



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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

**MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES
AMBIENTAIS**

Terceiro Relatório Parcial Trimestral

Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011

Março/2015





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica

Aos cuidados: Eng^a Simone Socal

A Fundação Luiz Englert, através do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, apresenta o **Terceiro Relatório Parcial Trimestral** para o período de julho de 2014 a junho de 2015 do "Programa de Monitoramento de Bioindicadores Ambientais, Aquático e Terrestre na Região de Influência da Usina Termoeletrica Presidente Médici, Candiota, Rio Grande do Sul", em conformidade com o Quarto Termo Aditivo do Contrato CGTEE/DTC/068/2011 celebrado entre a Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica e a Fundação Luiz Englert.

Porto Alegre, 10 de março de 2015.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

SUMÁRIO

1. Objeto do Estudo

2. Programa de Monitoramento para o Ambiente Aquático

3. Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Aquático

4. Água Superficial

4.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

4.2 Coleta e Preservação das Amostras

4.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio

4.4 Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática

4.5 Índice de Qualidade da Água

4.6 Resultados e Considerações

5. Sedimentos

5.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

5.2 Coleta e Preservação das Amostras

5.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio

5.4 Indicadores de Qualidade de Sedimentos

5.5 Resultados e Considerações

5.5.1 Física dos Sedimentos

5.5.2 Química dos Sedimentos

6. Bioindicadores Ambientais: Fitoplâncton, Perifíton

6.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

6.2 Coleta e Preservação das Amostras

6.2.1 Fitoplâncton

6.2.2 Perifíton

6.3 Métodos Analíticos

6.3.1 Fitoplâncton

6.3.2 Perifíton

6.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

6.4.1 Fitoplâncton

6.4.2 Perifíton



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

7. Bioindicadores Ambientais: Zooplâncton

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

8. Bioindicadores Ambientais: Macrofauna Bentônica

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

9. Bioindicadores Ambientais: Ictiofauna

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

10. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

11. Rede de Monitoramento Ambiental

12. Monitoramento da Flora

12.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

12.2 Trabalho de Campo e Técnicas de Amostragem

12.3 Resultados Parciais e Comentários

12.4 Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

13. Monitoramento da Avifauna

13.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

13.2 Trabalho de Campo

13.3 Técnicas de amostragem

13.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

14. Monitoramento da Herpetofauna

14.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

14.2 Trabalho de Campo

14.3 Técnicas de amostragem

14.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

15. Bioindicadores da Qualidade do Ar

15.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

15.2 Trabalho de Campo

15.3 Técnicas de Amostragem

15.3.1 Biomonitoramento Passivo

15.3.2 Biomonitoramento Ativo

15.4 Métodos analíticos

15.5 Resultados parciais

15.5.1 Biomonitoramento passivo

15.5.2 Biomonitoramento ativo



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

16. Atividade Pecuária

16.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

16.2 Trabalho de Campo

16.3 Métodos utilizados

16.4 Resultados e comentários

17. Referências Bibliográficas

18. Equipe de Trabalho

ANEXOS

Relatórios de Ensaio



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

1. Objeto do Estudo

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

2. Programa de Monitoramento para o Ambiente Aquático

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

3. Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Aquático

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

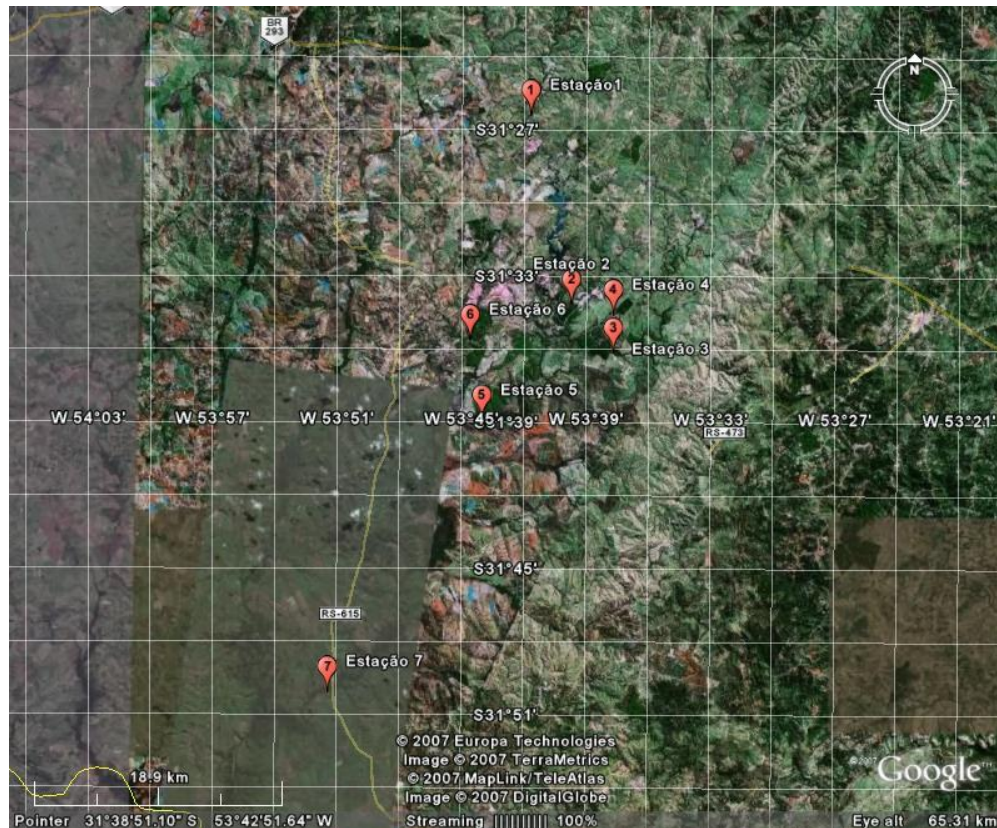


Figura 3.1. Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



4. ÁGUA SUPERFICIAL

4.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

Tabela 4.1 - Parâmetros analisados nas Águas Superficiais

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

4.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 06 e 07 de janeiro de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto a parcialmente nublado e temperatura do ar variando no intervalo de 20,8 a 33,5 °C.

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

- A coleta foi realizada diretamente nos frascos de coleta, previamente lavados com HNO₃ 0,1 M e três vezes com água deionizada;
- O frasco foi ambientado previamente com a água do ponto a ser amostrado;
- A amostra foi coletada mergulhando-se o frasco de coleta a aproximadamente 30 cm abaixo da superfície da água, com a boca voltada contra a corrente (coleta manual);
- Nos casos em que houve necessidade de coletar um grande volume de amostra para ser distribuída em vários frascos, foi empregado um recipiente de transposição, de material quimicamente inerte e garantida a homogeneidade das amostras nos diversos frascos.

No momento da coleta foram medidos, no próprio local os seguintes parâmetros: temperatura, pH e Oxigênio Dissolvido.

O volume de amostra, tipo de frasco para armazenamento, preservação e prazo de análise estão apresentados na Tabela 4.2.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.2 - Especificações técnicas para a preservação de amostras de Água Superficial

| Parâmetro | Frasco | Volume Mínimo | Preservação | Prazo Análise |
|---|--------------------------|----------------------|---|----------------------|
| Condutividade | Vidro âmbar | 500mL | Refrigerar a 4°C | 28 dias |
| Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>) | Plástico | Mais que 100mL | Refrig.<10°C. Frasco esterilizado com Tiosulfato de sódio e EDTA. | Até 24h |
| Cor | Vidro âmbar | 300mL | Refrigerar a 4°C | 48 horas |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | Dois Vidros tipo Winkler | 700mL | Refrigerar a 4°C | 48 horas |
| Fenóis totais | Vidro âmbar | 500mL | H ₂ SO ₄ conc. até pH < 2. Refrigerar a 4°C | 28 dias |
| Fósforo Total | Vidro âmbar | 100mL | H ₂ SO ₄ conc. até pH < 2. Refrigerar a 4°C | 28 dias |
| Nitrato | Vidro âmbar | 100mL | Refrigerar a 4°C | 48 horas |
| Nitrogênio Amoniacal | Vidro âmbar | 500mL | Refrigerar a 4°C | 7 dias |
| Metais dissolvidos: Al, Fe, Cu | Plástico | 250mL | Refrigerar a 4°C e filtração em membrana de 0,45 µm HNO ₃ conc. até pH< 2. | 180 dias |
| Metais totais: As,Cd, Pb, Cr, Mn, Ni, Zn | Plástico | 250mL | HNO ₃ conc. até pH< 2. Refrigerar a 4°C | 180 dias |
| Metais totais: Hg | Vidro âmbar | 250mL | 2mL sol. K ₂ CrO ₇ a 20% em sol. HNO ₃ 1:1 até pH< 2. Refrigerar a 4°C | 45 dias |
| Óleos e Graxas | Vidro de boca larga | 1000mL | HCl conc. até pH < 2. Refrigerar a 4°C | 28 dias |
| Oxigênio Dissolvido | - | - | Medir em campo. | imediate |
| pH | - | - | Medir em campo | imediate |
| Sólidos Dissolvidos Totais | Vidro âmbar | 1000mL | Refrigerar a 4°C | 7 dias |
| Surfactantes | Vidro âmbar | 100mL | Refrigerar a 4°C | 48 h |
| Sulfeto | PET transparente | 500mL | Adicionar 4 gotas de acetato de zinco 2N/100mL e NaOH até pH>9. Refrigerar a 4°C | 28 dias |
| Temperatura | - | - | Medir em campo | imediate |
| Toxicidade crônica com <i>P. subcaptata</i> | Plástico | 5 L | Refrigeração por 48 horas e congelamento até 60 dias | 60 dias |
| Toxicidade crônica com <i>C.dubia</i> | Plástico | 5 L | Refrigeração por 48 horas e congelamento até 60 dias | 60 dias |
| Toxicidade crônica com <i>P.promelas</i> | Plástico | 20 L | Refrigeração por 48 horas e congelamento até 60 dias | 60 dias |
| Turbidez | Vidro âmbar | 200mL | Refrigerar a 4°C e manter ao abrigo da luz | 24 horas |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

4.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio

As metodologias analíticas utilizadas nos ensaios das amostras de água superficial estão descritas na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Metodologias analíticas empregadas nos ensaios de Água Superficial

| PARÂMETRO | METODOLOGIA | REFERÊNCIA |
|---|---|--|
| Condutividade | Condutometria | Standard Methods 22 nd - 2510 B |
| Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>) | Substrato cromogênico enzimático | Standard Methods 22 nd - 9223 B |
| Cor aparente | Comparação visual | Standard Methods 22 nd - 2120 C |
| DBO ₅ | Método de Winkler | Standard Methods 22 nd - 5210 B |
| Fenóis totais | Absorciometria com clorofórmio | EPA 9065 |
| Fósforo Total | Absorciometria com redução do ácido ascórbico | Standard Methods 22 nd - 4500 P E |
| Nitrato | Cromatografia Iônica | Standard Methods 22 nd - 4110 B |
| Nitrogênio Amoniacal | Destilação e Nesslerização | EPA 350.2 |
| Metais dissolvidos: Al, Fe, Cu | Espectrometria de Emissão por Plasma - ICP | Standard Methods 22 nd - 3120 B |
| Metais totais: As, Cd, Pb, Cr, Ni, Mn e Zn | Espectrometria de Emissão por Plasma - ICP | Standard Methods 22 nd - 3120 B |
| Metais totais: Hg | Espectrofotometria de Absorção Atômica - Geração de Vapor | Standard Methods 22 nd - 3112 B |
| Óleos e Graxas | Gravimetria - partição líquida-líquida | Standard Methods 22 nd - 5520 B |
| Oxigênio Dissolvido | Método Titulométrico | Standard Methods 21 th - 4500 O C |
| pH | Método Potenciométrico- pHmetro | Standard Methods 22 nd - 4500 H B |
| Sólidos Dissolvidos Totais | Gravimetria- secagem a 180°C | Standard Methods 22 nd - 2540 C |
| Surfactantes | Absorciometria com azul de metileno | Standard Methods 22 nd - 5540 C |
| Sulfeto | Absorciometria - Heteropoly Blue | Standard Methods 22 nd - 4500 S D |
| Temperatura | Termometria | NBR 9898/87 |
| Toxicidade crônica com <i>P. subcaptata</i> | Ensaio de Toxicidade Aquática | ABNT NBR 12648/2005 |
| Toxicidade crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i> | Ensaio de Toxicidade Aquática | ABNT NBR 13373/2005 |
| Toxicidade crônica com <i>Pimephales promelas</i> | Ensaio de Toxicidade Aquática | ABNT NBR 15499/2007 |
| Turbidez | Nefelometria | Standard Methods 22 nd - 2130 B |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

| Parâmetros | | Ponderação | |
|-------------------------------------|---|-----------------|---|
| Essenciais | Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹) | > 5 | 1 |
| | | 3 a 5 | 2 |
| | | < 3 | 3 |
| | pH | 6 – 9 | 1 |
| | | 5 a 6 e 9 a 9.5 | 2 |
| | | < 5 e > 9.5 | 3 |
| | Toxicidade | não tóxico | 1 |
| | | Efeito crônico | 2 |
| | | Efeito agudo | 3 |
| Substâncias Tóxicas | Cádmio total (mg.L ⁻¹) | < 0.001 | 1 |
| | | 0.001 a 0.005 | 2 |
| | | > 0.005 | 3 |
| | Cromo total (mg.L ⁻¹) | < 0.05 | 1 |
| | | 0.05 a 1 | 2 |
| | | > 1 | 3 |
| | Cobre dissolvido(mg.L ⁻¹) | < 0.009 | 1 |
| | | 0.009 a 0.05 | 2 |
| | | > 0.05 | 3 |
| | Chumbo total (mg.L ⁻¹) | < 0.01 | 1 |
| | | 0.01 a 0.08 | 2 |
| | | > 0.08 | 3 |
| | Mercúrio total (mg.L ⁻¹) | < 0.0002 | 1 |
| | | 0.0002 a 0.001 | 2 |
| | | > 0.001 | 3 |
| | Níquel total (mg.L ⁻¹) | < 0.025 | 1 |
| | | 0.025 a 0.160 | 2 |
| | | > 0,160 | 3 |
| Fenóis totais (mg.L ⁻¹) | < 0.003 | 1 | |
| | 0.003 a 0.05 | 2 | |
| | > 0.05 | 3 | |
| Surfactantes (mg.L ⁻¹) | < 0.5 | 1 | |
| | 0.5 a 1 | 2 | |
| | > 1 | 3 | |
| Zinco total (mg.L ⁻¹) | < 0.18 | 1 | |
| | 0.18 a 1 | 2 | |
| | > 1 | 3 | |

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

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

Onde:

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

4.5 Índice de Qualidade da Água

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

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

Tabela 4.5 - Parâmetros constantes do IQA

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Modelo produtivo para o cálculo do IQA:

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

Onde:

w_i = peso relativo do i ésimo parâmetro

q_i = qualidade relativa do i ésimo parâmetro

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

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

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

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

4.6 Resultados e Considerações

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4. 6. Resultados das análises físicas, químicas e ecotoxicológicas realizadas nas estações amostradas em janeiro /2015.

| Parâmetro | P1 | P2 | P3 | P4 |
|---|---------|---------|---------|---------|
| Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) | 57,8 | 56,4 | 69,4 | 163 |
| Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹) | 142 | 231 | 511 | 489 |
| DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹) | <2 | 2 | <2 | <2 |
| <i>E.coli</i> (NMP/100 ml) | 1989 | 464 | 6867 | 1076 |
| Fenóis (mg.L ⁻¹) | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 |
| Fósforo total (mg P.L ⁻¹) | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,15 |
| Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹) | 0,14 | <0,09 | <0,09 | <0,09 |
| Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹) | 0,2 | <0,1 | 0,5 | 0,6 |
| Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹) | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹) | 6,7 | 8,3 | 7,9 | 7,3 |
| pH | 6,5 | 6,7 | 7,8 | 6,9 |
| Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹) | 49 | 62 | 54 | 117 |
| Surfactantes (mg.L ⁻¹) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹) | <0,002 | 0,007 | 0,004 | 0,041 |
| Temperatura (°C) | 21,0 | 22,0 | 22,0 | 22,0 |
| Turbidez (NTU) | 18,1 | 18,1 | 47,4 | 51,3 |
| Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹) | <0,05 | 0,12 | 0,22 | 0,09 |
| Arsênio total (mg.L ⁻¹) | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Cádmio total (mg.L ⁻¹) | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Chumbo total (mg.L ⁻¹) | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Cobre dissolvido (mg.L ⁻¹) | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Cromo total (mg.L ⁻¹) | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Ferro dissolvido (mg.L ⁻¹) | 0,85 | 0,86 | 0,48 | 0,61 |
| Manganês total (mg.L ⁻¹) | 0,20 | 0,24 | 0,07 | 0,17 |
| Mercúrio total (mg.L ⁻¹) | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 |
| Níquel total (mg.L ⁻¹) | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Zinco total (mg.L ⁻¹) | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Toxicidade – algas | NE | NE | NE | NE |
| Toxicidade – microcrustáceos | NE | NE | NE | NE |
| Toxicidade - peixes | NE | NE | NE | NE |

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.7. Resultados das análises físicas, químicas e ecotoxicológicas realizadas nas estações amostradas em janeiro /2015.

| Parâmetro | P5 | P6 | P7 |
|---|---------|---------|---------|
| Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) | 137,9 | 771 | 124,4 |
| Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹) | 932 | 141 | 497 |
| DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹) | <2 | <2 | <2 |
| <i>E.coli</i> (NMP/100 ml) | 12997 | 379 | 2400 |
| Fenóis (mg.L ⁻¹) | <0,003 | <0,003 | <0,003 |
| Fósforo total (mg P.L ⁻¹) | 0,16 | 0,09 | 0,09 |
| Nitrato (mg NO ₃ -N.L ⁻¹) | <0,09 | 0,20 | <0,09 |
| Nitrogênio amoniacal(mgNH ₃ -N.L ⁻¹) | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹) | <10 | <10 | <10 |
| Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹) | 6,9 | 9,3 | 6,6 |
| pH | 6,8 | 3,5 | 6,1 |
| Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹) | 139 | 150 | 138 |
| Surfactantes (mg.L ⁻¹) | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Sulfeto (mgS ₂ .L ⁻¹) | 0,008 | 0,020 | 0,005 |
| Temperatura (°C) | 22,0 | 22,0 | 22,0 |
| Turbidez (NTU) | 94,0 | 23,3 | 51,9 |
| Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹) | 0,25 | 6,53 | 0,14 |
| Arsênio total (mg.L ⁻¹) | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Cádmio total (mg.L ⁻¹) | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Chumbo total (mg.L ⁻¹) | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Cobre dissolvido (mg.L ⁻¹) | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Cromo total (mg.L ⁻¹) | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Ferro dissolvido (mg.L ⁻¹) | 0,33 | 5,79 | 0,41 |
| Manganês total (mg.L ⁻¹) | 0,17 | 2,46 | 0,14 |
| Mercúrio total (mg.L ⁻¹) | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 |
| Níquel total (mg.L ⁻¹) | <0,01 | 0,11 | <0,01 |
| Zinco total (mg.L ⁻¹) | <0,05 | 0,16 | <0,05 |
| Toxicidade – algas | NE | TC | NE |
| Toxicidade – microcrustáceos | NE | TA | NE |
| Toxicidade - peixes | NE | TA | NE |

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Tabela 4.8 IPMCA e IQA calculados para as estações amostrais localizadas na área da Usina Termelétrica Candiota janeiro /2015.

| Estação amostral | IPMCA* | IQA* |
|------------------|-------------|------------------|
| P1 | 1 (boa) | 60,1 (boa) |
| P2 | 1 (boa) | 70,3 (boa) |
| P3 | 1 (boa) | 58,4 (boa) |
| P4 | 1 (boa) | 61,2 (boa) |
| P5 | 1 (boa) | 47,8 (aceitável) |
| P6 | 6 (péssima) | 44,2 (aceitável) |
| P7 | 1 (boa) | 52,1 (boa) |

* Fonte CETESB



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.9. Condição de Qualidade das estações amostrais conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, em janeiro/2015.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.10. Condição de Qualidade das estações amostrais conforme os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, em janeiro /2015.

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

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



5. SEDIMENTOS

5.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

Tabela 5.1 - Parâmetros para monitoramento dos Sedimentos

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

5.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 06 e 07 de janeiro de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto a parcialmente nublado e temperatura do ar variando no intervalo de 20,8 a 33,5 °C.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

5.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.2 – Métodos analíticos empregados nas amostras de sedimentos

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

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

5.4 Indicadores de Qualidade de Sedimentos

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

Onde:

C_f^i é o fator de contaminação;

C_{o-1}^i é o conteúdo médio da substância encontrado nos sedimentos estudados expresso em $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$;

C_n^i é a referência pré-industrial, ou seja as taxas consideradas naturais, ou ainda os níveis de base para a região sem contaminação.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

$Cd < 6$ baixo grau de contaminação

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

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

$Cd > 24$ muito alto grau de contaminação

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

A segunda concepção são modelos chamados de estatísticos (SQGs - Sediment Quality Guidelines) que estabelecem relações entre as concentrações de metais com as frequências de ocorrência de efeito adverso observados nos



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

organismos-testes, tanto *in situ* como em ambiente laboratorial. Esta experimentação gerou limites teóricos abaixo dos quais as populações de organismos estariam, em tese, protegidas.

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.7 – Taxas CETESB

| | TEL | | PEL | | |
|-----------|--------|--------------|-----------------|--------------|---------|
| Qualidade | Otima | Boa | Regular | Ruim | Pessima |
| As(µg/g) | <5,9 | 5,9...11,5 | >11,5...<17,1 | 17...25,5 | >25,5 |
| Cd(µg/g) | <0,6 | 0,6...2,1 | >2,1...<3,5 | 3,5...5,3 | >5,3 |
| Pb(µg/g) | <35,0 | 35,0...63,2 | >63,2...<91,9 | 91,3...137,0 | >137 |
| Cu(µg/g) | <35,7 | 35,7...116,4 | >116,4...<197,1 | 197...295 | >295,5 |
| Cr(µg/g) | <37,3 | 37,3...63,7 | >63,7...<90,9 | 90...135 | >135 |
| Hg(µg/g) | <0,170 | 0,170...0,32 | >0,32...<0,486 | 0,486...0,72 | >0,729 |
| Ni(µg/g) | <0,18 | 0,18...0,27 | >0,27...<0,36 | 0,36...0,54 | >0,54 |
| Zn(µg/g) | <123 | 123...219 | >219...<315 | 315...473 | >473 |

- Fator de Mobilidade dos Metais

As formas que interessam do ponto de vista ambiental são aquelas móveis e as biodisponíveis. Neste caso algumas formas naturais, por exemplo, os sulfetos, os carbonatos tendem, a mobilizar-se por ligeiras variações (trocas) das condições ambientais.

Alguns métodos de extração simples, de uma só etapa, determinam com bastante aproximação os conteúdos móveis, no entanto eles não distinguem conteúdos naturais dos de procedência antropogênica.

O uso do fator de mobilidade permite, com qualquer tipo de análise empregada, simples ou seqüencial seguindo a mesma relação Metal residual/ Metal total. Quando não houver contaminação os conteúdos de metais móveis



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

são muito baixos, e a relação do metal total e metal residual deve ser 1 ou muito próximo a 1.

O fator de mobilidade (FM) é a relação do conteúdo total último se calcula obtendo a diferença entre o conteúdo total e o conteúdo do elemento móvel de acordo com LEMES (1991) e LEMES e CEDENHO (1996)

$$FM = CT / CR$$

Onde:

FM é o fator de mobilidade;

CT é o conteúdo total do elemento estudado (ataque total);

CR é o conteúdo residual do metal estudado.

$$CR = CT - CM$$

Onde:

CR é o conteúdo residual;

CT é o conteúdo total (ataque total);

CM é o conteúdo móvel ou disponível (ataque parcial).

5.5 Resultados e Considerações

As campanhas amostrais até então direcionadas para a avaliação e monitoramento dos sedimentos foram organizadas dentro do escopo dos sedimentos através de uma ordenação alfabética A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, X, Y, Z, W, AA, AB e este documento descreve os resultados obtidos na **Campanha AC**.



5.5.1 Física dos Sedimentos

As áreas com baixos teores das frações silte e argila indicam serem dominadas por uma movimentação de correntes e conseqüente transporte de fundo uma vez que a fração areia esta relacionada com a formação de correntes que movimentam o material sedimentar, Tabela 5.8. A energia envolvida foi obtida com a razão entre a soma dos grosseiros (% grânulos + % areais) e a soma dos finos (% silte + % argila).

Tabela 5.8 - Distribuição dos diâmetros dos grãos que compõe a amostra total dos sedimentos amostrados, na Campanha amostral AB, janeiro/15.

| Tamanhos dos diâmetros | 1AC (%) | 2AC (%) | 3AC (%) | 4AC (%) | 5AC (%) | 6AC (%) | 7AC (%) |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Granulos (> 2,0 mm) | 41,9 | 27,3 | 1,7 | 2,6 | 0,1 | 0,4 | |
| Ar.Mto.Gross. (2,0 a 1,0 mm) | 19 | 36 | 7,7 | 9,7 | 0,1 | 1,3 | 1,3 |
| Ar. Gross (1,0 a 0,5 mm) | 23,1 | 25,6 | 46,6 | 28,8 | 0,2 | 6,1 | 17,5 |
| Ar.Med.(0,5 a 0,25 mm) | 10,5 | 8,7 | 34,5 | 44,1 | 3,2 | 23,7 | 20,5 |
| Ar. Fina (0,25 a 0,125 mm) | 3,3 | 1,7 | 5,4 | 12,9 | 5,7 | 20,8 | 11,9 |
| Ar. Mto Fina (0,125 a 0,062 mm) | 1,3 | 0,3 | 2,1 | 1,3 | 10,2 | 6 | 14,8 |
| Silte (0,062 a 0,00394 mm) | 1,1 | 0,3 | 1,9 | 0,6 | 77,2 | 15,5 | 14 |
| Argila (< 0,00394) | | | | | 3,2 | 26 | 20 |
| Energia Envolvida no Meio Sed. | 90,09 | 332,00 | 51,58 | 165,67 | 0,24 | 1,40 | 1,94 |

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

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

Nas estações 2, 4 e 1 estão as relações de maior de energia, e na estação 5 a relação de menor energia de transporte dos grãos, as demais estações estão posicionadas em ordens intermediárias.



5.5.2 Química dos Sedimentos

Concentração dos Metais

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

Os sedimentos podem atuar como portadores de possível fonte de contaminação, pois os metais não permanecem depositados e podem ser liberados para a coluna de água por trocas das condições ambientais tais como o pH, o potencial redox, oxigênio dissolvido etc.

A técnica analítica de digestão parcial é um ataque fraco à amostra para extrair somente a fração do metal de origem antropogênica (em tese), potencialmente aproveitável ou exposto às condições ambientais como a temperatura, pH, potencial Redox, co-precipitação, adsorção, foram levados a cabo principalmente pelos óxidos e hidróxidos de Manganês, Ferro, substâncias húmicas, minerais argilosos etc., nos quais estão disponíveis.

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

Nas Tabelas 5.9 e 5.10, apresentam-se respectivamente as concentrações resultantes do ataque forte e de ataque fraco as amostras de sedimentos de corrente do Arroio Candiota produzidas em Janeiro de 2015 (Campanha amostral "AC").



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.9 – Concentrações, metal **total** (forte), encontradas nos sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota na campanha amostral AC, de Janeiro de 2015.

| Met.Tot./Esta. | 1AC | 2AC | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Al tot.(%) | 1,41 | 1,04 | 1,14 | 1,4 | 2,9 | 0,79 | 1,63 |
| As tot.(ppm) | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Cd tot.(ppm) | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| Pb tot.(ppm) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Cu tot.(ppm) | 8 | 8 | 8 | 8 | 13 | 8 | 8 |
| Cr tot.(ppm) | 14,1 | 9,3 | 8 | 9,1 | 26,9 | 8 | 8 |
| Fe tot.(%) | 1,95 | 0,58 | 0,78 | 1,94 | 2,2 | 0,4 | 0,55 |
| Mn tot.(ppm) | 56,6 | 114 | 227 | 436 | 838 | 208 | 280 |
| Hg tot.(ppm) | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Ni tot.(ppm) | 16,4 | 15,2 | 13,2 | 19 | 21,3 | 15,8 | 16,4 |
| Zn tot.(ppm) | 21,8 | 13,3 | 15,9 | 40,5 | 71,1 | 9,1 | 13,9 |

Tabela 5.10 – Concentrações, metal **disponível** (fraco), encontradas nos sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota na campanha amostral AC, de Janeiro de 2015.

| Met.Disp./Esta. | 1AC | 2AC | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Al disp.(%) | 0,65 | 0,28 | 0,91 | 0,67 | 2,06 | 0,51 | 0,54 |
| As disp.(ppm) | 4,7 | 2,5 | 2,5 | 4,3 | 4,9 | 2,5 | 2,5 |
| Cd disp.(ppm) | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Pb disp.(ppm) | 7,5 | 2,5 | 6 | 7 | 12,9 | 2,6 | 3,9 |
| Cu disp.(ppm) | 4,9 | 2,5 | 2,5 | 3 | 11,3 | 2,5 | 2,5 |
| Cr disp.(ppm) | 9,6 | 7,3 | 5,4 | 8,6 | 17,2 | 2,5 | 3,5 |
| Fe disp.(%) | 1,8 | 0,58 | 0,76 | 1,6 | 1,9 | 0,39 | 0,51 |
| Mn disp.(ppm) | 38,8 | 87,2 | 155 | 395 | 628 | 73 | 221 |
| Hg disp.(ppm) | 0,36 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,41 | 0,15 | 0,15 |
| Ni disp.(ppm) | 4,1 | 2,7 | 2,6 | 5,8 | 11,6 | 2,5 | 2,5 |
| Zn disp.(ppm) | 20,5 | 10,6 | 16,3 | 40,2 | 64,1 | 7,7 | 12,2 |

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

taxa encontrada no sedimento

taxa a ser comparada

Toda a vez que o numerador (A) se aproximar do valor do denominador (B), o resultado da razão tenderá a 1. Toda a vez que o numerador for maior que o denominador este valor será maior que 1. Como critério utilizado neste relato técnico, a cor **verde** será indicativo que o valor esta abaixo de 0,50 e, portanto, a condição mostra que o valor de referencia é muito maior que a taxa medida no sedimento. Já cor **laranja** é indicativo que o valor esta igual ou maior que 0,50, e a cor **vermelha** indica que o valor obtido é igual ou maior que 1, indicando que a taxa encontrada nos sedimentos de calha do Arroio Candiota é maior que a taxa de referencia, independente da concepção utilizada. As células cobertas com **cinza** indicam que não existe valor de referencia para aquele metal naquela concepção utilizada. Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas que ocorrem no fundo do estuário do Rio Puget Sound, em Washington DC, isto porque a PSWQA foi uma das primeiras entidades a assumir padrões de referencias para os sedimentos.

Os resultados a partir da utilização destas concepções, sobre os sedimentos coletados na campanha de Janeiro de 2015, indexado ao programa de monitoramento com as letras AC foram:



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas que ocorrem no fundo do estuário do Rio Puget Sound, em Washington DC, isto porque a PSWQA foi uma das primeiras entidades a assumir padrões de referências para os sedimentos. Na Tabela 5.11 apresenta-se o resultado da razão calculada para cada metal e para cada estação amostral, obtida nesta campanha amostral AB. A taxa de metais comparados com as taxas da Tolerância Crítica foram todas usadas em ppm, e na tabela expressa-se o resultado da razão matemática entre a taxa encontrada para o determinado metal em determinada estação, e a taxa denominada de crítica.

Tabela 5.11 - Índice de Tolerância Potencial Crítica (ITc em ppm), para cada um dos metais para cada uma das estações. Campanha amostral AC (Janeiro de 2015).

| Ind.Tol.Critica | Tol.Critica(ppm) | 1AC | 2AC | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
|-----------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ITcAl | | | | | | | | |
| ITcAs | 57 (ppm) | 0,140 | 0,140 | 0,140 | 0,140 | 0,140 | 0,140 | 0,140 |
| ITcCd | 5,1 (ppm) | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 |
| ITcPb | 450 (ppm) | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| ITcCu | 390 (ppm) | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,034 | 0,021 | 0,021 |
| ITcCr | 260 (ppm) | 0,054 | 0,036 | 0,031 | 0,035 | 0,103 | 0,031 | 0,031 |
| ITcFe | | | | | | | | |
| ITcMn | | | | | | | | |
| ITcHg | 0,41 (ppm) | 0,366 | 0,366 | 0,366 | 0,366 | 0,366 | 0,366 | 0,366 |
| ITcNi | | | | | | | | |
| ITcZn | 410 (ppm) | 0,053 | 0,032 | 0,039 | 0,099 | 0,173 | 0,022 | 0,034 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

b) Valores Guias da Qualidade - TEC (Concentração Limiar de Efeito) e PEC (Concentração de Provável Efeito).

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

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

Tabela 5.12 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração limiar de efeito (**TEC**), concepção TEC-PEC, Campanha amostral AC Janeiro/2015.

| Índice TEC | TEC | 1AC | 2Ac | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
|-----------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| InTEC Al | | | | | | | | |
| InTEC As | 9,8 (ppm) | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 |
| InTEC Cd | 0,99 (ppm) | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| InTEC Pb | 36 (ppm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| InTEC Cu | 32 (ppm) | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,42 | 0,25 | 0,25 |
| InTEC Cr | 43,4 (ppm) | 0,32 | 0,21 | 0,18 | 0,21 | 0,62 | 0,18 | 0,18 |
| InTEC Fe | 2 (%) | 0,98 | 0,29 | 0,39 | 0,97 | 1,10 | 0,20 | 0,28 |
| InTEC Mn | 460 (ppm) | 0,12 | 0,25 | 0,49 | 0,95 | 1,82 | 0,45 | 0,61 |
| InTEC Hg | 0,18 (ppm) | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| InTEC Ni | 23 (ppm) | 0,71 | 0,66 | 0,57 | 0,83 | 0,93 | 0,69 | 0,71 |
| InTEC Zn | 120 (ppm) | 0,18 | 0,11 | 0,13 | 0,34 | 0,59 | 0,08 | 0,12 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.13 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) e a concentração de provável efeito (**PEC**), concepção TEC-PEC, Campanha amostral AC janeiro/2015.

| Índice PEC | PEC | 1AC | 2Ac | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
|-----------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| InPEC Al | | | | | | | | |
| InPEC As | 33 (ppm) | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 |
| InPEC Cd | 5 (ppm) | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| InPEC Pb | 130 (ppm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| InPEC Cu | 150 (ppm) | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,09 | 0,05 | 0,05 |
| InPEC Cr | 110 (ppm) | 0,13 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,24 | 0,07 | 0,07 |
| InPEC Fe | 4 (%) | 0,49 | 0,14 | 0,20 | 0,49 | 0,55 | 0,10 | 0,14 |
| InPEC Mn | 1100 (ppm) | 0,05 | 0,10 | 0,21 | 0,40 | 0,76 | 0,19 | 0,25 |
| InPEC Hg | 1,1 (ppm) | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 |
| InPEC Ni | 49(ppm) | 0,33 | 0,31 | 0,27 | 0,39 | 0,43 | 0,32 | 0,33 |
| InPEC Zn | 460 (ppm) | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | 0,15 | 0,02 | 0,03 |

c) Valores Guias da Qualidade: LEL (Nível de Efeito Baixo) e SEL (Nível de Efeito Severo).

Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas taxas estabelecidas na concepção LEL-SEL. A razão matemática entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos de correntes no Arroio Candiota foram comparadas com os valores de referência, SQG, na concepção LEL-SEL. Os resultados estão nas Tabelas 5.14 e 5.15 na forma de índices.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.14 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração nível de efeito baixo(LEL), concepção LEL-SEL, Campanha amostral AC janeiro/2015.

| Índice LEL | LEL | 1AC | 2Ac | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| InLEL Al | | | | | | | | |
| InLEL As | 6 (ppm) | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 1,33 |
| InLEL Cd | 0,6(ppm) | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 |
| InLEL Pb | 31(ppm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| InLEL Cu | 16(ppm) | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,83 | 0,50 | 0,50 |
| InLEL Cr | 26(ppm) | 0,54 | 0,36 | 0,31 | 0,35 | 1,03 | 0,31 | 0,31 |
| InLEL Fe | 2(%) | 0,98 | 0,29 | 0,39 | 0,97 | 1,10 | 0,20 | 0,28 |
| InLEL Mn | 460(ppm) | 0,12 | 0,25 | 0,49 | 0,95 | 1,82 | 0,45 | 0,61 |
| InLEL Hg | 0,2(ppm) | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| InLEL Ni | 16(ppm) | 1,03 | 0,95 | 0,83 | 1,19 | 1,33 | 0,99 | 1,03 |
| InLEL Zn | 120(ppm) | 0,18 | 0,11 | 0,13 | 0,34 | 0,59 | 0,08 | 0,12 |

Tabela 5.15 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração nível de efeito severo (SEL), concepção LEL-SEL, Campanha amostral AC janeiro/2015.

| Índice SEL | SEL | 1AC | 2Ac | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
|-----------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| InSEL Al | | | | | | | | |
| InSEL As | 33 (ppm) | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 |
| InSEL Cd | 10 (ppm) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| InSEL Pb | 250 (ppm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| InSEL Cu | 110 (ppm) | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,12 | 0,07 | 0,07 |
| InSEL Cr | 110 (ppm) | 0,13 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,24 | 0,07 | 0,07 |
| InSEL Fe | 4 (%) | 0,49 | 0,14 | 0,20 | 0,49 | 0,55 | 0,10 | 0,14 |
| InSEL Mn | 1100 (ppm) | 0,05 | 0,10 | 0,21 | 0,40 | 0,76 | 0,19 | 0,25 |
| InSEL Hg | 2 (ppm) | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| InSEL Ni | 75 (ppm) | 0,22 | 0,20 | 0,18 | 0,25 | 0,28 | 0,21 | 0,22 |
| InSEL Zn | 820 (ppm) | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,09 | 0,01 | 0,02 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

d) Valores Guias da Qualidade: ERL (Intervalo de efeito Baixo) e ERM (Intervalo de Efeito Médio).

Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas taxas estabelecidas na concepção ERL-ERM. A razão matemática entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos de correntes no Arroio Candiota foram comparadas com os valores de referência, SQG, na concepção ERL-ERM. A concepção ERL-ERM utiliza a Resolução 344 CONAMA de material dragado. Os resultados estão nas Tabelas 5.16 e 5.17, na forma de índices.

Tabela 5.16 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio Candiota e os referenciais (SQG) concentração Intervalo de efeito baixo (ERL), concepção ERL-ERM, Campanha amostral AC janeiro/2015.

| Índice ERL | ERL | 1AC | 2Ac | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
|-----------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| InERL Al | | | | | | | | |
| InERL As | 8,2 (ppm) | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| InERL Cd | 1,2 (ppm) | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| InERL Pb | 46,7 (ppm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| InERL Cu | 34 (ppm) | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,39 | 0,24 | 0,24 |
| InERL Cr | 81 (ppm) | 0,17 | 0,11 | 0,10 | 0,11 | 0,33 | 0,10 | 0,10 |
| InERL Fe | | | | | | | | |
| InERL Mn | | | | | | | | |
| InERL Hg | 0,15 (ppm) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| InERL Ni | 20,9 (ppm) | 0,78 | 0,73 | 0,63 | 0,91 | 1,02 | 0,76 | 0,78 |
| InERL Zn | 150 (ppm) | 0,15 | 0,09 | 0,11 | 0,27 | 0,47 | 0,06 | 0,09 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.17 – Razão entre as conc. (metal total) dos sedimentos de corrente do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) concentração Intervalo de efeito médio (ERM), concepção ERL-ERM, Campanha amostral AC janeiro/2015.

| Índice ERM | ERM | 1AC | 2Ac | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
|-----------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| InERM Al | | | | | | | | |
| InERM As | 70 (ppm) | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 |
| InERM Cd | 9,6 (ppm) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| InERM Pb | 218 (ppm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| InERM Cu | 270 (ppm) | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| InERM Cr | 370 (ppm) | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,07 | 0,02 | 0,02 |
| InERM Fe | | | | | | | | |
| InERM Mn | | | | | | | | |
| InERM Hg | 0,71 (ppm) | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 |
| InERM Ni | 51,6 (ppm) | 0,32 | 0,29 | 0,26 | 0,37 | 0,41 | 0,31 | 0,32 |
| InERM Zn | 410 (ppm) | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,10 | 0,17 | 0,02 | 0,03 |

e) RESOLUÇÃO 454-CONAMA-Novembro 2012 - AS TAXAS CETESB

Para os sedimentos deste estudo utilizaram-se os valores guias utilizados pela concepção usada pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo-CETESB que agora está encampada pela Resolução 454 do CONAMA.

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

A Tabela 5.18 apresenta o resultado da classificação nominal para os locais amostrados com base nos resultados das concentrações dos metais nos sedimentos.



Figura 5.1 – Resumo dos elementos que compõem os critérios de avaliação da Qualidade dos sedimentos da CETESB, utilizando as análises químicas, a toxicidade e a comunidade bentônica. Modificado de CETESB (2007).

Tabela 5.18 - Aplicação da concepção utilizada pela CETESB na avaliação da qualidade dos sedimentos para o Estado de São Paulo, nos sedimentos de corrente do Arroio Candiota, Campanha "AC", Janeiro de 2015. Índice TEL e Índice PEL.

| Met/Classes | TEL | | | PEL | |
|-------------|--------|----------------|-------------------|---------------|---------|
| | Ótima | Boa | Regular | Ruim | Péssima |
| As (µg/g) | <5,9 | ≥5,9 a 11,5 | > 11,5 a < 17,0 | 17,0 a 25,5 | >25,5 |
| Cd(µg/g) | <0,6 | ≥0,6 a 2,1 | > 2,1 a < 3,5 | 3,5 a 5,3 | > 5,3 |
| Pb(µg/g) | <35,0 | ≥35,0 a 63,2 | > 63,2 a < 91,3 | 91,3 a 137,0 | >137,0 |
| Cu(µg/g) | <35,7 | ≥35,7 a 116,4 | > 116,4 a < 197,0 | 197,0 a 295,5 | >295,5 |
| Cr(µg/g) | <37,3 | ≥37,3 a 63,7 | > 63,7 a < 90,0 | 90,0 a 135,0 | >135,0 |
| Hg(µg/g) | <0,170 | ≥0,170 a 0,328 | > 0,328 a < 0,486 | 0,486 a 0,729 | >0,729 |
| Ni(µg/g) | <18 | ≥18 a 27 | > 27,0 a < 36,0 | 36,0 a 54,0 | >54,0 |
| Zn(µg/g) | <123 | ≥123 a 219 | > 219,0 a < 315,0 | 315,0 a 473,0 | >473,0 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A Tabela 5.19 apresenta o resultado da classificação nominal para os locais amostrados com base nos resultados das concentrações dos metais nos sedimentos para a coleta de janeiro de 2015.

Tabela 5.19 – Classes nominais com base nos valores guias da qualidade dos sedimentos usados pela CETESB, São Paulo, Campanha amostral AC janeiro/2015. **Índice TEL e PEL**

| MetTot/Esta. | 1AC | 2AC | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Al tot.(%) | 1,41 | 1,04 | 1,14 | 1,4 | 2,9 | 0,79 | 1,63 |
| As tot.(ppm) | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Cd tot.(ppm) | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| Pb tot.(ppm) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Cu tot.(ppm) | 8 | 8 | 8 | 8 | 13 | 8 | 8 |
| Cr tot.(ppm) | 14,1 | 9,3 | 8 | 9,1 | 26,9 | 8 | 8 |
| Fe tot.(%) | 1,95 | 0,58 | 0,78 | 1,94 | 2,2 | 0,4 | 0,55 |
| Mn tot.(ppm) | 56,6 | 114 | 227 | 436 | 838 | 208 | 280 |
| Hg tot.(ppm) | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Ni tot.(ppm) | 16,4 | 15,2 | 13,2 | 19 | 21,3 | 15,8 | 16,4 |
| Zn tot.(ppm) | 21,8 | 13,3 | 15,9 | 40,5 | 71,1 | 9,1 | 13,9 |

OBS: As cores respondem a escala de classes apresentadas na Tabela 5.18. A cor Cinza significa que não existe classificação de referência no método.

f) Fator de Contaminação ou Fator de Enriquecimento

O fator de contaminação ou grau de enriquecimento foi expresso em relação à concentração de elementos químicos, a sua concentração de nível de base ("background") dos sedimentos estudados. O nível de base apresentados são vários aqueles apresentados por BOWEN (1979), TURENKIAN E WADEPOHL (1961).

Nas Tabelas 5.20 e 5.21 estão às razões, os índices calculados para três referencias utilizados normalmente pela geologia ortodoxa, as taxas medias encontradas na Crosta Terrestre, nos sedimentos e a "unidade Clarke", este



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ultimo é um valor atribuído para a prospecção geoquímica para medir concentrações que possam indicar uma ocorrência econômica importante de substância, elementos ou bens minerais. Estas três taxas obtidas para o planeta são utilizadas como nível de base para efeito de comparação. Estas taxas foram obtidas em estudos considerados linhas guias na geologia, TUREKIAN e WEDEPOHL, K.H. (1961), BOWEN(1979) e FORSTECUE (1985).

As classes nominais dos fatores de contaminação, referenciadas aos valores numéricos, para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota, acompanham cada uma das tabelas das razões para que os gestores possam efetuar uma comparação.

Tabela 5.20- Fatores de contaminação, nominais, ou de enriquecimento dos sedimentos considerando como nível de base os valores encontrados para a crosta terrestre, Arroio Candiota, Campanha amostral AC janeiro /2015.

| Elementos | Background | Estações Amostrais | | | | | | |
|-----------|------------|--------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| Qímicos | Crosta | 1AC | 2AC | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
| Alcrosta | 8,2 (%) | 0,17 | 0,13 | 0,14 | 0,17 | 0,35 | 0,10 | 0,20 |
| Ascrosta | 1,5 (ppm) | 5,33 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Cdcrosta | 0,11 (ppm) | 0,73 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Pbcrosta | 14 (ppm) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Cucrosta | 50 (ppm) | 0,16 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 1,59 | 0,98 | 0,98 |
| Crcrosta | 100 (ppm) | 0,14 | 1,13 | 0,98 | 1,11 | 3,28 | 0,98 | 0,98 |
| Fecrosta | 4,1 (%) | 0,48 | 0,07 | 0,10 | 0,24 | 0,27 | 0,05 | 0,07 |
| Mncrosta | 950 (ppm) | 0,06 | 13,90 | 27,68 | 53,17 | 102,20 | 25,37 | 34,15 |
| Hgcrosta | 0,05 (ppm) | 3,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Nicrosta | 80 (ppm) | 0,21 | 1,85 | 1,61 | 2,32 | 2,60 | 1,93 | 2,00 |
| Zncrosta | 75 (ppm) | 0,29 | 1,62 | 1,94 | 4,94 | 8,67 | 1,11 | 1,70 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.21- Fatores de contaminação, nominais, ou de enriquecimento dos sedimentos considerando como nível de base os valores encontrados para os sedimentos, Arroio Candiota, Campanha amostral AC janeiro/2015.

| Elementos Químicos | Background Sedimentos | Estações Amostrais | | | | | | |
|--------------------|-----------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1AC | 2AC | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
| InSed Al | 7,2 (%) | 0,20 | 0,14 | 0,16 | 0,19 | 0,40 | 0,11 | 0,23 |
| InSed As | 7,7 (ppm) | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 |
| InSed Cd | 0,17 (ppm) | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 |
| InSed Pb | 19 (ppm) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| InSed Cu | 33 (ppm) | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,39 | 0,24 | 0,24 |
| InSed Cr | 72 (ppm) | 0,20 | 0,13 | 0,11 | 0,13 | 0,37 | 0,11 | 0,11 |
| InSed Fe | 4,1 (%) | 0,48 | 0,14 | 0,19 | 0,47 | 0,54 | 0,10 | 0,13 |
| InSed Mn | 770 (ppm) | 0,07 | 0,15 | 0,29 | 0,57 | 1,09 | 0,27 | 0,36 |
| InSed Hg | 0,19 (ppm) | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 |
| InSed Ni | 52 (ppm) | 0,32 | 0,29 | 0,25 | 0,37 | 0,41 | 0,30 | 0,32 |
| InSed Zn | 95 (ppm) | 0,23 | 0,14 | 0,17 | 0,43 | 0,75 | 0,10 | 0,15 |

Tanto em condições superficiais ou em ambiente profundo da crosta, a distribuição das espécies químicas está condicionada aos processos geoquímicos de migração, dispersão e redistribuição dos elementos. Assim, dados de abundância média foram elaborados, inicialmente propostos por Fersman (1883-1945), definindo a unidade Clarke de concentração. Fortescue em 1985 apresentou o Índice-1 Clarke, baseado nos dados de abundância crustal de RONOVA e YAROSHEVSKY (1972) e BOWEN (1979). Na Tabela 5.22 apresentam-se os valores encontrados para os sedimentos do Arroio Candiota comparando-os com o **fator Clarke** para cada um deles.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.22- Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota, Campanha amostral AC janeiro/2015, considerando como nível de base os valores determinados como o fator CLARKE, expressos em valores numéricos da razão sem unidade.

| Elementos Químicos | Prospecção Clarke | Estações Amostrais | | | | | | |
|--------------------|-------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1AC | 2AC | 3AC | 4AC | 5AC | 6AC | 7AC |
| InClarAl | 8,36 (%) | 0,17 | 0,12 | 0,14 | 0,17 | 0,35 | 0,09 | 0,19 |
| InClarAs | 1,8 (ppm) | 4,44 | 4,44 | 4,44 | 4,44 | 4,44 | 4,44 | 4,44 |
| InClarCd | 0,16 (ppm) | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| InClarPb | 13 (ppm) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| InClarCu | 68 (ppm) | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,19 | 0,12 | 0,12 |
| InClarCr | 122 (ppm) | 0,12 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,22 | 0,07 | 0,07 |
| InClarFe | 6,2 (%) | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 |
| InClarMn | 1060 (ppm) | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| InClarHg | 0,08 (ppm) | 1,88 | 1,88 | 1,88 | 1,88 | 1,88 | 1,88 | 1,88 |
| InClarNi | 99 (ppm) | 6,04 | 6,04 | 6,04 | 6,04 | 6,04 | 6,04 | 6,04 |
| InClarZn | 76 (ppm) | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 |

| Contaminação | | |
|--------------|--------------|-----------------|
| <1,0 | Baixo | Amarelo |
| 1 e 3 | Moderado | Laranja |
| 3 e 6 | Considerável | Vermelho |
| >6 | Muito alto | Vermelho escuro |

g) Toxicidade dos Sedimentos

Na Figura 5.2 apresentam-se as relações entre transporte, deposição e textura dos sedimentos com a biodisponibilidade e a possibilidade da presença dos efeitos tóxicos.

As interrelações entre as variáveis, variáveis contra variáveis, em métodos de Matriz de Impactos cruzados e Multiplicação aplicada à classificação estão sendo aplicadas ao banco de dados geral, isto é das campanhas E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, X, Y, Z, W, AA, AB e AC visando saber quais são as principais variáveis e como elas se relacionam entre si e com o ambiente externo ao dos recursos hídricos.

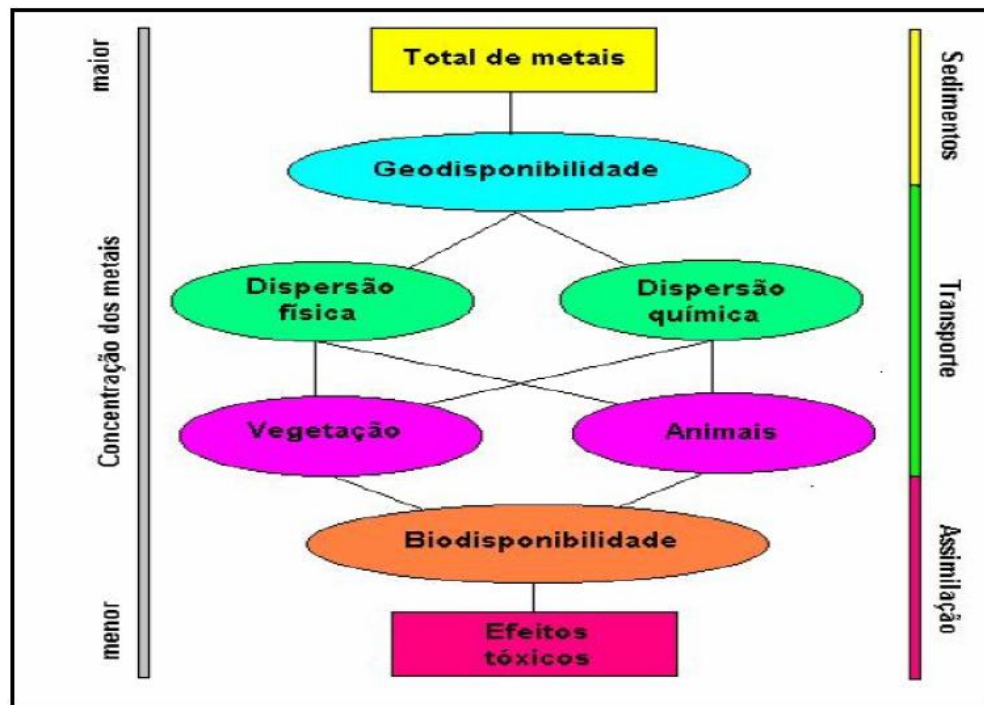


Figura 5.2 - Relações entre geodisponibilidade, biodisponibilidade e efeitos tóxicos modificado de Cortecci (2000).

As condições dos sedimentos de fundo de calha fluvial do Arroio Candiota foram avaliadas, nas estações monitoradas através de testes de toxicidade aguda com *Hyalella azteca*, desta forma estabelecendo uma correspondência biótica para correlacionar com os dados químicos e físicos obtidos, bem como com as condições das comunidades bentônicas, compondo a três linhas de evidências que serão utilizadas na tríade da qualidade dos sedimentos de fundo fluvial do Arroio Candiota. Na Tabela 5.23 estão os resultados dos testes de ecotoxicologia para as estações amostrais deste estudo.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.23- Toxicidade para os sedimentos da calha fluvial do Arroio Candiota, Campanha amostral AC janeiro/2015.

| Amostras | Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> | OBS | Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> |
|-------------|--|----------------------|--|
| | Sobrevivência | | Crescimento |
| Estação 1AC | Detectada | 90% de mortalidade | - |
| Estação 2AC | Não detectada | 5 % demortalidade | Não detectada |
| Estação 3AC | Não detectada | 7,5 % demortalidade | Não detectada |
| Estação 4AC | Não detectada | 2,5 % de mortalidade | Não detectada |
| Estação 5AC | Detectada | 72,5 de mortalidade | - |
| Estação 6AC | Detectada | 100 % de mortalidade | - |
| Estação 7AC | Não detectada | 7,5% demortalidade | Não detectada |

5.5.3 Considerações Finais

Foi executada uma análise utilizando o método RTR, onde escolheu-se a Estação 1 como a estação de referência (local de referencia), mesmo considerando que ela apresentou toxicidade, em alguns momentos desta vigilância, com isto visa-se estabelecer uma diferenciação entre as estações com base apenas nas taxas encontradas (metal total). Ainda que preliminar, a relação entre as estações amostradas nesta campanha de Janeiro de 2015, Campanha "AC", resultados obtidos estão na Tabela 5.24, onde chama-se a atenção para os valores **agregados de razão de referência**, ART, que dividido pelo número de variáveis (11 metais) apresentaram para a estação referência o valor 1,00 e considerando os outros valores obtidos entre as estações os valores anotados na parte inferior, representando o número de vezes que a estação em questão se diferencia da estação tomada como referência, neste caso a estação 1, ou o local amostral 1.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.24 - Aplicação do método "Ratio To Reference" (RTR), para os metais medidos nos sedimentos, amostra total e metal total, tendo a **estação 1** como referência para calcular as razões e as diferenças entre estações da mesma campanha "AC", janeiro de 2015.

| Metais Totais | 1AC | REF | 2AC | RTR2AC | 3AC | RTR3AC | 4AC | RTR4AC | 5AC | RTR5AC | 6AC | RTR6AC | 7AC | RTR7AC |
|----------------------------|------|-------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|
| Altot(%) | 1,41 | 1,00 | 1,04 | 0,74 | 1,14 | 0,81 | 1,4 | 0,99 | 2,9 | 2,06 | 0,79 | 0,56 | 1,63 | 1,16 |
| Astot(ppm) | 8 | 1,00 | 8 | 1,00 | 8 | 1,00 | 8 | 1,00 | 8 | 1,00 | 8 | 1,00 | 8 | 1,00 |
| Cdtot(ppm) | 0,08 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | 0,08 | 1,00 |
| Pbtot(ppm) | 0,1 | 1,00 | 0,1 | 1,00 | 0,1 | 1,00 | 0,1 | 1,00 | 0,1 | 1,00 | 0,1 | 1,00 | 0,1 | 1,00 |
| Cutot(ppm) | 8 | 1,00 | 8 | 1,00 | 8 | 1,00 | 8 | 1,00 | 13 | 1,63 | 8 | 1,00 | 8 | 1,00 |
| Crtot(ppm) | 14,1 | 1,00 | 9,3 | 0,66 | 8 | 0,57 | 9,1 | 0,65 | 26,9 | 1,91 | 8 | 0,57 | 8 | 0,57 |
| Fetot(%) | 1,95 | 1,00 | 0,58 | 0,30 | 0,78 | 0,40 | 1,94 | 0,99 | 2,2 | 1,13 | 0,4 | 0,21 | 0,55 | 0,28 |
| Mntot(ppm) | 56,6 | 1,00 | 114 | 2,01 | 227 | 4,01 | 436 | 7,70 | 838 | 14,81 | 208 | 3,67 | 280 | 4,95 |
| Hgtot (ppm) | 0,15 | 1,00 | 0,15 | 1,00 | 0,15 | 1,00 | 0,15 | 1,00 | 0,15 | 1,00 | 0,15 | 1,00 | 0,15 | 1,00 |
| Nitot (ppm) | 16,4 | 1,00 | 15,2 | 0,93 | 13,2 | 0,80 | 19 | 1,16 | 21,3 | 1,30 | 15,8 | 0,96 | 16,4 | 1,00 |
| Zntot (ppm) | 21,8 | 1,00 | 13,3 | 0,61 | 15,9 | 0,73 | 40,5 | 1,86 | 71,1 | 3,26 | 9,1 | 0,42 | 13,9 | 0,64 |
| Agregado da Relção de Ref. | Σ | 11,00 | Σ | 10,25 | Σ | 12,32 | Σ | 18,35 | Σ | 30,08 | Σ | 11,39 | Σ | 13,59 |
| | ART | 1,00 | ART | 0,93 | ART | 1,12 | ART | 1,67 | ART | 2,73 | ART | 1,04 | ART | 1,24 |

Considerando os metais estudados o resultado é a seguinte ordem crescente, de diferenciação entre as estações amostrais nesta campanha, tendo a estação 1 como referência:

$$2AC < 6AC > 3AC > 7AC > 4AC > 5AC$$

Considerando a estação 1 como a estação de referência para este estudo obtém-se com esta técnica uma ordenação. Isto é:

- Estação 2AC apresentou-se 0,93 vezes diferente da estação 1;
- Estação 6AB apresentou-se 1,04 vezes diferente da estação 1;
- Estação 3AC apresentou-se 1,12 vezes diferente da estação 1;
- Estação 7AC apresentou-se 1,24 vezes diferente da estação 1;
- Estação 4AC apresentou-se 1,67 vezes diferente da estação 1.
- Estação 5AC apresentou-se 2,73 vezes diferente da estação 1.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O que continua chamando a atenção é o “agregado de relação de referência” da estação 5 (tendo como referência a estação 1), isto é 2,73 vezes diferente da estação de referência. Isto pode estar apontando uma condição de bacia de sedimentação para os químicos para este local. Nas 3 campanhas anteriores, a estação 5 apresentou também o Agregado de relação de referência maior. Além disso chama a atenção a proximidade das estações 1 e 6. Já que a estação 1 está numa situação que em tese não sofreria influencia dos insumos para a termelétrica, enquanto a estação 6 está associada a efluentes mineiros.

A vigilância do estado da qualidade dos sedimentos e as condições destas associações nos ambientes sedimentares da calha fluvial do Arroio Candiota frente as pressões sofridas pela Bacia Hidrográfica, vem sendo observada e interpretada quer seja no estabelecimento de intervalos de variações, quer em comparações destes valores com aqueles estabelecidos pela ciência como referencias sendo na abordagem de “background” ou na abordagem de “benchmark” e pela legislação brasileira representadas pelas resolução 344-CONAMA e mais recentemente pela resolução CONAMA 454.

Salienta-se que este método usado de RTR pode ser escolhida outra estação, ou condição hipotética de estado ambiental e executar esta comparação. Teremos como respostas o número de vezes que as estações monitoradas são diferentes a estação ou condição escolhida como referência. Nesta fase, é importante reconhecer que as questões da quantidade de sedimentos, como parte de gestão de sedimento tendem a aplicar aos requisitos específicos para a sociedade.

O compartimento ambiental monitorado, **sedimentos**, tem como responsável técnico o Dr. Nelson Augusto Flores Machado.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

6. Bioindicadores Ambientais: FITOPLÂNCTON e PERIFITON

6.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

6.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 06 e 07 de janeiro de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto a parcialmente nublado e temperatura do ar variando no intervalo de 20,8 a 33,5 °C.

Nesta coleta, observou-se um aumento no fluxo e na velocidade da água nos pontos amostrados. Em muitas amostras, foi possível verificar a presença de sedimentos, provavelmente resultantes da lixiviação das áreas adjacentes aos locais estudados, provocada pelas fortes chuvas no período.

6.2.1 Fitoplâncton

Para as análises quantitativas de superfície, as coletas foram realizadas submergindo o frasco de coleta a aproximadamente 15cm da superfície da água. Para as análises qualitativas, utilizou-se um recipiente de 20L, submerso a aproximadamente 15 cm da superfície da água, sendo seu volume filtrado em rede de náilon com porosidade de 30 μm . As amostras foram acondicionadas em recipiente de polietileno de 250 mL e conservadas em formol a 4%.

6.2.2 Perifíton

Seguindo-se a metodologia de Round (1993) e Kelly *et al.* (1998), foram coletados, em cada estação amostral, cinco seixos, dos quais foram raspados 25 cm^2 de material de cada seixo, formando uma amostra composta de 125 cm^2 . O material foi coletado de seixos submersos e orientados para a velocidade da corrente.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A remoção do perifíton deu-se com o auxílio de uma escova de cerdas flexíveis, sendo o mesmo acondicionado em frascos com água destilada e fixado com formalina (Round, 1993; Lobo *et al.*, 1995; Kelly *et al.*, 1998).

6.3 Métodos Analíticos

6.3.1 Fitoplâncton

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

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

6.3.2 Perifíton

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

Estimou-se o número de indivíduos por cm^2 utilizando a fórmula de Wetzel & Likens (1991) modificada por Schwarzbald (1992), conforme segue:



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

onde:

N = número de indivíduos por cm²

n = número total de indivíduos contados

V = volume da amostra com material raspado

v = volume dos campos contados

S = superfície do substrato em cm²

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

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



6.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

6.4.1 Fitoplâncton

A análise quantitativa do fitoplâncton registrou 56 táxons, identificados na sua maioria ao nível específico e infra-específico e, quando não possível, em categorias mais altas. A comunidade fitoplanctônica esteve representada por sete classes algais: Cyanophyceae, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Zignematophyceae. Neste estudo ocorreu predominância das Bacillariophyceae (diatomáceas), com 53% das espécies identificadas, seguidas das Euglenophyceae (euglenofíceas) com 14%, Chlorophyceae (clorofíceas) com 12%, Zignematophyceae (zignematofíceas) com 11% e as demais classes totalizando 10% (Figura 6.1).

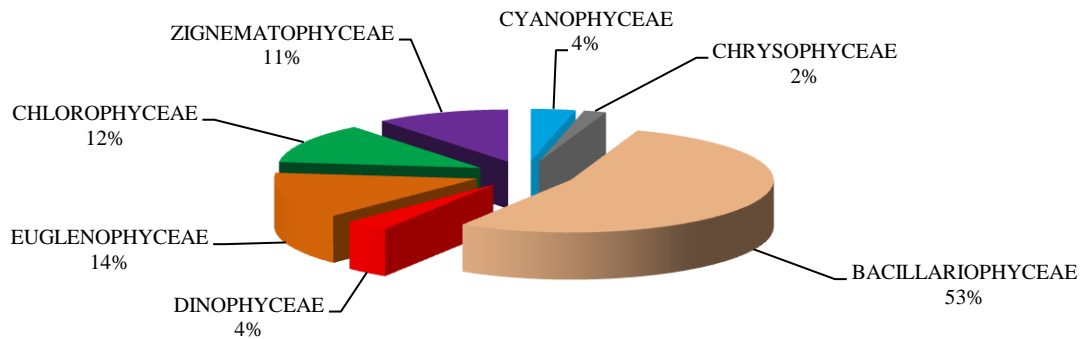


Figura 6.1: Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, Candiota, janeiro de 2015.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A análise da densidade por classes de algas em cada ponto de coleta (Figura 6.2) destaca as Bacillariophyceae (diatomáceas) como os táxons predominantes em cinco pontos de coleta e as Dinophyceae em dois locais, assim como na análise dos meses de outubro/novembro de 2014.

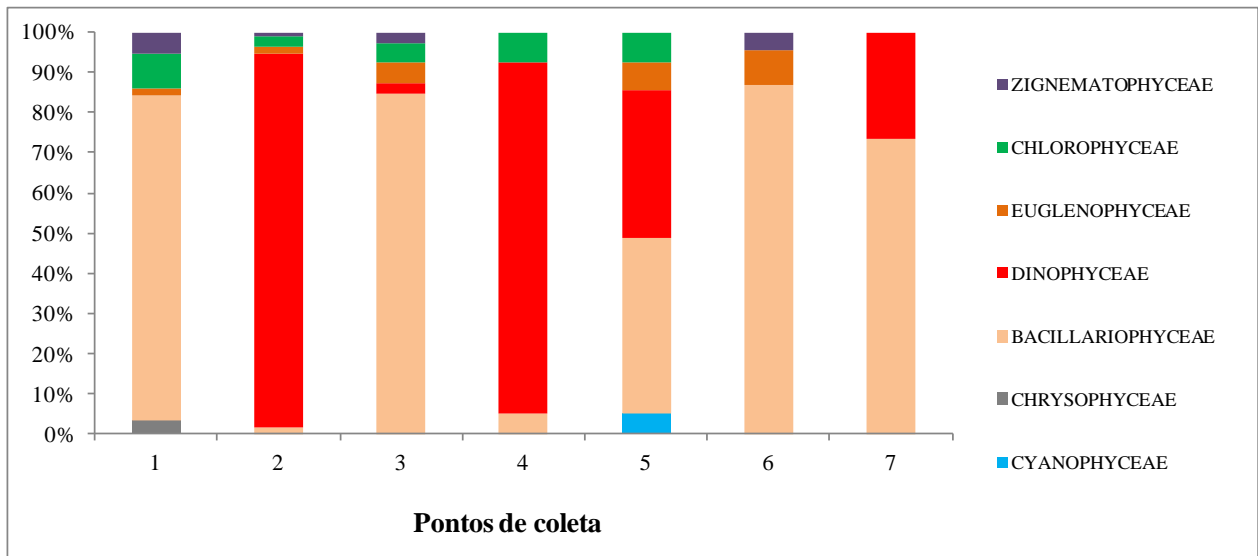


Figura 6.2: Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, Candiota, janeiro de 2015.

As classes das euglenofíceas e clorofíceas estiveram presentes em cinco dos sete pontos de coleta. As clorofíceas destacaram-se nos Pontos 1, 2, 3 e 4 com a segunda maior densidade algal dentro da comunidade fitoplanctônica. As Dinophyceae foram registradas em cinco locais, sendo que nos Pontos 2 e 4 se destacaram por apresentar maior densidade algal, devido à presença de uma espécie dominante, situação que também ocorreu no período anterior de coleta.

As cianobactérias e crisofíceas estiveram presentes somente em dois pontos de coleta.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A análise da densidade fitoplanctônica permitiu o registro de 20 espécies que se destacaram na comunidade por serem consideradas abundantes. Estas espécies pertencem às classes Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae e Zignematophyceae. Neste estudo foi registrada a ocorrência de uma espécie dominante, pertencente à classe Dinophyceae, *Ceratium cf furca*, também registrada no período anterior de estudo.

