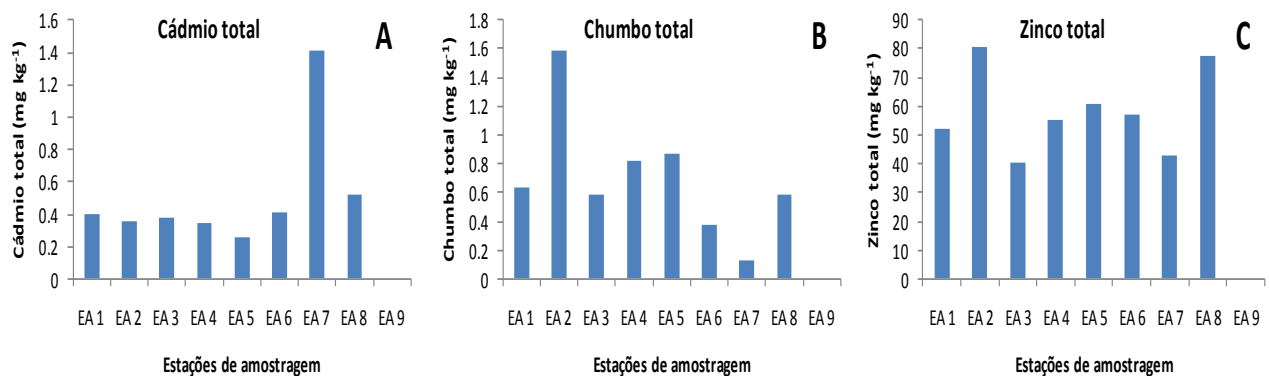


Figura 15.1: Teores de cádmio (A), chumbo (B) e zinco (C) de *Elephantopus mollis* nas nove estações de amostragem adjacentes à usina termoeletrica de Candiota (julho/2011).

A Tabela 15.3 apresenta os resultados teores de metais em *Baccharis trimera* referentes à primeira coleta. Assim como nas campanhas anteriores esta espécie apresentou valores intermediários entre os apresentados por *E. mollis* e *Paspalum notatum*, que geralmente apresenta os valores mais baixos dos metais analisados (Tabela 15.4 A e B).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 15.3: Teores de cádmio, chumbo e zinco de *Baccharis trimera* referentes à primeira coleta (julho de 2011)

	EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5	EA 6	EA 7	EA 8	EA 9
<i>Cádmio</i> (mg kg ⁻¹)	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.41	0.28	<0.25
<i>Chumbo</i> (mg kg ⁻¹)	<0.25	0.35	0.28	0.53	<0.25	0.34	0.32	0.56	0.32
<i>Zinco</i> (mg kg ⁻¹)	32.6	73.8	37.4	49.9	27.6	78.4	30.7	63.4	35.1
<i>Enxofre</i> (%)	0.26	0.21	0.21	0.21	0.22	0.26	0.23	0.27	0.20

A Tabela 15.4 apresenta os teores de metais referentes à primeira coleta em amostras lavadas (A) e não lavadas (B) de *P. notatum*. Como já evidenciado nas campanhas anteriores de outros anos de biomonitoramento na região de Candiota (Divan Junior et al., 2010), *P. notatum* não é um acumulador eficiente para cádmio.

Tabela 15.4: Teores de cádmio, chumbo, zinco e fluoreto de *Paspalum notatum* referentes à primeira coleta (julho de 2011).

A	EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5	EA 6	EA 7	EA 8	EA 9
<i>Cádmio</i> (mg kg ⁻¹)	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
<i>Chumbo</i> (mg kg ⁻¹)	<0.25	0.39	0.28	0.41	<0.25	0.53	<0.25	<0.25	0.41
<i>Zinco</i> (mg kg ⁻¹)	67.2	56.6	42.5	50.6	36.7	64.0	57.3	51.7	56.1
<i>Fluoreto</i> (mg kg ⁻¹)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

B

<i>Cádmio</i> (mg kg ⁻¹)	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
<i>Chumbo</i> (mg kg ⁻¹)	<0.25	<0.25	0.31	0.33	<0.25	0.53	<0.25	<0.25	0.4
<i>Zinco</i> (mg kg ⁻¹)	60.5	44.5	55.5	50.8	38.8	56.6	59	48.2	56.3
<i>Fluoreto</i> (mg kg ⁻¹)	< 10	< 10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Enxofre</i> (%)	0.21	0.29	0.26	0.22	0.26	0.34	0.34	0.32	0.30

Obs: (A) amostras lavadas e (B) amostras não lavadas

A distribuição dos teores de metais, tanto em *B. trimeria* como em *P. notatum* não apresentou um padrão claro, como aquele apresentado por *E. mollis*. Embora, seja possível identificar alguns teores de metais elevados em *B. trimeria*, por exemplo, Cd nas EAs 7 e 8 (Figura 15.2A), Pb na EA 8 (Figura 15.2B) e Zn nas EAs 2 e 8 (Figura 15.2C), todas estações de amostragem situadas na direção dos ventos predominantes que passam pela usina.

