



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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

**MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES
AMBIENTAIS**

Relatório Final

Período Julho 2012 a Abril 2013

Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011

Julho/2013





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

À Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica

Aos cuidados: Eng^a Simone Soccá

A Fundação Luiz Englert, através do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, apresenta o Relatório Final de atividades referente ao contrato nº CGTEE/DTC/068/2011 e Aditivos, para o período de julho de 2012 a abril de 2013

Porto Alegre, 12 de julho de 2013.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DA
USINA TERMELÉTRICA DE CANDIOTA, MUNICÍPIO DE CANDIOTA/RS

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

5. Sedimentos e Qualidade de Habitat

6. Bioindicadores Ambientais: Fitoplâncton, Perifiton e Zooplâncton

7. Bioindicadores Ambientais: Macrofauna Bentônica

8. Bioindicadores Ambientais: Ictiofauna

**9 – INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL DO AMBIENTE AQUÁTICO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CANDIOTA**



10. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

11. Rede de Monitoramento Ambiental

12. Monitoramento da Flora

13. Monitoramento da Avifauna

14. Monitoramento da Herpetofauna

15. Bioindicadores da Qualidade do Ar

16. Atividade Pecuária

**17 – INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL DO AMBIENTE TERRESTRE
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CANDIOTA**

18. Referências Bibliográficas

19. Equipe de Trabalho



PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DA USINA TERMELÉTRICA DE CANDIOTA, 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.

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.

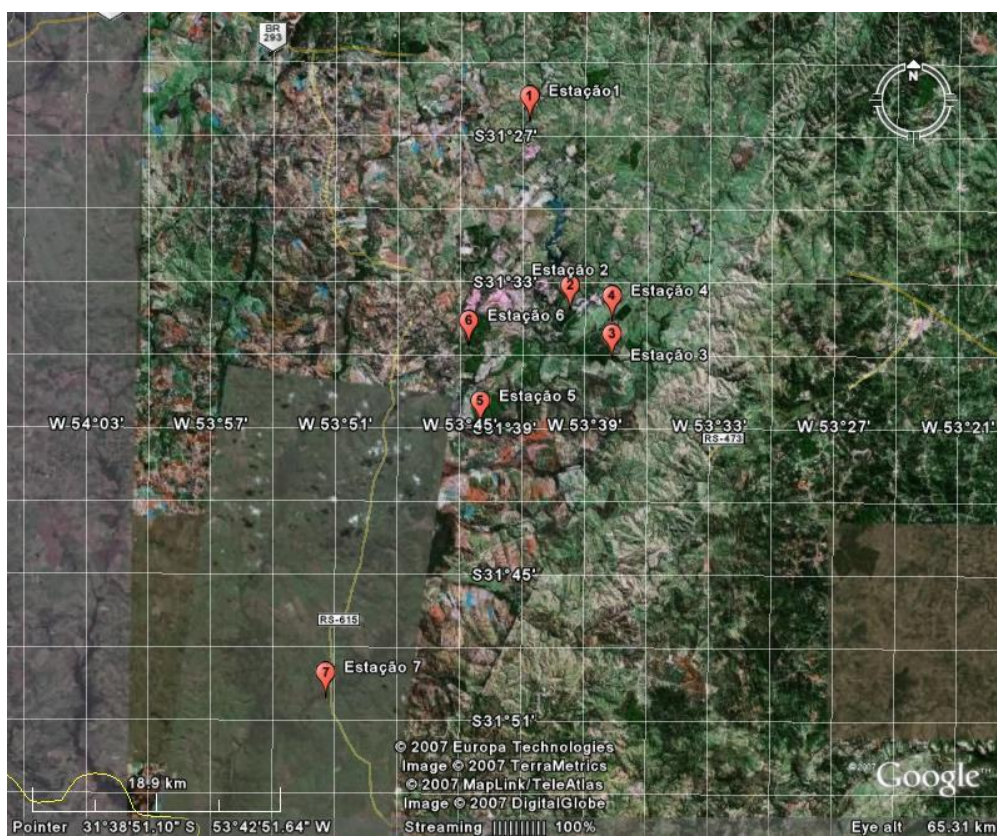


Figura 3.1. Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento



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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

4. ÁGUA SUPERFICIAL

4.1 Introdução

Esse relatório apresenta os resultados compilados relativos às coletas realizadas nos meses de julho e outubro de 2012 e janeiro e abril de 2013, bem como a interpretação destes no monitoramento da água superficial da área de influência direta da Usina Termelétrica de Candiota.

Para tanto, dados dos Índices numéricos IQA e IPMCA obtidos nesse período foram utilizados na busca de um Indicador único que pudesse trazer informações interpretativas do estado de qualidade das águas do sistema monitorado.

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

A Tabela 4.1 apresenta os registros analíticos, concentrações máximas e mínimas obtidas para cada parâmetro físico, químico, microbiológico e ecotoxicológico monitorado no período.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

PARÂMETRO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Cr total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mn total (mg.L ⁻¹)	0,08	<0,05	<0,05	0,05	0,05	0,38	0,07
	0,18	0,11	0,08	0,10	0,29	2,60	0,11
Ni total (mg.L ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01
Zn total (mg.L ⁻¹)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Hg total (mg.L ⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	<1	1,1	<1	<1	<1	1	<1
	3	4,6	4,3	4,1	4,6	5,7	5,0
Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	6,7	6,4	6,0	7,4	6,8	7,8	6,4
	7,6	8,0	7,7	7,8	8,8	8,8	8,1
pH	5,6	7,0	6,9	6,9	7,0	3,9	6,8
	6,8	9,2	7,5	8,0	7,4	6,2	7,4
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	33	59	82	53	79	117	71
	59	77	190	154	276	276	191
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1
Sulfeto (mg. L ⁻¹)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	0,006	0,003	0,014	0,023	0,009	0,007	0,008
Toxicidade crônica com <i>Selenastrum capricornutum</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	NE	NE	TC	NE	TC	TC	TC
Toxicidade crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	NE	TA	TC	TA	NE	TA	NE
Toxicidade crônica com <i>Pimephales promelas</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	NE	TC	TC	NE	NE	TA	NE
Turbidez (NTU)	17,6	4,3	3,6	10,2	11,1	3,7	9,4
	45,7	26,2	45,2	29,1	57,2	58,0	49,4

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

PARÂMETRO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Cr total							
Mn total	Yellow			Yellow	Yellow	Red	
Ni total						Red	
Zn total							
Hg total							
Óleos e Graxas							
Oxigênio Dissolvido							
pH	Red	Red				Red	
Sólidos Dissolvidos							
Surfactantes							
Sulfeto	Yellow		Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Toxicidade		Red	Yellow	Red	Yellow	Red	Yellow
Turbidez	Green		Green		Yellow	Green	Green

Legenda:

Classe de Qualidade

Resolução CONAMA 357

Cor

Classe 1

Classe 2

Classe 3

Classe 4





4.2) Indicadores de Qualidade

a) Índice de Qualidade da Água

Para o cálculo do IQA, foi utilizado o método desenvolvido pela NSF (National Sanitation Foundation), modificado pelo COMITÊSINOS (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:

- pH;
- Saturação do oxigênio;
- DBO₅;
- Sólidos totais;
- Fósforo total;
- Nitrato;
- Turbidez;
- Coliformes termotolerantes (*E. coli*).

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 a seguinte graduação (CETESB) e o correspondente Indicador de Qualidade utilizado nesta avaliação, Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – IQA e Indicador de Qualidade para Candiota

IQA	Qualidade CETESB	Indicador de Qualidade Candiota
80 – 100	ótima	5 – Muito Boa
52 – 79	boa	4 - Boa
37 – 51	aceitável	3 - Média
20 – 36	ruim	2 - Baixa
0 – 19	péssima	1- Muito Baixa

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A Figura 4.1 apresenta os valores de IQA da água superficial para todo o período monitorado e a Tabela 4.4 os Indicadores de Qualidade correspondentes. Nessa última Tabela também estão expressos os Indicadores de Qualidade constatados no período anteriormente monitorado (julho de 2011 a abril de 2012).

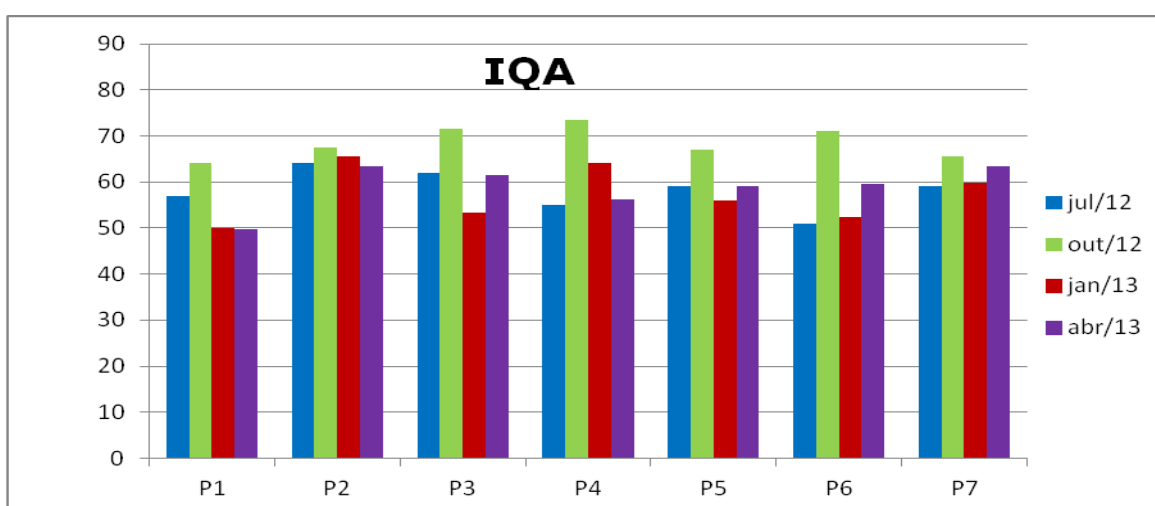


Figura 4.1 Valores de IQA em água superficial da região de Candiota.

Tabela 4.4 – Indicadores de Qualidade referentes ao IQA

Amostragem	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
jul/12	4	4	4	4	4	3	4
out/12	4	4	4	4	4	4	4
jan/13	3	4	4	4	4	4	4
abr/13	3	4	4	4	4	4	4
Média jul/12 a abr/13	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	3,7	4,0
Média jul/11 a abr/12	3,7	4,0	4,0	4,0	4,0	3,7	3,7



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

O IPMCA utilizado pela CETESB tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora. É composto por dois grupos de parâmetros, o de substâncias tóxicas e o de parâmetros essenciais:

- Parâmetros Essenciais: Oxigênio dissolvido, pH e Toxicidade
- Substâncias Tóxicas : Cádmi total
Cromo total
Cobre dissolvido
Chumbo total
Mercúrio total
Níquel total
Fenóis totais
Surfactantes
Zinco total

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 na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – IPMCA e Indicador de Qualidade para Candiota

IPMCA	Qualidade CETESB	Indicador de Qualidade Candiota
1	Boa	5 – Muito Boa
2	Regular	4 - Boa
3	Ruim	3 - Média
4	Ruim	2 - Baixa
>= 6	Péssima	1 – Muito Baixa

A Figura 4.2 apresenta os valores de IPMCA da água superficial para todo o período monitorado e a Tabela 4.6 os Indicadores de Qualidade correspondentes. Nessa última Tabela também estão expressos os Indicadores de Qualidade constatados no período anteriormente monitorado (julho de 2011 a abril de 2012).

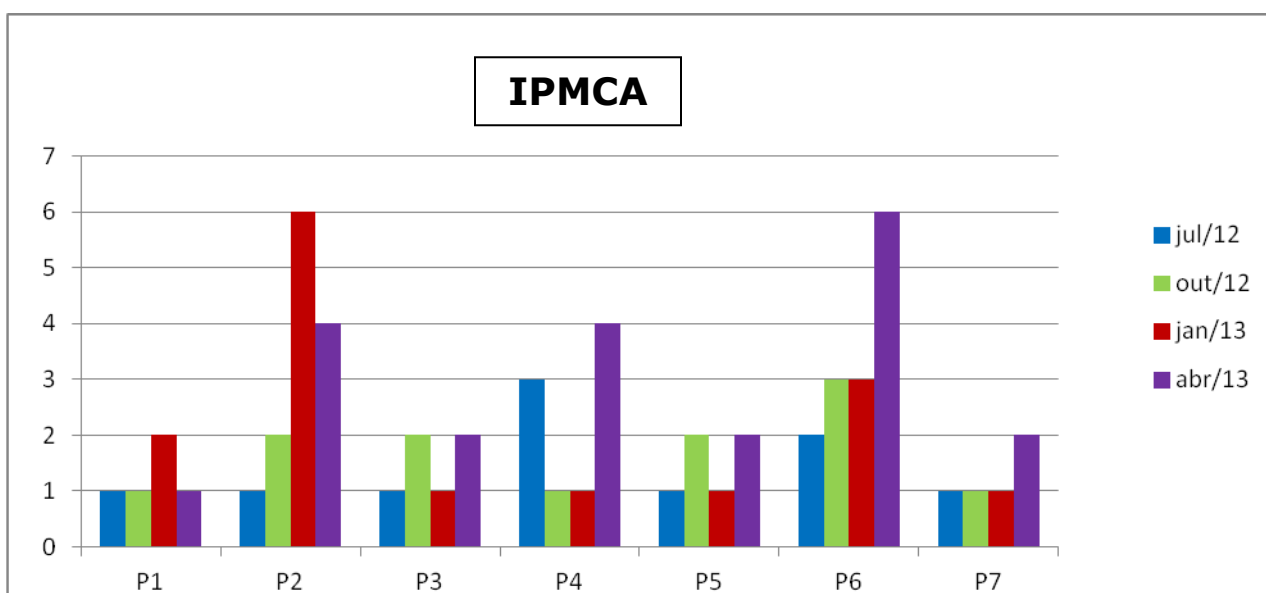


Figura 4.2 Valores de IPMCA em água superficial da região de Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.6 – Indicadores de Qualidade referentes ao IPMCA

Amostragem	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
jul/12	5	5	5	3	5	4	5
out/12	5	4	4	5	4	3	5
jan/13	4	1	5	5	5	3	5
abr/13	5	2	4	3	4	1	4
Média jul/12 a abr/13	4,7	3,0	4,5	4,0	4,5	2,7	4,7
Média jul/11 a abr/12	4,2	3,2	4,2	4,2	4,2	2,7	4,0

C) Composição do Indicador de Qualidade para a região de Candiota considerando o IQA e IPMCA em água superficial

A integração dos dois índices avaliados foi efetuada mediante a composição da pontuação obtida por cada Estação Amostral referente às médias do período para cada um dos índices, Tabela 4.7. Nessa Tabela também estão expressos o total da pontuação para a composição dos Indicadores de Qualidade constatados no período anteriormente monitorado (julho de 2011 a abril de 2012).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4.7 – Composição do Indicador para Água Superficial

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
IQA	3,5	4,0	4,0	4,0	4,9	3,7	4,0
IPMCA	4,7	3,0	4,5	4,0	4,5	2,7	4,7
Total de Pontuação jul/12 a abr/13	8,2	7,0	8,5	8,0	8,5	6,4	8,7
Total de Pontuação jul/11 a abr/12	7,9	7,2	8,2	8,2	8,2	6,4	7,7

A partir do total da pontuação obtida em cada uma das estações amostrais foi estabelecido o seguinte critério:

- pontuação maior que 8 e até 10 : Indicador 5 – Qualidade Muito Boa;
- pontuação maior que 6 e até 8 : Indicador 4 – Qualidade Boa;
- pontuação maior que 4 e até 6 : Indicador 3– Qualidade Média;
- pontuação maior que 2 e até 4 : Indicador 2 – Qualidade Baixa;
- pontuação igual a 2 : Indicador 1 – Qualidade Muito Baixa.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

d) Considerações Finais

Considerando a estratégia utilizada para o estabelecimento do Indicador de Qualidade para o compartimento Águas Superficiais da região de Candiota, as estações monitoradas no período de julho/2012 a abril/2013 foram assim distribuídas:

- **Indicador 5 - Qualidade Muito Boa : P1, P3, P4, P5 e P7;**
- **Indicador 4 - Qualidade Boa : P2 e P6.**

As estações monitoradas no período de julho/2011 a abril/2012 foram assim distribuídas:

- Indicador 5 - Qualidade Muito Boa : P3, P4 e P5;
- Indicador 4 - Qualidade Boa : P1, P2 e P7;
- Indicador 3 - Qualidade Média : P6.

Em relação ao período anteriormente monitorado, para os parâmetros avaliados no compartimento água Superficial, constatat-se uma melhoria do **P6** que passou do Indicador de Qualidade Média para o de Qualidade Boa, assim como o **P1** e **P7** que passaram do Indicador de Qualidade Boa para o de Qualidade Muito Boa.

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



5. SEDIMENTOS

5.1 Introdução

O período do monitoramento compreendeu quatro campanhas de amostragem distribuídas entre julho de 2012 a abril de 2013 e serão denominadas como S (julho-2012), T (outubro-2012), U (janeiro-2013) e V (abril-2013), distribuídos com base no caráter sazonal e trimestral.

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

Os sedimentos superficiais de fundo foram localizados em campo com o auxílio de um posicionador geográfico Garmin eTREX-Vista. Os amostradores utilizados foram do tipo do tipo "corer", associado a um extrudor, "mud snaper", draga de "Petersen" e um busca fundo do tipo "Van Veen" para possibilitar a amostra no primeiro centímetro da camada de fundo. A utilização de um ou de outro foi determinada pelas condições de fluxo dos locais amostrados.

Descreve-se a **física dos sedimentos**, baseada na distribuição granulométrica das partículas que compõem os sedimentos. A importância deste conhecimento esta associado à área superficial dos grãos, disponível para as reações químicas, devido às cargas negativas originadas da quebra de ligação entre as partículas e da substituição isomórfica de cátions no retículo cristalino. Além disso, foi considerado que os depósitos sedimentares armazenam além dos químicos as informações sobre a dinâmica do meio. A variação na distribuição granulométrica deve-se principalmente ao modo de transporte de sedimentos e a composição mineralógica dos solos originais, zona fonte. Porém, a proporção de partículas



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

grosseiras diminui à medida que os sedimentos são transportados. As partículas finas tendem a se acumular em zonas de menor energia hidráulica.

Descreve-se a **química dos sedimentos** que foi limitada ao estudo da presença de alguns metais associados a atividades antropogênicas, foram eles Al, As, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, e Zn. Verificaram-se também as taxas da matéria orgânica e a presença de Toxicidade.

O conteúdo de metais pesados nos sedimentos do Arroio Candiota foi estudado devido a sua função de "arquivo" ser importante não somente na interpretação dos processos ambientais, mas também para formar uma base para poder subsidiar, se for o caso, avaliação da estabilidade e dinâmica do sistema ambiental; para estudos de riscos ecológicos; no planejamento de ações e na formulação de conceitos de proteção ambiental com um conhecimento de longa duração. Objetivando o diagnóstico da situação de alguns metais no fundo fluvial estabeleceu-se que, todos os contaminantes inorgânicos, com exceção do antimônio, são persistentes e podem bioacumular, e todos eles podem ser estocados e estabelecer-se nos sedimentos ou na biota, e ocasionando uma difusão pela cadeia trófica do meio.

5.2 Metodologia de Análise

5.2.1 – Física dos Sedimentos

A interpretação dos resultados obtidos nas análises foi feita com base na aplicação dos métodos de FOLK & WARD (1957), PASSEGA (1957), VISHAR (1969) e SAHU (1964). O tamanho das partículas é uma propriedade fundamental que influencia na transferência e no transporte dos constituintes químicos, entre a água e sedimento.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Considerou-se que a distribuição dos tamanhos de grãos é a resposta dos processos deposicionais atuantes. Possibilitam a definição dos ambientes de deposição em termos do agente geológico e a determinação das condições hidráulicas dos depósitos. As curvas acumulativas de distribuição de tamanho de grãos foram utilizadas para inferir os ambientes de deposição e fluxo hidráulico.

Os sedimentos foram classificados de acordo com a escala granulométrica de WENTWORTH (1932), determinados com base na construção das curvas de frequência acumulada em papel de probabilidade aritmética, retirando-se os valores correspondentes aos percentis (fi_5 , fi_{16} , fi_{25} , fi_{50} , fi_{75} , fi_{84} , e fi_{95}), utilizando o método FOLK & WARD (1957).

A avaliação da frequência de distribuição de tamanhos de grãos é um dos atributos texturais de grande importância na determinação e classificação das fácies sedimentares, principalmente se considerando o fator logística-operacionalidade e os custos desta avaliação.

Baseado nas questões apresentadas optou-se por analisar os sedimentos utilizando todas as técnicas mencionadas para compor a interpretação, sendo a sutileza dos ambientes estudados analisada com base na interpretação das curvas de frequência acumulada, em papel de probabilidade, em correlação com variáveis de outras áreas do conhecimento:

- Discriminação Ambiental (SAHU): em análises desta natureza emprega-se o tamanho médio (M_z), a variância (T_i^2) em lugar do desvio padrão (T_i), a Assimetria (SK_i) e a curtose (KG).
- Diagrama CM, Passega (1957; 1964): os aspectos texturais de um sedimento refletem as características do agente que proporcionou a sua deposição. O padrão gerado por um diagrama CM construído em papel bilogarítmico para várias amostras, onde os valores de C ocupam a



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ordenada e de M a abscissa é característico do agente deposicional que ali atuou. PASSEGA & BYRAMJEE (1969) estabeleceram que este diagrama CM, caracteriza a fração mais grosseira da amostra. Análises das condições hidráulicas da sedimentação através da utilização do tamanho de grão têm mostrado um mecanismo preferencial para o transporte de certos tamanhos. Neste estudo os sedimentos clásticos de fundo fluvial foram subdivididos, de acordo com o tipo de transporte e deposição, com o auxílio do diagrama de PASSEGA.

- Percentuais das frações Granulos, Areia, Silte e Argila: A distribuição dos tamanhos em faixas granulométricas na forma percentual são importantes indicadores das diferenças existentes na dinâmica atuante. A análise das frações de tamanhos presentes nas amostras pode ser aplicada para propósitos especiais de comparação.
- Método das Curvas Cumulativas: A forma da curva de frequência acumulada dos tamanhos de grãos, log probabilidade, foi utilizada na interpretação das condições de sedimentação dos sedimentos de fundo fluvial.

A execução de tais métodos esta associada à caracterização e busca por sutilezas no ambiente sedimentar, já que para exercer a vigilância precisam-se conhecer as mudanças que por ventura aconteçam, no tempo e no espaço.

5.2.2 – Química dos Sedimentos

Os dados de química dos sedimentos foram estudados visando o desenvolvimento de um desenho compreensível da situação ambiental, servindo de subsídio à distribuição, transporte e disponibilidade de constituintes inorgânicos.

Os metais são onipresentes como componentes naturais de sedimentos que cobrem os fundos dos corpos hídricos, córregos, arroios, rios, lagos e oceanos. As concentrações naturais dos metais nestes sedimentos variam por ordem de magnitude dependendo das características dos sedimentos, mineralogia, tamanhos



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

de grãos e conteúdo da matéria orgânica. Além da ocorrência natural dos metais como componentes dos sedimentos, estes também podem compor os sedimentos, mas tendo como zona fonte as atividades humanas. Infelizmente a variabilidade natural das concentrações dos metais em sedimentos torna-se muitas vezes muito difícil de determinar na porção de metais medida o que é natural e a porção que provem de uma condição de enriquecimento antropogênico.

A abordagem foi à verificação das taxas dos elementos químicos previamente selecionados em função dos seus vínculos com as atividades antropogênicas, em especial a Termoeletricidade, e por possuírem referenciais de enriquecimento, bem como de efeitos na biota segundo taxas calculadas ao longo do tempo em vários países do mundo, nos sedimentos depositados em fundo fluvial, influenciados por tais atividades.

Listam-se a seguir alguns dos métodos existentes que referenciam os VGQS no mundo inteiro, ordenados cronologicamente no quadro a seguir:

-Método NOAA (também referenciado como método do peso das evidencias)

ERL-ERM: Valores para um efeito de baixo intervalo (ERL) e um efeito de intervalo mediano (ERM) são derivados a partir de um banco de dados aritmeticamente consistindo de produtos químicos combinados e dados de efeitos biológicos, incluindo dados de campo e em ensaios de laboratório e modelos EQP (Long e Morgan 1990).

-Particionamento de Equilíbrio SBA- EqP: Um valor de qualidade de sedimento para um contaminante é determinado através do cálculo da concentração do contaminante nos sedimentos que corresponderia a uma concentração na água de poro, ou hiporreica, equivalente aos critérios da EPA de qualidade do estado de água para o contaminante (Di Toro et al. 1992).

-Efeitos Aparentes de Limiar AET: A AET é a concentração de um contaminante nos sedimentos acima da qual estatisticamente efeitos biológicos significativos sempre seriam esperados com base em uma série de indicadores biológicos efeitos (EPA 1992).

-Testes de toxicidade dos sedimentos SSTT: Relações dose-resposta são estabelecidas por expor os organismos de teste frente aos sedimentos aos quais foram adicionadas com quantidades conhecidas de produtos químicos ou misturas de substâncias químicas (EPA 1992).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

-Nível de concentração de triagem LEL-SEL: O SLC é uma estimativa da concentração mais elevada de um contaminante que pode ser tolerada por uma proporção específica de uma espécie bentônica. Apenas a presença ou ausência de uma espécie é avaliada (Persaud 1993)

-Abordagem do Background de Sedimentos SQG: Background nos sedimentos - Amostras da química de sedimentos (concentrações) são comparadas com as taxas de referência de nível de base. Supõe-se que as amostras que não excedam os níveis de base de forma significativa não são perigosos (MacDonald, 1994).

-Método Florida(também referenciado como uma modificação do método do peso das evidências) TEL-PEL: Semelhante ao método NOAA exceto para a inclusão do termo "sem efeitos" conjunto de dados e utilização de uma média geométrica, em vez de uma média aritmética para definir os níveis de efeitos (MacDonald, 1994).

-Efeito da concentração na água intersticial PEC: Água Intersticial (hiporréica) concentrações de contaminantes são comparadas com tabelas de concentrações de efeitos em água intersticial baseadas em padrões de qualidade da água (Carr, 1997).

-Método de Regressão Logística LRM: Dados de par de efeitos químicos e biológicos são analisados estatisticamente, resultando em curvas de regressão que podem definir a probabilidade de uma resposta tóxica a partir de uma dada amostra (Field, 1999).

-Sulfetos Ácidos voláteis (AVS): Sulfetos Ácidos voláteis (AVS) e metais simultaneamente extraídos (SEM) são comparados. Se a concentração de SEM é inferior à concentração de AVS numa base molar, o sedimento é considerado não tóxico para os organismos bentônicos (EPA 2000b).

-Método do Consenso TEC-PEC: SQGs disponíveis que correspondem às intenções narrativas e outros critérios estão incluídos e média através de média geométrica, resultando em compostos SQGs compostos (MacDonald 2000).

Dentre estes vários critérios de qualidade de sedimentos existentes, dois têm sido bastante usados no processo de decisão sobre a disposição de sedimentos dragados e como gatilho para intervenção em áreas contaminadas. São eles ERL/ERM (Long & Morgan, 1991) e o TEL/PEL (Smith *et al.*, 1996). Soma-se a esses um terceiro critério que vem ganhando importância, o TEC/PEC, que foi recentemente proposto (MacDonald *et al.*, 2000). Sua importância reside no fato de tentar estabelecer um consenso para os VGQS existentes para sistemas de água doce.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Neste monitoramento, a partir das medidas dos conteúdos dos elementos químicos presentes nos sedimentos de fundo foram calculados:

- a) **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 (concentração na amostra) for de 460 ppm, o índice de toxicidade aparente é $460\text{ppm}/450\text{ppm}$, 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 nesta concepção.
- b) **Fator de contaminação ou o fator de enriquecimento** que é a expressão em termos de relacionamento entre a concentração de um elemento ou substâncias nas camadas sedimentares de fundo fluvial e o nível de base natural (background) para os metais. 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. O fator de contaminação calculado foi classificado nominalmente expressando o estado frente aos conteúdos de metais encontrados, isto é:



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

$C_f^i < 1$	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.

- c) **Grau de contaminação**, metodologia proposta por HAKANSON (1980), é calculado, é a soma de todos os fatores de contaminação encontrados para os sedimentos fluviais, ou seja: $C_d = \sum_{i=1}^6 C_f^i = \sum_{i=1}^6 C_{o-1}^i / C_n^i$ Este cálculo é o somatório dos fatores de contaminação para cada um dos elementos medidos. O grau de contaminação obtido forneceu uma classificação nominal:

$C_d < 6$	baixo grau de contaminação
$6 \leq C_d < 12$	moderado grau de contaminação
$12 \leq C_d < 24$	considerável grau de contaminação
$C_d > 24$	muito alto grau de contaminação

- d) **Valores Guias da Qualidade dos Sedimentos (SQGs)** a primeira das concepções (A) consiste no uso dos valores de nível de base, valores de referencias; ou "referencias pré-industrial" ou ainda *background*. Os valores utilizados neste estudo como background para os sedimentos de fundo do Arroio Candiota foram os valores estabelecidos como taxas médias para Crosta Terrestre (Crosta) e Sedimentos (Sed) por BOWEN (1979), e os valores Clarke (Clarke) que é uma unidade de cálculo de abundância de um elemento na crosta terrestre, adotada pela Geoquímica. Estas concentrações consideradas está na Tabela 5.1.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.1- 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 (B) são modelos chamados de estatísticos e utilizam quatro conjuntos de Valores Guias da qualidade para o sedimento:

-TEC (Concentração Limiar de Efeito) – PEC (Concentração de Provável Efeito) (MacDonald et al, 2000), Tabela 5.2;

- LEL (Nível de Efeito Baixo) –SEL (Nível de Efeito Severo) foram estabelecidos e adotados por “Ontario Ministry of Environment Screening Level Guidelines” no estudo PERSAUD D, JAAGUMAGI R, HAYTON A (1993), Tabela 5.3;

- ERL (Intervalo de efeito Baixo) – ERM (Intervalo de Efeito Médio) aplicados na resolução 344 do CONAMA, Brasil. Em especial para os sedimentos deste estudo utilizaram-se os valores guias da Tabela 5.4;

- TAXAS CETESB (TEL & PEL) em especial para os sedimentos deste estudo utilizaram-se os valores guias da Tabela 5.5, onde está apresentada à concepção usada pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo-CETESB.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.2 - Valores guias para a qualidade dos sedimentos (TEC-PEC).

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

Tabela 5.3 - Valores guias para a qualidade dos sedimentos (LEL-SEL).

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 5.4 - Valores guias para a qualidade dos sedimentos (ERL-ERM)

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

Tabela 5.5 - Valores guias para a qualidade dos sedimentos (TEL-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

Após estas análises individuais seguem-se as análises do somatório dos quocientes ($\Sigma(vqqs)$) buscando uma visão menos reducionista dos sistemas estudados, ao somarem-se os quocientes individuais, se estaria aproximando da complexidade natural dos sistemas ambientais onde os elementos (contaminantes) estão dentro de substâncias e estas por sua vez de ocorrência como misturas. Incrementa-se a estas avaliações interpretativas com a abordagem da Tríade da Qualidade dos Sedimentos que será utilizada para integrar as informações e avaliar coletivamente os sedimentos em relação à qualidade.

5.3 Resultados e Considerações

5.3.1 Física dos Sedimentos

- Características Texturais dos Sedimentos

No Arroio Candiota, os sete locais amostrados numa frequência trimestral, apresentaram as distribuições entre as frações cascalho, areia silte e argila obedecendo a escala granulométrica de WENTWORTH e estão apresentadas na Tabela 5.6. A classificação textural proposta por Folk, em 1954, está baseada,

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

essencialmente, num diagrama triangular em que são representados proporcionalmente os conteúdos percentuais em cascalho (>2mm), em areia (2mm a 0,062mm) e em lodo (<0,062mm).

Tabela 5.6 – Distribuição dos tamanhos de grãos em cada uma das estações amostrais em quatro campanhas amostrais (S, T, U e V), julho/2012 a abril/2013.

Estações	%Casc	%Areia	%Silte	%Argila	Energia
1S		71,2	10,3	18,5	2,47
2S	11,9	25,3	49,2	13,6	0,59
3S	43,8	56,2			100,00
4S	6,8	83,2	8,1	1,9	9,00
5S	0,1	83,2	11,3	5,4	4,99
6S		33,8	36,9	29,3	0,51
7S	0,1	51,2	22,2	26,5	1,05
1T	27,10	71,10	1,80		54,56
2T	0,40	96,60	2,40	0,60	32,33
3T	1,80	97,80	0,40		249,00
4T	22,40	76,90	0,70		141,86
5T	9,10	83,60	5,20	2,10	12,70
6T	2,10	96,90	1,00		99,00
7T	0,10	96,50	2,20	1,20	28,41
1U	2,10	94,30	1,50	2,10	26,78
2U	47,10	51,60	0,50	0,80	75,92
3U	26,20	67,50	3,10	3,20	14,87
4U	10,10	67,70	14,90	7,30	3,50
5U	7,90	34,70	33,40	24,00	0,74
6U	0,60	92,20	3,30	3,90	12,89
7U	3,50	79,50	8,30	8,70	4,88
1V	2,20	95,60	2,20	0,00	44,45
2V	5,70	93,20	1,10	0,00	89,91
3V	10,60	88,00	1,40	0,00	70,43
4V	12,40	81,60	4,40	1,60	15,67
5V	23,80	74,80	1,40	0,00	70,43
6V	7,80	90,40	1,80	0,00	54,56
7V	15,70	82,90	1,40	0,00	70,43

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Na Tabela 5.7 apresentam-se as classes texturais representadas pela classificação obtida no diagrama de classificação de Fol & Ward,

Tabela 5.7- Texturas das frações granulométricas nas amostras das áreas estudadas. Agrupadas por local estudado, e referenciadas as campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Estações	Texturas Folk & Ward
1S	Areia Lamosa um pouco cascalhosa
1T	Areia Cascalhosa
1U	Areia
1V	Areia
2S	Lama arenosa um pouco cascalhosa
2T	Areia
2U	Cascalho Arenoso
2V	Areia
3S	Cascalho arenoso
3T	Areia
3U	Areia Cascalhosa
3V	Areia um pouco cascalhosa
4S	Areia Lamosa um pouco Cascalhosa
4T	Lama Cascalhosa
4U	Areia Lamosa um pouco cascalhosa
4V	Areia um pouco cascalhosa
5S	Areia Lamosa
5T	Areia um Pouco Cascalhosa
5U	Lama arenosa um pouco cascalhosa
5V	Areia Cascalhosa
6S	Lama Arenosa
6T	Areia
6U	Areia
6V	Areia Um pouco Cascalhosa
7S	Cascalho arenoso
7T	Areia
7U	Areia Cascalhosa
7V	Areia Cascalhosa



- Descritores Granulométricos dos Sedimentos

A razão (quociente) entre os somatórios (cascalho+areia)/(silte+argila), é indicador das energias envolvidas no ambiente de sedimentação, considerando a circulação, erosão, transporte e deposição de partículas sedimentares (energia ambiental).

A ordenação com base nesta razão (quociente) dos locais (estações amostrais) mais dinâmicos para os mais calmos relativamente obedece a seguinte ordem com base na relação média de energia do meio considerando as relações entre as frações (granulo + areia) e (silte + argila) é:

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

Na Tabela 5.8 apresentam-se os resultados da energia do meio calculado através da relação entre grosseiros e finos.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.8- Porcentagens de tamanhos de grãos das texturas apresentadas pelas estações amostrais e Energia ambiental dada pela relação entre os grosseiros e os finos, julho/2012 a abril/2013.

Estações	%Casc	%Areia	%Silte	%Argila	Energia	%Mo	%Umid
1S		71,2	10,3	18,5	2,47	3,00	4,21
1T	27,10	71,10	1,80		54,56	1,60	3,98
1U	2,10	94,30	1,50	2,10	26,78	0,70	2,97
1V	2,20	95,60	2,20	0,00	44,45	0,90	11,70
2S	11,9	25,3	49,2	13,6	0,59	1,00	4,89
2T	0,40	96,60	2,40	0,60	32,33	3,80	3,12
2U	47,10	51,60	0,50	0,80	75,92	0,50	3,65
2V	5,70	93,20	1,10	0,00	89,91	0,70	9,80
3S	43,8	56,2			100,00	0,50	2,14
3T	1,80	97,80	0,40		249,00	1,90	2,56
3U	26,20	67,50	3,10	3,20	14,87	0,50	2,79
3V	10,60	88,00	1,40	0,00	70,43	0,30	13,87
4S	6,8	83,2	8,1	1,9	9,00	1,90	6,25
4T	22,40	76,90	0,70		141,86	1,60	5,87
4U	10,10	67,70	14,90	7,30	3,50	1,40	3,43
4V	12,40	81,60	4,40	1,60	15,67	0,50	8,49
5S	0,1	83,2	11,3	5,4	4,99	11,90	18,30
5T	9,10	83,60	5,20	2,10	12,70	4,30	15,34
5U	7,90	34,70	33,40	24,00	0,74	4,30	10,89
5V	23,80	74,80	1,40	0,00	70,43	0,50	18,34
6S		33,8	36,9	29,3	0,51	8,30	7,92
6T	2,10	96,90	1,00		99,00	1,70	6,78
6U	0,60	92,20	3,30	3,90	12,89	4,40	5,97
6V	7,80	90,40	1,80	0,00	54,56	1,10	22,08
7S	0,1	51,2	22,2	26,5	1,05	1,50	4,47
7T	0,10	96,50	2,20	1,20	28,41	0,90	4,55
7U	3,50	79,50	8,30	8,70	4,88	2,90	3,87
7V	15,70	82,90	1,40	0,00	70,43	0,40	17,36

5.3.2 Química dos Sedimentos

- Concentração de Metais

As Tabelas 5.9 e 5.10 apresentam respectivamente as concentrações de Metais Totais e Metais Disponíveis para as amostras de sedimentos do Arroio Candiota produzidas nas campanhas de julho e outubro de 2011 e janeiro e abril de 2012 (Campanhas O,P,Q,R).

Tabela 5.9 – Concentrações, metal **total**, encontradas nos sedimentos do Arroio Candiota nas campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Metais Totais	Altot(%)	Astot(ppm)	Cdtot(ppm)	Pbtot(ppm)	Cutot(ppm)	Crtot(ppm)	Fetot(%)	Mntot(ppm)	Hgtot(ppm)	Nitot(ppm)	Zntot(ppm)
1S	1,35	8,00	0,08	7,80	8,00	8,00	0,83	388,40	0,15	8,80	14,00
1T	6,29	8,00	0,08	12,80	8,00	8,00	0,49	126,40	0,15	24,90	11,40
1U	0,79	8,00	0,08	12,50	8,00	8,00	0,54	187,80	0,15	24,70	10,70
1V	2,13	8,10	0,08	21,70	14,70	27,50	2,45	934,40	0,15	24,20	139,90
Med1	2,64	8,03	0,08	13,70	9,68	12,88	1,08	409,25	0,15	20,65	44,00
2S	4,68	8,00	0,08	14,30	29,30	77,30	4,06	1512,20	0,15	57,60	67,40
2T	6,04	8,00	0,08	11,60	8,00	11,90	1,19	413,40	0,15	27,90	28,40
2U	0,88	8,00	0,08	12,90	8,00	16,40	1,96	246,70	0,15	25,30	25,80
2V	0,63	8,00	0,08	13,50	8,00	10,80	1,05	192,90	0,15	22,90	19,90
Med2	19,78	56,00	0,56	90,30	77,30	155,50	12,45	3218,20	1,05	209,80	215,60
3S	1,63	8,00	0,08	13,00	8,00	8,00	0,61	199,00	0,15	26,70	11,90
3T	8,41	8,00	0,08	13,10	8,00	8,00	0,69	377,50	0,15	24,60	14,60
3U	0,93	8,00	0,08	16,00	8,00	8,00	1,05	313,90	0,15	22,20	16,10
3V	0,63	8,00	0,08	16,80	8,00	8,00	0,68	125,10	0,15	19,30	10,80
Med3	21,56	56,00	0,56	104,80	56,00	56,00	5,45	1832,00	1,05	158,90	94,90
4S	6,72	8,00	0,08	9,10	14,00	31,80	4,24	761,90	0,15	30,60	59,90
4T	5,13	8,00	0,08	11,80	8,00	19,70	2,34	464,00	0,15	28,90	40,50
4U	1,04	9,00	0,08	12,60	8,30	18,30	2,29	483,60	0,15	27,30	69,90
4V	0,59	8,00	0,08	13,90	8,00	8,00	0,79	299,90	0,15	20,90	13,90
Med4	20,23	58,00	0,56	85,70	62,60	123,80	15,07	3256,90	1,05	184,80	308,50
5S	2,82	8,00	0,08	20,30	15,40	31,70	2,99	1105,60	0,15	28,10	51,10
5T	4,92	8,00	0,08	13,20	8,60	18,90	2,34	549,00	0,15	18,20	51,10
5U	3,52	8,00	0,09	18,20	19,10	33,20	2,60	692,10	0,15	25,80	67,40
5V	0,68	8,00	0,08	11,70	8,00	8,00	0,40	98,00	0,15	20,70	10,90
Med5	21,06	56,00	0,58	106,50	86,80	151,90	13,67	3783,80	1,05	157,50	309,90
6S	2,75	10,30	0,08	18,20	14,60	31,70	3,20	97,10	0,20	19,40	33,30
6T	3,51	10,00	0,08	8,80	8,00	8,50	1,72	59,70	0,15	26,70	15,20
6U	0,69	9,80	0,08	9,20	8,30	12,30	2,30	61,90	0,15	23,00	17,30
6V	0,70	16,80	0,08	16,40	16,90	18,00	3,80	92,70	0,15	20,40	22,20
Med6	12,54	83,50	0,56	87,00	81,00	109,30	18,84	525,70	1,10	159,60	142,70
7S	1,67	8,00	0,08	15,20	9,80	16,50	1,41	767,80	0,15	27,50	35,80
7T	8,60	8,00	0,08	11,30	8,00	8,00	0,67	459,50	0,15	25,50	21,60
7U	0,93	8,00	0,08	13,30	9,00	13,00	1,41	824,50	0,15	23,10	34,60
7V	0,64	8,00	0,08	17,10	8,00	8,00	0,59	238,00	0,15	20,70	11,30
Med7	22,00	56,00	0,56	98,60	59,80	74,50	6,76	3811,80	1,05	166,10	170,80



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.10 – Concentrações, metal **disponível**, encontradas nos sedimentos do Arroio Candiota nas campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Metais	Aldisp(%)	Asdisp(ppm)	Cddisp(ppm)	Pbdisp(ppm)	Cudisp(ppm)	Crdisp(ppm)	Fedisp(%)	Mndisp(ppm)	Hgdisp(ppm)	Nidisp(ppm)	Zndisp(ppm)
1S	0,65	2,50	0,50	4,70	2,50	2,80	0,65	352,90	0,15	2,50	10,00
1T	1,09	2,50	0,50	3,80	2,50	2,50	0,48	102,50	0,15	2,50	5,10
1U	0,52	2,50	0,08	3,10	2,50	2,50	0,53	140,10	0,15	2,50	7,20
1V	0,89	5,70	0,50	9,90	9,40	15,90	2,34	565,40	0,15	10,40	130,10
Med1	5,64	23,90	2,66	38,30	31,30	44,60	7,34	1968,90	1,05	33,30	294,80
2S	3,38	2,50	0,50	9,30	24,40	53,70	3,52	1244,30	0,15	41,70	54,50
2T	1,87	2,50	0,50	5,10	3,60	7,50	1,17	323,10	0,15	3,80	20,30
2U	0,58	3,40	0,08	4,30	2,80	10,90	1,45	241,60	0,15	3,50	18,70
2V	0,56	2,50	0,50	3,30	5,70	7,40	1,03	177,40	0,15	3,10	16,80
Med2	9,39	19,30	2,66	34,70	48,60	105,30	10,82	2728,50	1,05	62,50	166,10
3S	0,33	2,50	0,50	3,40	2,50	2,50	0,40	164,40	0,15	2,50	6,20
3T	1,11	2,50	0,50	4,00	2,50	2,70	0,64	269,70	0,15	2,50	7,00
3U	0,69	2,50	0,08	5,50	2,50	3,70	1,03	254,90	0,15	2,50	12,10
3V	0,43	2,50	0,50	3,90	2,50	4,90	0,52	57,20	0,15	2,50	7,90
Med3	4,81	17,50	2,66	30,20	17,50	25,10	4,78	1328,00	1,05	17,50	60,20
4S	2,68	2,50	0,50	5,70	11,90	25,80	3,67	590,90	0,15	14,40	47,50
4T	1,60	6,10	0,50	7,20	3,00	14,70	2,28	315,50	0,15	4,70	32,00
4U	0,86	5,50	0,08	9,10	5,10	10,70	2,13	429,00	0,15	8,40	63,30
4V	0,58	2,50	0,50	3,90	2,50	3,90	0,68	170,90	0,15	2,50	10,30
Med4	8,74	30,70	2,66	46,10	33,10	84,40	13,85	2421,70	1,05	45,60	258,70
5S	1,76	6,00	0,50	13,90	11,80	15,40	2,47	856,00	0,15	10,70	45,50
5T	4,10	2,50	0,50	7,40	5,50	11,10	1,23	500,50	0,15	7,00	44,50
5U	1,05	5,10	0,08	14,60	12,70	17,40	2,11	464,50	0,15	11,50	62,20
5V	0,38	2,50	0,50	2,50	2,50	2,50	0,33	53,00	0,15	2,50	9,90
Med5	12,83	26,20	2,66	62,90	53,20	77,40	9,81	2892,00	1,05	52,70	278,70
6S	1,03	8,30	0,50	15,00	11,30	14,80	2,53	85,60	0,15	7,10	27,10
6T	1,08	7,20	0,50	3,90	2,50	6,00	1,63	45,70	0,15	2,50	7,00
6U	0,59	7,80	0,08	7,70	6,10	6,70	2,11	38,20	0,15	4,20	12,80
6V	0,59	16,00	0,50	7,90	4,40	16,10	3,16	62,50	0,15	4,00	22,20
Med6	5,54	70,30	2,66	54,00	37,30	72,40	16,33	378,40	1,05	28,50	111,10
7S	1,30	3,20	0,50	6,80	6,60	10,80	1,18	458,40	0,15	6,90	33,30
7T	1,70	2,50	0,50	4,10	2,50	3,40	0,64	330,70	0,15	2,50	14,00
7U	0,82	2,80	0,08	6,70	6,20	8,90	1,19	595,20	0,15	8,70	32,80
7V	0,47	2,50	0,50	4,90	2,50	2,80	0,50	227,60	0,15	2,50	11,30
Med7	7,28	18,80	2,66	38,20	29,00	41,00	5,83	2765,40	1,05	34,30	149,50

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Foi realizada uma análise estatística descritiva centrada nos metais totais (Tabela 5.11), já que os metais totais representam o potencial máximo de contaminação nos sistema estudado e o escopo do estudo é a vigilância ambiental.

Tabela 5.11 – Análise descritiva dos dados de metais nos sedimentos do Arroio Candiota, campanhas S, T, U e V, em sete locais amostrais, representando um n amostral de 28, julho/2012 a abril/2013.

7 locais - 4 campanhas	N	Intervalo	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Variança	Assimetria	Curtose
ALTOT(%)	28	8,01	0,59	8,60	2,83	2,53	6,41	1,01	-0,15
ASTOT(ppm)	28	9,00	8,00	17,00	8,57	1,74	3,03	4,26	19,81
CDTOT(ppm)	28	0,01	0,08	0,09	0,08	0,00	0,00	5,29	28,00
PBTOT(ppm)	28	13,90	7,80	21,70	13,80	3,38	11,39	0,46	0,08
CUTOT(ppm)	28	21,00	8,00	29,00	10,57	4,93	24,26	2,48	7,01
CRTOT(ppm)	28	69,00	8,00	77,00	17,34	14,58	212,47	2,82	10,19
FETOT(%)	28	3,84	0,40	4,24	1,74	1,16	1,34	0,74	-0,50
MNTOT(ppm)	28	1452,50	59,70	1512,20	431,18	355,70	126521,08	1,35	1,83
HGTOT(ppm)	28	0,05	0,15	0,20	0,15	0,01	0,00	5,29	28,00
NITOT(ppm)	28	48,80	8,80	57,60	24,85	7,73	59,75	2,62	12,49
ZNTOT(ppm)	28	129,00	11,00	140,00	33,10	28,46	809,89	2,21	6,34

As variáveis representadas pelas taxas de concentração dos metais nos sedimentos apresentaram uma ordenação da variância mostrada abaixo:

$$\mathbf{Cd < Hg < As < Fe < Al < Cu < Pb < Ni < Cr < Zn < Mn}$$

A grande variabilidade dos dados dos sedimentos da calha fluvial do Arroio Candiota, favorece o fato de que quanto maior a variabilidade aumenta a possibilidade de encontrarem-se correlações significativas importantes entre as variáveis.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.12 – Correlação de Pearson para os metais nos sedimentos da bacia do Arroio Candiota, considerando as quatro campanhas amostrais S, T, U e V, e de n amostral 28, julho/2012 a abril/2013.

Corr.Pearson	ALTOT	ASTOT	CDTOT	PBTOT	CUTOT	CRTOT	FETOT	MNTOT	HGTOT	NITOT	ZNTOT
ALTOT	1										
ASTOT		1									
CDTOT			1								
PBTOT				1							
CUTOT				0,444	1						
CRTOT					0,877	1					
FETOT		0,418			0,748	0,887	1				
MNTOT		-0,483			0,421	0,548		1			
HGTOT									1		
NITOT					0,458	0,525				1	
ZNTOT					0,639	0,85	0,778	0,704		0,406	1

OBS: A cor **azul** representa os coeficientes de correlação de Pearson com um nível de significância de 0,01 e o **azul** representa os coeficientes de correlação de Pearson com um nível de significância de 0,05.

A ordem decrescente dos elementos em função do número de bons coeficientes de correlação de Pearson é :

Pb=Cu=Cr=Fe=Zn>Cd>Al>Hg>As=Mn=Ni

Tabela 5.13 – Matriz da Análise de correlação de Spearman para os metais nos sedimentos da bacia do Arroio Candiota, considerando as quatro campanhas amostrais S, T, U e V, e n amostral 28, julho/2012 a abril/2013.

Corr.Spearman	ALTOT	ASTOT	CDTOT	PBTOT	CUTOT	CRTOT	FETOT	MNTOT	HGTOT	NITOT	ZNTOT
ALTOT	1										
ASTOT		1									
CDTOT			1								
PBTOT				1							
CUTOT				0,485	1						
CRTOT					0,847	1					
FETOT		0,431			0,816	0,93	1				
MNTOT	0,436	-0,393			0,481	0,527	0,403	1			
HGTOT		0,415							1		
NITOT	0,549					0,422		0,488		1	
ZNTOT	0,444				0,754	0,903	0,838	0,725		0,473	1

OBS: A cor **azul** representa os coeficientes de correlação de Spearman com um nível de significância de 0,01 e o **azul** representa os coeficientes de correlação de Spearman com um nível de significância de 0,05.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A ordem decrescente dos elementos em função do número de coeficientes de correlação significativos de Spearman é:

Pb=Zn>Cu=Cr=Fe>Cd>Al>Ni>As>Hg

- Fator de Mobilidade

Sob o ponto de vista ambiental as formas que detem interesse são aquelas móveis e as biodisponíveis. O uso do fator de mobilidade permite, com qualquer tipo de análise empregada, simples ou seqüencial seguir a mesma relação Metal residual/ Metal total.

Quando não houver contaminação os conteúdos de metais móveis são muito baixos, e a relação do metal total e metal residual deve ser 1 ou muito próximo de 1.

O fator de mobilidade ($FM = CT/ CR$) é a relação do conteúdo total do metal estudado e o conteúdo residual em uma amostra. Na Tabela 5.14 apresentam-se as concentrações residuais obtidas para os metais analisados.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.14 – Concentrações residuais para os metais, medidos nos sedimentos do Arroio Candiota nas campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Metais	Al Res(%)	As Res(ppm)	Cd Res(ppm)	Pb Res(ppm)	Cu Res(ppm)	Cr Res(ppm)	Fe Res(%)	Mn Res(ppm)	Hg Res(ppm)	Ni Res(ppm)	Zn Res(ppm)
1S	0,70	5,50	0,00	3,10	5,50	5,20	0,18	35,50	0,00	6,30	4,00
1T	5,20	5,50	0,00	9,00	5,50	5,50	0,01	23,90	0,00	22,40	6,30
1U	0,27	5,50	0,00	9,40	5,50	5,50	0,02	47,70	0,00	22,20	3,50
1V	1,24	2,40	0,00	11,80	5,30	11,60	0,12	369,00	0,00	13,80	9,80
Med1	1,85	4,73	0,00	8,33	5,45	6,95	0,08	119,03	0,00	16,18	5,90
2S	1,30	5,50	0,00	5,00	4,90	23,60	0,54	267,90	0,00	15,90	12,90
2T	4,17	5,50	0,00	6,50	4,40	4,40	0,02	90,30	0,00	24,10	8,10
2U	0,31	4,60	0,00	8,60	5,20	5,50	0,51	5,10	0,00	21,80	7,10
2V	0,07	5,50	0,00	10,20	2,30	3,40	0,02	15,50	0,00	19,80	3,10
Med2	1,46	5,28	0,00	7,58	4,20	9,23	0,27	94,70	0,00	20,40	7,80
3S	1,30	5,50	0,00	9,60	5,50	5,50	0,21	34,60	0,00	24,20	5,70
3T	7,30	5,50	0,00	9,10	5,50	5,30	0,05	107,80	0,00	22,10	7,60
3U	0,23	5,50	0,00	10,50	5,50	4,30	0,02	59,00	0,00	19,70	4,00
3V	0,20	5,50	0,00	12,90	5,50	3,10	0,16	67,90	0,00	16,80	2,90
Med3	2,26	5,50	0,00	10,53	5,50	4,55	0,11	67,33	0,00	20,70	5,05
4S	4,04	5,50	0,00	3,40	2,10	6,00	0,57	171,00	0,00	16,20	12,40
4T	3,53	1,90	0,00	4,60	5,00	5,00	0,06	148,50	0,00	24,20	8,50
4U	0,17	3,50	0,00	3,50	3,20	7,60	0,16	54,60	0,00	18,90	6,60
4V	0,02	5,50	0,00	10,00	5,50	4,10	0,10	129,00	0,00	18,40	3,60
Med4	1,94	4,10	0,00	5,38	3,95	5,68	0,22	125,78	0,00	19,43	7,78
5S	1,06	2,00	0,00	6,40	3,60	16,30	0,53	249,60	0,00	17,40	5,60
5T	0,82	5,50	0,00	5,80	3,10	7,80	1,11	48,50	0,00	11,20	6,60
5U	2,47	2,90	0,01	3,60	6,40	15,80	0,49	227,60	0,00	14,30	5,20
5V	0,30	5,50	0,00	9,20	5,50	5,50	0,07	45,00	0,00	18,20	1,00
Med 5	1,16	3,98	0,00	6,25	4,65	11,35	0,55	142,68	0,00	15,28	4,60
6S	1,71	2,00	0,00	3,20	3,30	16,90	0,67	11,50	0,05	12,30	6,20
6T	2,43	2,80	0,00	4,90	5,50	2,50	0,08	14,00	0,00	24,20	8,20
6U	0,10	2,00	0,00	1,50	2,20	5,60	0,19	23,70	0,00	18,80	4,50
6V	0,11	0,80	0,00	8,50	12,50	1,90	0,65	30,20	0,00	16,40	0,00
Med6	1,09	1,90	0,00	4,53	5,88	6,73	0,40	19,85	0,01	17,93	4,73
7S	0,37	4,80	0,00	8,40	3,20	5,70	0,23	309,40	0,00	20,60	2,50
7T	6,90	5,50	0,00	7,20	5,50	4,60	0,03	128,80	0,00	23,00	7,60
7U	0,11	5,20	0,00	6,60	2,80	4,10	0,23	229,30	0,00	14,40	1,80
7V	0,17	5,50	0,00	12,20	5,50	5,20	0,09	10,40	0,00	18,20	0,00
Med7	1,89	5,25	0,00	8,60	4,25	4,90	0,14	169,48	0,00	19,05	2,98

A Tabela 5.15 apresenta os fatores de mobilidade para cada uma das estações considerando as quatro campanhas amostrais.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.15 – Fator de Mobilidade para os metais, medidos nos sedimentos de fundo do Arroio Candiota nas campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Metais	Fat Mob.Al	Fat Mob.As	Fat Mob.Cd	Fat Mob.Pb	Fat Mob.Cu	Fat Mob.Cr	Fat Mob.Fe	Fat Mob.Mn	Fat Mob.Hg	Fat Mob.Ni	Fat Mob.Zn
1S	1,92	1,45	0,00	2,52	1,45	1,54	4,62	10,94	0,00	1,40	3,50
2S	3,60	1,45	0,00	2,86	5,98	3,28	7,50	5,64	0,00	3,62	5,22
3S	1,25	1,45	0,00	1,35	1,45	1,45	2,87	5,75	0,00	1,10	2,09
4S	1,66	1,45	0,00	2,68	6,67	5,30	7,38	4,46	0,00	1,89	4,83
5S	2,65	4,00	0,00	3,17	4,28	1,94	5,65	4,43	0,00	1,61	9,13
6S	1,60	5,15	0,00	5,69	4,42	1,88	4,75	8,44	4,00	1,58	5,37
7S	4,52	1,67	0,00	1,81	3,06	2,89	6,13	2,48	0,00	1,33	14,32
1T	1,21	1,45	0,00	1,42	1,45	1,45	88,75	5,29	0,00	1,11	1,81
2T	1,45	1,45	0,00	1,78	1,82	2,70	69,78	4,58	0,00	1,16	3,51
3T	1,15	1,45	0,00	1,44	1,45	1,51	14,35	3,50	0,00	1,11	1,92
4T	1,45	4,21	0,00	2,57	1,60	3,94	40,25	3,12	0,00	1,19	4,76
5T	6,01	1,45	0,00	2,28	2,77	2,42	2,10	11,32	0,00	1,63	7,74
6T	1,44	3,57	0,00	1,80	1,45	3,40	20,30	4,26	0,00	1,10	1,85
7T	1,25	1,45	0,00	1,57	1,45	1,74	23,08	3,57	0,00	1,11	2,84
1U	2,93	1,45	0,00	1,33	1,45	1,45	35,09	3,94	0,00	1,11	3,06
2U	2,89	1,74	0,00	1,50	1,54	2,98	3,85	48,37	0,00	1,16	3,63
3U	3,96	1,45	0,00	1,52	1,45	1,86	56,06	5,32	0,00	1,13	4,03
4U	5,97	2,57	0,00	3,60	2,59	2,41	14,16	8,86	0,00	1,44	10,59
5U	1,43	2,76	9,00	5,06	2,98	2,10	5,29	3,04	0,00	1,80	12,96
6U	6,76	4,90	0,00	6,13	3,77	2,20	12,34	2,61	0,00	1,22	3,84
7U	8,72	1,54	0,00	2,02	3,21	3,17	6,21	3,60	0,00	1,60	19,22
1V	1,72	3,38	0,00	1,84	2,77	2,37	21,07	2,53	0,00	1,75	14,28
2V	9,31	1,45	0,00	1,32	3,48	3,18	52,62	12,45	0,00	1,16	6,42
3V	3,22	1,45	0,00	1,30	1,45	2,58	4,22	1,84	0,00	1,15	3,72
4V	38,39	1,45	0,00	1,39	1,45	1,95	7,67	2,32	0,00	1,14	3,86
5V	2,30	1,45	0,00	1,27	1,45	1,45	6,10	2,18	0,00	1,14	10,90
6V	6,43	21,00	0,00	1,93	1,35	9,47	5,87	3,07	0,00	1,24	0,00
7V	3,78	1,45	0,00	1,40	1,45	1,54	6,49	22,88	0,00	1,14	0,00

OBS: Para a coloração **azul** o fator de mobilidade apresenta-se menor ou igual a 1, e considerado imóvel; para a coloração **verde** o fator de mobilidade é baixo entre 1 e 2, para a coloração **amarela** fator de mobilidade média, valor de 2 a 4 e para a coloração **vermelha** indica fator de mobilidade alto maior que 4.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.16 - Fator de Mobilidade para os metais, medidos nos sedimentos do Arroio Candiota, Estação amostral 1, nas campanhas amostrais S, T, U e V julho/2012 a abril/2013.

Estações	Fat Mob.Al	Fat Mob.As	Fat Mob.Cd	Fat Mob.Pb	Fat Mob.Cu	Fat Mob.Cr	Fat Mob.Fe	Fat Mob.Mn	Fat Mob.Hg	Fat Mob.Ni	Fat Mob.Zn
1S	1,92	1,45	0,00	2,52	1,45	1,54	4,62	10,94	0,00	1,40	3,50
1T	1,21	1,45	0,00	1,42	1,45	1,45	88,75	5,29	0,00	1,11	1,81
1U	2,93	1,45	0,00	1,33	1,45	1,45	35,09	3,94	0,00	1,11	3,06
1V	1,72	3,38	0,00	1,84	2,77	2,37	21,07	2,53	0,00	1,75	14,28
Med1	1,94	1,93	0,00	1,78	1,78	1,70	37,38	5,67	0,00	1,34	5,66

OBS: Para a coloração **azul** o fator de mobilidade apresenta-se menor ou igual a 1, e considerado imóvel; para a coloração **verde** o fator de mobilidade é baixo entre 1 e 2, para a coloração **amarela** fator de mobilidade média, valor de 2 a 4 e para a coloração **vermelha** indica fator de mobilidade alto maior que 4.

A mobilidade na estação 1, considerando as quatro campanhas amostrais estabelece uma ordenação dos metais medidos:

Fe > Mn > Zn > Al > As > Cu > Pb > Cr > Ni > Cd = Hg

Tabela 5.17 - Fator de Mobilidade para os metais, medidos nos sedimentos do Arroio Candiota, Estação amostral 2, nas campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Estações	Fat Mob.Al	Fat Mob.As	Fat Mob.Cd	Fat Mob.Pb	Fat Mob.Cu	Fat Mob.Cr	Fat Mob.Fe	Fat Mob.Mn	Fat Mob.Hg	Fat Mob.Ni	Fat Mob.Zn
2S	3,60	1,45	0,00	2,86	5,98	3,28	7,50	5,64	0,00	3,62	5,22
2T	1,45	1,45	0,00	1,78	1,82	2,70	69,78	4,58	0,00	1,16	3,51
2U	2,89	1,74	0,00	1,50	1,54	2,98	3,85	48,37	0,00	1,16	3,63
2V	9,31	1,45	0,00	1,32	3,48	3,18	52,62	12,45	0,00	1,16	6,42
Med2	4,31	1,53	0,00	1,87	3,20	3,03	33,44	17,76	0,00	1,77	4,70

OBS: A coloração **azul** o fator de mobilidade apresenta-se menor ou igual a 1, e considerado imóvel; a coloração **verde** o fator de mobilidade é baixo entre 1 e 2, a coloração **amarela** fator de mobilidade média, valor de 2 a 4, a coloração **vermelha** indica fator de mobilidade alto maior que 4.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A mobilidade na estação 2, considerando as quatro campanhas amostrais estabelece uma ordenação dos metais medidos:

Fe> Mn> Zn> Al> Cu> Cr> Pb> Ni> As> Cd = Hg

Tabela 5.18 - Fator de Mobilidade para os metais, medidos nos sedimentos de fundo do Arroio Candiota, Estação amostral 3, nas campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a bril/2013.

Estações	Fat Mob.Al	Fat Mob.As	Fat Mob.Cd	Fat Mob.Pb	Fat Mob.Cu	Fat Mob.Cr	Fat Mob.Fe	Fat Mob.Mn	Fat Mob.Hg	Fat Mob.Ni	Fat Mob.Zn
3S	1,25	1,45	0,00	1,35	1,45	1,45	2,87	5,75	0,00	1,10	2,09
3T	1,15	1,45	0,00	1,44	1,45	1,51	14,35	3,50	0,00	1,11	1,92
3U	3,96	1,45	0,00	1,52	1,45	1,86	56,06	5,32	0,00	1,13	4,03
3V	3,22	1,45	0,00	1,30	1,45	2,58	4,22	1,84	0,00	1,15	3,72
Med3	2,40	1,45	0,00	1,40	1,45	1,85	19,37	4,10	0,00	1,12	2,94

OBS: Para a coloração **azul** o fator de mobilidade apresenta-se menor ou igual a 1, e considerado imóvel; para a coloração **verde** o fator de mobilidade é baixo entre 1 e 2, para a coloração **amarela** fator de mobilidade média, valor de 2 a 4 e para a coloração **vermelha** indica fator de mobilidade alto maior que 4.