BACILLARIOPHYCEAE

Amphipleura lindheimeri
Aulacoseira granulata
Cocconeis placentula
Cyclotella meneghiniana
Encyonema mesianum
Encyonema minutum
Eunotia aff. pectinalis
Hantzschia amphyoxis
Navicula cf symmetrica
Nitzschia palea
Nitzschia sp1
Nitzschia sp2
Synedra acus
Diatomácea penada 1
Diatomácea penada 2

DINOPHYCEAE

*Ceratium cf furca**

CHLOROPHYCEAE

Monoraphidium contortum
Pandorina morum
Scenedesmus linearis

ZIGNEMATOPHYCEAE

Closterium cf gracile

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6.1: Relação da densidade, riqueza e diversidade fitoplanctônica nos sete pontos de coleta, Candiota, janeiro de 2015.

| TÁXONS | PONTOS DE COLETA | | | | | | |
|---|------------------|-----|----|-----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| CYANOPHYCEAE | | | | | | | |
| 1 <i>Anabaena cf planctonica</i> | | | | | 2 | | |
| 2 <i>Merismopedia glauca</i> | | | | | 2 | | |
| CHRYSOPHYCEAE | | | | | | | |
| 3 <i>Synura uvella</i> | 3 | | | | | | |
| BACILLARIOPHYCEAE | | | | | | | |
| 4 <i>Amphiptera lindheimeri</i> | | | | | | | 4 |
| 5 <i>Aulacoseira granulata</i> | 4 | | | | | 5 | |
| 6 <i>Aulacoseira granulata var angustissima</i> | 3 | | | | | | |
| 7 <i>Cocconeis placentula</i> | | | 8 | | | | |
| 8 <i>Cyclotella meneghiniana</i> | | | | | 4 | 4 | 1 |
| 9 <i>Encyonema mesianum</i> | 9 | | 6 | 2 | 10 | | |
| 10 <i>Encyonema minutum</i> | 3 | | 8 | | | | |
| 11 <i>Eunotia aff. pectinalis</i> | 4 | | | | | | |
| 12 <i>Eunotia sp1</i> | 3 | | | | | | |
| 13 <i>Frustulia sp</i> | | | | | | | |
| 14 <i>Gomphonema cf gracile</i> | 1 | | | | | | |
| 15 <i>Gyrosigma cf acuminatum</i> | | | 2 | | | | 1 |
| 16 <i>Gyrosigma cf spencerii</i> | 1 | | | | | | |
| 17 <i>Hantzschia amphyoixis</i> | | | 4 | | | | 10 |
| 18 <i>Melosira varians</i> | | | 2 | 8 | | | |
| 19 <i>Navicula cf cryptocephala</i> | | 3 | 4 | | | | |
| 20 <i>Navicula cf symmetrica</i> | | | 10 | | | | |
| 21 <i>Nitzschia clausii</i> | 1 | | | | | | |
| 22 <i>Nitzschia cf intermedia</i> | | | | | 2 | | |
| 23 <i>Nitzschia palea</i> | 26 | 3 | 37 | 2 | | 12 | 4 |
| 24 <i>Nitzschia reversa</i> | | | | | | | 1 |
| 25 <i>Nitzschia cf sigmoidea</i> | | | 2 | | | | |
| 26 <i>Nitzschia sp1</i> | 9 | | 8 | | 10 | 4 | |
| 27 <i>Nitzschia sp2</i> | | | 23 | | | | |
| 28 <i>Pinnularia sp1</i> | 1 | | | | | | |
| 29 <i>Planothidium frequentissimum</i> | | | 2 | | | | |
| 30 <i>Stauroneis sp</i> | | 3 | | | | | |
| 31 <i>Synedra acus</i> | | | 10 | | 8 | | |
| 32 <i>Diatomácea penada 1</i> | | 3 | 6 | | 2 | 1 | |
| 33 <i>Diatomácea penada 2</i> | | | | | | | 9 |
| DINOPHYCEAE | | | | | | | |
| 34 <i>Ceratium cf furca</i> | | 657 | 4 | 194 | 29 | | 10 |
| 35 <i>Peridinium sp</i> | | | | 2 | | | 1 |
| EUGLENOPHYCEAE | | | | | | | |
| 36 <i>Cryptoglana skujajae</i> | | | 2 | | | | |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | | | | | | | |
|----------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 37 | <i>Monomorphina pyrum</i> | | | | | | 3 | |
| 38 | <i>Trachelomonas intermedia</i> | 3 | | | | | | |
| 39 | <i>Trachelomonas oblonga</i> | | 4 | | | | | |
| 40 | <i>Trachelomonas pulcherrima var minor</i> | | 2 | | | | | |
| 41 | <i>Trachelomonas volvocina</i> | 9 | | | | 2 | | |
| 42 | <i>Trachelomonas cf volvocinopsis</i> | | | | | 4 | | |
| 43 | <i>Trachelomonas volvocina var planctonica</i> | 1 | | | | | | |
| CHLOROPHYCEAE | | | | | | | | |
| 44 | <i>Ankistrodesmus fusiformis</i> | 1 | | | | | | |
| 45 | <i>Desmodesmus quadricauda</i> | | | | 2 | | | |
| 46 | <i>Monoraphidium contortum</i> | 6 | 3 | | | | | |
| 47 | <i>Monoraphidium irregulare</i> | | 12 | | 2 | | | |
| 48 | <i>Pandorina morun</i> | | | | 13 | 6 | | |
| 49 | <i>Scenedesmus linearis</i> | | 3 | 6 | | | | |
| 50 | <i>Scenedesmus cf smithii</i> | | | 2 | | | | |
| ZIGNEMATOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 51 | <i>Closterium cf gracile</i> | 4 | | | | | | |
| 52 | <i>Closterium sp</i> | | 3 | | | | | |
| 53 | <i>Cosmarium cf contractum</i> | | 3 | 2 | | | | |
| 54 | <i>Spirogyra sp</i> | | | 2 | | | | |
| 55 | <i>Staurastrum cf inversinii</i> | | 3 | | | | | |
| 56 | <i>Zignematoficea filamentosa</i> | | | | | | 1 | |
| DENSIDADE (Ind./ml) | | 82 | 706 | 152 | 225 | 79 | 30 | 43 |
| RIQUEZA (Nº táxons) | | 17 | 13 | 23 | 8 | 12 | 7 | 9 |
| DIVERSIDADE (H') | | 2,32 | 0,43 | 2,69 | 0,62 | 2,06 | 1,66 | 1,84 |

Na Figura 6.3 é possível visualizar a densidade do fitoplâncton nos sete pontos de coleta, mostrando heterogeneidade dos valores, os quais variaram de 30 ind./ml no Ponto 6 a 706 ind./ml, no Ponto 2, assim como ocorreu no período anterior de estudo.

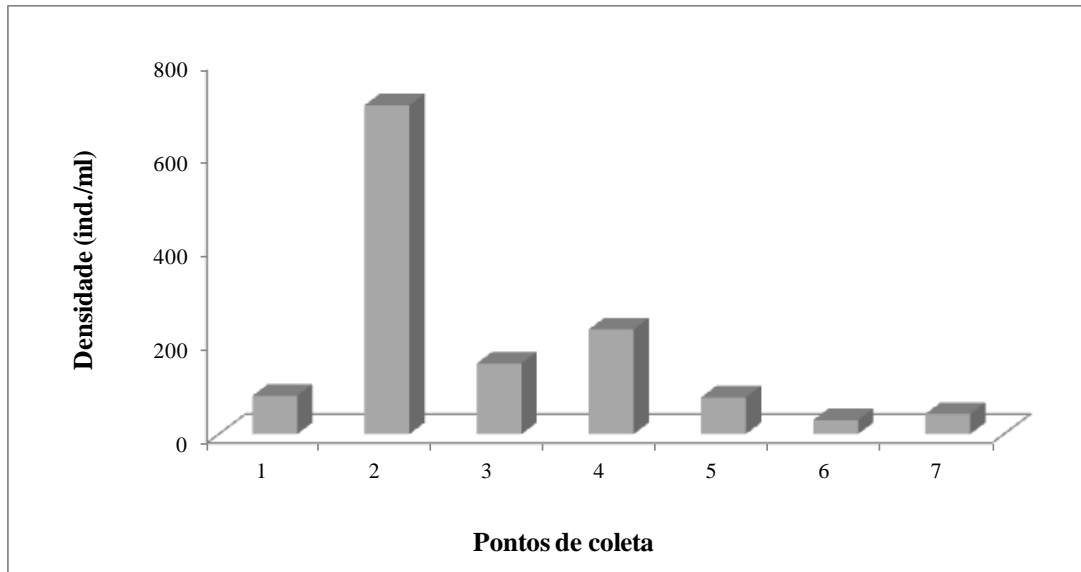


Figura 6.3: Distribuição da Densidade do fitoplâncton (ind./ml) nos sete pontos de coleta, Candiota, janeiro de 2015.

A análise da riqueza específica (Figura 6.4) mostra que o Ponto 3 apresentou o maior número de táxons (23). O menor valor foi registrado no Ponto 6, com sete táxons, assim como ocorreu com a densidade.

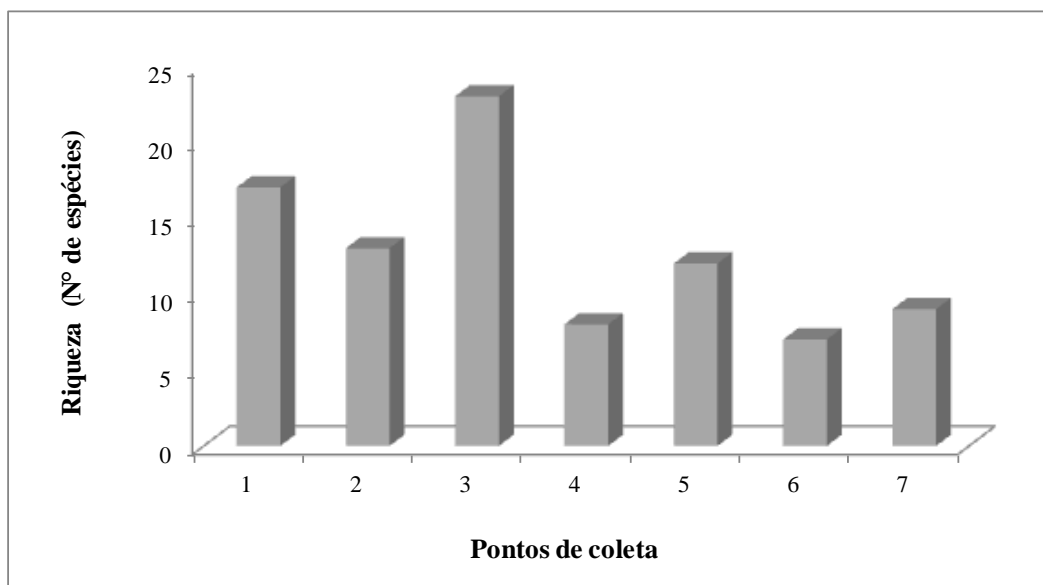


Figura 6.4: Distribuição da Riqueza de táxons algais nos sete pontos de coleta, outubro, janeiro 2015.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Avaliando o índice de diversidade de Shannon (Figura 6.5) entre os pontos amostrados, pode-se notar que os valores se apresentaram heterogêneos como a densidade, variando de 0,43 a 2,69 bit.ind⁻¹. Nos Pontos 2 e 4 foram registradas as menores diversidades, 0,43 e 0,62 bit.ind⁻¹, respectivamente, devido à presença da espécie *Ceratium cf furca* (Dinophyceae), considerada dominante na comunidade fitoplanctônica, assim como no período de estudo anterior. Essas baixas diversidades indicam uma distribuição heterogênea entre as espécies da comunidade fitoplanctônica, no período estudado.

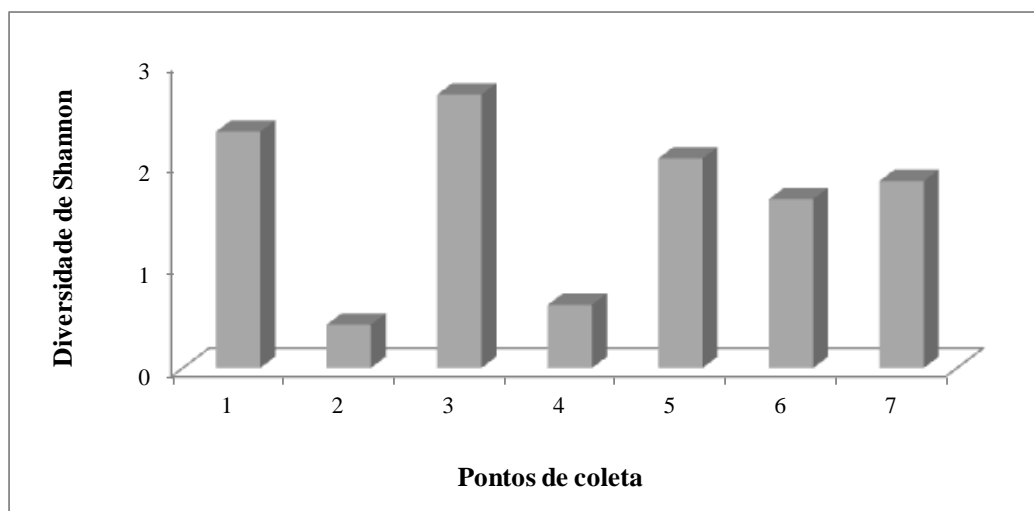


Figura 6.5: Distribuição da Diversidade de Shannon nos sete pontos de coleta, Candiota, janeiro 2015.

ANÁLISE QUALITATIVA

A análise qualitativa do fitoplâncton (Tabela 6.2) registrou 48 táxons distribuídos em seis classes algais: Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Zignematophyceae.

A riqueza específica nos sete pontos variou entre sete e 19 táxons, sendo que os Pontos 1 e 3 apresentaram as maiores riquezas e o Ponto 6, a menor.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6.2: Relação da presença e riqueza fitoplanctônica nos sete pontos de coleta durante a análise qualitativa, Candiota, janeiro de 2015.

| TÁXONS | PONTOS DE COLETA | | | | | | |
|---|------------------|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| CHRYSOPHYCEAE | | | | | | | |
| 1 <i>Synura uvella</i> | X | | | | | | |
| BACILLARIOPHYCEAE | | | | | | | |
| 2 <i>Amphipleura lindheimeri</i> | | | | | X | | X |
| 3 <i>Aulacoseira distans</i> | | X | | | | | |
| 4 <i>Aulacoseira granulata</i> | X | | | | | X | |
| 5 <i>Aulacoseira granulata var angustissima</i> | X | | | | | | |
| 6 <i>Cocconeis placentula</i> | | | X | | | X | |
| 7 <i>Cyclotella meneghiniana</i> | | | X | | X | X | X |
| 8 <i>Cymbella tumida</i> | | | X | | | | |
| 9 <i>Cymbella sp</i> | X | | | | | | |
| 10 <i>Encyonema mesianum</i> | X | | X | X | X | | |
| 11 <i>Encyonema minutum</i> | X | | X | | | | |
| 12 <i>Eunotia cf dydima</i> | X | | | | | | |
| 13 <i>Eunotia aff. pectinalis</i> | | X | | | | | |
| 14 <i>Frustulia sp</i> | | X | | | | | |
| 15 <i>Gomphonema parvulum</i> | X | | | | | | |
| 16 <i>Gomphonema sp1</i> | | | X | | | | |
| 17 <i>Gyrosigma cf acuminatum</i> | | | X | | | | |
| 18 <i>Hantzschia amphyois</i> | | | X | | | | X |
| 19 <i>Hipodonta capitata</i> | X | | | | | | |
| 20 <i>Melosira varians</i> | | | X | X | | | |
| 21 <i>Navicula cf cryptocephala</i> | | X | | X | | | |
| 22 <i>Navicula cf symmetrica</i> | | | X | | | | |
| 23 <i>Nitzschia cf acicularis</i> | | | | | | | X |
| 24 <i>Nitzschia clausii</i> | X | | X | | | | |
| 25 <i>Nitzschia palea</i> | X | X | X | X | | X | |
| 26 <i>Nitzschia reversa</i> | | | | | | | X |
| 27 <i>Nitzschia sp1</i> | X | | | X | X | X | X |
| 28 <i>Nitzschia sp2</i> | | | X | X | X | | |
| 29 <i>Pinnularia sp1</i> | | | | | X | | |
| 30 <i>Planothidium frequentissimum</i> | | | X | | | | |
| 31 <i>Rhopalodi cf gibberula</i> | | | | | X | | |
| 32 <i>Rhopalodia sp</i> | | | | | | | X |
| 33 <i>Stauroneis sp</i> | X | | | | | | |
| 34 <i>Surirella sp</i> | X | | | | | | |
| 35 <i>Synedra acus</i> | X | X | X | | X | X | X |
| 36 <i>Terpsonoe musica</i> | | | | X | | | |
| 37 Diatomácea penada 1 | | | X | | | | X |
| DINOPHYCEAE | | | | | | | |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| 38 | <i>Ceratium cf furca</i> | | X | X | X | X | X | X |
| EUGLENOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 39 | <i>Trachelomonas oblonga</i> | | | X | | | | |
| 40 | <i>Trachelomonas volvocina</i> | | X | | | X | | |
| CHLOROPHYCEAE | | | | | | | | |
| 41 | <i>Ankistrodesmus fusiformis</i> | X | | | | | | |
| 42 | <i>Desmodesmus quadricauda</i> | | X | | X | | | |
| 43 | <i>Monoraphidium contortum</i> | X | X | | | | | |
| 44 | <i>Monoraphidium irregulare</i> | | X | | | | | |
| 45 | <i>Pandorina morum</i> | | | | X | X | | |
| 46 | <i>Scenedesmus linearis</i> | | X | X | | | | |
| ZIGNEMATOPHYCEAE | | | | | | | | |
| 47 | <i>Closterium cf gracile</i> | X | | | | | | |
| 48 | <i>Closterium sp</i> | | X | | | | | |
| RIQUEZA (Nº táxons) | | 18 | 13 | 19 | 10 | 11 | 7 | 10 |

6.4.2 Perifiton

Foram registrados 33 táxons de algas (Tabela 6.3), pertencentes às classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae, Cyanobacteria e Zygnemaphyceae. Seguindo o padrão das amostragens anteriores, a classe Bacillariophyceae (diatomáceas) apresentou a maior riqueza, representando 67,6% dos táxons identificados, enquanto Cyanobacteria, Chlorophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae foram representadas por 16,2, 10,3, 4,4 e 1,5% dos táxons, respectivamente.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6.3. Densidade absoluta (ind cm⁻²) das espécies do Perífiton coletadas em Candiota, janeiro de 2015.

| Tabela 2. Densidade numérica das espécies do Perífiton, coletadas em janeiro de 2015 | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P6 | P7 |
| BACILLARIOPHYCEAE | | | | | | |
| <i>Achnanthydium exiguum</i> | 225 | 123 | 86 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Achnanthydium minutissimum</i> | 4045 | 1848 | 1409 | 713 | 647 | 1471 |
| <i>Capartogramma crucicola</i> | 0 | 0 | 58 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Eunotia exigua</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 43 | 0 |
| <i>Eunotia cf. minor</i> | 0 | 185 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gomphonema angustatum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 147 |
| <i>Gomphonema parvulum</i> | 449 | 123 | 58 | 45 | 43 | 294 |
| <i>Gomphonema sp. 1</i> | 0 | 62 | 86 | 178 | 86 | 147 |
| <i>Gyosigma sp.</i> | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Navicula cryptocephala</i> | 112 | 0 | 0 | 0 | 43 | 0 |
| <i>Navicula cryptotenella</i> | 112 | 0 | 29 | 178 | 0 | 0 |
| <i>Navicula sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 45 | 0 | 0 |
| <i>Neidium sp.</i> | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 294 |
| <i>Nitzschia palea</i> | 225 | 123 | 0 | 223 | 0 | 0 |
| <i>Pinnularia microstauron</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 43 | 0 |
| <i>Pinnularia subcapitata</i> | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 147 |
| <i>Pinnularia sp.1</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 147 |
| <i>Sellaphora pupula</i> | 0 | 0 | 58 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Synedra sp.</i> | 337 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ulnaria ulna</i> | 0 | 62 | 29 | 45 | 43 | 0 |
| TOTAL (ind cm ⁻²) | 5506 | 2526 | 1898 | 1425 | 949 | 2649 |
| CHLOROPHYCEAE | | | | | | |
| Chlorococcales | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Monoraphidium arcuatum</i> | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 147 |
| <i>Monoraphidium tortile</i> | 112 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Stigeoclonium sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 86 | 147 |
| TOTAL (ind cm ⁻²) | 112 | 0 | 86 | 0 | 86 | 294 |
| CYANOBACTERIA | | | | | | |
| Chroococcales | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Leptolyngbya sp.</i> | 0 | 0 | 230 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lyngbya sp.</i> | 562 | 123 | 0 | 89 | 0 | 147 |
| <i>Phormidium sp.</i> | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pseudanabaena sp.</i> | 337 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cyanobacteria filamentosa | 112 | 0 | 58 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL (ind cm ⁻²) | 1011 | 185 | 345 | 89 | 0 | 147 |
| EUGLENOPHYCEAE | | | | | | |
| <i>Euglena sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 45 | 0 | 0 |
| <i>Strombomonas verrucosa</i> | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 147 |
| TOTAL (ind cm ⁻²) | 0 | 0 | 29 | 45 | 0 | 147 |
| ZYGNEMAPHYCEAE | | | | | | |
| <i>Cosmarium sp.</i> | 0 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL (ind cm ⁻²) | 0 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DENSIDADE (ind.cm ⁻²) | 6630 | 2773 | 2358 | 1559 | 1035 | 3237 |
| RIQUEZA (n° de táxons) | 11 | 10 | 19 | 9 | 8 | 11 |
| ÍNDICE DE SHANNON (nats ind ⁻¹) | 1,5 | 1,34 | 1,74 | 1,7 | 1,37 | 1,92 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Seguindo o mesmo padrão da amostragem anterior, as diatomáceas apresentaram também a maior riqueza de táxons por ponto de coleta, representando entre 63,6% (pontos 1 e 7) e 87,5% (ponto 6) da riqueza total de cada ponto (Figura 6.6). Além disso, as diatomáceas apresentaram a maior densidade de organismos, representando entre 80,5% (ponto 3) e 91,7% (ponto 6) da densidade total nos diferentes pontos de coleta (Figura 6.7).

Os percentuais de contribuição de diatomáceas na campanha de janeiro de 2015 foram mais elevados do que os valores observados na campanha anterior. Esse fato pode ser justificado pelo alto índice de precipitação que ocorreu no dia da amostragem e que, possivelmente, despreendeu parte do material perifítico dos substratos, mantendo-se apenas organismos com alta capacidade de adesão e minimização de perdas, como é o caso das diatomáceas perifíticas (Steinman & McIntire, 1990; Allan & Castillo, 2007; Borics et al., 2007).

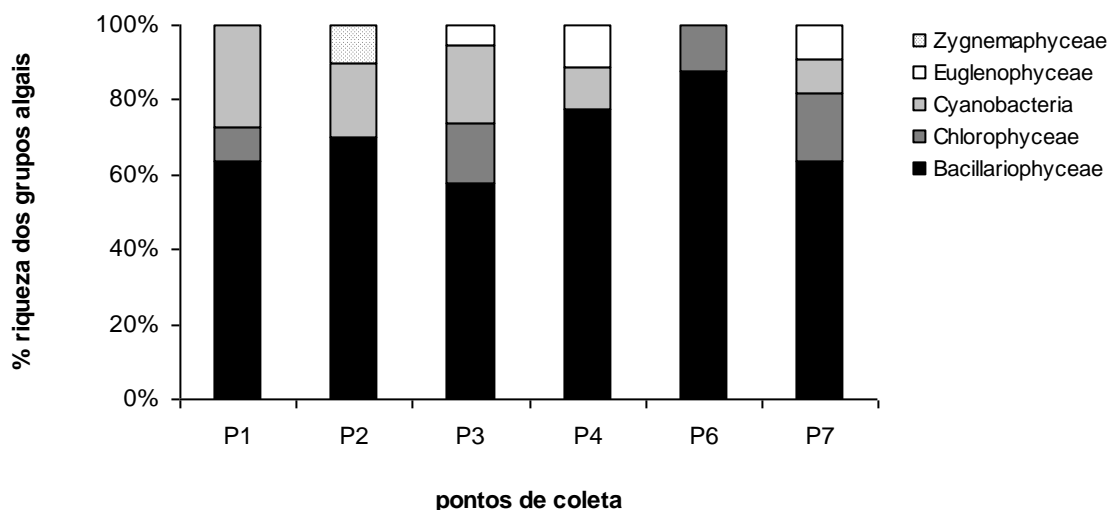


Figura 6.6: Porcentagem de distribuição da riqueza de táxons dos grupos algais em cinco pontos de coleta, Candiota em janeiro de 2015.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

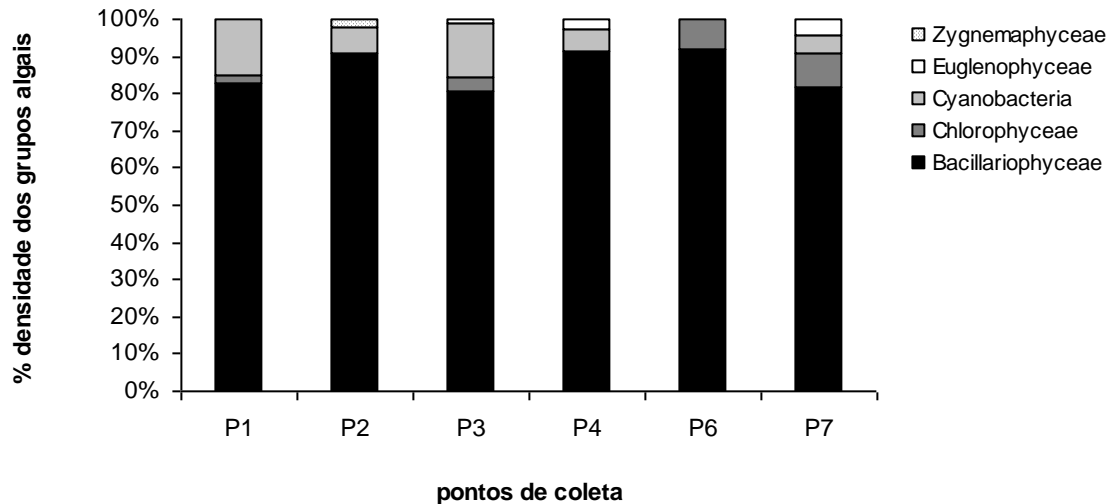


Figura 6.7: Porcentagem de distribuição da densidade de organismos dos grupos algais em cinco pontos de coleta em Candiota, janeiro de 2015.

Novamente, as menores riquezas de táxons foram observadas nos pontos 6 (8 táxons) e 4 (9 táxons). Os maiores valores de riqueza de espécies foram observados nos pontos 3 (19 táxons) e 1 e 7 (11 táxons), (Figura 6.8, Tabela 6.3). De uma forma geral, de acordo o padrão registrado nas composições de grupos algais, os menores valores de riqueza observados na presente campanha, em comparação aos registrados na campanha anterior, podem ser justificados pela interferência da forte precipitação ocorrida no dia da amostragem.

Quanto à densidade de espécies, o menor valor foi registrado no ponto 6 (1035 ind cm⁻²), seguindo o mesmo padrão da campanha anterior. Mais uma vez, os pontos 1 e 7 apresentaram os maiores valores de densidade verificados (7272 e 3038 ind cm⁻², respectivamente) (Figura 6.9).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

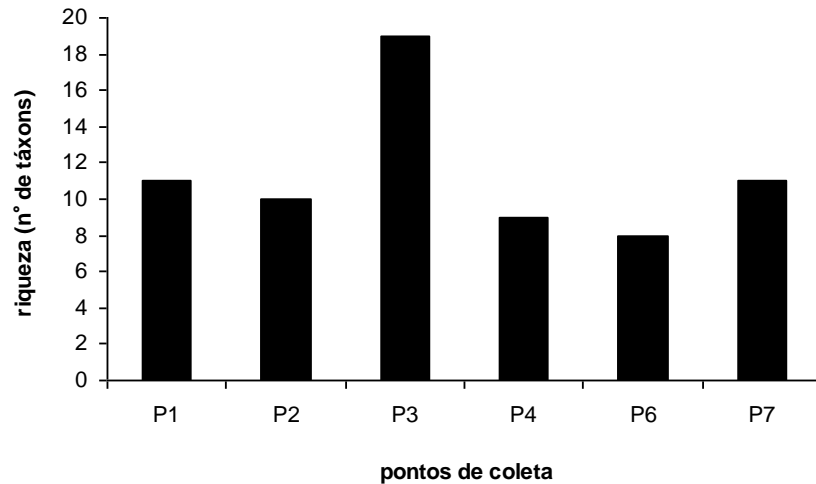


Figura 6.8: Riqueza de algas perifíticas em cinco pontos de coleta, Candiotá em janeiro de 2015.

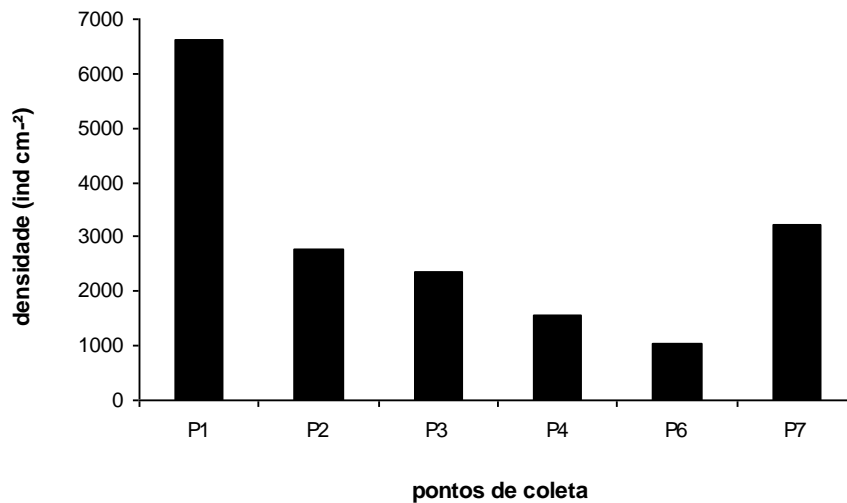


Figura 6.9: Densidade de algas perifíticas em cinco pontos de coleta em agosto de 2014, Candiotá janeiro de 2015.

Considerando-se os valores observados do índice de diversidade de Shannon, o maior valor de diversidade foi observado no ponto 7 (1,92 nats ind⁻¹), seguido do ponto 3 (1,74 nats ind⁻¹) (Figura 6.10).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os pontos 2 e 6 apresentaram os menores valores de diversidade de espécies (1,34 e 1,37 nats ind⁻¹, respectivamente) observados na presente campanha. Constatou-se redução nos valores de diversidade de espécies em relação à campanha anterior, possivelmente, em razão da perda de material perifítico devido à forte precipitação verificada. *Achnantheidium minutissimum* foi, novamente, o táxon de maior contribuição para a densidade total em todos os pontos estudados, tendo sido dominante nos pontos 1, 2, 3 e 6. *Leptolyngbya* sp. foi considerada espécie abundante no ponto 3. No ponto 4 foram abundantes *A. minutissimum*, *Gomphonema* sp. 1, *Navicula cryptotenella* e *Nitzschia palea*. No ponto 7 foram abundantes *A. minutissimum*, *Gomphonema parvulum* e *Neidium* sp..

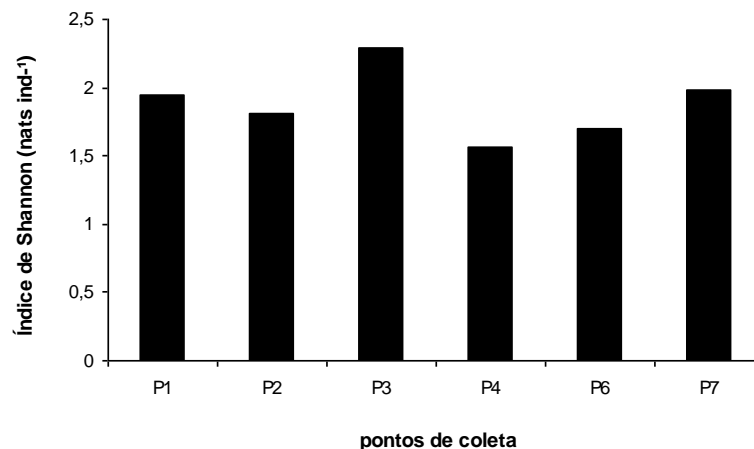


Figura 6.10: Índice de diversidade de Shannon da comunidade de algas perifíticas em cinco pontos de coleta, Candiota em janeiro de 2015.

Os resultados de todas as coletas serão integrados e esta avaliação será apresentada no Relatório Final. Os compartimentos ambientais monitorados **fitoplâncton e perifiton** têm como responsável técnica a Dra. Luciane Oliveira Crossetti.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

7. Bioindicadores Ambientais: ZOOPLÂNCTON

Esse relatório apresenta os resultados da coleta realizada em outubro de 2014 no monitoramento da biota aquática da área de influência direta da Usina Termelétrica de Candiota. Nesta coleta, observou-se um aumento no fluxo e na velocidade da água nos pontos amostrados. Em muitas amostras, foi possível verificar a presença de sedimentos, provavelmente resultantes da lixiviação das áreas adjacentes aos locais estudados, provocada pelas fortes chuvas no período.

7.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

7.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 06 e 07 de janeiro de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto a parcialmente nublado e temperatura do ar variando no intervalo de 20,8 a 33,5 °C.

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

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

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

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

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

7.3 Métodos Analíticos

As análises qualitativas foram realizadas com exame sob microscópio ótico, binocular CETI, sob aumento de até 400 vezes. Espécimens foram dissecados em glicerina com agulhas de dissecação, sob microscópio estereoscópico Hund



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Wetzlar modelo H500, com aumento de até 60 vezes. Na identificação taxonômica das espécies zooplanctônicas foram utilizadas as chaves de identificação, diagnoses e descrições dos seguintes autores: RUTTNER-KOLISKO (1974), KOSTE (1978), REID (1984), MONTU & GOEDEN (1986) e ELMOOR-LOUREIRO (1997).

As análises quantitativas foram realizadas através de contagens numéricas ao microscópio estereoscópico. Para as contagens de indivíduos pertencentes aos grupos de Cladocera e Copepoda (copepoditos e adultos), utilizou-se uma câmara de contagem de Bogorov. Para as contagens de Rotifera e náuplios de Copepoda utilizou-se uma câmara de Sedgewick-Rafter em microscópio óptico. Os valores obtidos para densidade absoluta de organismos são expressos em número de indivíduos por metro cúbico (Nº. ind/m³). A definição da constância de ocorrência das espécies nas amostras foi baseada nas porcentagens sugeridas por DAJOZ (1973): 0 a 25% - ocasionais; >25 a 50% - espécies acessórias e >50% - espécies constantes.

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

7.4 Resultados e Indicadores de Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

Nesta amostragem, foram identificados apenas 36 taxa, com 33 deles representando o Filo Rotifera, 3 a Ordem Cladocera e apenas formas jovens representando a SubClasse Copepoda.