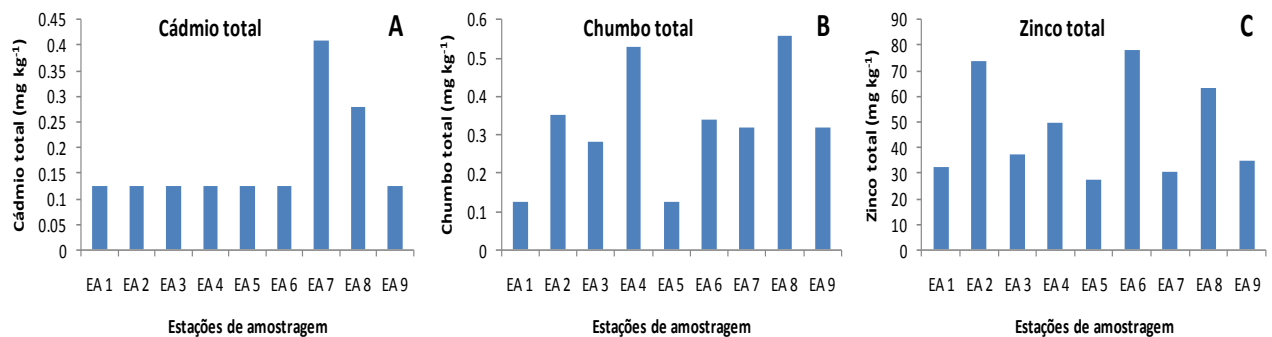


Figura 15.2: Teores de cádmio (A), chumbo (B) e zinco (C) de *Baccharis trimeria* nas nove estações de amostragem adjacentes à usina termoeletrica de Candiota (julho/2011).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O padrão distribuição dos teores de metais em *P. notatum* difere daqueles observados em *E. mollis* e *B. trimera*; com valores elevados de Pb nas EAs 3, 4, 6 e 9 (Figura 15.3); o que parece indicar que não há uma relação aparente entre esses teores e a queima do carvão na usina. Entretanto, a comparação entre os teores de metais em amostras lavadas e não lavadas permite afirmar que uma fração destes estejam não dentro das folhas incorporados a biomassa, mas depositados sobre as folhas, talvez na forma de poeira ou material particulado (Figura 15.3).

Em contrapartida, *P. notatum* apresentou um padrão coerente nos teores de enxofre nas nove estações de amostragem adjacentes à usina (Tabela 15.3B), com os maiores teores nas amostras oriundas das EAs 2, 7 e 8.