A mobilidade na estação 3, considerando as quatro campanhas amostrais estabelece uma ordenação dos metais medidos:

Fe> Mn> Zn> Al> Cr> As> Cu> Pb> Ni> Cd = Hg

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.19 - Fator de Mobilidade para os metais, medidos nos sedimentos de fundo do Arroio Candiota, Estação amostral 4, nas campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Estações	Fat Mob.Al	Fat Mob.As	Fat Mob.Cd	Fat Mob.Pb	Fat Mob.Cu	Fat Mob.Cr	Fat Mob.Fe	Fat Mob.Mn	Fat Mob.Hg	Fat Mob.Ni	Fat Mob.Zn
4S	1,66	1,45	0,00	2,68	6,67	5,30	7,38	4,46	0,00	1,89	4,83
4T	1,45	4,21	0,00	2,57	1,60	3,94	40,25	3,12	0,00	1,19	4,76
4U	5,97	2,57	0,00	3,60	2,59	2,41	14,16	8,86	0,00	1,44	10,59
4V	38,39	1,45	0,00	1,39	1,45	1,95	7,67	2,32	0,00	1,14	3,86
Med4	11,87	2,42	0,00	2,56	3,08	3,40	17,36	4,69	0,00	1,42	6,01

OBS: Para a coloração **azul** o fator de mobilidade apresenta-se menor ou igual a 1, e considerado imóvel; para a coloração **verde** o fator de mobilidade é baixo entre 1 e 2, para a coloração **amarela** fator de mobilidade média, valor de 2 a 4 e para a coloração **vermelha** indica fator de mobilidade alto maior que 4.

A mobilidade na estação 4, considerando as quatro campanhas amostrais estabelece uma ordenação dos metais medidos:

Fe > Al > Zn > Mn > Cr > Cu > Pb > As > Ni > Cd = Hg

Tabela 5.20 - Fator de Mobilidade para os metais, medidos nos sedimentos do Arroio Candiota, Estação amostral 5, nas campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Estações	Fat Mob.Al	Fat Mob.As	Fat Mob.Cd	Fat Mob.Pb	Fat Mob.Cu	Fat Mob.Cr	Fat Mob.Fe	Fat Mob.Mn	Fat Mob.Hg	Fat Mob.Ni	Fat Mob.Zn
5S	2,65	4,00	0,00	3,17	4,28	1,94	5,65	4,43	0,00	1,61	9,13
5T	6,01	1,45	0,00	2,28	2,77	2,42	2,10	11,32	0,00	1,63	7,74
5U	1,43	2,76	9,00	5,06	2,98	2,10	5,29	3,04	0,00	1,80	12,96
5V	2,30	1,45	0,00	1,27	1,45	1,45	6,10	2,18	0,00	1,14	10,90
Med5	3,10	2,42	2,25	2,94	2,87	1,98	4,79	5,24	0,00	1,55	10,18

OBS: Para a coloração **azul** o fator de mobilidade apresenta-se menor ou igual a 1, e considerado imóvel; para a coloração **verde** o fator de mobilidade é baixo entre 1 e 2, para a coloração **amarela** fator de mobilidade média, valor de 2 a 4 e para a coloração **vermelha** indica fator de mobilidade alto maior que 4.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A mobilidade na estação 5, considerando as quatro campanhas amostrais estabelece uma ordenação dos metais medidos:

Zn> Mn> Fe> Al> Pb> Cu> As> Cd> Cr> Ni> Hg

Tabela 5.21 - Fator de Mobilidade para os metais, medidos nos sedimentos do Arroio Candiota, Estação amostral 6, nas campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Estações	Fat Mob.Al	Fat Mob.As	Fat Mob.Cd	Fat Mob.Pb	Fat Mob.Cu	Fat Mob.Cr	Fat Mob.Fe	Fat Mob.Mn	Fat Mob.Hg	Fat Mob.Ni	Fat Mob.Zn
6S	1,60	5,15	0,00	5,69	4,42	1,88	4,75	8,44	4,00	1,58	5,37
6T	1,44	3,57	0,00	1,80	1,45	3,40	20,30	4,26	0,00	1,10	1,85
6U	6,76	4,90	0,00	6,13	3,77	2,20	12,34	2,61	0,00	1,22	3,84
6V	6,43	21,00	0,00	1,93	1,35	9,47	5,87	3,07	0,00	1,24	0,00
Med6	4,06	8,66	0,00	3,89	2,75	4,24	10,82	4,60	1,00	1,29	2,77

OBS: Para a coloração **azul** o fator de mobilidade apresenta-se menor ou igual a 1, e considerado imóvel; para a coloração **verde** o fator de mobilidade é baixo entre 1 e 2, para a coloração **amarela** fator de mobilidade média, valor de 2 a 4 e para a coloração **vermelha** indica fator de mobilidade alto maior que 4.

A mobilidade na estação 6, considerando as quatro campanhas amostrais estabelece uma ordenação dos metais medidos:

Fe> As> Mn> Cr> Al> Pb> Zn> Cu> Ni> Hg> Cd

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.22 - Fator de Mobilidade para os metais, medidos nos sedimentos do Arroio Candiota, Estação amostral 7, nas campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Estações	Fat Mob.Al	Fat Mob.As	Fat Mob.Cd	Fat Mob.Pb	Fat Mob.Cu	Fat Mob.Cr	Fat Mob.Fe	Fat Mob.Mn	Fat Mob.Hg	Fat Mob.Ni	Fat Mob.Zn
7S	4,52	1,67	0,00	1,81	3,06	2,89	6,13	2,48	0,00	1,33	14,32
7T	1,25	1,45	0,00	1,57	1,45	1,74	23,08	3,57	0,00	1,11	2,84
7U	8,72	1,54	0,00	2,02	3,21	3,17	6,21	3,60	0,00	1,60	19,22
7V	3,78	1,45	0,00	1,40	1,45	1,54	6,49	22,88	0,00	1,14	0,00
Med7	4,57	1,53	0,00	1,70	2,30	2,34	10,47	8,13	0,00	1,30	9,10

OBS: Para a coloração **azul** o fator de mobilidade apresenta-se menor ou igual a 1, e considerado imóvel; para a coloração **verde** o fator de mobilidade é baixo entre 1 e 2, para a coloração **amarela** fator de mobilidade média, valor de 2 a 4 e para a coloração **vermelha** indica fator de mobilidade alto maior que 4.

A mobilidade na estação 7, considerando as quatro campanhas amostrais estabelece uma ordenação dos metais medidos:

Fe > Zn > Mn > Al > Cr > Cu > Pb > As > Ni > Cd > Hg

A mobilidade dos metais medidos calculados para toda a bacia hidrográfica, isto é considerando as sete estações amostrais e as quatro campanhas amostrais (S, T, U e V) para o período de julho de 2012 a abril de 2013 são apresentadas a seguir:

Fe > Mn > Zn > Al > As > Cr > Cu > Pb > Ni > Cd > Hg

- Porcentagem de Biodisponibilidade

Para os cálculos da porcentagem biodisponível utilizou-se a seguinte equação matemática citada em trabalho de Souza et al. 1986 apud Siqueira (2000, 2003):

BD = (Cm ÷ Ct) * 100, onde Cm - concentração da fase móvel do metal e Ct - concentração total do metal na amostras.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O percentual biodisponível é considerado relevante quando as suas concentrações ultrapassam um valor superior a 40% na fração biodisponível, demonstrando que nesses sedimentos há características de poluição. A Tabela 5.23 apresentam os resultados para o calculo da porcentagem biodisponível.

Tabela 5.23 – Porcentagem biodisponível para os metais, medidos nos sedimentos do Arroio Candiota nas campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Metais Totais	Al Biodisp(%)	As Biodisp(%)	Cd Biodisp(%)	Pb Biodisp(%)	Cu Biodisp(%)	Cr Biodisp(%)	Fe Biodisp(%)	Mn Biodisp(%)	Hg Biodisp(%)	Ni Biodisp(%)	Zn Biodisp(%)
1S	47,93	31,25	625,00	60,26	31,25	35,00	78,35	90,86	100,00	28,41	71,43
2S	72,22	31,25	625,00	65,03	83,28	69,47	86,66	82,28	100,00	72,40	80,86
3S	20,24	31,25	625,00	26,15	31,25	31,25	65,11	82,61	100,00	9,36	52,10
4S	39,83	31,25	625,00	62,64	85,00	81,13	86,45	77,56	100,00	47,06	79,30
5S	62,29	75,00	625,00	68,47	76,62	48,58	82,31	77,42	100,00	38,08	89,04
6S	37,69	80,58	625,00	82,42	77,40	46,69	78,95	88,16	75,00	36,60	81,38
7S	77,89	40,00	625,00	44,74	67,35	65,45	83,69	59,70	100,00	25,09	93,02
1T	17,28	31,25	625,00	29,69	31,25	31,25	98,87	81,09	100,00	10,04	44,74
2T	30,88	31,25	625,00	43,97	45,00	63,03	98,57	78,16	100,00	13,62	71,48
3T	13,22	31,25	625,00	30,53	31,25	33,75	93,03	71,44	100,00	10,16	47,95
4T	31,11	76,25	625,00	61,02	37,50	74,62	97,52	68,00	100,00	16,26	79,01
5T	83,37	31,25	625,00	56,06	63,95	58,73	52,49	91,17	100,00	38,46	87,08
6T	30,73	72,00	625,00	44,32	31,25	70,59	95,07	76,55	100,00	9,36	46,05
7T	19,75	31,25	625,00	36,28	31,25	42,50	95,67	71,97	100,00	9,80	64,81
1U	65,82	31,25	100,00	24,80	31,25	31,25	97,15	74,60	100,00	10,12	67,29
2U	65,34	42,50	100,00	33,33	35,00	66,46	74,02	97,93	100,00	13,83	72,48
3U	74,75	31,25	100,00	34,38	31,25	46,25	98,22	81,20	100,00	11,26	75,16
4U	83,24	61,11	100,00	72,22	61,45	58,47	92,94	88,71	100,00	30,77	90,56
5U	29,86	63,75	88,89	80,22	66,49	52,41	81,11	67,11	100,00	44,57	92,28
6U	85,21	79,59	100,00	83,70	73,49	54,47	91,90	61,71	100,00	18,26	73,99
7U	88,53	35,00	100,00	50,38	68,89	68,46	83,89	72,19	100,00	37,66	94,80
1V	41,81	70,37	625,00	45,62	63,95	57,82	95,25	60,51	100,00	42,98	92,99
2V	89,26	31,25	625,00	24,44	71,25	68,52	98,10	91,96	100,00	13,54	84,42
3V	68,95	31,25	625,00	23,21	31,25	61,25	76,29	45,72	100,00	12,95	73,15
4V	97,40	31,25	625,00	28,06	31,25	48,75	86,96	56,99	100,00	11,96	74,10
5V	56,48	31,25	625,00	21,37	31,25	31,25	83,61	54,08	100,00	12,08	90,83
6V	84,45	95,24	625,00	48,17	26,04	89,44	82,97	67,42	100,00	19,61	100,00
7V	73,56	31,25	625,00	28,65	31,25	35,00	84,58	95,63	100,00	12,08	100,00



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- Matéria Orgânica

A análise da distribuição da matéria orgânica contida nos sedimentos tem como princípio que os constituintes do húmus são extremamente sensíveis aos diversos fatores que condicionam os processos de deposição.

As taxas médias de matéria orgânica nos sedimentos das sete estações amostrais em quatro campanhas amostrais ordenam as sete estações das maiores taxas as menores na seguinte ordem:

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

O intervalo de variação da matéria orgânica é distribuído da seguinte forma:

Estação 1.....	Maximo 3,0%	e	mínimo 0,70%
Estação 2.....	Maximo 3,80%	e	mínimo 0,50%
Estação 3.....	Maximo 1,90%	e	mínimo 0,30%
Estação 4.....	Maximo 1,90%	e	mínimo 0,50%
Estação 5.....	Maximo 11,90%	e	mínimo 0,50%
Estação 6.....	Maximo 8,30%	e	mínimo 1,10%
Estação 7.....	Maximo 0,40%	e	mínimo 2,90%



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- **Aplicação das várias concepções na comparação das Taxas encontradas nos sedimentos do Arroio Candiota com os Valores Guia de Referência**

As taxas encontradas são as concentrações medidas dos metais presentes nos sedimentos de fundo do Arroio Candiota, enquanto que a taxa a ser comparadas são as taxas estabelecidas por cada uma das concepções utilizadas neste estudo. Toda a vez que o numerador (A) se aproximar do valor do denominador (B), o resultado da razão (quociente) 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 indicativa que o valor está abaixo de 0,50 e a condição mostra que o valor de referencia é muito maior que a taxa medida no sedimento. Já cor **laranja** é indicativa que o valor esta igual ou maior que a razão (quociente) 0,50 e requer cuidado e atenção do gestor. A cor **vermelha** indica que o valor obtido é igual ou maior que 1, indicando que a taxa encontrada nos sedimentos é maior que a taxa de referência, independente da concepção utilizada. A cor **cinza** indica que não existe valor de referência para aquele metal naquela concepção utilizada.

Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas que ocorrem no fundo do estuário do Rio Puget Sound, em Washington DC, isto porque a PSWQA foi uma das primeiras entidades a assumir padrões de referencias para os sedimentos. A Tabela 5.24 apresenta o resultado da razão (quociente) calculada para cada metal e para cada estação amostral.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.24- Índice de Tolerância Potencial ITc, para cada um dos metais para cada uma das estações e para as campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

Metais Totais	ITcAl	ITcAs	ITcCd	ITcPb	ITcCu	ITcCr	ITcFe	ITcMn	ITcHg	ITcNi	ITcZn
1S		0,14	0,02	0,02	0,02	0,03			0,37		0,03
2S		0,14	0,02	0,03	0,08	0,30			0,37		0,16
3S		0,14	0,02	0,03	0,02	0,03			0,37		0,03
4S		0,14	0,02	0,02	0,04	0,12			0,37		0,15
5S		0,14	0,02	0,05	0,04	0,12			0,37		0,12
6S		0,18	0,02	0,04	0,04	0,12			0,49		0,08
7S		0,14	0,02	0,03	0,03	0,06			0,37		0,09
1T		0,14	0,02	0,03	0,02	0,03			0,37		0,03
2T		0,14	0,02	0,03	0,02	0,05			0,37		0,07
3T		0,14	0,02	0,03	0,02	0,03			0,37		0,04
4T		0,14	0,02	0,03	0,02	0,08			0,37		0,10
5T		0,14	0,02	0,03	0,02	0,07			0,37		0,12
6T		0,18	0,02	0,02	0,02	0,03			0,37		0,04
7T		0,14	0,02	0,03	0,02	0,03			0,37		0,05
1U		0,14	0,02	0,03	0,02	0,03			0,37		0,03
2U		0,14	0,02	0,03	0,02	0,06			0,37		0,06
3U		0,14	0,02	0,04	0,02	0,03			0,37		0,04
4U		0,16	0,02	0,03	0,02	0,07			0,37		0,17
5U		0,14	0,02	0,04	0,05	0,13			0,37		0,16
6U		0,17	0,02	0,02	0,02	0,05			0,37		0,04
7U		0,14	0,02	0,03	0,02	0,05			0,37		0,08
1V		0,14	0,02	0,05	0,04	0,11			0,37		0,34
2V		0,14	0,02	0,03	0,02	0,04			0,37		0,05
3V		0,14	0,02	0,04	0,02	0,03			0,37		0,03
4V		0,14	0,02	0,03	0,02	0,03			0,37		0,03
5V		0,14	0,02	0,03	0,02	0,03			0,37		0,03
6V		0,29	0,02	0,04	0,04	0,07			0,37		0,05
7V		0,14	0,02	0,04	0,02	0,03			0,37		0,03
Med		0,15	0,02	0,03	0,03	0,07			0,37		0,08

OBS: cor **verde** será indicativo que o valor está abaixo de 0,50 e portanto a condição mostra que o valor de referência é muito maior que a taxa medida no sedimento.

Nesta concepção de referências químicas, não constatamos nenhum registro acima da Tolerância Crítica.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A razão (quociente) entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos do Arroio Candiota são a comparação com os valores de referência, SQG, na concepção TEC-PEC. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 5.25 a 5.26, na forma de índices.

Tabela 5.25 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração limiar de efeito (TEC), concepção TEC-PEC, para as 7 estações, campanhas amostrais S, T, U e V, julho/2012 a abril/2013.

OBS: Cor **verde** indica que o valor de referência é muito maior que o valor medido no sedimento. Cor **laranja** indica que o valor medido no sedimento é igual ou maior que 0,50 requerendo atenção do gestor. Cor **vermelha** indica que o valor obtido no sedimento é igual ou maior que 1, sendo maior que o valor de referência, independente da concepção utilizada.

Estação 1

Metais Totais	InTEC Al	InTEC As	InTEC Cd	InTEC Pb	InTEC Cu	InTEC Cr	InTEC Fe	InTEC Mn	InTEC Hg	InTEC Ni	InTEC Zn
1S		0,82	0,08	0,22	0,25	0,18	0,42	0,84	0,83	0,38	0,12
1T		0,82	0,08	0,36	0,25	0,18	0,24	0,27	0,83	1,08	0,10
1U		0,82	0,08	0,35	0,25	0,18	0,27	0,41	0,83	1,07	0,09
1V		0,83	0,08	0,60	0,46	0,63	1,23	2,03	0,83	1,05	1,17
Med		0,82	0,08	0,38	0,30	0,30	0,54	0,89	0,83	0,90	0,37

Estação 2

Metais Totais	InTEC Al	InTEC As	InTEC Cd	InTEC Pb	InTEC Cu	InTEC Cr	InTEC Fe	InTEC Mn	InTEC Hg	InTEC Ni	InTEC Zn
2S		0,82	0,08	0,40	0,92	1,78	2,03	3,29	0,83	2,50	0,56
2T		0,82	0,08	0,32	0,25	0,27	0,59	0,90	0,83	1,21	0,24
2U		0,82	0,08	0,36	0,25	0,38	0,98	0,54	0,83	1,10	0,22
2V		0,82	0,08	0,38	0,25	0,25	0,52	0,42	0,83	1,00	0,17
Med		0,82	0,08	0,36	0,42	0,67	1,03	1,29	0,83	1,45	0,29

Estação 3

Metais Totais	InTEC Al	InTEC As	InTEC Cd	InTEC Pb	InTEC Cu	InTEC Cr	InTEC Fe	InTEC Mn	InTEC Hg	InTEC Ni	InTEC Zn
3S		0,82	0,08	0,36	0,25	0,18	0,30	0,43	0,83	1,16	0,10
3T		0,82	0,08	0,36	0,25	0,18	0,35	0,82	0,83	1,07	0,12
3U		0,82	0,08	0,44	0,25	0,18	0,52	0,68	0,83	0,97	0,13
3V		0,82	0,08	0,47	0,25	0,18	0,34	0,27	0,83	0,84	0,09
Med		0,82	0,08	0,41	0,25	0,18	0,38	0,55	0,83	1,01	0,11

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 4

Metais Totais	InTEC Al	InTEC As	InTEC Cd	InTEC Pb	InTEC Cu	InTEC Cr	InTEC Fe	InTEC Mn	InTEC Hg	InTEC Ni	InTEC Zn
4S		0,82	0,08	0,25	0,44	0,73	2,12	1,66	0,83	1,33	0,50
4T		0,82	0,08	0,33	0,25	0,45	1,17	1,01	0,83	1,26	0,34
4U		0,92	0,08	0,35	0,26	0,42	1,14	1,05	0,83	1,19	0,58
4V		0,82	0,08	0,39	0,25	0,18	0,39	0,65	0,83	0,91	0,12
Med		0,84	0,08	0,33	0,30	0,45	1,21	1,09	0,83	1,17	0,38

Estação 5

Metais Totais	InTEC Al	InTEC As	InTEC Cd	InTEC Pb	InTEC Cu	InTEC Cr	InTEC Fe	InTEC Mn	InTEC Hg	InTEC Ni	InTEC Zn
5S		0,82	0,08	0,56	0,48	0,73	1,50	2,40	0,83	1,22	0,43
5T		0,82	0,08	0,37	0,27	0,44	1,17	1,19	0,83	0,79	0,43
5U		0,82	0,09	0,51	0,60	0,76	1,30	1,50	0,83	1,12	0,56
5V		0,82	0,08	0,33	0,25	0,18	0,20	0,21	0,83	0,90	0,09
Med		0,82	0,08	0,44	0,40	0,53	1,04	1,33	0,83	1,01	0,38

Estação 6

Metais Totais	InTEC Al	InTEC As	InTEC Cd	InTEC Pb	InTEC Cu	InTEC Cr	InTEC Fe	InTEC Mn	InTEC Hg	InTEC Ni	InTEC Zn
6S		1,05	0,08	0,51	0,46	0,73	1,60	0,21	1,11	0,84	0,28
6T		1,02	0,08	0,24	0,25	0,20	0,86	0,13	0,83	1,16	0,13
6U		1,00	0,08	0,26	0,26	0,28	1,15	0,13	0,83	1,00	0,14
6V		1,71	0,08	0,46	0,53	0,41	1,90	0,20	0,83	0,89	0,19
Med		1,20	0,08	0,37	0,37	0,41	1,38	0,17	0,90	0,97	0,18

Estação 7

Metais Totais	InTEC Al	InTEC As	InTEC Cd	InTEC Pb	InTEC Cu	InTEC Cr	InTEC Fe	InTEC Mn	InTEC Hg	InTEC Ni	InTEC Zn
7S		0,82	0,08	0,42	0,31	0,38	0,71	1,67	0,83	1,20	0,30
7T		0,82	0,08	0,31	0,25	0,18	0,34	1,00	0,83	1,11	0,18
7U		0,82	0,08	0,37	0,28	0,30	0,71	1,79	0,83	1,00	0,29
7V		0,82	0,08	0,48	0,25	0,18	0,29	0,52	0,83	0,90	0,09
Med		0,82	0,08	0,40	0,27	0,26	0,51	1,24	0,83	1,05	0,22

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.26 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) e a concentração de provável efeito (PEC), concepção TEC-PEC nas campanhas amostrais S,T, U e V, estações 1 a 7 para o período de julho/2012 a abril/2013.

OBS: Cor **verde** indica que o valor de referência é muito maior que o valor medido no sedimento. Cor **laranja** indica que o valor medido no sedimento é igual ou maior que 0,50 requerendo atenção do gestor. Cor **vermelha** indica que o valor obtido no sedimento é igual ou maior que 1, sendo maior que o valor de referência, independente da concepção utilizada.

Estação 1

Metais Totais	InPEC Al	InPEC As	InPEC Cd	InPEC Pb	InPEC Cu	InPEC Cr	InPEC Fe	InPEC Mn	InPEC Hg	InPEC Ni	InPEC Zn
1S		0,24	0,02	0,06	0,05	0,07	0,21	0,35	0,14	0,18	0,03
1T		0,24	0,02	0,10	0,05	0,07	0,12	0,11	0,14	0,51	0,02
1U		0,24	0,02	0,10	0,05	0,07	0,14	0,17	0,14	0,50	0,02
1V		0,25	0,02	0,17	0,10	0,25	0,61	0,85	0,14	0,49	0,30
Med		0,24	0,02	0,11	0,06	0,12	0,27	0,37	0,14	0,42	0,10

Estação 2

Metais Totais	InPEC Al	InPEC As	InPEC Cd	InPEC Pb	InPEC Cu	InPEC Cr	InPEC Fe	InPEC Mn	InPEC Hg	InPEC Ni	InPEC Zn
2S		0,24	0,02	0,11	0,20	0,70	1,01	1,37	0,14	1,18	0,15
2T		0,24	0,02	0,09	0,05	0,11	0,30	0,38	0,14	0,57	0,06
2U		0,24	0,02	0,10	0,05	0,15	0,49	0,22	0,14	0,52	0,06
2V		0,24	0,02	0,10	0,05	0,10	0,26	0,18	0,14	0,47	0,04
Med		0,24	0,02	0,10	0,09	0,26	0,52	0,54	0,14	0,68	0,08

Estação 3

Metais Totais	InPEC Al	InPEC As	InPEC Cd	InPEC Pb	InPEC Cu	InPEC Cr	InPEC Fe	InPEC Mn	InPEC Hg	InPEC Ni	InPEC Zn
3S		0,24	0,02	0,10	0,05	0,07	0,15	0,18	0,14	0,54	0,03
3T		0,24	0,02	0,10	0,05	0,07	0,17	0,34	0,14	0,50	0,03
3U		0,24	0,02	0,12	0,05	0,07	0,26	0,29	0,14	0,45	0,04
3V		0,24	0,02	0,13	0,05	0,07	0,17	0,11	0,14	0,39	0,02
Med		0,24	0,02	0,11	0,05	0,07	0,19	0,23	0,14	0,47	0,03

Estação 4

Metais Totais	InPEC Al	InPEC As	InPEC Cd	InPEC Pb	InPEC Cu	InPEC Cr	InPEC Fe	InPEC Mn	InPEC Hg	InPEC Ni	InPEC Zn
4S		0,24	0,02	0,07	0,09	0,29	1,06	0,69	0,14	0,62	0,13
4T		0,24	0,02	0,09	0,05	0,18	0,58	0,42	0,14	0,59	0,09
4U		0,27	0,02	0,10	0,06	0,17	0,57	0,44	0,14	0,56	0,15
4V		0,24	0,02	0,11	0,05	0,07	0,20	0,27	0,14	0,43	0,03
Med		0,25	0,02	0,09	0,06	0,18	0,60	0,46	0,14	0,55	0,10

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 5

Metais Totais	InPEC Al	InPEC As	InPEC Cd	InPEC Pb	InPEC Cu	InPEC Cr	InPEC Fe	InPEC Mn	InPEC Hg	InPEC Ni	InPEC Zn
5S		0,24	0,02	0,16	0,10	0,29	0,75	1,01	0,14	0,57	0,11
5T		0,24	0,02	0,10	0,06	0,17	0,58	0,50	0,14	0,37	0,11
5U		0,24	0,02	0,14	0,13	0,30	0,65	0,63	0,14	0,53	0,15
5V		0,24	0,02	0,09	0,05	0,07	0,10	0,09	0,14	0,42	0,02
Med		0,24	0,02	0,12	0,09	0,21	0,52	0,56	0,14	0,47	0,10

Estação 6

Metais Totais	InPEC Al	InPEC As	InPEC Cd	InPEC Pb	InPEC Cu	InPEC Cr	InPEC Fe	InPEC Mn	InPEC Hg	InPEC Ni	InPEC Zn
6S		0,31	0,02	0,14	0,10	0,29	0,80	0,09	0,18	0,40	0,07
6T		0,30	0,02	0,07	0,05	0,08	0,43	0,05	0,14	0,54	0,03
6U		0,30	0,02	0,07	0,06	0,11	0,57	0,06	0,14	0,47	0,04
6V		0,51	0,02	0,13	0,11	0,16	0,95	0,08	0,14	0,42	0,05
Med		0,36	0,02	0,10	0,08	0,16	0,69	0,07	0,15	0,46	0,05

Estação 7

Metais Totais	InPEC Al	InPEC As	InPEC Cd	InPEC Pb	InPEC Cu	InPEC Cr	InPEC Fe	InPEC Mn	InPEC Hg	InPEC Ni	InPEC Zn
7S		0,24	0,02	0,12	0,07	0,15	0,35	0,70	0,14	0,56	0,08
7T		0,24	0,02	0,09	0,05	0,07	0,17	0,42	0,14	0,52	0,05
7U		0,24	0,02	0,10	0,06	0,12	0,35	0,75	0,14	0,47	0,08
7V		0,24	0,02	0,13	0,05	0,07	0,15	0,22	0,14	0,42	0,02
Med		0,24	0,02	0,11	0,06	0,10	0,26	0,52	0,14	0,49	0,06

A razão (quociente) matemática entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos do Arroio Candiota e a comparação com os valores de referencia, SQG, nível de efeito baixo na concepção LEL-SEL. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.27 na forma de índices.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.27 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) nível de efeito baixo (LEL), concepção LEL-SEL, campanhas amostrais S, T, U e V para as estações amostrais 1 a 7 no período de julho/2012 a abril/2013.

OBS: Cor **verde** indica que o valor de referência é muito maior que o valor medido no sedimento. Cor **laranja** indica que o valor medido no sedimento é igual ou maior que 0,50 requerendo atenção do gestor. Cor **vermelha** indica que o valor obtido no sedimento é igual ou maior que 1, sendo maior que o valor de referência, independente da concepção utilizada.

Estação 1

Metais Totais	InLEL Al	InLEL As	InLEL Cd	InLEL Pb	InLEL Cu	InLEL Cr	InLEL Fe	InLEL Mn	InLEL Hg	InLEL Ni	InLEL Zn
1S		1,33	0,13	0,25	0,50	0,31	0,42	0,84	0,75	0,55	0,12
1T		1,33	0,13	0,41	0,50	0,31	0,24	0,27	0,75	1,56	0,10
1U		1,33	0,13	0,40	0,50	0,31	0,27	0,41	0,75	1,54	0,09
1V		1,35	0,13	0,70	0,92	1,06	1,23	2,03	0,75	1,51	1,17
Med		1,34	0,13	0,44	0,60	0,50	0,54	0,89	0,75	1,29	0,37

Estação 2

Metais Totais	InLEL Al	InLEL As	InLEL Cd	InLEL Pb	InLEL Cu	InLEL Cr	InLEL Fe	InLEL Mn	InLEL Hg	InLEL Ni	InLEL Zn
2S		1,33	0,13	0,46	1,83	2,97	2,03	3,29	0,75	3,60	0,56
2T		1,33	0,13	0,37	0,50	0,46	0,59	0,90	0,75	1,74	0,24
2U		1,33	0,13	0,42	0,50	0,63	0,98	0,54	0,75	1,58	0,22
2V		1,33	0,13	0,44	0,50	0,42	0,52	0,42	0,75	1,43	0,17
Med		1,33	0,13	0,42	0,83	1,12	1,03	1,29	0,75	2,09	0,29

Estação 3

Metais Totais	InLEL Al	InLEL As	InLEL Cd	InLEL Pb	InLEL Cu	InLEL Cr	InLEL Fe	InLEL Mn	InLEL Hg	InLEL Ni	InLEL Zn
3S		1,33	0,13	0,42	0,50	0,31	0,30	0,43	0,75	1,67	0,10
3T		1,33	0,13	0,42	0,50	0,31	0,35	0,82	0,75	1,54	0,12
3U		1,33	0,13	0,52	0,50	0,31	0,52	0,68	0,75	1,39	0,13
3V		1,33	0,13	0,54	0,50	0,31	0,34	0,27	0,75	1,21	0,09
Med		1,33	0,13	0,48	0,50	0,31	0,38	0,55	0,75	1,45	0,11

Estação 4

Metais Totais	InLEL Al	InLEL As	InLEL Cd	InLEL Pb	InLEL Cu	InLEL Cr	InLEL Fe	InLEL Mn	InLEL Hg	InLEL Ni	InLEL Zn
4S		1,33	0,13	0,29	0,88	1,22	2,12	1,66	0,75	1,91	0,50
4T		1,33	0,13	0,38	0,50	0,76	1,17	1,01	0,75	1,81	0,34
4U		1,50	0,13	0,41	0,52	0,70	1,14	1,05	0,75	1,71	0,58
4V		1,33	0,13	0,45	0,50	0,31	0,39	0,65	0,75	1,31	0,12
Med		1,38	0,13	0,38	0,60	0,75	1,21	1,09	0,75	1,68	0,38

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 5

Metais Totais	InLEL Al	InLEL As	InLEL Cd	InLEL Pb	InLEL Cu	InLEL Cr	InLEL Fe	InLEL Mn	InLEL Hg	InLEL Ni	InLEL Zn
5S		1,33	0,13	0,65	0,96	1,22	1,50	2,40	0,75	1,76	0,43
5T		1,33	0,13	0,43	0,54	0,73	1,17	1,19	0,75	1,14	0,43
5U		1,33	0,15	0,59	1,19	1,28	1,30	1,50	0,75	1,61	0,56
5V		1,33	0,13	0,38	0,50	0,31	0,20	0,21	0,75	1,29	0,09
Med		1,33	0,14	0,51	0,80	0,88	1,04	1,33	0,75	1,45	0,38

Estação 6

Metais Totais	InLEL Al	InLEL As	InLEL Cd	InLEL Pb	InLEL Cu	InLEL Cr	InLEL Fe	InLEL Mn	InLEL Hg	InLEL Ni	InLEL Zn
6S		1,72	0,13	0,59	0,91	1,22	1,60	0,21	1,00	1,21	0,28
6T		1,67	0,13	0,28	0,50	0,33	0,86	0,13	0,75	1,67	0,13
6U		1,63	0,13	0,30	0,52	0,47	1,15	0,13	0,75	1,44	0,14
6V		2,80	0,13	0,53	1,06	0,69	1,90	0,20	0,75	1,28	0,19
Med		1,95	0,13	0,42	0,75	0,68	1,38	0,17	0,81	1,40	0,18

Estação 7

Metais Totais	InLEL Al	InLEL As	InLEL Cd	InLEL Pb	InLEL Cu	InLEL Cr	InLEL Fe	InLEL Mn	InLEL Hg	InLEL Ni	InLEL Zn
7S		1,33	0,13	0,49	0,61	0,63	0,71	1,67	0,75	1,72	0,30
7T		1,33	0,13	0,36	0,50	0,31	0,34	1,00	0,75	1,59	0,18
7U		1,33	0,13	0,43	0,56	0,50	0,71	1,79	0,75	1,44	0,29
7V		1,33	0,13	0,55	0,50	0,31	0,29	0,52	0,75	1,29	0,09
Med		1,33	0,13	0,46	0,54	0,44	0,51	1,24	0,75	1,51	0,22

A razão (quociente) matemática entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos do Arroio Candiota e a comparação com os valores de referencia, SQG, nível de efeito severo na concepção LEL-SEL. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.28 na forma de índices.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.28 – Razão (quociente) entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos do Arroio Candiota e os referenciais (SQG) a concentração nível de efeito severo (SEL), concepção LEL-SEL, campanhas amostrais S, T, U e V, estações amostrais 1 a 7, para o período julho/2012 a abril/2013.

OBS: Cor **verde** indica que o valor de referência é muito maior que o valor medido no sedimento. Cor **laranja** indica que o valor medido no sedimento é igual ou maior que 0,50 requerendo atenção do gestor. Cor **vermelha** indica que o valor obtido no sedimento é igual ou maior que 1, sendo maior que o valor de referência, independente da concepção utilizada.

Estação 1

Metais Totais	InSEL Al	InSEL As	InSEL Cd	InSEL Pb	InSEL Cu	InSEL Cr	InSEL Fe	InSEL Mn	InSEL Hg	InSEL Ni	InSEL Zn
1S		0,24	0,01	0,03	0,07	0,07	0,21	0,35	0,08	0,12	0,02
1T		0,24	0,01	0,05	0,07	0,07	0,12	0,11	0,08	0,33	0,01
1U		0,24	0,01	0,05	0,07	0,07	0,14	0,17	0,08	0,33	0,01
1V		0,25	0,01	0,09	0,13	0,25	0,61	0,85	0,08	0,32	0,17
Med		0,24	0,01	0,05	0,09	0,12	0,27	0,37	0,08	0,28	0,05

Estação 2

Metais Totais	InSEL Al	InSEL As	InSEL Cd	InSEL Pb	InSEL Cu	InSEL Cr	InSEL Fe	InSEL Mn	InSEL Hg	InSEL Ni	InSEL Zn
2S		0,24	0,01	0,06	0,27	0,70	1,01	1,37	0,08	0,77	0,08
2T		0,24	0,01	0,05	0,07	0,11	0,30	0,38	0,08	0,37	0,03
2U		0,24	0,01	0,05	0,07	0,15	0,49	0,22	0,08	0,34	0,03
2V		0,24	0,01	0,05	0,07	0,10	0,26	0,18	0,08	0,31	0,02
Med		0,24	0,01	0,05	0,12	0,26	0,52	0,54	0,08	0,45	0,04

Estação 3

Metais Totais	InSEL Al	InSEL As	InSEL Cd	InSEL Pb	InSEL Cu	InSEL Cr	InSEL Fe	InSEL Mn	InSEL Hg	InSEL Ni	InSEL Zn
3S		0,24	0,01	0,05	0,07	0,07	0,15	0,18	0,08	0,36	0,01
3T		0,24	0,01	0,05	0,07	0,07	0,17	0,34	0,08	0,33	0,02
3U		0,24	0,01	0,06	0,07	0,07	0,26	0,29	0,08	0,30	0,02
3V		0,24	0,01	0,07	0,07	0,07	0,17	0,11	0,08	0,26	0,01
Med		0,24	0,01	0,06	0,07	0,07	0,19	0,23	0,08	0,31	0,02

Estação 4

Metais Totais	InSEL Al	InSEL As	InSEL Cd	InSEL Pb	InSEL Cu	InSEL Cr	InSEL Fe	InSEL Mn	InSEL Hg	InSEL Ni	InSEL Zn
4S		0,24	0,01	0,04	0,13	0,29	1,06	0,69	0,08	0,41	0,07
4T		0,24	0,01	0,05	0,07	0,18	0,58	0,42	0,08	0,39	0,05
4U		0,27	0,01	0,05	0,08	0,17	0,57	0,44	0,08	0,36	0,09
4V		0,24	0,01	0,06	0,07	0,07	0,20	0,27	0,08	0,28	0,02
Med		0,25	0,01	0,05	0,09	0,18	0,60	0,46	0,08	0,36	0,06

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 5

Metais Totais	InSEL Al	InSEL As	InSEL Cd	InSEL Pb	InSEL Cu	InSEL Cr	InSEL Fe	InSEL Mn	InSEL Hg	InSEL Ni	InSEL Zn
5S		0,24	0,01	0,08	0,14	0,29	0,75	1,01	0,08	0,37	0,06
5T		0,24	0,01	0,05	0,08	0,17	0,58	0,50	0,08	0,24	0,06
5U		0,24	0,01	0,07	0,17	0,30	0,65	0,63	0,08	0,34	0,08
5V		0,24	0,01	0,05	0,07	0,07	0,10	0,09	0,08	0,28	0,01
Med		0,24	0,01	0,06	0,12	0,21	0,52	0,56	0,08	0,31	0,06

Estação 6

Metais Totais	InSEL Al	InSEL As	InSEL Cd	InSEL Pb	InSEL Cu	InSEL Cr	InSEL Fe	InSEL Mn	InSEL Hg	InSEL Ni	InSEL Zn
6S		0,31	0,01	0,07	0,13	0,29	0,80	0,09	0,10	0,26	0,04
6T		0,30	0,01	0,04	0,07	0,08	0,43	0,05	0,08	0,36	0,02
6U		0,30	0,01	0,04	0,08	0,11	0,57	0,06	0,08	0,31	0,02
6V		0,51	0,01	0,07	0,15	0,16	0,95	0,08	0,08	0,27	0,03
Med		0,36	0,01	0,05	0,11	0,16	0,69	0,07	0,08	0,30	0,03

Estação 7

Metais Totais	InSEL Al	InSEL As	InSEL Cd	InSEL Pb	InSEL Cu	InSEL Cr	InSEL Fe	InSEL Mn	InSEL Hg	InSEL Ni	InSEL Zn
7S		0,24	0,01	0,06	0,09	0,15	0,35	0,70	0,08	0,37	0,04
7T		0,24	0,01	0,05	0,07	0,07	0,17	0,42	0,08	0,34	0,03
7U		0,24	0,01	0,05	0,08	0,12	0,35	0,75	0,08	0,31	0,04
7V		0,24	0,01	0,07	0,07	0,07	0,15	0,22	0,08	0,28	0,01
Med		0,24	0,01	0,06	0,08	0,10	0,26	0,52	0,08	0,32	0,03

Foram comparadas as concentrações dos metais totais, dispersos na calha fluvial do Arroio Candiota e aquelas taxas estabelecidas na concepção ERL-ERM, ERL (Intervalo de efeito Baixo) – ERM (Intervalo de Efeito Médio).

A razão (quociente) entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos do Arroio Candiota e a comparação com os valores de referência, SQG, na concepção ERL-ERM está apresentada na Tabela 5.29 na forma de índices.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.29 – Razão entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos do Arroio do Candiota e os referenciais (SQG) a concentração Intervalo de efeito baixo(ERL), concepção ERL-ERM, campanhas amostrais S, T, U e V, período de julho/2012 a abril/2013 nas estações amostrais 1 a 7 para o período julho/2012 a abril/2013.

OBS: Cor **verde** indica que o valor de referência é muito maior que o valor medido no sedimento. Cor **laranja** indica que o valor medido no sedimento é igual ou maior que 0,50 requerendo atenção do gestor. Cor **vermelha** indica que o valor obtido no sedimento é igual ou maior que 1, sendo maior que o valor de referência, independente da concepção utilizada.

Estação 1

Metais Totais	InERL Al	InERL As	InERL Cd	InERL Pb	InERL Cu	InERL Cr	InERL Fe	InERL Mn	InERL Hg	InERL Ni	InERL Zn
1S		0,98	0,07	0,17	0,24	0,10			1,00	0,42	0,09
1T		0,98	0,07	0,27	0,24	0,10			1,00	1,19	0,08
1U		0,98	0,07	0,27	0,24	0,10			1,00	1,18	0,07
1V		0,99	0,07	0,46	0,43	0,34			1,00	1,16	0,93
Med		0,98	0,07	0,29	0,28	0,16			1,00	0,99	0,29

Estação 2

Metais Totais	InERL Al	InERL As	InERL Cd	InERL Pb	InERL Cu	InERL Cr	InERL Fe	InERL Mn	InERL Hg	InERL Ni	InERL Zn
2S		0,98	0,07	0,31	0,86	0,95			1,00	2,76	0,45
2T		0,98	0,07	0,25	0,24	0,15			1,00	1,33	0,19
2U		0,98	0,07	0,28	0,24	0,20			1,00	1,21	0,17
2V		0,98	0,07	0,29	0,24	0,13			1,00	1,10	0,13
Med		0,98	0,07	0,28	0,39	0,36			1,00	1,60	0,24

Estação 3

Metais Totais	InERL Al	InERL As	InERL Cd	InERL Pb	InERL Cu	InERL Cr	InERL Fe	InERL Mn	InERL Hg	InERL Ni	InERL Zn
3S		0,98	0,07	0,28	0,24	0,10			1,00	1,28	0,08
3T		0,98	0,07	0,28	0,24	0,10			1,00	1,18	0,10
3U		0,98	0,07	0,34	0,24	0,10			1,00	1,06	0,11
3V		0,98	0,07	0,36	0,24	0,10			1,00	0,92	0,07
Med		0,98	0,07	0,32	0,24	0,10			1,00	1,11	0,09

Estação 4

Metais Totais	InERL Al	InERL As	InERL Cd	InERL Pb	InERL Cu	InERL Cr	InERL Fe	InERL Mn	InERL Hg	InERL Ni	InERL Zn
4S		0,98	0,07	0,19	0,41	0,39			1,00	1,46	0,40
4T		0,98	0,07	0,25	0,24	0,24			1,00	1,38	0,27
4U		1,10	0,07	0,27	0,24	0,23			1,00	1,31	0,47
4V		0,98	0,07	0,30	0,24	0,10			1,00	1,00	0,09
Med		1,01	0,07	0,25	0,28	0,24			1,00	1,29	0,31

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 5

Metais Totais	InERL Al	InERL As	InERL Cd	InERL Pb	InERL Cu	InERL Cr	InERL Fe	InERL Mn	InERL Hg	InERL Ni	InERL Zn
5S		0,98	0,07	0,43	0,45	0,39			1,00	1,34	0,34
5T		0,98	0,07	0,28	0,25	0,23			1,00	0,87	0,34
5U		0,98	0,08	0,39	0,56	0,41			1,00	1,23	0,45
5V		0,98	0,07	0,25	0,24	0,10			1,00	0,99	0,07
Med		0,98	0,07	0,34	0,38	0,28			1,00	1,11	0,30

Estação 6

Metais Totais	InERL Al	InERL As	InERL Cd	InERL Pb	InERL Cu	InERL Cr	InERL Fe	InERL Mn	InERL Hg	InERL Ni	InERL Zn
6S		1,26	0,07	0,39	0,43	0,39			1,33	0,93	0,22
6T		1,22	0,07	0,19	0,24	0,10			1,00	1,28	0,10
6U		1,20	0,07	0,20	0,24	0,15			1,00	1,10	0,12
6V		2,05	0,07	0,35	0,50	0,22			1,00	0,98	0,15
Med		1,43	0,07	0,28	0,35	0,22			1,08	1,07	0,15

Estação 7

Metais Totais	InERL Al	InERL As	InERL Cd	InERL Pb	InERL Cu	InERL Cr	InERL Fe	InERL Mn	InERL Hg	InERL Ni	InERL Zn
7S		0,98	0,07	0,33	0,29	0,20			1,00	1,32	0,24
7T		0,98	0,07	0,24	0,24	0,10			1,00	1,22	0,14
7U		0,98	0,07	0,28	0,26	0,16			1,00	1,11	0,23
7V		0,98	0,07	0,37	0,24	0,10			1,00	0,99	0,08
Med		0,98	0,07	0,30	0,26	0,14			1,00	1,16	0,17

A razão (quociente) entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos do Arroio Candiota e a comparação com os valores de referência, SQG, Intervalo de efeito médio (ERM) na concepção ERL-ERM está apresentada na Tabela 5.30 na forma de índices.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.30 – Razão (quociente) entre as concentrações (metal total) encontradas nos sedimentos do Arroio Candiota e os referenciais (SQG) a concentração Intervalo de efeito médio (ERM), concepção ERL-ERM, campanhas amostrais S, T, U e V, estações amostrais 1 a 7, para o período julho/2012 a abril/2013.

OBS: Cor **verde** indica que o valor de referência é muito maior que o valor medido no sedimento. Cor **laranja** indica que o valor medido no sedimento é igual ou maior que 0,50 requerendo atenção do gestor. Cor **vermelha** indica que o valor obtido no sedimento é igual ou maior que 1, sendo maior que o valor de referência, independente da concepção utilizada.

Estação 1

Metais Totais	InERM Al	InERM As	InERM Cd	InERM Pb	InERM Cu	InERM Cr	InERM Fe	InERM Mn	InERM Hg	InERM Ni	InERM Zn
1S		0,11	0,01	0,04	0,03	0,02			0,21	0,17	0,03
2T		0,11	0,01	0,05	0,03	0,03			0,21	0,54	0,07
1U		0,11	0,01	0,06	0,03	0,02			0,21	0,48	0,03
1V		0,12	0,01	0,10	0,05	0,07			0,21	0,47	0,34
Med		0,11	0,01	0,06	0,04	0,04			0,21	0,41	0,12

Estação 2

Metais Totais	InERM Al	InERM As	InERM Cd	InERM Pb	InERM Cu	InERM Cr	InERM Fe	InERM Mn	InERM Hg	InERM Ni	InERM Zn
2S		0,11	0,01	0,07	0,11	0,21			0,21	1,12	0,16
2T		0,11	0,01	0,05	0,03	0,03			0,21	0,54	0,07
2U		0,11	0,01	0,06	0,03	0,04			0,21	0,49	0,06
2V		0,11	0,01	0,06	0,03	0,03			0,21	0,44	0,05
Med		0,11	0,01	0,06	0,05	0,08			0,21	0,65	0,09

Estação 3

Metais Totais	InERM Al	InERM As	InERM Cd	InERM Pb	InERM Cu	InERM Cr	InERM Fe	InERM Mn	InERM Hg	InERM Ni	InERM Zn
3S		0,11	0,01	0,06	0,03	0,02			0,21	0,52	0,03
3T		0,11	0,01	0,06	0,03	0,02			0,21	0,48	0,04
3U		0,11	0,01	0,07	0,03	0,02			0,21	0,43	0,04
3V		0,11	0,01	0,08	0,03	0,02			0,21	0,37	0,03
Med		0,11	0,01	0,07	0,03	0,02			0,21	0,45	0,03



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 4

Metais Totais	InERM Al	InERM As	InERM Cd	InERM Pb	InERM Cu	InERM Cr	InERM Fe	InERM Mn	InERM Hg	InERM Ni	InERM Zn
4S		0,11	0,01	0,04	0,05	0,09			0,21	0,59	0,15
4T		0,11	0,01	0,05	0,03	0,05			0,21	0,56	0,10
4U		0,13	0,01	0,06	0,03	0,05			0,21	0,53	0,17
4V		0,11	0,01	0,06	0,03	0,02			0,21	0,41	0,03
Med		0,12	0,01	0,05	0,04	0,05			0,21	0,52	0,11

Estação 5

Metais Totais	InERM Al	InERM As	InERM Cd	InERM Pb	InERM Cu	InERM Cr	InERM Fe	InERM Mn	InERM Hg	InERM Ni	InERM Zn
5S		0,11	0,01	0,09	0,06	0,09			0,21	0,54	0,12
5T		0,11	0,01	0,06	0,03	0,05			0,21	0,35	0,12
5U		0,11	0,01	0,08	0,07	0,09			0,21	0,50	0,16
5V		0,11	0,01	0,05	0,03	0,02			0,21	0,40	0,03
Med		0,11	0,01	0,07	0,05	0,06			0,21	0,45	0,11

Estação 6

Metais Totais	InERM Al	InERM As	InERM Cd	InERM Pb	InERM Cu	InERM Cr	InERM Fe	InERM Mn	InERM Hg	InERM Ni	InERM Zn
6S		0,15	0,01	0,08	0,05	0,09			0,28	0,38	0,08
6T		0,14	0,01	0,04	0,03	0,02			0,21	0,52	0,04
6U		0,14	0,01	0,04	0,03	0,03			0,21	0,45	0,04
6V		0,24	0,01	0,08	0,06	0,05			0,21	0,40	0,05
Med		0,17	0,01	0,06	0,04	0,05			0,23	0,43	0,05

Estação 7

Metais Totais	InERM Al	InERM As	InERM Cd	InERM Pb	InERM Cu	InERM Cr	InERM Fe	InERM Mn	InERM Hg	InERM Ni	InERM Zn
7S		0,11	0,01	0,07	0,04	0,04			0,21	0,53	0,09
7T		0,11	0,01	0,05	0,03	0,02			0,21	0,49	0,05
7U		0,11	0,01	0,06	0,03	0,04			0,21	0,45	0,08
7V		0,11	0,01	0,08	0,03	0,02			0,21	0,40	0,03
Med		0,11	0,01	0,07	0,03	0,03			0,21	0,47	0,06

A concepção adotada pela CETESB para Estado de São Paulo, tem origem no Método da Flórida, também referenciado como uma modificação do método do peso das evidências, TEL-PEL.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A Tabela 5.31 apresenta os resultados da classificação nominal e numérica para cada um dos sete locais amostrados, nas quatro campanhas amostrais, com base nos resultados das concentrações dos metais nos sedimentos.

Tabela 5.31– Classificação para os sedimentos das estações amostrais 1 a 7, considerando as Campanhas amostrais S, T, U e V, período julho/2012 a abril/2013, segundo concepção adotada por CETESB.

OBS: Cores - Verde=ótima, Amarelo=Boa, Laranja=Regular, Lilás=Ruim e Vermelho=Péssima.

Estação 1

Metais Totais	InTEL Al	InTEL As	InTEL Cd	InTEL Pb	InTEL Cu	InTEL Cr	InTEL Fe	InTEL Mn	InTEL Hg	InTEL Ni	InTEL Zn
1S		1,36	0,13	0,22	0,22	0,21	4,90			48,89	0,11
1T		1,36	0,13	0,37	0,22	0,21	2,87			138,33	0,09
1U		1,36	0,13	0,36	0,22	0,21	3,18			137,22	0,09
1V		1,37	0,13	0,62	0,41	0,74	14,44			134,44	1,14
Med		1,36	0,13	0,39	0,27	0,35	6,35			114,72	0,36

Estação 2

Metais Totais	InTEL Al	InTEL As	InTEL Cd	InTEL Pb	InTEL Cu	InTEL Cr	InTEL Fe	InTEL Mn	InTEL Hg	InTEL Ni	InTEL Zn
2S		1,36	0,13	0,41	0,82	2,07	23,88			320,00	0,55
2T		1,36	0,13	0,33	0,22	0,32	6,98			155,00	0,23
2U		1,36	0,13	0,37	0,22	0,44	11,54			140,56	0,21
2V		1,36	0,13	0,39	0,22	0,29	6,16			127,22	0,16
Med		1,36	0,13	0,37	0,37	0,78	12,14			185,69	0,29

Estação 3

Metais Totais	InTEL Al	InTEL As	InTEL Cd	InTEL Pb	InTEL Cu	InTEL Cr	InTEL Fe	InTEL Mn	InTEL Hg	InTEL Ni	InTEL Zn
3S		1,36	0,13	0,37	0,22	0,21	3,59			148,33	0,10
3T		1,36	0,13	0,37	0,22	0,21	4,08			136,67	0,12
3U		1,36	0,13	0,46	0,22	0,21	6,17			123,33	0,13
3V		1,36	0,13	0,48	0,22	0,21	4,00			107,22	0,09
Med		1,36	0,13	0,42	0,22	0,21	4,46			128,89	0,11

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 4

Metais Totais	InTEL Al	InTEL As	InTEL Cd	InTEL Pb	InTEL Cu	InTEL Cr	InTEL Fe	InTEL Mn	InTEL Hg	InTEL Ni	InTEL Zn
4S		1,36	0,13	0,26	0,39	0,85	24,94			170,00	0,49
4T		1,36	0,13	0,34	0,22	0,53	13,75			160,56	0,33
4U		1,53	0,13	0,36	0,23	0,49	13,47			151,67	0,57
4V		1,36	0,13	0,40	0,22	0,21	4,62			116,11	0,11
Med		1,40	0,13	0,34	0,27	0,52	14,20			149,58	0,37

Estação 5

Metais Totais	InTEL Al	InTEL As	InTEL Cd	InTEL Pb	InTEL Cu	InTEL Cr	InTEL Fe	InTEL Mn	InTEL Hg	InTEL Ni	InTEL Zn
5S		1,36	0,13	0,58	0,43	0,85	17,62			156,11	0,42
5T		1,36	0,13	0,38	0,24	0,51	13,75			101,11	0,42
5U		1,36	0,15	0,52	0,54	0,89	15,30			143,33	0,55
5V		1,36	0,13	0,33	0,22	0,21	2,35			115,00	0,09
Med		1,36	0,14	0,45	0,36	0,62	12,26			128,89	0,37

Estação 6

Metais Totais	InTEL Al	InTEL As	InTEL Cd	InTEL Pb	InTEL Cu	InTEL Cr	InTEL Fe	InTEL Mn	InTEL Hg	InTEL Ni	InTEL Zn
6S		1,75	0,13	0,52	0,41	0,85	18,84			107,78	0,27
6T		1,69	0,13	0,25	0,22	0,23	10,10			148,33	0,12
6U		1,66	0,13	0,26	0,23	0,33	13,50			127,78	0,14
6V		2,85	0,13	0,47	0,47	0,48	22,38			113,33	0,18
Med		1,99	0,13	0,38	0,33	0,47	16,21			124,31	0,18

Estação 7

Metais Totais	InTEL Al	InTEL As	InTEL Cd	InTEL Pb	InTEL Cu	InTEL Cr	InTEL Fe	InTEL Mn	InTEL Hg	InTEL Ni	InTEL Zn
7S		1,36	0,13	0,43	0,27	0,44	8,32			152,78	0,29
7T		1,36	0,13	0,32	0,22	0,21	3,96			141,67	0,18
7U		1,36	0,13	0,38	0,25	0,35	8,31			128,33	0,28
7V		1,36	0,13	0,49	0,22	0,21	3,45			115,00	0,09
Med		1,36	0,13	0,41	0,24	0,30	6,01			134,44	0,21

Para o Fator de Contaminação ou de Enriquecimento as Tabelas 5.32 a 5.38 apresentam os resultados obtidos aplicando tal concepção para as taxas de metais medidos nos sedimentos da calha fluvial do Arroio Candiota e três taxas de referências diferentes utilizados pela geologia, taxas médias na crosta terrestre, taxas médias encontradas nos sedimentos do planeta e o fator *Clarke* usado em prospecção geoquímica.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.32 – Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota da **estação 1**, campanhas amostrais S, T, U e V, período julho/2012 a abril/2013 em relação às taxas médias encontradas na crosta terrestre e o fator Clarke.

Metais Totais	1S	1T	1U	1V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,16	0,77	0,10	0,26	1,29	0,32
FatContam AlSed	0,19	0,87	0,11	0,30	1,47	0,37
FatContam AlClarke	0,16	0,75	0,09	0,25	1,26	0,32
FatContam As Crosta	5,33	5,33	5,33	5,40	21,40	5,35
FatContam AsSed	4,44	4,44	4,44	4,50	17,83	4,46
FatCotam AsClarke	4,44	4,44	4,44	4,50	17,83	4,46
FatContam Cd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam CdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam CdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Crosta	0,56	0,91	0,89	1,55	3,91	0,98
FatContam Pb Sed	0,41	0,67	0,66	1,14	2,88	0,72
FatContam Pb Clarke	0,60	0,98	0,96	1,67	4,22	1,05
FatContam Cu Crosta	0,16	0,16	0,16	0,29	0,77	0,19
FatContam Cu Sed	0,24	0,24	0,24	0,45	1,17	0,29
FatContam Cu Clarke	0,12	0,12	0,12	0,22	0,57	0,14
FatContam Cr Crosta	0,08	0,08	0,08	0,28	0,52	0,13
FatContam Cr Sed	0,11	0,11	0,11	0,38	0,72	0,18
FatContam Cr Clarke	0,07	0,07	0,07	0,23	0,42	0,11
FatContam Fe Crosta	0,20	0,12	0,13	0,60	1,05	0,26
FatContam Fe Sed	0,20	0,12	0,13	0,60	1,05	0,26
FatContam Fe Clarke	0,13	0,08	0,09	0,40	0,70	0,17
FatContam Mn Crosta	0,41	0,13	0,20	0,98	1,72	0,43
FatContam Mn Sed	0,50	0,16	0,24	1,21	2,13	0,53
FatContam MnClarke	0,37	0,12	0,18	0,88	1,54	0,39
FatContam Hg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContam Hg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Crosta	0,11	0,31	0,31	0,30	1,03	0,26
FatContam Ni Sed	0,17	0,48	0,48	0,47	1,59	0,40
FatContam Ni Clarke	0,09	0,25	0,25	0,24	0,83	0,21
FatContam Zn Crosta	0,19	0,15	0,14	1,87	2,35	0,59
FatContam Zn Sed	0,15	0,12	0,11	1,47	1,85	0,46
FatContam Zn Clarke	0,18	0,15	0,14	1,84	2,32	0,58

$C_f^j < 1$ fator de contaminação baixo.
 $1 \leq C_f^j < 3$ fator de contaminação moderado.
 $3 \leq C_f^j < 6$ fator de contaminação considerável.
 $C_f^j \geq 6$ fator de contaminação muito alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.33 - Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota da **estação 2**, campanhas amostrais S, T, U e V, período julho/2012 a abril/2013 em relação às taxas médias encontradas na crosta terrestre e o fator Clarke.

Metais Totais	2S	2T	2U	2V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,57	0,74	0,11	0,08	1,49	0,37
FatContam AlSed	0,65	0,84	0,12	0,09	1,70	0,42
FatContam AlClarke	0,56	0,72	0,11	0,08	1,46	0,37
FatContam As Crosta	5,33	5,33	5,33	5,33	21,33	5,33
FatContam AsSed	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatCotam AsClarke	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContam Cd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam CdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam CdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Crosta	1,02	0,83	0,92	0,96	3,74	0,93
FatContam Pb Sed	0,75	0,61	0,68	0,71	2,75	0,69
FatContam Pb Clarke	1,10	0,89	0,99	1,04	4,02	1,01
FatContam Cu Crosta	0,59	0,16	0,16	0,16	1,07	0,27
FatContam Cu Sed	0,89	0,24	0,24	0,24	1,62	0,40
FatContam Cu Clarke	0,43	0,12	0,12	0,12	0,78	0,20
FatContam Cr Crosta	0,77	0,12	0,16	0,11	1,16	0,29
FatContam Cr Sed	1,07	0,17	0,23	0,15	1,62	0,40
FatContam Cr Clarke	0,63	0,10	0,13	0,09	0,95	0,24
FatContam Fe Crosta	0,99	0,29	0,48	0,26	2,01	0,50
FatContam Fe Sed	0,99	0,29	0,48	0,26	2,01	0,50
FatContam Fe Clarke	0,65	0,19	0,32	0,17	1,33	0,33
FatContam Mn Crosta	1,59	0,44	0,26	0,20	2,49	0,62
FatContam Mn Sed	1,96	0,54	0,32	0,25	3,07	0,77
FatContam MnClarke	1,43	0,39	0,23	0,18	2,23	0,56
FatContam Hg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContam Hg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Crosta	0,72	0,35	0,32	0,29	1,67	0,42
FatContam Ni Sed	1,11	0,54	0,49	0,44	2,57	0,64
FatContam Ni Clarke	0,58	0,28	0,26	0,23	1,35	0,34
FatContam Zn Crosta	0,90	0,38	0,34	0,27	1,89	0,47
FatContam Zn Sed	0,71	0,30	0,27	0,21	1,49	0,37
FatContam Zn Clarke	0,89	0,37	0,34	0,26	1,86	0,47

$C_f^i < 1$ 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.34 - Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota da **estação 3**, campanhas amostrais S, T, U e V, período julho/2012 a abril/2013 em relação às taxas médias encontradas na crosta terrestre e o fator Clarke.

Metais Totais	3S	3T	3U	3V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,20	1,03	0,11	0,08	1,41	0,35
FatContam AlSed	0,23	1,17	0,13	0,09	1,61	0,40
FatContam AlClarke	0,19	1,01	0,11	0,08	1,39	0,35
FatContam As Crosta	5,33	5,33	5,33	5,33	21,33	5,33
FatContam AsSed	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatCotam AsClarke	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContam Cd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam CdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam CdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Crosta	0,93	0,94	1,14	1,20	4,21	1,05
FatContam Pb Sed	0,68	0,69	0,84	0,88	3,10	0,78
FatContam Pb Clarke	1,00	1,01	1,23	1,29	4,53	1,13
FatContam Cu Crosta	0,16	0,16	0,16	0,16	0,64	0,16
FatContam Cu Sed	0,24	0,24	0,24	0,24	0,97	0,24
FatContam Cu Clarke	0,12	0,12	0,12	0,12	0,47	0,12
FatContam Cr Crosta	0,08	0,08	0,08	0,08	0,32	0,08
FatContam Cr Sed	0,11	0,11	0,11	0,11	0,44	0,11
FatContam Cr Clarke	0,07	0,07	0,07	0,07	0,26	0,07
FatContam Fe Crosta	0,15	0,17	0,26	0,17	0,74	0,18
FatContam Fe Sed	0,15	0,17	0,26	0,17	0,74	0,18
FatContam Fe Clarke	0,10	0,11	0,17	0,11	0,49	0,12
FatContam Mn Crosta	0,21	0,40	0,33	0,13	1,07	0,27
FatContam Mn Sed	0,26	0,49	0,41	0,16	1,32	0,33
FatContam MnClarke	0,19	0,36	0,30	0,12	0,96	0,24
FatContam Hg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContam Hg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Crosta	0,33	0,31	0,28	0,24	1,16	0,29
FatContam Ni Sed	0,51	0,47	0,43	0,37	1,78	0,45
FatContam Ni Clarke	0,27	0,25	0,22	0,19	0,94	0,23
FatContam Zn Crosta	0,16	0,19	0,21	0,14	0,71	0,18
FatContam Zn Sed	0,13	0,15	0,17	0,11	0,56	0,14
FatContam Zn Clarke	0,16	0,19	0,21	0,14	0,70	0,18

$C_f^j < 1$ fator de contaminação baixo.
 $1 \leq C_f^j < 3$ fator de contaminação moderado.
 $3 \leq C_f^j < 6$ fator de contaminação considerável.
 $C_f^j \geq 6$ fator de contaminação muito alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.35 - Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota da **estação 4**, campanhas amostrais S, T, U e V, período julho/2012 a abril/2013 em relação às taxas médias encontradas na crosta terrestre e o fator Clarke.

