



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



**USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI**

**MUNICÍPIO DE CANDIOTA/RS**

**MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES  
AMBIENTAIS AQUÁTICO E TERRESTRE**

**Relatório Inicial**

**Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011**

**Julho/2013**





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **A Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica**

### **Aos cuidados: Eng<sup>a</sup> Simone Socal**

A Fundação Luiz Englert, através do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, apresenta o Relatório Inicial para o período de julho de 2013 a junho de 2014 do "Programa de Monitoramento de Bioindicadores Ambientais, Aquático e Terrestre na Região de Influência da Usina Termoelétrica Presidente Médici, Candiota, Rio Grande do Sul", em conformidade com o Contrato CGTEE/DTC/068/2011 celebrado entre a Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica e a Fundação Luiz Englert.

Porto Alegre, 31 de julho de 2013.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES  
AMBIENTAIS, AQUÁTICO E TERRESTRE NA REGIÃO DE  
INFLUÊNCIA DA USINA TERMOELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI,  
CANDIOTA, RIO GRANDE DO SUL**

**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, Bioindicadores para a Qualidade do Ar e Atividade Pecuária.



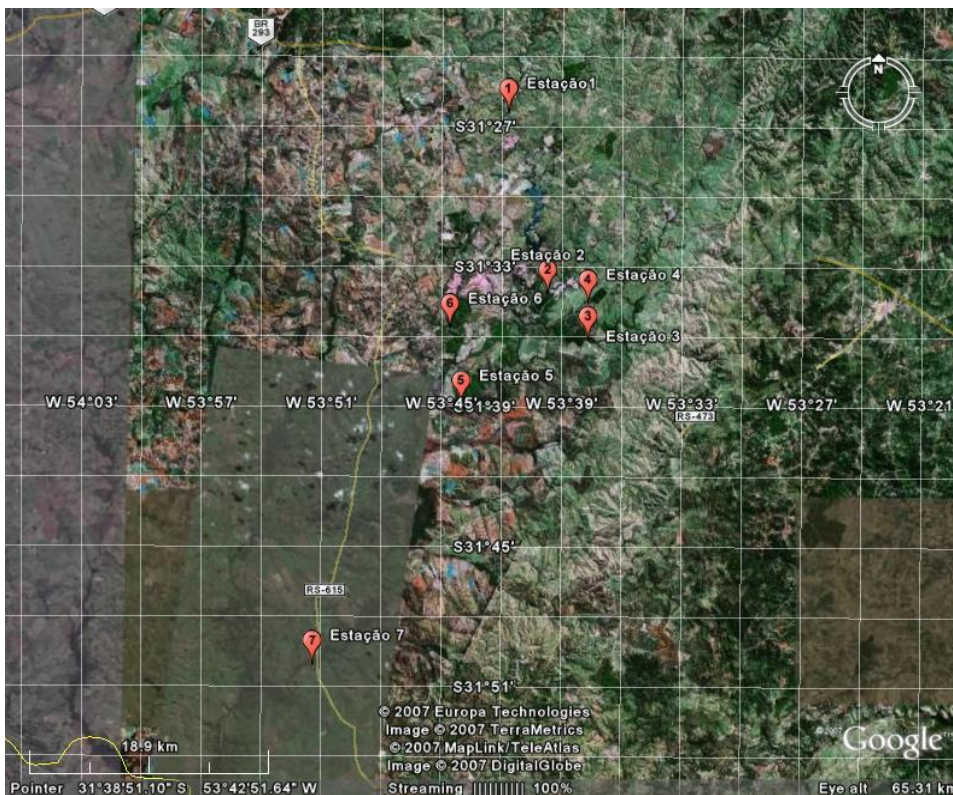
## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 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).

#### 2.1 Rede de Monitoramento Ambiental

A localização das Estações Amostrais está apresentada na Tabela 2.1.1, onde PM (Ponto de Monitoramento) é a denominação das estações amostrais. Estas Estações Amostrais estão a seguir mapeadas na Figura 2.1.1





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Figura 2.1.1 – Mapa de Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Aquático.

Tabela 2.1.1 Localização das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Aquático

<b>Estação Amostral</b>	<b>Curso d'água</b>	<b>Descrição do Ponto</b>
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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 2.2 Plano de Monitoramento para ÁGUA SUPERFICIAL

#### 2.2.1 Parâmetros Monitorados e Frequência Amostral

A Tabela 2.2.1 apresenta os parâmetros monitorados no compartimento “Água Superficial”.

Tabela 2.2.1 - Parâmetros para monitoramento das 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

A frequência do monitoramento será trimestral, para um período de 12 meses.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A programação para o desenvolvimento dos trabalhos encontra-se a seguir apresentada:

Atividade/Mês	2013						2014					
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Planejamento	x		x	x		x	x		X	x		
Amostragem em campo	X			x			x			X		
Análises Laboratoriais e estatísticas		x	X		x	X		x	X		x	
Integração dos dados e confecção de Relatório			x			x			x			x

### 2.2.2 Coleta das Amostras

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

Para amostragem de Água Superficial os seguintes procedimentos serão seguidos:

- A coleta será realizada diretamente nos frascos de coleta, previamente lavados com HNO<sub>3</sub> 0,1 M e três vezes com água deionizada;





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- O frasco será ambientado previamente com a água do ponto a ser amostrado;
- A amostra será 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 for coletado um grande volume de amostra a ser distribuída em vários frascos, será empregado um recipiente de transposição (tipo balde, galão ou outro recipiente adequado), de material quimicamente inerte, e o volume do recipiente será distribuído entre todos os frascos de análises, a fim de garantir a homogeneidade das amostras nos diversos frascos.

### **Observações:**

a) Sempre que for empregado um mesmo frasco de transposição em várias amostragens sucessivas em pontos diferentes, este será lavado com água deionizada ou destilada e com amostra do local antes da nova coleta, tendo-se o cuidado de não contaminar a água do local ao processar a lavagem;

b) Nos casos de amostragem a partir de margens e pontes, em locais de difícil acesso, será utilizado o frasco de transposição provido de peso, arremessando-o até um local bem distante da margem, prender a extremidade livre da corda em um ponto fixo;

No momento da coleta serão medidos, no próprio local os seguintes parâmetros:

- temperatura;
- pH;
- Oxigênio Dissolvido.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O volume de Água Superficial a ser coletado, o tipo de frasco para armazenamento, a preservação requerida e o prazo para o ensaio ambiental estão apresentados na Tabela 2.2.2.

Tabela 2.2.2 - Especificações técnicas para a preservação de amostras de água superficial

Parâmetro	Frasco	Volume Mínimo	Preservação	Prazo Análise
Condutividade	P,V	500mL	Refrigerar a 4°C	28 dias
Coliformes termotolerantes ( <i>E. coli</i> )	V	Mais que 100mL	Refrig.<10°C. Adicionar 0,3 mL para 120 mL de amostra de EDTA (372 mg/L).	Até 30h
Cor	P,V	300mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	P,V	1000mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
Fenóis totais	P,V	500mL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. até pH < 2. Refrigerar a 4°C	28 dias
Fósforo Total	V	200mL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. até pH < 2. Refrigerar a 4°C	28 dias
Nitrato	P,V	100mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
Nitrogênio Amoniacal	P,V	1000mL	Refrigerar a 4°C	7 dias
Metais dissolvidos: Al, Fe, Cu	P,V	1000mL	Refrigerar a 4°C e filtração em membrana de 0,45 µm	24 horas
Metais totais:As,Cd, Pb, Cr, Mn, Ni, Zn	P,V	1000mL	HNO <sub>3</sub> conc. até pH< 2. Refrigerar a 4°C	180 dias
Metais totais: Hg	P,V	500mL	2mL sol. K <sub>2</sub> CrO <sub>7</sub> a 20% em sol. HNO <sub>3</sub> 1:1. Refrigerar a 4°C	28 dias
Óleos e Graxas	Vidro de boca larga	1000mL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. até pH < 2. Refrigerar a 4°C	28 dias
Oxigênio Dissolvido	-	-	Medir em campo.	imediate
PH	-	-	Medir em campo	imediate
Sólidos Dissolvidos Totais	P,V	1000mL	Refrigerar a 4°C	7 dias
Surfactantes	P,V	250mL	Refrigerar a 4°C	48 h
Sulfeto	P,V	100mL	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>S. capricornutum</i>	P	5 L	Refrigeração por 48 horas e congelamento até 60 dias	60 dias
Toxicidade crônica com <i>C.dubia</i>	P	5 L	Refrigeração por 48 horas e congelamento até 60 dias	60 dias
Toxicidade crônica com <i>P.promelas</i>	P	20 L	Refrigeração por 48 horas e congelamento até 60 dias	60 dias
Turbidez	P, V	200mL	Refrigerar a 4°C e manter ao abrigo da luz	24 horas

P= plástico, V=vidro



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 2.2.3 Métodos Analíticos

As metodologias analíticas que serão seguidas para as análises químicas, físicas e biológicas propostas nas amostras de água superficial estão descritas na Tabela 2.2.3.

Tabela 2.2.3 – Metodologias analíticas empregadas nos ensaios de Água Superficial

PARÂMETRO	METODOLOGIA	REFERÊNCIA
Condutividade	Condutometria	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 2510 B
Coliformes termotolerantes ( <i>E. coli</i> )	Substrato enzimático	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 9223 B
Cor Aparente	Espectrofotometria	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 2120 C
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Método de Winkler	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 5210 B
Fenóis totais	Absorciometria com clorofórmio	EPA 9065
Fósforo Total	Absorciometria com redução do ácido ascórbico	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 4500 P E
Nitrato	Cromatografia iônica	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 4110 B
Nitrogênio Amoniacal	Nesslerização	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 4500-C ou EPA 350.2
Metais dissolvidos: Al, Fe, Cu	ICP-OES	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 3030/3120 B
Metais totais: As, Cd, Pb, Cr, Mn, Ni, Zn	ICP-OES	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 3030/3120 B
Metais totais: Hg	CV-AA	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 3112B
Óleos e Graxas	Gravimetria -extração com soxhlet	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 5520B
Oxigênio Dissolvido	Método Potenciométrico-Oxímetro	NBR 9898/87 e Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 4500 OC



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

pH	Método Potenciométrico-pHmetro	NBR 14339 / 1999 ou Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 4500 HB
Sólidos Dissolvidos Totais	Gravimetria- secagem à 180°C	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 2540 C
Surfactantes	Absorciometria com azul de metileno	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 5540 C
Sulfeto	Iodometria	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 4500 D
Temperatura	Termometria	NBR 9898/87
Tox. crônica com <i>S.capricornutum</i>	Ensaio Ecotoxicológico	NBR ABNT 12648/2011
Tox. crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio Ecotoxicológico	NBR ABNT 13373/2011
Tox. crônica com <i>Pimephales promelas</i>	Ensaio Ecotoxicológico	NBR ABNT 15499/2007
Turbidez	Nefelometria	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 2130 B

### 2.2.4 Indicadores de Qualidade Ambiental

Os resultados analíticos serão comparados com os Padrões de Qualidade para Águas Superficiais estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005 e também integrados na forma de índices de qualidade.

Os índices de qualidade de águas têm sido amplamente aplicados, mundialmente, como ferramenta de monitoramento dos recursos hídricos. Representam instrumentos que agrupam as informações analíticas em classificações simples e de fácil interpretação para a avaliação pública e dos órgãos tomadores de decisões.

Serão considerados dois indicadores, o "Índice de parâmetros mínimos para a preservação da vida aquática" (IPMCA) e o "Índice de Qualidade de Água" (IQA).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **2.2.4.1 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 em geral, leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e dois dos parâmetros considerados essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido).

O IPMCA é composto por dois grupos de parâmetros:

- grupo de substâncias tóxicas (cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, cádmio, surfactantes e fenóis). Neste grupo foram incluídos os parâmetros que identificam o nível de contaminação por substâncias potencialmente danosas às comunidades aquáticas.
- grupo de parâmetros essenciais (oxigênio dissolvido, pH e toxicidade).