A Tabela 7.1 e a Figura 7.1 mostram os resultados relativos à composição e estrutura da comunidade zooplanctônica.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 7.1 Densidade absoluta (N° ind/m³) e relativa (%) das espécies zooplanctônicas, Candiota coletadas em janeiro/2015.

| Tabela 1. Densidade absoluta e relativa (%) das espécies zooplanctônicas coletadas em janeiro de 2015. | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|
| Taxa | ESTAÇÕES AMOSTRAIS | | | | | | | | | | | | | |
| | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | | P5 | | P6 | | P7 | |
| | N° ind/m ³ | % | N° ind/m ³ | % | N° ind/m ³ | % | N° ind/m ³ | % | N° ind/m ³ | % | N° ind/m ³ | % | N° ind/m ³ | % |
| CLADOCERA | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Bosmina longirostris</i> | | | 266 | 1,2 | | | 133 | 0,9 | 100 | 1,3 | | | | |
| <i>Ceriodaphnia cornuta cornuta</i> | | | 166 | 0,7 | | | 266 | 1,7 | | | | | | |
| <i>Moina</i> sp. | | | | | | | 133 | 0,9 | | | | | | |
| COPEPODA | | | | | | | | | | | | | | |
| Náuplio | 16 | 13,1 | 1499 | 6,6 | 150 | 3,9 | 933 | 6,0 | 700 | 8,9 | | | 155 | 16,8 |
| Copepodito Cyclopoida | | | 166 | 0,7 | 66 | 1,7 | 133 | 0,9 | | | | | 38 | 4,1 |
| ROTIFERA | | | | | | | | | | | | | | |
| Bdelloidea | 20 | 16,4 | 166 | 0,7 | 500 | 13,1 | | | 1000 | 12,7 | 600 | 25,7 | 77 | 8,3 |
| <i>Ascomorpha</i> sp. | | | | | | | | | 300 | 3,8 | | | | |
| <i>Brachionus angularis</i> | | | | | | | | | 400 | 5,1 | | | | |
| <i>Brachionus calyciflorus</i> | | | | | | | | 933 | 6,0 | 100 | 1,3 | | | |
| <i>Cephalodella gibba</i> | 6 | 4,9 | | | | | 133 | 0,9 | | | 133 | 5,7 | | |
| <i>Colurella obtusa</i> | | | | | 300 | 7,9 | | | 200 | 2,5 | | | | |
| <i>Euchlanis dilatata</i> | | | | | | | | | | | | | 38 | 4,1 |
| <i>Hexarthra</i> sp. | | | 166 | 0,7 | | | | | | | | | | |
| <i>Filinia opoliensis</i> | | | 13833 | 60,8 | 500 | 13,1 | 7200 | 46,2 | 1800 | 22,8 | | | 155 | 16,8 |
| <i>Filinia terminalis</i> | | | | | | | | | 300 | 3,8 | | | | |
| <i>Keratella americana</i> | 3 | 2,5 | | | | | 133 | 0,9 | | | | | | |
| <i>Keratella cochlearis</i> | 33 | 27,0 | 966 | 4,2 | 750 | 19,7 | 1066 | 6,8 | 700 | 8,9 | | | 77 | 8,3 |
| <i>Keratella cochlearis tecta</i> | | | | | | | | | 100 | 1,3 | | | | |
| <i>Keratella lenzi</i> | | | | | | | | | 100 | 1,3 | | | | |
| <i>Keratella tropica</i> | | | | | | | | | | | | | 77 | 8,3 |
| <i>Kellicottia bostoniensis</i> | | | 866 | 3,8 | | | 2533 | 16,2 | 200 | 2,5 | | | | |
| <i>Lecane cf. flexilis</i> | 3 | 2,5 | | | | | | | | | 200 | 8,6 | | |
| <i>Lecane bulla bulla</i> | 3 | 2,5 | | | 883 | 23,1 | 133 | 0,9 | 100 | 1,3 | 333 | 14,3 | 77 | 8,3 |
| <i>Lecane leontina</i> | | | | | | | | | | | 1000 | 42,9 | 38 | 4,1 |
| <i>Lecane (M) decipiens</i> | 3 | 2,5 | | | 150 | 3,9 | 133 | 0,9 | | | | | | |
| <i>Lecane (M.) lunaris</i> | 6 | 4,9 | | | | | 266 | 1,7 | 100 | 1,3 | | | | |
| <i>Lecane quadridentata</i> | | | | | | | | | | | | | 38 | 4,1 |
| <i>Lepadella patella</i> | 20 | 16,4 | | | | | 666 | 4,3 | | | | | 116 | 12,6 |
| <i>Monommata</i> sp. | | | | | | | | | 100 | 1,3 | | | | |
| <i>Macrochaethus</i> sp. | | | | | | | | | 200 | 2,5 | | | | |
| <i>Mytilina</i> sp. | | | 266 | 1,2 | | | 133 | 0,9 | 100 | 1,3 | | | | |
| <i>Polyarthra cf. vulgaris</i> | 3 | 2,5 | 699 | 3,1 | 150 | 3,9 | 400 | 2,6 | 100 | 1,3 | 66 | 2,8 | | |
| <i>Polyarthra cf. dolichoptera</i> | | | 1896 | 8,3 | 150 | 3,9 | | | | | | | | |
| <i>Pompholyx sulcata</i> | | | | | | | | | 500 | 6,3 | | | | |
| <i>Synchaeta</i> sp. | | | 166 | 0,7 | | | | | | | | | | |
| <i>Testudinella patina patina</i> | | | | | 66 | 1,7 | | | | | | | 38 | 4,1 |
| <i>Trichocerca similis</i> | 6 | 4,9 | 1300 | 5,7 | 150 | 3,9 | 266 | 1,7 | 600 | 7,6 | | | | |
| <i>Trichocerca cylindrica</i> | | | 333 | 1,5 | | | | | 100 | 1,3 | | | | |
| Densidade numérica | 122 | | 22754 | | 3815 | | 15593 | | 7900 | | 2332 | | 924 | |
| Riqueza específica | 11 | | 13 | | 10 | | 16 | | 21 | | 6 | | 10 | |
| Índice de Div. de Shannon | 1,98 | | 1,37 | | 2,04 | | 1,78 | | 2,55 | | 1,46 | | 2,18 | |
| Equitatividade | 0,83 | | 0,53 | | 0,88 | | 0,64 | | 0,84 | | 0,82 | | 0,95 | |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

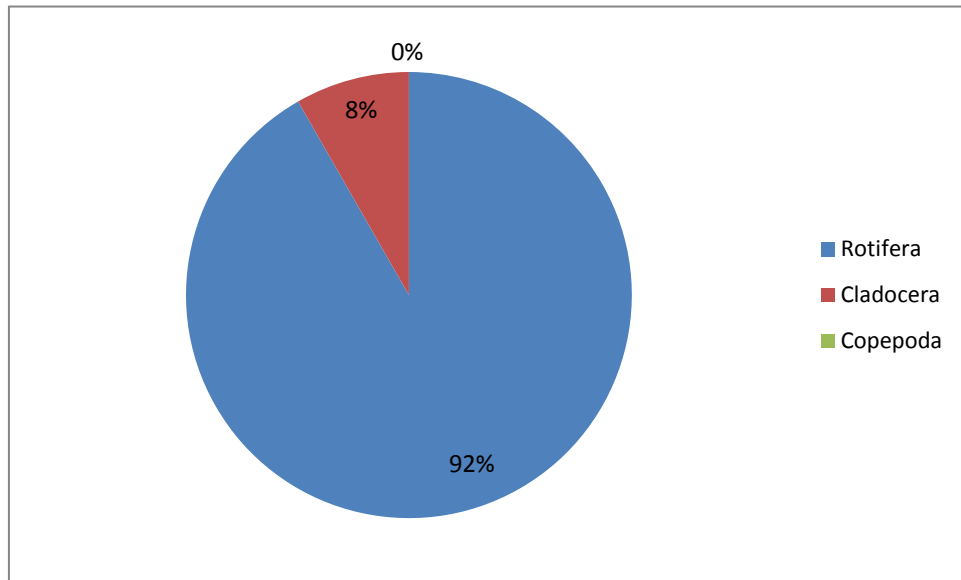


Figura 7.1: Percentual de riqueza das espécies dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais Candiota em janeiro de 2015.

Nesta coleta de janeiro, as espécies de Cladocera que foram registradas, representam àquelas relacionadas a ambientes lênticos, influência importante da represa, e sua ocorrência foi observada principalmente nos pontos 2 e 4.

Copepoda foi representado somente pelas formas jovens: náuplios com 86 % de frequência de ocorrência, porém não foram abundantes em nenhum dos pontos amostrais.

Rotifera foi novamente representado principalmente pelas espécies dos gêneros *Lecane* e *Keratella*. Também foi observada a ocorrência de *Filinia opoliensis* que foi dominante no ponto 2 (60,8%) e abundante no ponto 4 (46,2%), relacionado, provavelmente, com a floração algal registrada neste local, da alga do gênero *Ceratium*.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nesta coleta, os maiores valores de densidade absoluta foram observados nos pontos 2 e 4 (22754 ind.m³, 15593 ind.m³, respectivamente), sendo representados principalmente pelos rotíferos, como mostra a Figura 7.2.

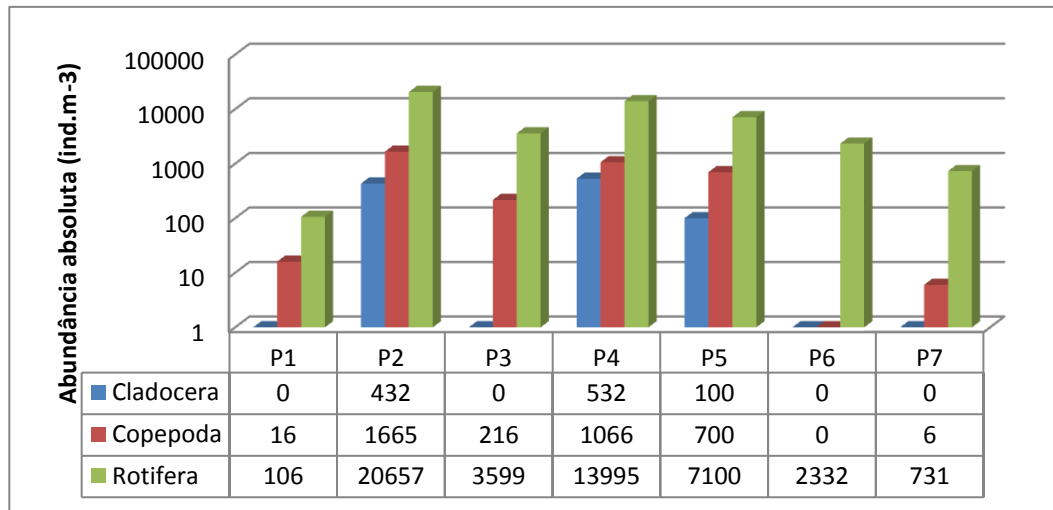


Figura 7.2: Abundância absoluta dos indivíduos dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais de Candiota em janeiro de 2015.

O Índice de diversidade de Shannon apresentou os pontos 5 e 7 com os maiores valores, 2,55 e 2,18, como mostra a Figura 7.3. O valor mais baixo foi observado no ponto 2. No ponto 2 também foi registrado o menor valor de equitatividade (Figura 7.4).

A representatividade de *Filinia opoliensis*, pode explicar os baixos valores de diversidade e equitatividade no sistema, neste período.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

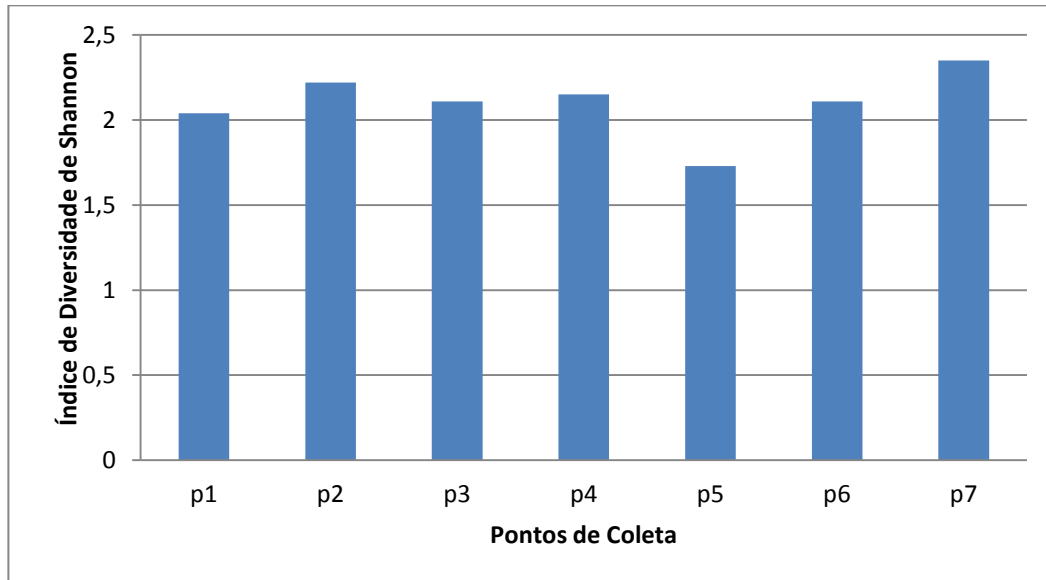


Figura 7.3: Índices de diversidade de Shannon, calculados para a comunidade zooplancônica nos locais amostrais, Candiota em janeiro de 2015.

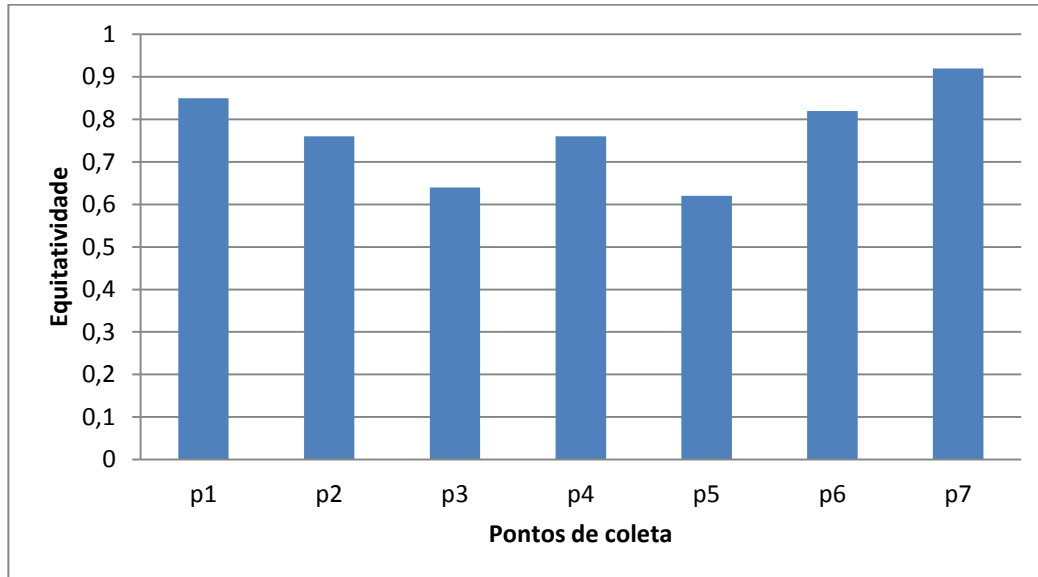


Figura 7.4: Equitatividade observada para a comunidade zooplancônica nos locais amostrais, Candiota em janeiro de 2015.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Novamente a riqueza de espécies foi muito baixa no período (Figura 7.5), com resultados bastante variados entre os pontos. Nos pontos 3, 6 e 7 ocorreram baixos valores (10, 6 e 10 espécies, respectivamente), já no ponto 5, ocorreu o maior valor (21 espécies).

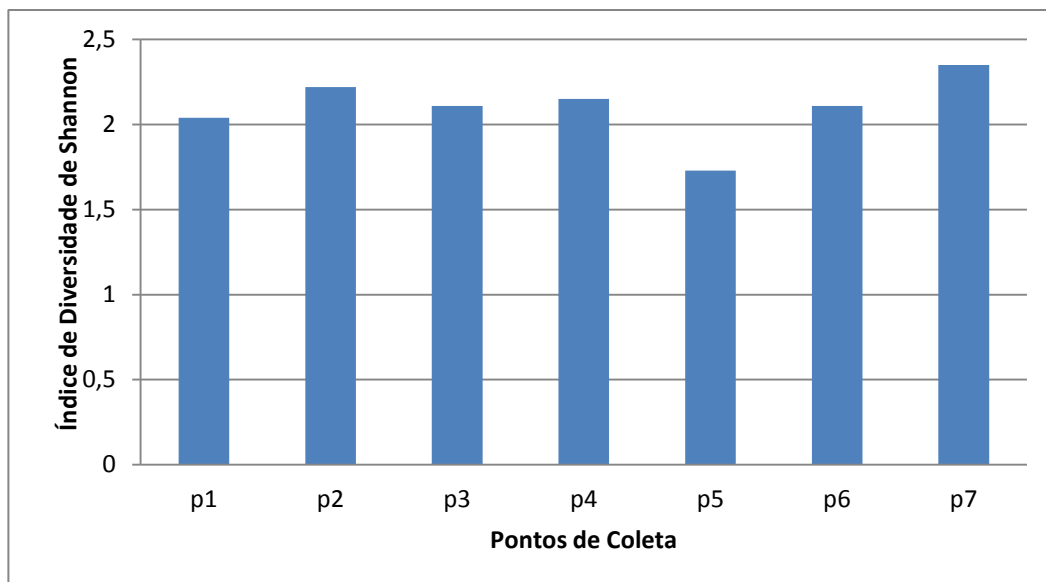


Figura 7.5: Riqueza específica da comunidade zooplanctônica nos locais amostrais, Candiota em janeiro de 2015.

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

8. Bioindicadores Ambientais: MACROFAUNA BENTÔNICA

8.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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

8.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 06 e 07 de janeiro de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto a parcialmente nublado e temperatura do ar variando no intervalo de 20,8 a 33,5 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Para a análise da macrofauna, foram investigadas áreas de corredeira e áreas de remanso. Nas áreas de corredeira foi utilizado o amostrador Surber, na obtenção de 3 amostras de sedimento, em cada estação amostral. Devido às características do substrato das estações 5 e 7, com sedimentos predominantemente mais finos, não é possível a utilização deste amostrador nestes locais.

Nas áreas de remanso (áreas de deposição), foi utilizado o amostrador Corer com 10cm de diâmetro, sendo que em cada estação amostral foram coletadas 3 amostras de sedimento de fundo. Esta metodologia não pode ser aplicada na estação amostral 2, devido as características do substrato, composto predominantemente de seixos, sem depósitos de areia.

Devido ao grande aporte de águas, com conseqüente aumento da lâmina d'água e uma forte correnteza não foi possível realizar coleta de amostras no PM7.

As amostras obtidas foram lavadas em campo, sob uma malha com 0,210mm de abertura. O material retido na malha foi colocado em saco plástico, identificado e fixado com formol 4%, previamente tamponado com bórax. Estas amostras foram acondicionadas em baldes e encaminhadas para processamento no Laboratório de Invertebrados Bentônicos do CECLIMAR-UFRGS.



8.3 Métodos Analíticos

Em laboratório, as amostras biológicas, foram novamente lavadas em peneira, com malha de nylon de 0,210mm de abertura. O material foi processado sob microscópio estereoscópico e os organismos retirados, contados, identificados e conservados em vidros com álcool 70%.

Para os representantes de Chironomidae e Oligochaeta, foram confeccionadas lâminas semi-permanentes, e os organismos identificados em microscópio. Para a identificação foram utilizadas as chaves de BOUCHARD (2004), BRINCKHURST & MARCHESE (1989), EPLER (1985), TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995).

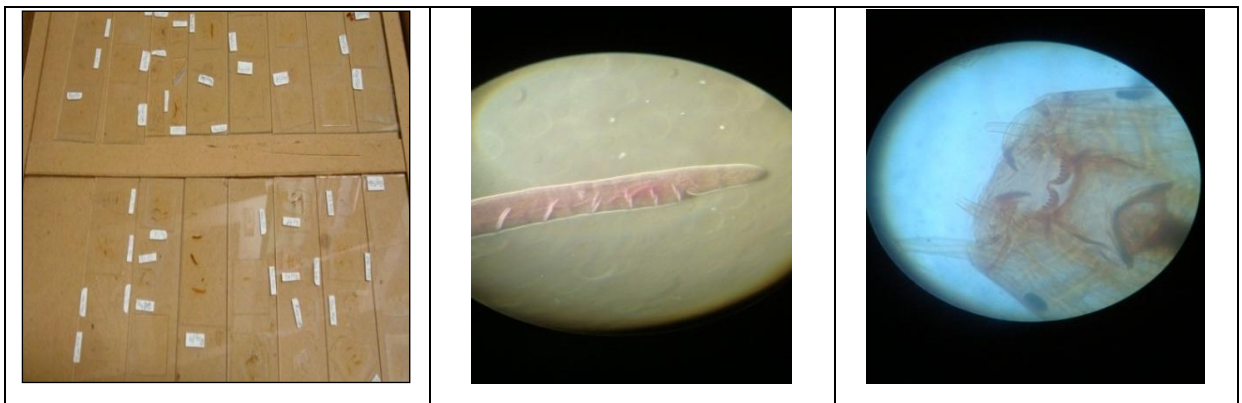


Figura 8.1: a) Lâminas para a identificação dos táxons, b e c detalhes de Oligochaeta (quetas) e Chironomidae (carapaça cefálica)

Para a análise dos resultados, foram calculados os seguintes parâmetros biológicos: densidade de organismos (ind/m^2), abundância/dominância dos táxons. Considerou-se também a riqueza de famílias (número de famílias que ocorreram em cada estação).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O Índice IBMWP, que considera a tolerância e sensibilidade dos organismos (adaptação de ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ORTEGA, 1988), foi calculado considerando a presença/ausência dos organismos em cada estação amostral. Para a análise dos resultados, considerou-se a ausência ou presença de famílias, conforme a sua tolerância ou sensibilidade, riqueza (número de famílias em cada estação amostral), abundância e dominância dos táxons.

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

8.4 Resultados e Indicadores de Qualidade diversidade e Espécies Ameaçadas

Nesta campanha foram registrados 7342 organismos nas áreas de corredeira e 897 nas áreas de remanso totalizando 8239 organismos coletados. A maior abundância foi no ponto monitorado PM3 (4062 organismos). Os menores valores foram para PM6, PM7 e PM5 com respectivamente 297, 41 e 17 organismos, Figura 8.2.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

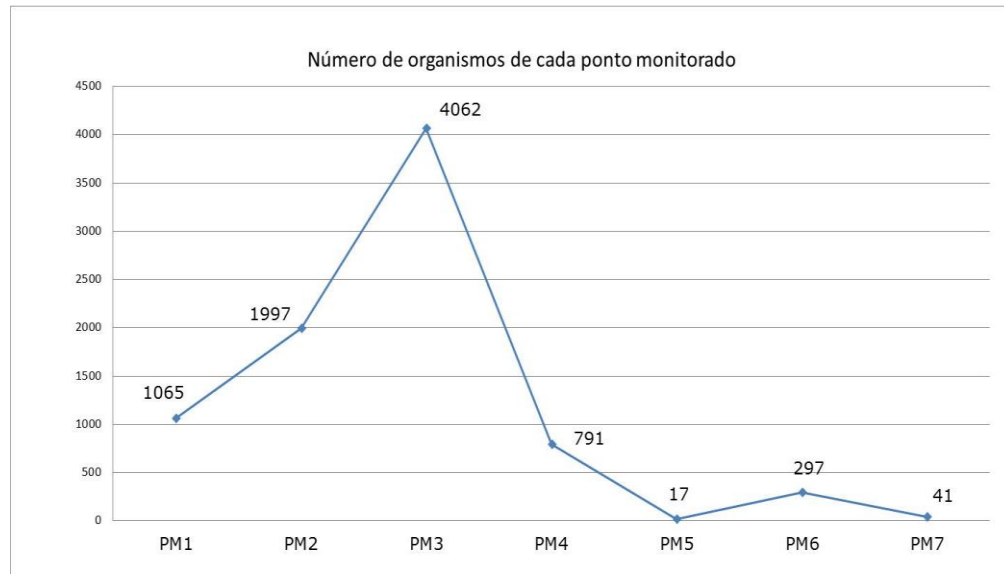


Figura 8.2. Número absoluto de organismos coligidos nas amostras, considerando todas as réplicas, coletadas em janeiro de 2015.

Do total de organismos encontrados 49,12% foram no PM3; 24,15% no PM2; 12,88% no PM1; 9,56% no PM4; 3,59% no PM6; 0,50% no PM5 e 0,21% no PM7. As famílias mais abundantes nas áreas de corredeira foram Chironominae (30,80%), Leptohyphidae (13,40%), Baetidae (8,53%), Elmidae (7,86%), Hydropsychidae (7,56%), Hydroptilidae (3,96%), Philopotamidae (3,77%), Leptophlebiidae (3,35%) e Oligochaeta (3,62%), Figura 8.3.

Nas áreas de remanso foram Chironominae (32,22%), Oligochaeta (31,22%), Nematoda (7,92%) e Isotomidae (3,68%). Os demais táxons apresentaram abundâncias inferiores a 3%, Figura 8.4.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

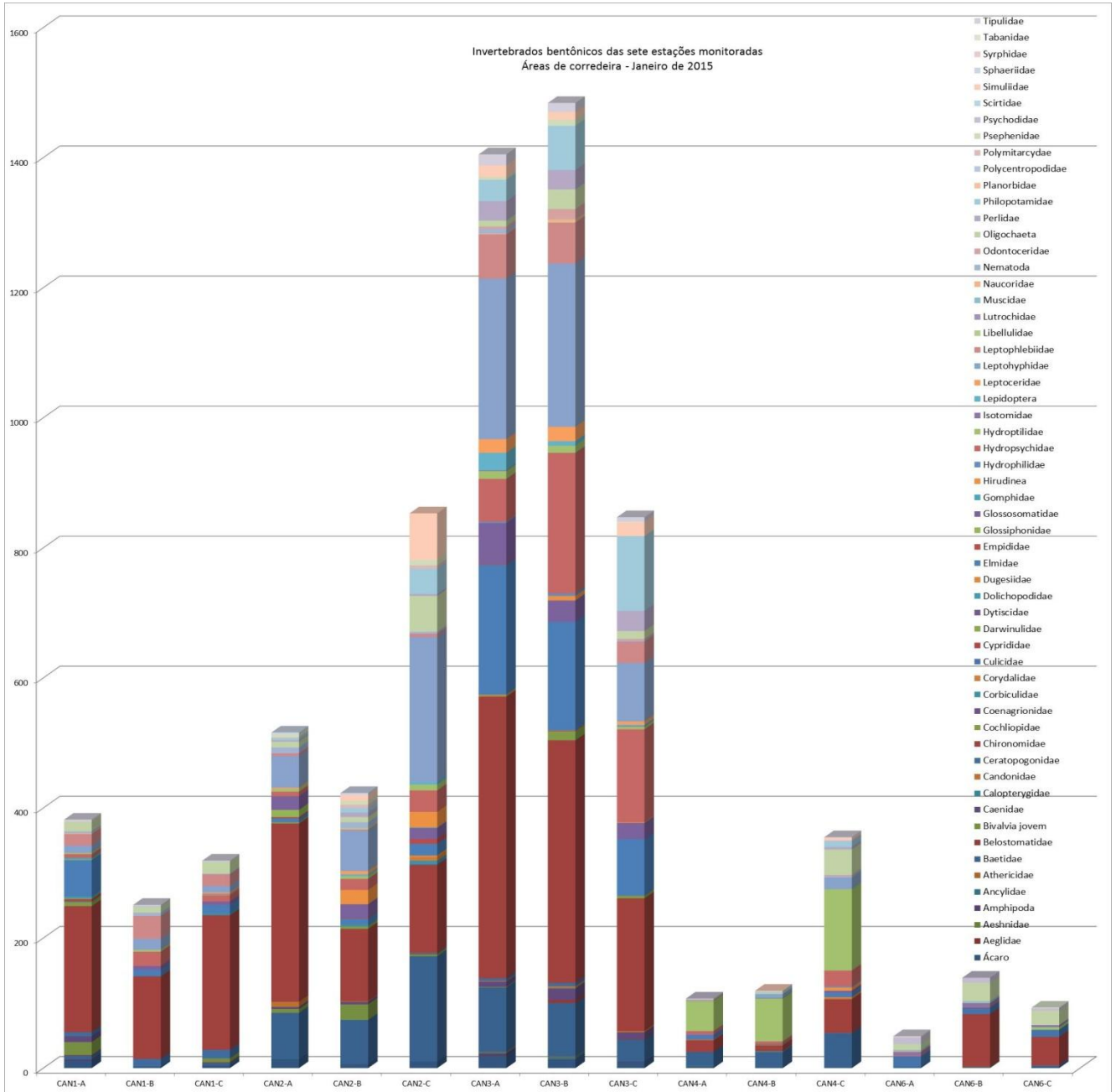


Figura 8.3. Número absoluto de indivíduos coligidos nas amostras das áreas de corredeira dos locais monitorados, Candiota em janeiro/15.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

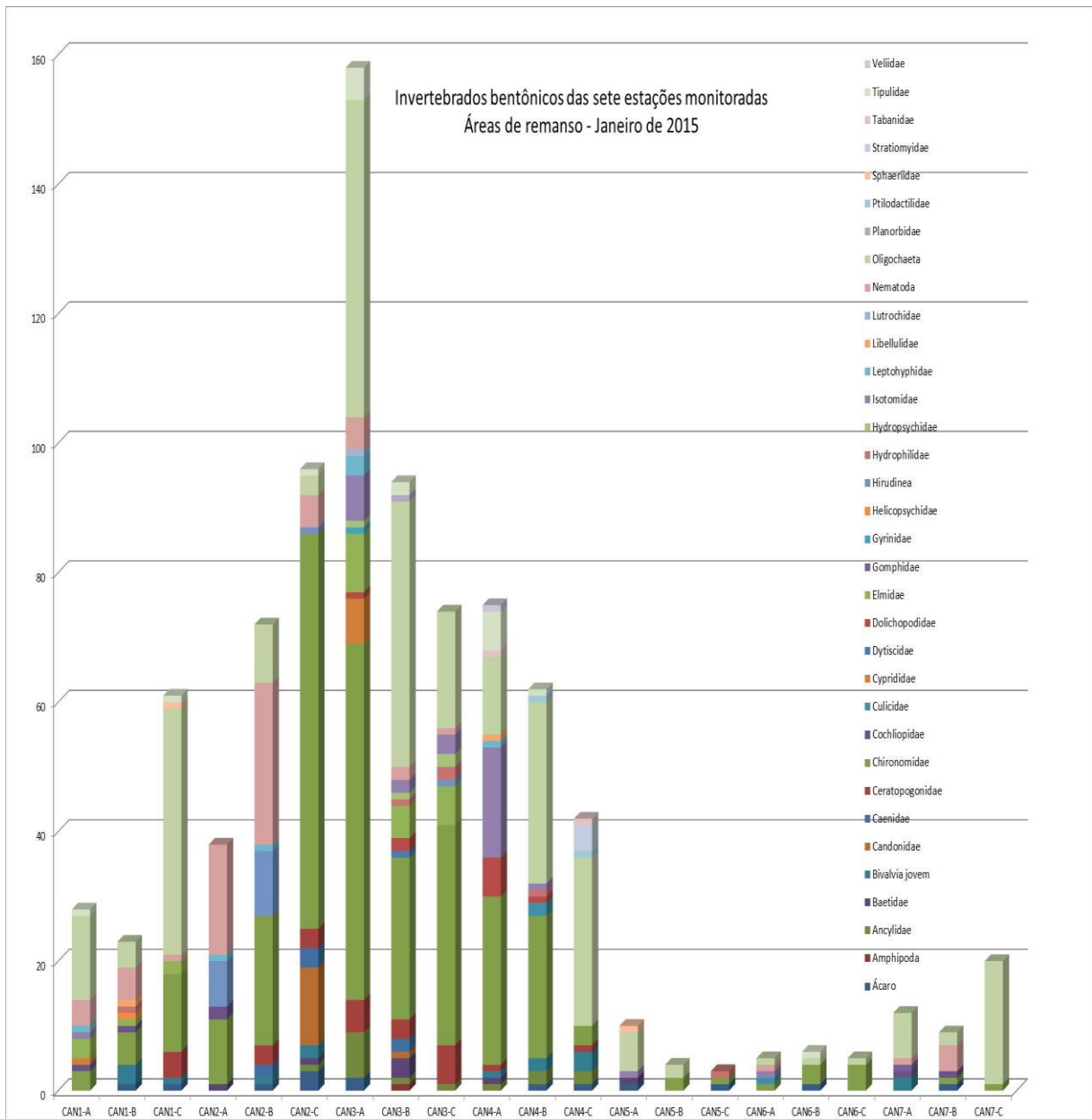


Figura 8.4. Número absoluto de indivíduos coligidos nas amostras das áreas de deposição dos locais monitorados, Candiota em janeiro de 2015.

As famílias identificadas e a ocorrência por estação amostral podem ser visualizadas na Tabela 8.1.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.1. Ocorrência dos táxons da macrofauna bentônica em áreas de remanso e corredeira, campanha amostral verão, Candiota (janeiro de 2015).

| | PM1 | PM2 | PM3 | PM4 | PM5 | PM6 | PM7 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ácaro | • | • | • | • | • | • | • |
| Aeglidae | | | • | | | | |
| Aeshnidae | | | | | | • | |
| Amphipoda | • | | • | • | | | |
| Ancylidae | | • | • | • | | | |
| Athericidae | | | • | | | | |
| Baetidae | • | • | • | • | • | • | |
| Belostomatidae | • | | • | | | | |
| Bivalvia jovem | • | • | • | • | | | • |
| Caenidae | • | • | • | • | | | |
| Calopterygidae | | • | • | | | | |
| Candonidae | | • | • | | | | |
| Ceratopogonidae | • | • | • | • | | • | |
| Chironomidae | • | • | • | • | • | • | • |
| Cochliopidae | • | • | • | • | | | • |
| Coenagrionidae | | • | | | | | |
| Corbiculidae | • | • | | | | | |
| Corydalidae | | • | • | • | | | |
| Culicidae | | • | • | | | • | |
| Cyprididae | • | | • | | | | |
| Darwinulidae | • | | | | | | |
| Dolichopodidae | • | | • | • | | | |
| Dugesiidae | | • | | • | | | |
| Dytiscidae | | | • | | | • | |
| Elmidae | • | • | • | • | | | |
| Empididae | | • | • | | | | |
| Glossiphonidae | • | • | | | | | |
| Glossosomatidae | • | • | • | • | | | |
| Gomphidae | • | • | | | | | • |
| Gyrinidae | | | • | | | | |
| Helicopsychidae | • | | | | | | |
| Hirudinea | | • | • | • | | | |
| Hydrophilidae | • | | • | • | • | | |
| Hydropsychidae | • | • | • | • | | • | |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
| Hydroptilidae | • | • | • | • | | • |
| Isotomidae | • | | • | • | • | • |
| Lepidoptera | | • | • | • | | |
| Leptoceridae | • | • | • | | | • |
| Leptohyphidae | • | • | • | • | | |
| Leptophlebiidae | • | • | • | • | | |
| Libellulidae | • | • | • | • | | • |
| Lutrochidae | | | • | | | |
| Muscidae | | | | | | • |
| Naucoridae | • | | • | | | |
| Nematoda | • | • | • | • | | • |
| Odontoceridae | | | • | • | | |
| Oligochaeta | • | • | • | • | • | • |
| Perlidae | | • | • | • | | |
| Philopotamidae | | • | • | • | | |
| Planorbidae | | • | • | | | |
| Polycentropodidae | • | | | | | |
| Polymitarcyidae | | • | | | | |
| Psephenidae | | • | • | | | |
| Psychodidae | | | | • | | • |
| Ptilodactilidae | | | | • | | |
| Scirtidae | • | | | | | |
| Simuliidae | | • | • | • | | |
| Sphaeriidae | • | • | | | • | |
| Syrphidae | | | | | | • |
| Stratiomyidae | | | | • | | |
| Tabanidae | | | • | • | | • |
| Tipulidae | • | • | • | • | | • |
| Veliidae | | | | • | | |

Considerando-se as áreas de remanso e corredeira, para o conjunto das estações amostradas encontrou-se 63 táxons.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Biodiversidade e abundância dos táxons nos pontos monitorados

Os pontos de monitoramento PM1, PM2, PM3 e PM4 apresentaram o maior número de táxons do grupo EPT, Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera. É amplamente aceito de que quanto maior for a abundância relativa desses táxons no local maior será a qualidade da água. Esta afirmação deriva do conhecimento de que, em geral, a maioria dos organismos dessas ordens é mais sensível à poluição orgânica (Resh & Jackson, 1993 e Rosenberg & Resh, 1993).