Metais Totais	4S	4T	4U	4V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,82	0,63	0,13	0,07	1,64	0,41
FatContam AlSed	0,93	0,71	0,14	0,08	1,87	0,47
FatContam AlClarke	0,80	0,61	0,12	0,07	1,61	0,40
FatContam As Crosta	5,33	5,33	6,00	5,33	22,00	5,50
FatContam AsSed	4,44	4,44	5,00	4,44	18,33	4,58
FatCotam AsClarke	4,44	4,44	5,00	4,44	18,33	4,58
FatContam Cd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam CdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam CdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Crosta	0,65	0,84	0,90	0,99	3,39	0,85
FatContam Pb Sed	0,48	0,62	0,66	0,73	2,49	0,62
FatContam Pb Clarke	0,70	0,91	0,97	1,07	3,65	0,91
FatContam Cu Crosta	0,28	0,16	0,17	0,16	0,77	0,19
FatContam Cu Sed	0,42	0,24	0,25	0,24	1,16	0,29
FatContam Cu Clarke	0,21	0,12	0,12	0,12	0,56	0,14
FatContam Cr Crosta	0,32	0,20	0,18	0,08	0,78	0,19
FatContam Cr Sed	0,44	0,27	0,25	0,11	1,08	0,27
FatContam Cr Clarke	0,26	0,16	0,15	0,07	0,64	0,16
FatContam Fe Crosta	1,03	0,57	0,56	0,19	2,35	0,59
FatContam Fe Sed	1,03	0,57	0,56	0,19	2,35	0,59
FatContam Fe Clarke	0,68	0,38	0,37	0,13	1,56	0,39
FatContam Mn Crosta	0,80	0,49	0,51	0,32	2,12	0,53
FatContam Mn Sed	0,99	0,60	0,63	0,39	2,61	0,65
FatContam MnClarke	0,72	0,44	0,46	0,28	1,90	0,47
FatContam Hg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContam Hg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Crosta	0,38	0,36	0,34	0,26	1,35	0,34
FatContam Ni Sed	0,59	0,56	0,53	0,40	2,07	0,52
FatContam Ni Clarke	0,31	0,29	0,28	0,21	1,09	0,27
FatContam Zn Crosta	0,80	0,54	0,93	0,19	2,46	0,61
FatContam Zn Sed	0,63	0,43	0,74	0,15	1,94	0,48
FatContam Zn Clarke	0,79	0,53	0,92	0,18	2,42	0,61

$C_i^j < 1$ fator de contaminação baixo.
 $1 \leq C_i^j < 3$ fator de contaminação moderado.
 $3 \leq C_i^j < 6$ fator de contaminação considerável.
 $C_i^j \geq 6$ fator de contaminação muito alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.36 - Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota da **estação 5**, campanhas amostrais S, T, U e V, período julho/2012 a abril/2013 em relação às taxas médias encontradas na crosta terrestre e o fator Clarke.

Metais Totais	5S	5T	5U	5V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,34	0,60	0,43	0,08	1,46	0,36
FatContam AlSed	0,39	0,68	0,49	0,09	1,66	0,41
FatContam AlClarke	0,34	0,59	0,42	0,08	1,43	0,36
FatContam As Crosta	5,33	5,33	5,33	5,33	21,33	5,33
FatContam AsSed	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatCotam AsClarke	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContam Cd Crosta	0,73	0,73	0,82	0,73	3,00	0,75
FatContam CdSed	0,47	0,47	0,53	0,47	1,94	0,49
FatContam CdClarke	0,50	0,50	0,56	0,50	2,06	0,52
FatContam Pb Crosta	1,45	0,94	1,30	0,84	4,53	1,13
FatContam Pb Sed	1,07	0,69	0,96	0,62	3,34	0,83
FatContam Pb Clarke	1,56	1,02	1,40	0,90	4,88	1,22
FatContam Cu Crosta	0,31	0,17	0,38	0,16	1,02	0,26
FatContam Cu Sed	0,47	0,26	0,58	0,24	1,55	0,39
FatContam Cu Clarke	0,23	0,13	0,28	0,12	0,75	0,19
FatContam Cr Crosta	0,32	0,19	0,33	0,08	0,92	0,23
FatContam Cr Sed	0,44	0,26	0,46	0,11	1,28	0,32
FatContam Cr Clarke	0,26	0,15	0,27	0,07	0,75	0,19
FatContam Fe Crosta	0,73	0,57	0,63	0,10	2,03	0,51
FatContam Fe Sed	0,73	0,57	0,63	0,10	2,03	0,51
FatContam Fe Clarke	0,48	0,38	0,42	0,06	1,34	0,34
FatContam Mn Crosta	1,16	0,58	0,73	0,10	2,57	0,64
FatContam Mn Sed	1,44	0,71	0,90	0,13	3,17	0,79
FatContam MnClarke	1,04	0,52	0,65	0,09	2,31	0,58
FatContam Hg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContam Hg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Crosta	0,35	0,23	0,32	0,26	1,16	0,29
FatContam Ni Sed	0,54	0,35	0,50	0,40	1,78	0,45
FatContam Ni Clarke	0,28	0,18	0,26	0,21	0,94	0,23
FatContam Zn Crosta	0,68	0,68	0,90	0,15	2,41	0,60
FatContam Zn Sed	0,54	0,54	0,71	0,11	1,90	0,48
FatContam Zn Clarke	0,67	0,67	0,89	0,14	2,38	0,59

$C_i^j < 1$ fator de contaminação baixo.
 $1 \leq C_i^j < 3$ fator de contaminação moderado.
 $3 \leq C_i^j < 6$ fator de contaminação considerável.
 $C_i^j \geq 6$ fator de contaminação muito alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.37- Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota da **estação 6**, campanhas amostrais S, T, U e V, período julho/2012 a abril/2013 em relação às taxas médias encontradas na crosta terrestre e o fator Clarke.

Metais Totais	6S	6T	6U	6V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,33	0,43	0,08	0,09	0,93	0,23
FatContam AlSed	0,38	0,49	0,10	0,10	1,06	0,27
FatContam AlClarke	0,33	0,42	0,08	0,08	0,91	0,23
FatContam As Crosta	6,87	6,67	6,53	11,20	31,27	7,82
FatContam AsSed	5,72	5,56	5,44	9,33	26,06	6,51
FatCotam AsClarke	5,72	5,56	5,44	9,33	26,06	6,51
FatContam Cd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam CdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam CdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Crosta	1,30	0,63	0,66	1,17	3,76	0,94
FatContam Pb Sed	0,96	0,46	0,48	0,86	2,77	0,69
FatContam Pb Clarke	1,40	0,68	0,71	1,26	4,05	1,01
FatContam Cu Crosta	0,29	0,16	0,17	0,34	0,96	0,24
FatContam Cu Sed	0,44	0,24	0,25	0,51	1,45	0,36
FatContam Cu Clarke	0,21	0,12	0,12	0,25	0,70	0,18
FatContam Cr Crosta	0,32	0,09	0,12	0,18	0,71	0,18
FatContam Cr Sed	0,44	0,12	0,17	0,25	0,98	0,24
FatContam Cr Clarke	0,26	0,07	0,10	0,15	0,58	0,14
FatContam Fe Crosta	0,78	0,42	0,56	0,93	2,69	0,67
FatContam Fe Sed	0,78	0,42	0,56	0,93	2,69	0,67
FatContam Fe Clarke	0,52	0,28	0,37	0,61	1,78	0,44
FatContam Mn Crosta	0,10	0,06	0,07	0,10	0,33	0,08
FatContam Mn Sed	0,13	0,08	0,08	0,12	0,40	0,10
FatContam MnClarke	0,09	0,06	0,06	0,09	0,29	0,07
FatContam Hg Crosta	4,00	3,00	3,00	3,00	13,00	3,25
FatContam Hg Sed	1,05	0,79	0,79	0,79	3,42	0,86
FatContam Hg Clarke	2,50	1,88	1,88	1,88	8,13	2,03
FatContam Ni Crosta	0,24	0,33	0,29	0,26	1,12	0,28
FatContam Ni Sed	0,37	0,51	0,44	0,39	1,72	0,43
FatContam Ni Clarke	0,20	0,27	0,23	0,21	0,90	0,23
FatContam Zn Crosta	0,44	0,20	0,23	0,30	1,17	0,29
FatContam Zn Sed	0,35	0,16	0,18	0,23	0,93	0,23
FatContam Zn Clarke	0,44	0,20	0,23	0,29	1,16	0,29

$C_f^i < 1$ 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.38 - Fatores de contaminação ou de enriquecimento para os sedimentos de calha fluvial do Arroio Candiota da **estação 7**, campanhas amostrais S, T, U e V, período julho/2012 a abril/2013 em relação às taxas médias encontradas na crosta terrestre e o fator Clarke.

Metais Totais	7S	7T	7U	7V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,20	1,05	0,11	0,08	1,44	0,36
FatContam AlSed	0,23	1,19	0,13	0,09	1,64	0,41
FatContam AlClarke	0,20	1,03	0,11	0,08	1,42	0,35
FatContam As Crosta	5,33	5,33	5,33	5,33	21,33	5,33
FatContam AsSed	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContam AsClarke	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContam Cd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam CdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam CdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Crosta	1,09	0,81	0,95	1,22	4,06	1,02
FatContam Pb Sed	0,80	0,59	0,70	0,90	2,99	0,75
FatContam Pb Clarke	1,17	0,87	1,02	1,32	4,38	1,09
FatContam Cu Crosta	0,20	0,16	0,18	0,16	0,70	0,17
FatContam Cu Sed	0,30	0,24	0,27	0,24	1,05	0,26
FatContam Cu Clarke	0,14	0,12	0,13	0,12	0,51	0,13
FatContam Cr Crosta	0,17	0,08	0,13	0,08	0,46	0,11
FatContam Cr Sed	0,23	0,11	0,18	0,11	0,63	0,16
FatContam Cr Clarke	0,14	0,07	0,11	0,07	0,37	0,09
FatContam Fe Crosta	0,35	0,16	0,34	0,14	1,00	0,25
FatContam Fe Sed	0,35	0,16	0,34	0,14	1,00	0,25
FatContam Fe Clarke	0,23	0,11	0,23	0,09	0,66	0,16
FatContam Mn Crosta	0,81	0,48	0,87	0,25	2,41	0,60
FatContam Mn Sed	1,00	0,60	1,07	0,31	2,97	0,74
FatContam MnClarke	0,72	0,43	0,78	0,22	2,16	0,54
FatContam Hg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContam Hg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Crosta	0,34	0,32	0,29	0,26	1,21	0,30
FatContam Ni Sed	0,53	0,49	0,44	0,40	1,86	0,47
FatContam Ni Clarke	0,28	0,26	0,23	0,21	0,98	0,24
FatContam Zn Crosta	0,48	0,29	0,46	0,15	1,38	0,34
FatContam Zn Sed	0,38	0,23	0,36	0,12	1,09	0,27
FatContam Zn Clarke	0,47	0,28	0,46	0,15	1,36	0,34

$C_f^i < 1$ 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.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A Tabela 5.39 apresenta os resultados dos cálculos do Grau de Contaminação de Hakanson (1980) para os onze metais medidos nos sedimentos do Arroio Candiota. Os valores numéricos dos fatores de contaminação são apresentados e na porção inferior da tabela o valor numérico do grau de contaminação e a sua coloração correspondente a sua classificação numérica.

Tabela 5.39 - Graus de contaminação para cada um dos metais medidos, tendo como valor de referência as taxas medias para o elemento na crosta terrestre, nas campanhas amostrais S,T,U e V para as estações 1 a 7 no período de julho/2012 a abril/2013.

Grau de Contaminação

Cd < N(11).....	Baixo	Baixo
N(11) < ou = e < 2N (22)..	Moderado	Moderado
2N(22) < ou = e < 4N(44)	Considerável	Considerável
.>...ou = 4N(44)	Muito Alto	Mto Alto

Estação 1

Metais Totais	1S	1T	1U	1V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,16	0,77	0,10	0,26	1,29	0,32
FatContamAs Crosta	5,33	5,33	5,33	5,40	21,40	5,35
FatContamCd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam Pb Crosta	0,56	0,91	0,89	1,55	3,91	0,98
FatContam Cu Crosta	0,16	0,16	0,16	0,29	0,77	0,19
FatContam Cr Crosta	0,08	0,08	0,08	0,28	0,52	0,13
FatContam Fe Crosta	0,20	0,12	0,13	0,60	1,05	0,26
FatContamMn Crosta	0,41	0,13	0,20	0,98	1,72	0,43
FatContamHg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContamNi Crosta	0,11	0,31	0,31	0,30	1,03	0,26
FatContamZn Crosta	0,19	0,15	0,14	1,87	2,35	0,59
Grau de Contaminação	10,93	11,70	11,07	15,26		12,24



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 2

Metais Totais	2S	2T	2U	2V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,57	0,74	0,11	0,08	1,49	0,37
FatContamAs Crosta	5,33	5,33	5,33	5,33	21,33	5,33
FatContamCd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam Pb Crosta	1,02	0,83	0,92	0,96	3,74	0,93
FatContam Cu Crosta	0,59	0,16	0,16	0,16	1,07	0,27
FatContam Cr Crosta	0,77	0,12	0,16	0,11	1,16	0,29
FatContam Fe Crosta	0,99	0,29	0,48	0,26	2,01	0,50
FatContamMn Crosta	1,59	0,44	0,26	0,20	2,49	0,62
FatContamHg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContamNi Crosta	0,72	0,35	0,32	0,29	1,67	0,42
FatContamZn Crosta	0,90	0,38	0,34	0,27	1,89	0,47
Grau de Contaminação	16,21	12,36	11,81	11,38		12,94

Estação 3

Fat de Cont. Metais Tot.	3S	3T	3U	3V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,20	1,03	0,11	0,08	1,41	0,35
FatContamAs Crosta	5,33	5,33	5,33	5,33	21,33	5,33
FatContamCd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam Pb Crosta	0,93	0,94	1,14	1,20	4,21	1,05
FatContam Cu Crosta	0,16	0,16	0,16	0,16	0,64	0,16
FatContam Cr Crosta	0,08	0,08	0,08	0,08	0,32	0,08
FatContam Fe Crosta	0,15	0,17	0,26	0,17	0,74	0,18
FatContamMn Crosta	0,21	0,40	0,33	0,13	1,07	0,27
FatContamHg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContamNi Crosta	0,33	0,31	0,28	0,24	1,16	0,29
FatContamZn Crosta	0,16	0,19	0,21	0,14	0,71	0,18
Grau de Contaminação	11,28	12,33	11,63	11,26		11,63

Estação 4

Metais Totais	4S	4T	4U	4V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,82	0,63	0,13	0,07	1,64	0,41
FatContamAs Crosta	5,33	5,33	6,00	5,33	22,00	5,50
FatContamCd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam Pb Crosta	0,65	0,84	0,90	0,99	3,39	0,85
FatContam Cu Crosta	0,28	0,16	0,17	0,16	0,77	0,19
FatContam Cr Crosta	0,32	0,20	0,18	0,08	0,78	0,19
FatContam Fe Crosta	1,03	0,57	0,56	0,19	2,35	0,59
FatContamMn Crosta	0,80	0,49	0,51	0,32	2,12	0,53
FatContamHg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContamNi Crosta	0,38	0,36	0,34	0,26	1,35	0,34
FatContamZn Crosta	0,80	0,54	0,93	0,19	2,46	0,61
Grau de Contaminação	14,15	12,85	13,44	11,32		12,94



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 5

Metais Totais	5S	5T	5U	5V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,34	0,60	0,43	0,08	1,46	0,36
FatContamAs Crosta	5,33	5,33	5,33	5,33	21,33	5,33
FatContamCd Crosta	0,73	0,73	0,82	0,73	3,00	0,75
FatContam Pb Crosta	1,45	0,94	1,30	0,84	4,53	1,13
FatContam Cu Crosta	0,31	0,17	0,38	0,16	1,02	0,26
FatContam Cr Crosta	0,32	0,19	0,33	0,08	0,92	0,23
FatContam Fe Crosta	0,73	0,57	0,63	0,10	2,03	0,51
FatContamMn Crosta	1,16	0,58	0,73	0,10	2,57	0,64
FatContamHg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContamNi Crosta	0,35	0,23	0,32	0,26	1,16	0,29
FatContamZn Crosta	0,68	0,68	0,90	0,15	2,41	0,60
Grau de Contaminação	14,41	13,02	14,18	10,82		13,11

Estação 6

Metais Totais	6S	6T	6U	6V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,33	0,43	0,08	0,09	0,93	0,23
FatContamAs Crosta	6,87	6,67	6,53	11,20	31,27	7,82
FatContamCd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam Pb Crosta	1,30	0,63	0,66	1,17	3,76	0,94
FatContam Cu Crosta	0,29	0,16	0,17	0,34	0,96	0,24
FatContam Cr Crosta	0,32	0,09	0,12	0,18	0,71	0,18
FatContam Fe Crosta	0,78	0,42	0,56	0,93	2,69	0,67
FatContamMn Crosta	0,10	0,06	0,07	0,10	0,33	0,08
FatContamHg Crosta	4,00	3,00	3,00	3,00	13,00	3,25
FatContamNi Crosta	0,24	0,33	0,29	0,26	1,12	0,28
FatContamZn Crosta	0,44	0,20	0,23	0,30	1,17	0,29
Grau de Contaminação	15,41	12,71	12,43	18,28		14,71

Estação 7

Metais Totais	7S	7T	7U	7V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContam AlCrosta	0,20	1,05	0,11	0,08	1,44	0,36
FatContamAs Crosta	5,33	5,33	5,33	5,33	21,33	5,33
FatContamCd Crosta	0,73	0,73	0,73	0,73	2,91	0,73
FatContam Pb Crosta	1,09	0,81	0,95	1,22	4,06	1,02
FatContam Cu Crosta	0,20	0,16	0,18	0,16	0,70	0,17
FatContam Cr Crosta	0,17	0,08	0,13	0,08	0,46	0,11
FatContam Fe Crosta	0,35	0,16	0,34	0,14	1,00	0,25
FatContamMn Crosta	0,81	0,48	0,87	0,25	2,41	0,60
FatContamHg Crosta	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
FatContamNi Crosta	0,34	0,32	0,29	0,26	1,21	0,30
FatContamZn Crosta	0,48	0,29	0,46	0,15	1,38	0,34
Grau de Contaminação	12,69	12,41	12,40	11,40		12,22



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A Tabela 5.40 apresentam o grau de contaminação para cada um dos metais medidos, tendo diferentes valores de referência.

Tabela 5.40 - Graus de contaminação para cada um dos metais medidos, tendo como valor de referência as taxas médias para o elemento nos sedimentos do planeta nas campanhas amostrais S,T, U e V para as estações 1 a 7 no período de julho/2012 a abril/2013.

Grau de Contaminação

Cd < N(11).....	Baixo	Baixo
N(11) < ou = e < 2N (22)..	Moderado	Moderado
2N(22) < ou = e < 4N(44)	Considerável	Considerável
.>...ou = 4N(44)	Muito Alto	Muito Alto

Estação 1

Metais Totais	1S	1T	1U	1V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlSed	0,19	0,87	0,11	0,30	1,47	0,37
FatContamAsSed	4,44	4,44	4,44	4,50	17,83	4,46
FatContamCdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam Pb Sed	0,41	0,67	0,66	1,14	2,88	0,72
FatContam Cu Sed	0,24	0,24	0,24	0,45	1,17	0,29
FatContam Cr Sed	0,11	0,11	0,11	0,38	0,72	0,18
FatContam Fe Sed	0,20	0,12	0,13	0,60	1,05	0,26
FatContam Mn Sed	0,50	0,16	0,24	1,21	2,13	0,53
FatContamHg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContamNi Sed	0,17	0,48	0,48	0,47	1,59	0,40
FatContam Zn Sed	0,15	0,12	0,11	1,47	1,85	0,46
Grau de Contaminação	7,68	8,49	7,79	11,78		8,93



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 2

Metais Totais	2S	2T	2U	2V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlSed	0,65	0,84	0,12	0,09	1,70	0,42
FatContamAsSed	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContamCdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam Pb Sed	0,75	0,61	0,68	0,71	2,75	0,69
FatContam Cu Sed	0,89	0,24	0,24	0,24	1,62	0,40
FatContam Cr Sed	1,07	0,17	0,23	0,15	1,62	0,40
FatContam Fe Sed	0,99	0,29	0,48	0,26	2,01	0,50
FatContam Mn Sed	1,96	0,54	0,32	0,25	3,07	0,77
FatContamHg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContamNi Sed	1,11	0,54	0,49	0,44	2,57	0,64
FatContam Zn Sed	0,71	0,30	0,27	0,21	1,49	0,37
Grau de Contaminação	13,84	9,22	8,53	8,05		9,91

Estação 3

Fat de Cont. Metais Tot.	3S	3T	3U	3V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlSed	0,23	1,17	0,13	0,09	1,61	0,40
FatContamAsSed	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContamCdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam Pb Sed	0,68	0,69	0,84	0,88	3,10	0,78
FatContam Cu Sed	0,24	0,24	0,24	0,24	0,97	0,24
FatContam Cr Sed	0,11	0,11	0,11	0,11	0,44	0,11
FatContam Fe Sed	0,15	0,17	0,26	0,17	0,74	0,18
FatContam Mn Sed	0,26	0,49	0,41	0,16	1,32	0,33
FatContamHg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContamNi Sed	0,51	0,47	0,43	0,37	1,78	0,45
FatContam Zn Sed	0,13	0,15	0,17	0,11	0,56	0,14
Grau de Contaminação	8,01	9,20	8,29	7,84		8,34

Grau de Contaminação

Cd < N(11).....Baixo

N(11) < ou = e < 2N (22)..Moderado

2N(22) < ou = e < 4N(44) Considerável

.>...ou = 4N(44)Muito Alto





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 4

Metais Totais	4S	4T	4U	4V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlSed	0,93	0,71	0,14	0,08	1,87	0,47
FatContamAsSed	4,44	4,44	5,00	4,44	18,33	4,58
FatContamCdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam Pb Sed	0,48	0,62	0,66	0,73	2,49	0,62
FatContam Cu Sed	0,42	0,24	0,25	0,24	1,16	0,29
FatContam Cr Sed	0,44	0,27	0,25	0,11	1,08	0,27
FatContam Fe Sed	1,03	0,57	0,56	0,19	2,35	0,59
FatContam Mn Sed	0,99	0,60	0,63	0,39	2,61	0,65
FatContamHg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContamNi Sed	0,59	0,56	0,53	0,40	2,07	0,52
FatContam Zn Sed	0,63	0,43	0,74	0,15	1,94	0,48
Grau de Contaminação	11,22	9,71	10,02	8,00		9,74

Estação 5

Metais Totais	5S	5T	5U	5V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlSed	0,39	0,68	0,49	0,09	1,66	0,41
FatContamAsSed	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContamCdSed	0,47	0,47	0,53	0,47	1,94	0,49
FatContam Pb Sed	1,07	0,69	0,96	0,62	3,34	0,83
FatContam Cu Sed	0,47	0,26	0,58	0,24	1,55	0,39
FatContam Cr Sed	0,44	0,26	0,46	0,11	1,28	0,32
FatContam Fe Sed	0,73	0,57	0,63	0,10	2,03	0,51
FatContam Mn Sed	1,44	0,71	0,90	0,13	3,17	0,79
FatContamHg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContamNi Sed	0,54	0,35	0,50	0,40	1,78	0,45
FatContam Zn Sed	0,54	0,54	0,71	0,11	1,90	0,48
Grau de Contaminação	11,32	9,78	10,99	7,51		9,90

Grau de Contaminação

Cd < N(11).....Baixo

N(11) < ou = e < 2N (22)..Moderado

2N(22) < ou = e < 4N(44) Considerável

.>...ou = 4N(44)Muito Alto





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 6

Metais Totais	6S	6T	6U	6V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlSed	0,38	0,49	0,10	0,10	1,06	0,27
FatContamAsSed	5,72	5,56	5,44	9,33	26,06	6,51
FatContamCdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam Pb Sed	0,96	0,46	0,48	0,86	2,77	0,69
FatContam Cu Sed	0,44	0,24	0,25	0,51	1,45	0,36
FatContam Cr Sed	0,44	0,12	0,17	0,25	0,98	0,24
FatContam Fe Sed	0,78	0,42	0,56	0,93	2,69	0,67
FatContam Mn Sed	0,13	0,08	0,08	0,12	0,40	0,10
FatContamHg Sed	1,05	0,79	0,79	0,79	3,42	0,86
FatContamNi Sed	0,37	0,51	0,44	0,39	1,72	0,43
FatContam Zn Sed	0,35	0,16	0,18	0,23	0,93	0,23
Grau de Contaminação	11,10	9,30	8,97	13,99		10,84

Estação 7

Metais Totais	7S	7T	7U	7V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlSed	0,23	1,19	0,13	0,09	1,64	0,41
FatContamAsSed	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContamCdSed	0,47	0,47	0,47	0,47	1,88	0,47
FatContam Pb Sed	0,80	0,59	0,70	0,90	2,99	0,75
FatContam Cu Sed	0,30	0,24	0,27	0,24	1,05	0,26
FatContam Cr Sed	0,23	0,11	0,18	0,11	0,63	0,16
FatContam Fe Sed	0,35	0,16	0,34	0,14	1,00	0,25
FatContam Mn Sed	1,00	0,60	1,07	0,31	2,97	0,74
FatContamHg Sed	0,79	0,79	0,79	0,79	3,16	0,79
FatContamNi Sed	0,53	0,49	0,44	0,40	1,86	0,47
FatContam Zn Sed	0,38	0,23	0,36	0,12	1,09	0,27
Grau de Contaminação	9,51	9,33	9,21	8,02		9,02

Grau de Contaminação

Cd < N(11).....Baixo

N(11) < ou = e < 2N (22)..Moderado

2N(22) < ou = e < 4N(44) Considerável

.>...ou = 4N(44)Muito Alto



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.41 - Graus de contaminação para cada um dos metais medidos, tendo como valor de referência o valor Clarke para o elemento na prospecção geoquímica, nas campanhas amostrais S, T,U e V nas estações 1 a 7, período julho/2012 a abril/2013.

Grau de Contaminação

Cd < N(11).....	Baixo	Baixo
N(11) < ou = e < 2N (22)..	Moderado	Moderado
2N(22) < ou = e < 4N(44)	Considerável	Considerável
.>...ou = 4N(44)	Muito Alto	Mto Alto

Estação 1

Metais Totais	1S	1T	1U	1V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlClarke	0,16	0,75	0,09	0,25	1,26	0,32
FatCotamAsClarke	4,44	4,44	4,44	4,50	17,83	4,46
FatContamCdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Clarke	0,60	0,98	0,96	1,67	4,22	1,05
FatContam Cu Clarke	0,12	0,12	0,12	0,22	0,57	0,14
FatContam Cr Clarke	0,07	0,07	0,07	0,23	0,42	0,11
FatContam Fe Clarke	0,13	0,08	0,09	0,40	0,70	0,17
FatContam MnClarke	0,37	0,12	0,18	0,88	1,54	0,39
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Clarke	0,09	0,25	0,25	0,24	0,83	0,21
FatContam Zn Clarke	0,18	0,15	0,14	1,84	2,32	0,58
Grau de Contaminação	8,54	9,34	8,71	12,60		9,80

Estação 2

Metais Totais	2S	2T	2U	2V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlClarke	0,56	0,72	0,11	0,08	1,46	0,37
FatCotamAsClarke	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContamCdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Clarke	1,10	0,89	0,99	1,04	4,02	1,01
FatContam Cu Clarke	0,43	0,12	0,12	0,12	0,78	0,20
FatContam Cr Clarke	0,63	0,10	0,13	0,09	0,95	0,24
FatContam Fe Clarke	0,65	0,19	0,32	0,17	1,33	0,33
FatContam MnClarke	1,43	0,39	0,23	0,18	2,23	0,56
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Clarke	0,58	0,28	0,26	0,23	1,35	0,34
FatContam Zn Clarke	0,89	0,37	0,34	0,26	1,86	0,47
Grau de Contaminação	13,09	9,89	9,31	8,98		10,32



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 3

Fat de Cont. Metais Tot.	3S	3T	3U	3V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlClarke	0,19	1,01	0,11	0,08	1,39	0,35
FatCotamAsClarke	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContamCdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Clarke	1,00	1,01	1,23	1,29	4,53	1,13
FatContam Cu Clarke	0,12	0,12	0,12	0,12	0,47	0,12
FatContam Cr Clarke	0,07	0,07	0,07	0,07	0,26	0,07
FatContam Fe Clarke	0,10	0,11	0,17	0,11	0,49	0,12
FatContam MnClarke	0,19	0,36	0,30	0,12	0,96	0,24
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Clarke	0,27	0,25	0,22	0,19	0,94	0,23
FatContam Zn Clarke	0,16	0,19	0,21	0,14	0,70	0,18
Grau de Contaminação	8,91	9,92	9,25	8,93		9,25

Estação 4

Metais Totais	4S	4T	4U	4V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlClarke	0,80	0,61	0,12	0,07	1,61	0,40
FatCotamAsClarke	4,44	4,44	5,00	4,44	18,33	4,58
FatContamCdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Clarke	0,70	0,91	0,97	1,07	3,65	0,91
FatContam Cu Clarke	0,21	0,12	0,12	0,12	0,56	0,14
FatContam Cr Clarke	0,26	0,16	0,15	0,07	0,64	0,16
FatContam Fe Clarke	0,68	0,38	0,37	0,13	1,56	0,39
FatContam MnClarke	0,72	0,44	0,46	0,28	1,90	0,47
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Clarke	0,31	0,29	0,28	0,21	1,09	0,27
FatContam Zn Clarke	0,79	0,53	0,92	0,18	2,42	0,61
Grau de Contaminação	11,29	10,26	10,76	8,95		10,31

Estação 5

Metais Totais	5S	5T	5U	5V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlClarke	0,34	0,59	0,42	0,08	1,43	0,36
FatCotamAsClarke	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContamCdClarke	0,50	0,50	0,56	0,50	2,06	0,52
FatContam Pb Clarke	1,56	1,02	1,40	0,90	4,88	1,22
FatContam Cu Clarke	0,23	0,13	0,28	0,12	0,75	0,19
FatContam Cr Clarke	0,26	0,15	0,27	0,07	0,75	0,19
FatContam Fe Clarke	0,48	0,38	0,42	0,06	1,34	0,34
FatContam MnClarke	1,04	0,52	0,65	0,09	2,31	0,58
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Clarke	0,28	0,18	0,26	0,21	0,94	0,23
FatContam Zn Clarke	0,67	0,67	0,89	0,14	2,38	0,59
Grau de Contaminação	11,69	10,46	11,48	8,49		10,53



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 6

Metais Totais	6S	6T	6U	6V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlClarke	0,33	0,42	0,08	0,08	0,91	0,23
FatCotamAsClarke	5,72	5,56	5,44	9,33	26,06	6,51
FatContamCdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Clarke	1,40	0,68	0,71	1,26	4,05	1,01
FatContam Cu Clarke	0,21	0,12	0,12	0,25	0,70	0,18
FatContam Cr Clarke	0,26	0,07	0,10	0,15	0,58	0,14
FatContam Fe Clarke	0,52	0,28	0,37	0,61	1,78	0,44
FatContam MnClarke	0,09	0,06	0,06	0,09	0,29	0,07
FatContam Hg Clarke	2,50	1,88	1,88	1,88	8,13	2,03
FatContam Ni Clarke	0,20	0,27	0,23	0,21	0,90	0,23
FatContam Zn Clarke	0,44	0,20	0,23	0,29	1,16	0,29
Grau de Contaminação	12,17	10,02	9,72	14,65		11,64

Estação 7

Metais Totais	7S	7T	7U	7V	Σ	Cf1 Fat Cont.Med.
FatContamAlClarke	0,20	1,03	0,11	0,08	1,42	0,35
FatCotamAsClarke	4,44	4,44	4,44	4,44	17,78	4,44
FatContamCdClarke	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00	0,50
FatContam Pb Clarke	1,17	0,87	1,02	1,32	4,38	1,09
FatContam Cu Clarke	0,14	0,12	0,13	0,12	0,51	0,13
FatContam Cr Clarke	0,14	0,07	0,11	0,07	0,37	0,09
FatContam Fe Clarke	0,23	0,11	0,23	0,09	0,66	0,16
FatContam MnClarke	0,72	0,43	0,78	0,22	2,16	0,54
FatContam Hg Clarke	1,88	1,88	1,88	1,88	7,50	1,88
FatContam Ni Clarke	0,28	0,26	0,23	0,21	0,98	0,24
FatContam Zn Clarke	0,47	0,28	0,46	0,15	1,36	0,34
Grau de Contaminação	10,17	9,98	9,89	9,07		9,78

Grau de Contaminação

Cd < N(11).....Baixo

N(11) < ou = e < 2N (22)..Moderado

2N(22) < ou = e < 4N(44) Considerável

.>...ou = 4N(44)Muito Alto





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As Tabelas 5.42 a 5.45. apresentam os somatórios dos quocientes de algumas das concepções utilizadas neste estudo, avaliadas por estação amostral nas campanhas amostrais S, T, U e V.

Tabela 5.42 – Somatório dos quocientes individuais dos valores guias, valor ERM para os metais nos sedimentos de fundo das estações amostrais 1 a 7, campanhas amostrais S, T, U e V.

OBS: A cor **verde** significa baixa, a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.

Estação 1

Metais Totais	1S	1T	1U	1V
InERM Al				
InERM As	0,11	0,11	0,11	0,12
InERM Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InERM Pb	0,04	0,06	0,06	0,10
InERM Cu	0,03	0,03	0,03	0,05
InERM Cr	0,02	0,02	0,02	0,07
InERM Fe				
InERM Mn				
InERM Hg	0,21	0,21	0,21	0,21
InERM Ni	0,17	0,48	0,48	0,47
InERM Zn	0,03	0,03	0,03	0,34
Σ	0,63	0,95	0,95	1,37
Σ ERM	0,08	0,12	0,12	0,17



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 2

Metais Totais	2S	2T	2U	2V
InERM Al				
InERM As	0,11	0,11	0,11	0,11
InERM Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InERM Pb	0,07	0,05	0,06	0,06
InERM Cu	0,11	0,03	0,03	0,03
InERM Cr	0,21	0,03	0,04	0,03
InERM Fe				
InERM Mn				
InERM Hg	0,21	0,21	0,21	0,21
InERM Ni	1,12	0,54	0,49	0,44
InERM Zn	0,16	0,07	0,06	0,05
Σ	2,00	1,06	1,02	0,95
Σ ERM	0,25	0,13	0,13	0,12

Estação 3

Metais Totais	3S	3T	3U	3V
InERM Al				
InERM As	0,11	0,11	0,11	0,11
InERM Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InERM Pb	0,06	0,06	0,07	0,08
InERM Cu	0,03	0,03	0,03	0,03
InERM Cr	0,02	0,02	0,02	0,02
InERM Fe				
InERM Mn				
InERM Hg	0,21	0,21	0,21	0,21
InERM Ni	0,52	0,48	0,43	0,37
InERM Zn	0,03	0,04	0,04	0,03
Σ	0,99	0,96	0,93	0,86
Σ ERM	0,12	0,12	0,12	0,11

OBS: A cor **verde** significa baixa , a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 4

Metais Totais	4S	4T	4U	4V
InERM Al				
InERM As	0,11	0,11	0,13	0,11
InERM Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InERM Pb	0,04	0,05	0,06	0,06
InERM Cu	0,05	0,03	0,03	0,03
InERM Cr	0,09	0,05	0,05	0,02
InERM Fe				
InERM Mn				
InERM Hg	0,21	0,21	0,21	0,21
InERM Ni	0,59	0,56	0,53	0,41
InERM Zn	0,15	0,10	0,17	0,03
Σ	1,25	1,13	1,19	0,89
Σ ERM	0,16	0,14	0,15	0,11

Estação 5

Metais Totais	5S	5T	5U	5V
InERM Al				
InERM As	0,11	0,11	0,11	0,11
InERM Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InERM Pb	0,09	0,06	0,08	0,05
InERM Cu	0,06	0,03	0,07	0,03
InERM Cr	0,09	0,05	0,09	0,02
InERM Fe				
InERM Mn				
InERM Hg	0,21	0,21	0,21	0,21
InERM Ni	0,54	0,35	0,50	0,40
InERM Zn	0,12	0,12	0,16	0,03
Σ	1,24	0,95	1,24	0,87
Σ ERM	0,15	0,12	0,16	0,11

OBS: A cor **verde** significa baixa , a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 6

Metais Totais	6S	6T	6U	6V
InERM Al				
InERM As	0,15	0,14	0,14	0,24
InERM Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InERM Pb	0,08	0,04	0,04	0,08
InERM Cu	0,05	0,03	0,03	0,06
InERM Cr	0,09	0,02	0,03	0,05
InERM Fe				
InERM Mn				
InERM Hg	0,28	0,21	0,21	0,21
InERM Ni	0,38	0,52	0,45	0,40
InERM Zn	0,08	0,04	0,04	0,05
Σ	1,12	1,01	0,95	1,10
Σ ERM	0,14	0,13	0,12	0,14

Estação 7

Metais Totais	7S	7T	7U	7V
InERM Al				
InERM As	0,11	0,11	0,11	0,11
InERM Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InERM Pb	0,07	0,05	0,06	0,08
InERM Cu	0,04	0,03	0,03	0,03
InERM Cr	0,04	0,02	0,04	0,02
InERM Fe				
InERM Mn				
InERM Hg	0,21	0,21	0,21	0,21
InERM Ni	0,53	0,49	0,45	0,40
InERM Zn	0,09	0,05	0,08	0,03
Σ	1,10	0,98	1,00	0,89
Σ ERM	0,14	0,12	0,12	0,11

OBS: A cor **verde** significa baixa , a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.43 – Somatório dos quocientes individuais dos valores guias, valor SEL para os metais medidos nos sedimentos de fundo das estações amostrais 1 a 7, campanhas amostrais S, T, U e V no período de julho/2012 a abril/2013.

OBS: A cor **verde** significa baixa, a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.

Estação 1

Metais Totais	1S	1T	1U	1V
InSEL Al				
InSEL As	0,24	0,24	0,24	0,25
InSEL Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InSEL Pb	0,03	0,05	0,05	0,09
InSEL Cu	0,07	0,07	0,07	0,13
InSEL Cr	0,07	0,07	0,07	0,25
InSEL Fe	0,21	0,12	0,14	0,61
InSEL Mn	0,35	0,11	0,17	0,85
InSEL Hg	0,08	0,08	0,08	0,08
InSEL Ni	0,12	0,33	0,33	0,32
InSEL Zn	0,02	0,01	0,01	0,17
Σ	1,20	1,10	1,17	2,76
Σ SEL	0,12	0,11	0,12	0,28

Estação 2

Metais Totais	2S	2T	2U	2V
InSEL Al				
InSEL As	0,24	0,24	0,24	0,24
InSEL Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InSEL Pb	0,06	0,05	0,05	0,05
InSEL Cu	0,27	0,07	0,07	0,07
InSEL Cr	0,70	0,11	0,15	0,10
InSEL Fe	1,01	0,30	0,49	0,26
InSEL Mn	1,37	0,38	0,22	0,18
InSEL Hg	0,08	0,08	0,08	0,08
InSEL Ni	0,77	0,37	0,34	0,31
InSEL Zn	0,08	0,03	0,03	0,02
Σ	4,59	1,63	1,68	1,32
Σ SEL	0,46	0,16	0,17	0,13



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 3

Metais Totais	3S	3T	3U	3V
InSEL Al				
InSEL As	0,24	0,24	0,24	0,24
InSEL Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InSEL Pb	0,05	0,05	0,06	0,07
InSEL Cu	0,07	0,07	0,07	0,07
InSEL Cr	0,07	0,07	0,07	0,07
InSEL Fe	0,15	0,17	0,26	0,17
InSEL Mn	0,18	0,34	0,29	0,11
InSEL Hg	0,08	0,08	0,08	0,08
InSEL Ni	0,36	0,33	0,30	0,26
InSEL Zn	0,01	0,02	0,02	0,01
Σ	1,23	1,39	1,40	1,09
Σ SEL	0,12	0,14	0,14	0,11

Estação 4

Metais Totais	4S	4T	4U	4V
InSEL Al				
InSEL As	0,24	0,24	0,27	0,24
InSEL Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InSEL Pb	0,04	0,05	0,05	0,06
InSEL Cu	0,13	0,07	0,08	0,07
InSEL Cr	0,29	0,18	0,17	0,07
InSEL Fe	1,06	0,58	0,57	0,20
InSEL Mn	0,69	0,42	0,44	0,27
InSEL Hg	0,08	0,08	0,08	0,08
InSEL Ni	0,41	0,39	0,36	0,28
InSEL Zn	0,07	0,05	0,09	0,02
Σ	3,01	2,07	2,11	1,29
Σ SEL	0,30	0,21	0,21	0,13

OBS: A cor **verde** significa baixa , a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 5

Metais Totais	5S	5T	5U	5V
InSEL Al				
InSEL As	0,24	0,24	0,24	0,24
InSEL Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InSEL Pb	0,08	0,05	0,07	0,05
InSEL Cu	0,14	0,08	0,17	0,07
InSEL Cr	0,29	0,17	0,30	0,07
InSEL Fe	0,75	0,58	0,65	0,10
InSEL Mn	1,01	0,50	0,63	0,09
InSEL Hg	0,08	0,08	0,08	0,08
InSEL Ni	0,37	0,24	0,34	0,28
InSEL Zn	0,06	0,06	0,08	0,01
Σ	3,03	2,02	2,58	1,00
Σ SEL	0,30	0,20	0,26	0,10

Estação 6

Metais Totais	6S	6T	6U	6V
InSEL Al				
InSEL As	0,31	0,30	0,30	0,51
InSEL Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InSEL Pb	0,07	0,04	0,04	0,07
InSEL Cu	0,13	0,07	0,08	0,15
InSEL Cr	0,29	0,08	0,11	0,16
InSEL Fe	0,80	0,43	0,57	0,95
InSEL Mn	0,09	0,05	0,06	0,08
InSEL Hg	0,10	0,08	0,08	0,08
InSEL Ni	0,26	0,36	0,31	0,27
InSEL Zn	0,04	0,02	0,02	0,03
Σ	2,10	1,43	1,56	2,31
Σ SEL	0,21	0,14	0,16	0,23

OBS: A cor **verde** significa baixa , a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 7

Metais Totais	7S	7T	7U	7V
InSEL Al				
InSEL As	0,24	0,24	0,24	0,24
InSEL Cd	0,01	0,01	0,01	0,01
InSEL Pb	0,06	0,05	0,05	0,07
InSEL Cu	0,09	0,07	0,08	0,07
InSEL Cr	0,15	0,07	0,12	0,07
InSEL Fe	0,35	0,17	0,35	0,15
InSEL Mn	0,70	0,42	0,75	0,22
InSEL Hg	0,08	0,08	0,08	0,08
InSEL Ni	0,37	0,34	0,31	0,28
InSEL Zn	0,04	0,03	0,04	0,01
Σ	2,09	1,47	2,03	1,19
Σ SEL	0,21	0,15	0,20	0,12

Tabela 5.44 – Somatório dos quocientes individuais dos valores guias, valor PEL para os metais medidos nos sedimentos de fundo das estações amostrais 1 a 7, campanhas amostrais S, T, U e V para o período de julho/2012 a abril/2013.

OBS: A cor **verde** significa baixa, a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.

Estação 1

Metais Totais	1S	1T	1U	1V
InPEL Al				
InPEL As	0,70	0,70	0,70	0,70
InPEL Cd	0,04	0,04	0,04	0,04
InPEL Pb	0,12	0,20	0,20	0,34
InPEL Cu	0,07	0,07	0,07	0,13
InPEL Cr	0,13	0,13	0,13	0,43
InPEL Fe				
InPEL Mn				
InPEL Hg	0,47	0,47	0,47	0,47
InPEL Ni	0,33	0,92	0,91	0,90
InPEL Zn	0,06	0,05	0,05	0,64
Σ	1,91	2,57	2,56	3,65
Σ PEL	0,24	0,32	0,32	0,46



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 2

Metais Totais	2S	2T	2U	2V
InPEL Al				
InPEL As	0,70	0,70	0,70	0,70
InPEL Cd	0,04	0,04	0,04	0,04
InPEL Pb	0,23	0,18	0,20	0,21
InPEL Cu	0,25	0,07	0,07	0,07
InPEL Cr	1,21	0,19	0,26	0,17
InPEL Fe				
InPEL Mn				
InPEL Hg	0,47	0,47	0,47	0,47
InPEL Ni	2,13	1,03	0,94	0,85
InPEL Zn	0,31	0,13	0,12	0,09
Σ	5,34	2,80	2,79	2,59
Σ PEL	0,67	0,35	0,35	0,32

Estação 3

Metais Totais	3S	3T	3U	3V
InPEL Al				
InPEL As	0,70	0,70	0,70	0,70
InPEL Cd	0,04	0,04	0,04	0,04
InPEL Pb	0,21	0,21	0,25	0,27
InPEL Cu	0,07	0,07	0,07	0,07
InPEL Cr	0,13	0,13	0,13	0,13
InPEL Fe				
InPEL Mn				
InPEL Hg	0,47	0,47	0,47	0,47
InPEL Ni	0,99	0,91	0,82	0,71
InPEL Zn	0,05	0,07	0,07	0,05
Σ	2,65	2,58	2,55	2,43
Σ PEL	0,33	0,32	0,32	0,30

OBS: A cor **verde** significa baixa , a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 4

Metais Totais	4S	4T	4U	4V
InPEL Al				
InPEL As	0,70	0,70	0,78	0,70
InPEL Cd	0,04	0,04	0,04	0,04
InPEL Pb	0,14	0,19	0,20	0,22
InPEL Cu	0,12	0,07	0,07	0,07
InPEL Cr	0,50	0,31	0,29	0,13
InPEL Fe				
InPEL Mn				
InPEL Hg	0,47	0,47	0,47	0,47
InPEL Ni	1,13	1,07	1,01	0,77
InPEL Zn	0,27	0,18	0,32	0,06
Σ	3,37	3,02	3,18	2,45
Σ PEL	0,42	0,38	0,40	0,31

Estação 5

Metais Totais	5S	5T	5U	5V
InPEL Al				
InPEL As	0,70	0,70	0,70	0,70
InPEL Cd	0,04	0,04	0,04	0,04
InPEL Pb	0,32	0,21	0,29	0,19
InPEL Cu	0,13	0,07	0,16	0,07
InPEL Cr	0,50	0,30	0,52	0,13
InPEL Fe				
InPEL Mn				
InPEL Hg	0,47	0,47	0,47	0,47
InPEL Ni	1,04	0,67	0,96	0,77
InPEL Zn	0,23	0,23	0,31	0,05
Σ	3,43	2,69	3,44	2,40
Σ PEL	0,43	0,34	0,43	0,30

OBS: A cor **verde** significa baixa , a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 6

Metais Totais	6S	6T	6U	6V
InPEL Al				
InPEL As	0,90	0,87	0,85	1,46
InPEL Cd	0,04	0,04	0,04	0,04
InPEL Pb	0,29	0,14	0,15	0,26
InPEL Cu	0,13	0,07	0,07	0,15
InPEL Cr	0,50	0,13	0,19	0,28
InPEL Fe				
InPEL Mn				
InPEL Hg	0,63	0,47	0,47	0,47
InPEL Ni	0,72	0,99	0,85	0,76
InPEL Zn	0,15	0,07	0,08	0,10
Σ	3,34	2,78	2,70	3,51
Σ PEL	0,42	0,35	0,34	0,44

Estação 7

Metais Totais	7S	7T	7U	7V
InPEL Al				
InPEL As	0,70	0,70	0,70	0,70
InPEL Cd	0,04	0,04	0,04	0,04
InPEL Pb	0,24	0,18	0,21	0,27
InPEL Cu	0,08	0,07	0,08	0,07
InPEL Cr	0,26	0,13	0,20	0,13
InPEL Fe				
InPEL Mn				
InPEL Hg	0,47	0,47	0,47	0,47
InPEL Ni	1,02	0,94	0,86	0,77
InPEL Zn	0,16	0,10	0,16	0,05
Σ	2,97	2,62	2,71	2,49
Σ PEL	0,37	0,33	0,34	0,31

OBS: A cor **verde** significa baixa , a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.45 – Somatório dos quocientes individuais dos valores guias, valor PEC para os metais medidos nos sedimentos de fundo das estações amostrais 1 a 7, campanhas amostrais S, T, U e V no período de julho/2012 a abril/2013.

OBS: A cor **verde** significa baixa, a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.

Estação 1

Metais Totais	1S	1T	1U	1V
InPEC Al				
InPEC As	0,24	0,24	0,24	0,25
InPEC Cd	0,02	0,02	0,02	0,02
InPEC Pb	0,06	0,10	0,10	0,17
InPEC Cu	0,05	0,05	0,05	0,10
InPEC Cr	0,07	0,07	0,07	0,25
InPEC Fe	0,21	0,12	0,14	0,61
InPEC Mn	0,35	0,11	0,17	0,85
InPEC Hg	0,14	0,14	0,14	0,14
InPEC Ni	0,18	0,51	0,50	0,49
InPEC Zn	0,03	0,02	0,02	0,30
Σ	1,35	1,39	1,45	3,17
Σ PEC	0,14	0,14	0,15	0,32

Estação 2

Metais Totais	2S	2T	2U	2V
InPEC Al				
InPEC As	0,24	0,24	0,24	0,24
InPEC Cd	0,02	0,02	0,02	0,02
InPEC Pb	0,11	0,09	0,10	0,10
InPEC Cu	0,20	0,05	0,05	0,05
InPEC Cr	0,70	0,11	0,15	0,10
InPEC Fe	1,01	0,30	0,49	0,26
InPEC Mn	1,37	0,38	0,22	0,18
InPEC Hg	0,14	0,14	0,14	0,14
InPEC Ni	1,18	0,57	0,52	0,47
InPEC Zn	0,15	0,06	0,06	0,04
Σ	5,11	1,95	1,98	1,60
Σ PEC	0,51	0,19	0,20	0,16



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 3

Metais Totais	3S	3T	3U	3V
InPEC Al				
InPEC As	0,24	0,24	0,24	0,24
InPEC Cd	0,02	0,02	0,02	0,02
InPEC Pb	0,10	0,10	0,12	0,13
InPEC Cu	0,05	0,05	0,05	0,05
InPEC Cr	0,07	0,07	0,07	0,07
InPEC Fe	0,15	0,17	0,26	0,17
InPEC Mn	0,18	0,34	0,29	0,11
InPEC Hg	0,14	0,14	0,14	0,14
InPEC Ni	0,54	0,50	0,45	0,39
InPEC Zn	0,03	0,03	0,04	0,02
Σ	1,53	1,67	1,68	1,35
Σ PEC	0,15	0,17	0,17	0,14

Estação 4

Metais Totais	4S	4T	4U	4V
InPEC Al				
InPEC As	0,24	0,24	0,27	0,24
InPEC Cd	0,02	0,02	0,02	0,02
InPEC Pb	0,07	0,09	0,10	0,11
InPEC Cu	0,09	0,05	0,06	0,05
InPEC Cr	0,29	0,18	0,17	0,07
InPEC Fe	1,06	0,58	0,57	0,20
InPEC Mn	0,69	0,42	0,44	0,27
InPEC Hg	0,14	0,14	0,14	0,14
InPEC Ni	0,62	0,59	0,56	0,43
InPEC Zn	0,13	0,09	0,15	0,03
Σ	3,35	2,40	2,46	1,55
Σ PEC	0,34	0,24	0,25	0,16

OBS: A cor **verde** significa baixa , a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 5

Metais Totais	5S	5T	5U	5V
InPEC Al				
InPEC As	0,24	0,24	0,24	0,24
InPEC Cd	0,02	0,02	0,02	0,02
InPEC Pb	0,16	0,10	0,14	0,09
InPEC Cu	0,10	0,06	0,13	0,05
InPEC Cr	0,29	0,17	0,30	0,07
InPEC Fe	0,75	0,58	0,65	0,10
InPEC Mn	1,01	0,50	0,63	0,09
InPEC Hg	0,14	0,14	0,14	0,14
InPEC Ni	0,57	0,37	0,53	0,42
InPEC Zn	0,11	0,11	0,15	0,02
Σ	3,38	2,29	2,92	1,25
Σ PEC	0,34	0,23	0,29	0,12

Estação 6

Metais Totais	6S	6T	6U	6V
InPEC Al				
InPEC As	0,31	0,30	0,30	0,51
InPEC Cd	0,02	0,02	0,02	0,02
InPEC Pb	0,14	0,07	0,07	0,13
InPEC Cu	0,10	0,05	0,06	0,11
InPEC Cr	0,29	0,08	0,11	0,16
InPEC Fe	0,80	0,43	0,57	0,95
InPEC Mn	0,09	0,05	0,06	0,08
InPEC Hg	0,18	0,14	0,14	0,14
InPEC Ni	0,40	0,54	0,47	0,42
InPEC Zn	0,07	0,03	0,04	0,05
Σ	2,39	1,72	1,82	2,56
Σ PEC	0,24	0,17	0,18	0,26

OBS: A cor **verde** significa baixa , a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Estação 7

Metais Totais	7S	7T	7U	7V
InPEC Al				
InPEC As	0,24	0,24	0,24	0,24
InPEC Cd	0,02	0,02	0,02	0,02
InPEC Pb	0,12	0,09	0,10	0,13
InPEC Cu	0,07	0,05	0,06	0,05
InPEC Cr	0,15	0,07	0,12	0,07
InPEC Fe	0,35	0,17	0,35	0,15
InPEC Mn	0,70	0,42	0,75	0,22
InPEC Hg	0,14	0,14	0,14	0,14
InPEC Ni	0,56	0,52	0,47	0,42
InPEC Zn	0,08	0,05	0,08	0,02
Σ	2,42	1,76	2,32	1,46
Σ PEC	0,24	0,18	0,23	0,15

OBS: A cor **verde** significa baixa , a cor **amarela** significa médio baixo, a cor **laranja** significa médio alto e a cor **vermelho** alto.

Na Tabela 5.46 estão os resultados dos testes de ecotoxicologia para as sete estações amostrais deste estudo, considerando as quatro campanhas amostrais (S, T, U e V).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.46- Ensaios de toxicidade para os sedimentos da calha fluvial do Arroio Candiota, sete estações em quatro campanhas amostrais S, T, U e V no período de julho/2012 a abril/2013.

Estações	Toxicidade para <i>Hyaella azteca</i> Sobrevivência	Observação	Toxicidade para <i>Hyaella azteca</i> Crescimento
1S	Não detectada	2,5 % de mortalidade	Não Detectada
1T	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
1U	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
1V	Não detectada	15% de mortalidade	Não Detectada
2S	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
2T	Detectada	15% de mortalidade	/
2U	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
2V	Detectada	17,5% de mortalidade	/
3S	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
3T	Detectada	40% de mortalidade	/
3U	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
3V	Detectada	35% de mortalidade	/
4S	Detectada	20% de mortalidade	/
4T	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
4U	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
4V	Não detectada	0% de mortalidade	Não Detectada
5S	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
5T	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
5U	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
5V	Detectada	55% de mortalidade	/
6S	Detectada	57,5% de mortalidade	/
6T	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
6U	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
6V	Detectada	37,5% de mortalidade	/
7S	Detectada	52,5% de mortalidade	/
7T	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
7U	Não detectada	0% mortalidade	Não Detectada
7V	Não detectada	10% de mortalidade	Não Detectada

- Tríade dos sedimentos

Determinar as relações de causa e efeito resultantes a partir de misturas de produtos químicos contaminantes encontrados nos sedimentos naturais (complexidade) não é atividade simples e fácil. Estas relações devem envolver a biodisponibilidade e pode ser suspeitado se existe uma correspondência entre a contaminação química e efeitos biológicos especialmente se tal correspondência baseia-se em medidas sinópticas e envolve a Tríade da Qualidade dos Sedimentos:

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- **química dos sedimentos** para medir a contaminação;
- **bioensaios** para medir a toxicidade;
- **avaliação biológica** *in situ* para medir os efeitos biológicos, neste estudo a comunidade bentônica).

A Tríade da Qualidade dos Sedimentos, apresentada na Tabela 5.47, foi desenvolvida como uma abordagem de peso de evidências que combinam os resultados da química e física dos sedimentos, toxicidade e análise dos invertebrados bentônicos (linhas de evidências) apresentada no capítulo 7 deste Relatório. Nessa tabela é atribuída uma cor que representa a classe de qualidade da água para o uso do Índice BMWP.

classe de qualidade de água	Valor do índice*	Significado*
CLASSE V	<15	Água fortemente contaminada (Sistemas fortemente alterados)
CLASSE IV	16-35	Água muito contaminada (Sistema muito alterado)
CLASSE III	36-60	Água contaminada (Sistemas alterados)
CLASSE II	61-100	Evidência de alguns efeitos de contaminação
CLASSE I	> 100	Água não contaminada, (Sistema perceptivelmente não alterado)

Quatro são as categorias que serão utilizadas para definir cada uma das sete estações amostrais em quatro campanhas amostrais, são:

- Nenhuma degradação detectada em qualquer uma das linhas de evidências utilizadas;
- Degradação detectada em uma das três linhas de evidências;
- Degradação detectada em duas das três linhas de evidências;
- Degradação detectada em todas as linhas de evidências utilizadas.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.47- Linhas de Evidência : Toxicidade dos sedimentos, química de sedimentos (Σ (VGQS)) e avaliação biológica da comunidade residente dos macroinvertebrados bentônicos nos sedimentos do Arroio Candiota, sete estações em quatro campanhas amostrais S, T, U e V no período de julho/2012 a abril/2013.

Química dos Sedimentos

Estações	Σ PEC	Σ ERM	Σ PEL	Σ ERL	Σ TEC	Σ SEL	Σ ERL	Σ TEL
1S	0,14	0,08	0,24	0,38	0,41	0,12	0,38	7,01
1T	0,14	0,12	0,32	0,49	0,42	0,11	0,49	17,95
1U	0,15	0,12	0,32	0,49	0,44	0,12	0,49	17,85
1V	0,32	0,17	0,46	0,67	0,89	0,28	0,67	19,16
2S	0,51	0,25	0,67	0,92	1,32	0,46	0,92	43,65
2T	0,19	0,13	0,35	0,52	0,55	0,16	0,52	20,57
2U	0,20	0,13	0,35	0,52	0,55	0,17	0,52	19,35
2V	0,16	0,12	0,32	0,49	0,47	0,13	0,49	16,99
3S	0,15	0,12	0,33	0,50	0,45	0,12	0,50	19,29
3T	0,17	0,12	0,32	0,49	0,49	0,14	0,49	17,90
3U	0,17	0,12	0,32	0,49	0,49	0,14	0,49	16,50
3V	0,14	0,11	0,30	0,47	0,42	0,11	0,47	14,21
4S	0,34	0,16	0,42	0,61	0,88	0,30	0,61	24,80
4T	0,24	0,14	0,38	0,55	0,65	0,21	0,55	22,15
4U	0,25	0,15	0,40	0,58	0,68	0,21	0,58	21,06
4V	0,16	0,11	0,31	0,47	0,46	0,13	0,47	15,40
5S	0,34	0,15	0,43	0,63	0,91	0,30	0,63	22,19
5T	0,23	0,12	0,34	0,50	0,64	0,20	0,50	14,74
5U	0,29	0,16	0,43	0,64	0,81	0,26	0,64	20,33
5V	0,12	0,11	0,30	0,46	0,39	0,10	0,46	14,96
6S	0,24	0,14	0,42	0,63	0,69	0,21	0,53	16,32
6T	0,17	0,13	0,35	0,52	0,69	0,14	0,52	20,14
6U	0,18	0,12	0,34	0,51	0,51	0,16	0,51	18,01
6V	0,26	0,14	0,44	0,66	0,72	0,23	0,55	17,54
7S	0,24	0,12	0,37	0,55	0,67	0,21	0,55	20,50
7T	0,18	0,12	0,33	0,50	0,51	0,15	0,50	18,51
7U	0,23	0,12	0,34	0,51	0,65	0,20	0,51	17,42
7V	0,15	0,11	0,31	0,48	0,44	0,12	0,48	15,12

Toxicidade dos Sedimentos (Bioensaio com *Hyalella azteca*)

Estações	Toxic. Sobrevivência	Observação	Toxic.Crescimento
1S	Não Detectatda	2,5 % Mortalidade	Não Detectatda
1T	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
1U	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
1V	Não Detectatda	15 % Mortalidade	Não Detectatda
2S	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
2T		15 % Mortalidade	
2U	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
2V		17,5 % Mortalidade	
3S	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
3T		40 % Mortalidade	
3U	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
3V		15 % Mortalidade	
4S		20 % Mortalidade	
4T	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
4U	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
4V	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
5S	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
5T	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
5U	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
5V		55 % Mortalidade	
6S		57,5 % Mortalidade	
6T	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
6U	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
6V		37,5 % Mortalidade	
7S		52,5 % Mortalidade	
7T	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
7U	Não Detectatda	0 % Mortalidade	Não Detectatda
7V	Não Detectatda	10 % Mortalidade	Não Detectatda

Avaliação Biológica: Macroinvertebrados bentônicos

Estações	Riqueza	Dominância	Diversidade	Equitabilidade	BMWP	Classe BMWP
1S	30	0,93	2,93	0,62	102	I
1T	24	0,72	1,97	0,30	125	I
1U	31	0,88	2,44	0,37	199	I
1V	27	0,73	1,88	0,24	105	I
2S	22	0,74	1,82	0,28	84	II
2T	31	0,80	2,22	0,30	72	I
2U	25	0,84	2,27	0,39	108	I
2V	31	0,78	2,06	0,25	112	I
3S	14	0,90	2,42	0,81	36	III
3T	14	0,90	2,42	0,81	36	III
3U	32	0,88	2,43	0,36	146	I
3V	36	0,79	2,13	0,23	158	I
4S	11	0,79	1,84	0,57	25	IV
4T	16	0,73	1,68	0,34	18	II
4U	19	0,65	1,49	0,23	64	II
4V	19	0,64	1,40	0,21	59	III
5S	13	0,75	1,51	0,39	28	IV
5T	5	0,64	1,29	0,73	19	IV
5U	7	0,57	1,20	0,48	18	IV
5V	9	0,61	1,27	0,40	18	IV
6S	7	0,71	1,41	0,59	15	V
6T	4	0,52	0,87	0,60	11	III
6U	17	0,24	0,60	0,11	58	III
6V	4	0,37	0,71	0,51	7	V
7S	8	0,81	1,81	0,77	23	IV
7T	7	0,62	1,36	0,56	25	IV
7U	17	0,76	1,98	0,43	73	II
7V	19	0,39	1,01	0,14	64	II



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Pela análise e premissas adotadas na confecção dessa tabela, conclui-se que:

Estação 1 - Fortes evidências de que não há Poluição induzindo poluição;

Estação 2 - Químicos tóxicos estão estressando o sistema;

Estação 3 - Fortes evidências de que não há Poluição induzindo poluição.

Estação 4 - Contaminantes presentes não biodisponíveis.

Estação 5 - Fortes evidências de poluição induzindo a degradação;

Estação 6 - Fortes evidências de poluição induzindo a degradação;

Estação 7 - Fortes evidências de poluição induzindo a degradação.

5.4 Indicador de Qualidade

As interpretações foram realizadas com os resultados obtidos para os sedimentos, os ensaios de toxicidade e a avaliação da condição das comunidades bentônicas.

Com base nos vários índices e comparações das várias concepções aqui empregadas (VGQS, fatores e índices) e também com a resposta da Tríade dos Sedimentos, estabeleceu-se os valores do **Nível da Qualidade Ambiental do Ambiente Aquático** da qualidade dos sedimentos para ser empregado na construção do IQAAAC- Índice de Qualidade Ambiental do Ambiente Aquático da Bacia Hidrográfica do Arroio Candiota. Os valores estão apresentados na tabela 5.48.

As classes de nível da qualidade ambiental do ambiente aquático aplicados aos resultados das avaliações da qualidade dos sedimentos são:

1 ≤ e < 2 Nível da Qualidade Ambiental do Amb.Aquático Muito Baixa

2 ≤ e < 3 Nível da Qualidade Ambiental do Amb.Aquático Baixa

3 ≤ e < 4 Nível da Qualidade Ambiental do Amb.Aquático Média

4 ≤ e < 5 Nível da Qualidade Ambiental do Amb.Aquático Alta

5 ≤ Nível da Qualidade Ambiental do Amb.Aquático Muito Alta

Tabela 5.48 – Valores da qualidade dos sedimentos dado pela escala do Nível da qualidade ambiental do Ambiente aquático para o período de julho/12 a abril/13.

Estações	Classe Num.	NQAAA do IQAAAC
Amostrais	Sedimentos	Classificação Nominal
1	4	Alta
2	1	Muito Baixa
3	4	Alta
4	1	Muito Baixa
5	1	Muito Baixa
6	2	Baixa
7	3	Média

O compartimento ambiental monitorado, sedimentos, tem como responsável técnico o Dr. Nelson Augusto Flores Machado e o Dr. Alexandre Arenzon para os ensaios ecotoxicológicos.



6. Bioindicadores Ambientais: FITOPLÂNCTON, PERIFITON E ZOOPLÂNCTON

6.1. Introdução

Esse relatório apresenta os resultados compilados relativos às coletas realizadas nos meses de julho, outubro e dezembro de 2012 e abril de 2013, bem como a interpretação destes no monitoramento da biota aquática da área de influência direta da Usina Termelétrica de Candiota, tendo sido objeto de estudo as comunidades zooplanctônicas, fitoplanctônicas e perifíticas.

Para tanto, dados de Abundância absoluta, Riqueza específica, Diversidade de Shannon e Equitatividade destes grupos foram utilizados na busca de um Indicador único que pudesse trazer informações interpretativas do estado de qualidade das águas do sistema monitorado.

A ferramenta interpretativa escolhida para a integração dos resultados relativos ao plâncton foi o Indicador de qualidade proposto inicialmente por KARR (1981) e adaptado de BRUSCHI et. al. (2000) para a ictiofauna, sendo então utilizado para o plâncton.