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 2.2.4, 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 e francesa, as quais estabelecem limites máximos permissíveis de substâncias químicas, na água, para evitar efeitos crônicos e agudos à biota aquática, respectivamente. Essas ponderações têm o seguinte significado:

- Ponderação 1: águas com características necessárias para manter a sobrevivência e a reprodução dos organismos aquáticos, retirados da CONAMA 357;



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- Ponderação 2: águas com características necessárias para a sobrevivência dos organismos aquáticos, porém a reprodução pode ser afetada a longo prazo, obtidos da legislação americana e francesa;
- Ponderação 3: águas com características que podem comprometer a sobrevivência dos organismos, obtidos da legislação americana e francesa.

Tabela 2.2.4 - Parâmetros e ponderações utilizados para a determinação do IPMCA.

Parâmetros	Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	Níveis	Ponderação
Essenciais		> 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 <sup>-1</sup> )	< 0.001	1
		0.001 a 0.005	2
		> 0.005	3
	Cromo total (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0.05	1
		0.05 a 1	2
		> 1	3
	Cobre dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0.009	1
		0.009 a 0.05	2
		> 0.05	3
	Chumbo total (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0.01	1
		0.01 a 0.08	2
		> 0.08	3
	Mercúrio total (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0.0002	1
		0.0002 a 0.001	2
		> 0.001	3
Níquel total (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0.025	1	
	0.025 a 0.160	2	
	> 0,160	3	
Fenóis totais (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0.003	1	
	0.003 a 0.05	2	
	> 0.05	3	
Surfactantes (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0.5	1	
	0.5 a 1	2	
	> 1	3	
Zinco total (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0.18	1	
	0.18 a 1	2	
	> 1	3	



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

Onde:

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

B = Valor médio das três maiores ponderações do grupo de substâncias tóxicas. Este valor é um número inteiro e o critério de arredondamento deverá ser o seguinte: valores menores que 0,5 serão arredondados para baixo e valores maiores ou iguais a 0,5 serão arredondados para cima.

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 abaixo:

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 2.2.4.2 Índice de Qualidade da Água

Para o cálculo do IQA, será utilizado o método desenvolvido pela NSF (National Sanitation Foundation), modificado pelo COMITÊSINOS 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 2.2.5, com seus respectivos pesos ponderais:

Tabela 2.2.5 - Parâmetros constantes do IQA

Parâmetro (qi)	Peso ponderal (wi)
pH	0,13
Saturação do oxigênio	0,19
DBO <sub>5</sub>	0,11
Sólidos totais	0,09
Fósforo total	0,11
Nitrato	0,11
Turbidez	0,09
Coliformes termotolerantes	0,17

Modelo produtório para o cálculo do IQA:

$$\mathbf{IQA = \prod qi^{wi}}$$

Onde:

wi = peso relativo do iésimo parâmetro

qi = qualidade relativa do iésimo parâmetro

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas que, indicada pelo IQA, numa escala de 0 a 100, é classificada para abastecimento público, segundo a gradação da Tabela 2.2.6.

Tabela 2.2.6 Qualidade da água segundo o IQA

Resultado (IQA)	Qualidade
80 - 100	ótima
52 - 79	boa
37 - 51	aceitável
20 - 36	ruim
0 - 19	péssima

As análises ambientais serão realizadas nos Laboratórios Bioensaios e Ecotox, cuja documentação encontra-se anexada a este Relatório.

O compartimento ambiental monitorado, "Água Superficial", terá como responsável técnica a Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez, cuja AFT encontra-se anexada a este Relatório.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 2.3 Plano de Monitoramento para SEDIMENTOS

O Plano de Monitoramento Ambiental para o compartimento "Sedimentos" atendeu as condições a seguir estabelecidas.

#### 2.3.1 Parâmetros Monitorados e Frequência Amostral

Os parâmetros ambientais para o Plano de Monitoramento Ambiental estão apresentadas na Tabela 2.3.1.

Tabela 2.3.1 - 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>

A frequência do monitoramento será trimestral, para um período de 12 meses.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A programação para o desenvolvimento dos trabalhos encontra-se a seguir detalhada para os anos de 2013 e 2014:

Atividades	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
1-Coleta de Amostras	■			■			■			■		
2-Acondicionamento das Amostras				■			■			■		
3-Transporte de Campo	■			■			■			■		
4-Encaminhamento para processamento	■	■		■	■			■		■	■	
5-Recebimento dos resultados		■		■	■			■			■	
6-Interpretação dos dados			■			■			■			■
7-Transformação em informação									■			
8-Confeção de relatório trimestral			■			■			■			
9-Relatório Anual												■

O plano de trabalho foi detalhado em 9 atividades, considerando o mês como unidade de tempo.

A coleta de amostras ambientais estará dentro do contexto do grupo de estudos denominado Ambiente Aquático. Os sedimentos serão amostrados perfazendo um total aproximado de três dias de atividades de campo, desconsiderando o tempo de viagem Porto Alegre - Candiota e Candiota - Porto Alegre.

O acondicionamento das amostras é uma atividade importante dentro do contexto do projeto, já que a temperatura bem como os frascos adequados para que haja certeza de que a fração recolhida seja a representação do todo.

O transporte de campo envolve juntamente com o acondicionamento, item importante, já que no prazo mais curto possível considerando a logística do projeto, o material deve ser encaminhado até as diversas bancadas laboratoriais envolvidas na busca dos dados.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O encaminhamento para processamento diz respeito a sincronia do deslocamento, guardando as propriedades das amostras e o devido encaminhamento com os vínculos logísticos adequados de identificação dos diversos materiais amostrados.

O recebimento dos resultados diz respeito a entrega aos "expertises" que irão reunir de forma lógica, apresentar os dados obtidos no formato mais adequado buscando uma visão dos sistemas estudados.

A interpretação dos dados obtidos será o refinamento da matriz obtida com os seus significados ambientais. A transformação em informação consta o cruzamento de interpretações importantes de um ou mais compartimento de estudo, adequando estes cruzamentos ao escopo destas atividades de vigilância ambiental.

Cada relatório trimestral apresenta os dados, a interpretação dos resultados e as devidas transformações em informação obtidas, colocadas em um documento com enfoque do período de recolha de amostra( uma campanha amostral), de forma lógica técnica e científica, com fins de informar os tomadores de decisão da CGTEE frente os dados, as informações e as integrações obtidas.

O relatório Anual reúne os dados e interpretação dos resultados em um documento com enfoque anual (quatro trimestres), de forma lógica técnica e científica, explorando as questões de sazonalidade já que são quatro campanhas amostrais relacionadas as quatro estações do ano. Sempre dentro do contexto de subsidiar os tomadores de decisões, da CGTEE, com a vigilância ambiental que envolve a atividade de Termelétricidade no Arroio Candiota.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 2.3.2 Metodologias

Os sedimentos superficiais de fundo, estudados do ponto de vista geoquímico, serão coletados com o amostrador do tipo "mud snapper", analisando-se o primeiro centímetro da camada de fundo.

As amostras serão armazenadas em frascos de polietileno, previamente limpos com ácidos, e encaminhadas ao laboratório. As mesmas serão secas a uma temperatura próxima a 60<sup>0</sup>C e homogeneizadas e quarteadas, visando compor uma subamostra com 50g aproximadamente de peso para a análise geoquímica. Uma vez secas o prazo de análise é de 180 dias.

Os sedimentos superficiais de fundo, estudados do ponto de vista ecotoxicológico serão coletados utilizando-se draga do tipo Eckmann de modo que:

- o sedimento não seja lavado pela água durante a ascensão do equipamento coletor à superfície;
- a draga será armada e jogada no local onde se deseja amostrar;
- a porção de sedimento coletada será disposta em uma bandeja e a parte superior coletada com o auxílio de uma espátula plástica, o primeiro centímetro que corresponde a camada ativa do ecossistema;

Observações:

- a) à porção da amostra que entrar em contato com as partes metálicas do equipamento de coleta será desprezada;
- b) O recipiente de coleta será totalmente preenchido com amostra para evitar reações de oxi-redução.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As amostras para o ensaio de Toxicidade aguda com *H. azteca* terão peso mínimo de 200 g, serão armazenadas em frascos de polietileno, previamente limpos, sendo refrigeradas para um prazo de análise de até 60 dias.

As metodologias analíticas para as análises químicas, físicas e biológicas nas amostras de sedimentos estão descritas na Tabela 2.3.2.

Tabela 2.3.2 – Métodos analíticos empregados nas amostras de sedimentos

Ensaio	Método Analítico
Hg total	Digestão ácida com Microondas/ AA-CV EPA 3052/7471B
Hg potencialmente móvel	AA-CV EPA 7471B
Al, As, Cd, Cr, Mn, Cu, Ni, Pb, Zn, Fe potencialmente móveis	Lixiviação ácida/ICP-OES EPA 3050/6010C EPA 3050/202.1 (Al) EPA 3050/236.1 (Fe) EPA 3050/243.1 (Mn)
Al, As, Cd, Cr, Mn, Cu, Ni, Pb, Zn, Fe totais	Digestão ácida com Microondas/ ICP-OES e AA-Forno de Grafite. EPA 3052/6010C EPA 3052/ 202.1 (Al) EPA 3052/7010 (Cd, Pb) EPA 3052/236.1 (Fe) EPA 3052/243.1 (Mn)
pH	Eletrometria (1:1)
Matéria Orgânica	Combustão úmida
Textura Granulométrica	Peneiramento e Análise microscópica
Toxicidade com <i>Hyalella azteca</i>	NBR ABNT 15470- 2007



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **2.3.3 Indicadores de Qualidade de Sedimentos**

As referências internacionais para a elaboração de indicadores de qualidade ambiental para sedimentos, remetem para a aplicação do Recomendado pelo USEPA. Esta instituição estabelece os indicadores SEL (Nível de Severo Efeito) e o PEC (Nível Provável de Efeito da Concentração).

Tanto o SEL como o PEC, envolve uma expectativa de previsão, de prognóstico do distúrbio pronunciado para a comunidade bentônica. O SEL (Nível de Severo Efeito) é um índice de risco estabelecido para contaminação de metais em sedimentos. Este caracteriza valores para os metais acima dos quais estarão determinando os sedimentos como contaminados. O PEC (Nível Provável de Efeito da Concentração) igualmente determina a contaminação dos sedimentos estudados, basta que os valores encontrados ultrapassem os valores estabelecidos pelo PEC.

Os valores estabelecidos para SEL e PEC, não são simplesmente uma avaliação centrada nos sedimentos, mas sim uma resultante de vários anos de estudos e pesquisas derivadas da combinação dos resultados de estudos em ambiente laboratorial e de campo, que inclui uma variedade de metodologias (níveis de base, partição, equilíbrio, fatores limitantes a fauna e a flora, ecotoxicologia, e outros). Estas pesquisas foram desenvolvidas em conjunto e contemporaneamente no Canadá, EUA e Inglaterra. Estes valores ou taxas limites são aceitas no mundo inteiro como consenso científico.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A Tabela 2.3.3 apresenta as taxas estabelecidas para os dois níveis de referencias estabelecidos pelo USEPA.

Tabela 2.3.3 – Níveis de referências internacionais de proteção a organismos bentônicos, para comparação e cálculo de índice para os sedimentos.

<b>Metal</b>	<b>Unidades</b>	<b>SEL (1)</b>	<b>PEC (2)</b>
<b>As</b>	µg/g	<b>33</b>	<b>33</b>
<b>Cd</b>	µg/g	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>Cr</b>	µg/g	<b>110</b>	<b>110</b>
<b>Cu</b>	µg/g	<b>150</b>	<b>110</b>
<b>Fe</b>	%	4	
<b>Pb</b>	µg/g	<b>130</b>	<b>250</b>
<b>Mn</b>	µg/g	<b>1100</b>	<b>1100</b>
<b>Hg</b>	µg/g	<b>1,1</b>	<b>2</b>
<b>Ni</b>	µg/g	<b>49</b>	<b>75</b>
<b>Zn</b>	µg/g	<b>460</b>	<b>820</b>

(1) níveis estabelecidos por PERSEAUD et al (1993),

(2) níveis de referência estabelecidos por MacDONALD (2000).

O índice estabelecido pela razão entre a taxa encontrada e a taxa índice (Tabela 2.3.3) para cada metal, tanto para o SEL quanto para o PEC, indica o nível de prejuízo ao sistema ambiental em estudo. Índices na faixa de 0,5 a 1 devem servir como sinal de atenção para a presença do metal avaliado. Índices iguais ou superiores a 1 devem servir como indicação de ocorrência de prejuízo ao sistema ambiental.