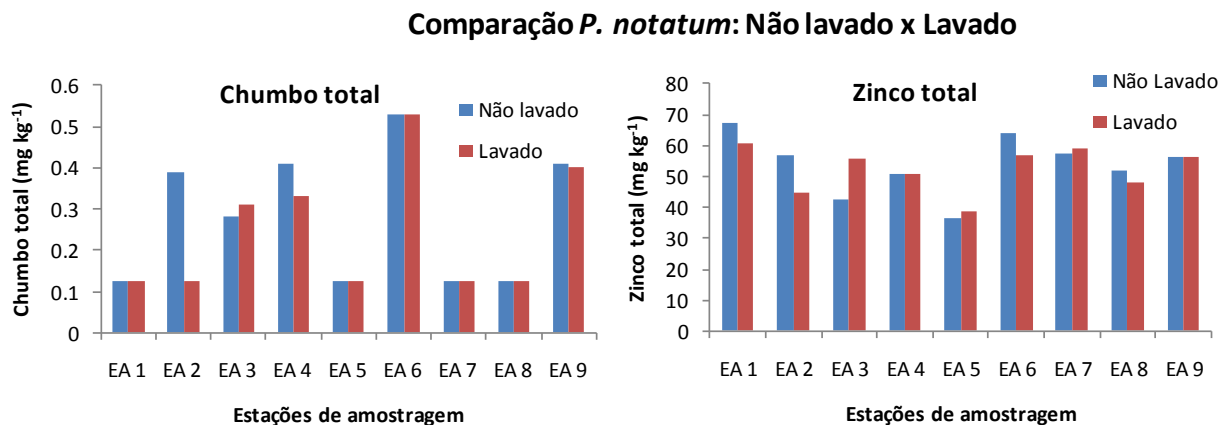


Figura 15.3: Teores de chumbo e zinco de amostras de *P. notatum* lavadas e não lavadas nas nove estações de amostragem adjacentes à usina termelétrica de Candiota (julho/2011).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A Figura 15.4 apresenta o índice de poluição por metais (Singh et al., 2008). Os maiores valores desse índice foram encontrados nas EAs 2, 7 e 8. Segundo Singh et al. (2008) esse índice apresenta uma relação negativa com a produtividade de raízes tuberosas e folhas de *Beta vulgaris* (beterraba), sugerindo que a presença de diferentes metais pesados em plantas e nas cinzas podem ser um fator limitante a produtividade de plantas cultivadas.

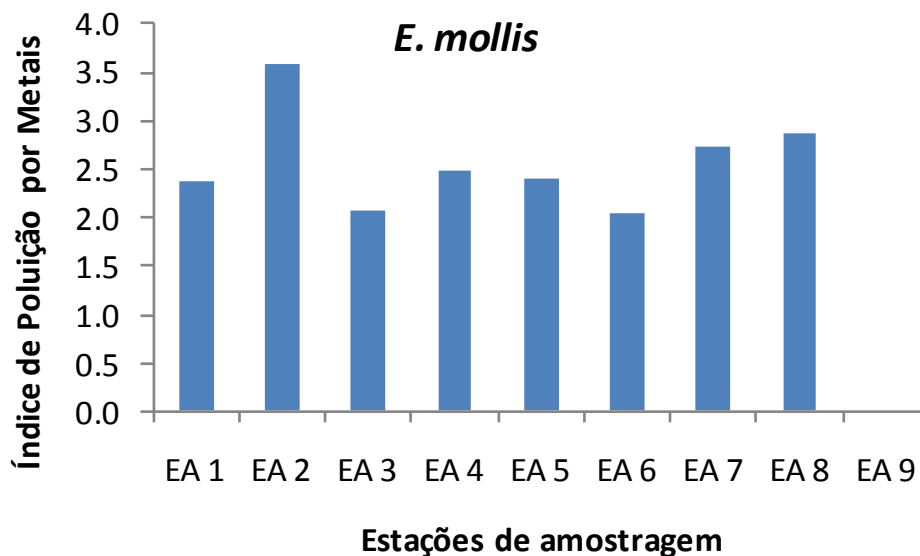


Figura 15.4: Índice de poluição por metais – calculado a partir dos teores de cádmio, chumbo e zinco de *E. mollis* nas estações de amostragem adjacentes à usina termoeletrica de Candiota (julho/2011).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Considerando-se apenas os teores de metais nas folhas de *E. mollis*, a análise de agrupamento (Figura 15.5) evidenciou a formação de três grupos; um contendo a estação de referência (EA 1) mais as EAs 4, 5 e 6; outro grupo pelas EAs 3 e 7 e um terceiro grupo formado pelas EAs 2 e 8. Resultados esses, semelhantes aos observados anteriormente (Divan Junior et al., 2010).