6.2 Metodologia

Para os cálculos dos Indicadores de Qualidade para cada ponto de coleta, foram utilizados os dados de abundância absoluta, riqueza específica, diversidade de Shannon e equitatividade para o zooplâncton, para o fitoplâncton e para o perifíton.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

No exame dos relatórios parciais apresentados no período, estes indicadores mostraram-se adequados para a sua utilização para compor o Indicador de qualidade, pois foram fiéis às tendências diferenciais de qualidade observada no sistema.

Estas quatro medidas foram, então, transformadas em proporções de zero a um através da divisão de seus valores pelo maior valor obtido entre as amostras em cada uma das coletas, separadamente, conforme metodologia de BRUSCHI et. al. (2000).

Para o cálculo do Indicador de Qualidade que integrou esses quatro atributos para o Zooplâncton, posteriormente para o Fitoplâncton e por último o Perifíton, usou-se o agrupamento do tipo somatório.

A classificação adotada para o zooplâncton, fitoplâncton e perifíton foi apresentada como segue:

Intervalo de Classe (IQ)	Qualidade
0 a 0,999	Muito Baixa
1 a 1,999	Baixa
2 a 2,999	Média
3 a 3,999	Boa
4 a 5	Muito Boa

6.3 Resultados

6.3.1 Zooplâncton

Os dados brutos, utilizados para calcular os Indicadores de Qualidade para o zooplâncton estão apresentados a seguir.

Tabela 6.1. Dados brutos de Abundância Absoluta (AB) em número de indivíduos por m³, Diversidade de Shannon (H'), Riqueza específica (S) e Equitatividade de Pielou (J') resultantes das coletas e análises para a comunidade zooplânctônica em Candiota, RS, nas últimas quatro campanhas, julho de 2012 a abril de 2013.

	p1				p2				p3				p4				p5				p6				p7			
	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'
2012																												
Julho	2959	1,52	15	0,56	42110	1,89	15	0,69	1274	2,68	20	0,89	14061	2,03	21	0,66	4884	2,53	20	0,85	7878	2,57	24	0,81	5094	2,26	21	0,74
Outubro	966	2,22	28	0,67	22928	2,25	22	0,73	1541	2,71	20	0,9	9186	2,49	28	0,72	21960	2,67	20	0,89	484	2,2	16	0,79	409	2,27	7	0,95
2013																												
Janeiro	476	2,97	29	0,88	5165	2,56	22	0,83	4190	3,39	38	0,93	14568	2,81	31	0,82	8454	2,87	27	0,87	2220	2,35	13	0,91	1195	2,51	14	0,95
Abril	1194	2,79	27	0,84	808	2,29	21	0,75	2298	1,71	7	0,88	8563	1,69	10	0,73	3395	1,99	10	0,86	8592	0,79	14	0,34	2850	1,7	12	0,68

Com base nos resultados apresentados na Tabela 6.1, foram calculados os Indicadores de Qualidade Ambiental apresentados a seguir:

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6.2. Valores de Índice de Qualidade calculados para o Zooplâncton em Candiota, RS.

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
2012							
Julho	1,89	3,11	2,86	2,71	2,85	3,06	2,67
Outubro	2,57	3,38	2,73	3,08	3,59	2,24	2,11
2013							
Janeiro	2,60	2,56	3,27	3,51	3,05	2,15	2,19
Abril	3,12	2,56	2,16	2,82	2,48	2,20	2,18
média	2,54	2,90	2,75	3,03	2,99	2,41	2,28

A Figura 6.1 a seguir mostra as tendências de qualidade ambiental utilizando-se os valores de Indicador de qualidade calculados apresentados na Tabela 6.2.

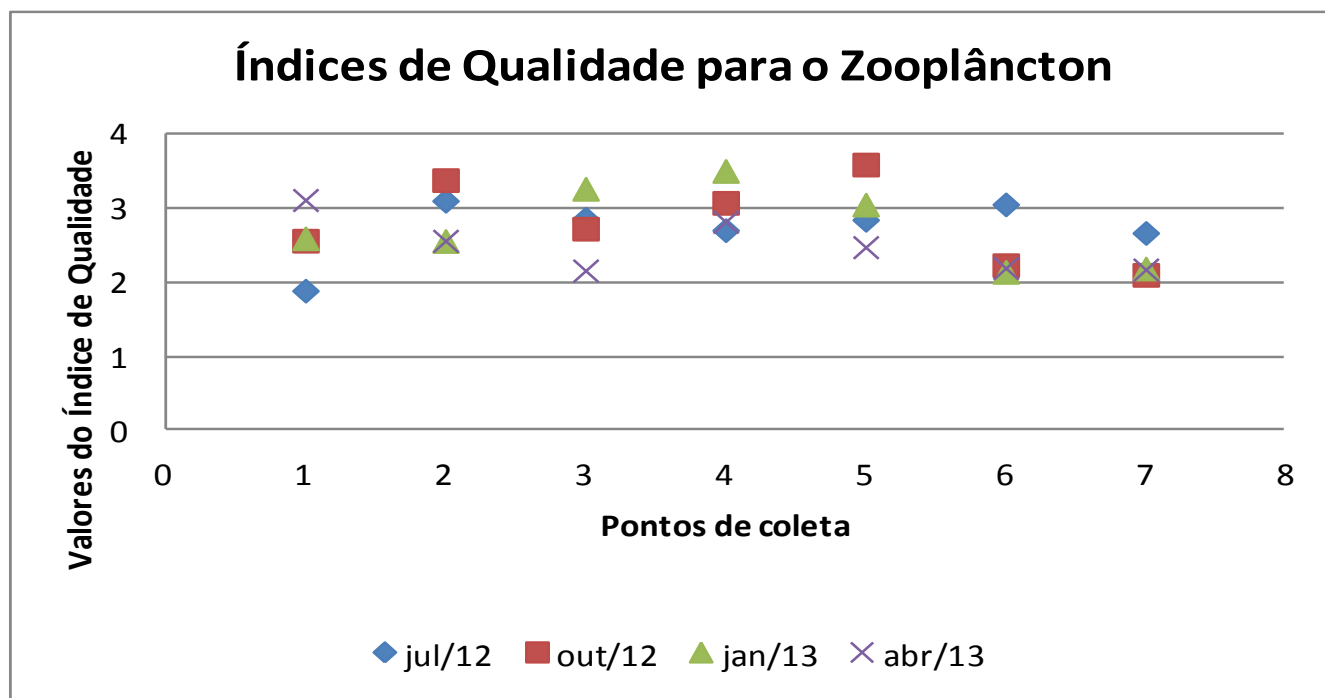


Figura 6.1. Classes de Qualidade Ambiental para os 7 pontos amostrais em Candiota relativos aos dados analisados para a comunidade zooplanctônica no total do período de julho de 2012 a abril de 2013.

6.3.2 Fitoplâncton

Os dados brutos, utilizados para calcular os Indicadores de qualidade relacionados com o fitoplâncton estão apresentados a seguir.

Tabela 6.3. Dados brutos de Abundância Absoluta (AB) em número de indivíduos por mL, Diversidade de Shannon (H'), Riqueza específica (S) e Equitatividade de Pielou (J') resultantes das coletas e análises para a comunidade fitoplanctônica em Candiota, RS nas últimas quatro campanhas, julho de 2012 a abril de 2013.

	p1				p2				p3				p4				p5				p6				p7							
	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'				
2012																																
Julho	115	2,65	19	0,9	80	2,43	16	0,88	71	2,42	14	0,92	62	2,17	12	0,87	66	2,27	12	0,91	85	2,49	16	0,9	69	2,49	13	0,97				
Outubro	104	2,41	19	0,82	87	2,23	14	0,84	90	2,36	15	0,87	150	2,72	20	0,91	107	2,59	19	0,88	100	2,45	17	0,86	91	2,51	16	0,91				
2013																																
Janeiro	115	2,5	18	0,86	185	2,74	22	0,89	85	2,49	17	0,88	133	2,5	18	0,86	119	2,63	19	0,89	84	2,6	16	0,94	71	2,31	13	0,9				
Abril	117	2,64	19	0,89	119	2,34	16	0,84	72	2,17	13	0,85	92	2,58	16	0,93	115	2,69	22	0,87	171	1,52	9	0,69	175	2,56	20	0,85				

Com base nos resultados apresentados na Tabela 6.3, foram calculados os Indicadores de Qualidade Ambiental apresentados a seguir.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6.4. Valores de Índice de Qualidade calculados para o Fitoplâncton em Candiota, RS.

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
2012							
Julho	3,93	3,36	3,21	2,89	3,00	3,45	3,22
Outubro	3,43	3,03	3,18	4,00	3,58	3,37	3,33
2013							
Janeiro	3,27	3,95	3,08	3,37	3,42	3,13	2,78
Abril	3,47	3,18	2,72	3,21	3,59	2,69	3,78
média	3,52	3,38	3,04	3,36	3,39	3,16	3,27

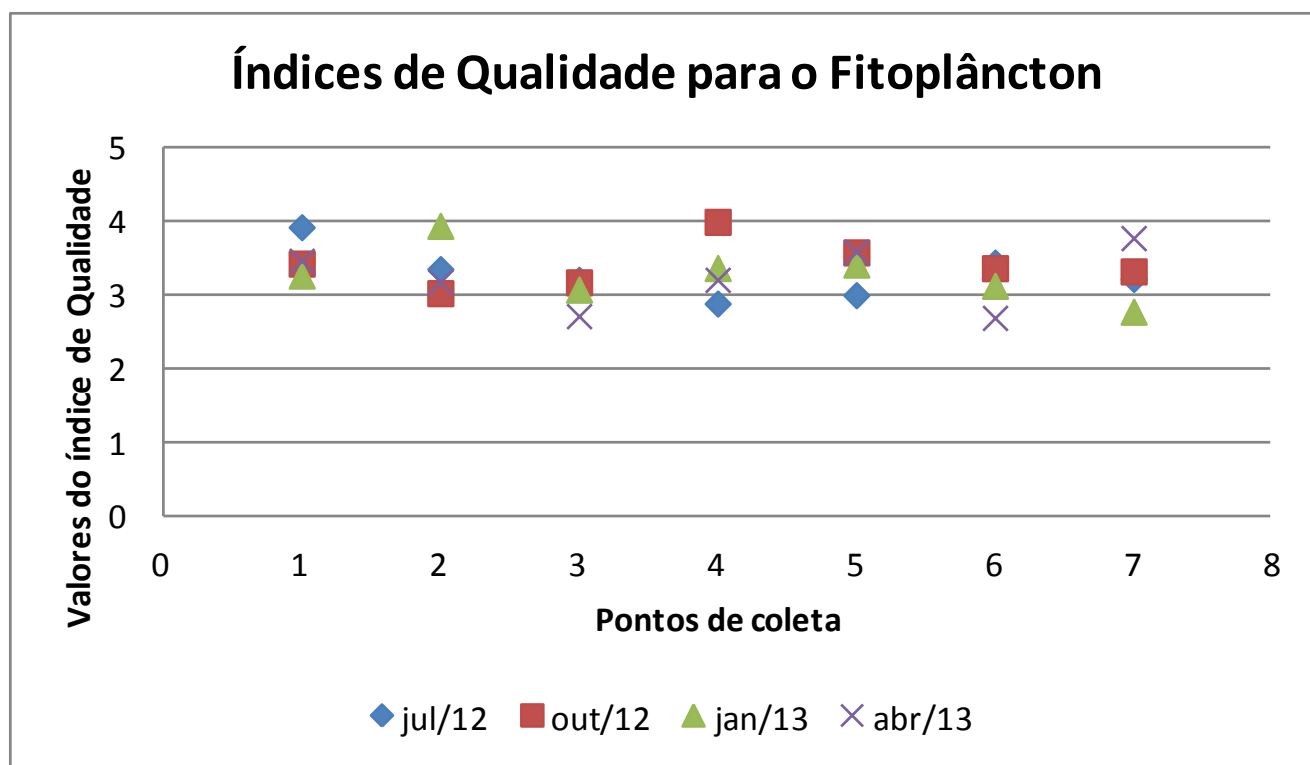


Figura 6.2. Classes de Qualidade Ambiental para os 7 pontos amostrais em Candiota relativos aos dados analisados para a comunidade fitoplanctônica no total do período julho de 2012 a abril de 2013.

6.3.3 Perifiton

Os dados brutos, utilizados para calcular os Indicadores de qualidade relacionados com o perifiton estão apresentados a seguir.

Tabela 6.5. Dados brutos de Abundância Absoluta (AB) em número de indivíduos por cm², Diversidade de Shannon (H'), Riqueza específica (S) e Equitatividade de Pielou (J') resultantes das coletas e análises para a comunidade perifítica em Candiota, RS.

	p1				p2				p3				p4				p6				p7							
	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'	AB	H'	S	J'				
2012																												
Julho	2121	2,57	18	0,89	1091	2,52	17	0,88	284	2,28	12	0,92	163	2,02	8	0,97	9	1,27	4	0,92	913	2,47	13	0,96				
Outubro	5226	2,28	19	0,77	7392	3,03	35	0,85	3363	2,83	22	0,92	1787	2,73	22	0,88	1785	2,17	11	0,91	4568	2,66	16	0,96				
2013																												
Janeiro	2761	2,85	22	0,92	1881	2,77	24	0,87	1746	2,65	19	0,9	3610	2,91	22	0,94	2593	0,71	8	0,34	1189	2,25	14	0,85				
Abril	4718	2,96	30	0,87	4165	3,15	32	0,91	20570	3,06	55	0,76	2241	2,3	17	0,81	76267	1,12	13	0,44	40148	2,94	36	0,82				

Com base nos resultados apresentados na Tabela 6.5, foram calculados os Indicadores de Qualidade Ambiental apresentados a seguir:

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6.6 Valores de Índice de Qualidade calculados para o Perifiton em Candiota, RS.

	p1	p2	p3	p4	p6	p7
2012						
Julho	3,92	3,35	2,64	2,31	1,67	3,10
Outubro	2,80	3,89	2,98	2,69	2,22	2,95
2013						
Janeiro	3,64	3,40	3,14	3,92	1,66	2,59
Abril	2,50	2,64	3,08	1,96	2,08	3,02
média	3,21	3,32	2,96	2,72	1,90	2,91

A Figura 6.3 mostra as tendências de qualidade ambiental utilizando-se os valores de Indicadores de qualidade calculados e apresentados na Tabela 6.6.

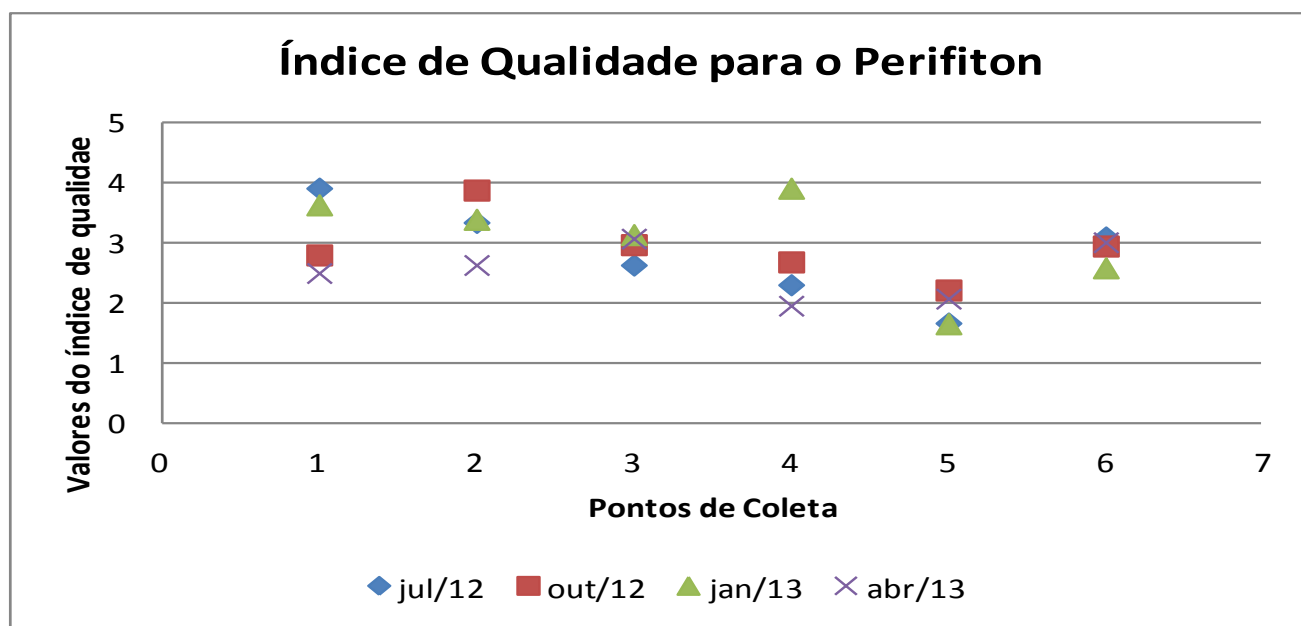


Figura 6.3. Classes de Qualidade Ambiental para os 6 pontos amostrais em Candiota relativos aos dados analisados para a comunidade perifítica no total do período de julho de 2012 a abril de 2013.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As médias (tabelas 6. 2, 6.4 e 6.6) obtidas para cada ponto de coleta com os dados de todos os meses analisados para o plâncton no geral assim como para o perifíton, podem ser observados na figura a seguir.

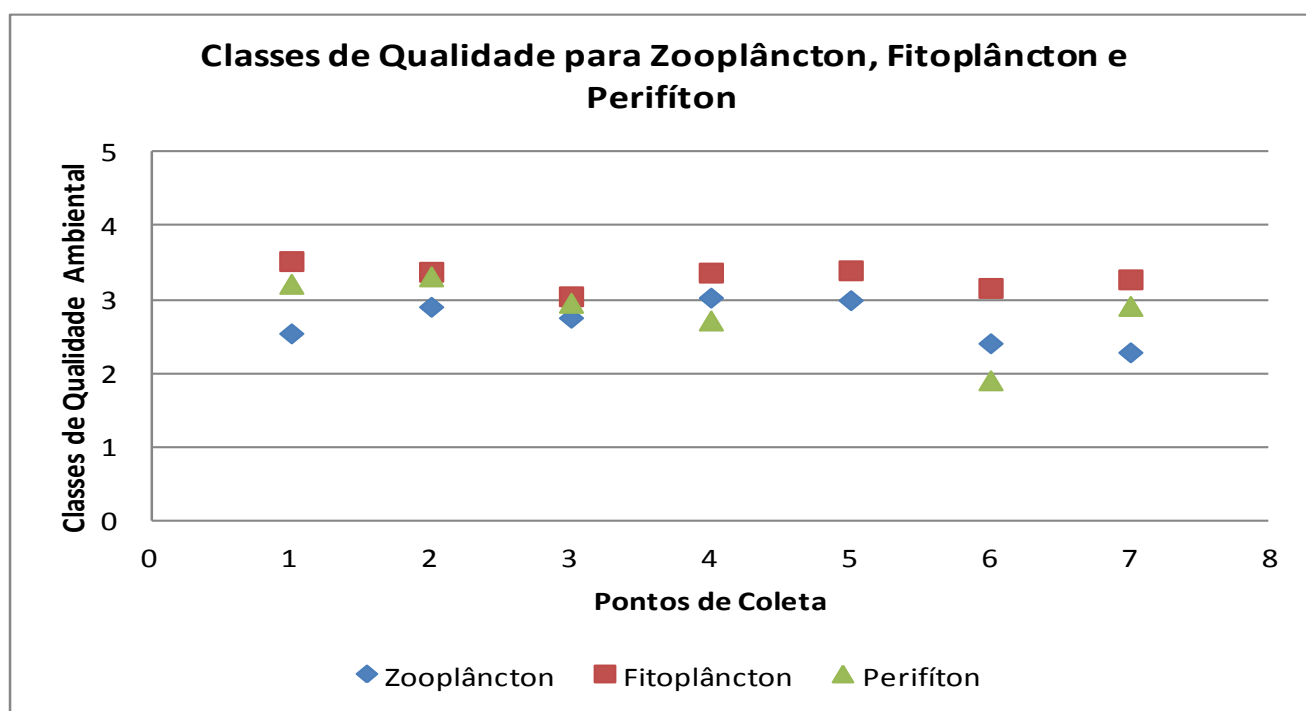


Figura 6.4. Classes de qualidade ambiental obtidas com as médias dos valores dos Índices de Qualidade para o zooplâncton, fitoplâncton e perifíton em Candiota, RS, nos 7 pontos amostrais do período de julho de 2012 a abril de 2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

4. Considerações Finais

Para o Zooplâncton, neste relatório, todos pontos de coleta apresentaram para todo o período investigado uma classificação de média à boa qualidade ambiental, com exceção do ponto 1, que foi classificado como de baixa qualidade ambiental apenas na coleta do mês de julho de 2012, principalmente por ter apresentado o menor valor para a riqueza de espécies analisada no período.

Já para o Fitoplâncton, na maioria dos períodos, todos os pontos foram classificados como de boa qualidade, excetuando-se os pontos 4, 6 e 7 com média qualidade nos meses de julho/2012, janeiro e abril/2013, respectivamente.

Para o Perifíton, de baixa qualidade ambiental foram classificados os pontos 4 e 6 em abril de 2013 e janeiro e julho de 2012, respectivamente. Os demais pontos foram classificados como de boa ou média qualidade.

Embora para o perifíton, o ponto 6 tenha se apresentado de baixa qualidade na média gerada entre os meses amostrados, foi possível constatar, pelos resultados apresentados até então, uma melhora na sua qualidade ambiental.

Os compartimentos ambientais monitorados, zooplâncton, fitoplâncton e perifíton, tem como responsável técnico a Dra. Catarina Pedrozo.



7. Bioindicadores Ambientais: MACROFAUNA BENTÔNICA

7.1 Introdução

O período do monitoramento compreendeu quatro campanhas de amostragem assim distribuídas: inverno (julho) e primavera (outubro) de 2012 e verão (janeiro) e outono (abril) de 2013.

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

As coletas de invertebrados bentônicos foram realizadas em áreas de corredeira e de remanso. Os amostradores utilizados foram o Surber e um Corer com 10cm de diâmetro. Com ambos amostradores as amostras foram coletadas em trélicas.

Para a busca de um indicador único agregando informações interpretativas do estado de qualidade das águas do sistema monitorado, foram realizadas as análises da Riqueza de táxons, da Abundância relativa, da aplicação dos índices de Diversidade de Shannon, Equitatividade de Pielou e do BMWP, obtidos nas quatro campanhas do monitoramento.

7.2 Resultados e discussão

Os percentuais de indivíduos de cada táxon, para cada ponto monitorado, nas quatro campanhas de coleta estão apresentados nas Tabelas 7.1; 7.3; 7.5 e 7.7, respectivamente.

Aplicações de índices bióticos a partir da classificação das famílias na avaliação da qualidade são numerosos, devido principalmente a uma relação custo-benefício, ganho de tempo com a facilidade na identificação, sem perda de informação (ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ORTEGA, 1988). Representam a biodiversidade de



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

organismos encontrada nas áreas de corredeira e remanso, de cada ponto monitorado.

Quando juntos, os dados referentes a estas áreas distintas, permitem que se identifiquem aqueles táxons que vivem preferencialmente aderidos ou por entre os substratos duros, como as larvas ou náíades de muitos insetos, ou como muitos moluscos bivalves e oligoquetas que vivem enterrados nos substratos moles. Por isso, os pontos monitorados PM1, PM2, PM3 e PM4, locais cujas características físicas possibilitam as duas formas de amostragem, tendem a apresentar um maior número de táxons, quando comparados aos locais, PM5 e PM7.

Nestas quatro campanhas amostrais, se confirma os resultados de campanhas anteriores, isto é, um maior número de táxons nos trechos de corredeira, com exceção do PM6.

Na campanha de **julho de 2012**, devido ao grande volume de águas e as características físicas dos arroios muito alteradas não foi possível coletar com o amostrador Surber (método de coleta utilizado nas áreas de corredeira), sendo amostradas somente as áreas de remanso (áreas de deposição), com o amostrador Corer.

Nesta campanha, no PM1, nos substratos analisados se identificou um total de 26 táxons. Os grupos identificados e a ocorrência por estação amostral podem ser visualizados na Tabela 7.1. Além dos macroinvertebrados estritamente aquáticos, foram encontrados vários táxons semiaquáticos e terrestres. Organismos das famílias Curculionidae, Staphylinidae, Scarabaeidae (Coleoptera), Gelastocoridae e Aphididae (Heteroptera), representantes da família Formicidae (Hymenoptera), aranhas e ácaros oribatídeos. Foram coletados diversos representantes da meiofauna, como, por exemplo, microcrustáceos da classe Ostracoda e nematódeos.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 7.1. Ocorrência e abundância relativa (%) dos invertebrados bentônicos nos pontos monitorados, em áreas de corredeira e remanso, campanha amostral de inverno, julho de 2012.

Táxons	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Aeglidae	3,55						
Ancylidae	2,03						
Baetidae	0,51	0,69					
Bivalvia jovem			9,76				
Caenidae	0,51	1,38	2,44				
Candonidae	2,03						
Ceratopogonidae					1,91	3,23	
Chaoboridae		2,07					
Chilopoda		2,76		2,90			
Chironominae				1,45	3,83	16,13	3,45
Chironomini	5,58		9,76				
Cochliopidae	11,17		4,88			1,61	
Coenagrionidae	1,02						
Corbiculidae	3,55						
Corydalidae	0,51						
Culicidae	0,51						
Cyprididae	1,02						
Diplopoda		4,14	12,20				
Elmidae	8,63	1,38	2,44				
Empididae	0,51						
Enchytraeidae	1,02	1,38					
Entomobryidae	0,51	0,69		7,25			3,45



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Glossiphonidae	3,55	0,69			5,26		
Hirudinea	1,02				0,48		
Hyallolelidae		2,07					
Hydracarinae	3,05	2,07		2,90	1,91	1,61	24,14
Hydrophilidae				2,90			
Hydroptilidae		1,38					
Hymenoptera				15,94			
Leptophlebiidae	2,03	1,38					
Naididae	4,57	18,62	4,88	14,49	2,39		
Naucoridae	0,51						
Nematoda	10,15	0,69		5,80	42,11	20,97	34,48
Oribatidae		1,38	7,32	2,90	0,96		6,90
Orthoclaadiinae	15,74	2,07	14,63		0,48		
Philopotamidae		0,69					
Polycentropodidae		0,69					
Staphilinidae		0,69			0,48		
Sminthuridae	0,51		2,44				
Tabanidae	0,51						
Tanypodinae	4,06		4,88		0,96		
Tanytarsinii	5,58		4,88				
Tipulidae							6,90
Tubificidae	6,09	53,10	19,51	43,48	39,23	56,45	20,69

Observações:

- Alguns dos táxons que estão discriminados na tabela, entraram nos cálculos da riqueza na categoria de família. Tanytarsinii, por exemplo, da família Chironomidae. Não estão computadas as famílias de invertebrados,

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

predominantemente da Classe Insecta de hábito terrestre, como as larvas de Chilopoda, organismos encontrados em lugares onde há matéria vegetal em decomposição, como troncos, folhas, etc.

- A categoria "Bivalvia jovem" está representando aqueles organismos que seguramente são bivalves, mas que em função do tamanho muito reduzido são de difícil identificação.

Tabela 7.2. Riqueza, Dominância de Simpson, Diversidade de Shannon, Equitabilidade de Pielou, pontuação e Classes BMWP da fauna de macroinvertebrados dos pontos monitorados, campanha amostral de inverno, julho de 2012.

Pontos monitorados	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Taxa_S	26	18	10	9	9	6	7
Simpson_1-D	0,93	0,74	0,90	0,79	0,75	0,71	0,81
Shannon_H	2,93	1,82	2,42	1,84	1,61	1,41	1,81
Equitability_J	0,8603	0,5883	0,918	0,768	0,6288	0,7264	0,8728
Pontuação BMWP	102	84	36	25	28	15	17
Classes BMWP	I	II	III	IV	IV	V	IV

Em **outubro de 2012** foram registradas 42 famílias pertencentes à fauna de invertebrados bentônicos, 38 táxons referentes a macrofauna e 4 da meiofauna. A presença das famílias, por estação amostral pode ser visualizada na Tabela 7.3.

Nos PM2 e PM1 ocorreu a maior riqueza, respectivamente 31 e 24 táxons, enquanto que nas estações 5 e 6 foram registradas a presença de apenas 5 e 4 táxons.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 7.3 Ocorrência e abundância relativa (%) dos invertebrados bentônicos nas estações de coleta, em áreas de corredeira e remanso, campanha amostral de primavera, outubro de 2012.

Táxons	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Aeglidae	0,31	0,58	0,02				
Ancylidae	1,35						
Aphididae		0,14					
Baetidae	11,62	4,49	3,19	12,05			
Bivalvia jovem	1,96	0,72					
Caenidae	0,16	1,45	0,04	2,71			
Candonidae	0,08	0,14	0,18				
Ceratopogonidae	1,66	0,43	0,19			6,34	13,64
Chironomidae	49,89	39,57	38,51	33,70	54,55	32,83	59,09
Cochliopidae	2,90	9,13	25,00	1,97			4,55
Corbiculidae	2,04	3,77					
Coryalidae		0,14					
Cyprididae		0,14					
Elmidae	2,37	7,54	1,12	36,78			9,09
Enchytraeidae		0,43					4,55
Ephemeraidae					9,09		
Glossiphonidae	1,43	0,29					
Gripopterygidae	0,16			0,25			
Helicopsichyidae			0,02				
Hydracarina	1,82	3,19	0,32	1,48		0,55	
Hydrophilidae		0,14					
Hydraenidae	0,08						
Hydroptilidae	0,39	0,72	0,28	2,71			
Hyriidae					9,09		
Leptoceridae	1,35						



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Leptohyphidae	2,76	13,91	2,37				4,55
Leptophlebiidae		2,32		3,20			
Naididae	4,78	0,14		0,25	9,09		
Naucoridae		0,43	0,02				
Nematoda	1,57	4,20	0,32	0,74			
Perlidae		1,16	0,19				
Planorbiidae		0,29		0,25			
Polycentropodidae				0,25			
Psephenidae		0,58					
Psychodidae		0,29					
Pyralidae		0,14	0,05				
Simuliidae	0,94	0,29	27,87	2,21			
Sphaeriidae	1,35						
Tabanidae			0,02				4,55
Tipulidae			0,12				
Tricladida	0,08						
Tubificidae	8,95	0,72	0,14	0,25	18,18	60,28	

Tabela 7.4. Riqueza, Dominância de Simpson, Diversidade de Shannon, Equitabilidade de Pielou, pontuação e Classes BMWP da fauna de macroinvertebrados dos pontos monitorados, campanha amostral de primavera, outubro de 2012.

Pontos monitorados	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Taxa _S	24	31	21	16	5	4	7
Simpson_1-D	0,72	0,80	0,71	0,73	0,64	0,52	0,62
Shannon_H	1,97	2,22	1,44	1,68	1,29	0,87	1,36
Equitability_J	0,62	0,647	0,4735	0,6074	0,8043	0,6307	0,6999
Pontuação BMWP	125	72	78	18	19	11	25
Classes BMWP	I	I	II	II	IV	III	IV



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Dugesidae	0,23						
Elmidae	18,48	0,56	10,95	1,03		0,87	2,88
Entomobryidae	0,23	0,14	1,19	0,34		0,35	
Gerromorfo n.d.						0,174	
Glossiphonidae		0,42		0,345	1,408		3,846
Glossosomatidae	0,603	0,14	0,14				
Gomphidae							0,962
Hyallelidae	0,151						
Hydracarina	2,79	1,119	1,895	1,034	5,634	1,042	1,923
Hydrophilidae	0,302	0,14	0,07	0,345		0,174	
Hydropsychidae	13,57	3,217	4,421	2,069			
Hydroptilidae	1,735	1,678	4,351	0,69		0,174	0,962
Hyriidae	0,151	0,14	0,07				0,962
Leptoceridae			0,211				4,808
Leptohiphidae	2,112	13,71	16,49	0,69		0,174	
Leptophlebiidae	2,941	2,238	2,667				
Naucoridae	0,151	0,839	0,211				
Nematoda	5,505	16,36	17,54	17,24	19,72	0,347	1,923
Odontoceridae			0,421				
Oligochaeta	20,36	32,03	12,56	54,14	61,97	7,986	43,27
Oribatidae					2,817	0,174	
Perlidae	0,075		0,491				
Philopotamidae		0,839	1,614				
Planorbiidae	0,452		0,07	0,345			



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Polycentropodidae	0,075						
Psephenidae		4,196	1,544				
Pyralidae	0,151		0,912				
Scirtidae	0,075					0,174	
Simuliidae	0,151		0,842				
Sphaeriidae			0,14				3,846
Staphylinidae	0,528					0,174	
Tabanidae							3,846
Tipulidae		0,42	1,614	0,69			

Tabela 7.6 Riqueza, Dominância de Simpson, Diversidade de Shannon, Equitabilidade de Pielou, pontuação e Classes BMWP da fauna de macroinvertebrados dos pontos monitorados, campanha amostral de verão, janeiro de 2013.

Pontos monitorados	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Taxa_S	31	25	32	19	7	17	17
Simpson_1-D	0,879	0,838	0,879	0,648	0,569	0,237	0,76
Shannon_H	2,444	2,273	2,433	1,491	1,202	0,596	1,98
Equitability_J	0,712	0,706	0,702	0,507	0,618	0,21	0,699
Pontuação BMWP	199	108	146	64	18	58	73
Classes BMWP	I	I	I	II	IV	III	II

Na campanha de **abril de 2013**, foram coligidos 9.936 organismos distribuídos em diversos táxons. A maior Riqueza de foi no PM3, com o registro de 36 táxons. Conforme exposto na Tabela 7.7 pode-se verificar que nos pontos monitorados



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

PM1, PM2 e PM4 os valores de riqueza de táxons foram muito próximos. Os pontos PM5 e PM6 foram os locais de menor valor, apenas 9 e 4 respectivamente. Também nestas estações foram contabilizados os números mais baixos de organismos, respectivamente 224 e 82.

Tabela 7.7 Ocorrência e abundância relativa (%) dos invertebrados bentônicos nas estações de coleta, em áreas de corredeira e remanso, campanha amostral de abril, outono de 2013.

Táxons	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Aeglidae	0,08		0,04				
Ampullariidae			0,04	0,08			0,21
Ancylidae	2,15	0,10	0,11	3,45			0,21
Aphididae		0,05	0,31	0,08			0,21
Baetidae	1,91	4,90	6,02	0,31			0,21
Bivalvia jovem	16,73	10,91			0,89		1,07
Caenidae	0,08	0,05	0,04				0,21
Candonidae	0,40	0,35	0,23				0,21
Ceratopogonidae	0,88	0,32	0,77	0,16	4,02	4,88	3,43
Chironomidae	46,93	13,82	40,11	53,92	56,25	78,05	77,73
Cochliopidae	12,11	0,55		1,81			
Coenagrionidae			0,08				
Corbiculidae	0,56	0,15					
Corydalidae		0,10	0,50				
Cyprididae			0,15				
Darwinulidae	0,24	0,15					0,21
Dugesidae		0,02					



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Elmidae	2,39	2,16	16,82	2,28			0,64
Empididae		0,05	0,04				
Entomobryidae		0,17	0,11	0,47	1,34	2,44	
Ephemeridae							1,07
Glossiphonidae	1,83	0,10	0,31	0,47			0,43
Glossosomatidae			0,31				
Gomphidae	0,16						1,07
Hydracarina	2,95	2,16	3,45	1,02	1,79		0,43
Hydraenidae		0,22					
Hydrophilidae		0,07					
Hydropsychidae	0,64	1,27	3,83	0,16			
Hydroptilidae	1,75	0,07	0,92	0,24			
Hyriidae	0,24						
Leptoceridae	0,24		0,08				
Leptohiphidae	0,56	41,00	10,31	0,08			
Leptophlebiidae		10,39	2,53				
Libellulidae				0,08			
Limnaeidae			0,04				
Limnocytheridae	0,08						
Naucoridae			0,31				
Nematoda	1,20	1,74	0,23	18,29	9,38		0,21
Odontoceridae			0,54				
Oligochaeta	5,26	3,26	0,38	16,95	24,55	14,63	8,35
Oribatidae	0,08				1,34		



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Perlidae	0,40	0,84	1,23				
Philopotamidae		3,08	5,13				
Psephenidae	0,08	0,45	0,23				
Pyralidae			0,50				
Simuliidae		1,29	0,61	0,08			
Sphaeriidae					0,45		1,71
Staphylinidae	0,08		0,04	0,08			
Tabanidae							2,36
Tipulidae			0,42				
Vellidae		0,20	3,26				

Tabela 7.8 Riqueza, Dominância de Simpson, Diversidade de Shannon, Equitabilidade de Pielou, pontuação e Classes BMWP da fauna de macroinvertebrados dos pontos monitorados, campanha amostral de verão, janeiro de 2013.

Pontos monitorados	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Taxa_S	27	31	36	19	9	4	19
Simpson_1-D	0,731	0,784	0,789	0,645	0,612	0,366	0,386
Shannon_H	1,88	2,06	2,13	1,40	1,27	0,71	1,01
Equitability_J	0,569	0,601	0,594	0,477	0,580	0,514	0,341
BMWP	105	112	158	59	18	7	64
WP	I	I	I	III	IV	V	II

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os valores máximos e mínimos de táxons encontrados para cada uma das estações de coleta (Tabela 7.9.) são números relativos às quatro campanhas. A maior diversidade faunística foi da Classe Insecta, principalmente nas estações 1, 2 e 3.

O índice de dominância de Simpson (D) é considerado por muitos autores um índice robusto e significativo, que captura bem a variação das distribuições de abundância e que estabiliza com menores tamanhos de amostras. Os resultados da aplicação deste índice evidenciaram as maiores diversidades (nessa fórmula quando maior o "D" menor a diversidade) os pontos monitorados PM1, PM2 e PM3.

Tabela 7.9. Valores máximos e mínimos da Riqueza de Táxons para cada uma das estações de coleta.

PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
24-31	18-36	10-32	9-19	4-9	4-17	7-19

Em relação à tolerância frente a adversidades ambientais os macroinvertebrados bentônicos são comumente classificados em três grupos principais (dentro de cada grupo pode haver exceções). Os organismos sensíveis ou intolerantes, organismos tolerantes e organismos resistentes. O primeiro grupo refere-se principalmente aos representantes das ordens de insetos aquáticos Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera. São organismos que apresentam uma maior necessidade de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água. Habitam preferencialmente ambientes com maior diversidade e qualidade de habitats e microhabitats.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A qualidade da água é maior quanto maior for à abundância relativa desses táxons no local. Essa medida é baseada no conhecimento de que, em geral, a maioria dos organismos dessas ordens é mais sensível à poluição orgânica (Resh & Jackson, 1993 e Rosenberg & Resh, 1993).

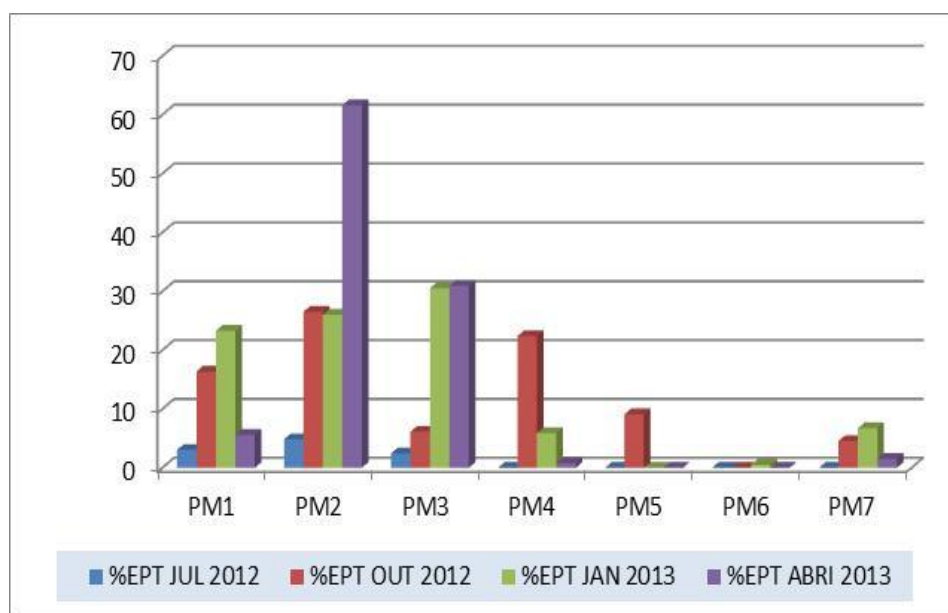


Figura 7.1. Percentagem de famílias pertencentes as ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

As famílias de EPT foram mais abundantes no PM1, PM2 e PM3, indicativo de melhor qualidade ambiental (Figura 7.1.). Taylor; Bailey (1997) afirmam que os macroinvertebrados bentônicos são indicadores eficientes da qualidade do meio afetado pelos efluentes oriundos da exploração do carvão mineral e ressaltam a necessidade de observar se há um declínio na abundância ou riqueza dos taxa de EPT, pois estes são os primeiros indicadores de locais impactados.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nos PM4, PM5, PM6 E PM7 as famílias EPT estiveram assim representadas:

- Em julho e outubro de 2012 não houve registro nas amostras coletadas no PM4. Em Janeiro e abril de 2013 Baetidae, Hydroptilidae, Hydropsichidae e Leptohyphidae estiveram representadas em baixas densidades e com percentuais que não ultrapassaram 2,41% da abundância total de invertebrados coletados.

- No PM5, somente na campanha de outubro de 2012 houve o registro de uma única família, Ephemeraeidae. O gênero Hexagenia (Ephemeraeidae), encontrado no substrato de fundo do batem constantemente as suas longas brânquias, criando uma boa circulação de água em seu entorno, o que o torna capaz de sobreviver em ambiente com déficit de oxigênio.

- No PM6, em julho e outubro de 2012 e abril de 2013 não houve registro destes táxons, somente em janeiro de 2013 e com valores de apenas 0,17%, as famílias Caenidae, Leptohyphidae e Hydroptilidae foram registradas.

- No PM7 o número de táxons foi maior, a exceção da campanha de julho que não houve registro. Os efemerópteros Baetidae, Caenidae, Ephemeraeidae e Leptohyphidae presentes, mas pouco abundantes, assim como os trichópteros Hidroptilidae e Leptoceridae. Leptoceridae família que apresenta pontuação máxima nos índices bióticos, devido aos seus requisitos ambientais, teve um único registro neste ponto em outubro de 2012.

A Tabela 7.10 apresenta o índice BMWP – Biological Monitoring Working Party System criado em 1981 pelo National Water Council (Inglaterra), foi adaptado para a Espanha, em 1988, por Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega com a sigla BMWP'. Serve para classificar a qualidade das águas com base na sensibilidade ecológica das famílias presentes em um determinado rio e local.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 7.10: Pontuações designadas às diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos para a obtenção do índice 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, hilopotamidae, Glossosomatidae	8
Ephemerellidae, Prosopistomatidae, Nemouridae, Gripopterygidae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Pyralidae, Psephenidae	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae, Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Leptohiphidae	6
Oligoneuridae, Polymitarcyidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, Aeglidae	5
Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae, Hydracarina	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnocoeridae), Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Veliidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae, Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae	1

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A pontuação final de cada local foi obtida pela soma da pontuação individual de todas as famílias presentes. A pontuação de cada família reflete a sua tolerância à poluição; quanto mais tolerante a família mais baixa é a sua pontuação. A classificação consta na Tabela 7.11.

Tabela 7.11. Escala de integração das pontuações finais do IBMWP em intervalos correspondentes a classes com um determinado significado ecológico.

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

Verificou-se através do Índice IBMWP, a classificação das estações de amostragem apresentada na Figura 7.2.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

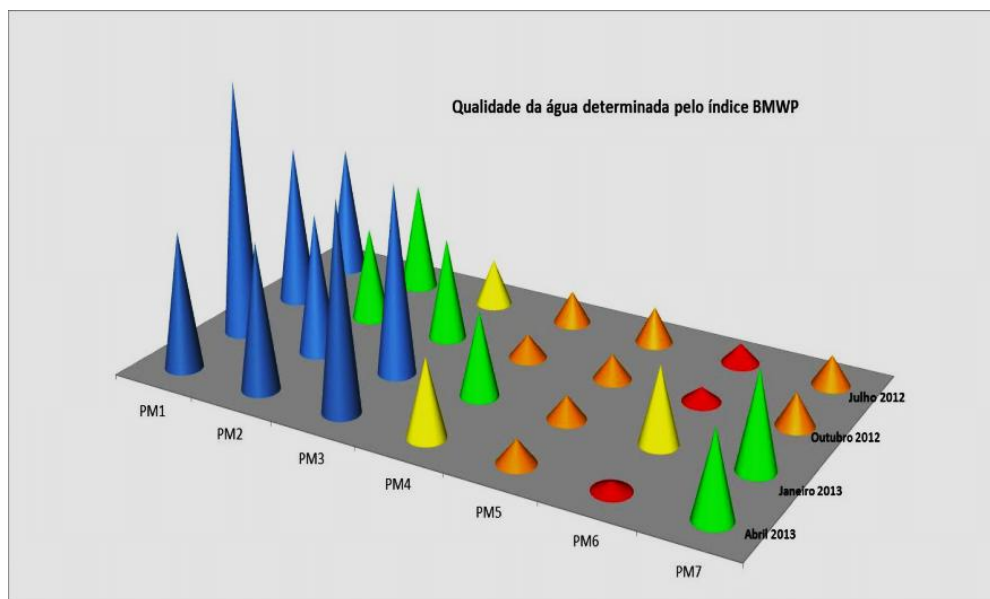


Figura 7.2. Classificação das Estações amostrais de acordo com o índice BMWP, por campanha amostral.

A Figura 7.2 sintetiza a qualidade, com base da estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos e na sensibilidade das espécies presentes nestes locais. Percebe-se que nos pontos PM5 e PM6 a comunidade é pouco diversa e composta principalmente com organismos reconhecidos como mais tolerantes a alterações ambientais.

Da primeira a última campanha de coletas os resultados (número de táxons, abundância relativa dos táxons, índice de riqueza, EPT, diversidade, equidade, IBMWP) confirmam esta situação. A qualidade ainda mais baixa na campanha de julho de 2012, (Tabela 7.2) inclusive nos pontos que tem apresentado boa qualidade atribuem-se as precipitações pluviométricas que antecederam as coletas. De acordo com Flecker et al (1994) o número de insetos pode declinar drasticamente após chuvas de uma magnitude suficiente para alterar a estrutura física do substrato

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Para a análise de todos os compartimentos analisados no projeto, foram estabelecidas classes de qualidade ambiental, conforme a Tabela 7.12.

Tabela 7.12. Classes de qualidade ambiental estabelecida para este estudo.

Classes	Qualidade ambiental
1	muito baixa
2	baixa
3	média
4	boa
5	muito alta

Para o enquadramento da macrofauna bentônica, nestas classes, foram considerados os resultados da riqueza, diversidade, equidade e IBMWP.

Tabela 7.13. Qualidade Ambiental das estações amostrais de acordo com a qualidade ambiental, definidas a partir da análise da macrofauna.

Estação	Classe	Significado
PM1	4	Boa
PM2	4	Boa
PM3	3	Média
PM4	2	Baixa
PM5	1	Muito Baixa
PM6	1	Muito Baixa
PM7	2	Média



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A partir da análise dos resultados da macrofauna, as estações amostrais foram classificadas como de boa qualidade (estações 1 e 2), média qualidade (estações 3 e 7), baixa qualidade (estação 4) e muito baixa qualidade (estações 5 e 6), conforme pode ser visualizado na Tabela 7.11.

Biodiversidade local

O conhecimento da riqueza da fauna local é uma etapa fundamental para qualquer estudo de bioindicadores em cursos d'água. A frequente coleta, de forma eficaz, nos locais monitorados tem permitido o reconhecimento e registro da distribuição da biodiversidade dos invertebrados aquáticos na Bacia Hidrográfica do Arroio Candiota (BHAC). Um importante subsídio para a aplicação de estratégias de restauração ambiental, políticas de conservação e planos de manejo.

Em relação a entrada de espécies invasora ou potencialmente invasoras, tem-se o registro de moluscos asiáticos da família Corbiculidae, *C. flumínea* e *Corbicula* sp.

Em relação às espécies potencialmente ameaçadas de extinção, algumas espécies de moluscos bivalves de água doce das famílias Hyriidae e Mycetopodidae constam na lista na "Lista das espécies silvestre ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul".

Em algumas campanhas, por vezes, alguns exemplares destas famílias foram encontrados em fase inicial de desenvolvimento. Estes exemplares foram encaminhados para especialista em bivalves límnicos e nativos.

Em relação a outros táxons, integrantes da fauna de invertebrados bentônicos, também não há registro de espécie ameaçada de extinção.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

8. Bioindicadores Ambientais: ICTIOFAUNA

O período do monitoramento compreendeu quatro campanhas sazonais de monitoramento de peixes do arroio Candiota na área de influência da UTE CGTEE realizadas entre o inverno de 2012 e outono de 2013.

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

8.1 Elementos-traço em tecidos de peixes

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, carnívoros, onívoros e raspadores bentônicos.

Foi priorizada a captura de espécies alvo de cada grupo trófico para obtenção de músculo e análise da presença e concentração de elementos-traço. Entre os carnívoros foram selecionadas como espécies alvo a traíra (*Hoplias malabaricus*) e a branca (*Oligosarcus robustus*), entre os onívoros foram selecionados os lambaris (*Astyanax* sp.) e representando o grupo de peixes raspadores bentônicos os cascudos (*Loricariichthys anus* e *Hypostomus commersoni*). Quando essas espécies 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.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Esses peixes também utilizam em sua dieta tanto itens disponíveis em toda a coluna da água quanto àqueles 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 brancas, que consomem principalmente outros peixes em sua dieta.

Como parâmetro de comparação das concentrações de elementos-traço analisados utilizou-se os valores apontados por BOWEN (1979) Tabela 8.1, tendo em vista que a legislação brasileira não contempla valores limítrofes para metais por peso seco de biota aquática.

Tabela 8.1. 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 Médici, 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

Os resultados foram comparados ao histórico de dados de monitoramento de elementos-traço e metais em músculo de peixes do arroio Candiota que teve início no inverno de 2004. Entre 2004 e 2007 apenas seis dos nove elementos atualmente monitorados faziam parte do escopo do monitoramento. Nesse período não estavam incluídas análises da presença de Arsênio, Manganês e Mercúrio.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Além disso, a rede de pontos de amostragem era composta por apenas cinco pontos que não incluíam os pontos Pt2 e Pt5, acrescentados a partir do inverno de 2007. Dessa forma as análises de Arsênio, Manganês e Mercúrio só são realizadas na rede de monitoramento a partir do inverno de 2007 e dados para os pontos Pt2 e Pt45 também só passam a estar disponíveis a partir dessa campanha.

Além disso, a partir do ciclo de monitoramento 2011/2012 as análises de metais em tecido muscular de peixes passou a ser realizada sazonalmente quando anteriormente era realizada semestralmente.

8.2 RESULTADOS

8.2.1 Índice de Qualidade

O ponto 1 está situado a montante da barragem que abastece a UTE Presidente Médici e, considerando que não existe nenhum mecanismo de passagem de peixes instalado na barragem, a ictiofauna desse local encontra-se isolada do restante da bacia. Considerando os resultados obtidos observa-se nesse local baixa amplitude de variação entre o IQ encontrado já que nas quatro campanhas sazonais de 2012 e 2013 o índice esteve sempre em valores enquadrados como de Alta Qualidade, variando entre 2,55 e 3,00.

Apesar de já ter apresentado Alta Qualidade em outras campanhas, no ponto 2 os resultados obtidos nas amostragens realizadas entre o inverno de 2012 e o outono de 2013 mostraram que a Qualidade desse local apresentou oscilações, variando entre Muito Baixa e Média. Além disso, no período de outono as redes foram furtadas neste ponto o que prejudicou o monitoramento.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O ponto 3 apresentou a maior amplitude de variação entre as campanhas de monitoramento. Os resultados obtidos nas campanhas de inverno e primavera de 2012 classificam o local como de Muito Baixa Qualidade. Porém, na campanha de verão encontra-se uma importante recuperação do Índice de Qualidade local, passando para uma classe de Qualidade Alta, enquanto que na campanha de outono de 2013 o Índice decresce novamente, passando a ser classificado como de Média Qualidade.

O ponto 4 apresentou foi classificado como de Qualidade Muito Baixa nas campanhas de inverno de 2012 e outono de 2013, Qualidade Baixa na campanha de primavera de 2012 e Qualidade Média na campanha de verão de 2013.

O ponto 5 apresentou resultados similares quanto à qualidade, mantendo-se na Classe de Alta Qualidade. Nas quatro campanhas houve pequena oscilação entre os índices, variando entre 2,29 na campanha de outono de 2013 e 2,98 na campanha de inverno de 2012.

O ponto 6 manteve-se com um padrão de Qualidade Muito Baixa, conforme já ocorre desde o início do monitoramento. Destaca-se que nesse ponto, foram capturados dois exemplares de tamboatá (*Callichthys callichthys*) na campanha de verão de 2013 e um exemplar de traíra (*Hoplias malabaricus*) na campanha de outono de 2013. Apesar disso, a degradação da qualidade ambiental local é considerada extrema a ponto de mostrar-se inviável à manutenção de peixes vivos.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O ponto 7 apresentou Média Qualidade nas campanhas de inverno e primavera de 2012 e Alta Qualidade nas campanhas de verão e outono de 2013, variando entre 1,66 na campanha de inverno de 2012 e 2,16 na campanha de outono de 2013.

A Figura 8.1 apresenta o Índice de Qualidade dos pontos amostrais desde a campanha de abril de 2007.

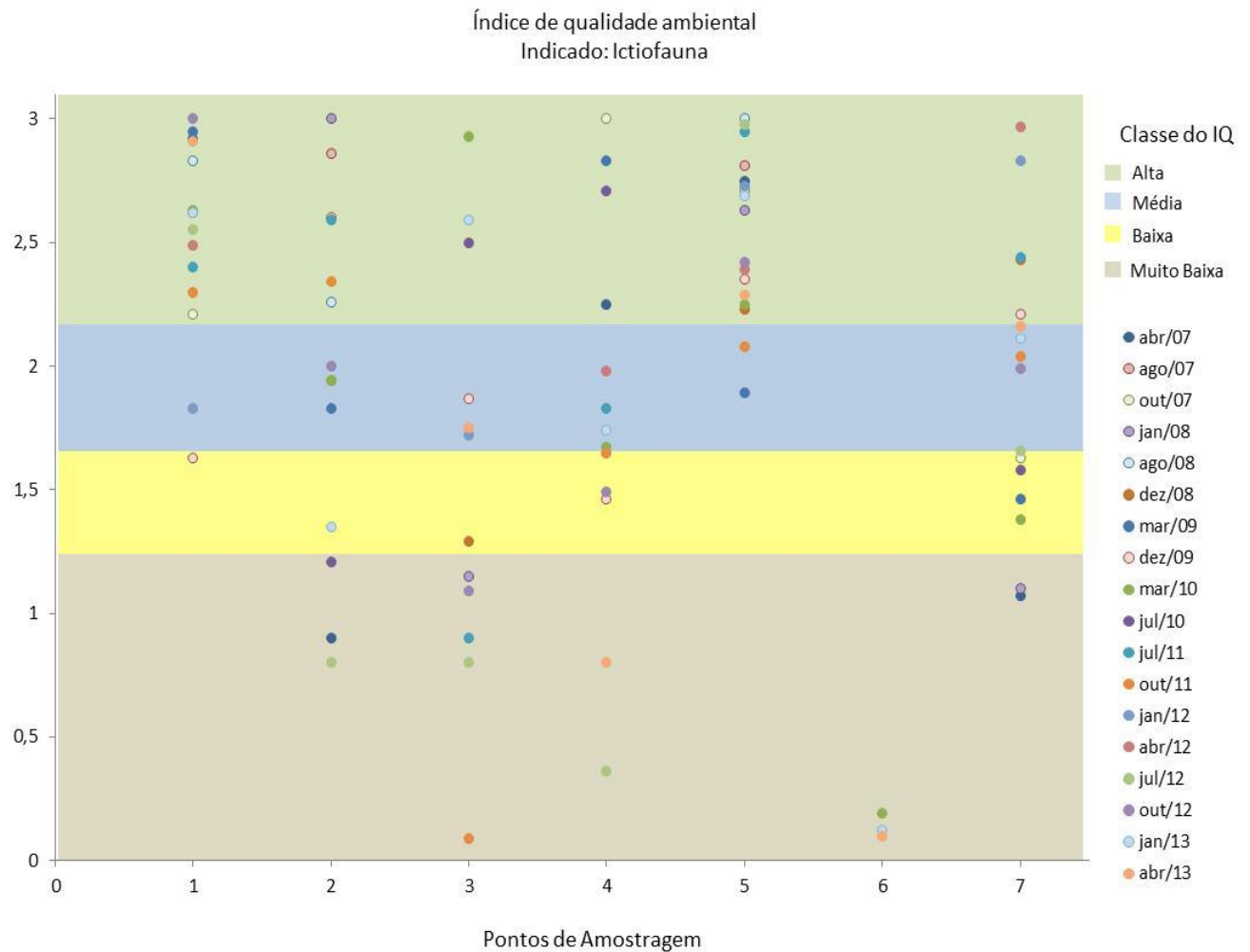


Figura 8.1 Comparação entre as condições de qualidade indicadas pelo IQ aplicado para o resultado da amostragem de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Para estabelecer o enquadramento do IQ aplicado a ictiofauna no monitoramento às classes de qualidade da avaliação integrada dos compartimentos do meio biótico aquático, foi calculada a média harmônica dos IQ registrados em cada ponto (Tabela 8.2). Esse valor foi adotado como indicador da qualidade do ponto de monitoramento. Considerando-se a média harmônica dos IQ registrados, os pontos 3 e 6 foram considerados de Muito Baixa Qualidade, o ponto 4 enquadrou-se na categoria Baixa Qualidade, os pontos 2 e 7 foram considerados de Média Qualidade e os pontos 1 e 5 foram considerados de Alta Qualidade.

Tabela 8.2. Apresentação dos valores de IQ da ictiofauna (BRUSCHI *et al.* 2000) e cálculo de sua média harmônica para a classificação nos padrões de IQ adotados na integração dos resultados nesse estudo.

Eventos de amostragem	Pt1	Pt2	Pt3	Pt4	Pt5	Pt6	Pt7
ABR/2007	2,92	0,9		2,25	2,75		1,07
AGO/2007		2,86			2,81		
OUT/2007	2,21	1,94		3	2,71		1,63
JAN/2008		3	1,15		2,63		1,1
AGO/2008	2,83	2,26			3,00		
DEZ/2008	2,62		1,29		2,23		2,43
MAR/2009	2,95	1,83		2,83	1,89		1,46
DEZ/2009	1,63	2,60	1,87	1,46	2,35		2,21
MAR/2010	2,63	1,94	2,93	1,67	2,25	0,19	1,38
JUL/2010		1,21	2,50	2,71			1,58
JUL/2011	2,40	2,59	0,90	1,83	2,95		2,44
OUT/2011	2,30	2,34	0,09	1,65	2,08		2,04
JAN/2012	1,83		1,72	0,00	2,73		2,83
ABR/2012	2,49			1,98	2,39		2,97
JUL/2012	2,55	0,80	0,80	0,36	2,98		1,66
OUT/2012	3,00	2,00	1,09	1,49	2,42		1,99
JAN/2013	2,62	1,35	2,59	1,74	2,69	0,12	2,11
ABR/2013	2,91		1,75	0,80	2,29	0,10	2,16
Média harmônica	2,45	1,68	0,64	1,34	2,50	0,13	1,78
Classificação qualidade	ALTA	MÉDIA	MUITO BAIXA	BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	MÉDIA



8.2.2 Elementos contaminantes

O monitoramento de elementos-traço e metais no músculo dos peixes da área de influência aponta para a presença desses elementos em todos os níveis tróficos estudados e em alguns casos em concentrações muito acima daquelas adotadas como referência nesse estudo.

A ausência de amostras de peixes que permitisse a análise ocorreu nas campanhas de amostragem de inverno e primavera de 2012 (ponto 6), e na campanha de outono de 2013 (pontos 2 e 6).

O Arsênio foi detectado em 24,5% das amostras, abrangendo todos os níveis tróficos analisados. Durante o monitoramento realizado entre 2009 e 2010, 85-100% das amostras detectaram arsênio, o que apontava um acréscimo da contaminação desse elemento tendo em vista que nos período anterior (2007) apenas 13% das amostras e exclusivamente os raspadores bentônicos apontavam a presença desse elemento.

Durante as campanhas realizadas entre o inverno de 2012 e o outono de 2013 a concentração de Arsênio em músculo de peixes nunca superou o valor de referência adotado nesse trabalho, assim como já ocorria desde o início do monitoramento. No entanto observa-se que os valores mais elevados foram observados em peixes raspadores bentônicos quando comparados às concentrações nos tecidos de peixes de outros grupos tróficos (Figuras 8.2 a 8.4).

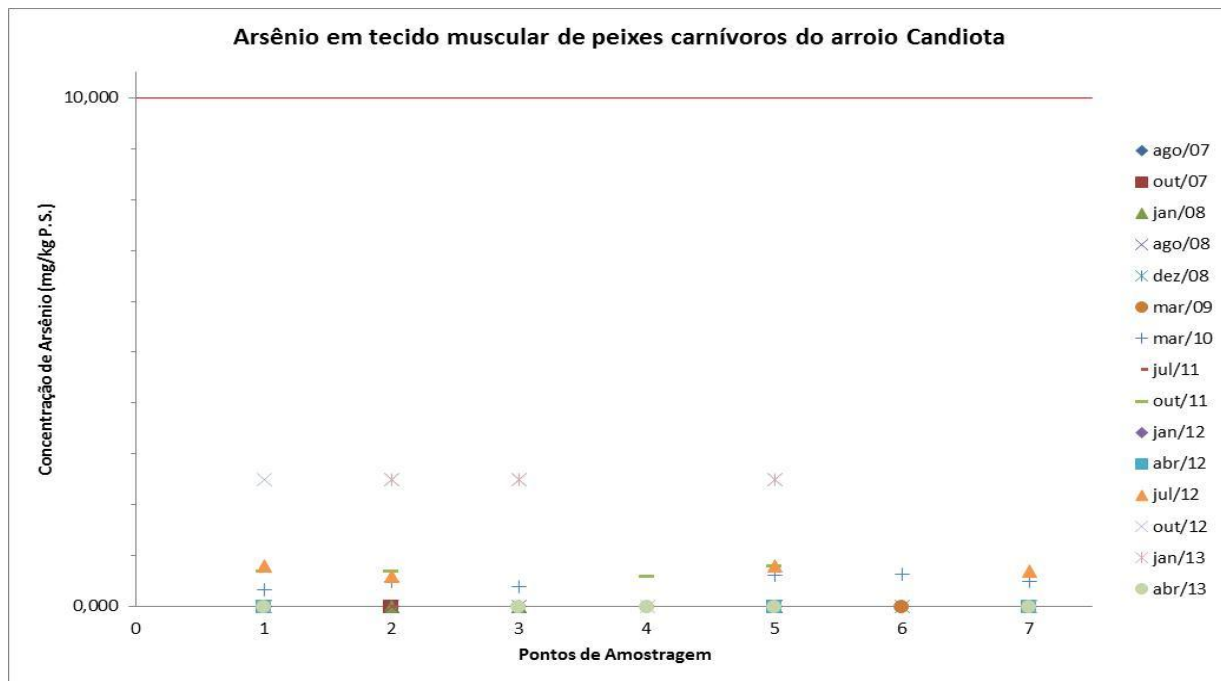


Figura 8.2. Concentração de Arsênio (As) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (10,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).