As análises ambientais serão realizadas nos Laboratórios Bioensaios e Ecotox, cuja documentação encontra-se anexada a este Relatório.

O compartimento ambiental monitorado, sedimentos, terá como responsável técnico o Dr. Nelson Augusto Flores Machado, cuja ART encontra-se anexada a este Relatório.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **2.4 Plano de Monitoramento para FITOPLÂNCTON E PERIFÍTON**

O Monitoramento Ambiental para o compartimento "FITOPLÂNCTON E PERIFÍTON" terá como objetivos:

- a) Caracterizar a comunidade fitoplanctônica existente na área de influência da Usina Termelétrica de Candiota, quanto à composição, distribuição espaço-temporal, abundância e dominância das espécies;
- b) Correlacionar o estado trófico das águas superficiais monitoradas no local do empreendimento com a estrutura do fitoplâncton.
- c) Analisar a variação espacial e temporal da composição e estrutura da comunidade de algas epilíticas.
- d) Relacionar as 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.

#### **2.4.1 Parâmetros Monitorados, Frequência Amostral, Coleta e Metodologia**

A frequência do monitoramento será trimestral para um período de 12 meses, monitorando as comunidades de fitoplâncton e perifíton.



## I- FITOPLÂNCTON

### a) Análise Quantitativa de Superfície

Submergir o frasco de coleta de vidro âmbar com volume de 1 litro e coletar a água na superfície, preservando a amostra com formaldeído 4%. Identificar os recipientes por pontos de coleta e local.

### b) Análise Qualitativa

Para a coleta, será utilizado um balde de 20 litros submergindo-o na água a uma profundidade de aproximadamente 15 cm da superfície. Filtrar o conteúdo em uma rede de plâncton com malha de náilon com porosidade de 30 a 45  $\mu\text{m}$ . Acondicionar a amostra em um recipiente de polietileno de 250 mL e conservá-la em solução de formaldeído a 4%, conforme Figura 2.4.1 Identificar os recipientes por pontos de coleta e local.



Figura 2.4.1 Ilustração da Coleta qualitativa de amostra de fitoplâncton.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **c) Estudo Qualitativo**

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

### **d) Estudo Quantitativo**

A contagem numérica dos organismos fitoplanctônicos é realizada ao microscópio utilizando Câmaras de Sedgewick-Rafter de 5 cm de comprimento por 2 cm de largura, dividida em 1000 campos, possuindo uma capacidade volumétrica de 1 mL. O resultado será expresso em número de indivíduos/mL.

Para a determinação das espécies dominantes e abundantes serão utilizados os critérios estabelecidos por LOBO & LEIGHTON (1986), os quais consideram abundantes aquelas cuja ocorrência numérica supera a média de ocorrência dos indivíduos por espécie e dominantes as que apresentam uma ocorrência superior a 50% do total de indivíduos contados na amostra.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A riqueza de espécies será avaliada pelo número total de táxons encontrados na amostra através das contagens. O índice de diversidade ( $H'$ ) utilizado para estimar a diversidade específica para cada amostra, baseia-se no índice de Shannon-Wiener, calculado a partir do programa de Divers (KREBS, 1989).

### **II - PERIFITON**

As coletas para a análise quantitativa das algas epilíticas serão realizadas através da raspagem de pedras, utilizando uma superfície de 5 x 5 cm, abrangendo uma área de 25 cm<sup>2</sup>. Em cada estação de amostragem serão raspadas três pedras (75 cm<sup>2</sup>) da qual será retirada uma amostra final correspondendo a 25 cm<sup>2</sup>, e fixadas com 4 ml de formaldeído, conforme as Figuras 2.4.2 e 2.4.3.

A amostra composta será homogeneizada e transferida para as câmaras de sedimentação de 2, 5 ou 10 ml, de acordo a necessidade do material (dependendo da quantidade de sedimento e/ou detritos na amostra, obtido em cada estação amostral) e quantificada em microscópio invertido através da técnica de UTERMÖHL (1958), sendo a densidade do perifíton expressa em indivíduos/cm<sup>2</sup>.



Figura 2.4.2. Ilustração com a raspagem das pedras para a coleta de organismos do Perifiton.



Figura 2.4.3. Ilustração com o acondicionamento da amostra de Perifíton.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **a) Estudo qualitativo e quantitativo**

O estudo das comunidades periféricas será realizado em nível de classes, excetuando-se os táxons abundantes e dominantes que, sempre que possível, serão identificados em nível infragenérico. Para identificação dos espécimes registrados serão utilizadas bibliografias especializadas para cada grupo de algas e para a classificação em níveis de divisão e classe será adotado o sistema de HOEK *et al.* (1995). Serão quantificadas somente as diatomáceas com cloroplastos e as contagens serão estabelecidas através da curva de área mínima.

Para a confirmação dos táxons em nível específico e infra-específico, as algas serão observadas em microscópio binocular, acoplado com câmara clara e ocular de medição.

### **b) Indicadores de Qualidade**

Para a determinação das espécies dominantes e abundantes serão utilizados os critérios estabelecidos por LOBO & LEIGHTON (1986), os quais consideram abundantes aquelas cuja ocorrência numérica supera a média de ocorrência dos indivíduos por espécie e dominantes as que apresentam uma ocorrência superior a 50% do total de indivíduos contados na amostra.

A riqueza de espécies será avaliada pelo número total de táxons encontrados na amostra através das contagens. O índice de diversidade ( $H'$ ) utilizado para estimar a diversidade específica para cada amostra, baseia-se no índice de Shannon-Wiener, calculado a partir do programa de Divers (KREBS, 1989).





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 2.4.2 Plano de Trabalho

A programação para o desenvolvimento dos trabalhos encontra-se a seguir apresentada:

Atividade/Mês	2013						2014					
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Planejamento	x		x	x		x	x		X	x		
Amostragem e Coleta em campo	X			x			x			X		
Estudos Laboratoriais e estatísticas		x	X		x	X		x	X		x	
Integração dos dados e Relatórios.			x			x			x			x

A análise interpretativa dos dados de campo será realizada no Centro de Ecologia da UFRGS.

O compartimento ambiental monitorado, "Fitoplâncton e Perifiton", terá como responsável técnica a Dra. Catarina da Silva Pedrozo, cuja a ART encontra-se anexada a este Relatório

.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **2.5 Plano de Monitoramento para ZOOPLÂNCTON**

O Monitoramento Ambiental para o compartimento "ZOOPLÂNCTON" terá como objetivos:

- a) 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;
- b) Correlacionar o estado trófico das águas superficiais monitoradas no local do empreendimento com a estrutura do zooplâncton.

#### **2.5.1 Parâmetros Monitorados, Freqüência Amostral, Coleta e Metodologia**

A freqüência do monitoramento será trimestral, no período de um ano.

O monitoramento da comunidade zooplânctônica será realizado a partir de uma análise qualitativa e de uma análise quantitativa das espécies coletadas em cada ponto amostral.

Para cada ponto amostral, será coletado 300 litros de água superficial, retirados com o auxílio de bomba de sucção e filtrados com rede de plâncton de 65  $\mu\text{m}$  de abertura de malha para concentração do material biológico, conforme a Figura 2.5.1.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A amostra coletada será fixada com formol 4% e neutralizada com bórax a 1%.



Figura 2.5.1 Ilustração com a metodologia de coleta de amostras qualitativas e quantitativas de zooplâncton.

### **a) Estudo Qualitativo**

As análises qualitativas serão realizadas com exame ao microscópio óptico, binocular, com aumento de até 400 vezes. Os espécimens de Cladocera e Copepoda serão dissecados em glicerina com agulhas de dissecação, ao microscópio estereoscópico, com aumento de até 60 vezes.

Na identificação taxonômica das espécies zooplanctônicas, serão utilizadas as chaves de identificação, diagnoses e descrições dos seguintes autores: RUTTNER-KOLISKO (1974), KOSTE (1978), REID (1985), MONTU & GOEDEN (1986) e ELMOOR-LOUREIRO (1997).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **b) Estudo Quantitativo**

As análises quantitativas serão realizadas através de contagens numéricas ao microscópio estereoscópico. Para as contagens de indivíduos pertencentes aos grupos de Cladocera e Copepoda (copepoditos e adultos), será utilizada câmara de contagem de Bogorov. Para as contagens de Rotifera e náuplios de Copepoda será utilizada câmara de Sedgewick-Rafter em microscópio óptico. Os valores obtidos para densidade absoluta de organismos serão expressos em número de indivíduos por metro cúbico de água ( $N^{\circ}$ . ind/m<sup>3</sup>).

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 2.5.2 Indicadores de Qualidade do Zooplâncton

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

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

S = número de espécies;  
n<sub>i</sub> = 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 será calculada através da equação:

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

H = é a diversidade de espécies obtida pelo índice de SHANNON-WINNER, e H<sub>máx</sub> é a diversidade de espécies sob condições de máxima equitatividade, obtida do logaritmo do número de espécies da amostra.

Para o tratamento dos dados, será utilizada uma análise multivariada de agrupamento (Cluster analysis).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 2.5.3 Plano de Trabalho

A programação para o desenvolvimento dos trabalhos encontra-se a seguir apresentada:

Atividade/Mês	2013						2014					
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Planejamento	x		x	x		x	x		X	x		
Amostragem e Coleta em campo	X			x			x			X		
Estudos Laboratoriais e estatísticas		x	X x		x	X x		x	X x		x	
Integração dos dados e Relatórios.			x			x			x			x

A análise interpretativa dos dados de campo será realizada no Centro de Ecologia da UFRGS.

O compartimento ambiental monitorado, "zooplâncton", terá como responsável técnica a Dra. Catarina da Silva Pedrozo, cuja ART está anexada a este Relatório.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **2.6 Plano de Monitoramento para Macrofauna Bentônica**

#### **2.6.1 Objetivos Específicos**

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

#### **2.6.2 Parâmetros Monitorados, Frequência Amostral e Coleta**

- A frequência amostral do monitoramento será trimestral para um período de doze meses.
  
- A macrofauna bentônica será analisada a partir de amostras quantitativas coletadas nas estações amostrais estabelecidas para este projeto. Amostras qualitativas serão efetuadas para a caracterização da biodiversidade.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Em cada ponto amostral será efetuada a coleta de amostras, buscando contemplar os diferentes substratos. Para a coleta das amostras quantitativas serão utilizados um busca fundo do tipo pegador Figura 2.6.1 (a) com área conhecida, um amostrador do tipo "surber" (b) e puçás. O material coletado será lavado em campo, com uma malha de 0,210mm de abertura, acondicionado em sacos plásticos, devidamente identificados, fixado com formol tamponado a 4%, e corado com Rosa Bengala.

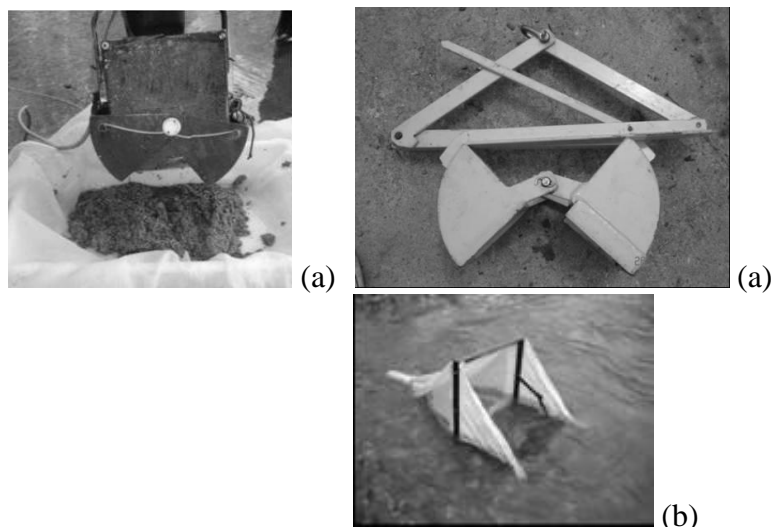


Figura 2.6.1 – Tipos de Amostradores para coleta.