As Figuras 8.5 a 8.11 apresentam a Abundância da macrofauna bentônica encontrada em cada ponto amostral.

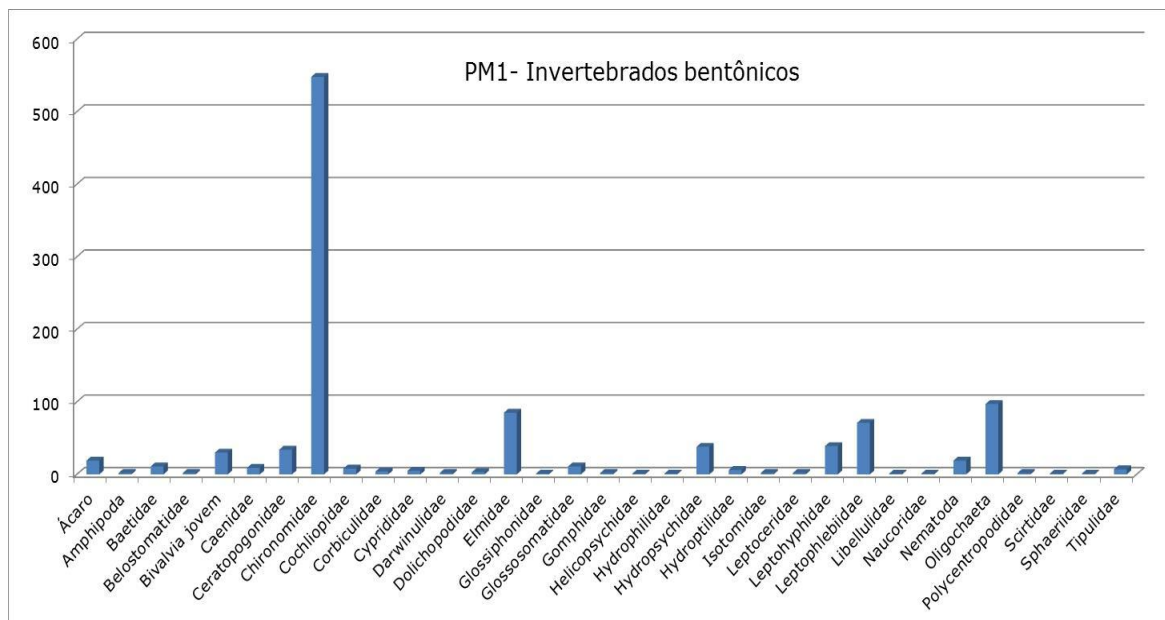


Figura 8.5. Abundância da macrofauna bentônica do PM1 em janeiro de 2015



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

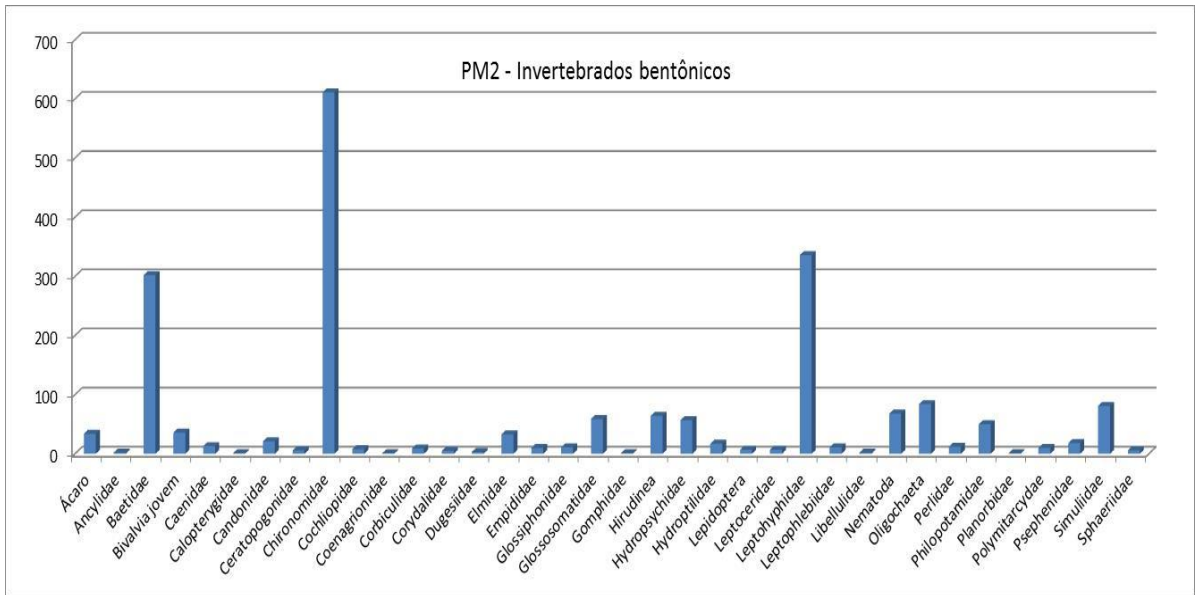


Figura 8.6. Abundância da macrofauna bentônica do PM2 em janeiro de 2015

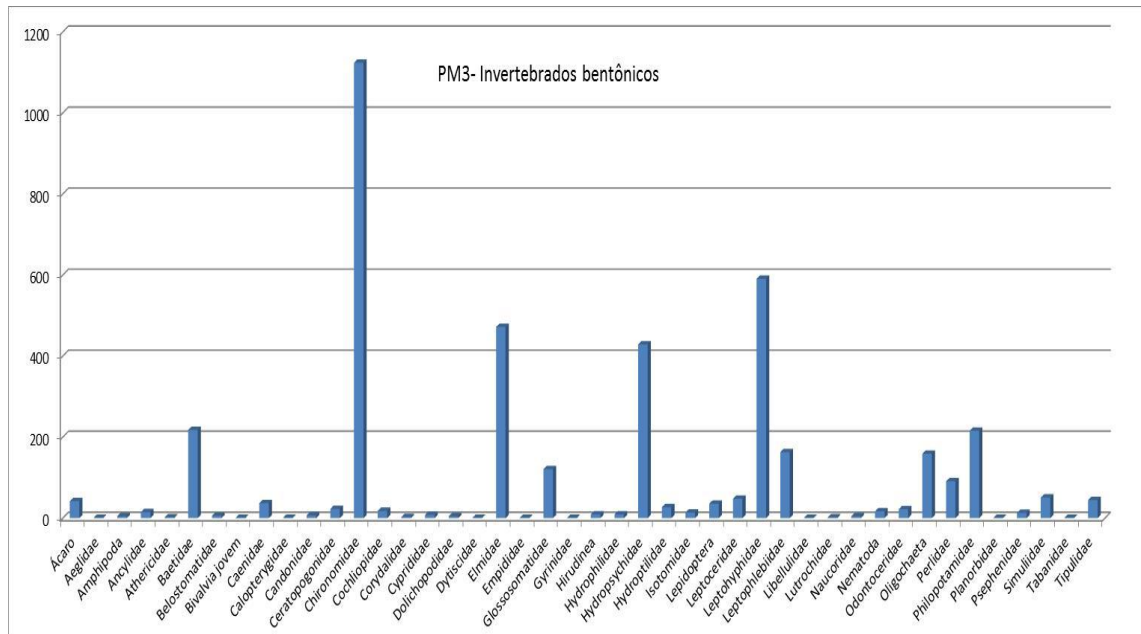


Figura 8.7. Abundância da macrofauna bentônica do PM3 em janeiro de 2015



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

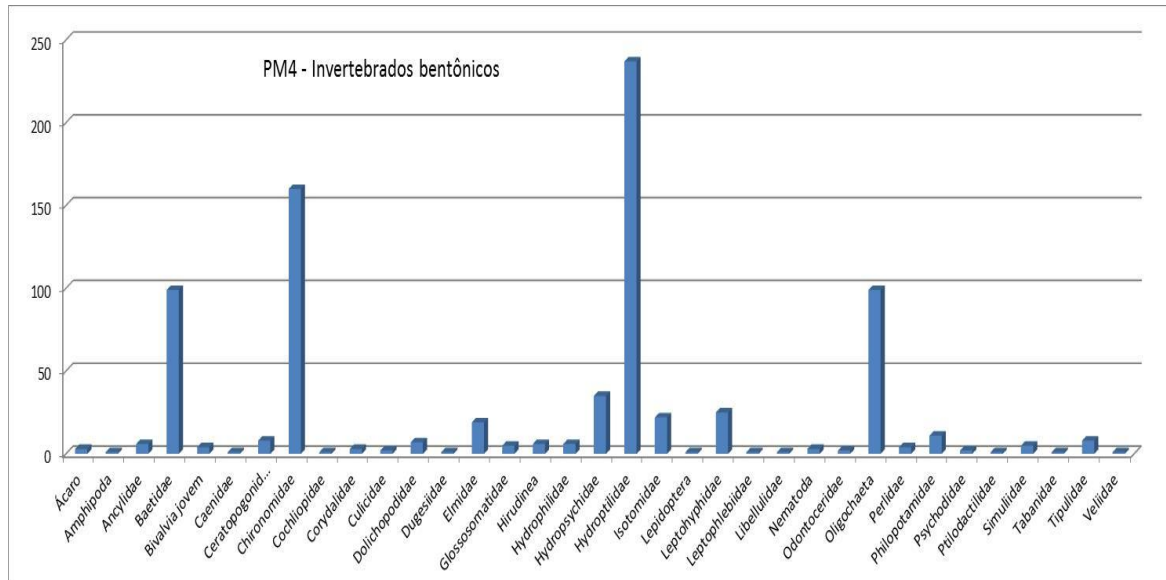


Figura 8.8. Abundância da macrofauna bentônica do PM4 em janeiro de 2015

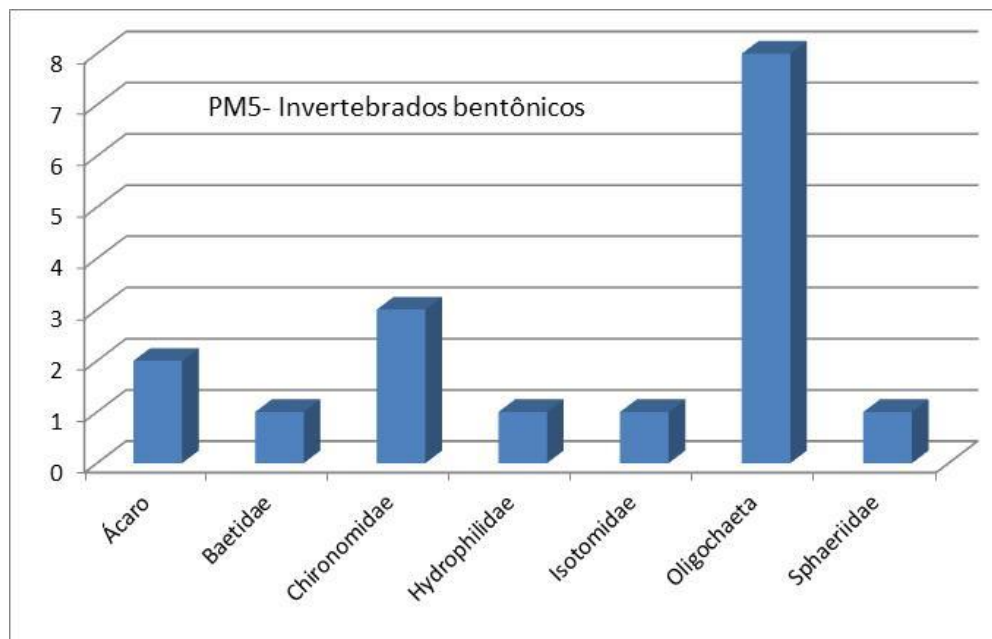


Figura 8.9. Abundância da macrofauna bentônica do PM5 em janeiro de 2015



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

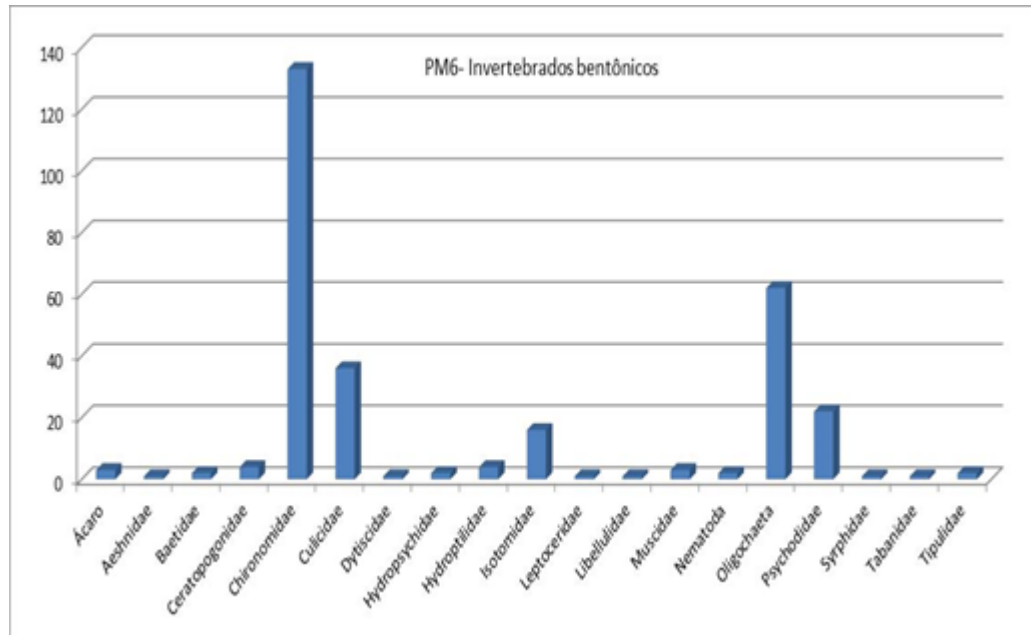


Figura 8.10. Abundância da macrofauna bentônica do PM6 em janeiro de 2015

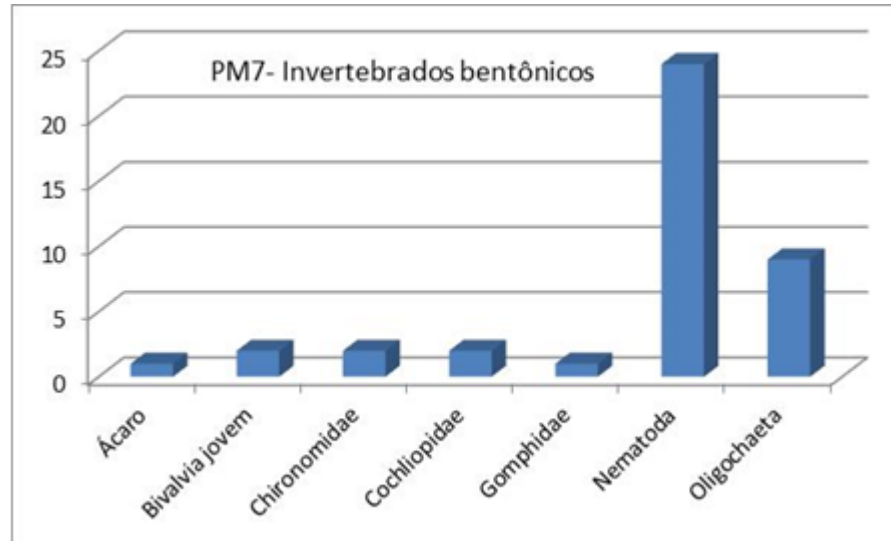


Figura 8.11. Abundância da macrofauna bentônica do PM7 em janeiro de 2015



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Índice BMWP

Para o cálculo do índice BMWP, por estação amostral, foram consideradas as famílias registradas na área de remanso e na área de corredeira. O IBMW permitiu o reconhecimento do estado das águas dos rios segundo uma escala de qualidade que oscila entre classes de 1 a 5, incluem as águas boas (não contaminadas ou não alteradas de forma sensível), aceitável (com leves efeitos de contaminação), duvidosa (águas contaminadas), crítica (muito contaminadas) e muito crítica (fortemente contaminadas).

Na Tabela 8.2 apresentam-se as pontuações (scores) das famílias para a aplicação do BMWP. Principalmente os organismos pertencentes ao chamado grupo EPT Ephemeroptera, Trichoptera e Plechoptera apresentam as maiores pontuações para este índice.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.2. Pontuações (scores) das famílias para a aplicação do BMWP

| FAMÍLIAS | PONTUAÇÃO |
|--|-----------|
| Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Megapodagrionidae, Athericidae, Blephariceridae | 10 |
| Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae | 8 |
| Ephemerellidae, Prosopistomatidae, Nemouridae, Gripopterygidae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Pyralidae, Psephenidae | 7 |
| Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Thiaridae, Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyaellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Leptohyphidae | 6 |
| Oligoneuridae, Polymitarcyidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, Aeglidae | 5 |
| Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae, Hydracarina | 4 |
| Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnocolidae), Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Veliidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae, Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda | 3 |
| Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae | 2 |
| Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae | 1 |






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

A Tabela 8.3 apresenta a classificação segundo o índice IBMWP.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.3. Classes e qualidades da água. Índice IBMWP

| CLASSES | QUALIDADE | VALOR DO I.B.M.W.P. | SIGNIFICADO | COR |
|---------|---------------|---------------------|---|---|
| I | BOA | > 101 | Águas não contaminadas ou não alteradas de forma sensível |  |
| II | ACEITÁVEL | 61 - 100 | Águas com algum sinal evidente de contaminação |  |
| III | DUVIDOSA | 36 - 60 | Águas contaminadas |  |
| IV | CRÍTICA | 16 – 35 | Águas muito contaminadas |  |
| V | MUITO CRÍTICA | < 15 | Águas fortemente contaminadas |  |

Através do BMWP, identificaram-se as estações PM1, PM2, PM3 e PM4 como águas classificadas como águas muito limpas, as estações PM5 e PM7 como muito contaminadas e a PM6 como águas com evidentes efeitos da contaminação, (Tabela 8.4).

Tabela 8.4. Resultado da aplicação do índice BMWP, Candiota em janeiro de 2015

| Estações | PM1 | PM2 | PM3 | PM4 | PM5 | PM6 | PM7 |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| BMWP (classe) | I | I | I | I | IV | II | IV |

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

9. Bioindicadores Ambientais: ICTIOFAUNA

9.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

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



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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

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



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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

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

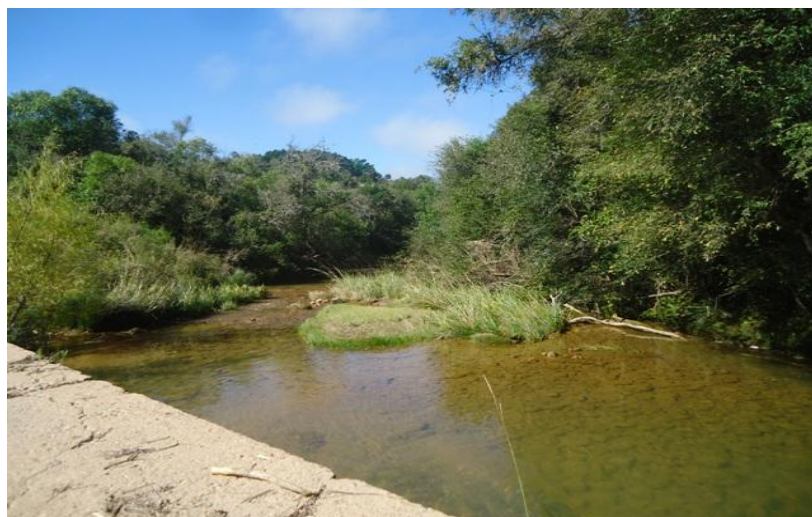


Figura 9.6. Imagem do PT6 da rede de monitoramento no arroio Poacá.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

9.2 Coleta e Preservação das Amostras

A campanha de amostragem de peixes foi realizada entre os dias 9 e 11 de janeiro representando o período do verão de 2015. A temperatura máxima no período foi de 30,6°C e a mínima de 20,1°C com céu ensolarado e chuvas esparsas.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

9.3 Métodos Analíticos

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 9.1 - Intervalos do Índice de Qualidade (IQ)

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

9.4 Resultados e Indicadores de Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

9.4.1 Riqueza e diversidade de espécies

Foram capturados 99 exemplares de peixes, pertencentes a 18 espécies, nove famílias e quatro ordens (Tabela 9.3). A região apresentou fortes chuvas alguns dias antes da campanha, muito acima da média para o mês, os rios se encontravam muito cheios, fato que pode ter influenciado a amostragem, dificultando na captura dos exemplares.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

No ponto 2 as redes de espera foram furtadas, o que já é recorrente para essa estação de amostragem, e no ponto 6 nenhum exemplar foi capturado.

A riqueza nos pontos variou de seis espécies, nos pontos 3 e 4, até 11 espécies no ponto 5. A maior abundância foi encontrada no ponto 1 (34 indivíduos) e a menor nos pontos 3 e 4, com apenas dez indivíduos registrados em cada ponto.

Destacaram-se quanto à abundância o pintado (*Pimelodus pintado*), com cerca de 18% do total de indivíduos capturados e o lambari (*Astyanax fasciatus*) com cerca de 17%.

Biodiversidade e presença de espécies ameaçadas

Não foram capturadas espécies raras ou endêmicas na área de influência da UTE Presidente Médici. Também não foi encontrada nenhuma espécie citada na Lista da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul (Decreto 51.797/2014), sendo todas as espécies consideradas comuns. Além disso, não foram capturadas espécies exóticas na área da UTE.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 9.3 . Relação de espécies de peixes capturados no monitoramento do arroio Candiota na área de influência da UTE Presidente Medici, durante a campanha de verão, realizada em janeiro de 2015.

| Ordem | Família | Espécie | Nome comum | Janeiro/2015 | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------------------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| | | | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 |
| Atheriniformes | Atherinopsidae | <i>Odonthestes bonariensis</i> | peixe rei | | | | | | | 1 |
| Characiformes | Characidae | <i>Astyanax fasciatus</i> | lambari | 7 | | | | 6 | | 4 |
| | | <i>Astyanax jacuhiensis</i> | lambari | 2 | | | | 4 | | |
| | | <i>Astyanax dissensus</i> | lambari | 4 | | | | | | |
| | | <i>Oligosarcus jenynsii</i> | branca | 1 | | 1 | | 1 | | |
| | | <i>Oligosarcus robustus</i> | branca | 1 | | | | 1 | | |
| | Curimatidae | <i>Cyphocharax voga</i> | biru | 4 | | 4 | 1 | 4 | | 1 |
| | Erythrinidae | <i>Hoplias malabaricus</i> | traíra | 4 | | | 1 | | | 2 |
| Perciformes | Cichlidae | <i>Crenicichla punctata</i> | joana | | | 1 | | 2 | | 2 |
| | | <i>Geophagus brasiliensis</i> | cará | | | | | 2 | | |
| | | <i>Gymnogeophagus rhabdotus</i> | cará | | | | | 1 | | 2 |
| Siluriformes | Auchenipteridae | <i>Trachelyopterus lucenai</i> | porrudo | | | | | | | 1 |
| | Heptapteridae | <i>Rhamdia quelen</i> | jundiá | | | | 2 | | | 1 |
| | Loricariidae | <i>Ancistrus brevipinnis</i> | cascardo | | | 2 | | | | |
| | | <i>Hypostomus commersoni</i> | cascardo | | | 1 | 1 | 1 | | 2 |
| | | <i>Loricariichthys anus</i> | viola | | | | | 2 | | 1 |
| | | <i>Rineloricaria strigilata</i> | violinha | | | 1 | 2 | | | |
| Pimelodidae | <i>Pimelodus pintado</i> | pintado | 11 | | | 3 | 4 | | | |
| Riqueza | | | | 8 | 0 | 6 | 6 | 11 | 0 | 10 |
| Abundância | | | | 34 | 0 | 10 | 10 | 28 | 0 | 17 |
| Índice de diversidade H' | | | | 1,82 | 0 | 1,609 | 1,696 | 2,206 | 0 | 2,181 |
| Índice de Qualidade (IQ) | | | | 2,55 | 0,00 | 1,57 | 1,61 | 2,82 | 0,00 | 2,40 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Quanto ao Índice de Qualidade os pontos 1, 5 e 7 podem ser enquadrados na categoria de *Alta Qualidade*, enquanto que os pontos 3 e 4 foram enquadrados na categoria *Baixa Qualidade*. Os pontos 2 e 6 apresentaram valor de IQ zero, o ponto 2 pelo fato das redes de espera terem sido furtadas e o ponto 6 por não ter capturado nenhum exemplar durante a presente campanha (Figura 9.8).

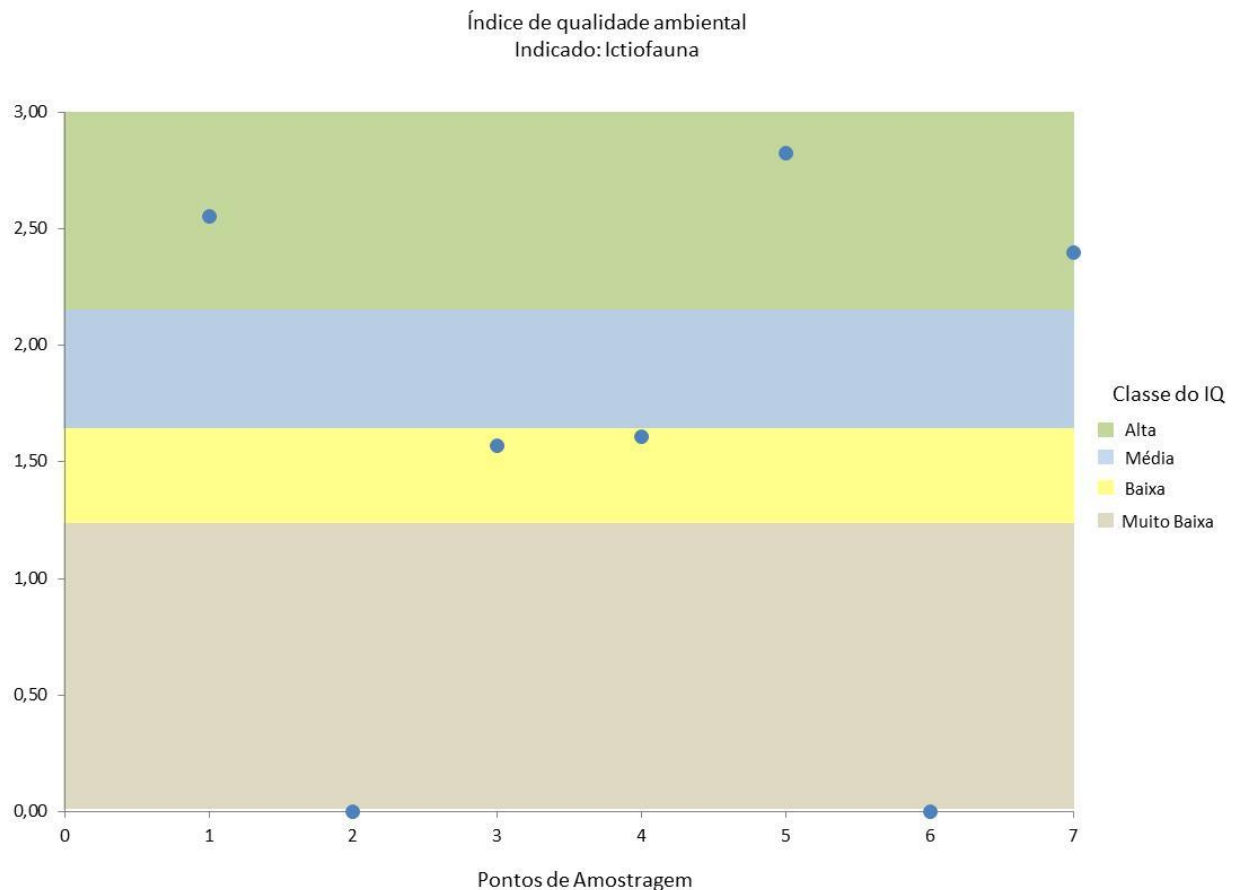


Figura 9.8. Enquadramento dos valores do IQ obtidos para os pontos da rede de monitoramento de peixes no arroio Candiota e tributários na campanha de verão de 2015 na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

9.4.2 Elementos contaminantes

Em relação à análise da presença e concentração de elementos-traço em tecidos corporais dos peixes os resultados das campanhas de primavera de 2014 e verão de 2015 são apresentados nas Tabelas 9.4 e 9.5.

Os resultados da campanha de outubro de 2014 (primavera) apontaram concentrações de Manganês acima dos limites de referência em peixes onívoros (*Steindachnerina biornata*) e herbívoros (*Loricariichthys anus*) capturados no ponto 3, e em peixes onívoros (*Gymnogeophagus gymnogenys* e *Gymnogeophagus rhabdothus*) capturados nos pontos 4 e 6.

Os resultados da campanha de janeiro de 2015 (verão) também apontaram concentrações elevadas de Manganês em biru (*Cyphocharax voga*), peixe onívoro capturado no ponto 3.