Figura 8.3. Concentração de Arsênio (As) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (10,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

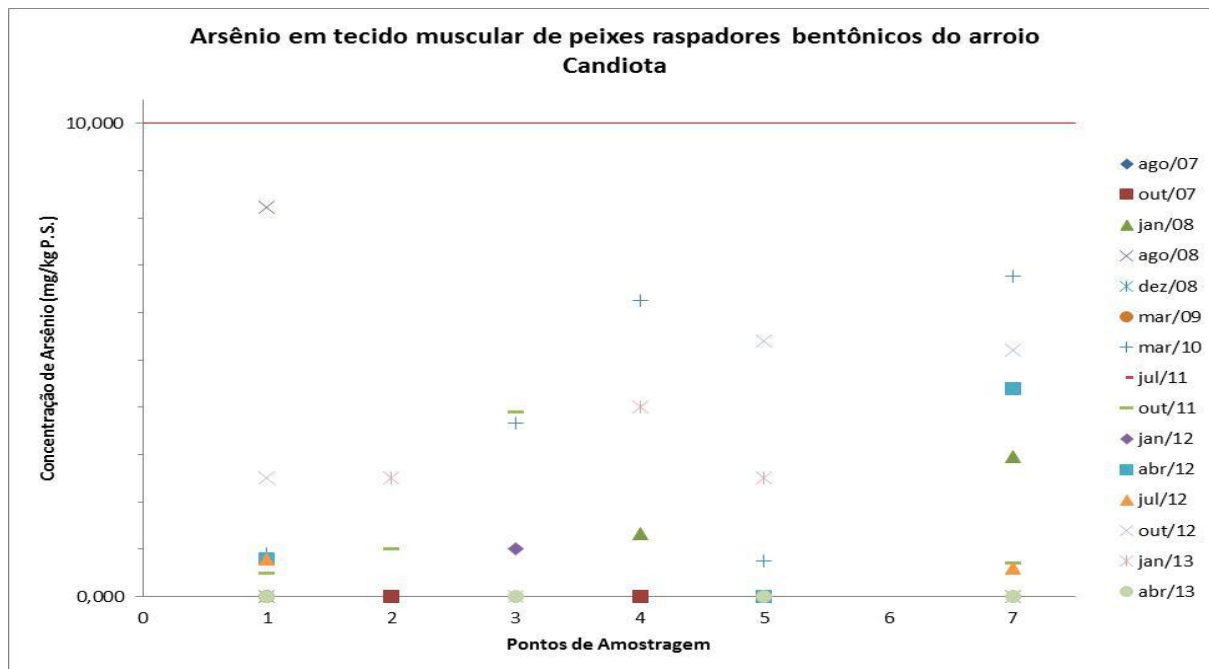


Figura 8.4. Concentração de Arsênio (As) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (10,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

O cádmio esteve abaixo do limite de detecção (0,5 mg/kg P.S.) do equipamento de análise em todas as amostras do período, em todos os níveis tróficos analisados. Baixas concentrações de cádmio no tecido muscular de peixes têm sido registradas desde o período de 2004, porém não se observa uma maior frequência desses registros em algum dos níveis tróficos monitorados e tampouco os valores aproximam-se ou sobre passam o valor de referência adotado (Figuras 8.5 a 8.8).

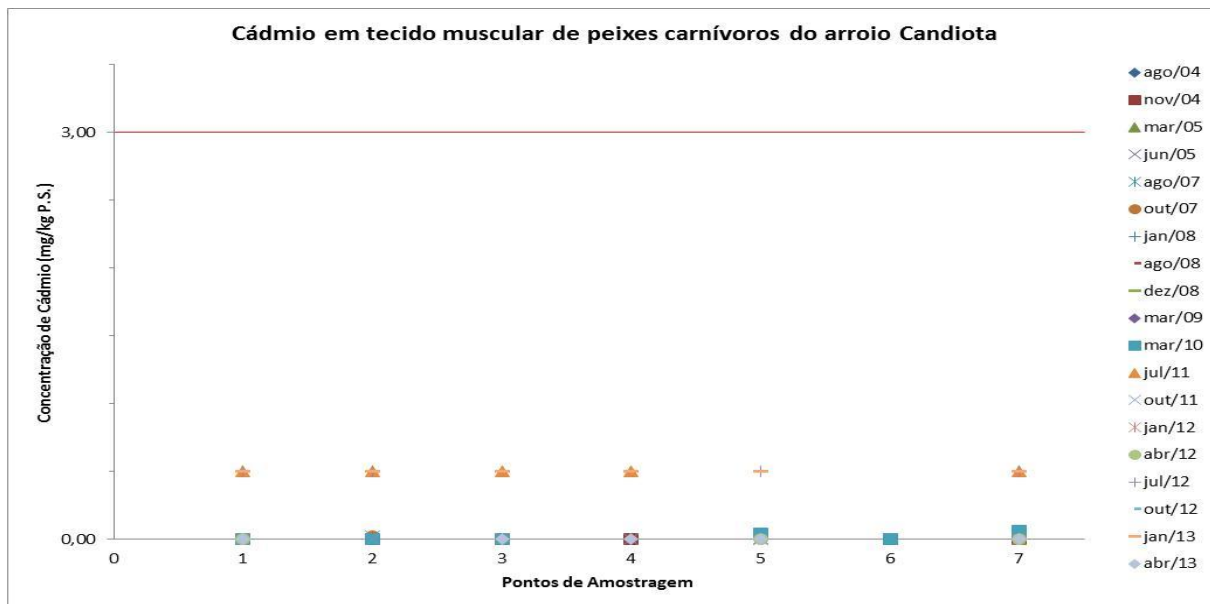


Figura 8.5. Concentração de Cádmio (Cd) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (3,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

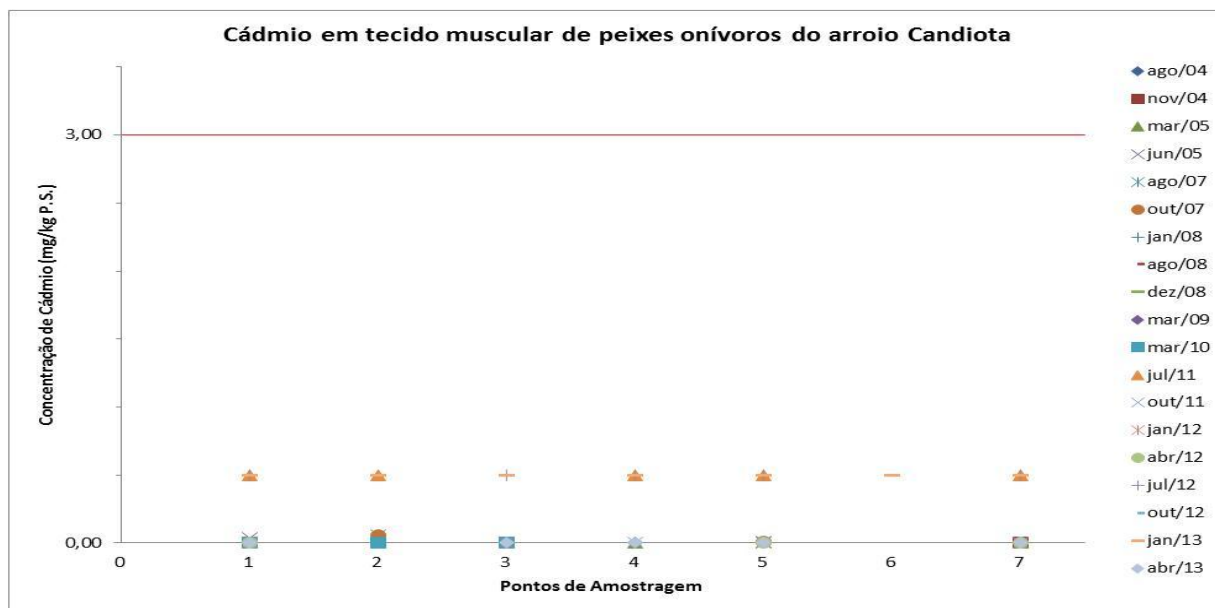


Figura 8.6. Concentração de Cádmio (Cd) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (3,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Durante o último ciclo de monitoramento o chumbo foi registrado apenas durante as campanhas de inverno de 2012 e verão de 2013, porém com concentração abaixo do limite. Na campanha de inverno o chumbo esteve presente em exemplares de todos os níveis tróficos enquanto que na campanha de verão foi registrado em onívoros e raspadores bentônicos.

A presença desse metal em músculo de peixes da região do arroio Candiota tem sido monitorada desde 2004 alçando 18 campanhas de amostragem. Considerando as amostras analisadas até o momento a presença de chumbo foi registrada em todos os níveis tróficos, mas em nenhuma amostra os valores aproximaram-se ou sobre passaram o valor de referência adotado (Figuras 8.7 a 8.9).

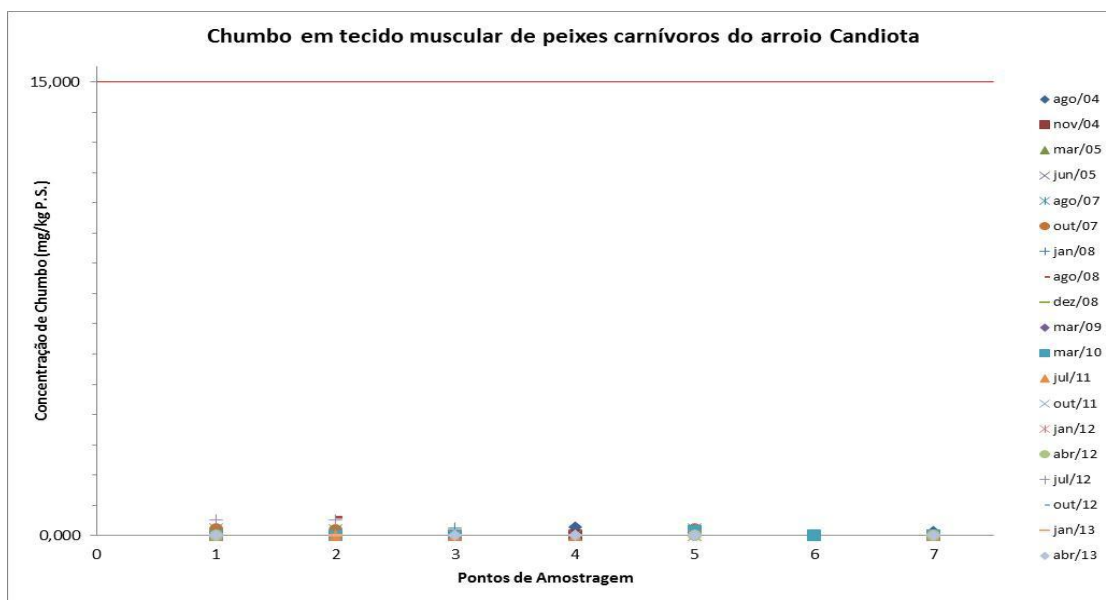


Figura 8.7. Concentração de Chumbo (Pb) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

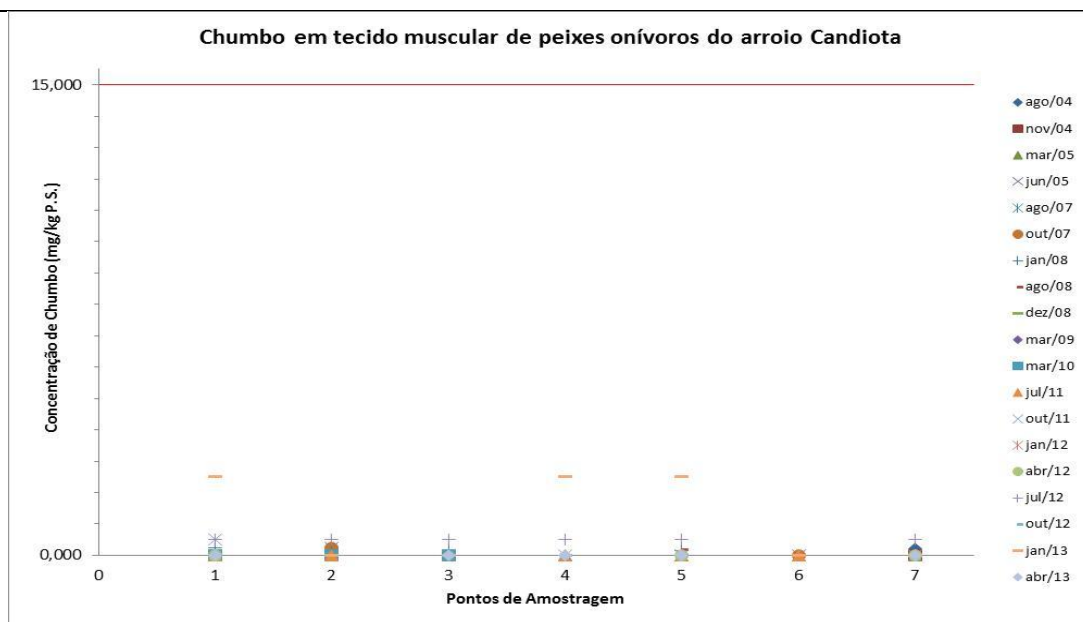


Figura 8.8. Concentração de Chumbo (Pb) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

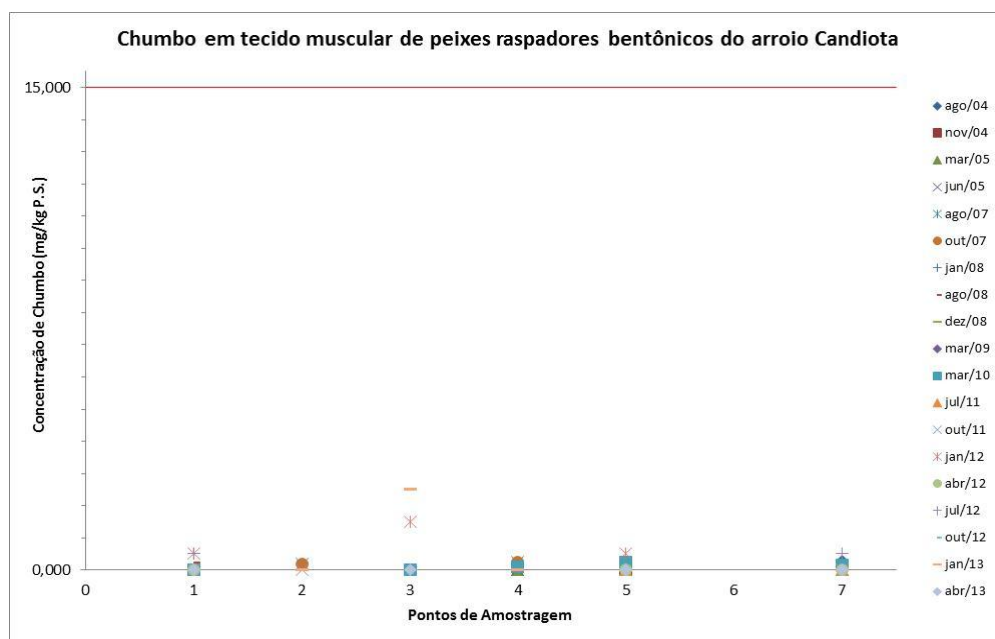


Figura 8.9. Concentração de Chumbo (Pb) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

No último ciclo de monitoramento (2012/2013) a presença de cobre no músculo de peixes de todos os níveis tróficos foi detectada em 100% das amostras.

Esse índice corrobora com as análises realizadas em músculo de peixe desde 2004. Porém, em todas as amostras em que a presença de cobre foi detectada as concentrações registradas sempre se mostraram bem abaixo do valor de referência adotado (Figuras 8.10 a 8.12).

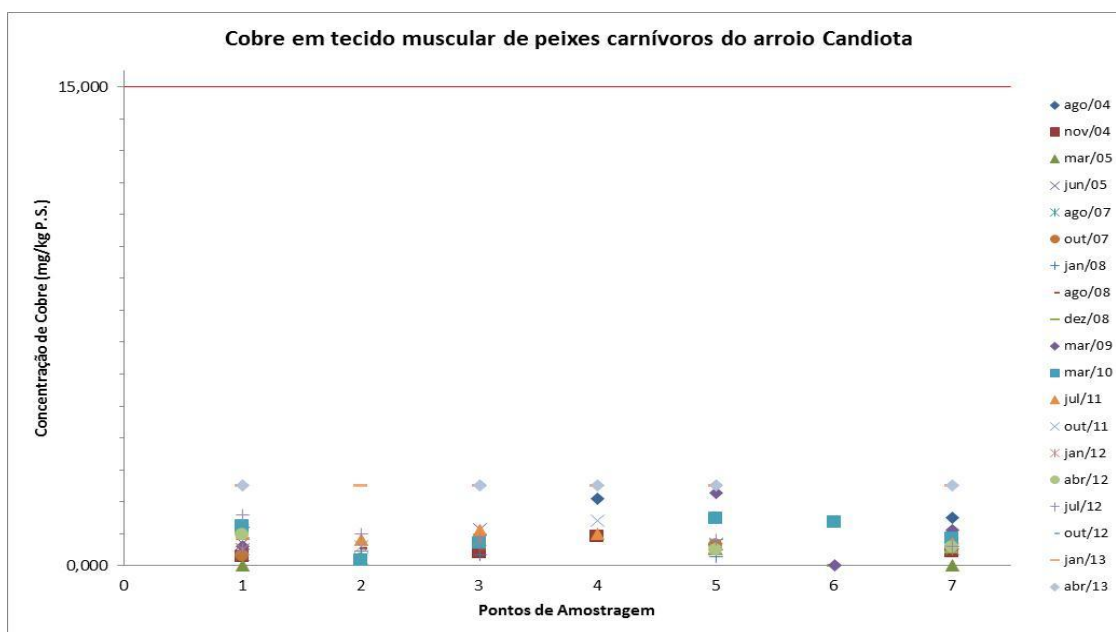


Figura 8.10. Concentração de Cobre (Cu) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

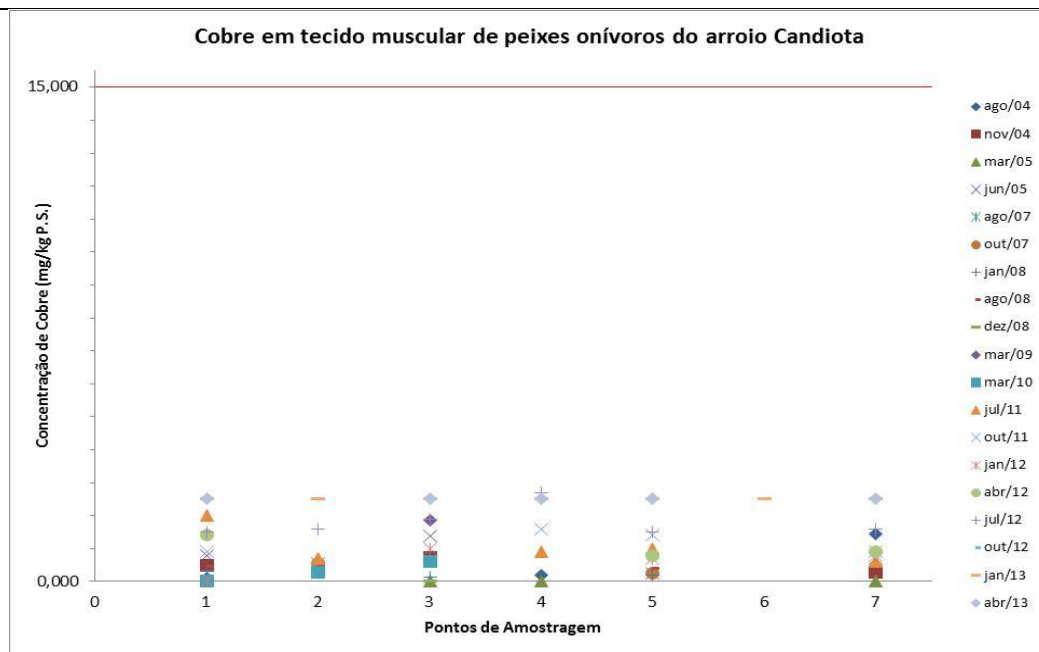


Figura 8.11. Concentração de Cobre (Cu) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

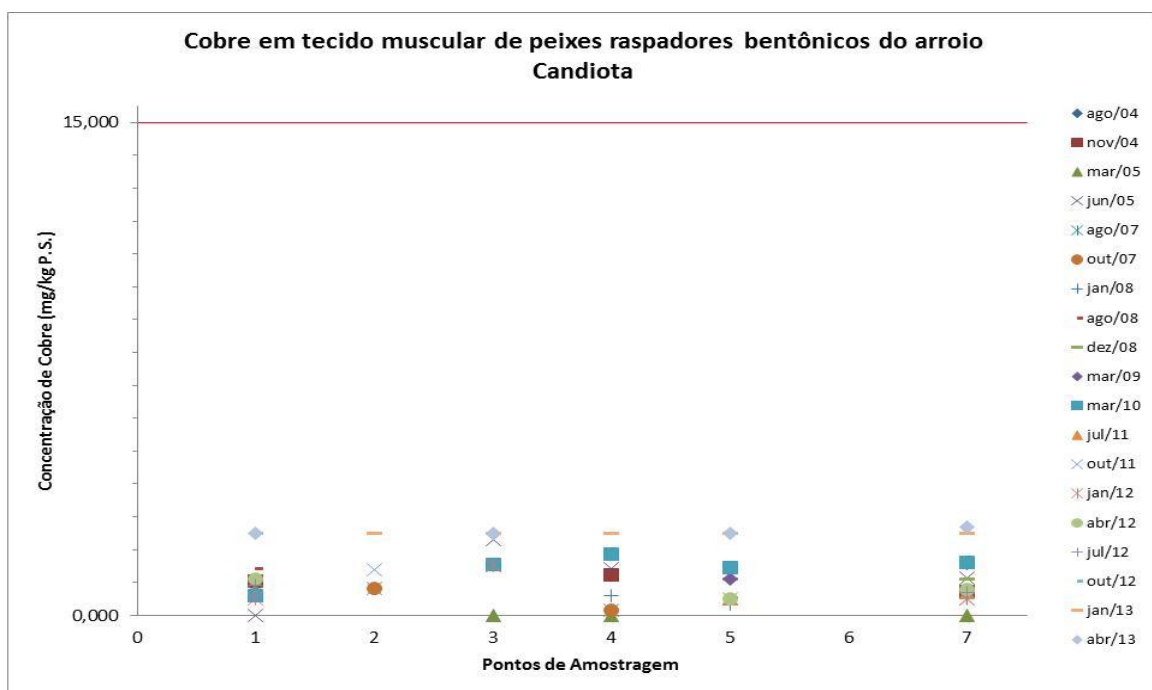


Figura 8.12. Concentração de Cobre (Cu) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

O cromo foi registrado em 62,3% das amostras, em todos os níveis tróficos analisados. É importante salientar que grande parte das amostras não ultrapassou o valor de referência adotado, porém, na campanha de verão de 2013 as concentrações de cromo detectadas no músculo dos peixes onívoros atingiram a concentração de 22,9 mg/kg P.S.

As concentrações de cromo em cada nível trófico, desde o início do monitoramento, são apresentadas nas Figuras 8.13 a 8.14.

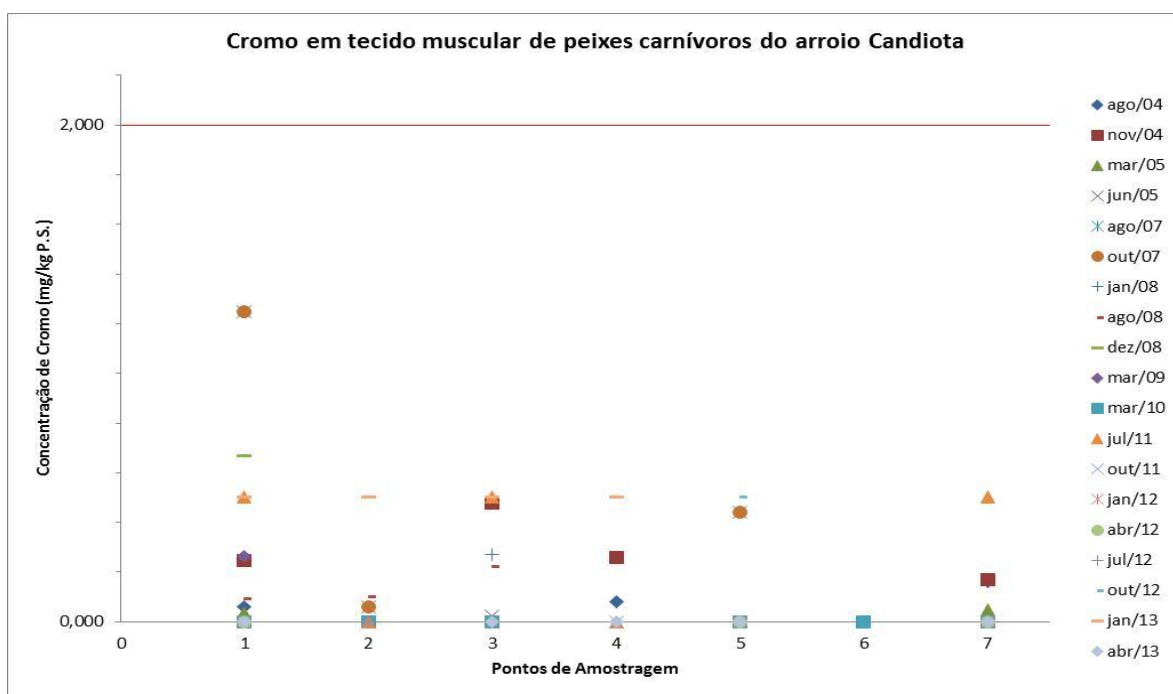


Figura 8.13. Concentração de Cromo (Cr) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (2,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

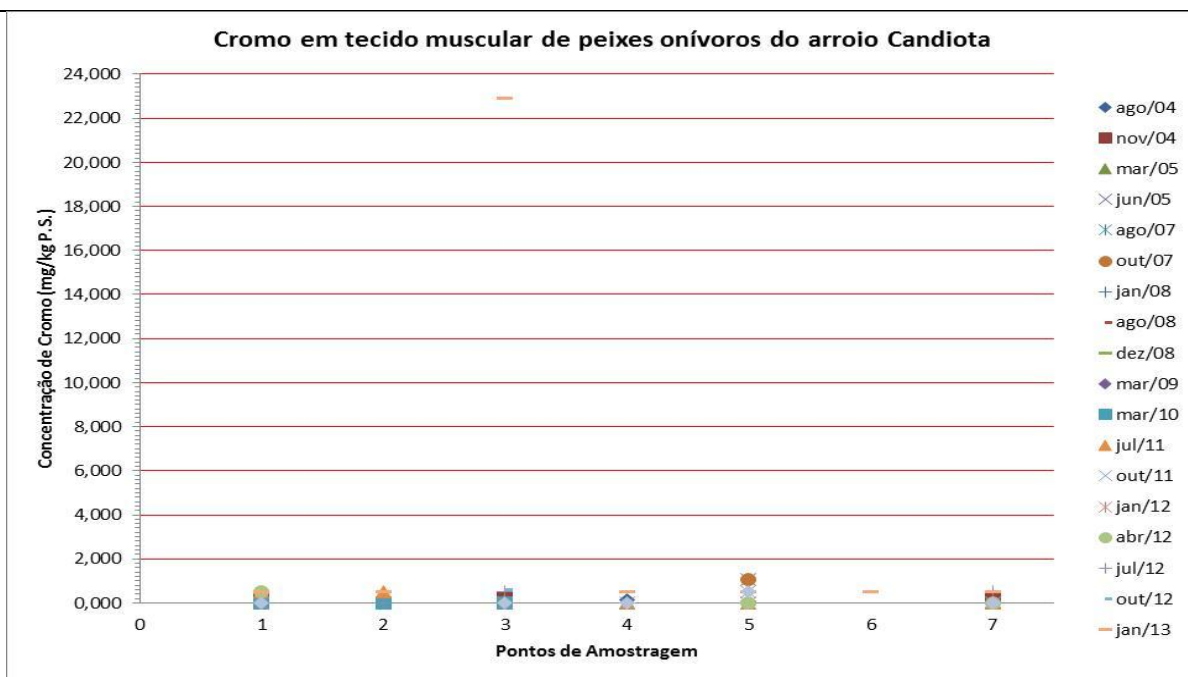


Figura 8.14. Concentração de Cromo (Cr) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (2,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

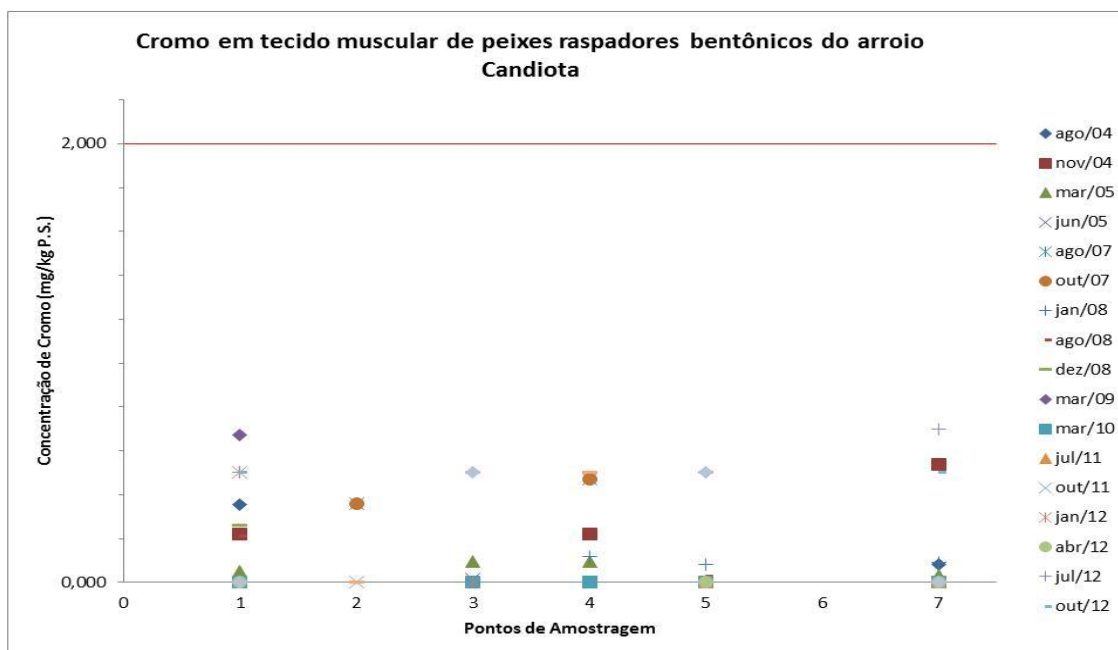


Figura 8.15. Concentração de Cromo (Cr) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (2,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O manganês foi detectado em 100% das amostras do último período de monitoramento (2012/2013).

Em 37,7% das amostras de tecido muscular as concentrações estiveram acima do limite de referência. Além disso, todos os níveis tróficos estudados apresentaram concentrações de manganês acima do valor de referência.

As concentrações de manganês em cada nível trófico, desde o início do monitoramento, são apresentadas nas Figuras 8.16 a 8.18.

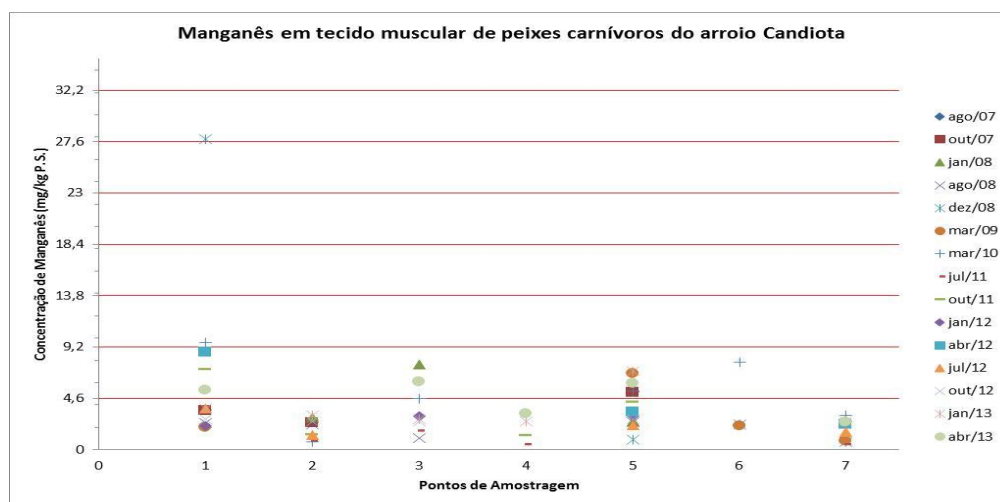


Figura 8.16. Concentração de Manganês (Mn) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,600 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

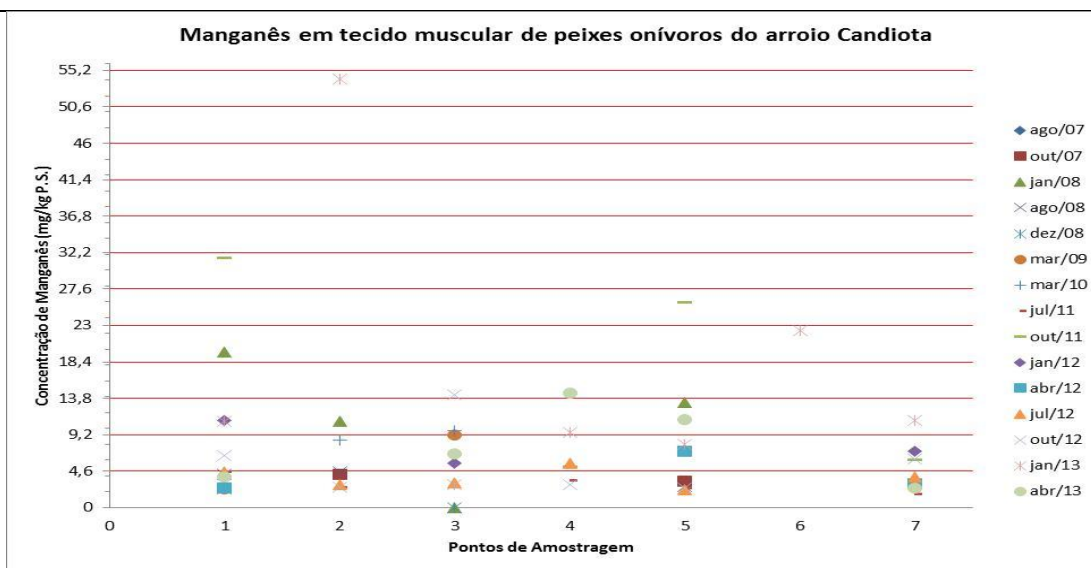


Figura 8.17 . Concentração de Manganês (Mn) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,600 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

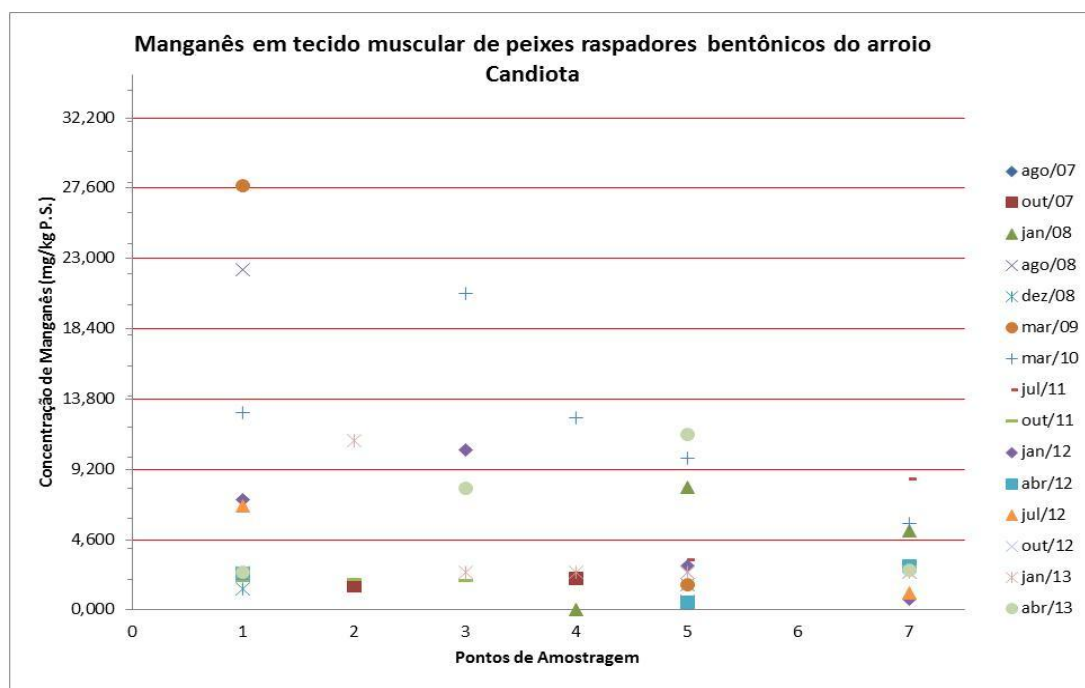


Figura 8.18. Concentração de Manganês (Mn) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,600 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O mercúrio foi detectado em 100% das amostras de tecido muscular analisadas. Concentrações desse elemento acima do valor de referência foram registradas em 59,01% das amostras analisadas. Todos os pontos e todos os níveis tróficos estudados apresentaram concentrações de mercúrio acima do valor de referência.

Em relação às concentrações encontradas, entre os peixes carnívoros essas concentrações chegaram a atingir mais de 20 vezes o valor de referência adotado (Figuras 8.19 a 8.21).

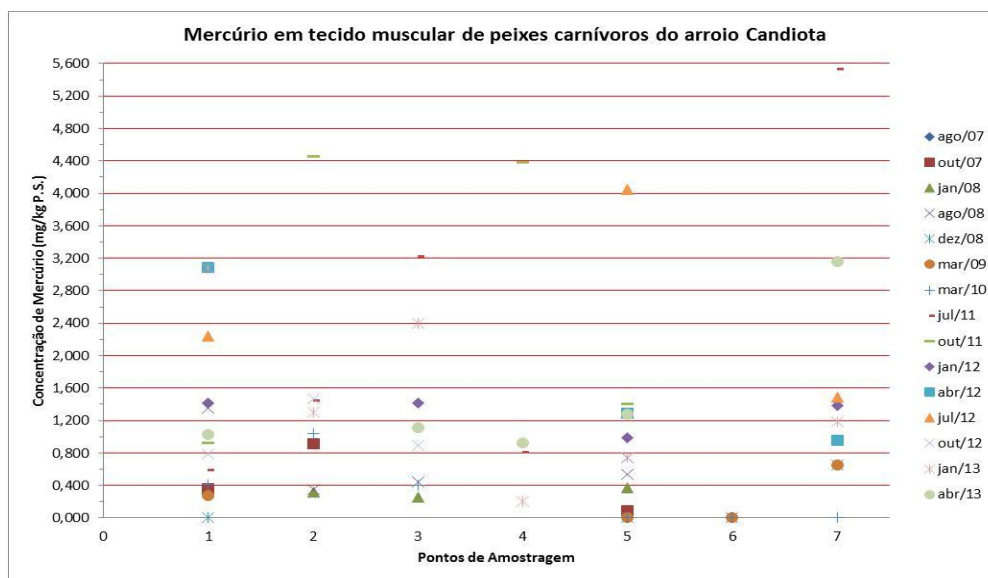


Figura 8.19. Concentração de Mercúrio (Hg) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (0,400 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

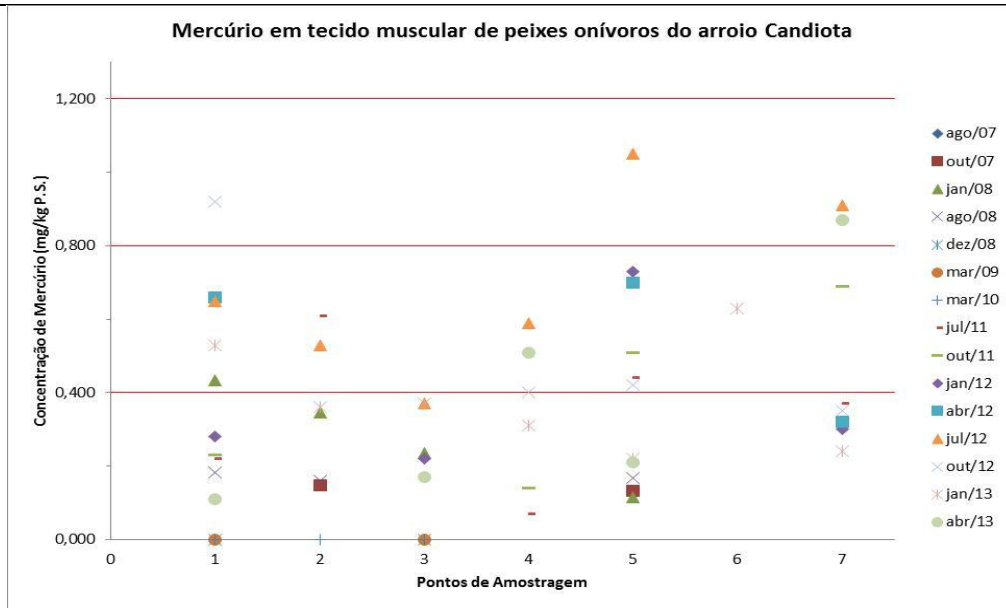


Figura 8.20. Concentração de Mercúrio (Hg) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (0,400 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

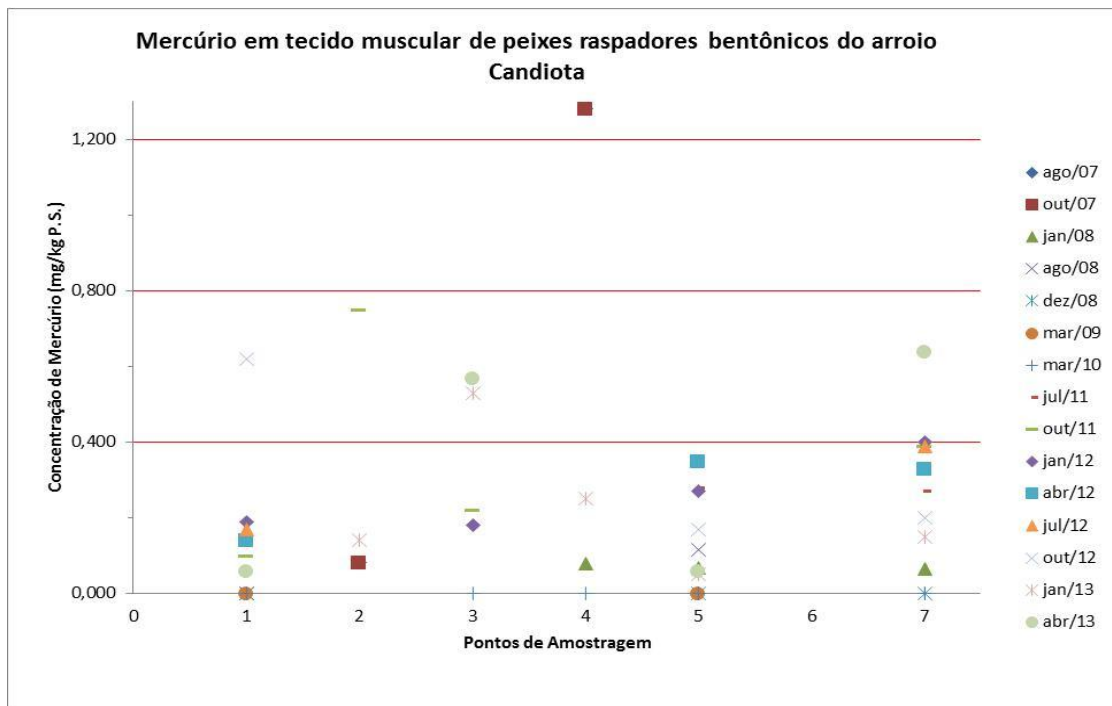


Figura 8.21. Concentração de Mercúrio (Hg) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (0,400 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O níquel foi registrado em 78,7% das amostras analisadas no período ciclo de monitoramento (2012/2013), porém nunca acima dos valores de referência adotados no trabalho.

Amostras realizadas desde 2004 têm registrado a presença de níquel entre todos os níveis tróficos monitorados conforme apresentado nas Figuras 8.22 a 8.24.

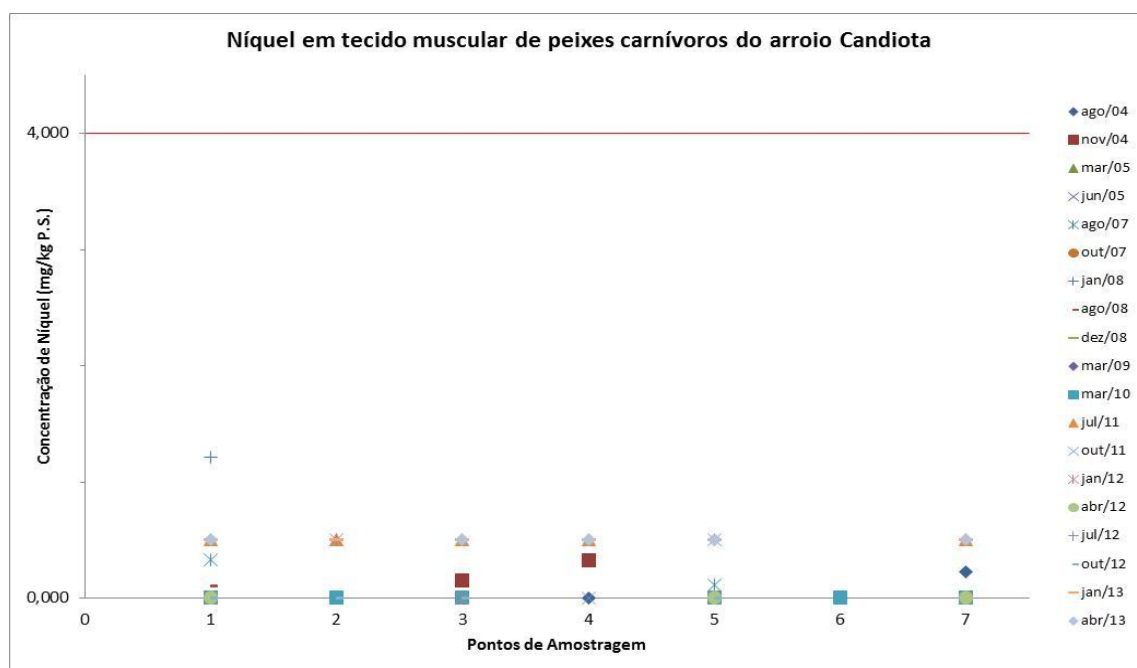


Figura 8.22. Concentração de Níquel (Ni) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

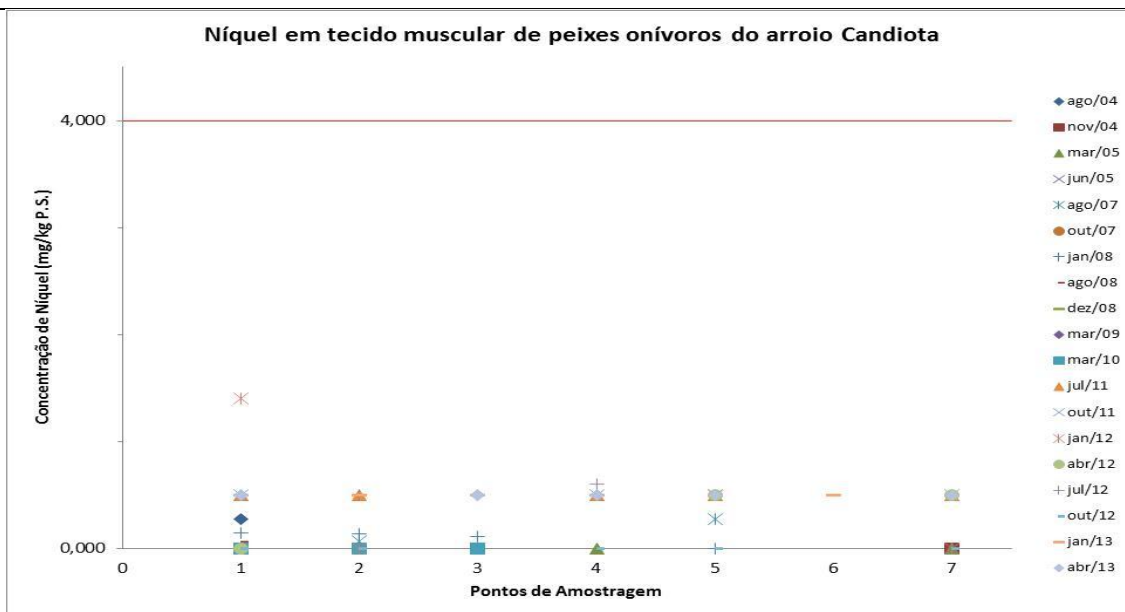


Figura 8.23. Concentração de Níquel (Ni) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

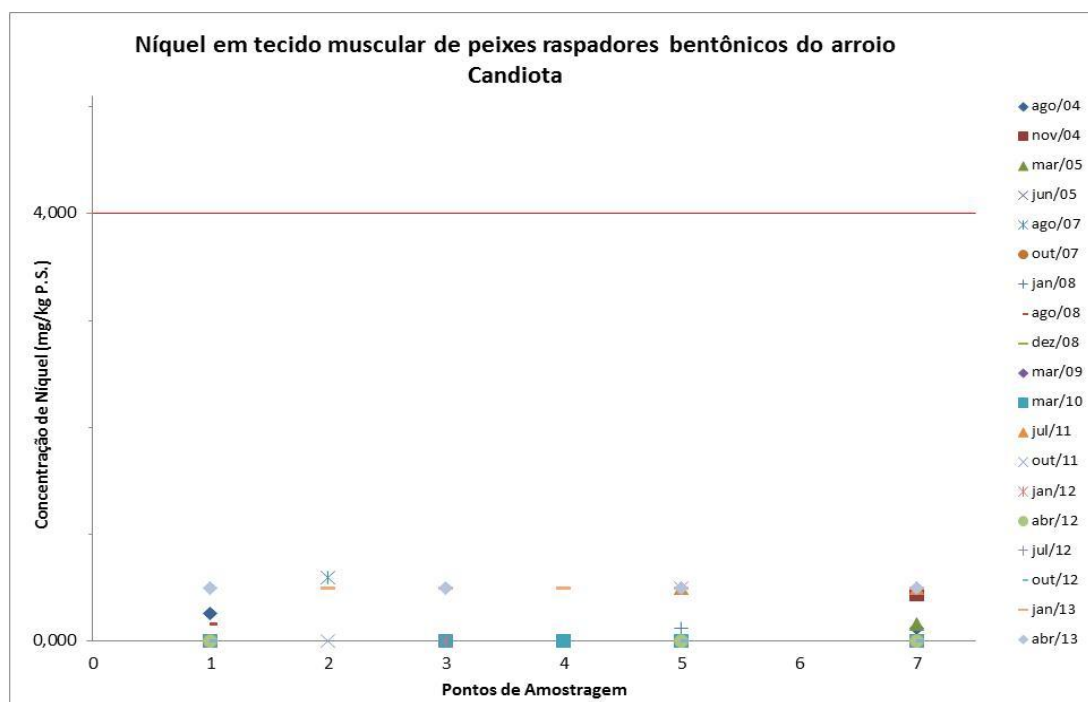


Figura 8.24. Concentração de Níquel (Ni) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O zinco foi registrado em 100% das amostras. Concentrações acima do valor de referência foram observadas em três amostras de peixes onívoros capturados nos pontos 2, 4 e 7, na campanha de verão de 2013 e em uma amostra de peixes onívoros capturados no ponto 4 na campanha de outono de 2013.

As concentrações de zinco em cada nível trófico, desde o início do monitoramento, são apresentadas nas Figuras 8.25 a 8.27.

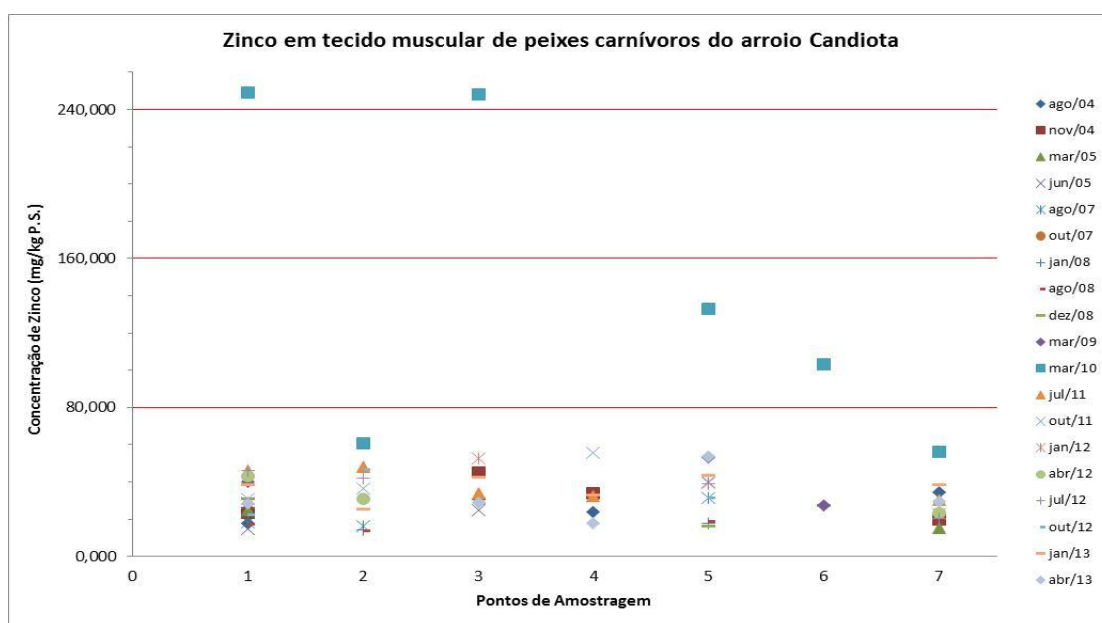


Figura 8.25. Concentração de Zinco (Zn) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (80,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

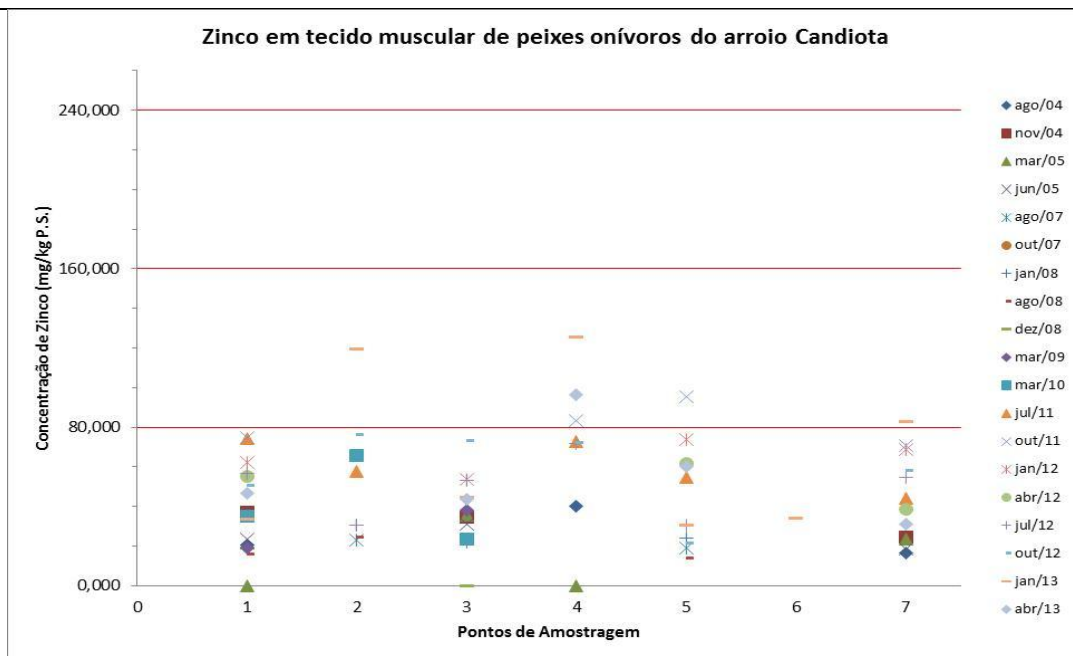


Figura 8.26. Concentração de Zinco (Zn) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (80,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

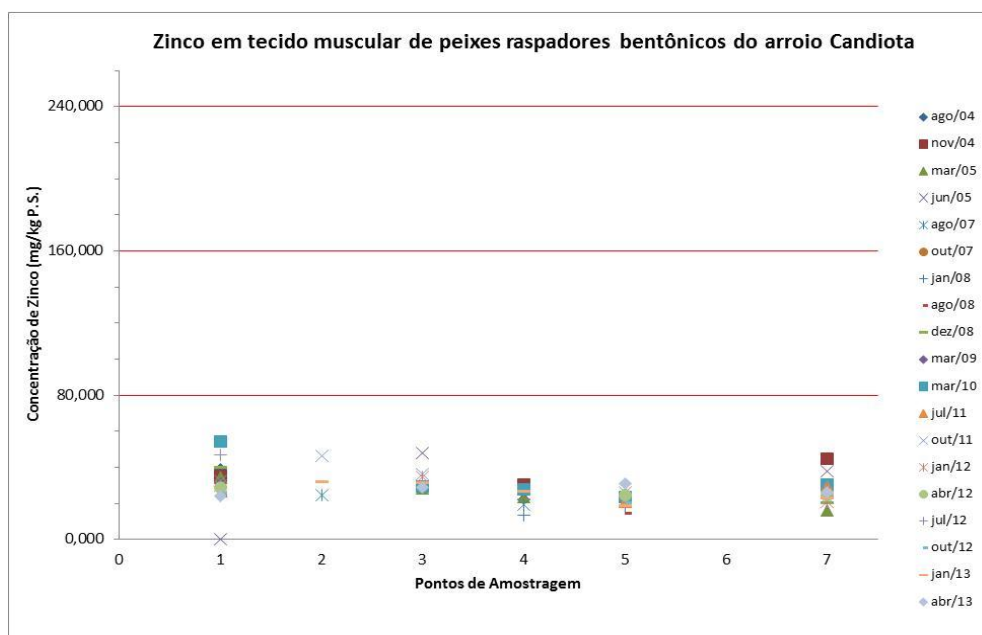


Figura 8.27. Concentração de Zinco (Zn) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (80,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

De maneira geral os dados apontam que no tecido muscular de peixes carnívoros (traíras e brancas) a concentração de elementos e metais em níveis detectáveis é mais frequente em relação a onívoros (lambaris) e raspadores bentônicos (cascudos).

Quanto aos registros de concentrações elevadas que ultrapassam os valores de referência (Bowen, 1979) esses foram observados para Manganês, Mercúrio e Zinco. O Manganês e o Mercúrio apresentaram concentrações elevadas em todas as campanhas do período avaliado e em todos os níveis tróficos, enquanto que o Zinco foi detectado em concentração acima dos valores de referência apenas em peixes onívoros, nas campanhas de verão e outono de 2013.

É importante salientar que 59,01% das amostras apresentaram concentrações de Mercúrio acima do valor de referência, chegando a superar 20 vezes este valor em amostras de peixes carnívoros coletados no ponto 2 durante a campanha de inverno de 2012.

A pesca na região de monitoramento do arroio Candiota é essencialmente recreacional não sendo de nosso conhecimento a exploração de subsistência desse recurso. No entanto, devido ao conjunto de registros de concentrações detectáveis de elementos-traço e metais pesados e, especialmente as elevadas concentrações registradas para mercúrio na carne de peixes com traíras, brancas lambaris e cascudos alerta-se para a necessidade de uma ação no sentido de informar a população para o risco à saúde representado pelo consumo dessa carne, mesmo que de maneira esporádica, na medida em que os metais encontrados são cumulativos no organismo.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

9 – INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL DO AMBIENTE AQUÁTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CANDIOTA

9.1 Introdução

A realização do monitoramento ambiental com uma visão tradicional, proporciona, via de regra, um grande conjunto de dados ambientais os quais são tratados de forma modular em cada compartimento avaliado, gerando um conhecimento aprofundado de cada compartimento, porém específico.

Esta visão não consegue oferecer a real condição da área monitorada, pois não traduz sua qualidade ambiental como um todo, razão fundamental do monitoramento.

Para atingir esta qualidade, deve-se propiciar condições para que se possa integrar os dados dos diversos compartimento monitorados. Esta visão integradora é de difícil execução tendo em vista complexas interrelações entre as variáveis que foram monitoradas.

Esses dados também são muitas vezes difíceis de traduzir em termos simples, a fim de que um membro do público interessado possa compreender o significado dos resultados do monitoramento.

Para superar essas duas dificuldades, integrar as informações e apresentá-las de forma facilmente assimilável pelo público em geral, optou-se pela a utilização de indicadores ambientais por compartimento ambiental monitorado, desenvolvidos de forma a possibilitar a integração pelos diversos compartimentos avaliados e sua representação gráfica.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Na medida em que os estudos conseguem atingir esta visão integradora no monitoramento, permitem aplicar as informações na gestão do ambiente, desta forma, identificam-se seis possíveis aplicações para o indicador ambiental:

- 1 - Auxiliar gestores ambientais na priorização da prevenção da poluição dos recursos naturais e dos ecossistemas;
- 2 - Classificação de sítios degradados ambientalmente;
- 3 - Avaliação do cumprimento de normas ambientais;
- 4 - Determinações das variações temporais das condições ambientais
- 5 - Comunicações públicas
- 6 - Avaliação dos programas acompanhamento, monitoramento.

9.2 Metodologia para integração dos indicadores de cada compartimento ambiental

Para desenvolver esta visão integradora no monitoramento ambiental, adotou-se como premissa na definição da metodologia a ser aplicada, a separação dos compartimentos em dois grandes ambientes físicos.

O primeiro representado pelo ambiente aquático e o segundo representado pelo ambiente terrestre. Esta premissa poderá vir a ser superada na medida em que o grupo executor supere os desafios de integrar o monitoramento dentro de cada família e constitua um nível de conhecimento e experiência compatível com a tarefa extremamente complexa de integrar os dois ambientes (aquático e terrestre).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Para representar os indicadores integrados na forma gráfica, utilizou-se a mesma base cartográfica da região em estudo.

Para o ambiente aquático a equipe do Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da UFRGS elaborou um mapa com os divisores de água da bacia do arroio Candiota sobre o qual foram também definidas as sub-bacias referentes a cada um dos pontos de coleta.

9.2.1 Ambiente Aquático

Foi construído, aplicado, e os resultados são apresentados, um índice da qualidade para a o ambiente aquático da Bacia Hidrográfica do Arroio Candiota com base nos resultados do monitoramento ambiental, campanhas O -Julho (2012), P -Outubro (2012), Q -Janeiro (2013) Q e R- Abril (2013, amostragem em sete locais. Para tanto foram estudados os compartimentos água superficial, sedimentos, macroinvertebrados bentônicos, peixes, fitoplâncton, zooplâncton e perifíton. Foi aplicado aos resultados do monitoramento ambiental da atividade da USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICE, CANDIOTA, RS,.quanto maior o valor percentual obtido pelo Índice Integrador da Qualidade do Ambiente Aquático da Bacia Hidrográfica do Arroio Candiota(IIQAA) maior a qualidade ambiental.

As variáveis mais importantes em cada um dos compartimentos foram selecionadas pelos especialistas para compor um nível da qualidade do ambiente aquático (NQAA) variando de 1 a 5.

Após foram julgados os compartimentos do estudo frente à importância em revelar as influencias e dependências das condições ambientais da bacia para o uso da Termelétricidade, variando também numa escala numérica de 1 a 5 (NQAA) estabelecendo estes valores como pesos a serem multiplicados pelo nível da qualidade do ambiente aquático.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O somatório das multiplicações entre os níveis da qualidade e os pesos para cada local amostrado foram calculados elevados ao quadrado, e corrigidos em 100%. A partir destes valores obteve-se o IIQAA- Índice Integrado da Qualidade do Ambiente Aquático do Arroio Candiota

9.2.2 Aplicação do Índice

Nos ambientes aquáticos, muitos índices ambientais tem sido desenvolvidos e propostos para a interpretação da qualidade da água para rios e lagos (HORTON, 1965; PRATI et al.,1971; YN e FOGEL, 1978; MILLER et alii, 1986; TYSON e HOUSE, 1988; OBERDORFF e HUGHES, 1992; DOJLIDO et alii.,1994; LOBINSKE et alii.,1977). Muitos destes índices incluem parâmetros físico-químicos na sua formulação enquanto outros envolvem informação biológica.

No entanto, para reunir vários compartimentos do estudo, representado pelo monitoramento da bacia hidrográfica do Arroio Candiota, tivemos que construir um índice específico considerando os compartimentos monitorados, ou seja: água superficial, sedimentos, macroinvertebrados bentônicos, peixes, fitoplâncton, zooplâncton, perifíton. Denominou-se o resultado como Classes de Qualidade do Ambiente Aquático da Bacia Hidrográfica do Arroio Candiota.

9.2.3 Cálculo do Índice Integrado da Qualidade do Ambiente Aquático (IIQAA)

Para cada um dos compartimentos do monitoramento foram selecionadas entre as variáveis estudadas, aquelas que se mostraram indicadoras da situação ambiental e estas foram usadas para as atribuições necessárias o cálculo do índice.



a) Nível da Qualidade do Ambiente Aquático (NQAA)

Escolhidas as variáveis indicadoras da qualidade em cada um dos compartimentos pelos especialistas foi estabelecido um atributo numérico que variou de 1 a 5. Sendo que a cada intervalo numérico uma classe nominal foi atribuída. Isto é:

Atributo	Nível da Qualidade do Ambiente Aquático
$1 \leq e < 2$	Muito Baixa
$\leq e < 3$	Baixa
$3 \leq e < 4$	Média
$4 \leq e < 5$	Alta
$5 \leq$	Muito Alta

Cada local do estudo foi classificado com base nesta escala classificatória considerando cada um dos compartimentos do conhecimento em separado. O resultado desta classificação usando estes atributos esta apresentado na Tabela 9.1.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 9.1- Atributos estabelecidos com base nas classes do Nível da Qualidade do Ambiente Aquático (NQAA) por compartimento em cada estação amostral (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, do monitoramento nas campanhas amostrais julho(2012), Outubro 2012), Janeiro (2013) e Abril(2013).