No laboratório, as amostras serão novamente lavadas em peneira com malha de nylon de 0,210mm de abertura. Este tamanho de malha vem sendo constantemente utilizado para assegurar a retenção de um número maior de exemplares juvenis da macrofauna. O material retido na malha será analisado sob estereomicroscópio. Os organismos serão triados, contados e identificados. Serão confeccionadas lâminas permanentes e semi-permanentes para a identificação dos organismos, sendo que esta





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

identificação deverá ser realizada no menor nível taxonômico possível. O material identificado será colocado em vidros, de acordo com o grupo taxonômico e será conservado em álcool 70%, ou em lâminas permanentes e semi-permanentes, para posterior depósito em coleções nesta e/ou em outras instituições.

### **2.6.3 – Indicadores de Qualidade**

Os dados obtidos serão reunidos e apresentados em tabelas e gráficos, sendo os resultados expressos em abundância relativa (%) e densidade média (indivíduos por m<sup>2</sup>).

Além das análises multivariadas, na análise de qualidade ambiental dos pontos amostrados, será considerada a presença/ausência dos organismos e grau de tolerância de cada família. Serão calculados ainda, os seguintes índices bióticos:

- Riqueza de Famílias: número de famílias presentes em cada amostra (réplicas).
- Índice de Equitatividade de Pielou
- Índice de Diversidade de Shannon-Wiener
- Índice EPT, que considera as ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.
- Índice de dominância de Swartz (SDI): famílias que compõem 75% do total de organismos (SWARTZ *et al.*, 1985).
- Índice IBMWP (Tolerância e sensibilidade dos organismos), adaptação de ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ORTEGA (1988).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 2.6.4 Plano de Trabalho

O plano de trabalho foi detalhado em 10 atividades, considerando o mês como unidade de tempo para o período de julho 2013 a junho de 2014:

Atividades	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
1-Coleta de Amostras	■			■			■			■		
2-Acondicionamento das Amostras												
3-Transporte de Campo	■			■			■			■		
4-Processamento das amostras	■	■		■	■		■	■		■	■	
5-Confeção de lâminas			■			■		■	■			■
6-Identificação de organismos		■			■			■			■	■
7- Análise dos dados									■			
8-Transformação em informação			■			■			■			
9-Confeção de relatório trimestral			■			■			■			
10-Relatório Anual												■

Coleta de amostras da macrofauna – Concomitante com as demais do grupo dos descritores aquáticos. A macrofauna será amostrada perfazendo um total aproximado de três dias de atividades de campo.

Acondicionamento das amostras Transferência, fixação e acondicionamento do material coletado.

Transporte de campo envolve juntamente com o acondicionamento, item importante, já que no prazo mais curto possível considerando a logística do projeto, o material deve ser encaminhado até as diversas bancadas laboratoriais envolvidas na busca dos dados.

Processamento das amostras. No laboratório, lavagem das amostras sobre um conjunto de peneiras com diferentes aberturas de malha, sendo a



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

menor de 0,021mm. Preservação das amostras. Triagem dos organismos sob estereomicroscópio.

Confecção de lâminas para a identificação dos organismos sob microscópio óptico, conforme metodologia específica.

Na Identificação dos organismos serão utilizadas diversas chaves de identificação e técnicas específicas para cada táxon.

Na análise dos dados (composição dos táxons) será efetuado o refinamento da matriz obtida com os seus significados ambientais.

A transformação em informação refere-se ao cruzamento de interpretações importantes de um ou mais compartimento de estudo.

A confecção de relatório trimestral de forma lógica, técnica e científica.

O Relatório Anual será o produto da análise dos dados e das interpretações dos resultados de um ano (quatro trimestres), de forma lógica técnica e científica.

A análise interpretativa dos dados de campo será realizada no Centro de Ecologia da UFRGS.

O compartimento ambiental monitorado, "Macrofauna Bentônica", terá como responsável técnica a MSc. Suzana Maria Fagundes de Freitas, cuja a ART está anexada a este Relatório.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **2.7 Plano de Monitoramento para Bioindicadores Ambientais: ICTIOFAUNA**

O Plano de Monitoramento Ambiental para o compartimento "ICTIOFAUNA" atende as condições a seguir estabelecidas.

Os objetivos específicos dessa família de bioindicadores são:

- a) 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) Manutenção da 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).

#### **2.7.1 Parâmetros Monitorados e Frequência Amostral**

##### **a) Para a composição da ictiofauna**

Em relação á composição da ictiofauna, a frequência do monitoramento será trimestral com duração de um ano. O monitoramento dessa informação visa o acompanhamento da evolução da composição, riqueza, equidade e da diversidade da assembléia de peixes nos pontos monitorados frente a variações sazonais e de graus de impacto.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **b) Para a análise de metais na ictiofauna**

Em relação a análise de metais na ictiofauna, a frequência do monitoramento será trimestral, acompanhando a frequência de monitoramento dos parâmetros de comunidades.

Os parâmetros a serem monitorados são: mercúrio (Hg), zinco (Zn), chumbo (Pb), cromo (Cr), cobre (Cu), níquel (Ni) cádmio (Cd), arsênio (As) e manganês (Mn).

### **2.7.2 Coleta, Preservação e Manuseio das Amostras**

#### **a) Para a composição da ictiofauna: riqueza e diversidade de espécies**

A fim de permitir a comparação entre os pontos de amostragem adotados para a realização do trabalho, serão utilizadas baterias de redes de espera com malhas 1,5 – 2,5 e 3,5 mm entre nós. Cada rede deve possuir dez metros de comprimento conferindo à bateria de redes 30 metros.

A fim de avaliar a presença de peixes de maior porte (como piavas, grumatãs e carpas) deve-se colocar uma rede de malha 6,0 mm entre nós com 30 metros de comprimento. Os exemplares de peixes coletados por essas redes constam de informações adicionais à riqueza de espécies.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Os animais capturados serão coletados e fixados em solução de formalina 10% para posterior identificação em laboratório. Os animais coletados serão transportados sob refrigeração para serem analisados em laboratório.

### **b) Para a análise de metais na ictiofauna**

Os animais utilizados para a análise de metais, assim que retirados das redes, serão acondicionados em sacos plásticos individualizados por ponto de amostragem e conservados em freezer ou caixa térmica com gelo e encaminhado para laboratório habilitado para a realização das análises necessárias. Em laboratório os peixes serão medidos, pesados e dissecados para a extração de porções de músculo. Os tecidos serão acondicionados em placas de Petri plásticas e submetidos à análise laboratorial.

A análise da presença e concentração de metais em tecidos corporais dos peixes deve estabelecer relação aos papéis tróficos das espécies da região. Dessa forma serão analisados peixes de três níveis tróficos distintos.

O primeiro nível trófico é o de peixes 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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.

As seguintes espécies alvo presentes na região serão amostradas: *Hoplias malabaricus* e *Oligosarcus robustus* como exemplos de carnívoros, *Astyanax sp* como exemplo de onívoros, *Loricariichthys anus* e *Hypostomus commersoni*, como exemplo de bentônicos.

### **2.7.3 Métodos Analíticos**

#### **a) Para a composição da ictiofauna**

Os resultados obtidos devem expressar a riqueza (número de espécies capturadas), número total de indivíduos da amostra e a diversidade de Shannon-Winer.

#### **b) Para a análise de metais na ictiofauna**

Para a determinação de metais, as amostras serão descongeladas, pesadas e secas em estufa a 60°C por 24 horas e digeridas com solução ácida de HNO<sub>3</sub>, em Sistema de Preparação de Amostras por Microondas, método AOAC 999.10. A amostra digerida será filtrada, avolumada, transferida para frasco plástico e armazenada sob refrigeração até a análise (Silvano & Raya-Rodriguez, 2003).

Para a análise de metais será usada a técnica ICP-OES será utilizada a metodologia analítica AOAC - 999.10 adaptada e validada.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Como parâmetro de comparação para as concentrações de metais analisados são utilizados os valores apontados por Bowen (1979), tendo em vista que a legislação ambiental brasileira não contempla valores limítrofes para metais por peso seco de biota aquática.

### 2.7.4 Indicadores de Qualidade da Ictiofauna

Aos dados obtidos da composição da ictiofauna em cada ponto amostral será 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 será interpretado frente aos valores de referência para as classes de qualidade do IQ estabelecidos por Bruschi e colaboradores (2000), Tabela 2.7.1.

Tabela 2.7.1 Intervalos do Índice de Qualidade (IQ)

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A programação para o desenvolvimento dos trabalhos encontra-se a seguir apresentada:

Atividade/Mês	2013						2014					
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Planejamento	x		x	x		x	x		X	x		
Amostragem e Coleta em campo	X			x			x			X		
Estudos Laboratoriais e estatísticas		x	X x		x	X x		x	X x		x	x
Integração dos dados e Relatórios.			x			x			x			x

As análises serão realizadas no Laboratório Bioensaio, cuja documentação encontra-se anexada a este Relatório.

O compartimento ambiental monitorado, ictiofauna, terá como responsável técnico o Dr. Fábio Silveira Vilella, cuja ART encontra-se anexada a este Relatório.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 3. 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.

#### 3.1. Rede de Monitoramento Ambiental

A localização das Estações Amostrais do Monitoramento do Ambiente Terrestre está apresentada no Quadro 3.1.

Quadro 3.1. 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 direção das cinco estações de monitoramento do ambiente terrestre em relação à Usina Termoelétrica de Candiota e o objetivo das estações está descrita no Quadro 3.2.

Quadro 3.2. Descrição das estações amostrais da Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

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

Para o monitoramento ambiental dos bioindicadores da qualidade do ar através de bioindicacão vegetal, a Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre foi acrescida e complementada com as estações apresentadas nos Quadros 3.3 e 3.4.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Quadro 3.3. Localização das Estações Amostrais Complementares da Rede de Monitoramento Ambiental para o Biomonitoramento da Qualidade do Ar

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

Quadro 3.4. Descrição das estações amostrais Complementares da Rede de Monitoramento Ambiental para o Biomonitoramento da Qualidade do Ar

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A localização Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre está apresentada na Figura 3.1, complementada pela Figura 3.2.