O relatório fotográfico das espécies capturadas durante a presente campanha é apresentado na Figura 9.9.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 9.4. Concentrações de elementos traço nos tecidos corporais de peixes do arroio Candiota capturados na campanha de primavera (outubro) de 2014 na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limites de concentração baseados em Bowen (1979). Valor em vermelho indicam concentrações acima dos valores de referência.

| Ponto | Espécie | Nome comum | Nível trófico | Parâmetro | Arsênio | Cádmio | Chumbo | Cobre | Cromo | Manganês | Mercúrio | Níquel | Zinco |
|--|----------------------------------|------------|---------------|--------------|-----------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------|----------------|---------------|
| | | | | Unidade | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. |
| | | | | LOQ | 2,5 | 0,5 | 2,5 | 2,5 | 0,5 | 2,5 | 0,05 | 0,5 | 2,5 |
| P1 | <i>Cyphocharax voga</i> | biru | onívoro | BQ-124746/14 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | 1,6 | 0,06 | <0,1 | 2,6 |
| | <i>Hoplias malabaricus</i> | traíra | carnívoro | BQ-124745/14 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | <0,5 | 0,07 | ND | 11,8 |
| P2 | <i>Astyanax fasciatus</i> | lambari | onívoro | BQ-124758/14 | <0,5 | ND | ND | <0,5 | ND | 1,3 | 0,12 | ND | 11,4 |
| | <i>Australoheros</i> sp. | cará | onívoro | BQ-124754/14 | <0,5 | ND | ND | <0,5 | ND | 0,9 | 0,03 | ND | 3,7 |
| P3 | <i>Steindachnerina biornata</i> | biru | onívoro | BQ-124749/14 | <0,5 | ND | ND | <0,5 | <0,1 | 15,8 | 0,05 | <0,1 | 9,5 |
| | <i>Oligosarcus jenynsii</i> | branca | carnívoro | BQ-124748/14 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | <0,5 | 0,09 | <0,1 | 4,4 |
| | <i>Astyanax fasciatus</i> | lambari | onívoro | BQ-124750/14 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | 3,2 | 0,02 | ND | 8,4 |
| | <i>Loricariichthys anus</i> | viola | herbívoros | BQ-124747/14 | <0,5 | ND | ND | <0,5 | ND | 6,6 | 0,06 | ND | 9,4 |
| P4 | <i>Gymnogeophagus gymnogenys</i> | cará | onívoro | BQ-124753/14 | <0,5 | <0,1 | ND | <0,5 | <0,1 | 13,7 | 0,04 | <0,1 | 3,7 |
| | <i>Cyphocharax voga</i> | biru | onívoro | BQ-124751/14 | <0,5 | ND | ND | <0,5 | <0,1 | 4,6 | 0,03 | <0,1 | 4,6 |
| | <i>Oligosarcus robustus</i> | branca | carnívoro | BQ-124755/14 | <0,5 | ND | ND | <0,5 | ND | <0,5 | 0,33 | ND | 6,0 |
| | <i>Astyanax fasciatus</i> | lambari | onívoro | BQ-124752/14 | <0,5 | ND | ND | <0,5 | ND | 1,6 | 0,06 | ND | 8,0 |
| P6 | <i>Gymnogeophagus gymnogenys</i> | cará | onívoro | BQ-124756/14 | <0,5 | ND | ND | <0,5 | ND | 6,7 | 0,05 | ND | 12,1 |
| | <i>Gymnogeophagus rhabdothus</i> | cará | onívoro | BQ-124757/14 | <0,5 | ND | ND | <0,5 | ND | 5,0 | 0,03 | ND | 7,5 |
| | <i>Oligosarcus jenynsii</i> | branca | carnívoro | BQ-124759/14 | <0,5 | ND | ND | <0,5 | ND | <0,5 | 0,05 | ND | 6,9 |
| Valor de referência (Bowen, 1979) | | | | | 0,2 - 10 | 0,1 - 3 | 0,001 - 15 | 0,7 - 15 | 0,03 - 2 | 0,3 - 4,6 | 0,4 | 0,1 - 4 | 9 - 80 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 9.5. Concentrações de elementos traço nos tecidos corporais de peixes do arroio Candiota capturados na campanha de verão (janeiro) de 2015 na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limites de concentração baseados em Bowen (1979). Valor em vermelho indicam concentrações acima dos valores de referência.

| Ponto | Espécie | Nome comum | Nível trófico | Parâmetro | Arsênio | Cádmio | Chumbo | Cobre | Cromo | Manganês | Mercúrio | Níquel | Zinco |
|--|------------------------------|------------|---------------|--------------|-----------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------|----------------|---------------|
| | | | | Unidade | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | mg/kg P.S. | |
| | | | | LOQ | 2,5 | 0,5 | 2,5 | 2,5 | 0,5 | 2,5 | 0,05 | 0,5 | 2,5 |
| P1 | <i>Astyanax dissensus</i> | lambari | onívoro | BQ-127017/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | 2,3 | ND | <0,1 | 3,2 |
| | <i>Hoplias malabaricus</i> | traíra | carnívoro | BQ-127025/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | 1,7 | 0,02 | <0,1 | 8,9 |
| P3 | <i>Cyphocharax voga</i> | biru | onívoro | BQ-127020/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | 5,2 | <0,01 | <0,1 | 4,3 |
| | <i>Oligosarcus jenynsii</i> | branca | carnívoro | BQ-127022/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | <0,5 | ND | <0,1 | 2,7 |
| | <i>Hypostomus commersoni</i> | cascardo | herbívoro | BQ-127028/15 | ND | ND | <0,5 | <0,5 | ND | 0,8 | ND | <0,1 | 3,9 |
| P4 | <i>Cyphocharax voga</i> | biru | onívoro | BQ-127021/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | 0,6 | <0,01 | <0,1 | 2,6 |
| | <i>Hoplias malabaricus</i> | traíra | carnívoro | BQ-127026/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | <0,5 | <0,01 | <0,1 | 2,6 |
| | <i>Rineloricaria</i> sp. | viola | herbívoro | BQ-127030/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | 0,9 | ND | <0,1 | 3,0 |
| P5 | <i>Oligosarcus jenynsii</i> | branca | carnívoro | BQ-127023/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | 0,6 | ND | <0,1 | 5,0 |
| | <i>Astyanax fasciatus</i> | lambari | onívoro | BQ-127018/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | 0,7 | <0,01 | <0,1 | 5,6 |
| | <i>Loricariichthys anus</i> | cascardo | herbívoro | BQ-127024/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | <0,5 | <0,01 | <0,1 | 3,7 |
| P7 | <i>Hypostomus commersoni</i> | cascardo | herbívoro | BQ-127029/15 | ND | ND | <0,5 | <0,5 | ND | 0,5 | ND | <0,1 | 2,3 |
| | <i>Astyanax fasciatus</i> | lambari | onívoro | BQ-127019/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | 0,6 | ND | <0,1 | 5,6 |
| | <i>Hoplias malabaricus</i> | traíra | carnívoro | BQ-127027/15 | ND | ND | ND | <0,5 | ND | <0,5 | ND | <0,1 | 3,4 |
| Valor de referência (Bowen, 1979) | | | | | 0,2 - 10 | 0,1 - 3 | 0,001 - 15 | 0,7 - 15 | 0,03 - 2 | 0,3 - 4,6 | 0,4 | 0,1 - 4 | 9 - 80 |

Figura 9.9

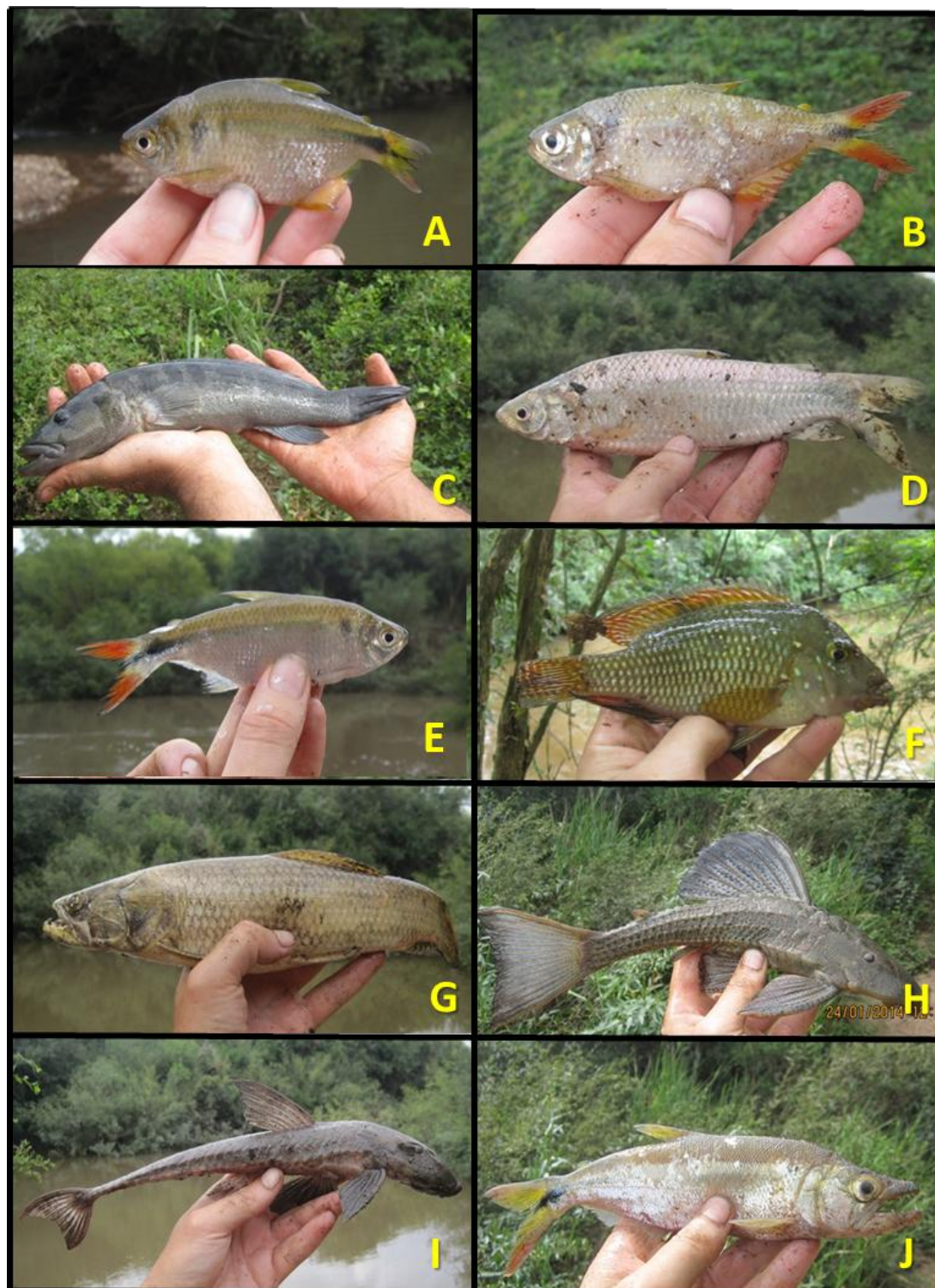




Figura 9.9. Relação das espécies coletadas em janeiro/15: Onde: A) *Astyanax fasciatus*, B) *Astyanax dissensus* C) *Crenicichla punctata*, D) *Cyphocharax voga*, E) *Astyanax fasciatus*, F) *Geophagus brasiliensis*, G) *Hoplias malabaricus*, H) *Hypostomus commersoni*, I) *Loricariichthys anus*, J) *Oligosarcus jenynsii*. K) *Oligosarcus robustus*, L) *Pimelodus pintado*, M) *Gymnogeophagus rhabdotus*, N) *Rhamdia quelen*, O) *Rineloricaria strigilata*, P) *Trachelyopterus lucenai*.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

10. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

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

11. Rede de Monitoramento Ambiental

A localização das Estações Amostrais do Monitoramento do Ambiente Terrestre está apresentada no Quadro 11.1.

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

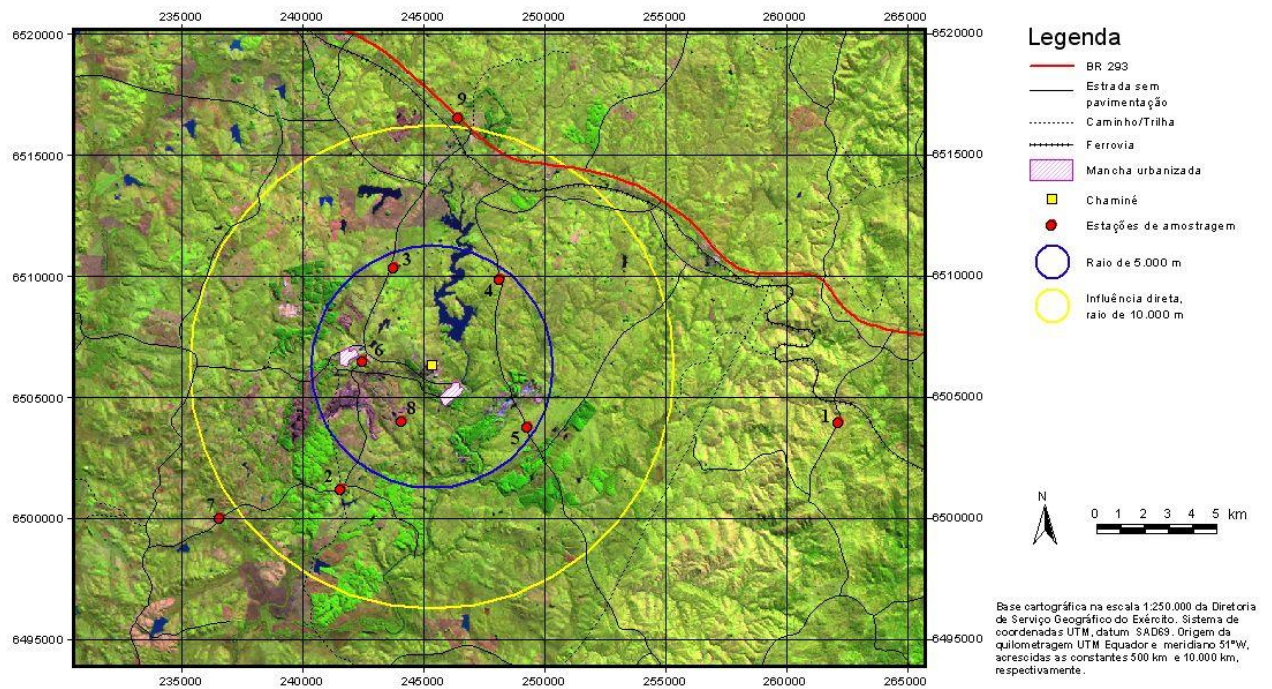


Figura 11.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

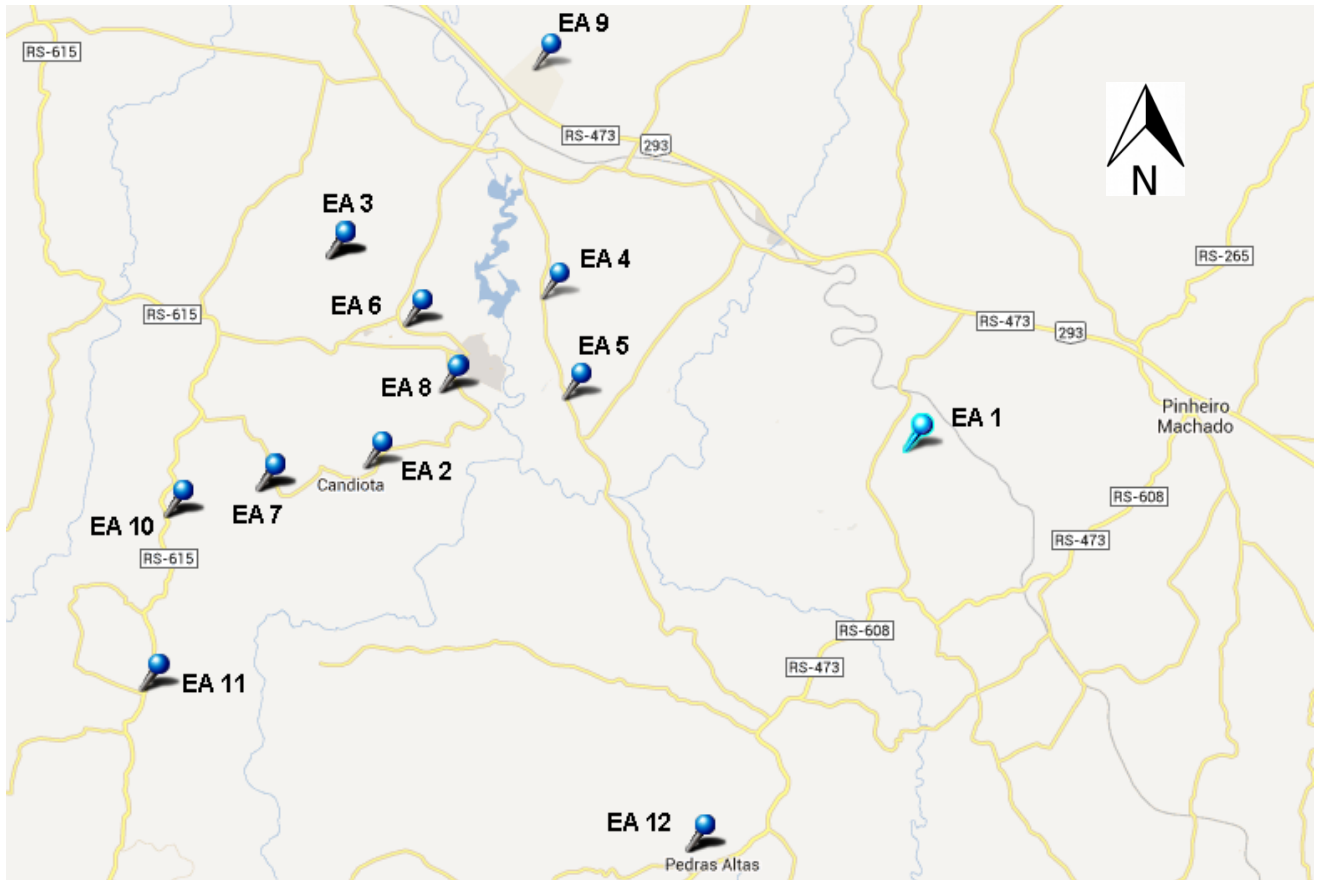


Figura 11.2: Mapa com a localização das estações de amostragem (EAs). Os ícones representam a localização do ponto de amostragem e onde foram tomadas as imagens com as coordenadas geográficas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

12. Monitoramento da FLORA

12.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais identificadas pelo número 1 a 5 estão apresentadas no Quadro 11.1 e 11.2 e a Estação Amostral número 6 está apresentada no Quadro 11.4.

Foram estabelecidas cinco estações de amostragem: **EA1** Serra do Veleda (estação de referência), **EA2** Fazenda Três Lagoas, **EA3** Fazenda Candiota, **EA4** Quadrante Nordeste Chácara Santa Clara (propriedade do Sr. Joel Cunha) e **EA5** Quadrante Sudeste Fazenda Santa Rita (propriedade do Sr. Eugênio Fagundes) e **EA10** Quadrante Noroeste Fazenda Amor de Mãe.

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

- Elaborar um mapa de cobertura vegetal com as características fisionômicas das classes de cobertura, a ser apresentado no Relatório de Integração das 4 campanhas amostrais;
- Examinar as composições florísticas de comunidades vegetais, visando identificar bioindicadores da qualidade ambiental.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

12.2 Trabalho de Campo e Técnicas de Amostragem

A campanha foi realizada no período de 19 a 22 de janeiro de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto a parcialmente nublado e temperatura do ar variando no intervalo de 15,9 a 33,2 °C.

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

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

Para realizar os levantamentos florísticos nas EA2 e EA3, utilizou-se a técnica de parcelas quadradas de 0,25 m², distribuídas alternadamente ao longo de uma transecção da comunidade campestre a ser amostrada. Nas EAs, foram inventariadas 38 parcelas, com exceção da EA1, cujo estudo foi feito pela técnica expedita de levantamento florístico (caminhamento), em virtude das condições climáticas desfavoráveis motivadas por chuva intensa e contínua durante período do trabalho.

Em quatro parcelas de cada EA, dispostas o mais equidistante possível (6^a, 15^a, 24^a e 33^a parcelas), foi estimada a cobertura de cada uma das espécies. A cobertura é um parâmetro fitossociológico através do qual é possível estimar a abundância de espécies de uma área determinada. O método utilizado para tanto foi o de Braun-Blanquet (modificado), com classes de **5** (cobertura entre 75 a 100%) até **r** (cobertura menor do que 1%). No entanto, cabe mencionar



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

que, em cada uma das EAs citadas, o inventário foi realizado no mesmo local das campanhas anteriores. Além disso, o propósito da campanha foi alcançado, uma vez que a riqueza de espécies pode ser registrada tanto com a técnica expedita quanto com a de parcelas quadradas.

12.3 Resultados parciais e comentários.

Nas Tabelas 12.1 a 12.6 estão listados os resultados parciais dos levantamentos florísticos nas respectivas estações de amostragem. Nas Tabelas 12.2 a 12.6 são destacadas em negritos as espécies com frequências absolutas altas (presentes em $\geq 50\%$ das parcelas inventariadas).

Tabela 12.1. Composição florística de uma comunidade campestre na **Serra do Veleza**, Pinheiro Machado, RS, **EA 1**, janeiro/2015.

| Família | Espécie | Nº parcelas com a espécie |
|----------------|----------------------------------|---------------------------|
| Apiaceae | <i>Cyclospermum leptophyllum</i> | 16 |
| Apiaceae | <i>Eryngium horridum</i> | 4 |
| Apiaceae | <i>Eryngium sanguisorba</i> | 2 |
| Araliaceae | <i>Hydrocotyle pusilla</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Aspilia setosa</i> | 3 |
| Asteraceae | <i>Chaptalia arechavaletae*</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Chevreulia sarmentosa</i> | 2 |
| Asteraceae | <i>Gamochoaeta americana</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Lucilia nitens</i> | 12 |
| Asteraceae | <i>Noticastrum diffusum</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Stenachaenium campestre</i> | 3 |
| Convolvulaceae | <i>Dichondra sericea</i> | 33 |
| Convolvulaceae | <i>Evolvulus sericeus</i> | 5 |
| Cyperaceae | <i>Bulbostylis capillaris</i> | 25 |
| Cyperaceae | <i>Cyperus haspan</i> | 4 |
| Cyperaceae | <i>Kyllinga odorata</i> | 17 |
| Fabaceae | <i>Desmodium incanum</i> | 8 |
| Fabaceae | <i>Stylosanthes leiocarpa</i> | 1 |
| Hypoxidaceae | <i>Hypoxis decumbens</i> | 3 |
| Malvaceae | <i>Krapovickasia urticifolia</i> | 3 |
| Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> | 1 |
| Moraceae | <i>Dorstenia brasiliensis</i> | 3 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | |
|----------------|------------------------------------|-----------|
| Oxalidaceae | <i>Oxalis debilis</i> | 4 |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis leiocarpa</i> | 2 |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis</i> sp. 3 | 8 |
| Plantaginaceae | <i>Plantago</i> sp. 2 | 7 |
| Poaceae | <i>Andropogon ternatus</i> | 10 |
| Poaceae | <i>Aristida circinalis</i> | 1 |
| Poaceae | <i>Axonopus affinis</i> | 38 |
| Poaceae | <i>Axonopus pottii</i> | 11 |
| Poaceae | <i>Bromus</i> sp. | 1 |
| Poaceae | <i>Coelorhachis selloana</i> | 1 |
| Poaceae | <i>Dichanthelium sabulorum</i> | 12 |
| Poaceae | <i>Eleusine tristachya</i> | 2 |
| Poaceae | <i>Eragrostis bahiensis</i> | 1 |
| Poaceae | <i>Eragrostis neesii</i> | 5 |
| Poaceae | <i>Melica eremophyla</i> | 1 |
| Poaceae | cf. <i>Panicum olyroides</i> | 2 |
| Poaceae | <i>Paspalum notatum</i> | 38 |
| Poaceae | <i>Paspalum pumilum</i> | 14 |
| Poaceae | <i>Piptochaetium montevidensis</i> | 10 |
| Poaceae | <i>Sporobolus indicus</i> | 14 |
| Poaceae | <i>Steinchisma hians</i> | 26 |
| Poaceae | <i>Stipa</i> sp. | 3 |
| Poaceae | <i>Vulpia bromoides</i> | 7 |
| Rubiaceae | cf. <i>Borreria eryngioides</i> | 6 |
| Rubiaceae | <i>Borreria verticilata</i> | 1 |
| Rubiaceae | <i>Relbunium richardianum</i> | 1 |
| Rubiaceae | <i>Richardia brasiliensis</i> | 27 |
| Rubiaceae | <i>Richardia stellaris</i> | 17 |

* Espécie ameaçada de extinção

Tabela 12.2. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Três Lagoas**, Candiota, RS, **EA 2**, janeiro/2015.

| Família | Espécie | Nº parcelas com a espécie |
|----------------|----------------------------------|---------------------------|
| Apiaceae | <i>Cyclospermum leptophyllum</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Chevreulia sarmentosa</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Soliva anthelmifolia</i> | 2 |
| Convolvulaceae | <i>Dichondra sericea</i> | 1 |
| Cyperaceae | <i>Bulbostylis capillaris</i> | 38 |
| Cyperaceae | <i>Bulbostylis</i> sp. | 1 |
| Cyperaceae | <i>Carex phalaroides</i> | 2 |
| Cyperaceae | <i>Cyperus aggregatus</i> | 1 |
| Cyperaceae | <i>Kyllinga odorata</i> | 13 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | |
|-------------|------------------------------------|-----------|
| Cyperaceae | <i>Kyllinga vaginata</i> | 18 |
| Cyperaceae | <i>Pycreus polystachyos</i> | 2 |
| Fabaceae | <i>Desmodium incanum</i> | 38 |
| Fabaceae | <i>Stylosanthes leiocarpa</i> | 1 |
| Fabaceae | <i>Trifolium polymorphum</i> | 8 |
| Iridaceae | <i>Sisyrinchium micranthum</i> | 1 |
| Lamiaceae | <i>Scutellaria racemosa</i> | 5 |
| Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> | 13 |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis debilis</i> | 1 |
| Poaceae | <i>Axonopus affinis</i> | 37 |
| Poaceae | <i>Axonopus pottii</i> | 37 |
| Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> | 24 |
| Poaceae | <i>Dichanthelium sabulorum</i> | 2 |
| Poaceae | <i>Eragrostis plana</i> | 21 |
| Poaceae | <i>Paspalum notatum</i> | 30 |
| Poaceae | <i>Paspalum pumilum</i> | 8 |
| Poaceae | <i>Piptochaetium montevidensis</i> | 2 |
| Poaceae | <i>Setaria parviflora</i> | 4 |
| Poaceae | <i>Sporobolus indicus</i> | 7 |
| Poaceae | <i>Steinchisma hians</i> | 1 |
| Poaceae | <i>Vulpia bromoides</i> | 2 |
| Poaceae | | 1 |
| Rubiaceae | <i>Diodia saponariifolia</i> | 3 |
| Rubiaceae | <i>Richardia brasiliensis</i> | 2 |
| Verbenaceae | <i>Verbena montevidensis</i> | 2 |

Tabela 12.3. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Candiota**, Candiota, RS, **EA 3**, janeiro/2015.

| Família | Espécie | Nº parcelas com a espécie |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Apiaceae | <i>Centella</i> sp. | 2 |
| Apiaceae | <i>Eryngium horridum</i> | 3 |
| Araliaceae | <i>Hydrocotyle pusilla</i> | 6 |
| Asteraceae | <i>Aspilia setosa</i> | 3 |
| Asteraceae | <i>Baccharis coridifolia</i> | 4 |
| Asteraceae | <i>Baccharis dracunculifolia</i> | 4 |
| Asteraceae | <i>Chevreulia acuminata</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Chevreulia sarmentosa</i> | 11 |
| Asteraceae | <i>Elephantopus mollis</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Eupatorium buniifolium</i> | 5 |
| Asteraceae | <i>Gamochaeta americana</i> | 3 |
| Asteraceae | <i>Solidago chilensis</i> | 8 |
| Asteraceae | <i>Baccharis articulata</i> | 3 |
| Caryophyllaceae | <i>Cerastium humifusum</i> | 1 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | |
|----------------|------------------------------------|-----------|
| Convolvulaceae | <i>Dichondra sericea</i> | 2 |
| Convolvulaceae | <i>Evolvulus sericeus</i> | 7 |
| Cyperaceae | <i>Bulbostylis capillaris</i> | 5 |
| Cyperaceae | <i>Cyperus aggregatus</i> | 3 |
| Cyperaceae | <i>Kyllinga odorata</i> | 13 |
| Cyperaceae | <i>Kyllinga vaginata</i> | 10 |
| Cyperaceae | <i>Pycreus polystachyos</i> | 1 |
| Cyperaceae | <i>Rhynchospora</i> sp. | 2 |
| Fabaceae | <i>Desmodium incanum</i> | 35 |
| Fabaceae | <i>Trifolium polymorphum</i> | 1 |
| Hypoxidaceae | <i>Hypoxis decumbens</i> | 4 |
| Lamiaceae | | 2 |
| Lythraceae | <i>Cuphea glutinosa</i> | 1 |
| Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> | 29 |
| Myrtaceae | <i>Psidium incanum</i> | 2 |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis leiocarpa</i> | 1 |
| Plantaginaceae | | 1 |
| Poaceae | <i>Andropogon ternatus</i> | 1 |
| Poaceae | <i>Axonopus affinis</i> | 35 |
| Poaceae | <i>Coelorhachis selloana</i> | 2 |
| Poaceae | <i>Dichanthelium sabulorum</i> | 3 |
| Poaceae | <i>Eleusine tristachya</i> | 5 |
| Poaceae | <i>Eragrostis bahiensis</i> | 1 |
| Poaceae | <i>Eragrostis neesii</i> | 3 |
| Poaceae | <i>Eragrostis plana</i> | 17 |
| Poaceae | <i>Paspalum dilatatum</i> | 1 |
| Poaceae | <i>Paspalum notatum</i> | 38 |
| Poaceae | <i>Piptochaetium montevidensis</i> | 21 |
| Poaceae | <i>Setaria parviflora</i> | 1 |
| Poaceae | <i>Sporobolus indicus</i> | 8 |
| Poaceae | <i>Steinchisma hians</i> | 4 |
| Rubiaceae | <i>Borreria verticilata</i> | 6 |
| Rubiaceae | <i>Relbunium richardianum</i> | 1 |
| Rubiaceae | <i>Richardia brasiliensis</i> | 10 |
| Rubiaceae | <i>Richardia stellaris</i> | 5 |
| Solanaceae | <i>Solanum reflexum</i> | 2 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.4. Composição florística de uma comunidade campestre na **Chácara Santa Clara**, Candiota, RS, **EA 4**, janeiro/2015.

| Família | Espécie | Nº parcelas com a espécie |
|----------------|------------------------------------|---------------------------|
| Apiaceae | <i>Eryngium sanguisorba</i> | 2 |
| Asteraceae | <i>Baccharis coridifolia</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Baccharis trimera</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Chaptalia</i> sp. | 1 |
| Asteraceae | <i>Eupatorium buniifolium</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Gamochaeta americana</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Vernonia nudiflora</i> | 1 |
| Convolvulaceae | <i>Dichondra sericea</i> | 12 |
| Convolvulaceae | <i>Evolvulus sericeus</i> | 30 |
| Cyperaceae | <i>Bulbostylis capillaris</i> | 1 |
| Cyperaceae | <i>Eleocharis</i> sp. | 7 |
| Cyperaceae | <i>Kyllinga odorata</i> | 4 |
| Cyperaceae | <i>Kyllinga vaginata</i> | 2 |
| Fabaceae | <i>Desmodium incanum</i> | 37 |
| Fabaceae | <i>Stylosanthes leiocarpa</i> | 7 |
| Fabaceae | <i>Stylosanthes montevidensis</i> | 2 |
| Fabaceae | <i>Trifolium</i> sp. | 1 |
| Hypoxidaceae | <i>Hypoxis decumbens</i> | 4 |
| Linaceae | <i>Cliococca selaginoides</i> | 6 |
| Orobanchaceae | <i>Agalinis communis</i> | 3 |
| Poaceae | <i>Andropogon ternatus</i> | 10 |
| Poaceae | <i>Axonopus affinis</i> | 28 |
| Poaceae | <i>Dichanthelium sabulorum</i> | 4 |
| Poaceae | <i>Eragrostis neesii</i> | 10 |
| Poaceae | <i>Eragrostis plana</i> | 34 |
| Poaceae | <i>Paspalum notatum</i> | 35 |
| Poaceae | <i>Paspalum</i> sp. | 7 |
| Poaceae | <i>Piptochaetium montevidensis</i> | 32 |
| Poaceae | <i>Steinchisma hians</i> | 2 |
| Rubiaceae | cf. <i>Borreria eryngioides</i> | 2 |
| Rubiaceae | <i>Galianthe fastigiata</i> | 2 |
| Rubiaceae | <i>Galianthe verbenoides</i> | 1 |
| Rubiaceae | <i>Relbunium richardianum</i> | 1 |
| Rubiaceae | <i>Richardia brasiliensis</i> | 27 |
| Rubiaceae | <i>Richardia stellaris</i> | 14 |
| Verbenaceae | <i>Glandularia marrubioides</i> | 1 |
| NI | | 1 |

NI = Não identificada



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.5. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Santa Rita**, Candiota, RS, **EA 5**, janeiro/2015.

| Família | Espécie | Nº parcelas com a espécie |
|----------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Apiaceae | <i>Cyclospermum leptophyllum</i> | 12 |
| Apiaceae | <i>Eryngium horridum</i> | 8 |
| Asteraceae | <i>Baccharis coridifolia</i> | 2 |
| Asteraceae | <i>Baccharis trimera</i> | 4 |
| Asteraceae | <i>Chevreulia sarmentosa</i> | 4 |
| Asteraceae | <i>Eupatorium buniifolium</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Senecio brasiliensis</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Vernonia nudiflora</i> | 1 |
| Convolvulaceae | <i>Dichondra sericea</i> | 32 |
| Convolvulaceae | <i>Evolvulus sericeus</i> | 12 |
| Cyperaceae | <i>Bulbostylis capillaris</i> | 34 |
| Cyperaceae | <i>Carex phalaroides</i> | 1 |
| Cyperaceae | <i>Cyperus haspan</i> | 2 |
| Cyperaceae | <i>Kyllinga odorata</i> | 7 |
| Fabaceae | <i>Desmodium incanum</i> | 38 |
| Iridaceae | <i>Sisyrinchium micranthum</i> | 1 |
| Lamiaceae | <i>Scutellaria racemosa</i> | 1 |
| Orobanchaceae | <i>Agalinis communis</i> | 1 |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis debilis</i> | 1 |
| Plantaginaceae | <i>Plantago</i> sp. 1 | 2 |
| Plantaginaceae | <i>Plantago</i> sp. 2 | 3 |
| Poaceae | <i>Andropogon ternatus</i> | 6 |
| Poaceae | <i>Axonopus affinis</i> | 38 |
| Poaceae | <i>Axonopus pottii</i> | 32 |
| Poaceae | <i>Coelorhachis selloana</i> | 3 |
| Poaceae | <i>Dichanthelium sabulorum</i> | 5 |
| Poaceae | <i>Eleusine tristachya</i> | 12 |
| Poaceae | <i>Eragrostis neesii</i> | 2 |
| Poaceae | <i>Eragrostis plana</i> | 5 |
| Poaceae | <i>Paspalum notatum</i> | 34 |
| Poaceae | <i>Paspalum pumilum</i> | 5 |
| Poaceae | <i>Piptochaetium montevidensis</i> | 3 |
| Poaceae | <i>Setaria parviflora</i> | 5 |
| Poaceae | <i>Sporobolus indicus</i> | 23 |
| Poaceae | <i>Steinchisma hians</i> | 2 |
| Poaceae | <i>Stipa</i> sp. | 1 |
| Rubiaceae | <i>Relbunium richardianum</i> | 3 |
| Rubiaceae | <i>Richardia brasiliensis</i> | 15 |
| Rubiaceae | <i>Richardia stellaris</i> | 2 |
| Verbenaceae | <i>Glandularia marrubioides</i> | 3 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.6. Composição florística de uma comunidade campestre na **Fazenda Amor de Mãe**, Candiota, RS, **EA 10**, janeiro/2015.

| Família | Espécie | Nº parcelas com a espécie |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Apiaceae | <i>Cyclospermum leptophyllum</i> | 2 |
| Apiaceae | <i>Eryngium horridum</i> | 1 |
| Asteraceae | <i>Baccharis trimera</i> | 3 |
| Asteraceae | <i>Eupatorium buniifolium</i> | 6 |
| Asteraceae | <i>Hypocheris glabra</i> | 2 |
| Asteraceae | <i>Solidago chilensis</i> | 3 |
| Caryophyllaceae | <i>Cerastium humifusum</i> | 2 |
| Convolvulaceae | <i>Dichondra sericea</i> | 8 |
| Convolvulaceae | <i>Evolvulus sericeus</i> | 1 |
| Cyperaceae | <i>Bulbostylis capillaris</i> | 20 |
| Cyperaceae | <i>Carex phalaroides</i> | 3 |
| Cyperaceae | <i>Cyperus aggregatus</i> | 16 |
| Cyperaceae | <i>Kyllinga odorata</i> | 10 |
| Cyperaceae | <i>Kyllinga vaginata</i> | 2 |
| Fabaceae | <i>Desmodium incanum</i> | 17 |
| Hypoxidaceae | <i>Hypoxis decumbens</i> | 2 |
| Iridaceae | <i>Sisyrinchium micranthum</i> | 2 |
| Iridaceae | <i>Sisyrinchium palmitifolium</i> | 13 |
| Lamiaceae | <i>Scutellaria racemosa</i> | 4 |
| Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> | 1 |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis</i> sp. 3 | 1 |
| Poaceae | <i>Andropogon ternatus</i> | 5 |
| Poaceae | <i>Axonopus affinis</i> | 24 |
| Poaceae | <i>Axonopus pottii</i> | 25 |
| Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> | 38 |
| Poaceae | <i>Dichantherium sabulorum</i> | 2 |
| Poaceae | <i>Paspalum dilatatum</i> | 5 |
| Poaceae | <i>Paspalum notatum</i> | 13 |
| Poaceae | <i>Paspalum pumilum</i> | 20 |
| Poaceae | <i>Setaria parviflora</i> | 11 |
| Poaceae | <i>Steinchisma hians</i> | 8 |
| Poaceae | <i>Stipa</i> sp. | 2 |
| Poaceae | <i>Vulpia bromoides</i> | 4 |
| Poaceae | | 7 |
| Primulaceae | <i>Centunculus minimus</i> | 1 |
| Rubiaceae | <i>Borreria eryngioides</i> | 8 |
| Rubiaceae | <i>Borreria verticilata</i> | 2 |
| Rubiaceae | <i>Diodia brasiliensis</i> | 1 |
| Rubiaceae | <i>Diodia saponariifolia</i> | 6 |
| Solanaceae | <i>Nierembergia veitchii</i> | 1 |



12.4 Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

Na Tabela 12.7 apresenta-se uma comparação das EAs, considerando a riqueza de espécies, as espécies com frequência absoluta mais alta (acima de 50% das parcelas inventariadas; espécies destacadas em negrito nos respectivos quadros) e espécies mais abundantes (cobertura acima de 25% nas parcelas amostradas).