Estações Amostrais	Classes	Classes	Classes	Classes	Classes	Classes	Classes	Classes
	Água Superf.	Sedimentos	Bentos	Peixes	Zôo	Fito	Perif	Qualidade Habitat
1	4	4	4	4	2,54	3,52	3,22	3
2	4	1	4	3	2,90	3,38	3,22	5
3	5	4	3	1	2,76	3,05	2,96	3
4	5	1	2	2	3,03	3,37	2,72	1
5	5	1	1	4	2,99	3,40		3
6	3	2	1	1	2,41	3,16	1,91	4
7	4	3	2	3	2,29	3,28	2,92	4

b) Pesos dos Compartimentos Estudados (P)

Calculados os índices do nível da qualidade do ambiente aquático (NQAA) para cada compartimento em cada uma das sete estações amostrais, passou-se a atribuir pesos baseado na importância que o grupo de especialistas envolvidos nos estudos determinou para cada compartimento de conhecimento do monitoramento, agora pensados no conjunto, a julgar pelas conclusões obtidas, pelas funções ambientais e pela representatividade frente aos usos da bacia.

A orientação dada aos especialistas envolvidos foi: considerando sua experiência profissional e os compartimentos do conhecimento envolvidos neste monitoramento da calha fluvial do Arroio Candiota, determine numa escala de 1 a 5 a importância de cada um dos compartimentos envolvidos para a integração dos



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

dados na composição de um índice ambiental (pesos). Sendo que o valor 5 é a importância máxima e o valor 1 a menor importância.

O resultado dos pesos atribuídos para cada compartimento do conhecimento no estudo esta exposto na tabela 9.2, estes pesos foram atribuídos por quatro especialistas, envolvidos no programa de monitoramento.

Tabela 9.2- Compartimentos do conhecimento no monitoramento e os pesos atribuídos (1 a 5) para cada uma dos compartimentos, por quatro especialistas e o somatório e a média dos pesos atribuídos.

Compart.(pesos atribuidos	1	2	3	4	Σ	Média
Bentos	4	4	4	5	17	4,25
Perifiton	1	1	1	1	4	1,00
Zooplâncton	4	4	4	4	16	4,0
Fitoplancton	4	4	4	4	16	4,0
Peixes	3	3	3	3	12	3,00
sedimentos	5	5	5	5	20	5,00
Águas Superficiais	5	5	4	5	20	5,00
Qualidade de habitat	5	5	4	5	19	4,75

c) Cálculo do Índice IIQAA

Este indicador é definido pelo somatório ao quadrado do produto dos valores atribuídos pelo Nível de Qualidade do Ambiente Aquático (Tabela 9.1) e o Peso (Tabela 9.2) para cada ponto amostral e para cada compartimento.

Este indicador foi adequado para o caso em estudo e matematicamente é fornecido pela equação:

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

$$IIQAA = (\sum (NQAA * P))^2 * f_c$$

onde:

NQAA = nível da qualidade do ambiente aquático;

P = é a média do peso atribuído aos compartimentos estudados pelos especialistas;

f_c = é o fator de correção em 100%

Tabela 9.3 Compartimento e Estação Amostral e o produto do NQAA pela média do Peso atribuída pelos especialistas

Estações Amostrais	Água Superf.	Sedimentos	Bentos	Peixes	Zôo	Fito	Perif	Qualidade Habitat	$\sum (NQAA * P)$
1	20	20	17	12	10,2	14,1	3,2	14,25	110,75
2	20	5	17	9	11,6	13,5	3,3	23,75	103,15
3	25	20	12,75	3	11,0	12,2	3,0	14,25	101,2
4	25	5	8,5	6	12,1	13,5	2,7	4,75	77,55
5	25	5	4,25	12	12,0	13,6	0,0	14,25	86,1
6	15	10	4,25	3	9,6	12,6	1,9	19	75,35
7	20	15	8,5	9	9,1	13,1	2,9	19	96,6

Tabela 9.4 Valores resultantes dos cálculos para a determinação do IIQAA

Estações Amostrais	$\sum (NQAA * p)$	$(\sum (NQAA * p))^2$	f _c	$(\sum (NQAA * P))^2 f_c$
1	110,75	12265	0,001624	19,91
2	103,15	10640	0,001624	17,29
3	101,2	10241	0,001624	16,61
4	77,55	6006	0,001624	9,76
5	86,1	7413	0,001624	12,03
6	75,35	5678	0,001624	9,24
7	96,6	9332	0,001624	15,17
				100%

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O Indicador Integrado de Qualidade do Ambiente Aquático foi atribuído de acordo com a ordenação obtida no Indicador na Tabela 9.4. Quanto maior o percentual obtido pelo índice maior a qualidade ambiental.

A Classe Nominal de Qualidade Ambiental foi atribuída pelos pesquisadores deste estudo conforme a seguir apresentado:

Ordenação do Indicador	Qualidade Ambiental
Classes Numéricas	Classes Nominais
acima de 18	Muito Boa
acima de 15 e igual a 18	Boa
acima de 12 e igual a 15	Média
acima de 8 e igual a 12	Baixa
abaixo de 8 e igual a 8	Muito Baixa

Associando os resultados da Tabela 9.4 com as classes de qualidade ambiental temos:

Estações Amostrais	$(\sum (NQAA * P))^2 / fc$	Qualidade Ambiental
		Classe Nominal
1	19,91	Muito Boa
2	17,29	Boa
3	16,61	Boa
4	9,76	Baixa
5	12,03	Média
6	9,24	Baixa
7	15,17	Boa

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os locais amostrados (estações amostrais) ficam assim ordenados da maior qualidade ambiental para a menor qualidade ambiental:



d) Comparação da Indicação de Qualidade Integrada

A seguir apresentamos a comparação da Indicação de Qualidade Integrada do Ambiente Aquático do monitoramento contemplado por este relatório (julho de 2012 a abril de 2013) com a Indicação de Qualidade constatada no monitoramento realizado no período anterior (julho de 2011 a abril de 2012).

Estações Amostrais	Qualidade Ambiental Classe Nominal Julho 2011 a abril 2012	Qualidade Ambiental Classe Nominal Julho 2012 a abril 2013
1	Muito Boa	Muito Boa
2	Boa	Boa
3	Boa	Boa
4	Média	Baixa
5	Média	Média
6	Muito Baixa	Baixa
7	Boa	Boa



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Observa-se em relação as Estações Amostrais que:

- As Estações Amostrais 1, 2, 3 e 7 mantiveram sua condição em relação a qualidade ambiental, permanecendo na condição na classe "Boa" ou "Muito Boa".
- A Estação Amostral 5 manteve sua condição de qualidade ambiental na classe "Média".
- A Estação Amostral 4 reduziu sua condição de qualidade ambiental passando da classe "Média" para a classe "Baixa".
- A Estação Amostral 6 melhorou sua condição de qualidade ambiental porém ainda se posiciona na condição da classe "Baixa".

A seguir está apresentado o Mapa com a Qualidade do Ambiente Aquático da Bacia do Arroio Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

10. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

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

11. Rede de Monitoramento Ambiental

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

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

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

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

A direção das cinco estações de monitoramento do ambiente terrestre em relação à Usina Termoelétrica de Candiota e o objetivo das estações são 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.

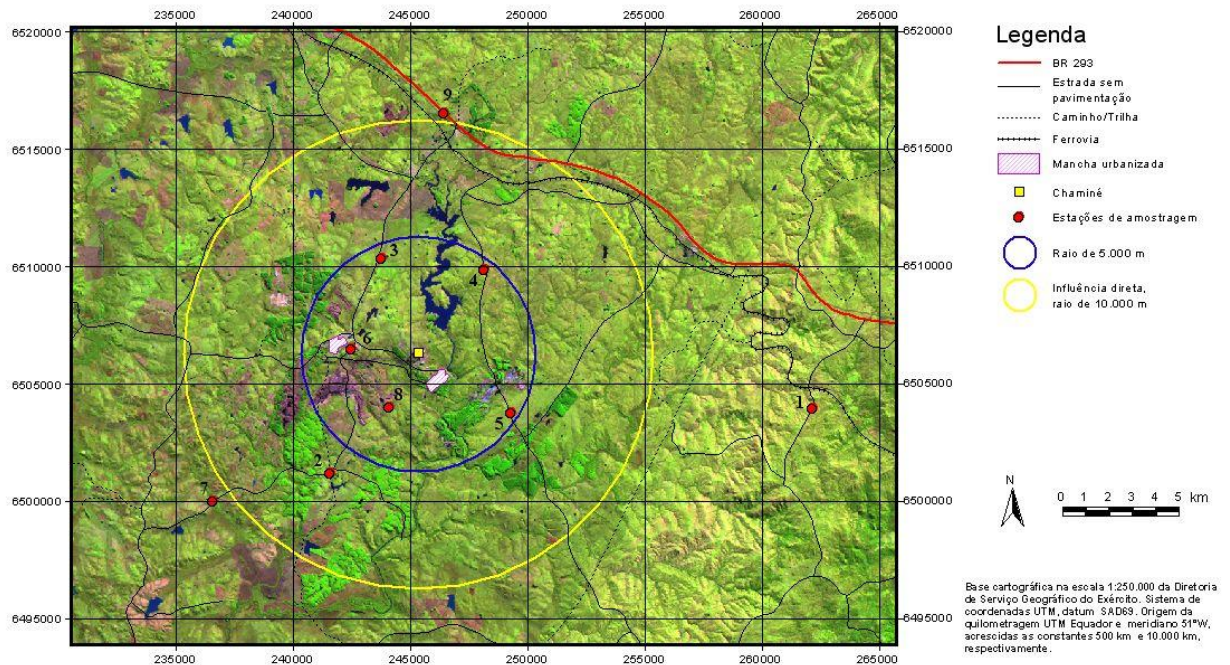


Figura 11.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

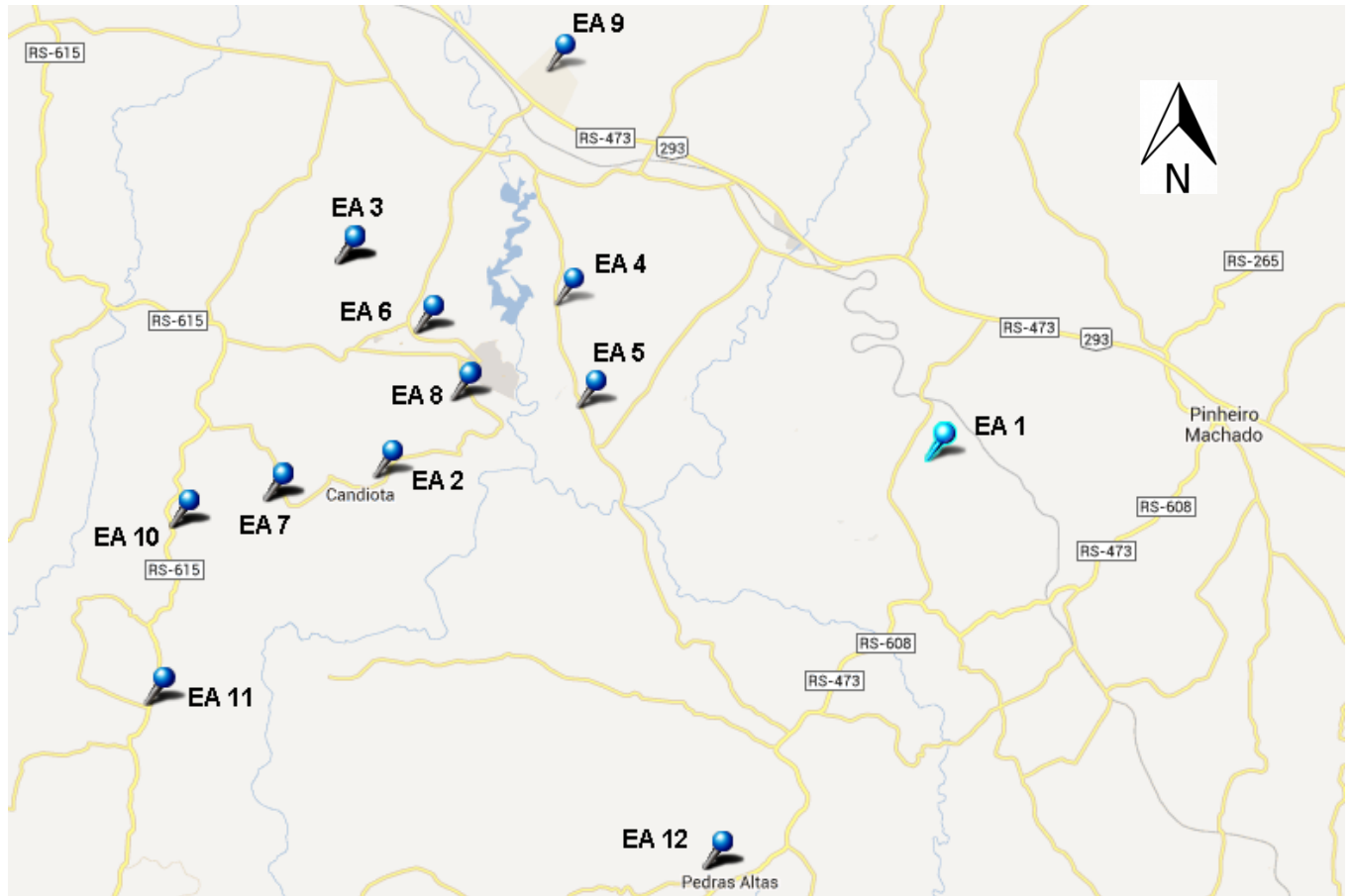


Figura 11.2: Mapa com a localização das estações de amostragem (EAs). Os ícones representam a localização do ponto de amostragem e onde foram tomadas as imagens com as coordenadas geográficas.



12. Monitoramento da FLORA

12.1 Distribuição das Estações Amostrais

O presente relatório reúne resultados das quatro campanhas realizadas no período: julho de 2012 (campanha de inverno), outubro de 2012 (campanha de primavera), janeiro de 2013 (campanha de verão) e abril de 2013 (campanha de outono)

Foram realizados inventários florísticos em comunidades campestres, nas cinco estações de amostragem (EA), a saber: EA1 (Serra do Veleda), EA2 (Fazenda Três Lagoas), EA3 (Fazenda Candiota), EA4 (Chácara Santa Clara) e EA5 (Fazenda Santa Rita). Em cada estação de amostragem, foram realizados os estudos da vegetação em parcelas contínuas de 0,25 m² (unidades de amostragem).

As Estações Amostrais identificadas pelo número 1 a 6, estão apresentadas nos Quadros 11.1 a 11.4.

12.2 Metodologia

Foram realizados levantamentos florísticos em comunidades campestres, em quatro campanhas trimestrais, contemplando as quatro diferentes estações do ano e, em seis estações de amostragem (EAs), a saber: EA1 (Serra do Veleda), EA2 (Fazenda Três Lagoas), EA3 (Fazenda Candiota), EA4 (Chácara Santa Clara), EA5 (Fazenda Santa Rita) e EA6 (fazenda Amor-de-Mãe), Quadros . A EA1 é a estação de referência, localizada no município de Pinheiro Machado, as demais EAs estão situadas no município de Candiota.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Em cada estação os levantamentos foram realizados através do emprego da técnica de parcelas de $0,25 \text{ m}^2$, dispostas alternadamente ao longo de uma transecção da unidade de campo amostrada. Em cada uma das EAs, foram inventariadas 38 parcelas (Figuras 12.1 e 12.2).

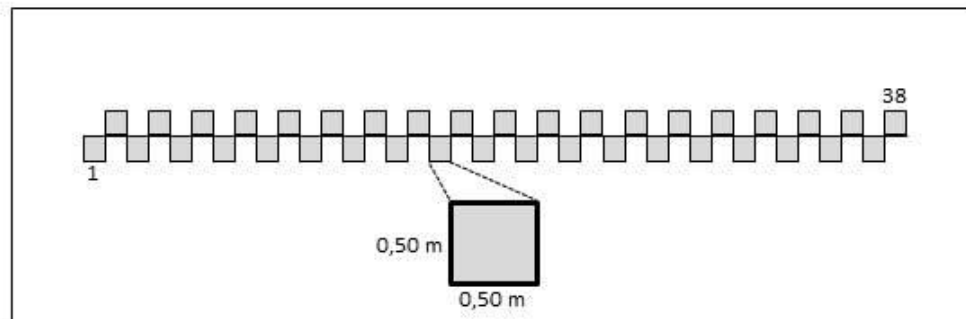


Figura 12.1. Esquema mostrando as 38 parcelas de $0,25 \text{ m}^2$, dispostas alternadamente ao longo da transecção.



Figura 12.2. Parcelas de $0,25 \text{ m}^2$ dispostas alternadamente ao longo da transecção.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A localização de cada uma das transecções nas respectivas Estações Amostrais pode ser observada nas Figuras 12.3 a 12.8.

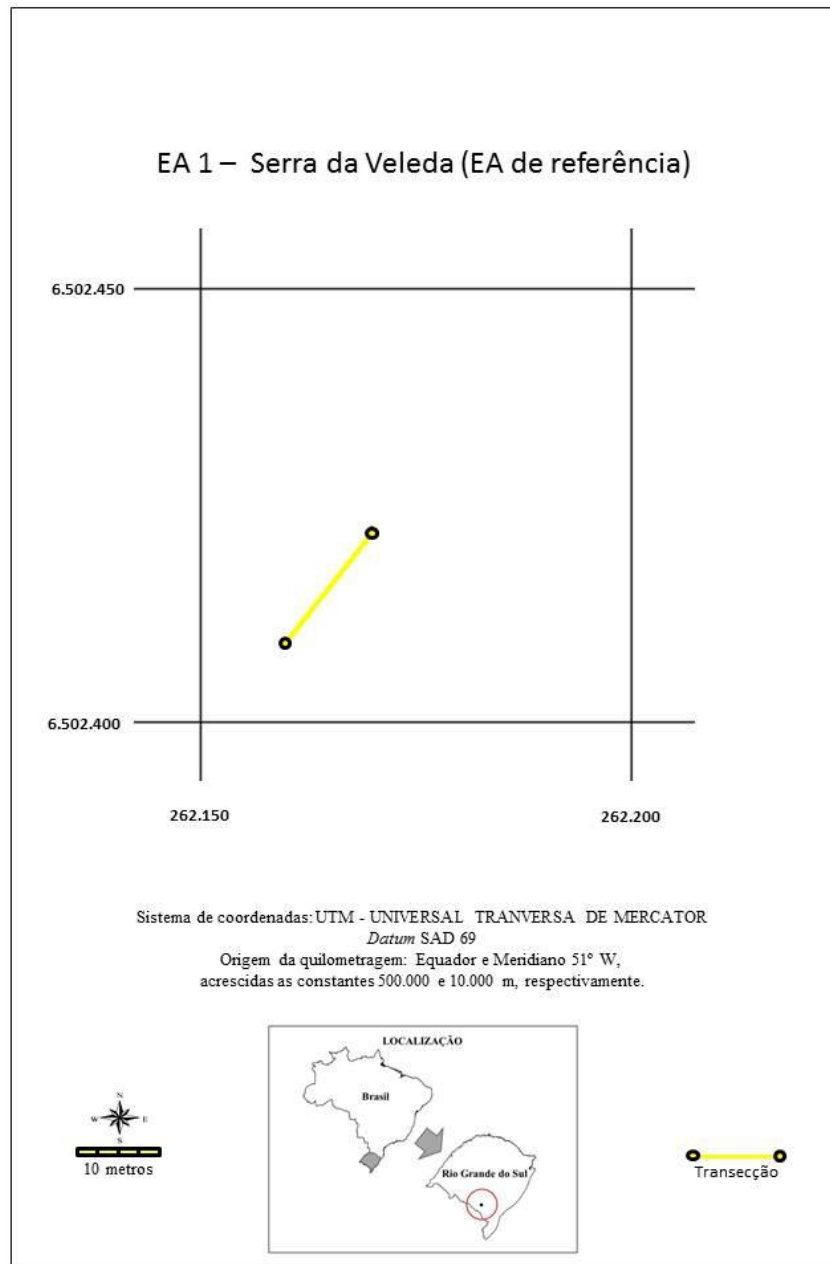


Figura 12.3. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostral EA1 – Serra do Veleda.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

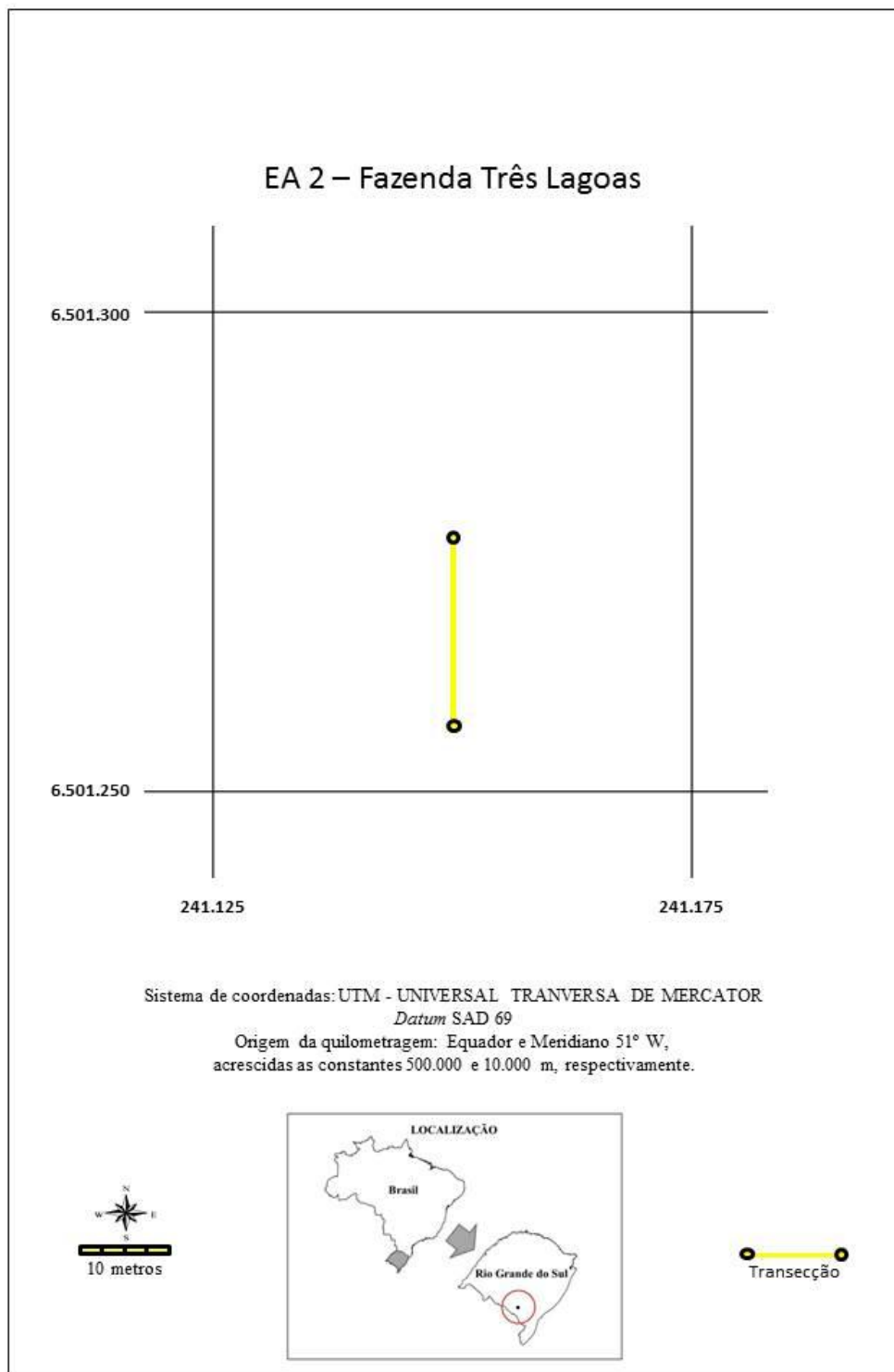


Figura 12.4. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostral EA2 – Fazenda Três Lagoas.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

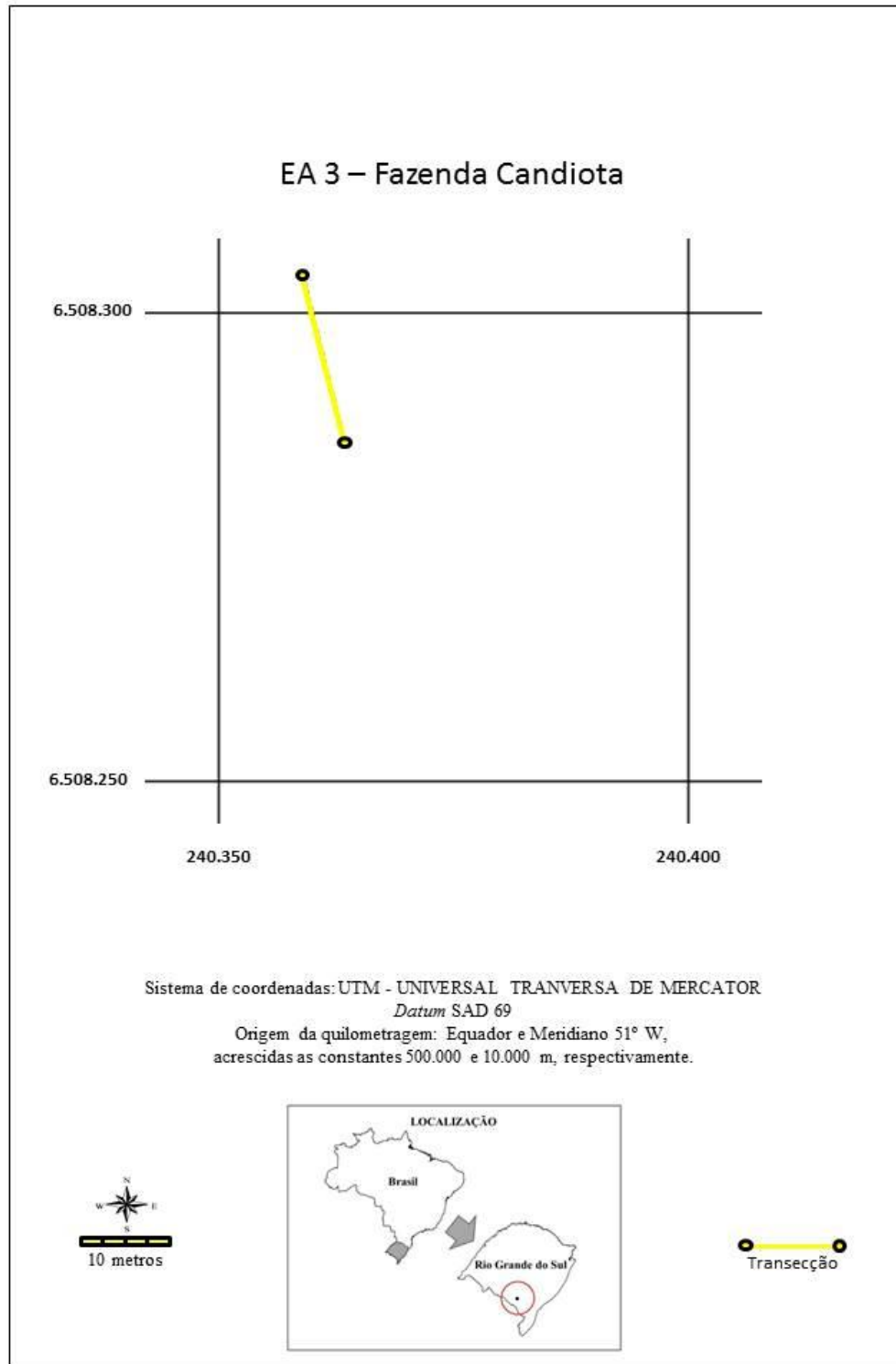


Figura 12.5. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostral EA3 – Fazenda Candiota.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

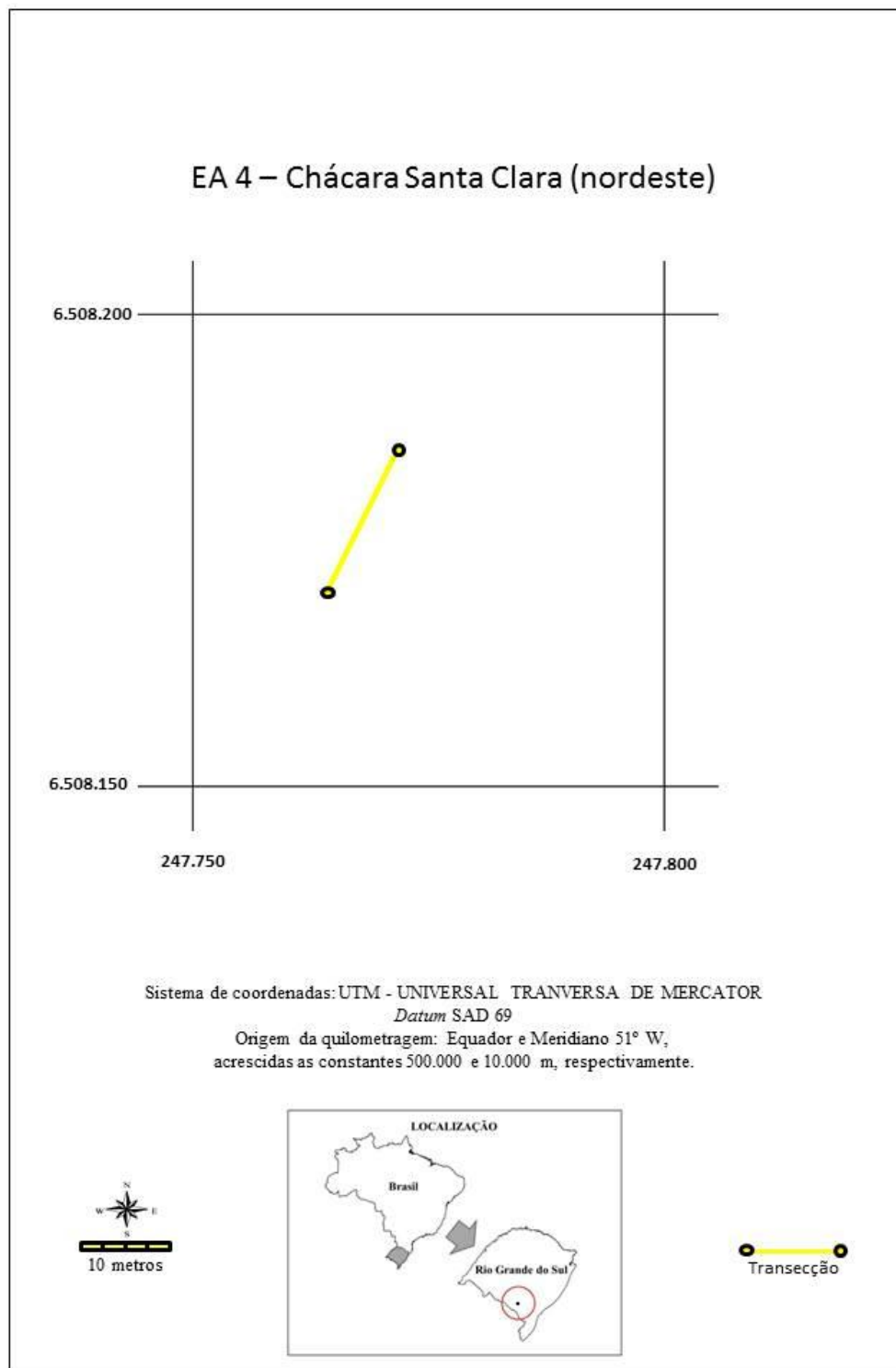


Figura 12.6. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostral EA4 – Chácara Santa Clara.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

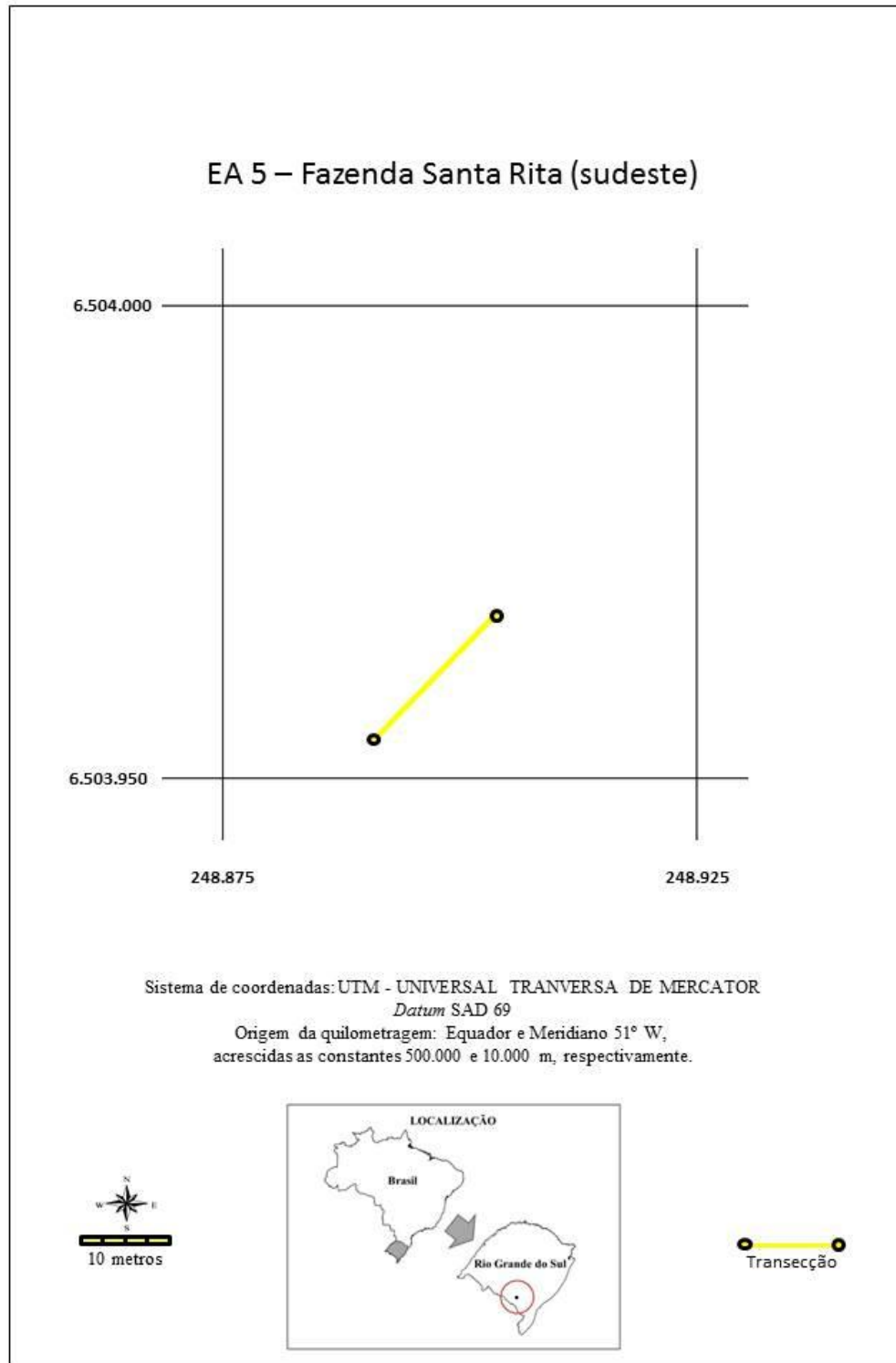


Figura 12.7. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostral EA5 – Fazenda Santa Rita.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

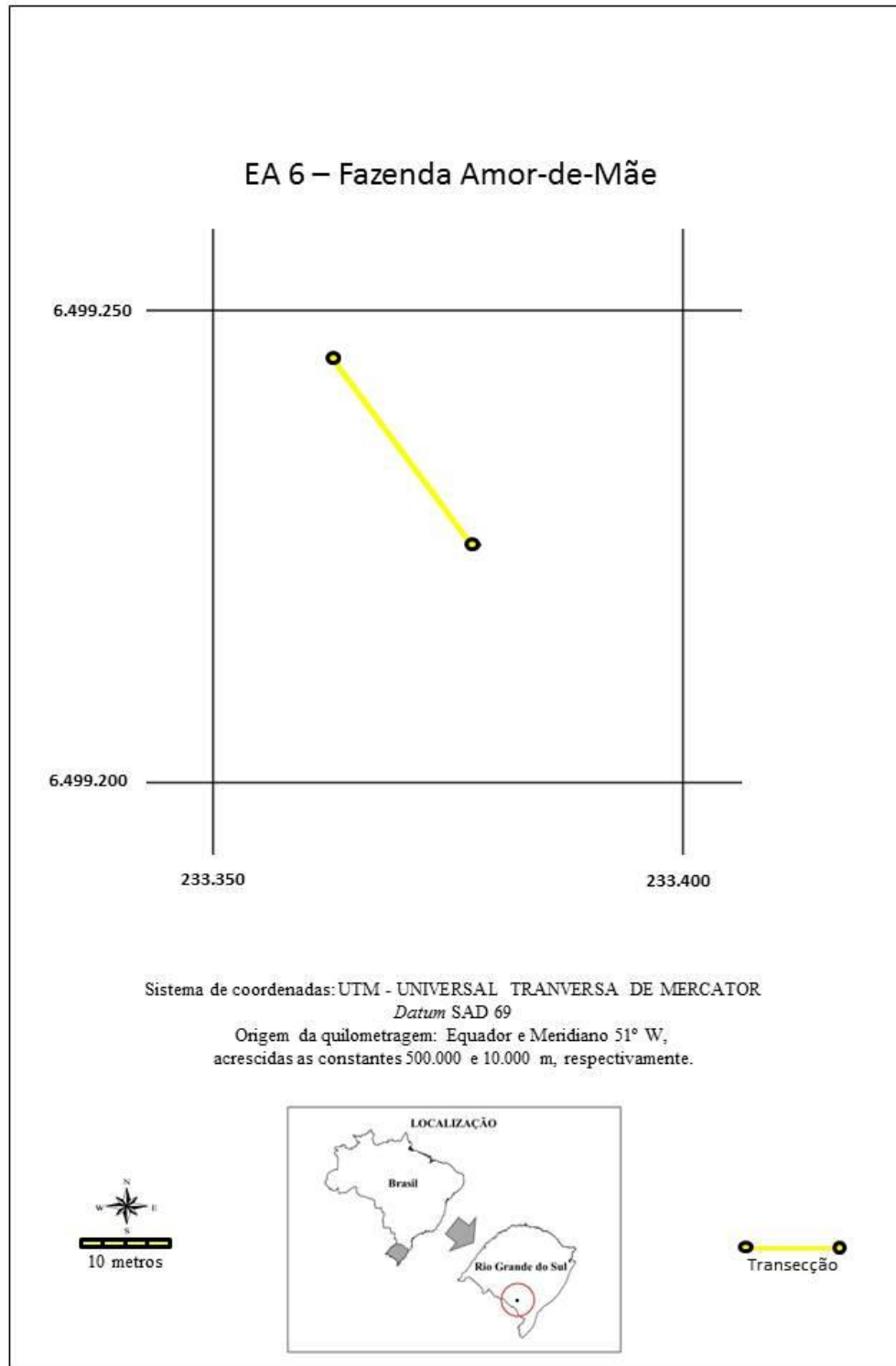


Figura 12.8. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostral EA1 – Fazenda Amor-de-Mãe.

12.3. Resultados

Os resultados dos inventários realizados nas quatro campanhas, nas cinco EAs, estão reunidos na Tabela 12.1.

Tabela 12.1. Presença de espécies vegetais em comunidades campestres nas seis EAs: **EA1**-Serra do Veleda, **EA2**-Fazenda Três Lagoas, **EA3**-Fazenda Candiota, **EA4**-Chácara Santa Clara, **EA5**-Fazenda Santa Rita, **EA6**-Fazenda Amor de Mãe; **1**=Campanha de inverno (julho de 2-12), **2**=Campanha de primavera (outubro de 2012), **3**=Campanha de verão (janeiro de 2013), **4**=Campanha de outono (abril de 2013).

Família/Espécie	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA6
Amaranthaceae/ <i>Pfaffia tuberosa</i>	2-4	2		1-2-3		
Apiaceae/ <i>Apium leptophyllum</i>	3	2-3-4		2-3	3	3
Apiaceae/ <i>Bowlesia</i> sp.						2
Apiaceae/ <i>Eryngium horridum</i>	1-2-3	3	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2	3
Apiaceae/ <i>Eryngium sanguisorba</i>	1-2-3-4	1-2-3-4	3	1-2-3-4		2-3-4
Asteraceae/ <i>Aspilia setosa</i>	2-3-4		2-3-4	1		2
Asteraceae/ <i>Aster squamatus</i>			4			
Asteraceae/ <i>Baccharis coridifolia</i>			4	1-2-3-4	2	
Asteraceae/ <i>Baccharis dracunculifolia</i>			1-2-3-4			
Asteraceae/ <i>Baccharis trimera</i>	1-2		1	1-2-3-4		2-4
Asteraceae/ <i>Chaptalia arechavaletae</i>	1-2		1-2-3	1-4	1	
Asteraceae/ <i>Chaptalia exscapa</i>	1-2-4		4	3		
Asteraceae/ <i>Chaptalia nutans</i>	1-2		1-2	1-2-3-4	1-2-4	
Asteraceae/ <i>Chevreulia acuminata</i>	4	2-3-4	2-3-4	1-3-4	4	
Asteraceae/ <i>Chevreulia sarmentosa</i>	4	1-2-4	1-3-4	2-3-4	1-2	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Asteraceae/cf. <i>Chevreulia</i>					3	3
Asteraceae/ <i>Cirsium glabrum</i>					2	2-3
Asteraceae/ <i>Conyza bonariensis</i>	1-4	1-2-3-4	1-2-3	1-2-4		3
Asteraceae/ <i>Elephantopus mollis</i>	4	2-4			2	
Asteraceae/ <i>Eupatorium buniifolium</i>		4	1-2-3-4	1-2-3-4		3-4
Asteraceae/ <i>Facelis retusa</i>	1-2	1-2	1-2	1-2-4	1-2	2
Asteraceae/ <i>Gamochaeta americana</i>	1-3	3-4	1-3	1-3	1	3
Asteraceae/ <i>Gamochaeta</i> sp	1-3-4	3		1		
Asteraceae/ <i>Hypochaeris albiflora</i>	2-4	1	1-2	1	1-2	2
Asteraceae/ <i>Hypochaeris chilensis</i>		2	1			
Asteraceae/ <i>Hypochaeris glabra</i>	2-3-4	2	1	3-4	2-3-4	2-3-4
Asteraceae/ <i>Hypochaeris megapotamica</i>	2					
Asteraceae/ <i>Hypochaeris neopinnatifida</i>			2			3
Asteraceae/ <i>Hypochaeris radicata</i>	2-4				1	3
Asteraceae/ <i>Micropsis spathulata</i>		4		3-4		
Asteraceae/ <i>Noticastrum</i> sp.				4		
Asteraceae/ <i>Pterocaulon</i> sp.			3			
Asteraceae/ <i>Senecio brasiliensis</i>		2-3-4	2	1-2	1-2	4
Asteraceae/ <i>Senecio hetrottrichius</i>		1-2-4		2-4	2	
Asteraceae/ <i>Senecio</i> sp.		3-4				
Asteraceae/ <i>Solidago chilensis</i>			2			
Asteraceae/ <i>Soliva anthelmifolia</i>	1-2-4	1-2	1-2-4	1-2-4	1-2-4	2
Asteraceae/ <i>Stenachaenium campestre</i>	1		2	1-2-4	2-3	2-3
Asteraceae/ <i>Vernonia nudiflora</i>				3		
Asteraceae I	3-4			3		
Asteraceae II	3			3		
Brassicaceae/ <i>Lepidium aletes</i>	2-3		2		1-2-3	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.1(cont.)

Bryopsida (Musgo)			1	1-2		
Campanulaceae/ <i>Wahlenbergia linarioides</i>						2-4
Caryophyllaceae/ <i>Cerastium humifusum</i>	1-2	1-2	1-3	1-3-4	2	
Caryophyllaceae/ <i>Spergularia</i> sp.				4	2	
Caryophyllaceae					2	
Convolvulaceae/ <i>Dichondra sericea</i>	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	2-3-4
Convolvulaceae/ <i>Evolvulus sericeus</i>	4		1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	2-3
Cyperaceae/ <i>Bulbostylis capillaris</i>	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	2-3-4	1-2-3-4	2-3-4
Cyperaceae/ <i>Carex phalaroides</i>	3	2	4			2-3-4
Cyperaceae/ <i>Cyperus aggregatus</i>	3	3-4	3-4		1-3	2-3-4
Cyperaceae/ <i>Cyperus reflexus</i>	3-4	1			3	
Cyperaceae/ <i>Cyperus</i> sp.		1				3
Cyperaceae/ <i>Fimbristylis dichotoma</i>	1					
Cyperaceae/ <i>Kyllinga odorata</i>	1-3-4	1-3-4	3-4	1-3-4	1-3-4	3-4
Cyperaceae/ <i>Kyllinga vaginata</i>	1-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-3-4	1	2
Cyperaceae/cf. <i>Rhynchospora</i>					2	
Fabaceae/ <i>Adesmia</i> sp.	3	4	3	3-4		
Fabaceae/ <i>Desmanthus depressus</i>				3		
Fabaceae/ <i>Desmodium incanum</i>	2-3-4	2-3-4	1-3-4	1-2-3-4	2-3-4	3-4
Fabaceae/ <i>Galactia marginalis</i>	1-3			1		3-4
Fabaceae/ <i>Lathyrus bracteatum</i>	2					
Fabaceae/ <i>Trifolium polymorphum</i>	1-2-4	2	2	2	2-4	2
Fabaceae/ <i>Trifolium</i> sp.		2				
Hypoxidaceae/ <i>Hypoxis decumbens</i>	2-3	2	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2	2
Iridaceae/ <i>Herbertia pulchella</i>	1-4	1-2	1	1-4	1-2	2

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.1(cont.)

Iridaceae/ <i>Sisyrinchium micranthum</i>	3	1		3-4	2-4	3
Iridaceae/ <i>Sisyrinchium palmitifolium</i>	2				2-4	2-4
Iridaceae/cf. <i>Cypella</i>						2
Lamiaceae/ <i>Glechon thymoides</i>	3	3				2
Lamiaceae/ <i>Marsypianthes chamaedrys</i>				3		
Lamiaceae/ <i>Scutellaria racemosa</i>		3		3		3
Lamiaceae					3	4
Linaceae/ <i>Cliococca selaginoides</i>	4			1-2-3		
Lythraceae/ <i>Cuphea glutinosa</i>			2-3	1		
Lythraceae/ <i>Cuphea racemosa</i>	2	2-3	2-3	1-3-4	1-2	
Malvaceae/ <i>Krapovickasia urticifolia</i>	1-2-3-4			2		
Malvaceae/ <i>Sida rhombifolia</i>	4	1-2-3-4	1-2-3-4-	3-4	3-4	2
Malvaceae	4					
Moraceae/ <i>Dorstenia brasiliensis</i>	1-3-4				2	
Moraceae/ <i>Dorstenia</i> sp.				1		
Myrtaceae/ <i>Psidium incanum</i>			1-2-3-4			
Orobanchaceae/ <i>Agalinis communis</i>		3		1-3-4	3-4	3
Orobanchaceae/ <i>Buchnera longifolia</i>				3		
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 1	1-2-4	1-2-4	1-2-3-4	1-2-4	2-4	2
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 2	1-4	1	1	1-4	1-2-4	
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 3	1-2-3-4	1	1	1-2-4		
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 4	1-2-3-4	1-4	1-2-3-4	1-2-4	1-2	2

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.1(cont.)

Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 5	1-2-4	1	1-4	1-2	1-2-4	2
Oxalidaceae/ <i>Oxalis</i> sp. 6	1					
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp. 1	2-3-4	3	1-2-3	1-3		2-3
Plantaginaceae/ <i>Plantago</i> sp. 2	1-2-3	2			2	
Plantaginaceae/ <i>Scoparia ericacea</i>		1	2	3	2	
Plantaginaceae		2				
Poaceae/ <i>Andropogon ternatus</i>	1-2-3-4		1-3-4	1-3-4	3-4	3-4
Poaceae/ <i>Aristida circinalis</i>						3-4
Poaceae/ <i>Aristida</i> sp.	2		2-4		2	2-3
Poaceae/ <i>Axonopus affinis</i>	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	3-4
Poaceae/ <i>Axonopus pottii</i>	1-3-4	1-2-3-4	1	2	1-2-3-4	3-4
Poaceae/ <i>Axonopus</i> sp.						2
Poaceae/ <i>Briza minor</i>			2-4	3		
Poaceae/ <i>Briza subaristata</i>				2		
Poaceae/cf. <i>Chascolytrum</i>				3		
Poaceae/ <i>Coelorhachis selloana</i>	2-3-4		2	3	2	3
Poaceae/ <i>Cynodon dactylon</i>		1-3-4	1		1	2-3-4
Poaceae/ <i>Dichanthelium sabulorum</i>	1-3-4	3-4	1-4	3-4		
Poaceae/ <i>Eleusine tristachya</i>	1-3-4	2	1-2-4	3	1-2-3-4	3-4
Poaceae/ <i>Eragrostis bahiensis</i>			1	4		
Poaceae/ <i>Eragrostis lugens</i>	3		3			
Poaceae/ <i>Eragrostis neesii</i>	1-3-4	1	1-2-3-4	1-2-3-4	2-3-4	
Poaceae/ <i>Eragrostis plana</i>		2-3-4	2-3-4	1-2-3-4	3-4	3-4
Poaceae/ <i>Erianthus angustifolius</i>			4			
Poaceae/ <i>Melica eremophyla</i>	3			3		3
Poaceae/ <i>Panicum</i> sp.	4			3		
Poaceae/ <i>Paspalum conjgatuma</i>	3					

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.1(cont.)

Poaceae/ <i>Paspalum dilatatum</i>	1-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	2-3	2-3	2-3-4
Poaceae/ <i>Paspalum notatum</i>	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	2-3-4
Poaceae/ <i>Paspalum pumilum</i>	2-3-4	4	2-3-4	3-4	2-3-4	4
Poaceae/ <i>Paspalum</i> sp.			3			
Poaceae/ <i>Piptochaetium lasianthum</i>	3-4		1-2-3	1	4	3-4
Poaceae/ <i>Piptochaetium montevidensis</i>	1-2-3-4	1	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	3
Poaceae/ <i>Poa annua</i>	2	2			2	
Poaceae/ <i>Setaria pariflora</i>	1-2-3-4	3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4	3-4
Poaceae/ <i>Sporobolus indicus</i>	4	1-3-4	1-2-3-4	1-3-4	1-2-3-4	3-4
Poaceae/ <i>Steinchisma hians</i>	1-2-3-4	4	2-3-4	3	2	4
Poaceae/ <i>Stipa</i> sp.	2		2	2		2-3
Poaceae/ <i>Vulpia bromoides</i>	2-3	3		3-4	2-3	3
Poaceae I	2-3	3		3		2-3
Poaceae II				2-3	2	
Poaceae III	4			4		
Polygalaceae/ <i>Polygala</i> sp.	1-2		2	1-2	2	
Polygonaceae/ <i>Rumex obtusifolius</i>	3	2				
Pteridófitas/ <i>Ophioglossum</i> sp.		1		1	1	
Rubiaceae/ <i>Borreria glutinosa</i>				2	3	3
Rubiaceae/ <i>Borreria verticilata</i>	1-2-3	2-3	1-2-3	3	3	2-3
Rubiaceae/ <i>Borreria</i> sp.	1-3			2		
Rubiaceae/ <i>Galianthe fastigiata</i>	3			3		
Rubiaceae/ <i>Relbunium richardianum</i>	2-3			3	2	
Rubiaceae/ <i>Relbunium</i> sp.						2
Rubiaceae/ <i>Richardia brasiliensis</i>	1-3	1-2-3	1-3	1-2-3	2-3	2-3

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.1(cont.)

Rubiaceae/ <i>Richardia stellaris</i>	1-3		2-3	1-2-3	1-2	
Solanaceae/ <i>Nierembergia veitchii</i>	1-2-3					
Solanaceae/ <i>Solanum reflexum</i>			1			
Urticaceae/ <i>Urtica dioica</i>						2
Verbenaceae/ <i>Glandularia marrubioides</i>				1-2-3	2	
Verbenaceae/ <i>Lantana montevidensis</i>	3			2		3
Verbenaceae/ <i>Stachytarpheta</i> sp.	2	2	2-3			

No total das quatro campanhas realizadas nas seis EAs, registraram-se 148 espécies. Entre essas espécies, apenas duas não pertencem ao grupo das Angiospermas: uma Pteridófito (*Ophioglossum* sp.) e uma Briófito (musgo).

As famílias botânicas com maior número de espécies foram Asteraceae (compostas, com 36 espécies) e Poaceae (gramíneas, com 36 espécies), seguidas de Cyperaceae (9 espécies), Fabaceae (leguminosas, 7 espécies), e Rubiaceae (6 espécies). A representatividade numérica das famílias Asteraceae e Poaceae, que no presente estudo corresponde a cerca de 48% do total de espécies encontradas, também é destacada por outros autores que se dedicaram a pesquisas florísticas e ecológicas de campos nativos no Rio Grande do Sul (Boldrini e Miotto, 1987, Girardi-Deiro et al., 1992, Caporal e Boldrini, 2007, entre outros).

Constatou-se uma variação do número de espécies em função da sazonalidade. Assim, no verão e na primavera registraram-se os números mais altos de espécies (108 e 103, respectivamente); no outono e no inverno, constatararam-se 89 e 84 espécies, respectivamente.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entre as espécies perenes com frequência absoluta muitas vezes elevada destacam-se: *Dichondra sericea* (orelha-de-rato, Convolvulaceae), *Bulbostylis capillaris* (Cyperaceae), *Kyllinga* spp. (Cyperaceae), *Desmodium incanum* (pega-pega, Fabaceae), *Sida rhombifolia* (guaxuma, Malvaceae; frequência baixa e número baixo de indivíduos, mas presente em todas as EAs), *Axonopus affinis* (grama-tapete, Poaceae), *Eleusine tristachya* (pé-de-galina, Poaceae), *Paspalum dilatatum* (capim-melador, Poaceae), *Paspalum notatum* (grama-forquilha, Poaceae), *Piptochaetium montevidensis* (capim-cabelo-de-porco, Poaceae), *Sporobolus indicus* (capim-touceirinha, Poaceae).

As espécies exóticas (não-nativas, originárias de outras regiões) encontradas em parcelas de amostragem das EAs estão apresentadas na Tabela 12.2. Com exceção de *Cynodon dactylon* (capim-bermuda, capim-paulistinha) e *Eragrostis plana* (capim-annoni-2), essas espécies apresentam ocorrência restrita (poucos indivíduos e cobertura baixa do solo) e frequência absoluta baixa (em poucas parcelas de cada EA).

Cynodon dactylon (hábito estolonífero) e *Eragrostis plana* (hábito cespitoso, ou seja, em touceira) são espécies perenes, cuja capacidade invasora é potencializada em áreas abertas de comunidades herbáceas ou em locais de solos lavrados. Segundo Medeiros e Focht (2007), estima-se que *E. plana* já esteja presente em mais de um milhão de hectares de campo nativo do Rio Grande do Sul.

Tabela 12.2. Espécies exóticas constatadas em EAs inventariadas, período jul/2012 a abril/2013.

Espécie	Família	Origem	EA
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F. Muell. Ex Benth	Apiaceae	Eurásia	1,2,4,5,6
<i>Briza minor</i> L	Poaceae	Eurásia	3,4
<i>Cirsium glabrum</i> DC.	Asteraceae	Europa	5,6
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	África	2,3,5,6
<i>Eragrostis plana</i> Ness	Poaceae	África	2,3,4,5,6
<i>Lepidium aletes</i> J. F. Macbr.	Brassicaceae	Eurásia	1,3,5
<i>Poa annua</i> L	Poaceae	Europa	1,2,5

12.4 Espécies ameaçadas

A presença de espécies ameaçadas de extinção ou classificadas como pouco estudadas ou com deficiência de dados, foi verificada através da comparação entre a lista de registro de espécies amostradas nas diferentes estações amostrais e ao longo de diferentes campanhas, com a 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), com a Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção e com a Lista de Espécies da Flora Brasileira com Deficiência de Dados (Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008, do Ministério do Meio Ambiente). Entre os resultados obtidos cabe destacar:



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- *Chaptalia arechavaletae* (Asteraceae) é classificada como Em Perigo – EN, na lista oficial da flora ameaçada de extinção no Estado do Rio Grande do Sul e, como Ameaçada na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção, foi registrada na **EA4** (Chácara Santa Clara, Candiota, RS, coordenadas UTM, fuso 22J: 247.770m E; 6.508.180m N).
- *Senecio riograndensis* (Asteraceae) consta na Lista de Espécies da Flora Brasileira com Deficiência de Dados. Possui um registro, que aguarda a confirmação da identificação por especialista na família Asteraceae, na **EA2** (Fazenda Três Lagoas, Candiota, RS).
- gênero *Dorstenia* (Moraceae), com ocorrência potencial na região, merece uma atenção especial, considerando-se que as espécies: *Dorstenia arifolia* Lam.; *Dorstenia cayapia* Vell.; *Dorstenia ramosa* (Desv.) Carauta C. Valente & Sucre e *Dorstenia ramosa* ssp. *ramosa* C.B. Clarke, estão presentes na Lista de Espécies da Flora Brasileira com Deficiência de Dados. Foi registrada a ocorrência de *Dorstenia brasiliensis* Lam., na **EA1** (Serra do Veleda, Pinheiro Machado, RS).

12.5 Espécies invasoras

Entre as espécies exóticas constatadas nas EAs inventariadas, merece destaque o capim-annoni (*Eragrostis plana*), uma gramínea sul-africana, introduzida acidentalmente no Rio Grande do Sul na década de 1950, em razão da sua plasticidade ecológica, expressiva produção de sementes e alta capacidade de dispersão, possui um elevado potencial de colonizar e se estabelecer em uma ampla variedade de condições ambientais (Medeiros e Focht, 2007).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os prejuízos econômicos e sociais e as consequências ecológicas da degradação dos campos nativos, resultantes da invasão pelo capim-annoni são amplamente conhecidos. Neste sentido, chama a atenção, a elevada densidade registrada para a espécie na estação amostral “Fazenda Santa Clara” (UTM, fuso 22J: 247.770m E; 6.508.180m N), conforme pode ser percebido na Figura 12.9. Ressalta-se também que a presença da espécie foi registrada em outras quatro estações amostrais: Faz. Amor-de-mãe; Faz. Três Lagoas; Faz. Candiota e Fazenda Santa Rita.



Figura 12.9. Invasão severa por capim-annoni (*Eragrostis plana*) na estação amostral “Fazenda Santa Clara” (coordenadas UTM, fuso 22J: 247.770m E; 6.508.180m N).



12.6 Biodiversidade

Embora a expressão *biodiversidade* seja amplamente utilizada, tanto na literatura científica quanto na mídia popular, a sua definição nem sempre é clara, podendo ser usada com diferentes significados. A definição precisa de biodiversidade, contudo, deve considerar três níveis: a diversidade de espécies, a diversidade genética e a diversidade de ecossistemas. Desta forma, biodiversidade refere-se a todas as formas de vida, incluindo suas variações ao nível de genes, e em todos os ecossistemas num espaço definido. De acordo com a escala utilizada, podem-se distinguir três tipos de diversidade: alfa (α), beta (β) e gama (γ). A diversidade α , ou local, corresponde à diversidade dentro de um habitat ou comunidade, e é bastante sensível à definição de habitat, e à área e intensidade da amostragem. A diversidade β corresponde à diversidade entre habitats ou outra variação ambiental qualquer, isto é, mede o quanto a composição de espécies varia de um lugar para outro. A diversidade γ , ou regional, corresponde à diversidade de uma grande área, bioma, continente, ilha, etc.

No presente trabalho, dadas as suas características e a aplicação pretendida aos resultados nele gerados, isto é, monitorar a composição florística das comunidades vegetais campestres e, desta forma, subsidiar decisões de gestão ambiental da área de estudos, as estimativas de diversidade ecológica são inferidas a partir da riqueza de espécies.



12.7 Indicador de Qualidade

Como indicador de qualidade das comunidades campestres, utilizou-se o critério da **riqueza de espécies** (número de espécies presentes na comunidade amostrada). Para a obtenção dos valores do indicador ambiental (em uma escala de 1 a 5), adotou-se o seguinte procedimento:

- ◀ Considerou-se a riqueza de espécies por campanha, por estação de amostragem (EA);
- ◀ Em cada EA, calculou-se a riqueza de espécies por m², para cada campanha;
- ◀ Para cada EA, calculou-se a riqueza média por m² das quatro campanhas;
- ◀ Para estabelecer os intervalos de classe (para a escala de 1 a 5), a riqueza média máxima (neste caso, 5,99, para a EA4, ver Quadro 3) foi dividida por 5 e o valor resultante (1,19) foi multiplicado por 2, obtendo-se o primeiro intervalo de classe (1,19 – 2,38);
- ◀ Ao valor mais alto do primeiro intervalo (2,38) foi adicionado 1,19, obtendo-se o segundo intervalo de classe (2,38 – 3,57) e assim sucessivamente, até o quinto intervalo de classe para riqueza:

1,19 - 2,38 → 1 (muito baixa)

2,38 - 3,57 → 2 (baixa)

3,57 - 4,76 → 3 (média)

4,76 - 5,95 → 4 (boa)

5,95 - 7,14 → 5 (muito boa)



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os valores de riqueza de espécies (base para calcular os valores de qualidade ambiental) registrados nas seis EAs, por campanha, encontram-se na Tabela 12.3.

Em ordem decrescente, as EAs 2 dispõem-se da seguinte maneira:

EA4 > EA1 > EA3 > EA5 > EA6 > EA2.

A riqueza de espécies relativamente baixa da EA4 na 2ª campanha (47 espécies) atribui-se à prática de roçada, efetuada pelo proprietário poucos dias antes da realização do levantamento florístico.

Tabela 12.3. Riqueza de espécies de espécies, riqueza média e riqueza por m², de cada EA e por campanha, período jul/2012 a abril/2013.

Estação de Amostragem	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	4ª Campanha	Riqueza Média	Riqueza Média/m ²
EA1	46	51	63	59	54,75	5,76
EA2	33	39	34	34	35,00	3,68
EA3	49	51	44	42	46,50	4,89
EA4	56	47	64	61	57,00	5,99
EA5	37	56	31	33	39,25	4,12
EA6	--	39	45	30	38,00	3,99

Os valores de qualidade ambiental estão apresentados na Tabela 12.4. Cabe mencionar que esses valores são relativos às seis EAs e expressam o critério da riqueza de espécies.

Tabela 12. 4. Valor ambiental, tendo como critério a média da riqueza de espécies, período jul/2012 a abril/2013.

Estação de Amostragem	Riqueza Média/m²	Valor Ambiental
EA1	5,76	4
EA2	3,68	3
EA3	4,89	4
EA4	5,99	5
EA5	4,12	3
EA6	3,99	3

Diferentes fatores têm influência sobre a composição botânica e a riqueza de espécies de uma comunidade campestre. Entre tais fatores, podem ser citados as práticas de manejo (intensidade de pastejo, por exemplo), além de variáveis climáticas e distúrbios naturais ou provocados (queimadas ou roçadas, por exemplo).

A exclusão do gado (Boldrini e Eggers, 1996) ou a redução da intensidade do pastejo afetam a dinâmica da vegetação, tendo como consequência uma mudança na composição botânica e na fisionomia da comunidade campestre. Neste sentido, nas EAs 2, 3, 4, e 5 tem sido registrada a presença progressiva de espécies arbustivas e subarbustivas, principalmente da família Asteraceae (*Baccharis coridifolia*, *Baccharis dracunculifolia*, *Eupatorium buniifolium*, *Pterocaulons* sp., *Senecio* spp. e *Vernonia nudiflora*), que passam a ocupar o espaço de espécies herbáceas típicas de campo baixo.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A heterogeneidade de habitats, por sua vez, tem influência positiva na riqueza florística de ambientes alterados (Tivy, 1993). Essa heterogeneidade pode ser expressa, por exemplo, por características físicas e químicas do solo, relevo, exposição à luz.

Pelo exposto, não foi possível atribuir à atividade da Usina algum efeito sobre a riqueza de espécies vegetais campestres, embora se observem valores relativamente baixos de riqueza de espécies nas EAs 2 e 6, situadas na direção predominante dos ventos (direção sudoeste a partir da Usina). Por outro lado, não é possível descartar a existência de efeitos fisiológicos e/ou anatômicos nas plantas, o que, no entanto, não é objeto do presente estudo.

O compartimento ambiental monitorado, flora, tem como responsável técnico o Dr. Paulo Luiz de Oliveira.



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. Dado que as coordenadas acima são estimadas, para efeito da localização exata das estações amostrais em campo, considerou-se uma área amostral real de até 1.000 metros de raio no entorno dessas coordenadas UTM.