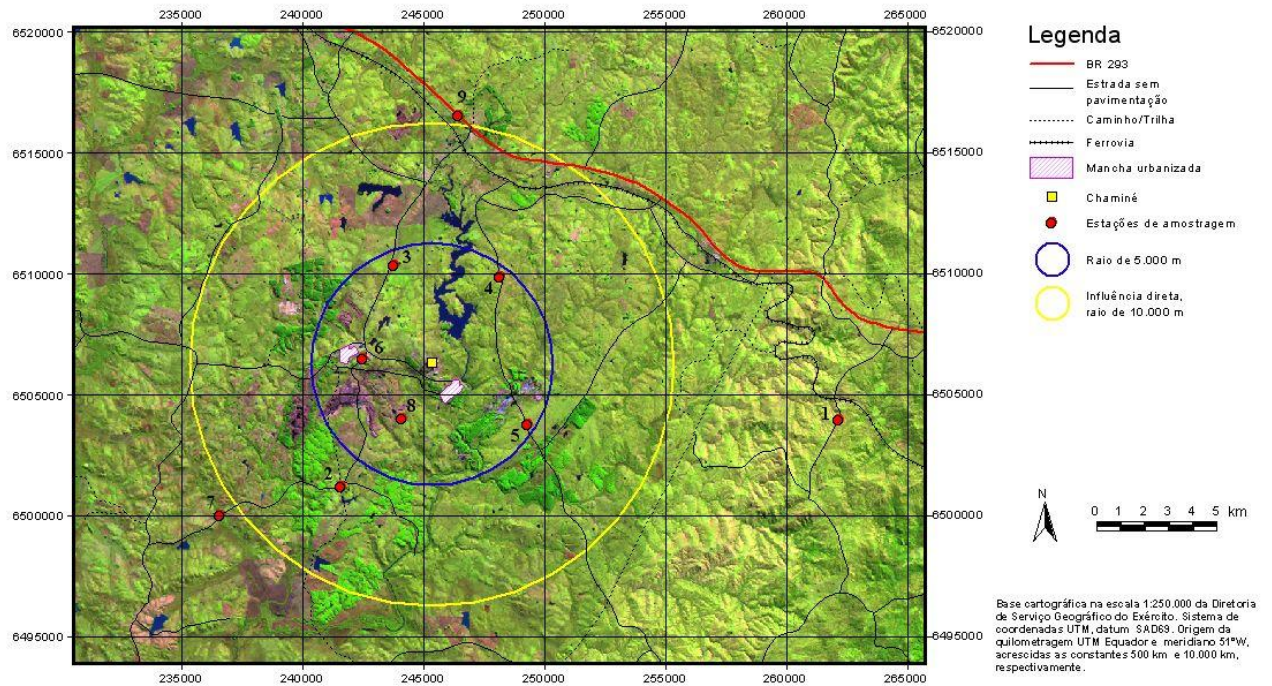


Figura 3.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

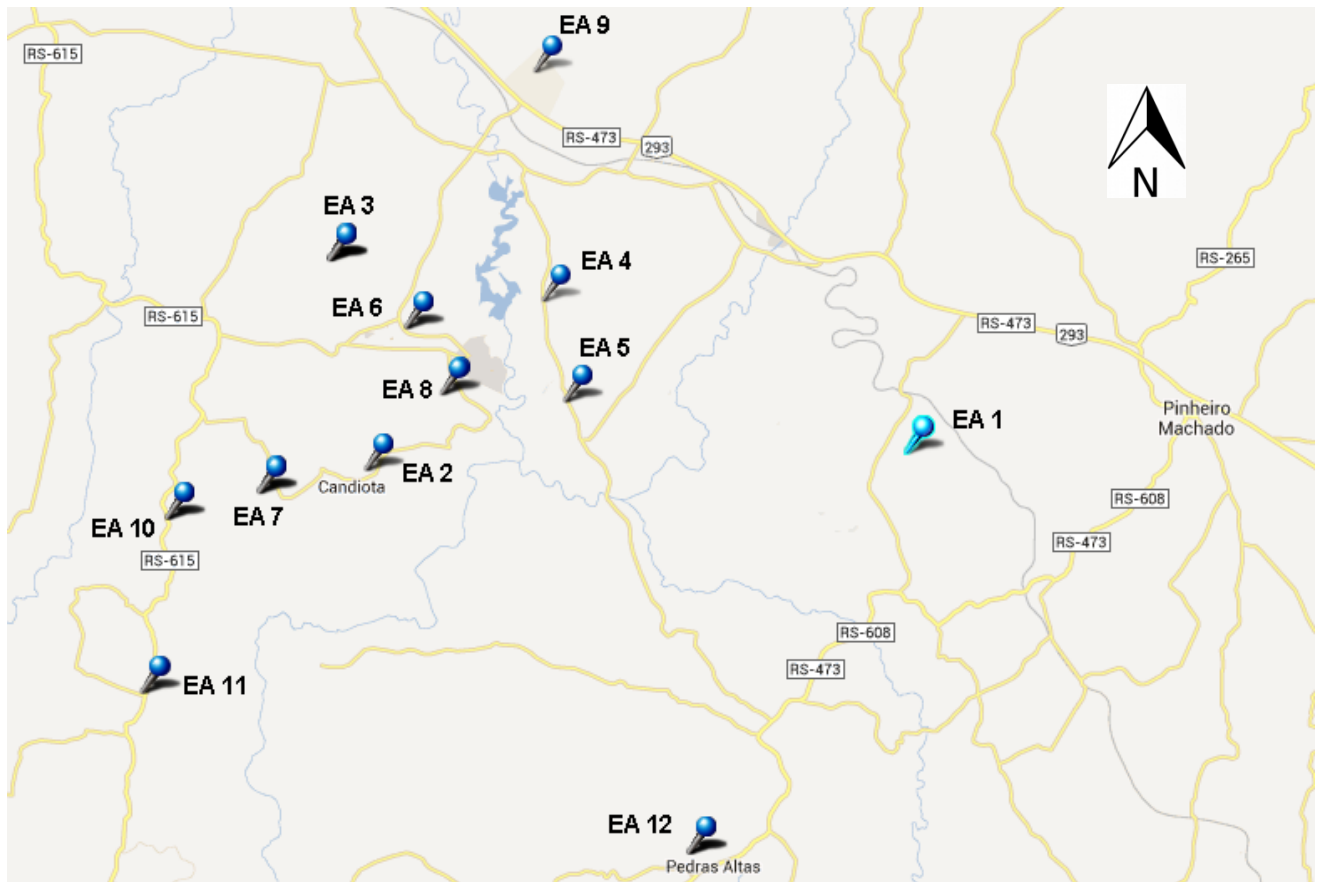


Figura 3.2: Mapa com a localização das estações de amostragem (EAs). Os ícones representam a localização do ponto de amostragem e onde foram tomadas as imagens com as coordenadas geográficas.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 3.2 Plano de Monitoramento para a FLORA

O cronograma do Plano de Monitoramento Ambiental para o compartimento “Flora” está a seguir apresentado:

Mês	Descrição
JULHO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>planejamento: elaboração de cronograma de saídas de campo, preparação para 1ª saída de campo</li><li>1ª saída de campo</li><li>trabalho de campo</li><li>processamento dos dados de campo</li></ul>
AGOSTO/ 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>interpretação de resultados da 1ª coleta</li></ul>
SETEMBRO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>elaboração do 1º relatório parcial trimestral</li></ul>
OUTUBRO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>2ª saída de campo</li><li>trabalho de campo</li><li>processamento dos dados de campo</li></ul>
NOVEMBRO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>interpretação de resultados da 2ª coleta</li><li>elaboração do 2º relatório parcial trimestral</li></ul>
JANEIRO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>3ª saída de campo</li><li>Trabalho de campo</li><li>processamento dos dados de campo</li></ul>
FEVEREIRO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>interpretação de resultados da 3ª coleta</li></ul>
MARÇO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>elaboração do 3º relatório parcial trimestral</li></ul>
ABRIL / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>4ª saída de campo</li><li>trabalho de campo</li><li>processamento dos dados de campo</li></ul>
MAIO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>interpretação dos resultados da 4ª coleta</li><li>elaboração do 4º relatório parcial trimestral</li></ul>
JUNHO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>elaboração do relatório final integrado</li></ul>



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O Plano de Monitoramento Ambiental para o compartimento "FLORA" atende as condições a seguir estabelecidas. Os objetivos específicos desse Plano são:

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

Para atingir os objetivos propostos, o Plano de Monitoramento Ambiental para o compartimento "Flora" deve atender as condições a seguir estabelecidas, observando-se as experiências e informações disponíveis.

### **3.2.1 Parâmetros Monitorados, Coleta e Frequência Amostral**

#### **a) Mapa de Cobertura Vegetal**

A área de abrangência do mapa possuirá um raio de 10 km, tendo como ponto central de referência a Usina e deverá ser elaborado com as características fisionômicas das classes de cobertura existentes na área avaliada.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Como classes de cobertura, serão consideradas:

- as comunidades vegetais nativas, segundo critério fisionômico (banhados, campos, capoeiras, florestas, etc.).
- as culturas vegetais (forrageiras sazonais, lavouras, monoculturas florestais, etc.).

Para o esclarecimento de eventuais dúvidas quanto à definição de classes de cobertura através do emprego de imagem de satélite, serão realizadas duas campanhas de verificação:

- no período de primavera-verão
- no período de outono-inverno.

### **b) Composições Florísticas de Comunidades Vegetais**

Para o exame das composições florísticas de comunidades vegetais na área de abrangência do mapa de cobertura vegetal, com o interesse de identificar bioindicadores da qualidade ambiental, serão considerados os seguintes critérios:

- Riqueza em espécies;
- Abundância das espécies dominantes;
- Espécies ameaçadas;
- Invasão de espécies exóticas.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As amostragens serão realizadas trimestralmente, visando contemplar principalmente aquelas espécies de ocorrência limitada à determinadas estações do ano (espécies anuais), além de examinar a possibilidade de alterações sazonais nas comunidades vegetais em geral.

A Rede de Monitoramento é composta pelas Estações Amostrais que compõem a Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre, cuja localização está apresentada nos Quadros 3.1 e 3.2 e Figuras 3.1 e 3.2.

### **3.2.2 Metodologia de Análise**

#### **a) Mapa de Cobertura Vegetal**

O mapa deverá ser elaborado na escala 1:25.000, com base em imagem de satélite multiespectral com resolução espacial mínima de 30 m. Poderá ser utilizada uma fusão de imagens cuja resolução da banda pancromática tenha pelo menos 5 m e as bandas multiespectrais pelo menos 20 m. A área coberta pelo mapeamento deverá contemplar a área de influência direta da Usina (raio de 10 km, tendo como ponto central de referência a Usina).

O mapa deverá ser entregue em formato .pdf para impressão e no formato shape, para uso em sistemas de informação geográfica. O sistema de referência deverá utilizar coordenadas UTM ou geográficas, no datum SAD69.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **b) Composições Florísticas de Comunidades Vegetais**

A metodologia a ser aplicada em cada uma das cinco Estações Amostrais, terá um raio de ação de 1000 m em relação as coordenadas geográficas definidas para a suas localizações.

Tendo em vista que na região monitorada, entre as formações vegetais nativas, predominam os campos (Girardi-Deiro et al., 1992 e Girardi-Deiro, 1999), nas cinco EAs o exame deverá ser realizado exclusivamente neste tipo de comunidade vegetal. Para possibilitar a comparação, as cinco comunidades campestres deverão ter características fisionômicas similares, tanto topográficas quanto vegetacionais.

Em cada Estação Amostral os levantamentos florísticos serão realizados em parcelas permanentes de 0,25 m<sup>2</sup>, demarcadas segundo critério sistemático (dispostas ao longo de uma transecção). O número total de parcelas (área total amostrada) dependerá da riqueza em espécies (número de espécies presentes em cada EA).

A abundância das espécies dominantes será definida de acordo com a escala de Braun-Blanquet (1979), considerando as classes de 3 a 5 , de 25 a 100% de cobertura da superfície da parcela amostrada.

A classificação de espécies ameaçadas será baseada em critérios de endemismo e *status* de conservação, conforme a lista de espécies ameaçadas de extinção divulgada pela SEMA/RS – Rio Grande do Sul em 2003.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nas comunidades examinadas, se houver espécies vegetais exóticas, deverá ser verificada a existência ou não, de relação entre a invasão destas e a riqueza em espécies nativas.

### **3.2.3 Indicadores de Qualidade da Comunidade Vegetal**

Aos dados obtidos da composição florística em cada ponto amostral será aplicado um Índice de Similaridade. Este Índice, objetiva estabelecer comparações entre as comunidades vegetais, utilizando o emprego de Coeficientes de Similaridade entre as Estações Amostrais, baseados na presença ou ausência de espécies. Para a interpretação e análise crítica dos índices será adotado o estabelecido por Gurevitch et al., 2009.

A partir do conhecimento destes índices deverá ser identificado o grau de influência de impactos ambientais sobre a composição florística, considerando que quanto menores os valores do coeficiente de similaridade entre as comunidades, maior a influência negativa do ambiente.

A análise interpretativa dos dados de campo será realizada no Centro de Ecologia da UFRGS.

O compartimento ambiental monitorado, Flora, terá como responsáveis técnicos o Dr. Paulo Luiz de Oliveira e o MSc. Rogério Both.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **3.3 Plano de Monitoramento para a FAUNA**

O Plano de monitoramento para a fauna local foi elaborado considerando os grupos indicadores do meio terrestre:

1. Herpetofauna
2. Avifauna

Anfíbios e répteis, genericamente agrupados como herpetofauna, são dois grupos animais de morfologia e hábitos diversificados, especialmente em se tratando de comportamento reprodutivo do primeiro grupo (PIANKA, 1977; DUELLMAN & TRUEB, 1994). Assim, uma variedade de métodos é utilizada com a finalidade de obter informações a respeito de sua diversidade, história de vida, estrutura e dinâmica populacional. Os anfíbios são considerados importantes grupos bioindicadores por serem sensíveis tanto a pequenas alterações nos seus habitats quanto modificações climáticas de larga escala (e.g., aquecimento global) (PAPP & PAPP, 2000).