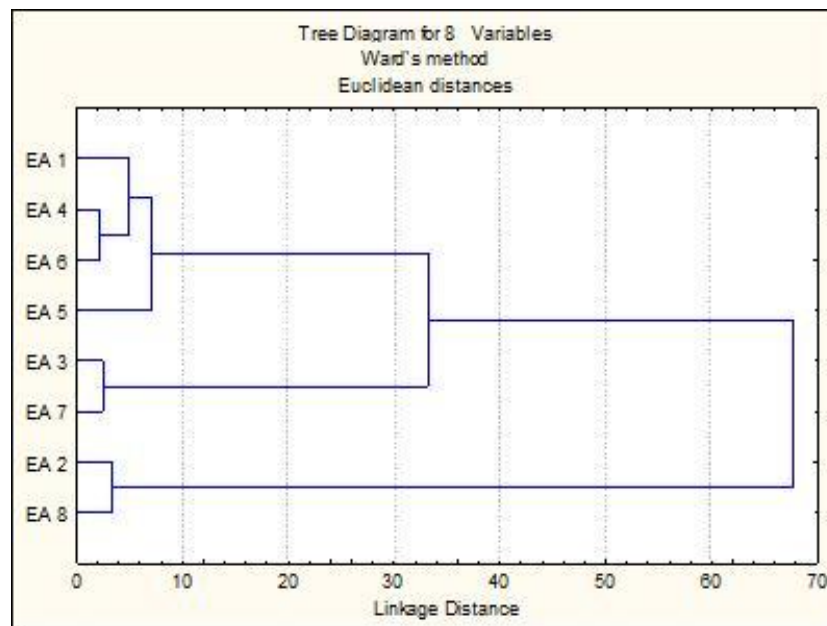


Figura 15.5: Análise de agrupamento – computada a partir dos teores de cádmio, chumbo e zinco de *E. mollis* nas estações de amostragem adjacentes à usina termoeletrica de Candiota (julho/2011).

Outro aspecto relevante deve ser mencionado, quando se leva em conta a distribuição dos teores de metais ao longo de um gradiente de distância a partir da usina na direção dos ventos predominantes, os teores de metais em *E. mollis* apresentam comportamento diferente em relação a distância da



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

fonte emissora (Figura 15.6A). Enquanto Pb e Zn apresentam os seus maiores valores a 6 km da usina, o Cd apresenta o maior teor a 10 km. Como não há estação de amostragem além dos 10 km, não é possível saber se a influência da usina não se prolonga além dos 10 km com concentrações de cádmio mais elevadas a maior distância. O teor de enxofre em *P. notatum* apresentou um padrão semelhante (Figura 15.6B).

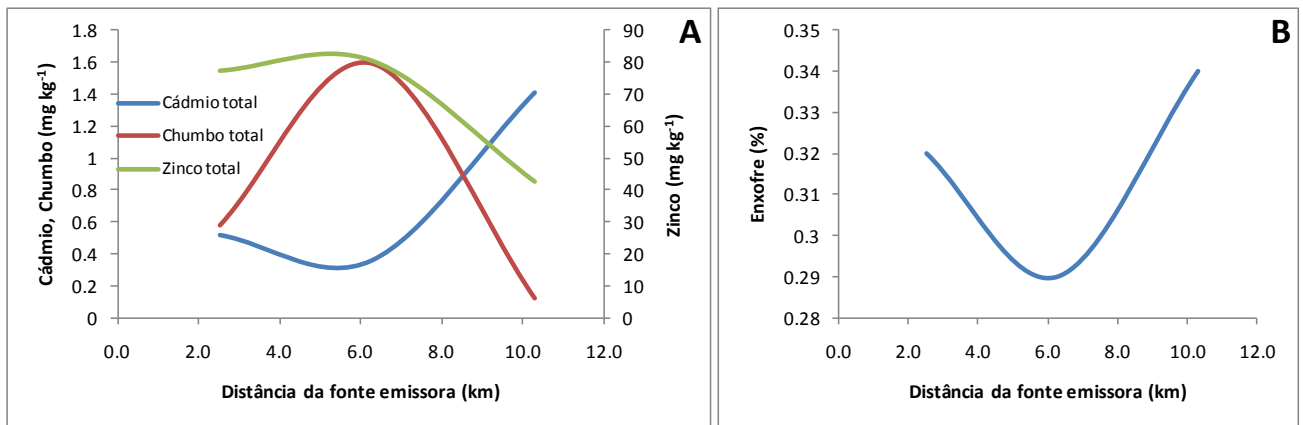


Figura 15.6: Distribuição dos teores de metais e enxofre em função da distância da fonte emissora (A – *E. mollis*; B – *P. notatum*).

15.5.2 Biomonitoramento ativo

Os líquens permanecerão expostos nas Estações de Amostragem por um período de dois meses, até a próxima coleta de outubro, quando então terão seu tecido vegetal analisado.

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 compõem o monitoramento dos bioindicadores ambientais, necessita da participação ativa dos proprietários e trabalhadores das Estações Amostrais. Neste sentido, considerando que o proprietário da unidade produtiva localizada no município de Pedras Altas (EA1), não permitiu a realização de atividades que envolvessem os animais da propriedade e, considerando o número de cabeças ovinas e bovinas previstas para a realização do monitoramento, realizaram-se reuniões com técnicos dos escritórios da Emater de Candiota e Pedras Altas para identificação destas propriedades.

16.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As propriedades integrantes das Estações Amostrais (EA1, EA2, EA3, EA4 e EA5) estão apresentadas na 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.