Este relatório contém os resultados das quatro campanhas de amostragem, realizadas entre julho de 2012 e abril de 2013, abrangendo o grupo Aves e tem por objetivo descrever a composição, distribuição espaço-temporal e abundância de aves registrada na área de influência da Usina Termoeletrica Presidente Médici (UTEPM), situada no município de Candiota, RS, avaliando possíveis impactos do empreendimento à avifauna.

As campanhas amostrais foram realizadas entre os dias 27 e 30 de julho de 2012, 27 e 31 de outubro de 2012, 24 e 28 de janeiro de 2013 e 16 e 19 de abril de 2013.

13.2 Metodologia

Em cada expedição foram aplicados os métodos de pontos de contagem e de transectos, como indicado no projeto previamente encaminhado. Ao longo de quatro horas de amostragem em cada área, as metodologias acima referidas foram intercaladas dependendo das características ambientais de cada estação amostral, com o objetivo principal de manter uma distância mínima de 200 m



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

entre contagens de uma mesma metodologia, evitando-se contagens duplas de um mesmo indivíduo (Blondel *et al.*, 1981). O número de pontos e transectos estabelecidos em cada estação amostral variou em função do tamanho da propriedade, alcançando 4 a 5 pontos e 2 a 3 transectos em cada área, esforço suficiente para cobrir toda a área da propriedade onde estavam inseridos os pontos e os transectos.

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, independentemente 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 consiste de caminhadas lentas pelos distintos ambientes, incluindo campo seco, campo úmido, pastagens, cultivos e bordas de capões. 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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

contato. A abundância relativa de cada espécie foi obtida através da divisão do número de contatos pelo número total de transectos realizados em cada estação amostral, chegando-se a um índice de abundância nos transectos (IAT).

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).

Utilizou-se, para avaliar a similaridade entre as áreas, uma análise de agrupamento calculada a partir da matriz de dados de abundância relativa das espécies nos transectos, utilizando-se como medida de similaridade a distância euclidiana e o método de ligação por UPGMA.

Comparou-se a diversidade entre as EA através do índice de Simpson (1-D). A partir dos valores de diversidade das áreas em cada campanha de amostragem foi realizada uma Anova para verificar se haveria diferença significativa na diversidade entre as áreas.

Para as análises acima foram utilizados os programas Past v 1.21 (Hammer *et al.*, 2008) e Multiv v 2.63b (Pillar, 2009).

13.3 Resultados

Foram registradas 150 espécies de aves nas quatro campanhas realizadas entre julho de 2012 e abril de 2013. Considerando as campanhas realizadas desde 2007, quando teve início o monitoramento, o total acumulado chega a 181 espécies para a área de influência da UTE Presidente Médici (Anexo 13.1), o que representa 27,38% 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.

Das 150 espécies registradas ao longo desse último ano de amostragem, 29,3% (44 espécies) estiveram presentes em uma única EA; 16,0% (24 espécies) em duas EA; 12,7% (19 espécies) em três EA; 17,3% (26 espécies) em quatro EA; e 24,7% (37 espécies) em cinco EA.

Houve uma flutuação na riqueza das espécies entre as campanhas de amostragem (Figura 13.1). Em geral, isso se deve principalmente ao incremento no número de espécies com a chegada das aves migratórias de verão (ver *status* de permanência no RS no Anexo 13.1), além da conspicuidade das espécies devido às atividades de demarcação de território e de corte nas amostragens de primavera (outubro) e verão (janeiro), em contraste com os números mais baixos de espécies nas amostragens de inverno (julho) e outono (abril).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

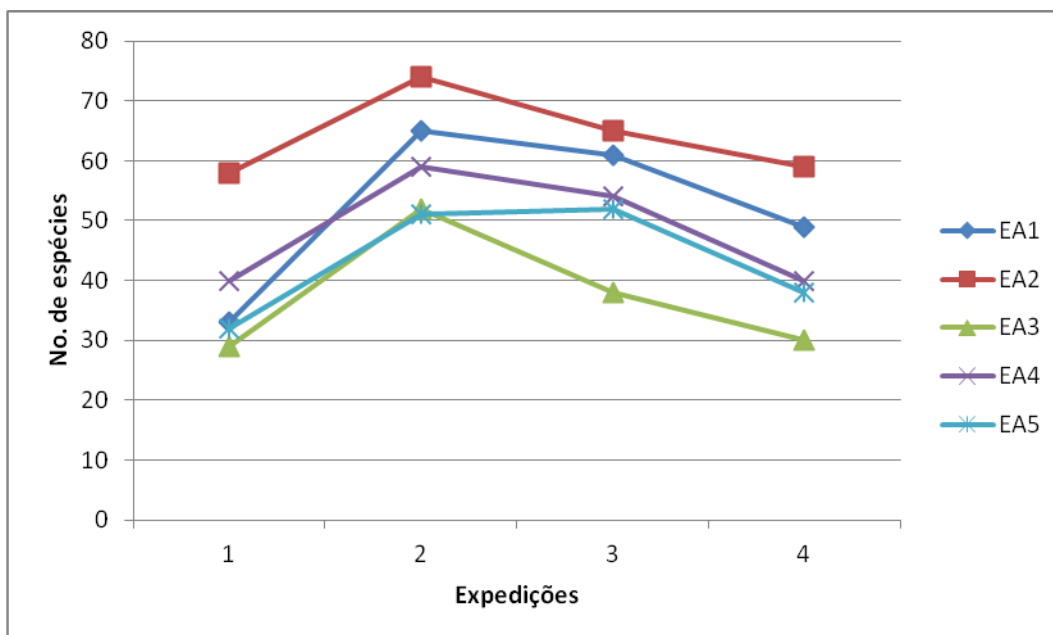


Figura 13.1: Número de espécies de aves registrado em cada estação amostral (EA) nas quatro campanhas realizadas em julho de 2012, outubro de 2012, janeiro de 2013 e abril de 2013.

A EA2 e EA1 apresentaram as maiores riquezas ao longo do monitoramento, com 112 e 97 espécies, respectivamente (Figura 13.2). Os índices de diversidade de Simpson (1-D) para as cinco EA são apresentados no Quadro 13.1. Não houve diferença significativa na riqueza entre as EA ($Q = 0,00392$; $p = 0,598$).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

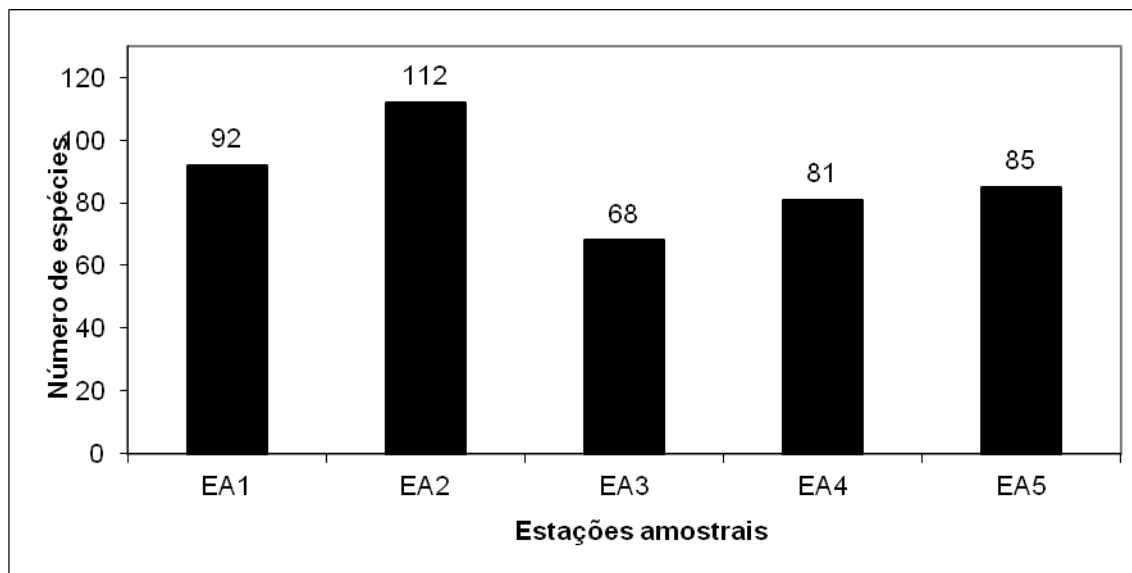


Figura 13.2: Número de espécies de aves registrado nas quatro campanhas realizadas entre julho de 2012 e abril de 2013 nas cinco estações amostrais (EA) do monitoramento de fauna terrestre da Usina Termoeletrica Pres. Médici, Candiota, RS.

Quadro 13.1: Índice de diversidade de Simpson (1-D) para as cinco EA avaliadas para o componente avifauna com base nos dados obtidos entre julho de 2012 e abril de 2013. Não houve diferença significativa entre as áreas ($p = 0,598$).

Campanha	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5
Julho 2012	0,935	0,968	0,940	0,952	0,943
Outubro 2012	0,969	0,972	0,959	0,964	0,961
Janeiro 2013	0,969	0,972	0,956	0,969	0,960
Abril 2013	0,957	0,966	0,938	0,940	0,950

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Mesmo que não tenha sido obtida diferença significativa entre as áreas, a análise de agrupamento (Figura 13.3) fornece uma dimensão da similaridade entre as EA em termos de abundância e composição da avifauna. Como era esperado, a EA 1 apresentou menor similaridade com as demais áreas, mas muito provavelmente, isso se deve ao fato das diferenças fitofisionômicas entre as EA. A EA 1 apresenta uma vegetação típica da Formação Serra do Sudeste e as demais apresentam características de áreas da Campanha.

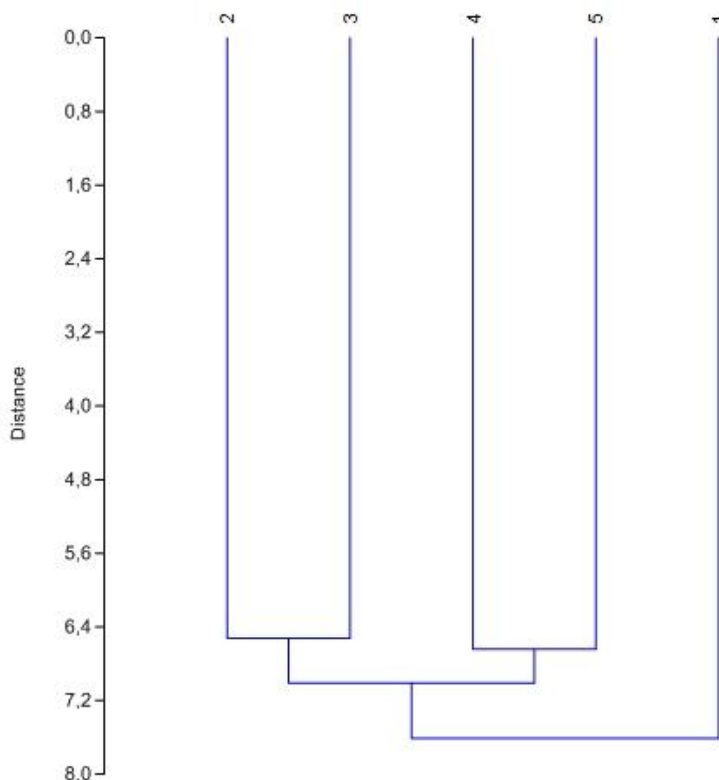


Figura 13.3: Análise de agrupamento das EA em função da abundância e composição da avifauna nos transectos no período de julho/12 a abril/13.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Considerando os índices de abundância das espécies registradas nos pontos de contagem (IPA) e nos transectos (IAT), o João-de-Barro (*Furnarius rufus*) foi a espécie mais abundante nas duas metodologias. Essa ave ocupa uma gama de ambientes abertos, habitando inclusive áreas urbanas. O Bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) foi a segunda espécie mais abundante nos pontos e o Tico-tico (*Zonotrichia capensis*) foi a segunda espécie mais abundante nos transectos. Essas espécies já haviam sido as mais abundantes entre julho de 2011 e abril de 2012.

Vinte espécies reconhecidas como migrantes de verão, que se encontram no Rio Grande do Sul entre o final do inverno e início do outono, foram registradas na região – *Butorides striata*, *Accipiter striatus*, *Coccyzus melacoryphus*, *Elaenia parvirostris*, *Elaenia mesoleuca*, *Hirundinea ferruginea*, *Pyrocephalus rubinus*, *Lathrotriccus euleri*, *Myiophobus fasciatus*, *Myiodynastes maculatus*, *Empidonomus varius*, *Tyrannus savana*, *Tyrannus melancholicus*, *Myiarchus swainsoni*, *Pachyramphus polychopterus*, *Vireo olivaceus*, *Progne chalybea*, *Progne tapera*, *Stelgidopteryx ruficollis* e *Piranga flava*. Estas espécies são consideradas comuns a relativamente comuns, ocupando áreas campestres, capoeiras, capões, matas ciliares, áreas úmidas, áreas rurais e até mesmo cidades, como as duas espécies de *Tyrannus*. Foi registrada também *Mimus triurus*, espécie migrante de inverno vindo do Cone Sul do continente (Belton, 1994 e Bencke, 2001).

Ao longo do último ano de monitoramento, registrou-se apenas uma espécie ameaçada de extinção. Trata-se do Junqueiro-de-bico-reto (*Limnoctites rectirostris*), espécie enquadrada com *status* Vulnerável na Lista da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul (Marques *et al.*, 2002).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

No Rio Grande do Sul, sua distribuição é naturalmente descontínua, abrangendo a região dos Campos de Cima da Serra, no nordeste do Estado, e as áreas abertas do Planalto Sul-Rio-Grandense (Serra do Sudeste), bem como os terrenos sedimentares adjacentes (depressão periférica e litoral do sistema Patos-Mirim), para oeste até Santana do Livramento. Existem registros pontuais no setor leste da Depressão Central gaúcha. Todo o seu ciclo de vida se desenvolve em gravatazais (formações de gravatás *Eryngium* spp., Apiaceae), desde puros até mesclados com outras espécies vegetais de ambientes alagados. Embora possa sobreviver em gravatazais em campos de pastoreio, a perturbação causada pelo gado pode reduzir as taxas de natalidade da espécie, tanto pelo pisoteio de ninhos quanto pela descaracterização do hábitat. As queimadas e o corte raso realizados regularmente por pecuaristas e agricultores nos gravatazais onde a espécie ocorre desalojam indivíduos residentes e podem interferir no processo de dispersão da espécie.

Ao longo de todo o monitoramento, outras três espécies ameaçadas já foram observadas: noivinha-de-rabo-preto (*Xolmis dominicanus*) – *status* Vulnerável, corruíra-do-campo (*Cistothorus platensis*) – *status* Em Perigo, e veste-amarela (*Xanthopsar flavus*) – *status* Vulnerável.

A partir dos resultados obtidos no estudo até o momento, não foi possível concluir qualquer efeito direto e/ou indireto das atividades da UTE Pres. Médici sobre a avifauna local. Isso não quer dizer obrigatoriamente que efeitos negativos sobre esses organismos não estejam ocorrendo, mas sim que nos parâmetros avaliados não há evidências de efeitos.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	R
	<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	R
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	choca-de-boné-vermelho	R
	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	choca-da-mata	R
	<i>Mackenziaena leachii</i>	brujarara-assobiador	R
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	R
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	R
	<i>Heliobletus contaminatus</i>	trepadorzinho	R
	<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	trepador-quiete	R
	<i>Phacellodomus striaticollis</i>	tio-tio	R
	<i>Anumbius annumbi</i>	cochicho	R
	<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	bichoita	R
	<i>Synallaxis ruficapilla</i>	pichororé	R
	<i>Synallaxis cinerascens</i>	pi-puí	R
	<i>Synallaxis spixi</i>	joão-teneném	R
	<i>Limnortyx rectirostris</i>	junqueiro-de-bico-reto	R
	<i>Cranioleuca</i> sp.	arredio	R
Tityridae	<i>Pachyramphus viridis</i>	caneleirinho-verde	R
	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	caneleirinho-preto	M
Rhynchocyclidae	<i>Phylloscartes ventralis</i>	borboletinha-do-mato	R
	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	bico-chato-de-orelha-preta	R
	<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i>	tororó	R
Tyrannidae	<i>Hirundinea ferruginea</i>	birro	M
	<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	R
	<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	R
	<i>Elaenia parvirostris</i>	guaracava-de-bico-curto	M
	<i>Elaenia mesoleuca</i>	tuque	M
	<i>Elaenia obscura</i>	tucão	R
	<i>Serpophaga nigricans</i>	joão-pobre	R
	<i>Serpophaga subcristata</i>	alegrinho	R
	<i>Myiarchus swainsoni</i>	irré	M
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	R
	<i>Machetornis rixosa</i>	suriri-cavaleiro	R
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado	M
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	M
	<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	M
	<i>Empidonomus varius</i>	peitica	M
	<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe	R
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	príncipe	M
	<i>Lathrotriccus euleri</i>	enferrujado	M
	<i>Knipolegus cyanirostris</i>	maria-preta-de-bico-azulado	R
	<i>Knipolegus lophotes</i>	maria-preta-de-penacho	R



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	<i>Satrapa icterophrys</i>	suiriri-pequeno	R
	<i>Xolmis cinereus</i>	primavera	R
	<i>Xolmis irupero</i>	noivinha	R
	<i>Xolmis dominicanus</i>	noivinha-de-rabo-preto	R
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	R
	<i>Vireo olivaceus</i>	juruviara	M
Corvidae	<i>Cyanocorax caeruleus</i>	gralha-azul	R
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	R
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	M
	<i>Progne chalybea</i>	andorinha-doméstica-grande	M
	<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo	M
	<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	andorinha-de-testa-branca	R
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	curruíra	R
	<i>Cistothorus platensis</i>	curruíra-do-campo	D
Poliptilidae	<i>Poliptila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara	R
Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	R
	<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	R#
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	R
	<i>Turdus subalaris</i>	sabiá-ferreiro	M
	<i>Turdus albicollis</i>	sabiá-coleira	R
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	R
	<i>Mimus triurus</i>	calhanda-de-três-rabos	S
Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i>	caminheiro-zumbidor	R
	<i>Anthus correndera</i>	caminheiro-de-espora	R
	<i>Anthus hellmayri</i>	caminheiro-de-barriga-acanelada	R
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	R
Thraupidae	<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro-verdadeiro	R
	<i>Saltator aurantirostris</i>	bico-duro	R
	<i>Tangara sayaca</i>	sanhaçu-cinzento	R
	<i>Tangara preciosa</i>	saíra-preciosa	R
	<i>Stephanophorus diadematus</i>	sanhaçu-frade	R
	<i>Paroaria coronata</i>	cardeal	R
	<i>Pipraeidea melanonota</i>	saíra-viúva	R
	<i>Pipraeidea bonariensis</i>	sanhaçu-papa-laranja	R
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	R
	<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	R
	<i>Donacospiza albifrons</i>	tico-tico-do-banhado	R
	<i>Poospiza nigrorufa</i>	quem-te-vestiu	R
	<i>Poospiza cabanisi</i>	tico-tico-da-taquara	R
	<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra-verdadeiro	R
	<i>Sicalis luteola</i>	tipio	R
	<i>Emberizoides herbicola</i>	canário-do-campo	R



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	<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 brissonii</i>	azulão-verdadeiro	R
	<i>Cyanoloxia glaucocaeerulea</i>	azulinho	R
Parulidae	<i>Parula pitiayumi</i>	mariquita	R
	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	pia-cobra	R
	<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	R
	<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	pula-pula-assobiador	R
Icteridae	<i>Cacicus chrysopterus</i>	tecelão	R
	<i>Icterus cayanensis</i>	encontro	R
	<i>Gnorimopsar chopi</i>	chopim	R
	<i>Xanthopsar flavus</i>	veste-amarela	R
	<i>Chrysomus ruficapillus</i>	garibaldi	R
	<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	chopim-do-brejo	R
	<i>Pseudoleistes virescens</i>	dragão	R
	<i>Agelaioides badius</i>	asa-de-telha	R
	<i>Molothrus bonariensis</i>	vira-bosta	R
	<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	vira-bosta-picumã	R
Fringillidae	<i>Sporagra magellanica</i>	pintassilgo	R
	<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	R
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	pardal	R

13.3 Indicador de Qualidade Avifauna

Foi elaborado um Indicador de qualidade das áreas visando a integração dos resultados entre os diferentes compartimentos do projeto. Tal indicador qualifica as EA em 1 (muito baixa), 2 (baixa), 3 (média), 4 (boa) e 5 (muito boa). O índice para a avifauna foi obtido da seguinte maneira: foi considerado como ótimo a riqueza máxima obtida numa estação amostral e considerado 0 (zero) como o extremo negativo para a qualidade.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Em ordem decrescente de riqueza, as EA estão hierarquizadas da seguinte forma: EA2 (Fazenda Três Lagoas; 112 espécies), EA1 (Fazenda Serra da Veleda; 92 espécies), EA5 (Fazenda Santa Rita; 85 espécies), EA4 (Fazenda Santa Clara; 81 espécies) e EA3 (Fazenda Candiotão; 68 espécies).

A classificação das estações amostrais pelo Indicador de qualidade para o período monitorado de julho de 2012 a abril de 2013 é a seguinte:

EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5
4	5	3	4	4

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



14. Monitoramento da HERPETOFAUNA

14.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

O monitoramento da Herpetofauna foi realizado como parte integrante do Programa de Monitoramento Ambiental na Região de Influência da Usina Termelétrica de Candiota, Município de Candiota/RS. O presente relatório apresenta os dados qualitativos e quantitativos alcançados em quatro campanhas de monitoramento em cinco Estações Amostrais (EA 1 UTM 262163 / 6503935 Serra da Veleda (EA de referência – grupo externo), EA 2 UTM 241561 / 6501179 Fazenda Três Lagoas, EA 3 UTM 243736 / 6510363 Fazenda Candiota, EA 4 UTM 248153 / 6509846 Nordeste e EA 5 UTM 249292 / 6503784 Sudeste) realizadas entre julho de 2012 e abril de 2013.

14.2 Metodologia

As quatro campanhas realizadas (ver relatórios parciais) contemplam as quatro estações ocorrentes para a região subtropical (primavera (campanha de outubro de 2012), verão (campanha de janeiro de 2013), outono (campanha de abril de 2013) e inverno (campanha de julho de 2013)). A metodologia empregada contempla as estratégias amostrais segundo o Plano de monitoramento.

Para verificar se havia diferenças na composição e abundâncias entre Estações Amostrais foram obtidas as matrizes de riqueza e abundância para anuros e répteis para cada Estação Amostral em cada uma das quatro campanhas utilizando o método de classes de machos vocalizando (ver relatórios parciais) para anfíbios e número de indivíduos para répteis, para isso, foi feito uma medida de semelhança entre unidades amostrais (distância Euclidiana) e feito uma MANOVA em blocos com testes de aleatorizações com 100 iterações (Pillar & Orlóci 1996).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Para esta análise, cada período amostral foi agrupado em blocos. Foi utilizada uma análise de cluster (UPGMA) baseado na distância Euclidiana para classificar as Estações amostrais em relação a composição e abundância das espécies (Legendre & Legendre 1998).

Com os mesmos dados da medida de semelhança entre as áreas foi feita uma ordenação utilizando análises de coordenadas principais (PCoA). Esta matriz foi submetida a uma análise de correspondência (Legendre and Legendre 1998). O UPGMA foi feito através do programa Statistica 7.0 (Statsoft, Inc. 2004). O PCoA foi feito através do programa SigmaPlot 10.0 (Anon, 2006) todas demais análises foram feitas com a utilização do programa MULTIV 2.4 (Pillar, 2004).

14.3 Resultados e Discussão

Foram registradas 15 espécies de anfíbios e 6 de répteis para as cinco estações amostrais de trabalho. Os anfíbios encontrados estão agrupados em 4 famílias (Bufonidae, Cycloramphidae, Hylidae, Leiuperidae, Leptodactylidae, e Ranidae) (Tabela 14.1) e répteis em 6 famílias (Amphisbaenidae, Colubridae e Teiidae) (Tabela 14.2). A análise de agrupamentos (Cluster) demonstra a relação entre as áreas baseadas na composição abundância de assembleias com $p = 1$ para anfíbios (Figura 14.1) e com $p = 0,285$ para répteis (Figura 14.2) não demonstrando ser significativo tanto para anfíbios quanto para répteis. Os dois primeiros eixos da análise de correspondência explicam 80% da variação da freqüência de espécies de anfíbios descritas pelas áreas (Figura 14.3) e 99% da variação da freqüência de espécies de répteis (Figura 14.4).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 14.1.: Espécies de anfíbios encontrados nas estações amostrais no trabalho de monitoramento ambiental para a usina termelétrica de Candiota realizadas entre julho de 2012 e julho de 2013. E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste)

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 14.2.: Espécies de répteis encontrados nas estações amostrais no trabalho de monitoramento ambiental para a usina termelétrica de Candiota realizadas entre julho de 2012 e julho de 2013. E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste)

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

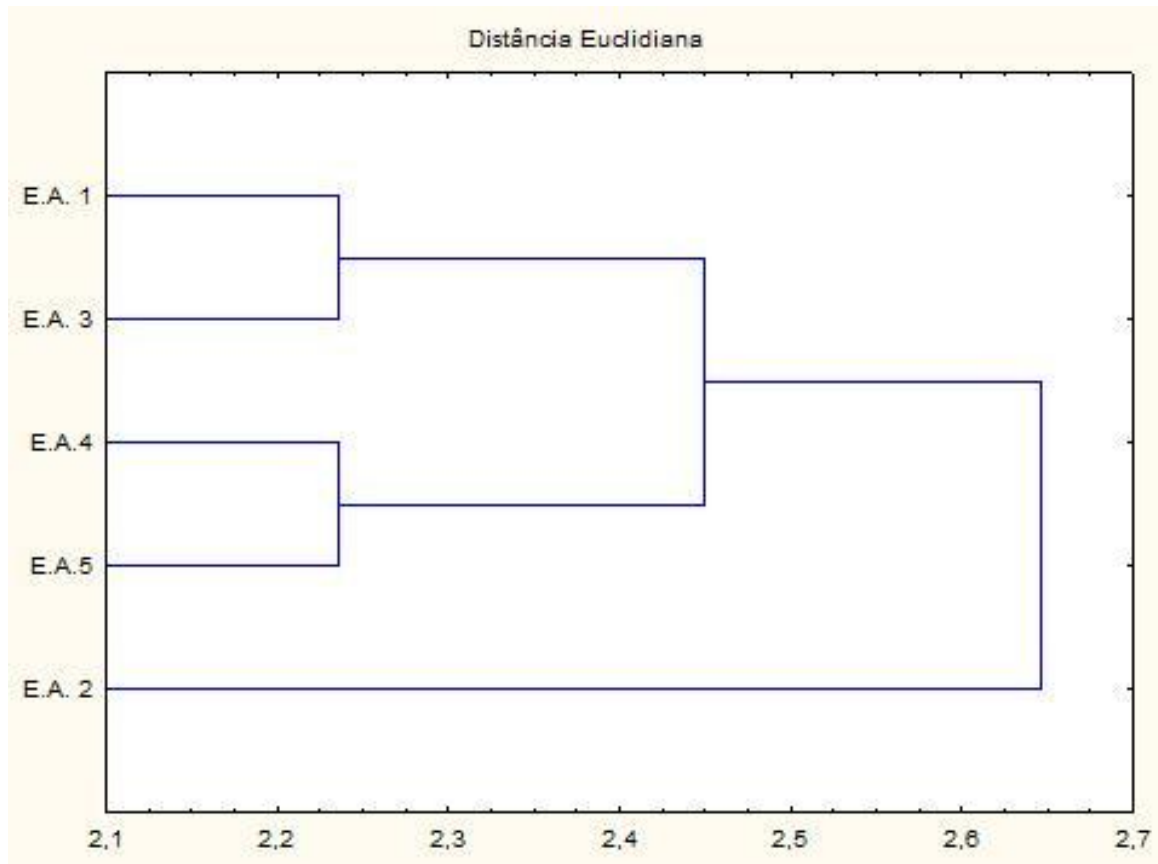


Figura 14.1 - Dendrograma (UPGMA) das cinco Estações amostrais descritas pelas espécies de **anfíbios**. Através da autoreamostragem (Bootstrap) ($p = 1$). Áreas; 1= E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); 2=E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); 3=E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); 4=E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); 5=E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste), no período de julho/2012 a abril/2013.

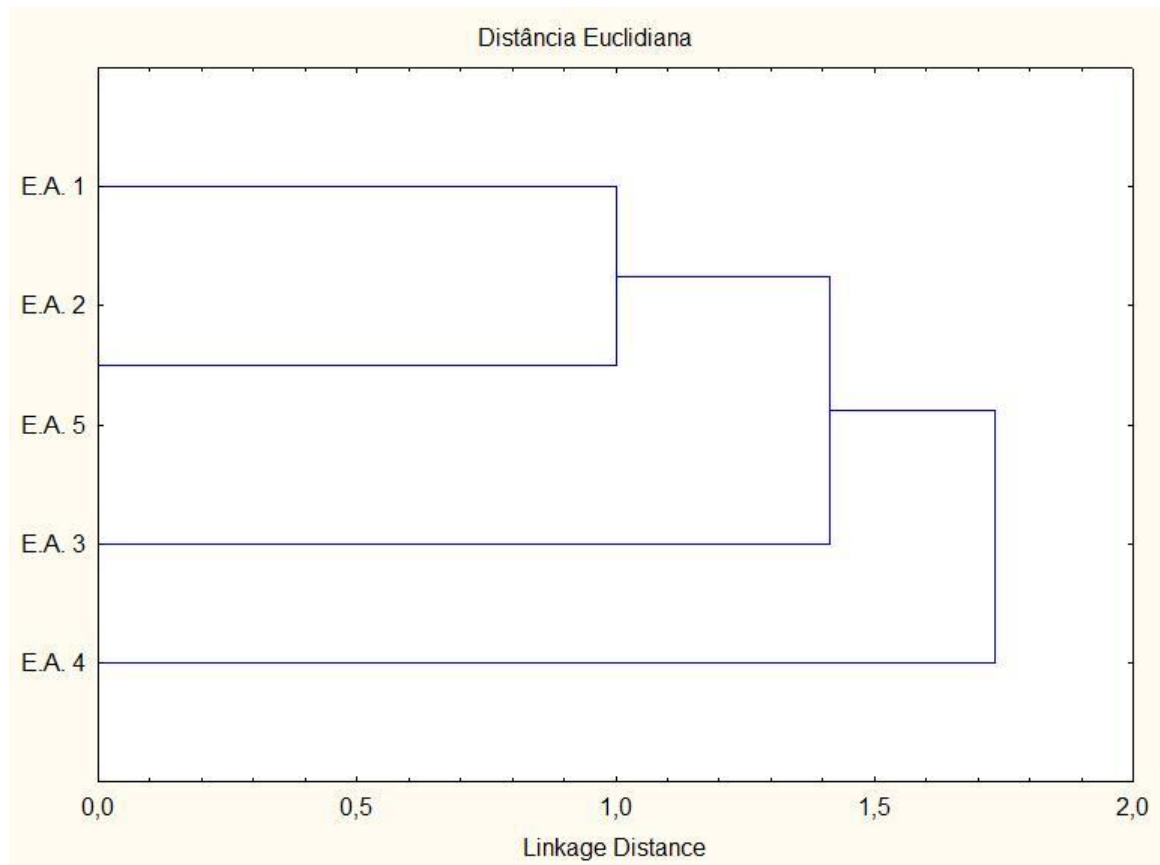


Figura 14.2 - Dendrograma (UPGMA) das cinco Estações amostrais descritas pelas espécies de **répteis**. Através da autoreamostragem (Bootstrap) ($p = 0,285$). Áreas; 1= E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); 2=E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); 3=E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); 4=E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); 5=E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste) , no período de julho/2012 a abril/2013.

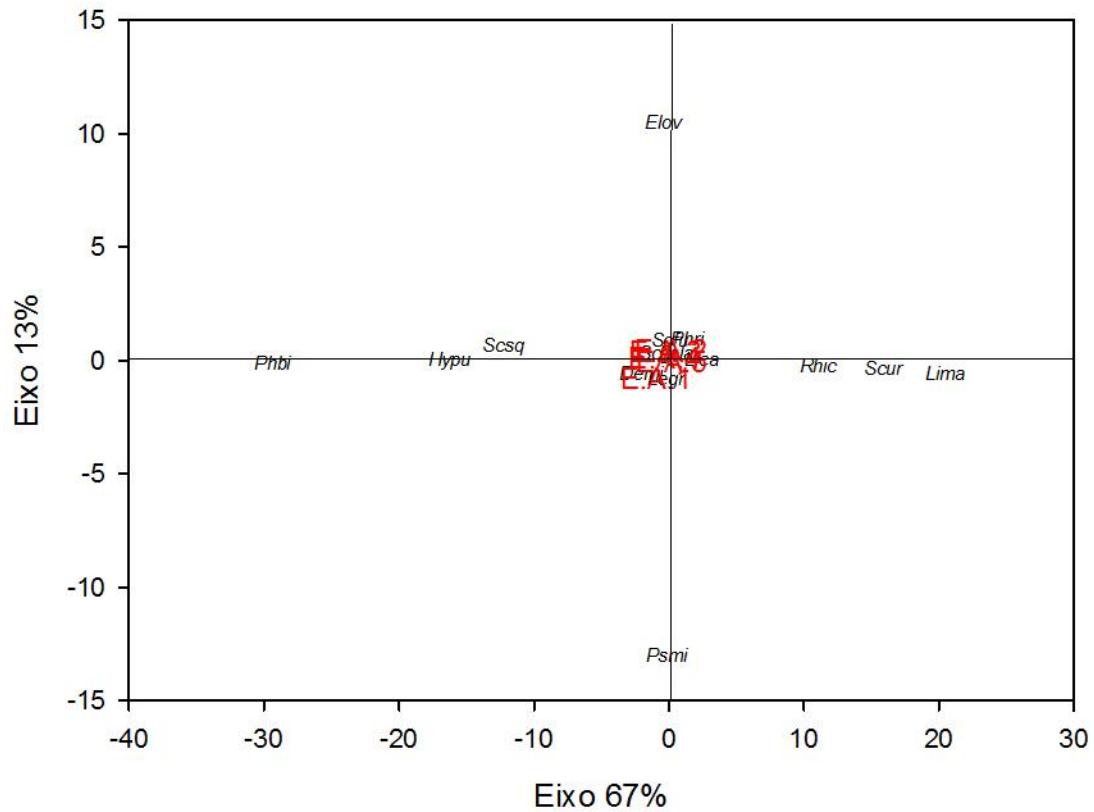


Figura 14.3 – Análise de correspondência baseada nos dois primeiros eixos classificando as áreas baseado na riqueza e abundância de **anfíbios**: Areas; Estação amostral 1: E.A.1, Estação amostral 2: E.A.2, Estação amostral 3: E.A.3, Estação amostral 4: E.A.4, Estação amostral 5: E.A5. Anfíbios; **Demi**: *Dendropsophus minutus*, **Elov**: *Elachistocleis ovalis*, **Hypu**: *Hypsiboas pulchellus*, **Legr**: *Leptodactylus gracilis*, **Lela**: *Leptodactylus latrans*, **Lima**: *Limnomedus macroglossa*, **Lica**: *Lithobates catesbeianus*, **Phbi**: *Physalaemus biligonigerus*, **Phri**: *Physalaemus riograndensis*, **Psmi**: *Pseudis minutus*, **Rhic**: *Rhinella ictérica*, **Scfu**: *Scinax fuscovarius*, **Scgr**: *Scinax granulatu*, **Scsq**: *Scinax squalirostris*, **Scur**: *Scinax uruguayus*, no período de julho/2012 a abril/2013.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

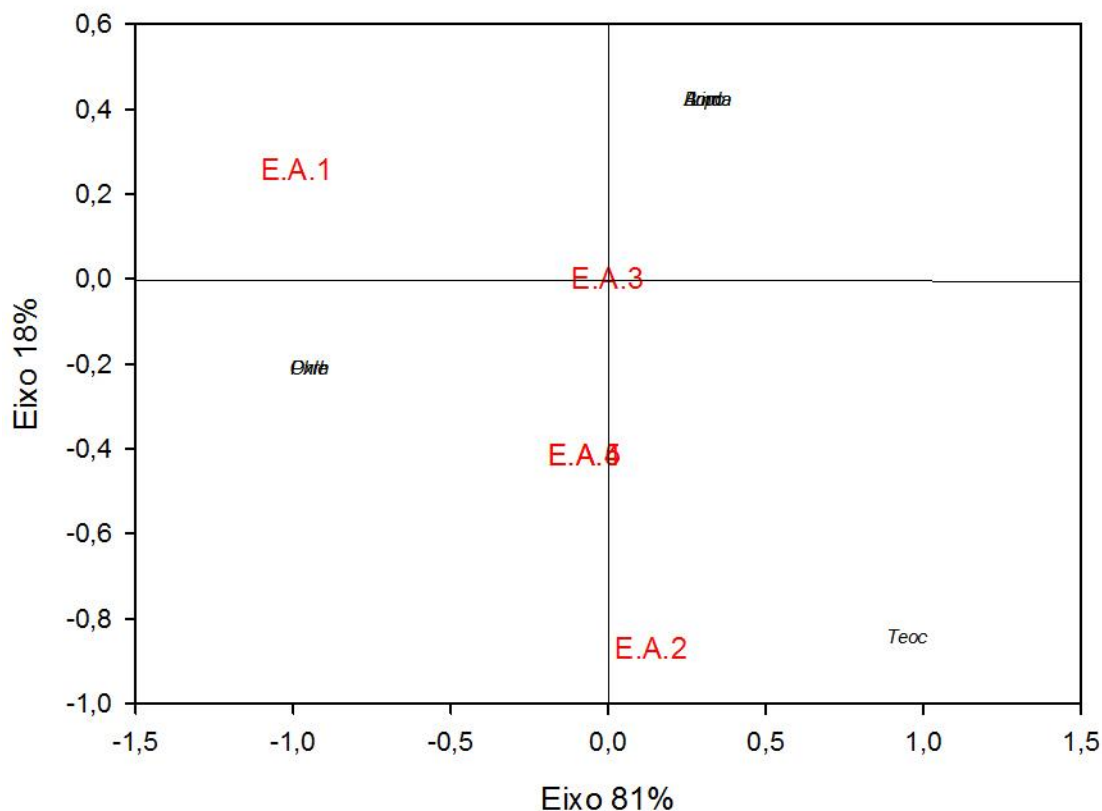


Figura 14.4 – Análise de correspondência baseada nos dois primeiros eixos classificando as áreas baseado na riqueza e abundância de **répteis**: Áreas; Estação amostral 1: E.A.1, Estação amostral 2: E.A.2, Estação amostral 4: E.A.4, Estação amostral 5: E.A.5. Répteis; **Amda**: *Amphisbaena darwinii*, **Boma**: *Boiruna maculata*, **Lipo**: *Liophis poecilogyrus*, **Oxrh**: *Oxyrhopus rhombifer*, **Phle**: *Phalotris lemniscatus*, **Teoc**: *Teius oculatus*, no período de julho/2012 a abril/2013.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nenhuma espécie ameaçada de extinção ou de interesse econômico foi registrada (Haddad 2008; IUCN, 2011) tanto em nosso monitoramento quanto em um trabalho completo de levantamento para anfíbios realizado no município de Candiota em 2004 (Di-Bernardo et. al, 2004b). Através da Figura 14.5 podemos observar que o maior número de espécies de anfíbios para todas as estações amostrais ocorreram na segunda e terceira campanha que consistem na estação da primavera e verão onde respectivamente, com maior número de espécies para a estação amostral 2. Para répteis o maior número de espécies foi registrado também para a E.A.2 na terceira campanha (Figura 14.6).

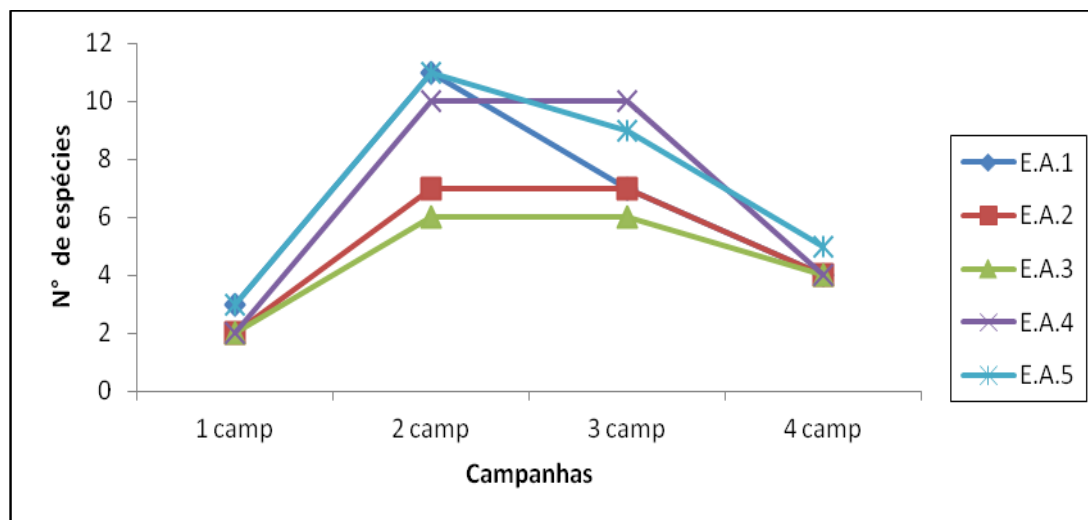


Figura 14.5.: Número de espécies de anfíbios registradas em cada Estação amostral para cada campanha; E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste), no período de julho/2012 a abril/2013.

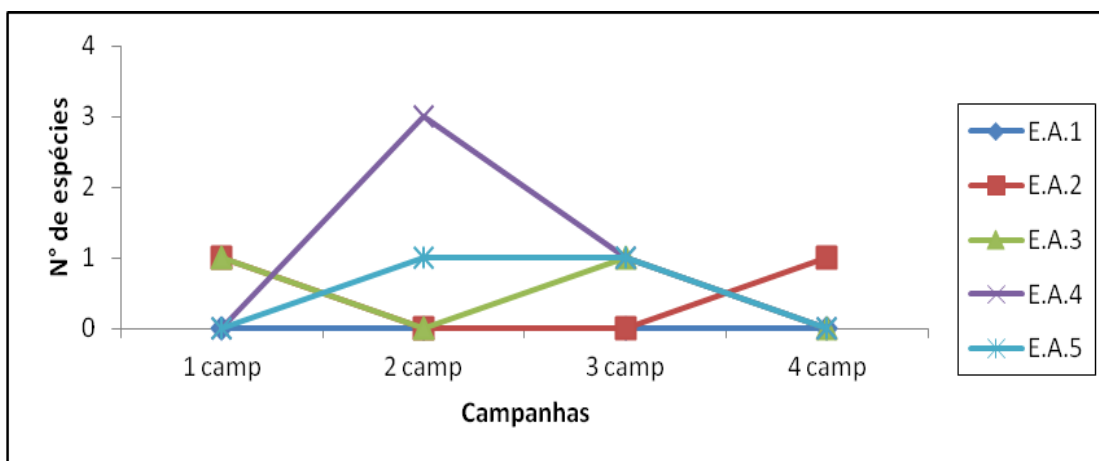


Figura 14.6: Número de espécies de répteis registrados em cada Estação amostral para cada campanha; E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste), no período de julho/2012 a abril/2013.

Até o presente momento são registradas para o estado do Rio Grande do Sul cerca de 94 espécies de anfíbios (ver referências em Garcia & Vinciprova, 2003; listas em Kwet, 2001, Kwet 2005 e compilação de trabalhos em Herpetologia, 2010), dentre estas 3 foram descritas recentemente no início de 2008 (Cruz & Fusinato, 2008; Rosset, 2008; Kwet, 2008), o que demonstra que nossa anurofauna ainda é pouco conhecida e passível de novas descobertas para os próximos anos.

Para a região de Candiota existe uma lista recente das espécies de anfíbios ocorrentes na qual registra 22 espécies (Di-Bernardo et al, 2004b) e neste monitoramento foram registradas 19 espécies (somatório de todas as campanhas em todos os 5 contratos de monitoramento), entretanto o levantamento feito por Di-Bernardo foi em todas as áreas propícias para encontro de anfíbios no município de Candiota e nosso monitoramento em 5 E.A. designadas pelo termo de referência do monitoramento.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Para répteis o número de espécies registradas até o momento para o estado é de 118, sendo um jacaré, seis cobras-de-duas-cabeças, 11 tartarugas, 21 lagartos e 79 serpentes (Lema, 1994; Di-Bernardo et al., 2004a, Herpetologia, 2010) e algumas discussões sobre ocorrências ainda estão abertas (Di-Bernardo et al., 2004a). Em nosso trabalho foram registradas apenas 17 espécies para as 5 E.A. no somatório dos 5 contratos de monitoramento, certamente mais espécies ocorrem na região e não foram amostradas devido a metodologia aplicada e características ecológicas do grupo pois amostragens com répteis são mais complicadas devido aos hábitos das espécies. A amostragem feita foi de acordo com o Plano de Monitoramento, entretanto mesmo com esforço de campo superior as assembléias podem ser subamostradas, pois trabalhos com história natural de répteis após vários anos de amostragens ainda registram encontros de novas espécies.

A representação gráfica da análise de correspondência demonstra a relação da presença e abundância das espécies em relação às áreas (E.A.). Para a anurofauna fica evidenciada a dominância das espécies *D. minutus*, *E. ovalis*, *H. pulchellus*, *L. gracilis*, *L. latinasus*, *P. minutus*, *P. riograndensis*, *S. squalirostris* e *S. uruguayi* para as Estações amostrais 4 e 5. Os resultados de agrupamento não A estação amostral 3 apesar de se agrupar com a estação amostral 1 (grupo controle), na análise de agrupamento apresenta um resultado não confiável pois o baixo número de ambientes propícios para a ocorrência de anuros nesta estação torna-os mais propensos de encontro, ou seja, existem poucos locais propícios para o refugio destas espécies tornando o sucesso de encontro maior, apesar do mesmo esforço ter sido feito em todas as estações.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Esta E.A. é caracterizada como a área mais pobre em termos de ambientes propícios para o estabelecimento de comunidades de anfíbios e répteis devido à desconfiguração do ambiente natural, tendo o menor número de corpos d'água. Em grande parte da sua área existe o plantio de *Eucalyptus* sp. e é de propriedade da CGTEE, a companhia a utiliza para este plantio para queima de madeira na usina. Os dados demonstram que o grupo externo (controle) (E.A.1) escolhido no plano de monitoramento não apresenta real diferença na riqueza e abundância das espécies de anuros quando comparado com as E.A. circundantes a Usina, ficando evidenciado no dendrograma gerado que a E.A.1 está mais associada com as E.A.3, 4 e 5 que com a E.A.2, As análises comprovam assim algumas induções prévias feitas em campo quando caracterizada a fisionomia de cada E.A.

Através da metodologia aplicada, os dados não permitem afirmar que a emissão de gases através da chaminé da usina seja um possível causador de declínios populacionais para a anurofauna. A característica marcante da E.A.1. é baseada em aspectos relacionados a formações conhecidas para a Serra do Sudeste, diferentemente das características das demais E.A.. A observação única e exclusiva dos dados sem um cuidado mais direcionado aos grupos estudados pode gerar uma má inferência quanto ao aspecto de declínios ou de riscos para as espécies, entretanto algumas ações indiretas certamente são causadoras do não registro de espécies na E.A.3, tais como a descaracterização através da destruição do habitat com o plantio de *Eucalyptus* sp., tais organismos são conhecidos pela sua capacidade de drenagem do solo, acabando assim com áreas úmidas propícias para sítios reprodutivos de anfíbios e a perda de áreas de uso para répteis.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Como conclusão final para todo o monitoramento é fortemente recomendável a reavaliação e reestruturação completa do termo de referência do monitoramento, os parâmetros de avaliação da composição e abundância de répteis e anfíbios das unidades amostrais claramente não é o mais recomendado para observar os impactos diretos e indiretos das emissões da chaminé da Usina termelétrica Presidente Medici para Herpetofauna.

Parâmetros como pH de banhados de locais de ocorrência de anfíbios devem ser observados, quantidade de banhados naturais e características de paisagem são mais determinantes na ocorrência das espécies do que a direção dos ventos em relação as emissões da chaminé da usina.

14.4 Indicador de Qualidade

O indicador de qualidade ambiental para a herpetofauna, um índice para répteis e um para anfíbios, (registrada nas cinco estações amostrais (EA 1 UTM 262163 / 6503935 Serra da Veleda (EA de referência – grupo externo), EA 2 UTM 241561 / 6501179 Fazenda Três Lagoas, EA 3 UTM 243736 / 6510363 Fazenda Candiota, EA 4 UTM 248153 / 6509846 Nordeste e EA 5 UTM 249292 / 6503784 Sudeste) foi definido a partir da maior riqueza encontrada em cada uma das unidades amostrais.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A partir desse valor foi escolhida a maior riqueza dentre todas as unidades amostrais e dividido por cinco formando assim cinco categorias para o índice de qualidade ambiental.

Com essa metodologia foram criadas as cinco classes para o índice, a partir da maior riqueza encontrada nas áreas, demonstrando assim as semelhanças e diferenças entre as áreas no período abril/2012 a julho/2013.

	EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5
Anfíbios	5	4	3	5	5
Répteis	1	2	2	5	5

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



15. BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR

15.1 Distribuição das Estações Amostrais

As Estações Amostrais estão apresentadas nos Quadros 11.1 a 11.4 e mapeadas na Figura 11.2.

O presente relatório apresenta a compilação dos resultados das quatro últimas saídas de campo, realizadas entre julho de 2012 a abril de 2013, com vistas à coleta, exposição e análise dos bioindicadores vegetais conforme previsto no planejamento do biomonitoramento da qualidade do ar do programa de monitoramento ambiental da região de influência da usina termoeletrica de Candiota.

A abordagem empregada no presente biomonitoramento consiste na avaliação do padrão de dispersão de alguns elementos químicos presentes no carvão como impurezas, que ao serem emitidos para a atmosfera pela queima do carvão, são absorvidos e acumulados pela vegetação herbácea da área adjacente à usina (*biomonitoração passiva*) e por líquens previamente expostos nestes mesmos locais (*biomonitoração ativa*). Os elementos analisados são o enxofre, o fluoreto e os metais-traço: cádmio, chumbo e zinco.

O propósito do presente estudo destina-se a estimar o grau de impacto das emissões atmosféricas geradas pela usina sobre a biota adjacente, com o intuito de responder às seguintes questões:



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- (1) quais os teores médios e máximos dos contaminantes atmosféricos considerados, em folhas ou parte aérea, dos bioindicadores avaliados?
- (2) os teores são compatíveis com aqueles estabelecidos pela literatura especializada?
- (3) qual o padrão de distribuição dos contaminantes atmosféricos nos bioindicadores na área ao redor da usina?
- (4) qual a distância máxima de dispersão dos contaminantes atmosféricos?

Foram realizadas quatro campanhas de amostragem nas quais foram coletadas três espécies de plantas em nove estações de amostragem (EAs). As espécies amostradas foram: *Elephantopus mollis* (Família Asteraceae), *Baccharis trimera* (carqueja, Asteraceae) e *Paspalum notatum* (grama forquilha, Poaceae). As datas do período amostral estão apresentadas na Tabela 15.1

Tabela 15.1: Datas das coletas e estação do ano de referência.

Saídas	Período	Estação de referência
1 ^a	9 - 10 / 07 / 2012	inverno
2 ^a	8 - 9 / 10 / 2012	primavera
3 ^a	14 - 15 / 01 / 2013	verão
4 ^a	8 - 9 / 04 / 2013	outono

As saídas ao campo tiveram por finalidade:

- coletar as espécies vegetais da biomonitoração passiva;
- coletar os líquens expostos da biomonitoração ativa;
- realizar o registro fotográfico das estações de amostragem em imagens geo-referenciadas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Além das nove estações de amostragem (EAs) monitoradas nas campanhas anteriores, nesta nova etapa foram adicionadas mais três EAs em distâncias superiores a 10 km. Dessa forma o conjunto de estações de amostragem atual é formado por quatro EAs localizadas nos quatro quadrantes geográficos a uma distância em torno de 2,5 km da usina termoelétrica, duas em um raio de 5 km, duas em um raio de 10 km e duas EAs novas (10 e 11) localizadas na direção predominante do vento a 13 e 19 km, respectivamente. A estação EA 1, situada a 17 km da termoelétrica na localidade denominada como Serra do Veleda, continua sendo considerada como *estação de referência* juntamente com uma nova estação, localizada no município de Pedras Altas (EA 12), ao lado da estação de monitoramento automático de poluentes atmosféricos e de dados meteorológicos.

As EAs foram fotografadas e geo-referenciadas com o emprego de uma máquina fotográfica Nikon D90 equipada com GPS-GP1, o qual permite a aquisição precisa das coordenadas geográficas diretamente no arquivo de imagem. De posse das coordenadas geográficas, foram estimadas as distâncias e as orientações das estações em relação à usina, as quais foram incluídas em um mapa obtido no site *Google Earth* (Figura 11.2).

15.2 Metodologia

O monitoramento passivo constituiu-se na coleta em cada uma das doze EAs, de folhas ou parte aérea, das seguintes espécies: *Baccharis trimera* (carqueja), *Elephantopus mollis*, e *Paspalum notatum* (grama forquilha). As coletas foram realizadas a cada três meses, coincidindo com os períodos de inverno, primavera, verão e outono.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A cada coleta, o material colhido de no mínimo dezoito indivíduos diferentes de cada espécie em cada EA foi reunido em uma amostra única, na qual foram determinados os teores de cádmio (Cd), chumbo (Pb), zinco (Zn), enxofre (S) e fluoreto (F⁻), após a remoção do material particulado depositado sobre a parte aérea.

As amostras de *P. notatum* foram separadas antes do processo de lavagem, em duas subamostras uma das quais não sofreu a lavagem, com vista a estimar a contribuição do material particulado depositado sobre as folhas na contaminação por metais pesados e fluoreto.

O monitoramento ativo constituiu-se na exposição dos líquens *Ramalina celastri* e *Teloschistes exilis*. Os espécimes de *R. celastri* foram coletados no bairro da Ponta Grossa em Porto Alegre e de *T. exilis* no município de Barra do Ribeiro, às margens do Lago Guaíba. Evitou-se coletar os líquens nas proximidades de grandes centros urbanos, a fim de evitar que os mesmos estivessem previamente contaminados antes mesmo da exposição.

Em cada uma das EAs foi colocado uma haste de madeira, na qual foram fixados os ramos contendo os líquens selecionados a 1,5 metros acima da superfície do solo. Após um período de exposição de aproximadamente nove meses, os ramos foram coletados, levados ao laboratório e identificados os líquens de interesse.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O Índice de Poluição por Metais (IPM), o qual sintetiza o acúmulo de metais pelas espécies de plantas em cada uma das estações de amostragem, foi calculado a partir da seguinte fórmula, apresentada por Singh et al. (2008):

$$\text{IPM} = (Cf_1 \times Cf_2 \times Cf_3 \times \dots \times Cf_n)^{1/n}$$

Onde: Cf é a concentração dos n metais em cada amostra de planta das espécies estudadas.

Informações detalhadas dos métodos empregados para a amostragem e análise dos parâmetros apresentados foram descritas nos relatórios parciais.

15.3 Resultados e Discussão

A) Biomonitoramento passivo

Assim como descrito em relatórios anteriores, os teores de metais na matéria seca todas as espécies coletadas apresentaram a seguinte ordem decrescente de concentração: $\text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cd}$. A diferença nas concentrações entre dois elementos consecutivos nesta ordenação foi de uma ordem de grandeza. Tal sequência de ordenação é frequente em outras espécies vegetais, tanto quando expostas à contaminação ambiental (Sawidis et al., 2001; Bose & Bhattacharyya, 2008) como na ausência dela, visto que o chumbo e o cádmio são xenobióticos, isto é, são elementos estranhos aos sistemas biológicos, enquanto o zinco é um constituinte de várias enzimas vegetais e requerido como cofator para outras tantas (Taiz & Zeiger, 2009; Marschner, 1995). Esta é também a ordenação encontrada para as concentrações destes elementos químicos na maioria dos tipos de solo (Kabata-Pendias & Pendias, 1986).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Elephantopus mollis apresentou os maiores teores de Cd e Zn (Figuras 15.1A e 15.1C) e valores intermediários de Pb e S, enquanto que os maiores teores de S e Pb foram encontrados na gramínea *Paspalum notatum* (Figuras 15.1B e 15.1D). *Baccharis trimera* apresentou valores intermediários de Cd e Zn (Figuras 15.1A e 15.1C) e os menores teores de Pb e S (Figuras 15.1B e 15.1D).

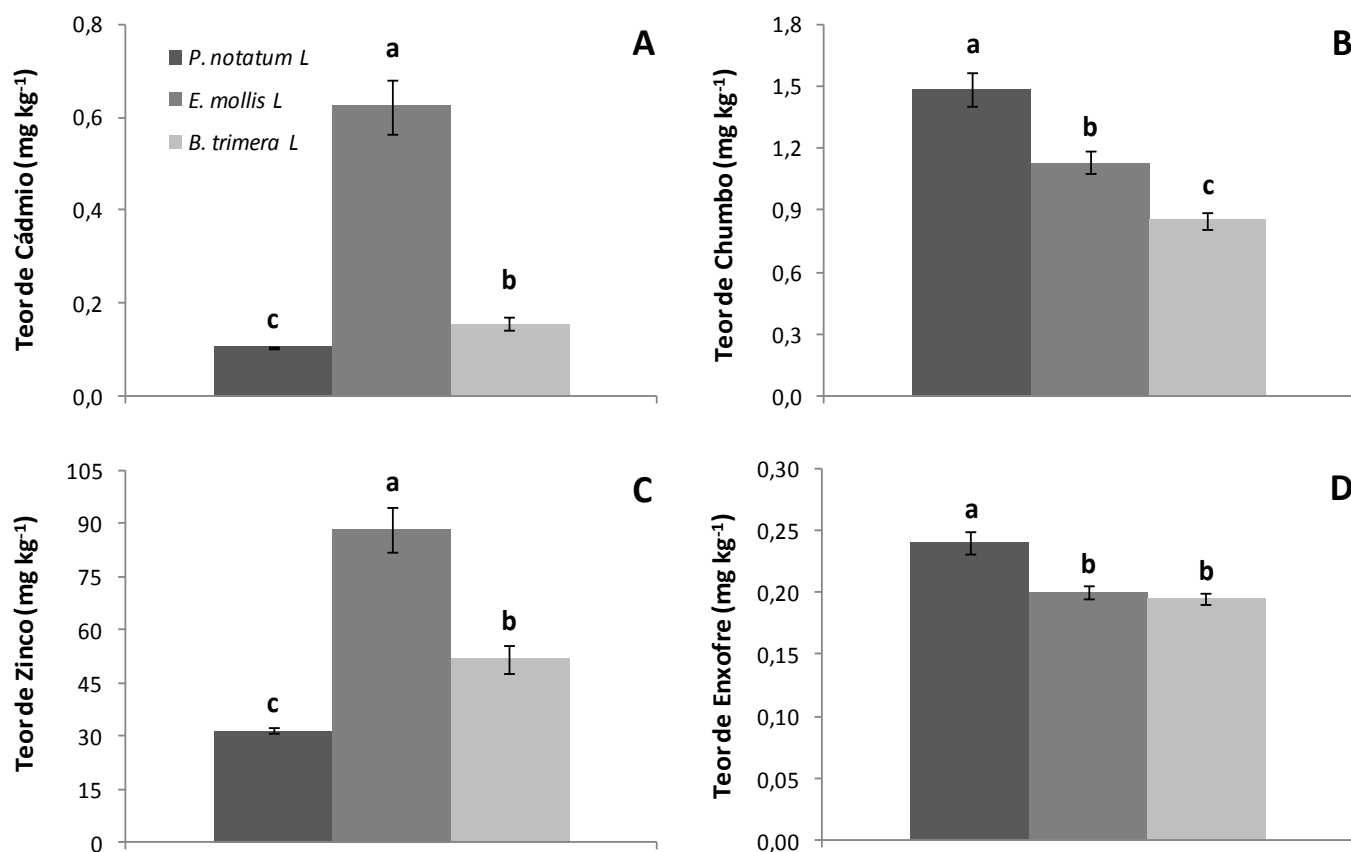


Figura 15.1: Médias dos teores de cada elemento químico analisado em todas as estações de amostragem para as três espécies da biomonitoração passiva: cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e enxofre (D). Letras diferentes indicam diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey para um alfa = 0,05, período julho/2012 a abril/2013.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A eficácia de *E. mollis* como bioacumulador de metais pesados tem se confirmado desde o início do biomonitoramento das emissões atmosféricas da termoeletrica de Candiota (Divan Junior et al., 2009; Divan Junior et al., 2010). A elevada capacidade de absorção de cádmio por *E. mollis* pode estar relacionada à sua também maior capacidade de absorção de zinco, visto que os dois elementos pertencentes ao grupo químico 12 apresentam propriedades químicas similares (Aravind & Prasad, 2005), e eventualmente, podem competir pelo mesmo transportador de membrana nas células das raízes (Kabata-Pendias & Pendias, 1986).

Os teores de enxofre na matéria seca foram bastante semelhantes nas três espécies vegetais, com amplitudes variando entre 0,14 ~ 0,38% em amostras não lavadas de *P. notatum*, 0,12 ~ 0,37% em amostras lavadas, 0,13 ~ 0,28 % em *E. mollis* e 0,14 ~ 0,28 % em *B. trimera*.

O fator de acumulação ou concentração (FC) é a razão entre os teores de um determinado elemento na planta e no solo onde ela vegeta. Tal fator descreve o comportamento de um elemento qualquer em relação ao nível desse mesmo elemento no solo. Assim, se o fator for maior do que 1 o elemento está sendo acumulado na planta; se o valor for igual a 1 o teor na planta está em equilíbrio com o teor no solo e se for menor do que 1 o elemento está sendo evitado. O fator de concentração tem sido usado em diversos estudos para caracterizar a relação entre os teores de elementos metálicos na parte aérea de plantas e no solo (Alam et al., 2003; Peris et al., 2007; Maiti & Jaiswal, 2008).

E. mollis apresentou os maiores valores de FC para os elementos químicos cádmio e zinco (Figura 15.2).

Os valores de FC para o chumbo foram semelhantes em *E. mollis* e *P. notatum*, e maiores do que em *B. trimera*. Em *E. mollis*, o FC apresentou a seguinte ordenação decrescente $Zn > Cd > Pb$, porém sem diferença significativa entre o FC para o Zn e para o Cd. Ordenamento similar, embora com valores diferentes para os fatores de concentração, foi encontrado em campanhas anteriores (ver Relatório Final 2012) ou em outras espécies vegetais por outros autores (Alam et al., 2003; Peris et al., 2007), o que parece evidenciar que esse padrão seja devido às propriedades químicas específicas de cada elemento.

Talvez, em decorrência de sua maior capacidade de acumulação, isto é, do fator de concentração mais elevado nesta espécie, os teores de metais em *E. mollis* evidenciaram mais nitidamente o padrão de dispersão de metais na área adjacente à usina termoeleétrica, como mostrado na Figura 15.3.

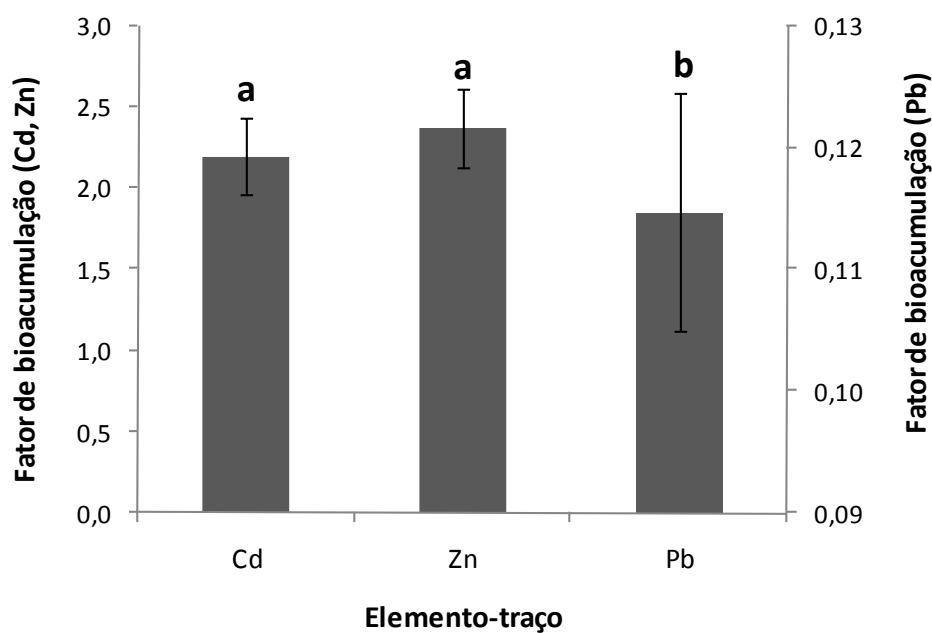


Figura 15.2: Fatores de acumulação para os elementos-traço metálicos na matéria seca de folhas de *Elephantopus mollis*, período julho/12 a abril/13.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

De modo geral, os teores de metais e enxofre de *E. mollis* foram maiores nas EAs 2, 7, 8, 10 e 11 (Figuras 15.3A, C e D), que se localizam à jusante da usina, na direção predominante dos ventos que passam pela termoeletrica. Mas também, há evidências que em alguns casos, estações de amostragem situadas a pouca distância da usina, como as EAs 3 e 4, podem receber um aporte significativo das emissões, principalmente no caso dos metais zinco e chumbo que se depositam mais próximo à usina (Figuras 15.3B e C). Talvez, em situações de calma e distribuição uniforme da pluma por igual em todas as direções, como em condições de inversão térmica.