As técnicas de estudo da herpetofauna são similares para répteis e anfíbios, a eficácia, porém, varia para cada grupo. Ao passo que a maioria dos anfíbios do neotrópico são animais noturnos, a maioria dos répteis é diurna, ou pode ser encontrada mais freqüentemente em atividades de termorregulação, expostos à luz do sol. Sendo assim, é necessário estabelecer métodos adequados ao comportamento de cada grupo, a fim de amplificar as chances de registro do maior número de espécies possível. A definição do esforço amostral e a padronização dos métodos aplicados em cada ponto permitem a análise comparativa dos dados obtidos.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Em razão de sua conspicuidade, adiantado conhecimento taxonômico e distribuição por diferentes ecossistemas, as aves são consideradas um excelente grupo para estudos de bioindicação. Estes estudos podem ser distinguidos em dois tipos: inventários e monitoramentos. Ambos são calcados no conhecimento da diversidade e do status das populações de aves em determinado local. O acesso à informação relativa ao tamanho das populações envolve trabalhos de campo conhecidos como censos (ou contagens, no caso de amostras de uma parcela da população). Diferentes métodos de contagem podem ser utilizados para investigar a distribuição de uma determinada espécie de ave ou para monitorar modificações populacionais, sendo aplicadas as técnicas recomendadas neste programa de monitoramento.

Os objetivos específicos desse Plano são:

- a) Caracterizar a comunidade de répteis, anfíbios e aves existentes na área de influência da Usina Termelétrica de Candiota, quanto à composição, distribuição espaço-temporal, abundância e dominância das espécies;
- b) Identificar espécies ameaçadas de extinção;
- c) Identificar espécies de interesse econômico;
- d) Analisar a variação espacial e temporal da composição e estrutura da comunidade;
- e) 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

### **3.3.1 Parâmetros Monitorados, Coleta e Frequência Amostral**

Para o monitoramento dos grupos indicadores do meio terrestre (herpetofauna e avifauna) serão utilizadas as Estações Amostrais adotadas pela Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre, cujas localizações estão apresentadas nos Quadros 3.1 a 3.2 e Figuras 3.1 e 3.2.

A escolha das Estações de Amostragem coincidentes com aquelas adotadas pela Rede de Monitoramento dá-se pela possibilidade de utilizar as informações disponibilizadas e poder analisar os resultados obtidos investigando a existência de correlações entre a qualidade do ar influenciada pela fonte emissora e os elementos da fauna terrestre monitorados nessas Estações.

As campanhas de amostragem terão periodicidade trimestral e a execução será coincidente com o período de amostragem dos outros indicadores ambientais do compartimento terrestre.

O cronograma do Plano de Monitoramento Ambiental para o compartimento "Fauna" está a seguir apresentado:



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Mês	Descrição
JULHO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>• planejamento: elaboração de cronograma de saídas de campo, preparação para 1ª saída de campo</li><li>• 1ª saída de campo</li><li>• trabalho de campo</li><li>• processamento dos dados de campo</li></ul>
AGOSTO/ 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>• interpretação de resultados da 1ª coleta</li></ul>
SETEMBRO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>• elaboração do 1º relatório parcial trimestral</li></ul>
OUTUBRO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2ª saída de campo</li><li>• trabalho de campo</li><li>• processamento dos dados de campo</li></ul>
NOVEMBRO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>• interpretação de resultados da 2ª coleta</li><li>• elaboração do 2º relatório parcial trimestral</li></ul>
JANEIRO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3ª saída de campo</li><li>• Trabalho de campo</li><li>• processamento dos dados de campo</li></ul>
FEVEREIRO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>• interpretação de resultados da 3ª coleta</li></ul>
MARÇO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>• elaboração do 3º relatório parcial trimestral</li></ul>
ABRIL / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>• 4ª saída de campo</li><li>• trabalho de campo</li><li>• processamento dos dados de campo</li></ul>
MAIO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>• interpretação dos resultados da 4ª coleta</li><li>• elaboração do 4º relatório parcial trimestral</li></ul>
JUNHO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>• elaboração do relatório final integrado</li></ul>





### **3.3.2 Metodologias de Análise**

#### **3.3.2.1 Herpetofauna**

Para a avaliação quali-quantitativa dos grupos serão empregadas as seguintes técnicas de amostragem.

##### **a. Quadrats**

Esta técnica é largamente usada para estudar anfíbios e répteis que vivem dispersos por uma grande área ou que passam a maior parte do tempo ocultos em seus respectivos microhábitats. É especialmente indicado como método para avaliar a abundância relativa de habitantes da serrapilheira, em florestas.

Será considerada uma medida padrão de cada quadrado amostral ("quadrat") de 10 m x 10 m, sendo que o número de quadrats depende do tamanho da área e dos objetivos do estudo. A fim de viabilizar a amostragem e de possibilitar a existência de réplicas em cada Estação de Amostragem serão usados quadrats de 3 m x 3 m com o emprego de 5 réplicas em cada estação.

Dentro dos quadrados, a busca pelos animais é realizada manualmente através da remoção da serrapilheira e do deslocamento de galhos, troncos, pedras ou investigação de bromélias. Para a demarcação da área dos quadrados, recomenda-se o cercamento com telas de modo a evitar a fuga para fora do quadrado de lagartos e cobras de rápidos movimentos.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Uma das restrições do método é o seu grande esforço requerido e recomenda-se que no mínimo dois técnicos se ocupem do trabalho. Outra importante restrição é a alteração significativa que os amostradores efetuam no hábitat. Porém, uma das vantagens do método é que ele provê uma estimativa confiável da densidade das espécies amostradas. Da mesma forma, se executado concomitantemente com medidas de hábitat, pode relacionar a abundância diferencial com particularidades do hábitat.

### **b. Transecções**

As transecções serão efetuadas por meio de caminhadas aleatórias nos ambientes de ocorrência das espécies de anfíbios e répteis. Nestas caminhadas, feitas a uma velocidade baixa e regular, o amostrador busca ativamente indivíduos em todos os microhábitats favoráveis (e.g., superfície inferior de pedras, folhas e troncos caídos; entre a serrapilheira; interior de bromélias). Este método é valioso na coleta de dados referentes à riqueza, mas pode ser pouco efetivo quanto à estimativa de parâmetros populacionais.

A visualização direta é mais provável para os répteis, em virtude de seus hábitos termorreguladores. Para certas espécies de lagartos e cobras, este método consiste na maneira mais eficaz de avaliar sua abundância relativa (TURNER, 1977). Para tanto, é necessário que a amostragem seja realizada entre o início e o meio da manhã, quando os animais se expõem mais e sua detectabilidade aumenta. A captura pode ocorrer à mão livre ou, no caso de serpentes peçonhentas e lagartos de grande porte, com o auxílio de laços ou ganchos. Medidas de densidade podem ser obtidas caso o transecto tenha um tamanho definido, por ex. de 500 m x 50 m.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **c. Contagem em Sítios de Reprodução**

Este método consiste na contagem periódica e sistemática de anuros adultos nos locais onde os mesmos se congregam para reprodução e envolve a experiência do pesquisador em reconhecer as vocalizações das diferentes espécies de anfíbios da área estudada. SCOTT e WOODWARD (1994) citam algumas complicações do método de contagem de anfíbios em sítios de reprodução. A maior delas é a variabilidade da atividade reprodutiva nas populações de anfíbios entre anos distintos. Uma determinada área úmida, por exemplo, pode não ser utilizada todos os anos por determinadas espécies (WHITACRE, 1997). Isto implica em dificuldades na interpretação quando em estudos de monitoramento. Aparentemente, tais flutuações podem ser comuns mesmo em populações consideradas saudáveis (PECHMANN *et al.*, 1991; MARSH, 2001).

O trabalho deve iniciar com a identificação e mapeamento das áreas úmidas utilizadas como sítios de reprodução dos anfíbios. Idealmente, obter-se-á réplicas de cada tipo de área úmida, organizando-as em grupos semelhantes quanto ao tamanho da área, tipo de hábitat circundante e estrutura do hábitat na própria área úmida. Cada área será amostrada repetidamente em intervalos distintos da noite, de modo a detectar padrões de detectabilidade de cada espécie em diferentes períodos noturnos (CARDOSO & MARTINS, 1987). Tal amostragem ocorrerá em pelo menos três noites completas em cada área úmida selecionada.

A abundância relativa de cada espécie será avaliada utilizando um índice de intensidade, (ÁVILA & FERREIRA, 2004), onde:



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- (0) nenhum indivíduo da espécie vocalizando;
- (1) vocalizações esparsas, sem sobreposição e número de indivíduos estimável entre um e dez;
- (2) vocalizações se sobrepõem, mas ainda é possível individualizá-las e estimar o número de indivíduos (11-35 indivíduos);
- (3) formação de coro em que as vocalizações individuais são indistinguíveis e não se pode estimar o número de indivíduos (> 35).

### **3.3.2.2 Avifauna**

Para a avaliação quali-quantitativa dos grupos serão empregadas as seguintes técnicas de amostragem.

#### **a) Pontos de Escuta**

O método com a utilização de pontos de contagem (ou pontos de escuta, *sensu* BIBBY *et al.*, 1993) é considerado o mais indicado para contagens de avifauna em ambientes florestais nos trópicos (VIELLIARD, 2000). Serão utilizados pontos de contagem de abrangência limitada pela acuidade auditiva do amostrador, distantes 200 metros entre si, de forma a evitar contagens duplas do mesmo indivíduo (BLONDEL *et al.*, 1981).

As contagens nos pontos terão início nos primeiros minutos da manhã e se estenderão por até quatro horas após o nascer do sol. O número de pontos a serem realizados em cada área de amostragem será o mesmo das etapas anteriores de monitoramento. Toda ave vista ou ouvida durante dez minutos de amostragem em cada ponto será considerada um contato (RALPH, 1981; RALPH *et al.*, 1995; ALEIXO & VIELLIARD, 1995).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A abundância relativa será obtida através da divisão do número de contatos de uma determinada espécie pelo número total de pontos amostrados. O resultado obtido será expresso como um Índice Pontual de Abundância (IPA) (VIELLIARD, 2000; ANJOS, 2001), que poderá ser comparado entre pontos de amostragem e entre as diferentes amostragens em um mesmo ponto.

### **b) Transecções**

Diferentes ambientes campestres serão amostrados por meio de transecções não-lineares e sem tamanho definido, possibilitando que um maior número de indivíduos seja detectado. A contagem das aves nas transecções será efetuada através de caminhadas lentas pelos distintos habitats de áreas abertas (incluindo campo seco, campo úmido, pastagens e cultivos). Será utilizado como unidade amostral cada intervalo de 30 minutos de contagem.

A abundância relativa de cada espécie será obtida dividindo-se o número de contatos pelo número total de unidades amostrais. A amostragem por transecções será efetuada durante as primeiras horas da manhã, logo após o nascer do sol, intercalada com a amostragem por pontos.

#### OBSERVAÇÕES:

- 1) Em ambos os métodos aqueles indivíduos contactados em pares, em grupos familiares ou em bandos serão considerados como um único contato, independente do número real de indivíduos presentes. Desta forma, evita-se que espécies mais conspícuas em razão do hábito gregário tenham seu tamanho populacional superestimado em relação à quantidade de amostras obtidas (VIELLIARD, 2000).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- 2) Não serão efetuadas contagens em dias de chuva ou com ventos fortes.
- 3) Os nomes científicos e a sequência taxonômica das espécies de aves deverão seguir CBRO (2011). Os nomes populares das espécies de aves seguirão BENCKE *et al.* (2010).

### **3.3.3 Indicadores de Qualidade da Fauna**

Aos dados obtidos da composição, distribuição espaço-temporal, abundância e dominância das espécies em cada ponto amostral serão calculados os seguintes Índices Bióticos:

- Riqueza;
- Índice de Diversidade;
- Índice de Equidade;
- Índice de Intensidade (anfíbios);
- Índice Pontual de Abundância (avifauna).

Estes Índices objetivam estabelecer comparações entre as assembléias de organismos estudados em cada Estação Amostral e correlações com as condições de impacto atmosférico e com o ambiente de entorno.

A análise interpretativa dos dados de campo será realizada no Centro de Ecologia da UFRGS.