Tabela 12.7. Comparação das seis EAs na coleta de janeiro de 2015.

| EA | Riqueza | Espécies com frequência alta | Espécies mais abundantes |
|-----|---------|---|---|
| EA1 | 50 | <i>A. affinis</i> , <i>B. capillaris</i> , <i>D. sericea</i> , <i>R. brasiliensis</i> , <i>S. indicus</i> | <i>A. affinis</i> , <i>P. notatum</i> |
| EA2 | 34 | <i>A. affinis</i> , <i>A. pottii</i> , <i>B. capillaris</i> , <i>C. dactylon</i> , <i>D. incanum</i> , <i>E. plana</i> , <i>R. brasiliensis</i> | <i>A. affinis</i> , <i>A. pottii</i> , <i>D. incanum</i> , <i>P. pumilum</i> |
| EA3 | 50 | <i>A. affinis</i> , <i>D. incanum</i> , <i>P. notatum</i> , <i>P. montevidensis</i> , <i>S. rhombifolia</i> | <i>A. affinis</i> , <i>D. incanum</i> , <i>E. plana</i> , <i>P. notatum</i> , <i>S. rhombifolia</i> |
| EA4 | 37 | <i>A. affinis</i> , <i>D. incanum</i> , <i>E. plana</i> , <i>E. sericeus</i> , <i>P. notatum</i> , <i>P. montevidensis</i> , <i>R. brasiliensis</i> | <i>D. incanum</i> , <i>E. plana</i> , <i>P. notatum</i> |
| EA5 | 40 | <i>A. affinis</i> , <i>A. pottii</i> , <i>B. capillaris</i> , <i>D. incanum</i> , <i>D. sericea</i> , <i>P. notatum</i> , <i>S. indicus</i> | <i>A. affinis</i> , <i>A. pottii</i> , <i>D. incanum</i> |
| EA6 | 40 | <i>A. affinis</i> , <i>A. pottii</i> , <i>B. capillaris</i> , <i>C. dactylon</i> , <i>P. pumilum</i> | <i>C. dactylon</i> |

Em todas as seis EAs, constataram-se riquezas de espécies menores do que as verificadas na campanha realizada na primavera de 2014.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nas estações EA1 e EA3 registraram-se os valores mais altos de riqueza de espécies (50 espécies em cada uma), mantendo essas posições observadas em campanhas anteriores. Essas duas EAs, no entanto, exibem situações bem distintas.

Na EA1, o campo é mantido baixo, pastejado com regularidade. Na EA3, devido à exclusão do pastejo, constata-se o avanço gradativo da vegetação arbustiva sobre o campo (ver Figura 12.1), cujas espécies mais heliófilas sentem-se cada vez mais privadas de luz e tendem a desaparecer. A EA4 mantém a tendência de valores baixos de riqueza de espécies, cabendo, nesse sentido, mencionar novamente a influência da propagação da invasora *Eragrostis plana*.



Figura 12.1. Fotografia mostrando o avanço do processo sucessional na EA3 (Fazenda Candiota), com o estabelecimento de uma vegetação com fisionomia herbáceo-arbustiva.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entre as Poaceae, família com presença marcante em comunidades campestres, destaca-se *Axonopus affinis*, com frequência alta em todas as EAs e abundante na maioria delas.

Na EA 1 Serra do Veleda foi registrada a ocorrência da asteraceae *Chaptalia arechavaletae* (Figura 12.2), classificada como Ameaçada na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008, do Ministério do Meio Ambiente) e, classificada como Em Perigo – EN, na Lista Oficial da Flora Ameaçada de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul (Decreto Estadual nº 42.099 de 31 de dezembro de 2002).



Figura 12.2. Fotografia mostrando o registro de ocorrência de *Chaptalia arechavaletae* na **EA1** Serra do Veleda. A espécie consta como ameaçada nas listas federal e estadual de espécies da flora ameaçada de extinção.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

13. Monitoramento da AVIFAUNA

13.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

13.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 17, 18, 24 e 25 de Janeiro de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por apresentar céu parcialmente nublado, com chuvas esparsas, com temperatura do ar variando no intervalo de 17,9 a 29,3 °C.

13.3 Técnicas de amostragem

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

A abundância relativa de cada espécie foi obtida através da divisão do número de contatos pelo número total de pontos amostrados em cada estação amostral. O resultado obtido é expresso como um Índice Pontual de Abundância – IPA (Vielliard, 2000; Anjos, 2001), que poderá ser comparado entre as diferentes amostragens em um mesmo ponto.

O método por transectos constitui-se de caminhadas lentas pelos distintos habitats de áreas abertas (incluindo campo seco, campo úmido, pastagens e cultivos). Foi utilizado como unidade amostral um período de 30 minutos de observação e assim como no método anterior, toda ave vista ou ouvida foi considerada como um contato.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

13.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

Um total de 105 espécies de aves (Tabela 13.1) foi registrado através do uso conjunto das duas metodologias na expedição de verão em Candiota. Dentre as aves levantadas, 82 espécies foram obtidas pelo método de pontos e 90 espécies foram registradas nas contagens por transectos – índices de abundância apresentados na Tabela 13.1. Nenhuma nova espécie foi acrescentada à listagem já existente, mantendo-se um total acumulado de 191 espécies para a área de influência da UTE Presidente Médici (Anexo 13.1), o que representa 28,9% do total de espécies de aves registradas para o Rio Grande do Sul (Bencke *et al.*, 2010).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Belton (1994) cita para a região de Candiota 197 espécies, valor oriundo dos trabalhos realizados por esse pesquisador na década de 70, anterior à construção da UTE de Candiota. Salienta-se, entretanto, que Belton (1994) utilizou amostragem qualitativa, sem restrições de áreas e ambientes, resultando numa riqueza maior. Diferentemente, o presente estudo utilizou amostragens quantitativas e com restrições de áreas.

Assim como ocorrido nas últimas amostragens, a EA 2 apresentou a maior riqueza na presente campanha, com 63 espécies. A menor riqueza foi registrada na EA 3, com 36 espécies (Figura 13.1). Mesmo com a semelhança parcial dos resultados ao longo do tempo, a diferença na riqueza entre as áreas amostrais é flutuante entre as campanhas já realizadas, variando com a época do ano, presença de espécies migratórias, período reprodutivo das aves e distintos usos do solo.

Dezoito espécies estiveram presentes nas cinco estações amostrais (Tabela 13.1) – perdigão (*Rhynchotus rufescens*), quero-quero (*Vanellus chilensis*), juriti-pupu (*Leptotila verreauxi*), caturrita (*Myiopsitta monachus*), anu-branco (*Guirra guira*), pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris* – Figura 13.2), choca-da-mata (*Thamnophilus caerulescens*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*), joão-teneném (*Synallaxis spixi*), irré (*Myiarchus swainsoni*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), tesourinha (*Tyrannus savana*), suiriri (*Tyrannus melancholicus*), corruíra (*Troglodytes musculus*), sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*), tico-tico (*Zonotrichia capensis*), coleirinho (*Sporophila caerulescens*) e pula-pula-assobiador (*Myiothlypis leucoblephara*). Por outro lado, 39 espécies foram registradas em somente uma estação amostral durante a última expedição.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

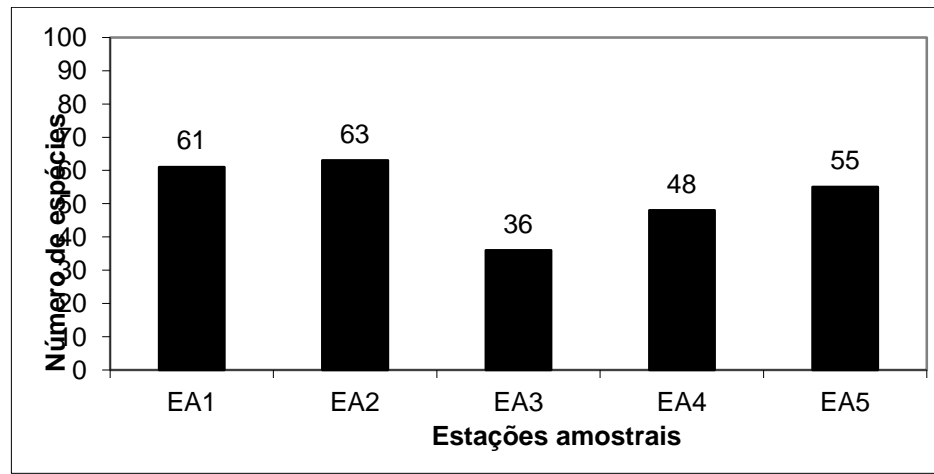


Figura 13.1. Número de espécies de aves nas cinco estações amostrais (EA) do monitoramento de avifauna da Usina Termoeletrica Pres. Médici, Candiota, RS, durante a campanha de verão janeiro/2015.

A EA 2, com 13 espécies, e EA 1, com 10 espécies, foram as que apresentaram os maiores totais de espécies exclusivas (Tabela 13.1). O registro das referidas espécies está relacionado às fitofisionomias e à variedade de ambientes nas diferentes estações amostrais.

Calculando-se os índices de abundância das espécies registradas nos pontos de contagem (IAP) e transectos (IAT), a espécie mais abundante nas duas metodologias foi o joão-de-barro (*Furnarius rufus*). Estiveram também entre as mais numerosas o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus* – Figura 13.3), tico-tico (*Zonotrichia capensis*), tesourinha (*Tyrannus savana*) e corruíra (*Troglodytes musculus*) (Tabela 13.1). Essas aves ocupam uma gama de ambientes abertos, bordas de mata e, inclusive, áreas urbanas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Figura 13.2. O pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*) foi uma das espécies registradas nas cinco estações amostrais durante a campanha de verão Candiota, janeiro/15.



Figura 3. O bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) foi uma das espécies mais abundantes nas contagens realizadas durante a campanha de verão Candiota, janeiro/15.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 13.1. Índice pontual de abundância (IPA) e índice de abundância nos transectos (IAT) das espécies registradas em janeiro de 2015 no Monitoramento Ambiental da UTE Pres. Médici, Candiota, RS. A numeração de 1 a 5 corresponde às estações amostrais. Espécies listadas em ordem alfabética.

| Espécie | IPA 1 | IPA 2 | IPA 3 | IPA 4 | IPA 5 | IAT 1 | IAT 2 | IAT 3 | IAT 4 | IAT |
|----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------|
| <i>Agelaioides badius</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,25 | 0,33 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Amazonetta brasiliensis</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| <i>Ammodramus humeralis</i> | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Anumbius annumbi</i> | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 1,00 | 0,00 |
| <i>Aramides ypecaha</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Ardea alba</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Basileuterus culicivorus</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Butorides striata</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Cacicus chrysopterus</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Camptostoma obsoletum</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Caracara plancus</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Cariama cristata</i> | 0,20 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Cathartes aura</i> | 0,00 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,50 | 0,33 | 0,00 |
| <i>Chauna torquata</i> | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Chloroceryle amazona</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Chloroceryle americana</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Chlorostilbon lucidus</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Colaptes campestris</i> | 0,60 | 0,20 | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,33 | 1,00 | 0,33 | 1,00 |
| <i>Colaptes melanochloros</i> | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,00 |
| <i>Columbina picui</i> | 0,00 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Cranioleuca sp.</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 1,00 |
| <i>Crypturellus obsoletus</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i> | 0,40 | 0,00 | 0,80 | 0,00 | 0,75 | 0,67 | 0,33 | 0,50 | 0,00 | 1,00 |
| <i>Dendrocygna viduata</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Egretta thula</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Elaenia mesoleuca</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Elaenia obscura</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Elaenia parvirostris</i> | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,67 | 0,33 | 0,00 | 1,33 | 2,00 |
| <i>Embernagra platensis</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Empidonomus varius</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Falco sparverius</i> | 0,00 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Furnarius rufus</i> | 1,00 | 1,20 | 1,20 | 0,75 | 1,75 | 2,67 | 3,67 | 2,50 | 2,33 | 3,00 |
| <i>Gallinula galeata</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Gallinula melanops</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Geothlypis</i> | | | | | | | | | | |
| <i>aequinoctialis</i> | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Geranoaetus</i> | | | | | | | | | | |
| <i>albicaudatus</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Guira guira</i> | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,25 | 0,33 | 0,33 | 0,00 | 0,33 | 1,00 |
| <i>Hirundinea ferruginea</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,00 |
| <i>Hylocharis chrysura</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Icterus pyrrhopterus</i> | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Jacana jacana</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Lathrotriccus euleri</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,25 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 |
| <i>Leptotila verreauxi</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,25 | 0,67 | 0,67 | 1,00 | 0,33 | 0,00 |
| <i>Lochmias nematura</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Machetornis rixosa</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,50 |
| <i>Mackenziaena leachii</i> | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,33 | 0,00 |
| <i>Melanerpes candidus</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Mimus saturninus</i> | 0,40 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,50 |
| <i>Molothrus bonariensis</i> | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Myiarchus swainsoni</i> | 0,40 | 0,40 | 0,20 | 0,25 | 0,25 | 0,67 | 0,67 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Myiodinastes maculatus</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 |
| <i>Myiophobus fasciatus</i> | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 1,00 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Myiopsitta monachus</i> | 0,60 | 0,60 | 0,20 | 0,75 | 0,25 | 0,67 | 0,67 | 0,50 | 1,67 | 0,50 |
| <i>Myiothlypis</i> | | | | | | | | | | |
| <i>leucoblephara</i> | 0,20 | 0,20 | 0,00 | 0,25 | 0,25 | 0,00 | 1,00 | 0,50 | 0,33 | 0,50 |
| <i>Nothura maculosa</i> | 0,20 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Pachyramphus</i> | | | | | | | | | | |
| <i>polychopterus</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Paroaria coronata</i> | 0,40 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,33 | 1,33 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| <i>Patagioenas maculosa</i> | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Patagioenas picazuro</i> | 0,20 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 1,00 | 0,33 | 0,00 |
| <i>Penelope obscura</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Phacellodomus</i> | | | | | | | | | | |
| <i>striaticollis</i> | 0,00 | 0,40 | 0,40 | 0,00 | 0,25 | 0,33 | 0,67 | 1,50 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Phalacrocorax</i> | | | | | | | | | | |
| <i>brasilianus</i> | 0,20 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Piaya cayana</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 |
| <i>Pitangus sulphuratus</i> | 1,40 | 0,80 | 1,00 | 0,75 | 0,50 | 2,33 | 0,67 | 1,00 | 1,00 | 1,50 |
| <i>Podilymbus podiceps</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Poecilotriccus</i> | | | | | | | | | | |
| <i>plumbeiceps</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Polioptila dumicola</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 0,33 | 0,00 | 0,67 | 0,00 |
| <i>Poospiza nigrorufa</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Progne chalybea</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Progne tapera</i> | 0,00 | 0,40 | 0,40 | 0,75 | 0,50 | 0,00 | 1,33 | 0,50 | 0,33 | 1,50 |
| <i>Pygochelidon</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>cyanoleuca</i> | | | | | | | | | | |
| <i>Pyrocephalus rubinus</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 0,67 | 0,00 | 0,33 | 0,00 |
| <i>Pyrrhura frontalis</i> | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Rhynchotus rufescens</i> | 0,20 | 1,00 | 0,20 | 0,25 | 0,25 | 0,33 | 0,67 | 1,00 | 0,33 | 1,50 |
| <i>Saltator aurantirostris</i> | 0,40 | 0,40 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| <i>Satrapa icterophrys</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Serpophaga nigricans</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Serpophaga subcristata</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 |
| <i>Setophaga pitiayumi</i> | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Sicalis flaveola</i> | 0,20 | 0,20 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Sicalis luteola</i> | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Sittasomus griseicapillus</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Sporagra magellanica</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,33 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Sporophila caerulescens</i> | 0,20 | 0,00 | 0,40 | 0,25 | 0,50 | 0,33 | 0,67 | 1,00 | 0,67 | 1,50 |
| <i>Stelgidopteryx ruficollis</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,50 |
| <i>Stephanophorus diadematus</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Synallaxis spixi</i> | 0,00 | 0,20 | 0,80 | 0,50 | 0,00 | 0,33 | 1,00 | 1,50 | 1,00 | 0,50 |
| <i>Syndactyla rufosuperciliata</i> | 0,20 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Syrigma sibilatrix</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 |
| <i>Tangara preciosa</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Tangara sayaca</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Tapera naevia</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Thamnophilus caerulescens</i> | 0,40 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,50 | 0,33 | 0,50 |
| <i>Thamnophilus ruficapillus</i> | 0,00 | 0,40 | 1,00 | 0,25 | 0,50 | 0,00 | 0,33 | 3,00 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Theristicus caerulescens</i> | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,33 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Troglodytes musculus</i> | 0,40 | 0,00 | 0,40 | 0,25 | 0,25 | 2,33 | 0,67 | 1,50 | 0,33 | 2,00 |
| <i>Turdus amaurochalinus</i> | 0,40 | 0,20 | 0,20 | 0,25 | 0,00 | 1,67 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Turdus rufiventris</i> | 0,40 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Tyrannus melancholicus</i> | 0,60 | 0,40 | 0,20 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 0,00 | 0,50 | 0,67 | 0,50 |
| <i>Tyrannus savana</i> | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 1,00 | 0,25 | 0,33 | 0,67 | 2,00 | 1,33 | 1,50 |
| <i>Vanellus chilensis</i> | 0,00 | 0,20 | 0,20 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 2,00 | 0,00 | 1,33 | 1,00 |
| <i>Veniliornis spilogaster</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Vireo olivaceus</i> | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Zenaida auriculata</i> | 0,40 | 0,80 | 0,00 | 0,75 | 0,00 | 0,67 | 2,00 | 0,00 | 2,00 | 1,00 |
| <i>Zonotrichia capensis</i> | 0,20 | 0,60 | 0,40 | 0,25 | 0,50 | 1,67 | 2,00 | 1,50 | 1,33 | 3,00 |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Nessa última expedição a campo, nenhuma espécie ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul foi registrada. Ao longo do monitoramento, duas espécies ameaçadas no Rio Grande do Sul já foram observadas: noivinha-de-rabo-preto (*Xolmis dominicanus*) e veste-amarela (*Xanthopsar flavus*) – ambas com *status* Vulnerável (Decreto Estadual 51.797, de 8 de setembro de 2014).

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | | |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----|
| | <i>Rostrhamus sociabilis</i> | gavião-caramujeiro | R |
| | <i>Heterospizias meridionalis</i> | gavião-caboclo | R |
| | <i>Rupornis magnirostris</i> | gavião-carijó | R |
| | <i>Geranoaetus albicaudatus</i> | gavião-de-cauda-branca | R |
| Aramidae | <i>Aramus guarauna</i> | carão | R |
| Rallidae | <i>Aramides ypecaha</i> | saracuraçu | R |
| | <i>Aramides saracura</i> | saracura-do-mato | R |
| | <i>Gallinula galeata</i> | galinhola | R |
| | <i>Gallinula melanops</i> | frango-d'água-carijó | R |
| Charadriidae | <i>Vanellus chilensis</i> | quero-quero | R |
| | <i>Charadrius collaris</i> | batuíra-de-coleira | R |
| Recurvirostridae | <i>Himantopus melanurus</i> | pernilongo | R |
| Scolopacidae | <i>Gallinago paraguayiae</i> | narceja | R |
| Jacanidae | <i>Jacana jacana</i> | jaçanã | R |
| Columbidae | <i>Columbina talpacoti</i> | rolinha-roxa | R |
| | <i>Columbina picui</i> | rolinha-picuí | R |
| | <i>Patagioenas picazuro</i> | pombão | R |
| | <i>Patagioenas maculosa</i> | pomba-do-orvalho | R |
| | <i>Patagioenas cayennensis</i> | pomba-galega | M# |
| | <i>Zenaida auriculata</i> | pomba-de-bando | R |
| | <i>Leptotila verreauxi</i> | juritipupu | R |
| | <i>Leptotila rufaxilla</i> | juritigemeadeira | R |
| Cuculidae | <i>Piaya cayana</i> | alma-de-gato | R |
| | <i>Coccyzus melacoryphus</i> | papa-lagarta-verdadeiro | M |
| | <i>Crotophaga ani</i> | anu-preto | R |
| | <i>Guira guira</i> | anu-branco | R |
| | <i>Tapera naevia</i> | saci | R |
| Strigidae | <i>Bubo virginianus</i> | jacurutu | R |
| | <i>Athene cunicularia</i> | coruja-do-campo | R |
| Caprimulgidae | <i>Hydropsalis torquata</i> | bacurau-tesoura | R |
| Trochilidae | <i>Chlorostilbon lucidus</i> | besourinho-de-bico-vermelho | R |
| | <i>Hylocharis chrysura</i> | beija-flor-dourado | R |
| Trogonidae | <i>Trogon surrucura</i> | surucuá-variado | R |
| Alcedinidae | <i>Megaceryle torquata</i> | martim-pescador-grande | R |
| | <i>Chloroceryle amazona</i> | martim-pescador-verde | R |
| | <i>Chloroceryle americana</i> | martim-pescador-pequeno | R |
| Picidae | <i>Picumnus nebulosus</i> | pica-pau-anão-carijó | R |
| | <i>Melanerpes candidus</i> | pica-pau-branco | R |
| | <i>Veniliornis spilogaster</i> | picapauzinho-verde-carijó | R |
| | <i>Colaptes melanochloros</i> | pica-pau-verde-barrado | R |
| | <i>Colaptes campestris</i> | pica-pau-do-campo | R |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Cariamidae | <i>Cariama cristata</i> | seriema | R |
| Falconidae | <i>Caracara plancus</i> | caracará | R |
| | <i>Milvago chimachima</i> | carrapateiro | R |
| | <i>Milvago chimango</i> | chimango | R |
| | <i>Falco sparverius</i> | quiriquiri | R |
| | <i>Falco femoralis</i> | falcão-de-coleira | R |
| | Psittacidae | <i>Psittacara leucophthalmus</i> | maracanã-malhada |
| <i>Pyrrhura frontalis</i> | | tiriba-de-testa-vermelha | R |
| <i>Myiopsitta monachus</i> | | caturrita | R |
| Thamnophilidae | <i>Thamnophilus ruficapillus</i> | choca-de-boné-vermelho | R |
| | <i>Thamnophilus caerulescens</i> | choca-da-mata | R |
| | <i>Mackenziaena leachii</i> | brujarara-assobiador | R |
| Dendrocolaptidae | <i>Sittasomus griseicapillus</i> | arapaçu-verde | R |
| Furnariidae | <i>Furnarius rufus</i> | joão-de-barro | R |
| | <i>Lochmias nematura</i> | joão-porca | R |
| | <i>Heliobletus contaminatus</i> | trepadorzinho | R |
| | <i>Syndactyla rufosuperciliata</i> | trepador-quiete | R |
| | <i>Phacellodomus striaticollis</i> | tio-tio | R |
| | <i>Phacellodomus ferrugineigula</i> | joão-botina | R |
| | <i>Anumbius annumbi</i> | cochicho | R |
| | <i>Schoeniophylax phryganophilus</i> | bichoita | R |
| | <i>Synallaxis ruficapilla</i> | pichororé | R |
| | <i>Synallaxis cinerascens</i> | pi-puí | R |
| | <i>Synallaxis spixi</i> | joão-teneném | R |
| | <i>Limnortyx rectirostris</i> | junqueiro-de-bico-reto | R |
| | <i>Cranioleuca</i> sp. | arredio | R |
| | Tityridae | <i>Pachyramphus viridis</i> | caneleirinho-verde |
| <i>Pachyramphus polychopterus</i> | | caneleirinho-preto | M |
| Rhynchocyclidae | <i>Phylloscartes ventralis</i> | borboletinha-do-mato | R |
| | <i>Tolmomyias sulphurescens</i> | bico-chato-de-orelha-preta | R |
| | <i>Poecilatriccus plumbeiceps</i> | tororó | R |
| Tyrannidae | <i>Hirundinea ferruginea</i> | birro | M |
| | <i>Camptostoma obsoletum</i> | risadinha | R |
| | <i>Elaenia flavogaster</i> | guaracava-de-barriga-amarela | R |
| | <i>Elaenia parvirostris</i> | guaracava-de-bico-curto | M |
| | <i>Elaenia mesoleuca</i> | tuque | M |
| | <i>Elaenia obscura</i> | tucão | R |
| | <i>Serpophaga nigricans</i> | joão-pobre | R |
| | <i>Serpophaga subcristata</i> | alegrinho | R |
| | <i>Myiarchus swainsoni</i> | irré | M |
| | <i>Pitangus sulphuratus</i> | bem-te-vi | R |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | | |
|---------------|----------------------------------|---------------------------------|----|
| | <i>Machetornis rixosa</i> | suriri-cavaleiro | R |
| | <i>Myiodynastes maculatus</i> | bem-te-vi-rajado | M |
| | <i>Tyrannus melancholicus</i> | suiriri | M |
| | <i>Tyrannus savana</i> | tesourinha | M |
| | <i>Empidonomus varius</i> | peitica | M |
| | <i>Myiophobus fasciatus</i> | filipe | R |
| | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | príncipe | M |
| | <i>Lathrotriccus eulerei</i> | enferrujado | M |
| | <i>Knipolegus cyanirostris</i> | maria-preta-de-bico-azulado | R |
| | <i>Knipolegus lophotes</i> | maria-preta-de-penacho | R |
| | <i>Satrapa icterophrys</i> | suiriri-pequeno | R |
| | <i>Xolmis cinereus</i> | primavera | R |
| | <i>Xolmis irupero</i> | noivinha | R |
| | <i>Xolmis dominicanus</i> | noivinha-de-rabo-preto | R |
| Vireonidae | <i>Cyclarhis gujanensis</i> | pitiguari | R |
| | <i>Vireo olivaceus</i> | juruviara | M |
| Corvidae | <i>Cyanocorax caeruleus</i> | gralha-azul | R |
| Hirundinidae | <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | andorinha-pequena-de-casa | R |
| | <i>Stelgidopteryx ruficollis</i> | andorinha-serradora | M |
| | <i>Progne tapera</i> | andorinha-do-campo | M |
| | <i>Progne chalybea</i> | andorinha-doméstica-grande | M |
| | <i>Tachycineta leucorrhoa</i> | andorinha-de-testa-branca | R |
| Troglodytidae | <i>Troglodytes musculus</i> | curruíra | R |
| | <i>Cistothorus platensis</i> | curruíra-do-campo | D |
| Poliptilidae | <i>Poliptila dumicola</i> | balança-rabo-de-máscara | R |
| Turdidae | <i>Turdus leucomelas</i> | sabiá-barranco | R# |
| | <i>Turdus rufiventris</i> | sabiá-laranjeira | R |
| | <i>Turdus amaurochalinus</i> | sabiá-poca | R |
| | <i>Turdus subalaris</i> | sabiá-ferreiro | M |
| | <i>Turdus albicollis</i> | sabiá-coleira | R |
| Mimidae | <i>Mimus saturninus</i> | sabiá-do-campo | R |
| | <i>Mimus triurus</i> | calhandra-de-três-rabos | S |
| Motacillidae | <i>Anthus lutescens</i> | caminheiro-zumbidor | R |
| | <i>Anthus correndera</i> | caminheiro-de-espora | R |
| | <i>Anthus hellmayri</i> | caminheiro-de-barriga-acanelada | R |
| Passerellidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | tico-tico | R |
| | <i>Ammodramus humeralis</i> | tico-tico-do-campo | R |
| Parulidae | <i>Setophaga pitiayumi</i> | mariquita | R |
| | <i>Geothlypis aequinoctialis</i> | pia-cobra | R |
| | <i>Basileuterus culicivorus</i> | pula-pula | R |
| | <i>Myiothlypis leucoblephara</i> | pula-pula-assobiador | R |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

| | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---|
| Icteridae | <i>Cacicus chrysopterus</i> | tecelão | R |
| | <i>Icterus pyrrhopterus</i> | encontro | R |
| | <i>Gnorimopsar chopi</i> | chopim | R |
| | <i>Chrysomus ruficapillus</i> | garibaldi | R |
| | <i>Xanthopsar flavus</i> | veste-amarela | R |
| | <i>Pseudoleistes guirahuro</i> | chopim-do-brejo | R |
| | <i>Pseudoleistes virescens</i> | dragão | R |
| | <i>Agelaioides badius</i> | asa-de-telha | R |
| | <i>Molothrus rufoaxillaris</i> | vira-bosta-picumã | R |
| | <i>Molothrus bonariensis</i> | vira-bosta | R |
| Thraupidae | <i>Coereba flaveola</i> | cambacica | R |
| | <i>Saltator similis</i> | trinca-ferro-verdadeiro | R |
| | <i>Saltator aurantirostris</i> | bico-duro | R |
| | <i>Tangara sayaca</i> | sanhaçu-cinzento | R |
| | <i>Tangara preciosa</i> | saíra-preciosa | R |
| | <i>Stephanophorus diadematus</i> | sanhaçu-frade | R |
| | <i>Paroaria coronata</i> | cardeal | R |
| | <i>Pipraeidea melanonota</i> | saíra-viúva | R |
| | <i>Pipraeidea bonariensis</i> | sanhaçu-papa-laranja | R |
| | <i>Donacospiza albifrons</i> | tico-tico-do-banhado | R |
| | <i>Poospiza nigrorufa</i> | quem-te-vestiu | R |
| | <i>Poospiza cabanisi</i> | tico-tico-da-taquara | R |
| | <i>Sicalis flaveola</i> | canário-da-terra-verdadeiro | R |
| | <i>Sicalis luteola</i> | tipio | R |
| | <i>Emberizoides herbicola</i> | canário-do-campo | R |
| | <i>Embernagra platensis</i> | sabiá-do-banhado | R |
| | <i>Volatinia jacarina</i> | tiziu | R |
| <i>Sporophila caerulescens</i> | coleirinho | R | |
| Cardinalidae | <i>Piranga flava</i> | sanhaçu-de-fogo | M |
| | <i>Cyanoloxia glaucocaerulea</i> | azulinho | R |
| | <i>Cyanoloxia brissonii</i> | azulão-verdadeiro | R |
| Fringillidae | <i>Sporagra magellanica</i> | pintassilgo | R |
| | <i>Euphonia chlorotica</i> | fim-fim | R |
| Passeridae | <i>Passer domesticus</i> | pardal | R |

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

14. Monitoramento da HERPETOFAUNA

14.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais, identificadas pelo número 1 a 5, estão apresentadas no Quadro 11.2 e nas Figuras 14.1 a 14.5. As estações amostrais possuem características diferentes entre si, o que torna alguns ambientes mais prováveis para o encontro de espécies da herpetofauna.



Figura 14.1: Estação amostral 1 (Fazenda Serra da Veda (E.A. referência)), janeiro/2015.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Figura 14.2: Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas), janeiro de 2015



Figura 14.3: Estação amostral 3 (Fazenda Candiota), janeiro de 2015



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Figura 14.4: Estação amostral 4 (Nordeste), janeiro de 2015



Figura 14.5: Estação amostral 5 (Sudeste), janeiro de 2015.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

14.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 15 a 18 de Janeiro de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por apresentar céu parcialmente nublado, com chuvas esparsas, com temperatura do ar variando no intervalo de 17,9 a 29,3 °C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

14.3 Técnicas de amostragem

Devido a aspectos de história natural e biologia dos grupos, diferentes metodologias de levantamento foram utilizadas para anfíbios e répteis.

Para répteis o método de amostragem consiste na busca ativa de indivíduos em termorregulação ou em inatividade em microhábitas favoráveis como em baixo de pedras, troncos e folhas. Para tanto a amostragem foi feita preferencialmente no início e meio da manhã e ao entardecer ou em períodos mais quentes do dia quando em épocas mais frias como outono e inverno. O esforço foi padronizado em três horas de amostragem em cada estação amostral, padronizando assim o esforço despendido em todas as áreas.

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

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

As amostragens ocorreram uma noite em cada estação amostral no período das 18:30 as 20:00 (período onde a maior parte das espécies vocaliza). Quando mais de uma área úmida era identificada por estação amostral, a contagem foi feita com intervalos de 45 minutos à uma hora em cada corpo



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

úmido. Indivíduos registrados durante a busca ativa para répteis também foram incluídos na amostragem.

14.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

Neste levantamento foram registradas oito espécies de anuros, tais como *Pseudis minutus* (Figura 14.6), *Dendropsophus minutus* (Figura 14.7) e *Scinax fuscovarius* (Figura 14.8) e duas espécies de répteis, como, *Bothropoides pubescens* (Figura 14.9) no somatório das estações amostrais para a terceira campanha de janeiro de 2015 (Tabelas 14.1 e 14.2).

Di-Bernardo e Kwet (2004) registram 21 espécies de anuros para a região de extração e processamento de carvão de Candiota, estes registros ocorreram ao longo de 11 campanhas durante os meses de janeiro, abril, junho, agosto, outubro, novembro e dezembro. As espécies registradas até o momento são esperadas e comuns para a área e mencionada no estudo de Di-Bernardo e Kwet, com exceção de *Lithobates catesbeianus* que é uma espécie exótica que preda anuros locais. Ao longo de todas as campanhas já realizadas num total de 21, somam-se até o momento 20 espécies de anfíbios e 19 de répteis.

As estações amostrais possuem características diferentes entre si, Figuras 14.1 a 14.5, o que torna alguns ambientes mais prováveis para o encontro de espécies da herpetofauna, como demonstrado nas campanhas anteriores,



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



Figura 14.6. *Pseudis minutus*



Figura 14.7. *Dendropsophus minutus*



Figura 14.8. *Scinax fuscovarius*



Figura 14.9. *Bothropoides pubescens*

Tabela 14.1. LISTAS DAS ESPÉCIES DE ANFÍBIOS IDENTIFICADAS POR ESTAÇÃO AMOSTRAL, janeiro/2015

| FAMÍLIA/ESPÉCIE | NOME POPULAR | E.A. 1 | E.A. 2 | E.A. 3 | E.A. 4 | E.A. 5 |
|----------------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| HYLIDAE | | | | | | |
| <i>DENDROPSOPHUS MINUTUS</i> | PERERECA | | X | | X | X |
| | PERERECA-DO- | | | | | |
| | BANHADO | X | | X | | X |
| <i>HYSIBOAS PULCHELLUS</i> | | | | | | |
| <i>PSEUDIS MINUTUS</i> | RÃ-BOIADORA | X | X | | | X |
| <i>SCINAX FUSCOVARIUS</i> | RASPA-DE-CUIA | X | X | | | X |
| | PERERECA-RASPA-DE- | | | | | |
| | CUIA | | X | | | X |
| <i>SCINAX GRANULATUS</i> | | | | | | |
| <i>SCINAX URUGUAYUS</i> | PERERECA | X | X | | | X |
| LEIUPERIDAE | | | | | | |
| <i>PHYSALAEMUS BILIGONIGERUS</i> | RÃ-CHORONA | X | X | | | |
| LEPTODACTYLIDAE | | | | | | |
| <i>LEPTODACTYLUS LATRANS</i> | RÃ-MANTEGA | X | X | | X | X |



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 14.2. LISTAS DAS ESPÉCIES DE RÉPTEIS IDENTIFICADAS POR ESTAÇÃO AMOSTRAL, janeiro/2015

| FAMÍLIA/ESPÉCIE | NOME POPULAR | E.A. 1 | E.A. 2 | E.A. 3 | E.A. 4 | E.A. 5 |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TEIDAE | | | | | | |
| <i>SALVATORE MERIANAE</i> | TEÍU | X | X | X | | |
| DIPSADIDAE | | | | | | |
| <i>HELICOPS INFRATENIATUS</i> | COBRA-D'ÁGUA-MERIDIONAL | | X | | | |
| VIPERIDAE | | | | | | |
| <i>BOTHROPOIDES PUBESCENS</i> | JARARACA | | X | | | |

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

15. BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR

15.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais, identificadas pelo número 1 a 5, estão apresentadas nos Quadros 11.1 e 11.2 e as identificadas pelo número 6 a 12 nos Quadros 11.3 e 11.4. A localização dessas Estações está apresentada nas Figuras 11.1 e 11.2.