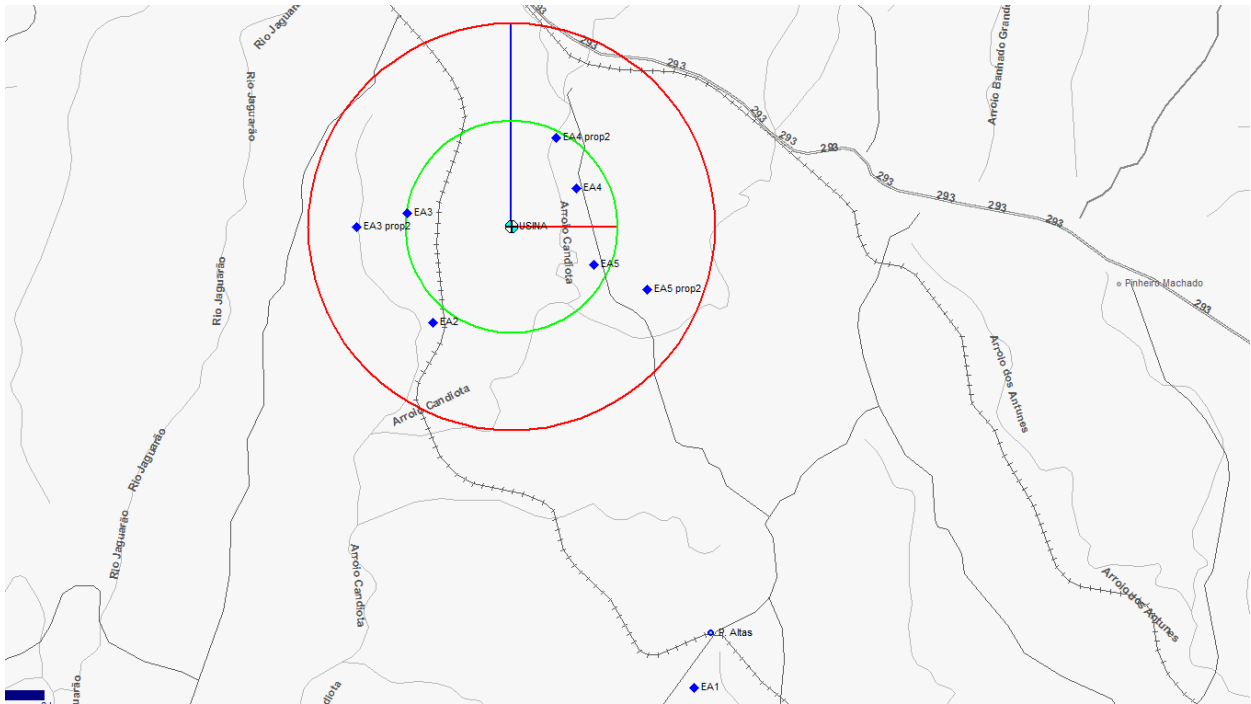


Figura 16.1. Unidades amostrais (o círculo verde representa um raio de 5 Km de distância da usina e o vermelho 10 km).

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, estrato vegetal e animais são objetos de monitoramento.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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. Tendo em vista esse fato, na campanha de julho de 2011 realizaram-se amostragem de solo e estrato vegetal tendo em vista que as ovelhas encontravam-se em final de gestação e também pela baixa disponibilidade de forragem, uma vez que a manipulação dos animais geraria estresse que acarretaria em perda de peso e até mesmo perda de animais.

16.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 25 a 28 de julho de 2011. O clima caracterizou-se por temperaturas mínimas de 5,4 a 12,5°C e máximas de 17 a 21,2 °C, com precipitações de chuvas acumuladas em 27,8 mm no período (wheather Chanel, 2011).

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O procedimento para amostragem constitui-se na coleta de um mínimo de 25 unidades amostrais de solo superficial (0 a 20 cm de profundidade), com o auxílio de uma pá, as quais foram reunidas em recipiente e homogeneizadas para constituir uma amostra composta (totalizando cerca de 500g de solo). As amostras foram armazenadas em sacos plásticos identificados por estação amostral.

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

Estrato vegetal

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

16.4 Resultados e comentários

A campanha de modo geral foi bastante satisfatória, tendo em vista a identificação de propriedades onde serão disponibilizados animais para a realização do monitoramento nas próximas campanhas e a coleta do solo e extrato vegetal das cinco EAs.