O compartimento ambiental monitorado, fauna, terá a coordenação da Dra. Sandra Maria Hartz e responsabilidade técnica do Dr. Jorge Bernardo Silva para a Herpetofauna e do Dr. Jan Karel Felix Mähler Junior para a Avifauna.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 3.4 Plano de Monitoramento para os BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR

O cronograma do Plano de Monitoramento Ambiental para o compartimento “Qualidade do Ar” está a seguir apresentado:

Mês	Descrição
JULHO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>planejamento: elaboração de cronograma de saídas de campo, preparação para 1ª saída de campo</li><li>1ª saída de campo</li><li>coleta de amostras (monitoramento passivo e ativo)</li><li>processamento das amostras</li></ul>
AGOSTO/ 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>saída extra: instalação bioindicadores ativos (líquens)</li><li>coleta de solo</li><li>análises das amostras (monitoramento passivo)</li><li>interpretação de resultados da 1ª coleta</li></ul>
SETEMBRO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>elaboração do 1º relatório parcial trimestral</li></ul>
OUTUBRO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>2ª saída de campo</li><li>coleta de amostras (monitoramentos passivo)</li><li>processamento das amostras</li><li>análises das amostras</li></ul>
NOVEMBRO / 2013	<ul style="list-style-type: none"><li>interpretação de resultados da 2ª coleta</li><li>elaboração do 2º relatório parcial trimestral</li></ul>
JANEIRO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>3ª saída de campo</li><li>coleta de amostras (monitoramentos passivo)</li><li>processamento das amostras</li></ul>
FEVEREIRO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>análises das amostras</li><li>interpretação de resultados da 3ª coleta</li></ul>
MARÇO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>elaboração do 3º relatório parcial trimestral</li></ul>
ABRIL / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>4ª saída de campo</li><li>coleta de amostras (monitoramentos passivo e ativo)</li><li>processamento das amostras</li><li>análises das amostras</li></ul>
MAIO / 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>interpretação dos resultados da 4ª coleta</li><li>elaboração do 4º relatório parcial trimestral</li></ul>



Os objetivos específicos desse Plano são:

- a) 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;
- b) Avaliar os impactos na qualidade do ar, gerados pelas atividades da Usina Termoelétrica de Candiota, através do uso de abordagem integradora das respostas dos diferentes programas de biomonitoramento desenvolvidos.

### **3.4.1 Parâmetros Monitorados, Coleta e Frequência Amostral**

Para o monitoramento dos bioindicadores da qualidade do ar serão levadas em consideração as cinco Estações Amostrais adotadas pela Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre, acrescidas de estações complementares.

A localização e direção das estações de monitoramento em relação à Usina Termoelétrica de Candiota e suas justificativas estão descritas nos Quadros 3.1 a 3.4 e Figuras 3.1 e 3.2. Para efeito da localização exata das estações amostrais em campo, será considerada uma área amostral real de até 1.000 metros de raio no entorno da coordenada UTM estabelecidas.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As campanhas de amostragem terão periodicidade trimestral, de forma a coletar dados em todas as estações do ano.

### **3.4.2 Biomonitoramento Passivo**

O biomonitoramento passivo se constituirá na coleta trimestral, correspondente a cada período estacional do ano, de três espécies vegetais já utilizadas nos biomonitoramentos anteriores (Divan Junior et al. 2009; Divan Junior et al. 2010) em todas as nove estações de amostragem da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.

As espécies a serem amostradas serão:

*Elephantopus mollis* Kunth (Asteraceae)

*Baccharis trimera* (Less.) D.C. (carqueja, Asteraceae)

*Paspalum notatum* Flueggé (grama forquilha, Poaceae)

Em cada estação de amostragem será coletada uma amostra representativa de cada espécie. Por amostra representativa entende-se uma amostra constituída por no mínimo 18 unidades amostrais (por unidade amostral entenda-se folhas, ramos ou plantas, conforme a espécie), as quais serão reunidas para formar uma amostra composta. As amostras serão coletadas com o auxílio de instrumentos plásticos, se necessário, e serão armazenadas em bolsas plásticas identificadas e mantidas sob refrigeração até o processamento em laboratório. As amostras de *P. notatum* serão subdivididas em duas sub-amostras por local de coleta, as quais em laboratório, uma será lavada e a outra não.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Além da amostragem das espécies vegetais, será coletada uma amostra de solo para sua caracterização química em todas as estações de amostragem. O procedimento para amostragem do solo constitui-se na coleta de um mínimo de 25 unidades amostrais de cada estação amostral, as quais serão reunidas em uma amostra composta (totalizando cerca de 500 g de solo) por estação de amostragem. Será coletado o solo superficial, de 0 a 20 cm de profundidade, com o auxílio de uma pá ou utensílio similar de material plástico e armazenar em sacos plásticos identificados.

### **3.4.2.1 Metodologia do Biomonitoramento Passivo**

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

Ambas as amostras de *P. notatum* (lavada e não lavada) serão consideradas como amostras independentes para efeito das análises dos teores de metais totais (Cd, Pb e Zn) e fluoreto. Quanto ao teor de enxofre, a análise será realizada apenas nas amostras lavadas. Para a realização da determinação de metais as amostras secas serão digeridas com solução ácida de HNO<sub>3</sub>, em Sistema de Preparação de Amostras por Microondas. Para a realização da determinação de fluoreto as amostras secas serão digeridas e determinadas por eletrodo seletivo. Para a análise de enxofre a metodologia será por análise elementar.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As amostras de solo serão submetidas à análise de caracterização química, avaliando teores dos micronutrientes e contaminantes, para: pH, matéria orgânica, P disponível, K disponível, Ca - Mg - Mn trocáveis, Al trocável, S extraível, Cu e Na extraíveis, teor de argila, cádmio total, chumbo total e fluoreto extraível conforme Tedesco et al. (1995).

### **3.4.3 Biomonitoramento Ativo**

O biomonitoramento ativo constitui-se na exposição, em condições padronizadas, de duas espécies de líquens, uma sensível e outra acumuladora, pelo período de nove meses, correspondentes a agosto/13 a abril/14, em todas as nove estações de amostragem da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.

As espécies sensíveis e a acumuladoras serão escolhidas da seguinte lista de espécies, segundo critérios de facilidade de identificação e de obtenção de indivíduos em quantidade suficiente para a amostragem:

*Heteroderma obscurata* (Nyl.) Trev.;

*Parmotrema tinctorum* (Nyl.) Hale.;

*Parmotrema austrosinense* (Zahlbr.) Hale.;

*Punctelia constantimontium* Sérus.;

*Ramalina celastri* (Spreng.) Krog et Swinsc.;

*Teloschistes exillis* (Michx.) Vain.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A escolha do local de procedência dos líquens deve garantir que o material coletado não tenha sido exposto a nenhum tipo de contaminação prévia.

O procedimento de exposição, adaptado da metodologia descrita por Brodo (1961), consistirá da coleta na natureza de ramos ou porções da casca contendo os indivíduos das espécies selecionadas e a sua fixação em um suporte padronizado.

Após um período de aclimação, de 15 a 20 dias, às condições de exposição os suportes serão transplantados para as estações de amostragem de modo que os líquens fiquem a uma altura de 1,5 metros da superfície do solo em área aberta e distante de obstáculos à livre circulação do vento.

### **3.4.3.1 Metodologia do Biomonitoramento Ativo**

As espécies liquênicas coletadas após o período de exposição serão lavadas em ultrassom, pesadas e secas em estufa a 60°C por 24 horas.

Para a realização da determinação de metais as amostras secas serão digeridas com solução ácida de HNO<sub>3</sub>, em Sistema de Preparação de Amostras por Microondas. As amostras digeridas serão filtradas, avolumadas, transferidas para frascos plásticos e armazenadas sob refrigeração até a análise.

As metodologias analíticas a serem seguidas destinam-se a análise dos teores de Cd, Pb e Zn por ICP-OES (Espectrofotometria de Emissão Óptica



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

em Plasma Induzido ou Espectrofotometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite).

### **3.4.4 Indicadores de Qualidade**

Serão desenvolvidos indicadores que avaliem os impactos na qualidade do ar gerados pelas atividades da Usina Termoelétrica de Candiota, através do uso de abordagem integradora das respostas dos diferentes programas de biomonitoramento desenvolvidos, sempre levando em conta a comparação com a estação de referência, considerada "ponto branco".

### **3.4.5 Análise Estatística**

Os resultados serão submetidos a tratamento estatístico de análise multivariada, através de técnicas de agrupamento e de ordenação, conforme proposto por Valentin (2000) com o emprego do software MULTIV (Pillar, 2001; Pillar 2004).

As análises serão realizadas nos Laboratórios Bioensaios e Centro de Ecologia da UFRGS.

O compartimento ambiental monitorado, Biondicadores da qualidade do ar, terá como responsável técnico o Dr. Armando Molina Divan Junior.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **3.5 Plano de Monitoramento para a ATIVIDADE PECUÁRIA (BOVINOS E OVINOS)**

Este Plano de Monitoramento visa avaliar o impacto sobre a atividade agropecuária com ênfase sobre o rebanho bovino e ovino, na área na área de influência da Usina Termelétrica de Candiota.

#### **3.5.1 Parâmetros Monitorados, Coleta e Frequência Amostral**

Para o monitoramento dos rebanhos bovino e ovino, solo e estrato vegetal (pastagem) serão utilizadas às Estações Amostrais adotadas pela Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre, cuja localização está apresentada nos Quadros 3.1 e 3.2 e Figuras 3.1 e 3.2.

Em relação ao acompanhamento da atividade pecuária, a frequência do monitoramento será semestral (inverno e verão) para o rebanho de bovinos e ovinos e com frequência trimestral para o monitoramento do estrato vegetal e do solo.

O cronograma do Plano de Monitoramento Ambiental para o compartimento "Atividade Pecuária" está a seguir apresentado:



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Atividade	2013						2014					
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Planejamento	x		x	x		x	x		X	x		
Amostragem:												
Bovinos				x			x					
Ovinos				x			x					
Pastagem	x			x			x			x		
Solo	x			x			x			x		
Análise:												
Laboratório		x			x			x			x	
Estatística			x			x			x			x
Relatório			x			x			x			x

### 3.5.2 Material e Métodos

Para o monitoramento dos rebanhos bovino e ovino, solo e estrato vegetal (pastagem) serão utilizados amostras de 05 Estações Amostrais, adotadas pela Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.

#### a) Rebanho bovino e ovino

O número de indivíduos amostrado em cada Estação Amostral será de 50 indivíduos (30 bovinos e 20 ovinos), salvo caso onde a estação amostral, comprovadamente, não possua rebanho suficiente.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os bovinos terão sido criados na estação amostral há, no mínimo, dois anos e os ovinos serão adultos e terão passado a fase de crescimento na estação amostral. Além desse requisito, a idade dos animais amostrados será representativa do rebanho existente em cada estação amostrada.

Na estação de referência (EA 1), a amostragem abrangerá bovinos e ovinos (30 e 20 indivíduos, respectivamente) criados fora da área de influência da fonte emissora, bem como de qualquer outra fonte que possa confundir os resultados da amostragem. Estes animais terão as seguintes características: serem criados no local; ter idade conhecida ou estimada pela dentição; ter dieta semelhante à dos animais da área a ser monitorada (pastagem nativa na mesma região fitofisionômica). Será avaliado:

- Desgaste e lesões nos incisivos permanentes, bem como nos tecidos adjacentes (Rieth-Correa et al., 1996; Jones et al., 2000; Ollhoff et al., 2005);
- Dificuldade de locomoção;
- Exostoses palpáveis.

Os indivíduos que mostrarem alterações anormais nos incisivos terão estes dentes fotografados para ter-se uma imagem frontal dos incisivos. Estas fotografias, nítidas visando possibilitar a identificação e distinção das alterações dentárias, terão registro da EA bem como das demais características dos indivíduos fotografados.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Serão igualmente fotografados 10% dos animais avaliados na Estação de Referência visando realizar comparações com os registros fotográficos dos animais monitorados nas quatro estações amostrais.

### **b) Estrato vegetal (pastagem)**

Em cada estação amostral será coletada uma amostra composta, constituída por 18 unidades amostrais representativa da pastagem natural da área de estudo.

As amostras serão coletadas com o auxílio de instrumentos apropriados e serão armazenadas em bolsas plásticas identificadas e mantidas sob refrigeração até o processamento em laboratório.

### **c) Solo**

Em cada estação será coletada uma amostra composta de cerca de 500 g, constituída de um mínimo de 25 unidades. Será coletado o solo superficial, de 0 a 20 cm de profundidade, com o auxílio de uma pá e armazenada em sacos plásticos identificados.