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

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

15.2 Trabalho de Campo

A campanha para coleta dos bioindicadores passivos foi realizada no período de 12 e 13 de janeiro de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu nublado com chuvas esparsas e temperatura do ar variando no intervalo de 20,2 a 33,0 °C.



15.3 Técnicas de amostragem

15.3.1 Biomonitoramento Passivo

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

As espécies amostradas foram:

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

15.3.2 Biomonitoramento Ativo

Os expositores contendo as espécies de líquens indicadas para o biomonitoramento ativo da qualidade do ar continuam expostos e permanecerão por cerca de seis meses.

15.4 Métodos analíticos

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

15.5 Resultados parciais

15.5.1 Biomonitoramento passivo

Os teores de metais e enxofre nas folhas de *Elephantopus mollis* são apresentados nas Figuras 15.1A, 15.11B, 15.1C e 15.1D. Valores de cádmio acima de 2,0 mg kg⁻¹ já foram encontrados em folhas de *E. mollis* nas EAs 7 e 8 em campanhas anteriores (por exemplo, nas coletas realizadas em julho 2008, novembro 2008 e março 2010). Porém esta é a primeira vez que um valor desta magnitude é observado também na estação de referência EA 1 (Figura 15.1A). As amostras de *E. mollis* das EAs 7 e 12 apresentaram teores intermediários deste metal; nestas estações, principalmente na EA 7, são encontrados, frequentemente, os teores de cádmio mais elevados.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As plantas de *E. mollis* da EA 1 também apresentaram teores elevados de chumbo ($> 1,0 \text{ mg kg}^{-1}$), porém o teor de chumbo mais elevado em *E. mollis* foi encontrado nas plantas da EA 5 (Figura 15.1B); fato que geralmente é atribuído à proximidade desta estação de amostragem da mina de extração de calcário.

Geralmente, os teores mais elevados de zinco são encontrados nas proximidades da usina, por exemplo, nas EAs 8 e 2 (Figura 15.1C); além destas, a estação de amostragem localizada em Pedras Altas (EA 12) também apresenta teores elevados de cádmio. Contudo, nesta coleta, a EA 5 também apresentou teores elevados de zinco (Figura 15.1C).

Em *E. mollis*, o teor mais elevado de enxofre foi encontrado nas plantas coletadas na EA 4 (Figura 15.1D), o que pode ser explicado pela proximidade deste ponto de coleta da usina termoelétrica. Graças aos esforços do colega Volmar Garcez foram coletadas pela primeira vez plantas de *E. mollis* na EA 9; estas plantas apresentaram teores de enxofre pouco inferiores aqueles encontrados nas plantas coletadas na EA 4. Em vista deste resultado ser um evento isolado, ainda não é possível tirar conclusões sobre estes achados. Novas coletas precisarão se feitas para confirmar se este foi um resultado eventual ou uma tendência.

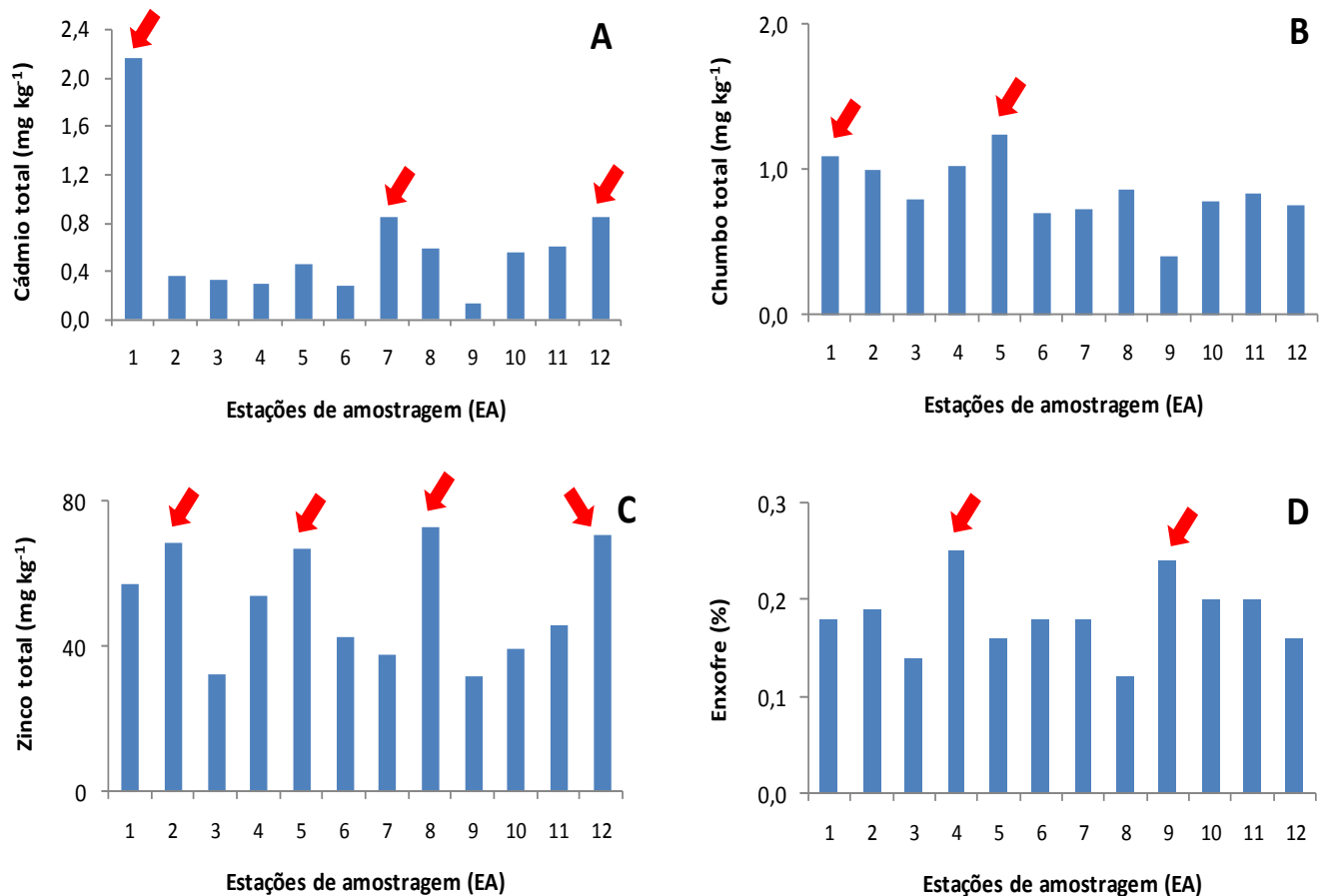


Figura 15.1: Teores de cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e enxofre (D) em folhas de *E. mollis* coletadas de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota. As setas indicam as EAs com os teores mais elevados dos elementos acima, janeiro /15.

Os resultados obtidos com as plantas de *Baccharis trimera*, além de confirmar as tendências, com *E. mollis*, descritas acima, também reforçam as tendências observadas em campanhas anteriores. Assim, os teores mais elevados de chumbo, em *B. trimera*, foram encontrados nas EAs 7 e 10, ambas situadas a distâncias intermediárias na direção predominante dos ventos (Figura 15.2A).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Em *B. trimera*, o teor de zinco mais elevado foi encontrado na EA 2 (Figura 15.2B), a qual situa-se mais próximo da usina que as EAs 7 e 10, mas igualmente na direção predominante dos ventos. Enquanto que o teor de enxofre foi maior também na EA 10, assim como o chumbo (Figura 15.2C).

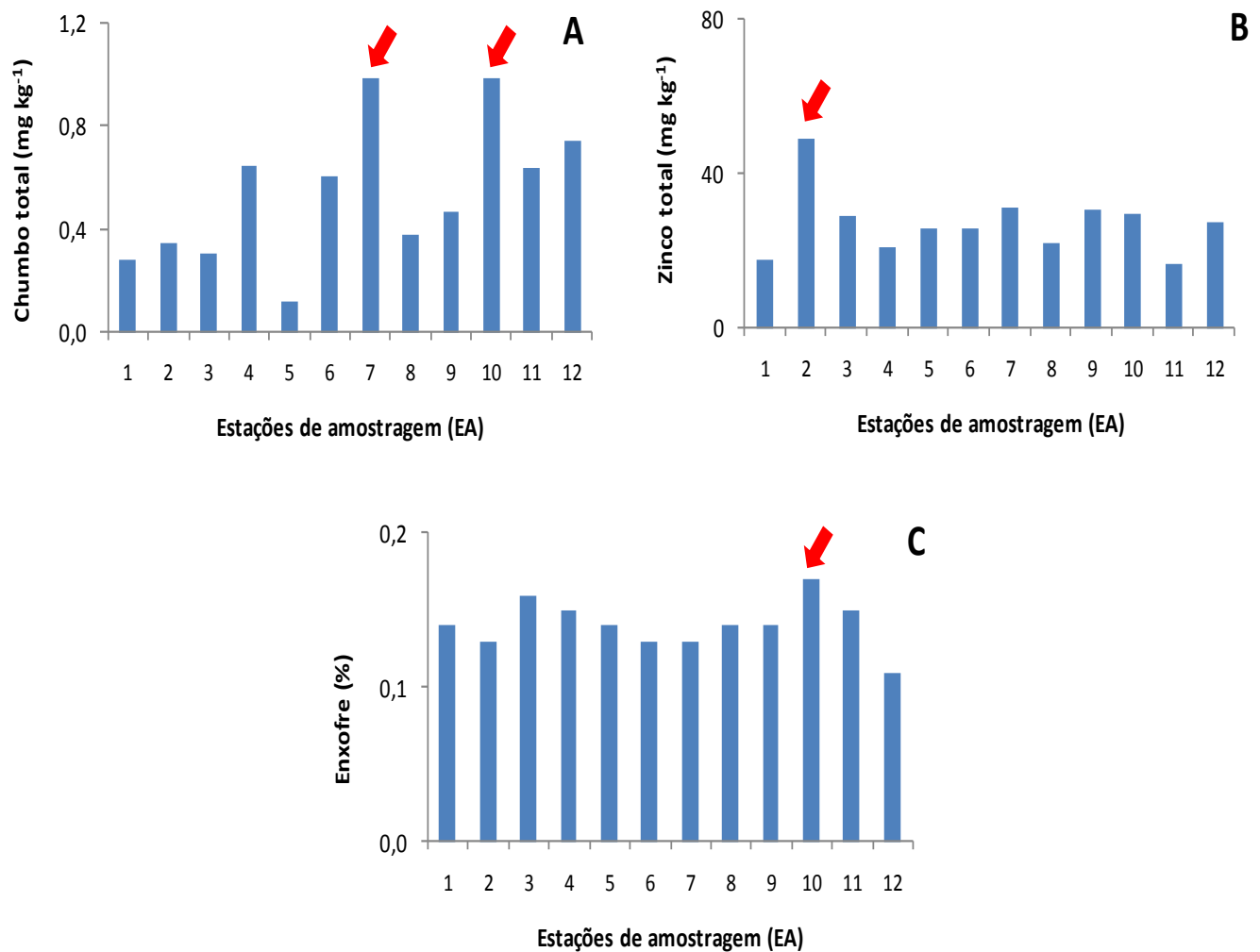


Figura 15.2: Teores de chumbo (A), zinco (B) e enxofre (C) em *B. trimera* de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota. As setas indicam as EAs com os teores mais elevados dos elementos acima, janeiro /15.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os teores de metais e enxofre nas folhas lavadas e não-lavadas de *Paspalum notatum* são apresentados nas Figuras 15.3A, 15.3B e 15.3C.

A proposição de analisar os teores de metais e enxofre em amostras lavadas e não lavadas de *P. notatum* se baseia na pressuposição que o material particulado (cinzas volantes) depositado na superfície das folhas contribua significativamente para o conteúdo elementar total da amostra. Sendo correta esta hipótese, seria esperado que o teor de metais e enxofre de amostras não lavadas de folhas fosse superior aquele de amostras lavadas.

Em vista da aparente discrepância entre os resultados esperados e observados, nesta e em amostragens anteriores, isto é, os teores de metais ou enxofre das amostras lavadas são muitas vezes superiores aos das amostras não lavadas, pode se admitir que a contribuição do particulado depositado sobre as folhas de *P. notatum* seja tão pequena que ela é mascarada por diferenças maiores no teor destes metais e de enxofre nas plantas de uma mesma estação de amostragem.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

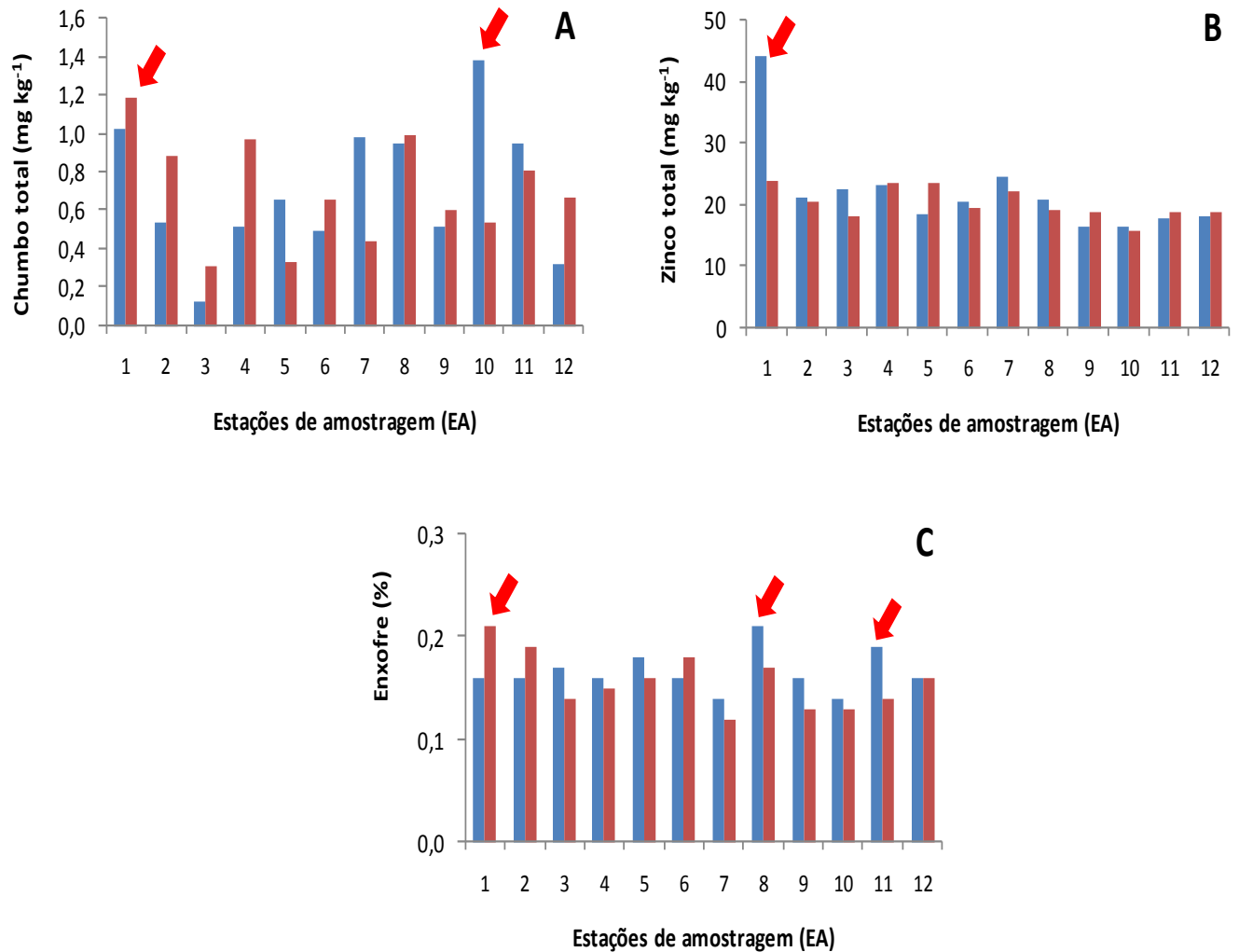


Figura 15.3: Teores de chumbo (A), zinco (B) e enxofre (C) em folhas lavadas e não-lavadas de *P. notatum* de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota, janeiro /15.

Utilizando-se o teor de enxofre de *E. mollis* na EA 1 como referência para calcular o fator de incremento do teor deste elemento nas amostras coletadas nas demais estações de amostragem, observou-se que os maiores incrementos foram encontrados nas EAs 4 e 9 (Figura 15.4A).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A EA 4 está localizada próximo a usina, porém a EA 9 esta localizada distante da usina e ao norte da usina. Como afirmado acima, somente com novas coletas de amostras na EA 9 poderemos saber se este foi um resultado eventual ou uma tendência.

Os resultados do índice de contaminação por metais (MPI, Figura 15.4B) corroboram os resultados encontrados anteriormente, ou seja, as estações de amostragem impactadas pelas emissões da usina são aquelas situadas na direção dos ventos predominantes, isto é, as EAs 2, 7, 8, 10 e 11. A EA 5 também apresentou um índice elevado, porém neste caso, é mais prudente atribuir este fato à proximidade desta estação de amostragem da mineração de calcário.

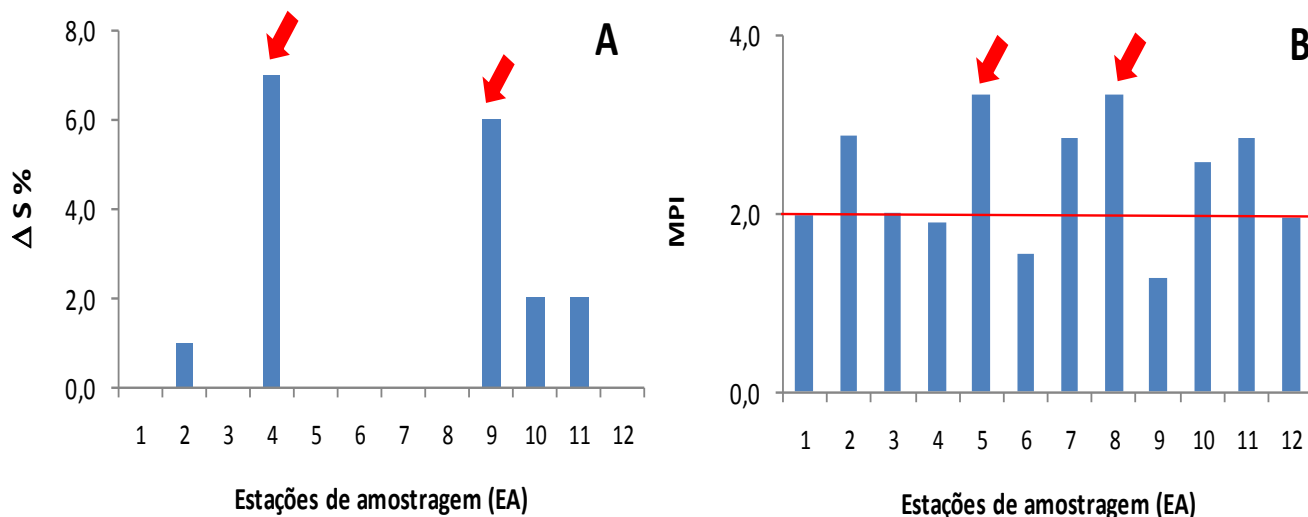


Figura 15.4: Enriquecimento da concentração de enxofre em relação à estação de referência em folhas de *E. mollis* (A) e índice de poluição por metais (B), calculado com base nos teores dos elementos-traço metálicos na matéria seca de folhas de *E. mollis*, janeiro /15.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As Figuras 15.5A e 15.5B apresentam, respectivamente, a distribuição dos teores de metais em folhas de *E. mollis* e do teor de enxofre nas espécies bioindicadoras ao longo do gradiente de distância da usina na direção preferencial do vento. Como já constatado anteriormente, *E. mollis* apresenta maiores concentrações de chumbo e zinco nas estações de amostragem mais próximas à usina (≤ 6 km), enquanto o cádmio apresenta seu pico a maior distância (≥ 10 km) (Figura 15.5A). Já o teor de enxofre apresenta um padrão irregular entre as espécies analisadas, com tendência ao aumento a medida que nos afastamos da usina ou de estabilidade ao longo do gradiente (Figura 15.5B).

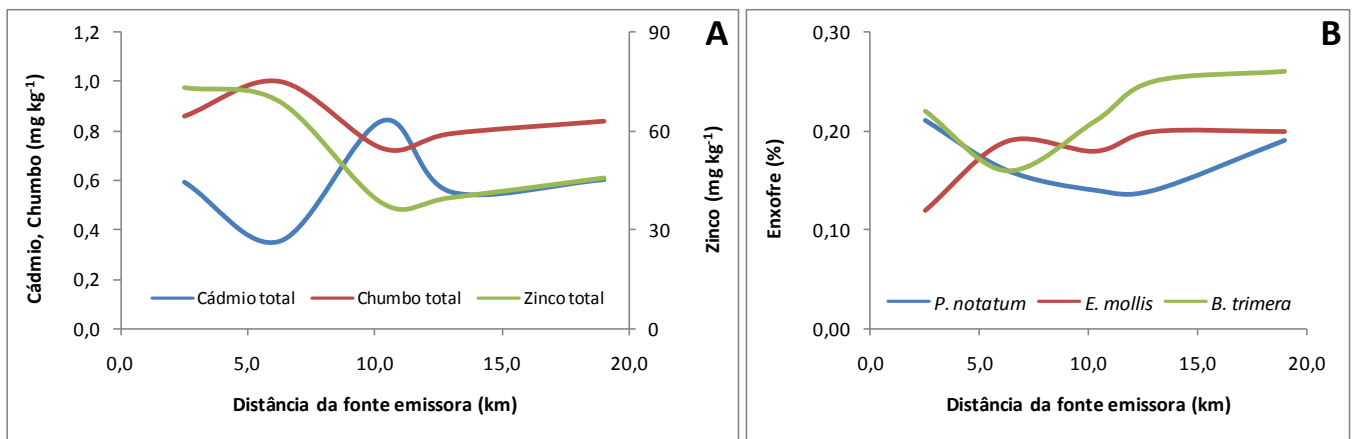


Figura 15.5: Teor de metais em folhas de *E. mollis* ao longo do gradiente de distância da usina termoeletrica na direção preferencial do vento (A) Teor de enxofre nas espécies bioindicadoras ao longo do gradiente (B), janeiro/15.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

16. ATIVIDADE PECUÁRIA

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

A atividade de monitoramento da atividade agropecuária foi desenvolvida nas propriedades estabelecidas em 2011. Entretanto, considerando que o proprietário da unidade produtiva localizada no município de Pedras Altas (EA1), se desfez de todo o rebanho ovino e bovino, realizaram-se visitas a unidades produtivas, identificando-se nova unidade produtiva para integrar o projeto.

16.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

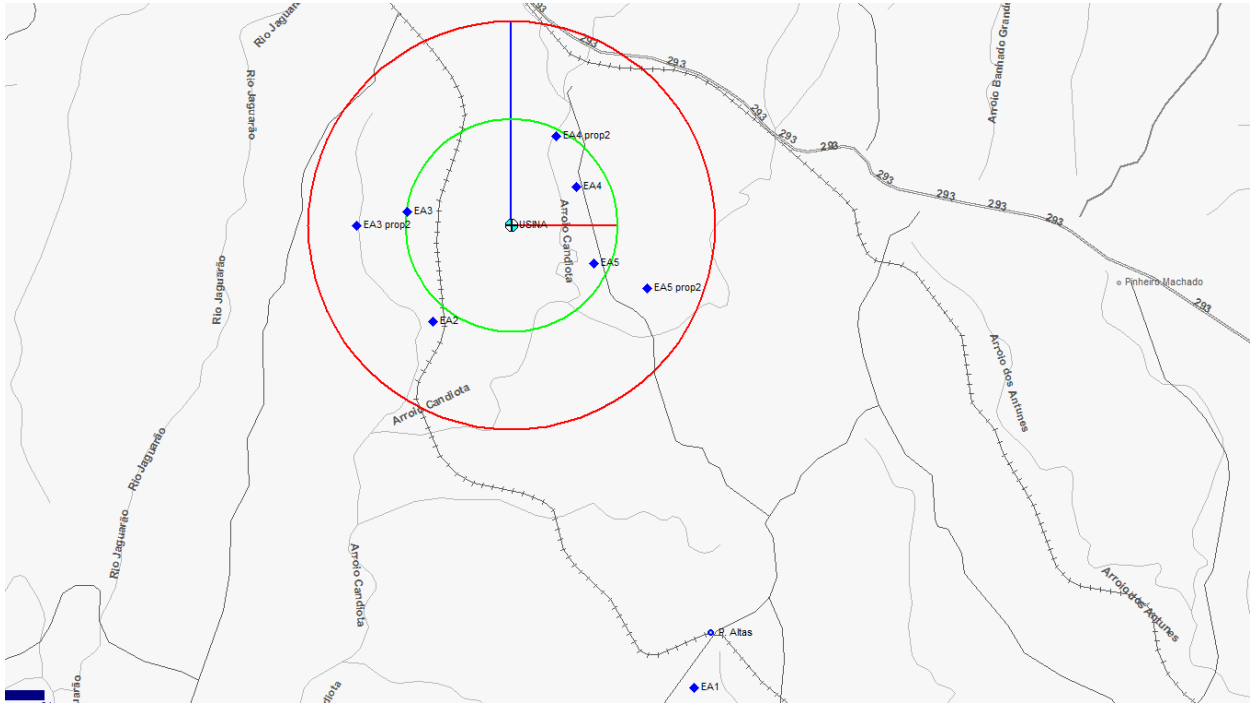


Figura 16.1. Unidades amostrais (o círculo verde representa um raio de 5 Km de distância da usina e o vermelho 10 km).

É importante ressaltar que a atividade pecuária nessas regiões é a principal fonte de renda das unidades agrícolas e qualquer manejo desnecessário ou em época inapropriada para a criação pode gerar prejuízo para o produtor.

Na campanha de julho de 2014 realizaram-se amostragem de solo e estrato vegetal. A avaliação das alterações dentárias em ovinos e bovinos não foram realizadas tendo em vista as ovelhas encontrarem-se na fase final de gestação e a baixa disponibilidade de forragem. A manipulação dos animais geraria estresse acarretando perda de peso e até mesmo perda de animais e abortos.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

16.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 22 a 25 de fevereiro de 2015, com céu ensolarado e temperatura do ar variando de 19,7 °C a 30,6 °C.

Optou-se por alterar a coleta prevista para janeiro, considerando as condições climáticas do período. Isto porque, a falta de chuvas diminuiu a oferta de forragem aos animais deixando-os debilitados.

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

16.3 Métodos utilizados

Solo

Utilizou-se amostragem ao acaso (Coelho, 2003) e a coleta das amostras de solo foi realizada com auxílio de uma pá reta (cortadeira). Em cada EA selecionou-se uma área homogênea e coletaram-se dos piquetes onde se encontravam animais (bovinos e ovinos) em pastoreio (Squiba et al., 2007).

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Estrato vegetal

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

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

16.4 Resultados e comentários

A campanha, de modo geral, foi bastante satisfatória tendo em vista a possibilidade de coleta de amostras de solo e pasto em todas as estações (EAs).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os resultados para os parâmetros sílica e fluoreto analisados nas amostras de estrato vegetal e solo estão sendo processadas pelo laboratório executor e serão apresentados no próximo relatório.

Os animais amostrados eram todos nascidos nas propriedades amostradas, com idade variando de dois à oito anos. A dentição média, por estação amostral, é apresentada na Tabela 16.1.

Tabela 16.1: Dentição média de ovinos e bovinos por estação amostral, Candiota em fevereiro/15.

| Estação amostral | Ovinos |
|------------------|--------|
| EA1 | 4,6 |
| EA2 | 5,8 |
| EA3 | 4,3 |
| EA4 | 5,0 |
| EA5 | 4,5 |

A ocorrência de alterações dentárias observadas nos ovinos, segundo a EA, está apresentada na Figura 16.2.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

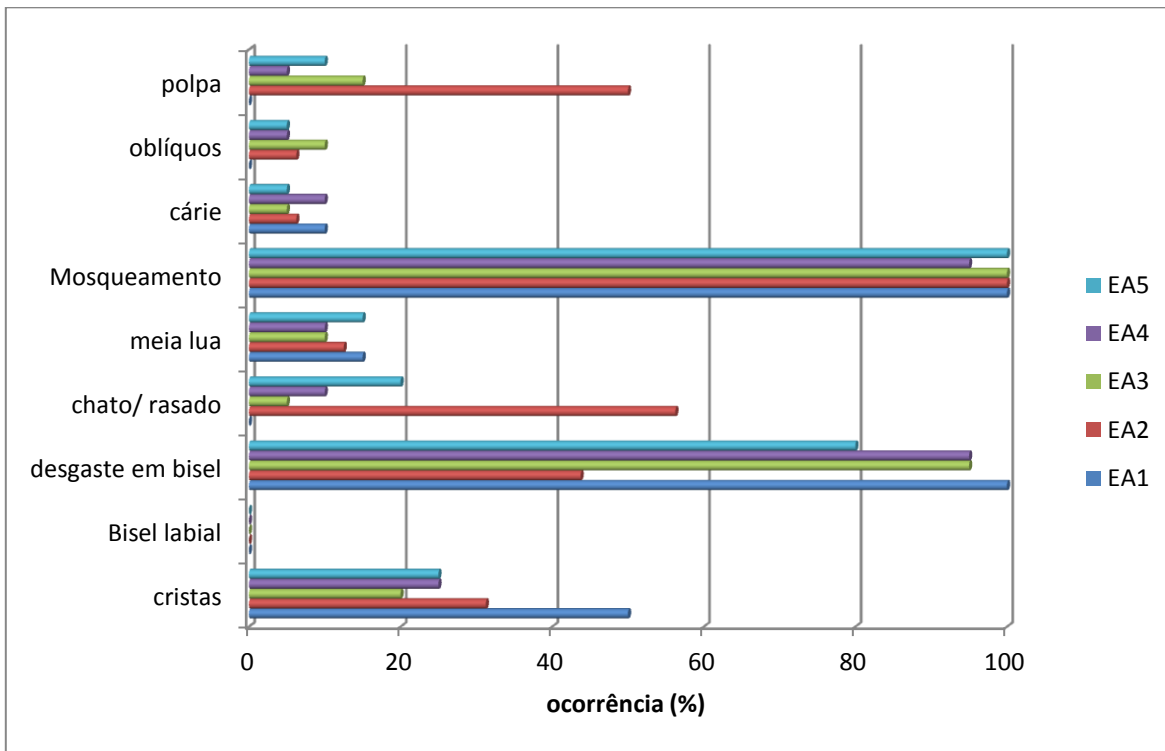


Figura 16.2: Alterações dentárias presentes em ovinos, segundo a estação amostral (EA), no município de Candiota, fevereiro/15.

Embora a presença de mosqueamento tenha sido observada novamente em todas as EAs, a coloração apresentou grande diversidade, o que permitirá a construção de um índice para ser, posteriormente, comparado entre as EAs.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I-ÁGUAS SUPERFICIAIS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Resolução CONAMA nº 357/05.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

II- SEDIMENTOS

Bibliografia organizada por data de publicação.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1995. *Protocol for the Derivation of Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of*



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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. 6, pp. 373-374, 1997.

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

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

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), 1019-1039.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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;



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 Sediment 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 originally 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 ENP MACAÉ - RJ - Dissertação de Mestrado Orientador: Jorge Alberto Trigüis, Ph.D. 224 P.

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

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

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

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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*



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tools for the Assessment of Contaminated Sediments, eds. R. J. Wenning, G. Batley, C. G. Ingersoll and D. M. Moore, SETAC Press, 2005, pp. 345–381.

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

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

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

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

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

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

PAVEI, P. T. .2007. *CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTAMINADOS PELASATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE 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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

OS SANTOS, BAHIA. 4o PDPETRO, Campinas, São Paulo, 21-24 de Outubro de 2007. PG. 1 a 10.

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

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

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

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

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

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

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

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

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

TAROZO, R.; 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

III - FITOPLÂNCTON, PERIFITON E ZOOPLÂNCTON

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 Biologia Marina*, Valparaiso, v.22, n.1, p.1-29.

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

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

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

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

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

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

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

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

IV- COMUNIDADE BENTÔNICA

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

V- ICTIOFAUNA

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

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

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

VI- FLORA

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ESRI. Manual Arc View

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

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

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

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

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

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

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

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

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 botânica brasilica*, 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Candiota, RS, Brasil. Pp. 163-175. In: Teixeira E. C. e Pires, M.J.R. (eds.), Estudos ambientais em Candiota – carvão e seus impactos. Fepam, Porto Alegre.

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

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

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

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

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

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

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

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

TURNER, F. B. The dynamics of populations of squamates, crocodylians and rhyngocephalians. 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

IX - QUALIDADE DO AR

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

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

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

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

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

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

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

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

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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.; ZENEON, O. Lesões dentárias em bovinos devidas a poluição industrial causada pela combustão de carvão. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.6, n1, p.23-31, 1996.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

18. Equipe de Trabalho

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

Biólogo Dr. Alexandre Arenzon
Biólogo Dr. Armando Molina Divan Júnior
Bióloga Dra. Catarina da Silva Pedrozo
Biólogo Dr. Fábio Silveira Vilella
Geógrafo MSc. Heinrich Hasenack
Biólogo Dr. Jan Karel Felix Mahler Junior
Biólogo Dr. Jorge Sebastião Bernardo Silva
Biólogo Dr. Leandro da Silva Duarte
Bióloga Dra. Luciane Oliveira Crossetti
Eng. Químico Dr. Manuel Luiz Leite Zurita
Eng. Química Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez
Geólogo Dr. Nelson Augusto Flores Machado
Biólogo Dr. Paulo Luiz de Oliveira
Biólogo MSc. Rogério Both
Bióloga Dra. Sandra Maria Hartz
Bióloga MSc. Suzana Fagundes de Freitas
Química MSc. Vera Lúcia Atz
Veterinária Dra. Verônica Schmidt



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Equipe de Apoio – Coletas e Análises Laboratoriais

Carlos Eduardo Güntzel

Daniela de Carvalho Leite Ribeiro

Letícia Rosa Frizzo

Manoel Otávio Fraga da Cunha

Marcelo Saraiva

Maria José Cecília Cardoso

Oswaldo Stalhbam Machado

Sônia Maria Madalosso

Volmar Garcez de Moraes

William Osvaldo Phillipin Guimarães



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ANEXO

RELATÓRIOS DE ENSAIO