Nessa campanha a coleta de *Paspalum notatum* foi feita com um certo grau de dificuldade devido a pouca oferta de pasto encontrada nos piquetes e também pela característica da planta em desenvolver-se melhor na primavera e verão (Figura 16.2).



Figura 16.2. Baixa disponibilidade de pasto (EA2)



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.

Plantas				
	Nº amostra	Fluoreto	Sílica	
E A 1 - <i>Paspalum notatum</i>	BQ-54760-0	<10	523,2	mg/Kg
E A 2 - <i>Paspalum notatum</i>	BQ-54761-0	<10	659,9	mg/Kg
E A 3 - <i>Paspalum notatum</i>	BQ-54762-0	<10	641,4	mg/Kg
E A 4 - <i>Paspalum notatum</i>	BQ-54763-0	<10	569,8	mg/Kg
E A 5 - <i>Paspalum notatum</i>	BQ-54764-0	<10	733,2	mg/Kg
Solo				
	Nº amostra	Fluoreto	Sílica	
E A 1 - Solo	BQ-54765-0	<1	521,9	mg/Kg
E A 2 - Solo	BQ-54766-0	<1	197,7	mg/Kg
E A 3 - Solo	BQ-54767-0	<1	278,5	mg/Kg
E A 4 - Solo	BQ-54768-0	<1	426,8	mg/Kg
E A 5 - Solo	BQ-54769-0	<1	404,9	mg/Kg

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

O compartimento ambiental monitorado, atividade pecuária, tem como responsável técnica a Médica Veterinária Dra. Verônica Schmidt. A seguir segue cópia da ART de Responsabilidade Técnica devidamente registrada no Conselho Regional de Medicina Veterinária, que substitui a anteriormente apresentada no Relatório Inicial.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
CONSELHO REGIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ART N° 12698

PROFISSIONAL

Verônica Schmidt

CRMV/RS

3544

RAZÃO SOCIAL DO CONTRATANTE

Fundação Luiz Englert

ENDEREÇO

Av. Oswaldo Aranha, 99, 7º andar.
Porto Alegre/RS

LOCAL DE EXECUÇÃO

Usina Presidente Médice, Candiota/RS

CARGA HORÁRIA SEMANAL

8 horas

DURAÇÃO DO CONTRATO DE TRABALHO

12 meses

DATA DE INÍCIO DO CONTRATO

1 de julho de 2011

VALOR DA REMUNERAÇÃO

R\$ 4.100,00

DESCRIÇÃO SUCINTA DO SERVIÇO CONTRATADO

Será realizado o monitoramento ambiental da região adjacente à termoeletrica de Candiota, determinando o impacto à atividade pecuária através da avaliação da ocorrência de patologias podias e da cavidade oral de bovinos e ovinos (bioindicadores).

LOCAL E DATA

Porto Alegre, 1 de julho de 2011

ASSINATURA DO PROFISSIONAL

CPF: 486.801.680-68

ASSINATURA DO CONTRATANTE

CNPJ: 92.971.845/0001-42

André Cezar Zingano
Presidente
Fundação Luiz Englert

CRMV-RS

Esta Anotação de Responsabilidade Técnica está registrada sob n.º 12698

Porto Alegre, 11 de 07 de 2011

AUREA LANE GUIMARÃES TERRES
Auxiliar Administrativo

2ª via: contratante



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, Smallenberg, 2005.

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

PAVEI, P. T. .2007. *CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTAMINADOS 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 ECOSISTEMA COSTEIRO: EXEMPLO DOS SEDIMENTOS DE MANGUEZAIS DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BAHIA. 4o PDPETRO, Campinas, São Paulo, 21-24 de Outubro de 2007. PG. 1 a 10.

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

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

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

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

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

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

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

NEVES, D. M. de C.. 2008. ANÁLISE DE SULFETOS VOLATILIZÁVEIS POR ACIDIFICAÇÃO E METAIS EXTRAÍDOS NO SEDIMENTO DO SISTEMA



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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 brasilica*, 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 MSc. Jan Karel Felix Mahler Junior

Biólogo MSc. 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

Carlos Eduardo Güntzel

Daniela de Carvalho Leite Ribeiro

Douglas Rita Pereira

Manoel Otávio Fraga da Cunha

Marcelo Saraiva

Maria José Cecília Cardoso

Oswaldo Stalhbam Machado

Rafaela Pestana Leques Tonial

Roberto Nascimento de Farias

Sônia Maria Madalosso

Veridiana Silveira Lima

Volmar Garcez de Moraes



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ANEXO

RELATÓRIOS DE ENSAIO