As amostras de pastagem e solo coletadas serão encaminhadas para determinação de fluoreto e sílica ao laboratório Bioensaios.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **d) Indicadores de Qualidade**

Serão utilizados o Índice de mosqueamento e a ocorrência de desgaste excessivo de dentes em bovinos e ovinos, bem como a determinação de Sílica e flúor nos estratos solo e vegetal como comparativo entre as Estações Amostrais.

Os resultados serão submetidos a tratamento estatístico de análise multivariada e de correlação.

A análise interpretativa dos dados de campo será realizada no Centro de Ecologia da UFRGS.

O compartimento ambiental monitorado "Atividade Pecuária" terá como responsável técnica a Dra. Verônica Schmidt, Médica Veterinária.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

#### **I-ÁGUAS SUPERFICIAIS**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Resolução CONAMA nº 357/05.

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### II- SEDIMENTOS

*Bibliografia organizada por data de publicação.*

1961-TUREKIAN, K.K., WEDEPOHL, K.H., 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geological Society of America Bulletin* 72, 175-192.

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

1985-SWARTZ, R.C.; SHULTZ, D.W.; DISTWORTH, G.R.; DEBEN, W.A. COLE, F.A. *Sediment toxicity contamination and macrobenthic communities near a large eswage outfall*. Pp 152-175. In: Validation and predicTabelaility of Laboratory Methods for Assessing the fate and effects of Contaminants in Aquatic Ecosystems. T.T. Boyle (ed) American Society for testing and Materials STP 865. Philadelphia, P.A. 1985.

1990-LONG, E.R., MORGAN, L.G., 1990. Potential for biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the national status and trends program. NOAA Technical Memorandum NOS OMA 52, *National Oceanic and Atmospheric Administration*, Seattle, Washington.

1993- PERSEAUD, D.R.; JAAGUMAGI, R; HAYTON A. 1993. *Guidelines for protection and management of aquatic sediments in Ontário*. Standards Development Branch. Ontario Ministry of Environment and Energy. Toronto, Canada.

1994- WILLIAMS, T. P. J.; BUBB M. and LESTER J. N.;1994. *Marine Pollution Bulletin*, 28; 277-290.

MAcDONALD, D. D. 1994. *Approach to the Assessment of Sediment Quality in Florida Coastal Waters*. Volume 1-Development and Evaluation of Sediment Quality Assessment Guidelines, Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee.

1995-LONG, E. R., MAcDONALD, D. D., SMITH, S. L. and CALDER, F. D..1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management* 19: 81-97.

WSDE, Washington Administrative Code 1995.Title 173, Chapter 204-*Sediment Management Standards*, Washington State Department of Ecology, Olympia.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1995. *Protocol for the Derivation of Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. Report CCME EPC-98E. Prepared by the Technical Secretariat of the Water Quality Guidelines Task Group, Winnipeg, Manitoba. 38 p.

ENVIRONMENT CANADA (1995) *Interim sediment quality guidelines. Ecosystem Conservation Directorate, Evaluation and Interpretation Branch, Soil and Sediment Quality Section, Guidelines Branch, Ottawa, Ontario.*

1996-MACDONALD, D., CARR, R.S., CALDER, F. D., LONG, E. R. and INGERSOLL, C.G. 1996b. Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida coastal waters. *Ecotoxicology* 5, 253-278.

USEPA, 1996. U.S. Environmental Protection Agency, *Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices*. Method 3052.

SMITH, S.L., MACDONALD, D.D., KEENLEYSIDE, K.A., INGERSOLL, C.G., FIELD, J., 1996. A preliminary evaluation of sediment quality assessment values for freshwater ecosystems. *Journal of Great Lakes Research* 22, 624 -638.

MACDONALD, D.; LONG, E., FIELD; J., INGERSOLL, C.; CARR, S.; HAVERLAND, P., CANRELD, T.; DWYER, J.; KEMBLE, N.; CALDER, F.; SLOANE, G.; SEAL, T.; SMITH, S.; KEENLEYSIDE, K.; GAUDET, C.; WONG, M AND FOX, R. 1996a. Application of ERLs and ERMs for assessing contaminated sediments: Response to Sampson, Pastorok and Ginn. *SETAC News* 16(5), 31-34.

1997- LONG EDWARD R. and WILSON. CRAIG J.. 1997. On the Identification of Toxic Hot Spots using Measures of the Sediment Quality Triad. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 34, No. fi, pp. 373-374, 1997.

CHAPMAN, PETER M.; BRIAN ANDERSON, SCOTT CARR, VIRGINIA ENGLE, ROGER GREEN, JAWED HAMEEDI, MICHELLE HARMONI, PAMELA HAVERLAND, JEFF HYLAND, CHRIS INGERSOLL, EDWARD LONG, JOHN RODGERS JR, MICHAEL SALAZAR, PAUL K. SIBLEY, PAUL J. SMITH, RICHARD C. SWARTZ, BRUCE THOMPSON and HERBERT WINDOM. 1997. General Guidelines for using the Sediment Quality Triad. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 34, No. 6, pp 368-377.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

1998-LONG, E.R., FIELD, L.J., MACDONALD, D.D., 1998. Predicting toxicity in marine sediments with numerical sediment quality guidelines. *Environmental Toxicology and Chemistry* 17 (4), 714-727.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

CORMACK, R. 2001. *Sediment Quality Guideline Options for the State of Alaska*. Prepared for the Alaska Department of Environmental Conservation Division of Spill Prevention and Response Contaminated Sites Remediation Program, Anchorage, 2001.

RUBAN, V. ; LOPEZ-SANCHEZ, J. F. ; PARDO, P. ; RAURET, G. ; MUNTAU, H. AND QUEVAUVILLER, P. FRESENIUS 2001. *Journal of Analytical Chemistry*, 2001, 370, 224–228;

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

2002-MAcDONALD D.. and INGERSOLL, CHRISTOPHER G. 2002. *A Guidance Manual to Support the Assessment of Contaminated Sediments in Freshwater Ecosystems Volume I – An Ecosystem-Based Framework for Assessing and Managing Contaminated Sediments*.114 PAG.

MAcDONALD D. D. and CHRISTOPHER G. INGERSOLL 2002. *A Guidance Manual to Support the Assessment of Contaminated Sediments in Freshwater Ecosystems Volume II – Design and Implementation of Sediment Quality Investigations* 104pag.

MAcDONALD D. D. and CHRISTOPHER G. INGERSOLL 2002. *A Guidance Manual to Support the Assessment of Contaminated Sediments in Freshwater Ecosystems Volume III – Interpretation of the Results of Sediment Quality Investigations* 198 pag.

BURTON, G. ALLEN Jr. 2002. Sediment quality criteria in use around the world. *Limnology* (2002) **3**:65–75

WENNING, R.J., INGERSOLL, C.G., 2002. *Summary of the SETAC Pellston workshop on use of sediment quality guidelines and related tools for the assessment of contaminated sediments*, Fairmont, Montana, USA, 17–22 August 2002. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Pensacola, FL, USA.

FILGUEIRAS, A. V. LAVILLA, ; I. AND BENDICHO, C. 2002. *Journal of Environmental Monitoring*, 2002, 4, 823–857; W.

2003-NASCIMENTO, M. R. L. 2003. *Proposição de Valores de referencia para a concentração de metais e metalóides em sedimentos límnicos e fluviais da Bacia hidrográfica do Rio Tiete, São Paulo*. Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências exatas e de Tecnologia São Carlos, São Paulo, 142 paginas.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

SILVÉRIO, P. F.. 2003. *Bases técnico-científicas para derivações guias de qualidade de sedimentos para metais experimentos de campo e de laboratório*. Tese de Doutorado escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo São Carlos. 145 pag. São Paulo.

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

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

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

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

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

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

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Network, <http://www.sednet.org/>, 2004; V. Roussiez, W. Ludwig, J.-L. Probst and A. Monaco, *Environmental Pollution*, 138,;167–177.

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

HAKAN PEKEY A.; DURAN, KARAKAS, B, SAVAS\_ AYBERK C, LEYLA TOLUN B, MITHAT BAKOGLU. 2004 Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of Izmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey. *Marine Pollution Bulletin* 48 :946–953.

2005-O. Wurl and J. P. Obbard, *Chemosphere*, 2005, 58, 925–933; C. K. Yap, A. Ismail and S. G. Tan, *Marine Pollution Bulletin*, 2003, 46, 1348–1353; L. R. de Astudillo, I. C. Yen and I. Bekele, *Revista De Biologia Tropical*, 2005, 53, 41–53.

WENNING, R. ; INGERSOLL, C. G. ; BATLEY. G. and MOORE, D M eds., *Use of Sediment Quality Guidelines (SQGs) and Related Tools for the Assessment of Contaminated Sediments*, SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) Press, Pensacola, 2005.

VROM, *Netherlands' position paper on EU soil strategy*, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, 2005.

LEPPER,P. 2005. *Manual on the Methodological Framework to Derive Environmental Quality Standards for Priority Substances* in accordance with Article 16 of the Water Framework Directive (2000/ 60/EC), Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology, Smallenberg, 2005.

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

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

LEPPER, P.2005. Towards the Derivation of Quality Standards for Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive, Final Report of the Study Contract No. B4–3040/2000/30637/MAR/E, Fraunhofer-



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Institute Molecular Biology and Applied Ecology, 2002; W. De Coen, M. Babut, J. Castro-Jimenez, B. Kolar, V. M. Gregorio, B. Nordbo, W. Rödinger and D. T. Hulscher, *Environmental Quality Standards (EQS) for Organic Substances in Sediments under the European Water Framework Directive (WFD)*, Joint research Centre.

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

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

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

EUROPEAN COMMISSION, Official Journal of the European Communities, 2006, L396, 1-849. C. RUDEN 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*



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ÁGUAS CONTAMINADAS PELA ATIVIDADE AGRÍCOLA DE CRIAÇÃO DE SUÍNOS. UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA REGIONAL DE CHAPECÓ  
Dissertação de Mestrado. Orientador: Prof. Dr. Jacir Dal Magro. 82 p.

PAVEI, P. T. .2007. *CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTAMINADOS PELAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE CARVÃO CRICIÚMA*. UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE. 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 DPETRO*, Campinas, São Paulo, 21-24 de Outubro de 2007. PG. 1 a 10.

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

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

NEVES, D. M. de C.. 2008. *ANÁLISE DE SULFETOS VOLATILIZÁVEIS POR ACIDIFICAÇÃO E METAIS EXTRAÍDOS NO SEDIMENTO DO SISTEMA ESTUARINO DOS RIOS PIRAQUÊ-AÇU E PIRAQUÊ-MIRIM (ARACRUZ-ES)* Universidade Federal do Espírito Santo, Monografia Orientador: Prof. Dr. Honório Coutinho de Jesus.

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

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

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

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

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

TORRES, R. J.; ABESSA, D. M. S.; SANTOS, F. C.; MARANHO, L. A.; DAVANSO, M. B; NASCIMENTO, M. R. L. DO; MOZETO, A. A.. 2009. Effects of dredging operations on sediment quality: contaminant mobilization in



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

dredged sediments from the Port of Santos, SP, Brazil . *J Soils Sediments* 9:420-432.

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

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

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

### III - FITOPLÂNCTON, PERIFITON E ZOOPLÂNCTON

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

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

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L., BENDER, P. 2002. *Utilização de algas diatomáceas epilíticas como 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.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

### **IV- COMUNIDADE BENTÔNICA**

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*. 21<sup>st</sup> 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.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

MERRITT, R.W.& CUMMINS, K.W. 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque, Kendall & Hunt, 2<sup>nd</sup> 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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

### **V- ICTIOFAUNA**

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

### VI- FLORA

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

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

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

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

ESRI. Manual Arc View

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

### **VII- AVIFAUNA**

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

### **VIII - HERPETOFAUNA**

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

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

DI-BERNARDO, M., OLIVEIRA, R.B., PONTES, G.M.F., 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.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

### **IX - QUALIDADE DO AR**

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

### **X- PECUÁRIA**

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

## **ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

A seguir estão apresentadas as Anotações de Responsabilidade Técnica dos profissionais que executarão as atividades deste Monitoramento de Bioindicadores Ambientais para o período de julho de 2013 a julho de 2014.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

**DOCUMENTAÇÃO DOS LABORATÓRIOS EXECUTORES DOS ENSAIOS  
LABORATORIAIS**

- **BIOENSAIOS**
- **ECOTOX**