A estação de amostragem onde foi encontrado o valor máximo variou entre os elementos químicos analisados. Os valores máximos dos teores de cádmio e enxofre foram encontrados nas plantas localizadas mais longe da usina (Figura 15.3A e D), em oposição ao chumbo e o zinco, cujos teores máximos foram encontrados nos indivíduos de *E. mollis* situados mais próximos da termoeletrica (Figuras 15.3B e C, respectivamente).

Os dados colhidos até agora têm dado suporte a este padrão mais geral de distribuição, o qual é semelhante ao encontrado nas campanhas de amostragem anteriores (ver Relatório Final 2012). Porém, a inclusão de estações de amostragem em distâncias superiores a 10 km da usina tem gerado alguns resultados que apresentam incongruências com esse padrão mais geral.

Os resultados que mais evidenciam essa incompatibilidade são os valores elevados de zinco na EA 12 (Figura 15.3C), a qual pela orientação e distância em relação à usina deveria ser considerada uma área de referência. Os dados obtidos até o momento referem-se somente a três coletas, portanto, ainda são insuficientes. Entretanto, a julgar pela homogeneidade dos resultados obtidos até o presente

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

momento, como comprovam os desvios relativamente pequenos das médias dos teores de chumbo e zinco (Figuras 15.3B e C), os valores parecem indicar que essa é a tendência dos teores destes elementos em *E. mollis* naquela estação de amostragem. Do que resulta tornar-se necessário reavaliar conjuntamente estes resultados com o padrão de circulação dos ventos (direção e velocidade) nesta estação de amostragem.

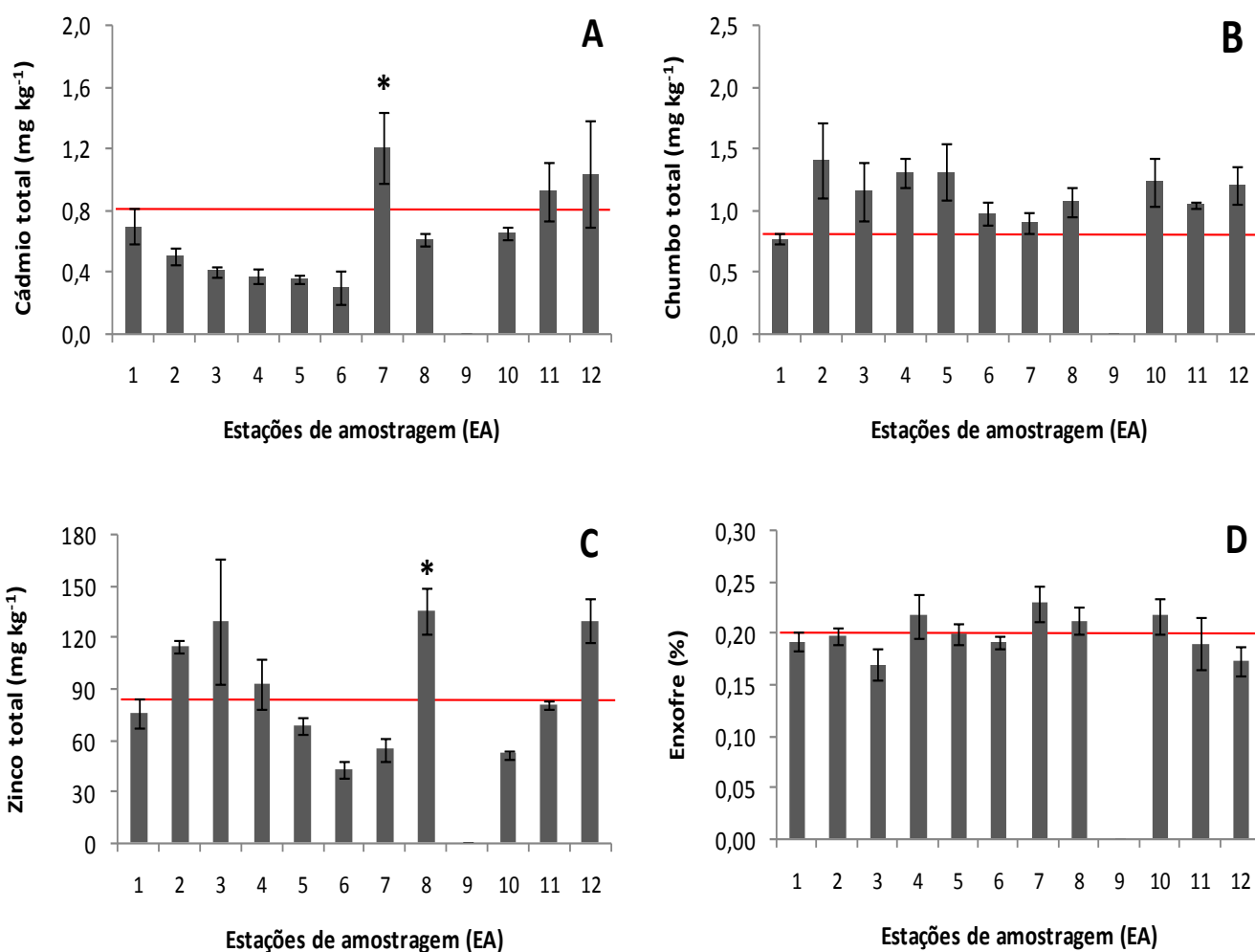


Figura 15.3: Teores de cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e Enxofre (D) de *Elephantopus mollis* em onze estações de amostragem adjacentes à usina termoeleétrica de Candiota. As médias das colunas acompanhadas por * diferem significativamente da média da EA 1 para um *alfa* igual a 0,05. Na EA 9 não foram encontrados exemplares desta espécie. Período julho/12 a abril/13.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Em linhas gerais, as mesmas observações validas para o padrão observado em *E. mollis* valem para a distribuição dos elementos químicos em *B. trimeria*. Desse modo, os teores de cádmio mais elevados foram encontrados nas EAs 7 e 10 (Figura 15.4A), localizadas a maior distância, enquanto os teores mais elevados de zinco foram obtidos pelas plantas de *B. trimeria* das EAs 2 e 4 (Figura 15.4C), as quais se situam mais próximo da usina. A semelhança no padrão de distribuição dos elementos químicos das duas espécies resulta que as conclusões de ambos são mutuamente fortalecidas.

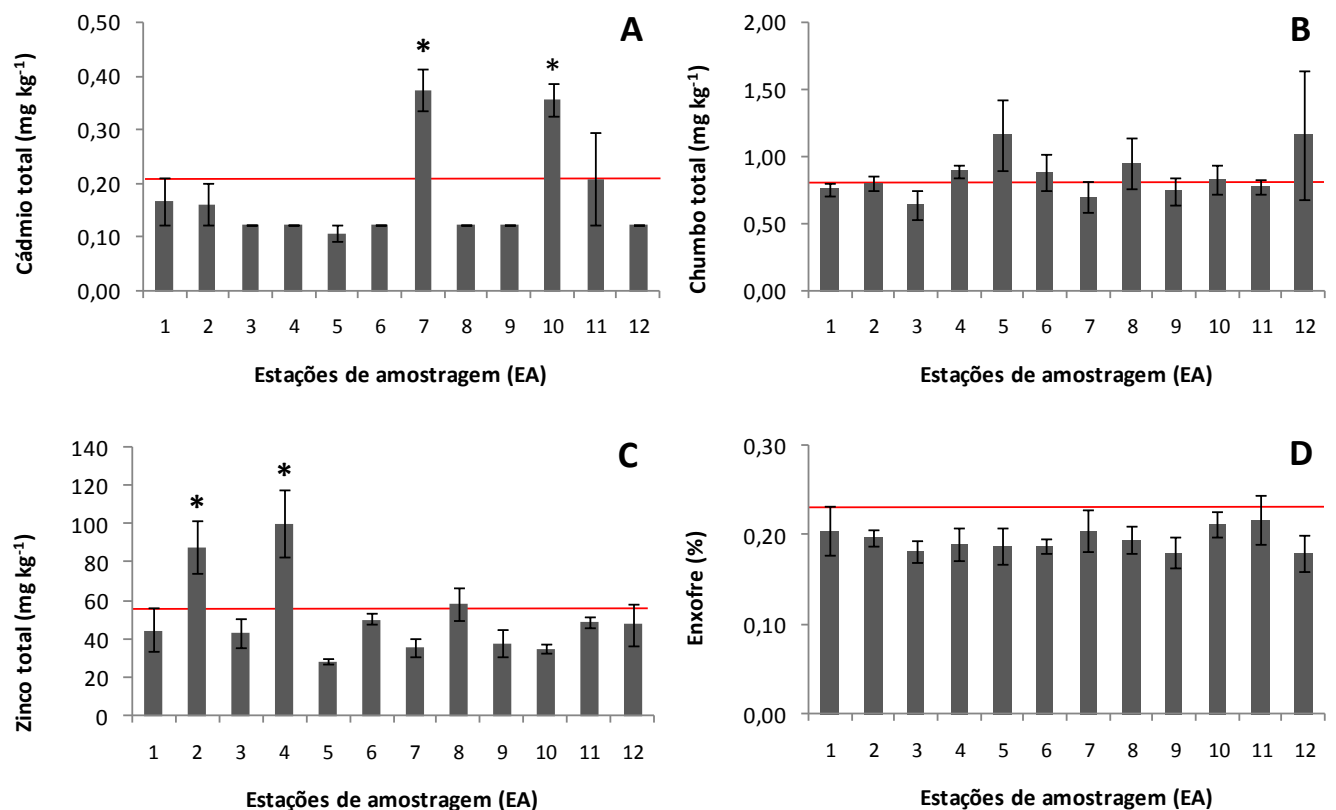


Figura 15.4: Teores de cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e Enxofre (D) de *Baccharis trimeria* em doze estações de amostragem adjacentes à usina termoeletrica de Candiota. As médias das colunas acompanhadas por * diferem significativamente da média da EA 1 para um α igual a 0,05, período julho/12 a abril/13.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Embora em *P. notatum*, o padrão de distribuição dos elementos químicos não tenha sido tão evidente, quanto nas duas espécies anteriores, ainda assim apresentou semelhanças com aqueles, como, por exemplo, os valores elevados de zinco na EA 7 (Figura 15.5B) ou de enxofre na EA 8 (Figura 15.5C). Como já sinalizado acima, a similitude nos padrões de distribuição dos elementos analisados nas diferentes espécies fortalece a confiança em um padrão geral único determinado pela distribuição da pluma, a qual é condicionada pelos ventos dominantes na região em questão.

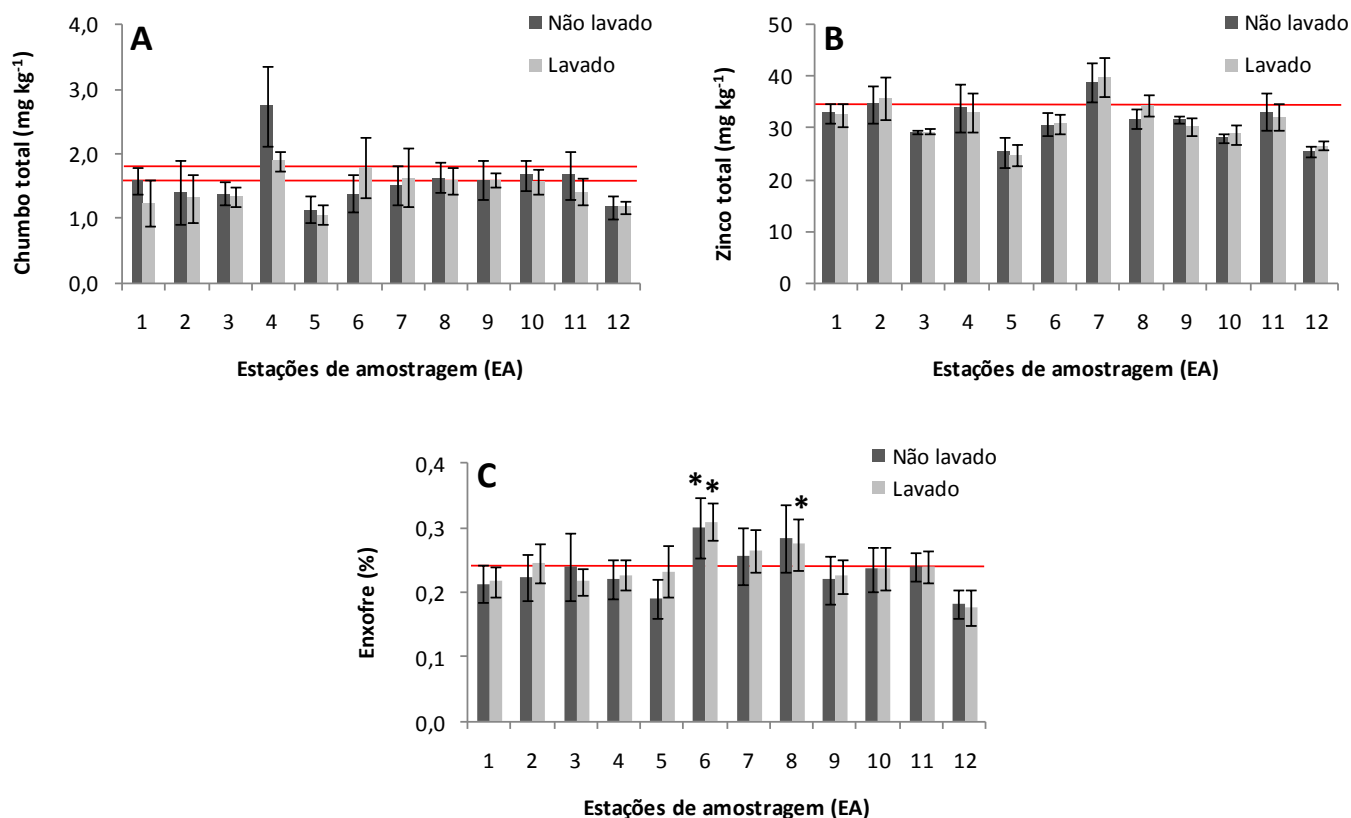


Figura 15.5: Teores de chumbo (A), zinco (B) e Enxofre (C) de *Paspalum notatum* em doze estações de amostragem adjacentes à usina termoeletrica de Candiota. As médias das colunas acompanhadas por * diferem significativamente da média da EA 1 para um *alfa* igual a 0,05, período julho/12 a abril/13.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O Índice de Poluição por Metais (Singh et al., 2008) integra em um único valor os teores dos três metais analisados, permitindo uma síntese do padrão de dispersão dos contaminantes atmosféricos nas estações de amostragem (Figura 15.6). Tomando por base o índice de poluição por metais, as EAs mais afetadas pelas emissões atmosféricas da usina termoeletrica nesta campanha foram as **EAs 2, 8, 11 e 12**.

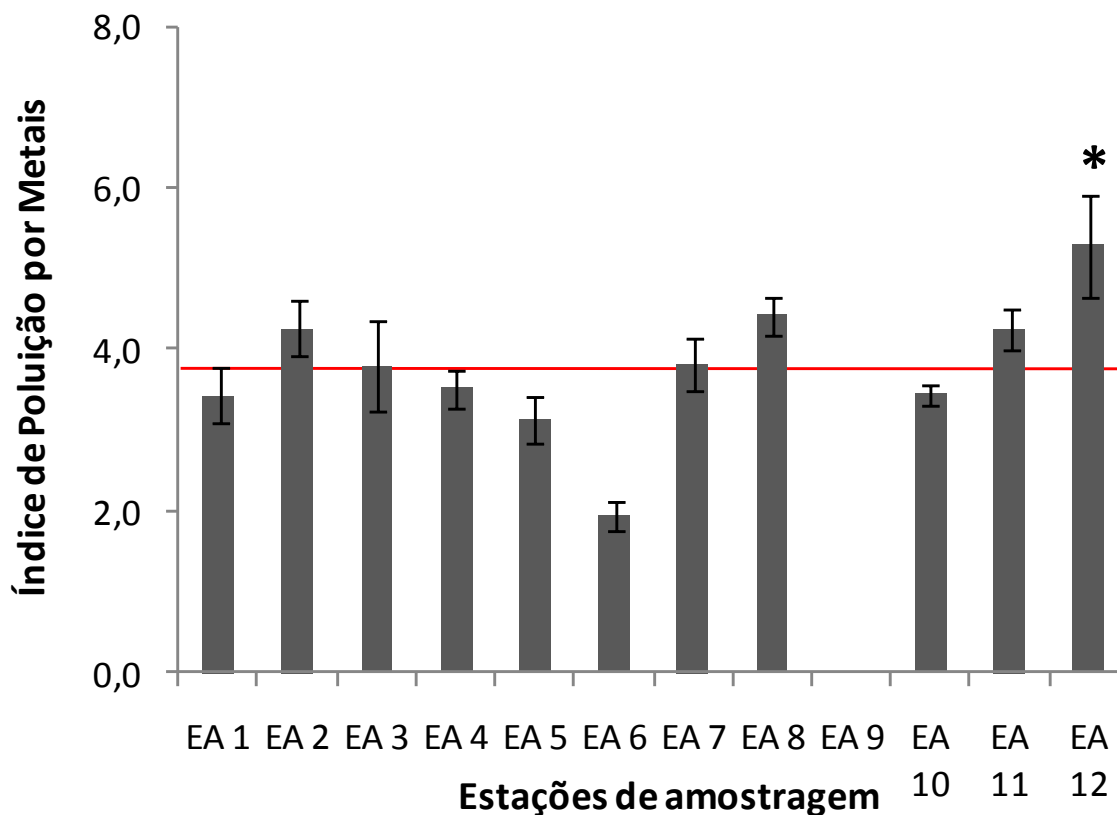


Figura 15.6: Índice de poluição por metais, calculado com base nos teores dos elementos-traço metálicos na matéria seca de folhas de *Elephantopus mollis*, período julho/12 a abril/13.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A comparação dos teores de metais em amostras lavadas e não lavadas de *P. notatum* não resultou em um parâmetro útil para a estimativa da contribuição do material particulado fino para a contaminação por metais pesados, visto que não ter havido um padrão sistemático em que as amostras não lavadas apresentassem teor superior ao das amostras lavadas. Pelo contrário, houve uma alternância nos valores máximos de chumbo e zinco nas diferentes EAs entre as amostras lavadas e não lavadas de *P. notatum*.

Quanto aos teores de fluoreto, a totalidade das amostras de *P. notatum* apresentou valores inferiores ao limite de detecção da metodologia de análise empregada, isto é, inferior a 10 mg kg^{-1} , impossibilitando discriminar as EAs quanto a este parâmetro. Embora a técnica utilizada tenha um limite pouco sensível para a análise dos teores de fluoreto, os resultados obtidos parecem indicar que não há contaminação por este elemento, uma vez que os teores basais de fluoreto geralmente variam entre $2 \sim 20 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$, sendo os valores inferiores a $10 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ mais comuns (Divan Junior et al., 2008).

O padrão de distribuição dos metais nas folhas de *E. mollis* das EAs 8, 2, 7, 10 e 11, as quais estão localizadas à jusante da usina, ao longo de um gradiente de distância na direção dos ventos predominantes, foi específico para cada metal analisado (Figura 15.7A). O teor de zinco foi máximo nas plantas localizadas na EA 8, diminuindo gradativamente até alcançar os menores valores nas EAs 7 e 10 e voltando a subir novamente na EA 11. O chumbo apresentou teores máximos na EA 2, localizada a 6 km da usina, e um pico secundário na EA 10 a 13 km. Já o cádmio apresentou valores baixos próximo a usina e um máximo nas plantas da EA 7, localizada a 10 km da termoeletrica, seguido de uma redução nos teores na EA 10 e uma nova elevação a 19 km, na EA 11.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

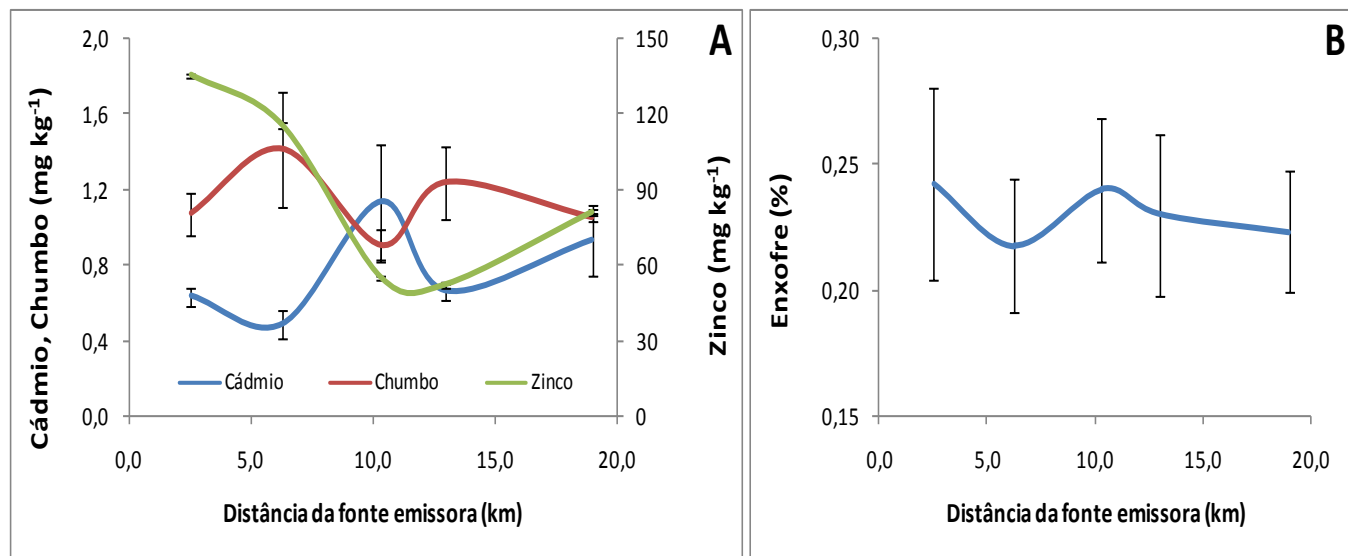


Figura 15.7: Distribuição dos teores de metais e enxofre em função da distância da fonte emissora (A – *E. mollis*; B – *P. notatum*), julho/12 a abril/13.

Este padrão de distribuição decorre das propriedades químicas específicas de cada metal analisado. Assim, segundo Cicek & Koparal (2004), os metais pesados podem agrupados em três classes quanto a suas propriedades acumulativas: Mn e Fe, com suas baixas pressões de vapor e pontos de ebulição elevados formam um grupo de elementos não voláteis; elementos com volatilidade intermediária, tais como o Co, Cr, Cd, Pb and Zn, constituem outro grupo e finalmente, um grupo formado por elementos altamente voláteis, como o Hg e Se, são completamente gasosos após a combustão e não condensam dentro dos fornos devido ao seu baixo ponto de vaporização. Além disso, as diferenças no padrão de distribuição do Cd, Pb e Zn em relação à distância da usina, podem ser explicadas também por suas taxas de deposição seca diferentes. A velocidade da deposição seca de aerossóis contendo cádmio e chumbo é cerca de $0,1 \text{ cm s}^{-1}$, enquanto, o zinco apresenta uma velocidade de deposição quatro vezes maior – $0,4 \text{ cm s}^{-1}$ (Pacyna et al., 1984).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O padrão de distribuição do teor de enxofre em *P. notatum* ao longo do gradiente de distância demonstrou uma tendência de relativa estabilidade com uma redução suave na direção da estação de amostragem mais distante (EA 11), mas com grande flutuação dos teores deste elemento em cada local de amostragem, como demonstram os grandes desvios (Figura 15.7B).

B) Biomonitoramento ativo

Tendo em vista o ocorrido na campanha anterior (ver Relatório Final 2012), na qual, os teores de metais nos líquens *Ramalina celastri* e *Telochistes exilis* ao final da exposição foram inferiores aqueles encontrados antes da exposição, optou-se na campanha atual por expô-los por um período único de aproximadamente oito meses ou 221 dias. Tal decisão demonstrou ser acertada, visto que, diferente da campanha anterior dessa vez o teor de zinco foi maior nos indivíduos das duas espécies de todas as estações de amostragem em comparação com os teores dos indivíduos expostos na EA 1, os quais tiveram teor igual ou inferior aos encontrados nos espécimes destes líquens antes dos mesmos serem expostos (Figuras 15.8A e 15.8B).

Quanto aos demais metais avaliados, parece que as duas espécies de líquens utilizadas apresentam pequena capacidade de acumulação de cádmio, o que os torna pouco eficientes para demonstrar o padrão de distribuição deste metal. Além disto, devido ao estresse inerente causado pela transferência dos líquens, restaram poucos indivíduos, e portanto, pouco material ao final da exposição para uma análise confiável dos teores de chumbo segundo a metodologia de análise empregada, o que impossibilitou a obtenção de resultados similares aqueles obtidos para o teor de zinco.

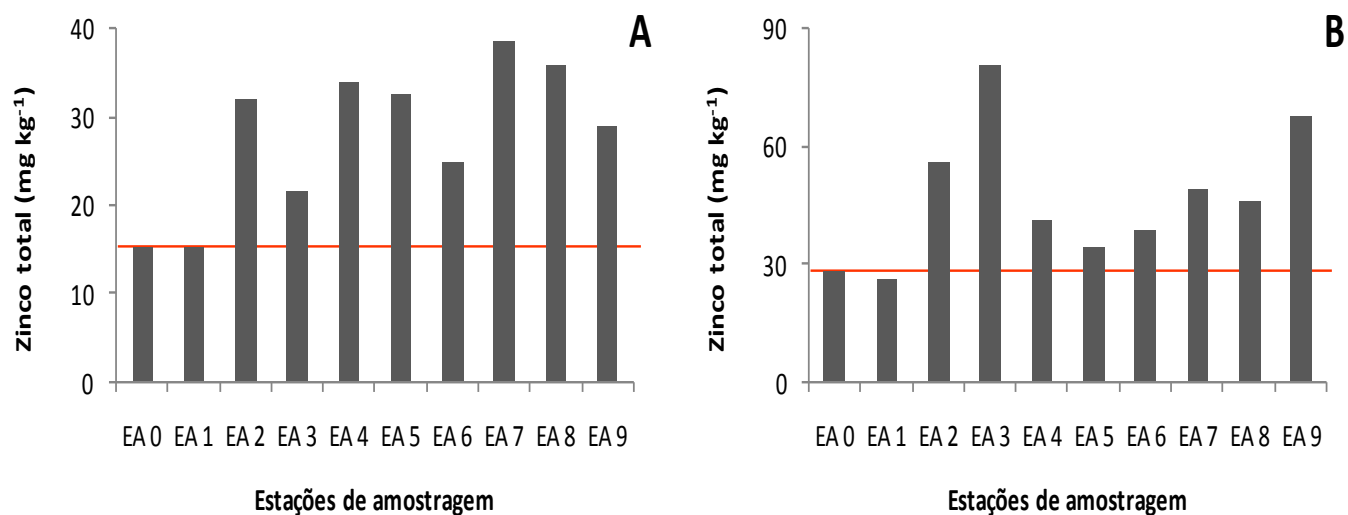


Figura 15.8: Teores de zinco em líquens expostos durante o período de julho/2012 a abril/2013 em nove estações de amostragem adjacentes à usina termoeleétrica de Candiota. (A – *Ramalina celastri*; B – *Teloschistes exilis*).

15.4 Indicador de Qualidade

Com base nos resultados acima descritos e tendo em vista a necessidade de integração desses resultados com os dos demais compartimentos do biomonitoramento foram utilizados os dados relativos ao acúmulo de metais em *E. mollis* nas estações de monitoramento comuns aos demais grupos do compartimento terrestre, isto é, as EAs 1, 2, 3, 4 e 5.

Para este fim foi constituída uma escala com cinco classes de qualidade, a qual foi obtida dividindo-se a diferença entre o valor máximo e mínimo de cada teor de metal por cinco. O resultado foi subtraído do valor máximo obtendo-se, dessa maneira, a primeira classe e assim sucessivamente até a quinta classe.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Considerou-se a classe de qualidade *muito boa* o intervalo com os menores teores de metais e a classe de qualidade *muito baixa* o intervalo com os maiores teores de metais, segundo os exemplos apresentados na Tabela 15.2. Convém salientar que a escala de classes de qualidade, elaborada desta maneira, foi utilizada unicamente para a comparação das EAs entre si, uma vez, que o conhecimento científico dos níveis basais (*background*) desses metais ou dos níveis tóxicos dos mesmos em *E. mollis* ainda não é conhecido.

A cada valor dos teores de metais em *E. mollis* , obtidos em cada uma das quatro campanhas de amostragem, foi atribuído um escore com base na escala de classes de qualidade. Para cada metal estudado obteve-se a média harmônica dos escores obtidos nas três campanhas de amostragem em cada uma das cinco estações de amostragem. A nota final atribuída a cada EA foi obtida pela média ponderada dos escores relativos aos três metais estudados, utilizando-se o peso 1 para o Zinco e o peso 2 para os outros metais. A diferença de pesos atribuída aos metais deve-se a fato de que o Cádmio e Chumbo não serem essenciais, apresentarem maior toxidez do que o Zinco e o Cádmio ser capaz de biomagnificação. A nota final é apresentada na Tabela 15.3.

Tabela 15.2: Classes de Qualidade Ambiental com base nos teores de metais nas folhas de *E. mollis* nas quatro campanhas de amostragem realizadas de julho de 2012 a abril de 2013.

Classes	Escore	Cádmio mg kg ⁻¹	Chumbo mg kg ⁻¹	Zinco mg kg ⁻¹
Muito Baixa	1	1,40 - 1,70	1,96 - 2,29	173 - 207
Baixa	2	1,08 - 1,39	1,63 - 1,95	138 - 172
Média	3	0,756 - 1,07	1,29 - 1,62	103 - 137
Boa	4	0,441 - 0,755	0,947 - 1,28	66,9 - 102
Muito Boa	5	0,125 - 0,440	0,610 - 0,946	31,7 - 66,8

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 15.3: Escores das classes de qualidade ambiental com base nos teores de metais em *E. mollis* para cada campanha de coleta e a nota final para cada estação de amostragem, período julho de 2012 a abril de 2013.

Coleta	Cádmio					Chumbo					Zinco														
	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5										
1ª	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	3	5	4	4										
2ª	3	4	4	4	5	5	1	2	3	4	4	3	1	4	4										
3ª	4	5	5	5	5	5	3	3	3	2	4	3	4	4	4										
4ª	3	4	5	5	5	5	5	4	4	3	4	3	1	3	5										
Média Harmônica	3	4	4	5	5	5	2	3	3	3	4	3	2	4	4										
Nota Final	EA 1					EA 2					EA 3					EA 4					EA 5				
	4					3					3					4					4				

Os teores de metais em *E. mollis* permitiram evidenciar claramente o padrão de distribuição das emissões atmosféricas da usina termoeletrica de Candiota. Embora, os teores sejam compatíveis com aqueles encontrados na literatura para plantas em ambientes naturais, ficou demonstrado que as emissões da usina contribuem para o aumento dos teores de metais nas estações de amostragem à jusante da usina. Tendo em vista, o padrão observado na distribuição dos teores de metais, notadamente quanto aos teores de cádmio e zinco ao longo do gradiente de distância da usina, recomenda-se fortemente que o biomonitoramento seja continuado e estendido para distâncias superiores a 20 km da usina. Além disto, em decorrência da dificuldade encontrada para o biomonitoramento ativo com líquens, recomenda-se a utilização procedimento de biomonitoramento passivo, isto é, a utilização das mesmas espécies de líquens, mas com os indivíduos encontrados na região de influência da usina.

O compartimento ambiental monitorado, qualidade do ar, tem como responsável técnico o biólogo Dr. Armando Molina Divan Jr.

16. ATIVIDADE PECUÁRIA

16.1 Caracterização do problema

No período de 2012 a 2013, 250 bovinos e 208 ovinos (Figura 16.1) foram monitorados em 05 Estações Amostrais, representadas por 06 unidades produtivas, no município de Candiota, RS com o intuito de diagnosticar os possíveis efeitos da emissão de cinzas residuais dos processos industriais da Usina Termoeletrica de Candiota (UTC), uma vez que a UTC caracteriza-se por atuar de forma ainda desconhecida no ambiente local em que está inserida quanto à produção agropecuária. Foram utilizadas, como parâmetros de avaliação, as características dentárias e locomotoras dos animais.

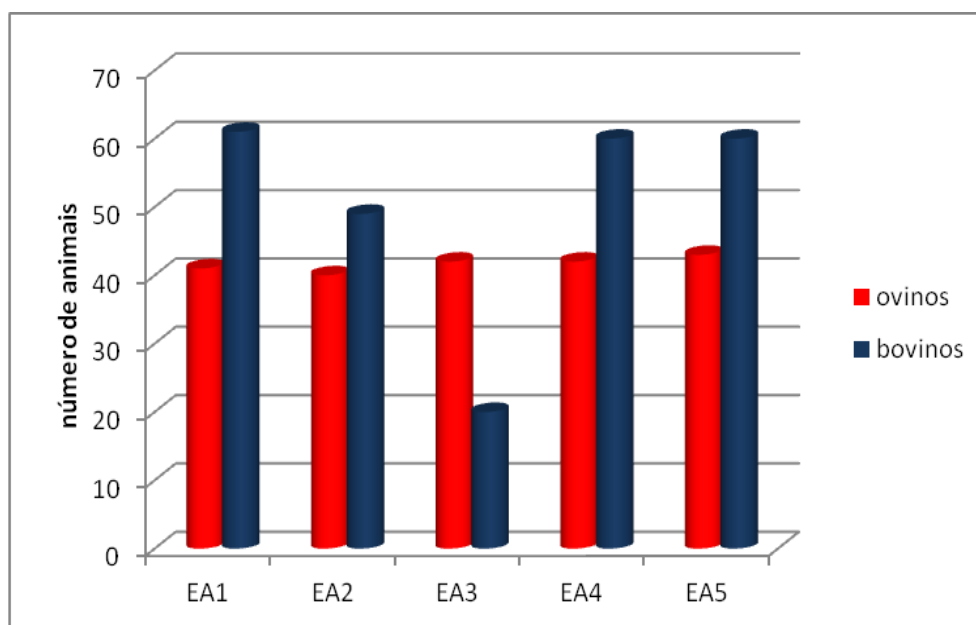


Figura 16.1: Número de ovinos e bovinos analisados por estação amostral, no período de 2012 a 2013.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os animais analisados eram nascidos ou estavam à, pelo menos, dois anos na propriedade. A idade dos animais foi estimada pelo número de dentes permanentes existentes no momento da avaliação, resultando em mais de cinco dentes permanentes em bovinos e ovinos (Figura 16.2).

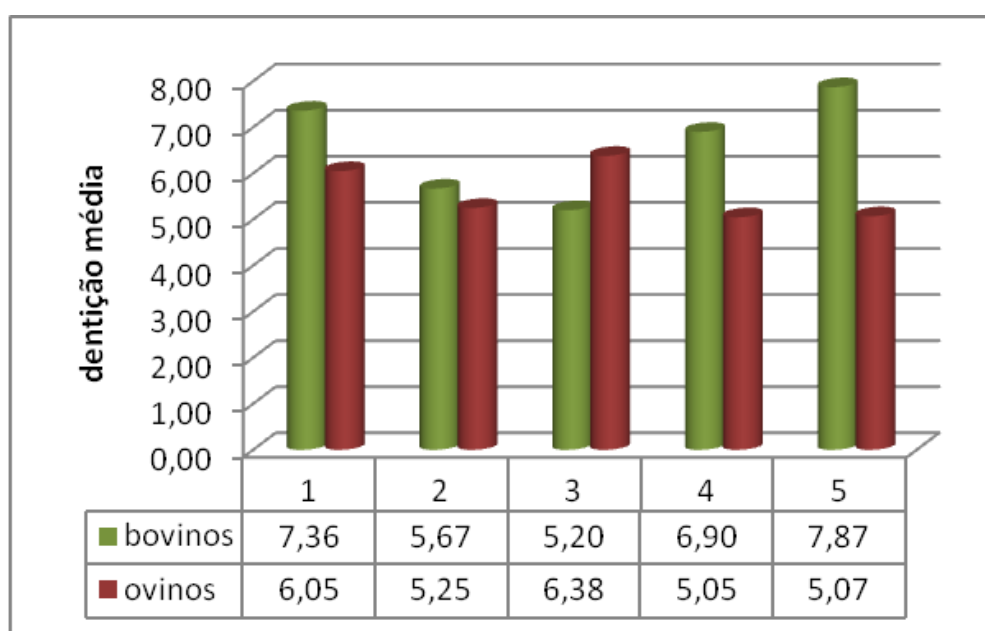


Figura 16.2: Média do número de dentes permanentes em bovinos e ovinos, segundo a estação amostral (EA), no período de 2012 a 2013.

Realizaram-se, ainda, quatro amostragens de solo e vegetação (*Paspalum sp.*) em cada estação amostral.

16.2 Metodologia

Determinou-se a ocorrência dos tipos de desgaste dentário presentes nos animais no momento da avaliação considerando em face oclusal ou labial, em meia lua, em escada (Ollhoff et al., 2005), por atritamento excessivo - dentes curtos em decorrência do desgaste rápido (Jones et al., 2000) e desgaste normal.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Determinou-se, ainda, a ocorrência de cárie (Jones et al., 2000), exposição de polpa, fratura, inserção oblíqua e persistência de dentes de leite com erupção dos permanentes (Ollhoff et al., 2005).

Com base nos registros fotográficos dos dentes incisivos dos animais avaliados, estabeleceu-se o índice de mosqueamento para bovinos e ovinos, em cada Unidade Amostral. Mosqueamento consiste na presença de manchas de cor amarela, castanha ou negro esverdeada no esmalte dos dentes (Jones et al., 2000). Determinou-se o índice de mosqueamento nos dentes incisivos, segundo Riet-Correa et al. (1986), utilizando a seguinte escala: 1= sem lesão; 2= presença de pontos de cor marrom no esmalte, ou manchas amarelas difusas; 3= pontos marrons difusos no esmalte, grandes áreas com manchas com aspecto de giz ou manchas marrom; 4= hipocalcificação ou erosão do esmalte e manchas marrom ou branca difusas; e 5= lesões similares às anteriores mas com desgaste excessivo.



Figura 16.3: Escala para cálculo do índice de mosqueamento em ovinos.

Para avaliação do solo utilizou-se amostragem ao acaso (Coelho, 2003), selecionando-se de cada EA uma área homogênea onde se encontravam animais (bovinos e ovinos) em pastoreio (Squiba et al., 2007).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O procedimento para amostragem do solo constitui-se na coleta de um mínimo de 25 unidades amostrais de solo superficial, de 0 a 20 cm de profundidade, com auxílio de instrumento apropriado, que foram colocadas em um recipiente para homogeneização e formação da amostra composta (totalizando cerca de 500g de solo). As amostras foram armazenadas em sacos plásticos identificados por EA. Em cada EA foi coletada uma amostra representativa de *Paspalum notatum* Flueggé (grama forquilha, Poaceae), espécie nativa representativa da pastagem natural da área de estudo, sendo avaliados os teores de flúor e sílica na planta inteira. 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.

As amostras *P. notatum* e de solo coletadas foram encaminhadas ao laboratório Bioensaios, localizado no município de Viamão, para análise. As amostras foram secas em estufa a 60°C por 24 horas. Foram determinados os teores de fluoreto, pelo método Potenciométrico com íon seletivo, e de sílica. A metodologia analítica para a análise de sílica na pastagem foi por Espectrofotometria de Absorção Atômica.

16.3 Resultados e comentários

As alterações dentárias observadas em bovinos e ovinos nas EAs são apresentadas nos figuras 16.4 e 16.5, respectivamente.

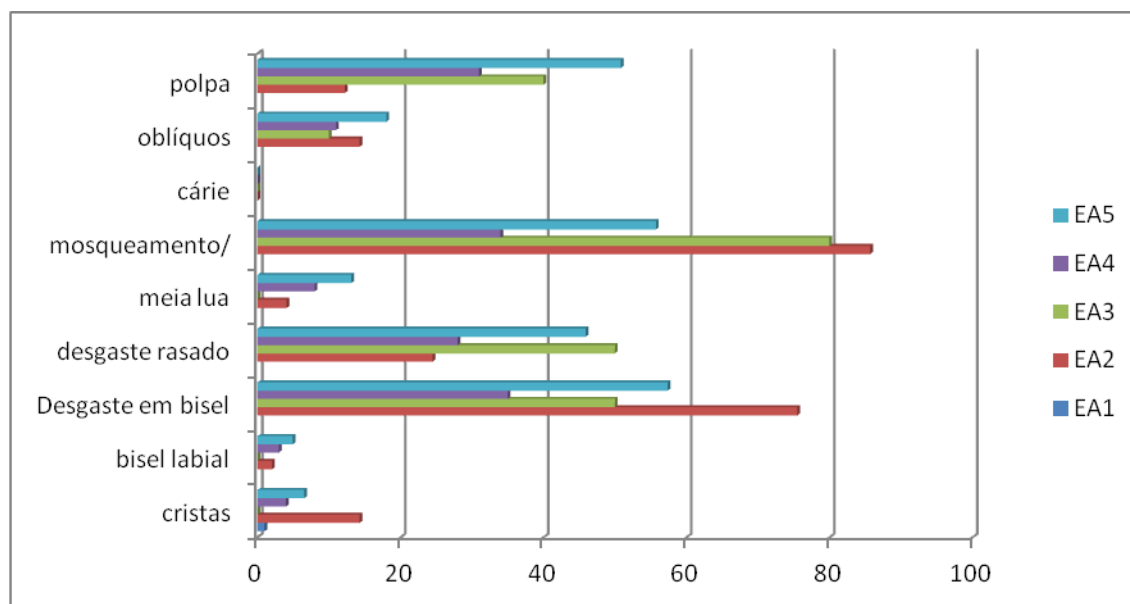


Figura 16.4: Ocorrência de patologias dentárias em bovinos, segundo a estação amostral (EA), no período de 2012 a 2013.

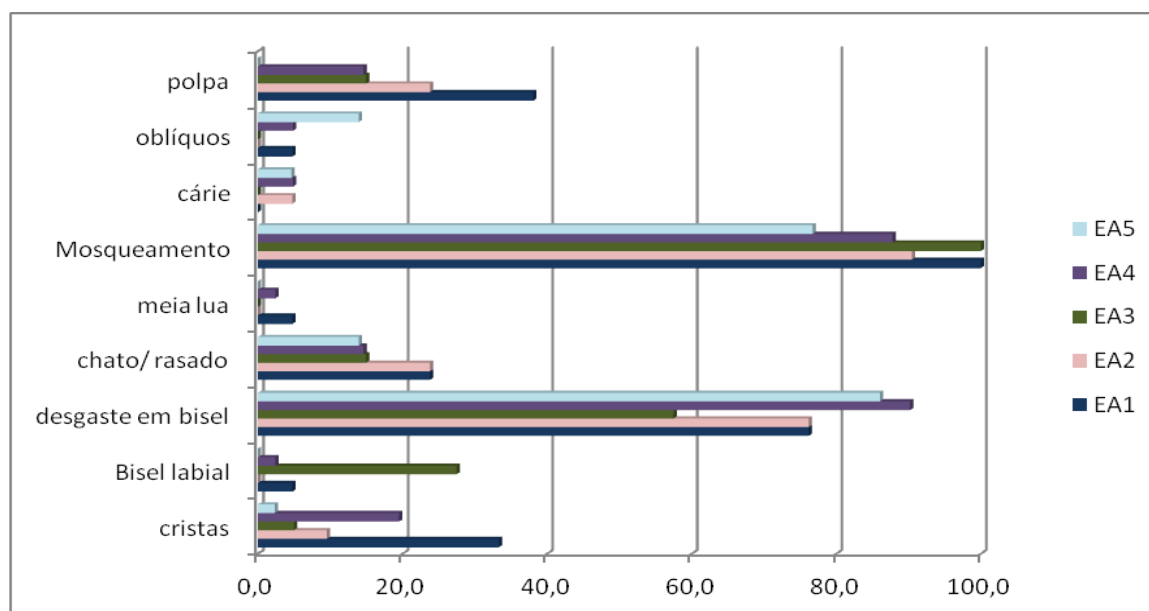


Figura 16.5: Ocorrência de patologias dentárias em ovinos, segundo a estação amostral (EA), no período de 2012 a 2013.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Verificou-se maior ocorrência de desgaste excessivo, por atritamento, nos bovinos da EA3. Esta é uma unidade produtiva com poucas cabeças no rebanho o que leva à avaliação dos mesmos animais nas campanhas realizadas. No caso dos ovinos, verificou-se maior ocorrência de rasamento nos dentes de animais das estações EA1 e EA2 (Figura 16.6), coincidentemente as duas propriedades com plantel com registro genealógico de raça.

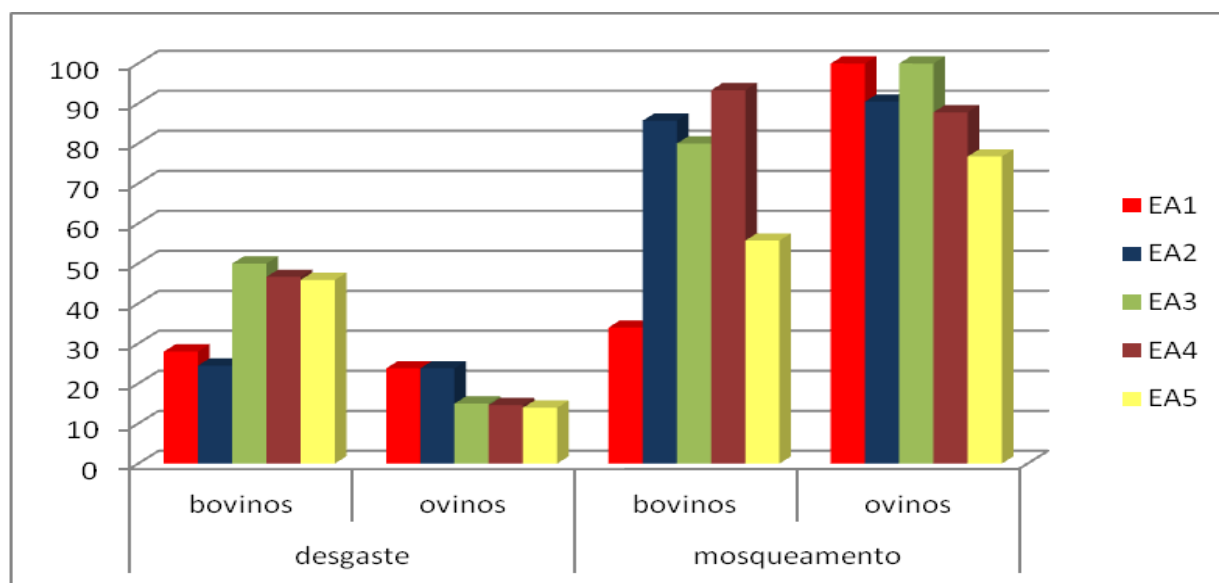


Figura 16.6: Ocorrência de desgaste dentário, segundo o tipo e a estação amostral, em bovinos e ovinos, no período de 2012 e 2013.

Observou-se a presença de mosqueamento em bovinos e ovinos de todas as estações amostrais, porém com maior frequência em ovinos. Quanto ao índice de mosqueamento, verificou-se que índice médio foi pior na espécie ovina e na estação Três Lagoas (EA2).

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A quantificação de fluoretos, em todas as campanhas, foi inferior à 10 e 1 mg.kg⁻¹ nas amostras de planta e solo, respectivamente. Entretanto, observou-se variabilidade nos teores de sílica, tanto no solo (Figura 16.7) quanto nas plantas (Figura 16.8), entre as amostragens.

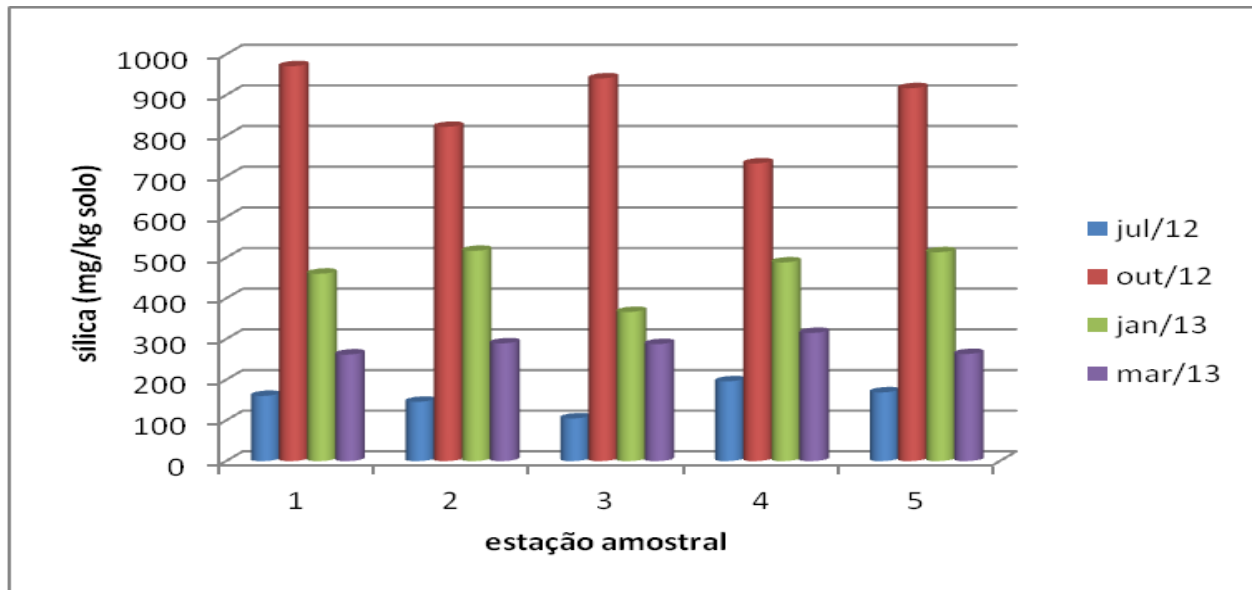


Figura 16.7: Teores de sílica em amostras de solo, segundo a coleta e a estação amostral, período de julho/12 a abril/13.

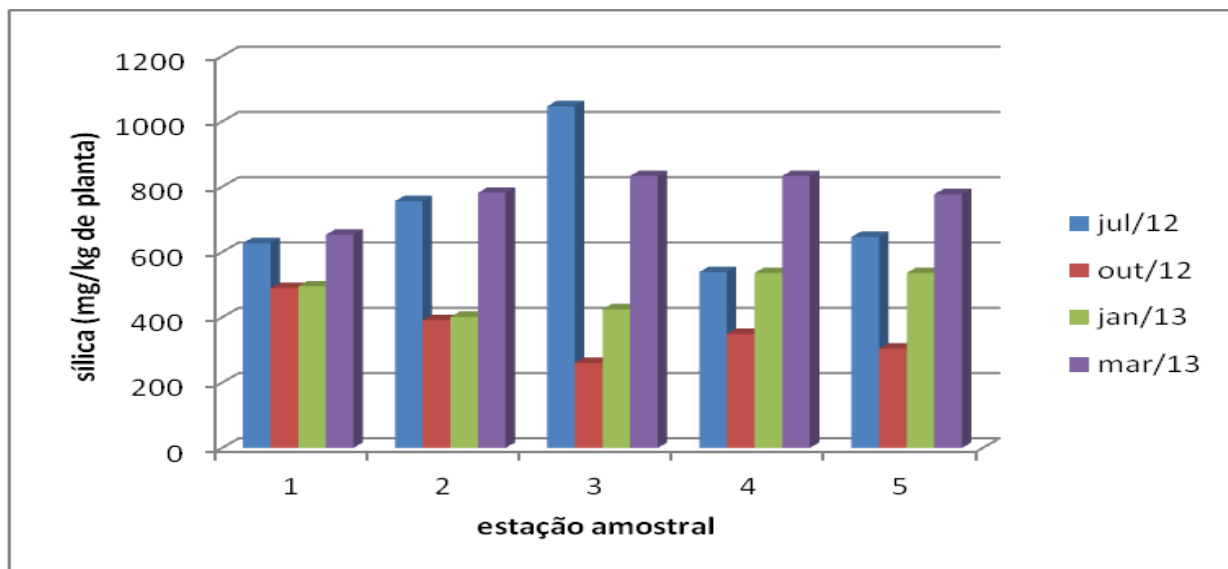


Figura 16.8: Teores de sílica em amostras de extrato vegetal, segundo a coleta e a estação amostral, período de julho/12 a abril/13.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Verificou-se uma tendência ao aumento nos teores de sílica nas amostras de extrato vegetal em todas as estações amostrais. Entretanto, chama a atenção o fato de que a quantidade média de sílica encontrada na segunda campanha no solo foi superior aos teores encontrados nas demais campanhas em todas as estações amostrais (Figura 16.9).

De acordo com Riet-Correa et al. (1986), dois fatores são responsáveis pelo desgaste dentário: o efeito abrasivo dos particulados eliminados com o efluente da combustão do carvão, dos quais o mais importante parece ser o silício, e a diminuição da resistência do esmalte, como consequência da intoxicação por flúor.

16.4 Indicador de Qualidade

Utilizou-se a ocorrência da patologia dentária Mosqueamento, o índice de mosqueamento e a ocorrência de desgaste excessivo em ovinos e bovinos, para a construção do indicador de qualidade da produção animal.

Utilizou-se uma escala de 5 graus qualitativos, de 1 a 5 correspondendo de muito ruim à excelente, respectivamente. A maior ocorrência (em percentual), na patologia avaliada, foi tomada como referência para o pior índice de qualidade (1).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A classificação das estações amostrais pelo Indicador de qualidade para ovinos e bovinos no período monitorado de julho/2012 a abril/2013 é a seguinte:

parâmetro		EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5
Ocorrência de mosqueamento	Ovinos	1	1	1	2	2
	bovinos	4	1	2	1	3
Índice de mosqueamento	ovinos	4	2	3	3	3
	bovinos	4	3	3	4	4
Ocorrência desgaste excessivo	Ovinos	1	1	3	3	3
	bovinos	3	4	1	1	1
Média	geral	3	2	2	2	3

O compartimento ambiental monitorado, bovinos e ovinos, tem como responsável técnica a Médica Veterinária Dra. Verônica Schmidt.



17. INDICADOR DE QUALIDADE DO AMBIENTE TERRESTRE DA REGIÃO ADJACENTE À TERMOELÉTRICA DE CANDIOTA

17.1 Variáveis indicadoras do ambiente terrestre

As razões para a escolha de cada uma das variáveis indicadoras do ambiente terrestre foram:

a) Riqueza das comunidades vegetais – Como indicador ambiental das comunidades vegetais campestres, adotou-se o critério da riqueza de espécies, por tratar-se de um atributo representativo dessas comunidades. No compartimento terrestre, à riqueza de espécies foi atribuído o segundo maior peso, devido aos seguintes motivos:

- Caráter permanente da vegetação em determinado ambiente terrestre, sem ignorar, no entanto, que processos dinâmicos (como, por exemplo, alterações sazonais e sucessão vegetal) podem interferir nesse estado "permanente";
- Suscetibilidade a impactos, como o uso e manejo da terra, entre outros. Para obter os valores do indicador ambiental (de 1 a 5), adotou-se o seguinte procedimento:
- Considerou-se a riqueza de espécies por campanha, por estação de amostragem (EA);
- Como as áreas amostradas eventualmente diferiram entre as campanhas, calculou-se a riqueza de espécies por m², para cada campanha, em cada EA;
- Para cada EA, calculou-se a riqueza média das três campanhas (entre parênteses, estão os valores de riqueza por m²);



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

b) Riqueza de Répteis – Apesar de não serem tão sensíveis quanto os anfíbios, os répteis, sofrem indiretamente com distúrbios ambientais devido à estruturação do habitat. A redução de áreas diversificadas leva a uma limitação da área de uso, e conseqüentemente, à restrição da variabilidade genética (Lema, 2002). Grande parte das espécies tem anuros como itens alimentares, que são considerados ótimos indicadores ambientais.

c) Riqueza de Anfíbios – Anfíbios são considerados indicadores de qualidade ambiental por serem ectodérmicos e devido a sua pele permeável (Di-Bernarde et al., 2004), a pele desempenha funções essenciais ligadas a respiração e osmorregulação. Grande parte das espécies tem duplo ciclo de vida passando os primeiros estágios de desenvolvimento na água, e sua vida adulta na terra e na água. Sua sensibilidade pode ser um grande indicativo de alterações ambientais (Cooke, 1981; Duellman & Trueb, 1994; Halliday & Heyer, 1997).

d) Riqueza de Aves – em função do avançado conhecimento sobre esse grupo, é bem conhecido o papel que desempenham como indicadoras da qualidade do habitat por responderem a diferentes escalas de mudanças no ambiente (WIENS, 1989). O índice para a avifauna foi obtido da seguinte maneira: foi considerado como ótimo (valor 5) a riqueza máxima obtida numa estação amostral. Com base neste valor, foi feita uma ponderação para se calcular o valor das demais estações amostrais, considerando o total de espécies registrado em cada uma delas ao longo do último ano de monitoramento.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

e) Atividade Agropecuária – Esta variável foi representada pelo índice de mosqueamento em dentes incisivos de ovinos, após exame clínico e registro fotográfico, uma vez que este índice pode ser relacionado à contaminação crônica ou aguda por poluentes ambientais. A espécie ovina foi eleita, considerando-se os arranjos produtivos locais, as características de manejo de bovinos e ovinos no município de Candiota e, essencialmente, por esta ser a espécie indicada internacionalmente como espécie de eleição para o monitoramento de poluição ambiental. Utilizaram-se os resultados observados no monitoramento desta espécie em três campanhas, para integração com as demais variáveis monitoradas para o cálculo dos índices de qualidade do ambiente terrestre.

f) Teores de metais em *Elephantopus mollis* – Esta espécie destacou-se das demais espécies estudadas, por apresentar os teores mais elevados dos metais avaliados (cádmio, chumbo e zinco). Na primeira etapa do biomonitoramento, *E. mollis* foi também a espécie que apresentou o maior número de estações de amostragem, nos quais os teores de metais diferiram significativamente dos teores encontrados nos indivíduos da estação de referência. Portanto, tendo em vistas os resultados acima, admite-se que a distribuição dos teores de metais em *E. mollis* possa representar uma indicação confiável da disponibilidade desses metais nas estações de amostragem.

O carvão da mina de Candiota, assim como a maioria dos outros carvões brasileiros apresenta um elevado conteúdo de cinza - 49,7% (Pires & Querol, 2004). Durante a queima do carvão há um enriquecimento dos teores de elementos metálicos na cinza volante (da ordem de ± 480 % para o Cd, 10 % para o Pb e 4 % para o Zn (Pires & Querol, 2004). Devido à enorme quantidade de carvão queimada mensalmente (cerca de 100.000 t mês⁻¹, comunicação pessoal), mesmo com o abatimento da emissão de cinzas pelos precipitadores eletrostáticos



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

uma parcela significativa destas escapam com os gases emitidos pela chaminé juntamente com os elementos metálicos volatilizados, dispersando-se sobre as regiões adjacentes e constituindo uma importante fonte de poluentes para a contaminação do solo e da biota terrestre (Sawidis et al., 2001).

17.2. Nível da Qualidade do Ambiente Terrestre

Escolhidas as variáveis indicadoras da qualidade em cada um dos compartimentos pelos especialistas foi estabelecido um atributo numérico que variou de 1 a 5. Sendo que a cada intervalo numérico uma indicação de Nível de Qualidade Ambiental foi atribuída, conforme a escala a seguir:

$1 \leq e < 2$	Muito Baixa
$2 \leq e < 3$	Baixa
$3 \leq e < 4$	Média
$4 \leq e < 5$	Alta
$5 \leq$	Muito Alta

Cada Estação Amostral do estudo foi avaliada com base nesta escala para cada uma das variáveis indicadoras do ambiente terrestre em separado. O resultado desta avaliação está apresentado na Tabela 17.1.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 17.1: Níveis de Qualidade Ambiental por variável indicadora do ambiente terrestre (NQAT) em cada estação amostral, período julho/12 a abril/13.

Estações	Comunidades Vegetais	Riqueza de Anfíbios	Riqueza de Répteis	Riqueza de Aves	Atividade Agropecuária	Teores de metais
EA 1	4	5	1	4	3	4
EA 2	3	4	2	5	2	3
EA 3	4	3	2	3	2	3
EA 4	5	5	5	4	2	4
EA 5	3	5	3	4	3	4

17.3. Ponderação das variáveis estudadas e justificativa

Calculados os indicadores do nível da qualidade do ambiente terrestre para cada variável indicadora do ambiente terrestre em cada uma das estações amostrais, atribuiu-se pesos, baseados na importância que o grupo de especialistas envolvidos nos estudos determinou para cada variável indicadora, agora pensados no conjunto, pelas funções ambientais, pelo seu grau de relação direta com as atividades da usina ou de suas interações com outros atributos do ambiente não quantificados por este estudo.

O resultado dos pesos atribuídos, em um consenso dos cinco especialistas envolvidos, está exposto na Tabela 17.2.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 17.2: Pesos atribuídos às variáveis do monitoramento do ambiente terrestre (0 a 5) pelos cinco especialistas.

Variáveis	Pesos
Riqueza das Comunidades Vegetais	4
Riqueza de Anfíbios	2
Riqueza de Répteis	0,5
Riqueza de Aves	1
Atividade Agropecuária	1
Teores de metais	5

A riqueza de comunidades vegetais possui peso 2 devido ao caráter permanente da vegetação em determinado ambiente terrestre. Quando se fala em "permanente", no entanto, não devem ser ignorados os processos dinâmicos observados em uma comunidade, como alterações sazonais (espécies presentes em determinadas estações do ano e ausentes em outras, por exemplo), sucessão vegetal (natural ou provocada), etc. Também deve se observar a suscetibilidade a impactos, como o uso e manejo da terra, entre outros.

O peso 2 atribuído a variável riqueza de anfíbios, deve-se ao grau de sensibilidade dos anfíbios a distúrbios ambientais, alterações de pH e acúmulo de metais em corpos d'água, que interferem na presença e abundância de espécies, apresentando assim relação direta com as atividades da usina.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Aos répteis, por serem organismos que sofrem, principalmente, com a degradação do habitat foi atribuído o peso de 0,5 a esta variável, pois seu maior impacto associado à atividade da usina é de causa mais indireta e representado principalmente por outros grupos estudados neste trabalho. Outra razão consistente para este peso é que até a última campanha amostrada ainda não havia se conseguido a suficiência amostral o que torna o grupo menos consistente em relação as demais para a mensuração de qualidade ambiental.

Devido ao fato da comunidade de aves responder fortemente a variáveis não isoladas nesse estudo (p.ex., heterogeneidade ambiental), foi atribuído o peso 1 a elas. Desta forma, esses organismos estariam tendo um peso menor do que as outras variáveis (aquelas com pesos maiores) na qualificação final das áreas amostradas.

O peso 1 atribuído ao índice de mosqueamento em ovinos deve-se ao fato de que esta patologia pode ser decorrente da ingestão de flúor e dos diferentes elementos eliminados na combustão do carvão (Riet-Corrêa et al., 1983). Entretanto, estas patologias também podem ter origens distintas (Jones et al., 2000), decorrentes do manejo adotado na propriedade.

O peso 5 atribuído a variável teores de metais, deve-se a que o acúmulo de metais pesados por organismos acumuladores ser um indicador da disponibilidade desses metais no ambiente, a qual apresenta, conforme explicado acima, uma relação direta com às atividades da usina. Por outro lado, o chumbo e o cádmio são elementos não essenciais (Benavides et al., 2005; Sharma & Dubey, 2005) e potencialmente tóxicos aos organismos vivos (Kabata-Pendias & Pendias, 1984), podendo este último sofrer biomagnificação (Divan Junior et al., 2009) com conseqüências adversas para os níveis tróficos superiores e para o ser humano.

17.4. O Indicador de Qualidade Ambiental

Este indicador é definido pelo somatório ao quadrado do produto dos valores atribuídos pelo Nível de Qualidade do Ambiente Terrestre (Tabela 17.1) e o Peso (Tabela 17.2) para cada ponto amostral e para cada variável.

$$\text{Indicador Integrado de Qualidade} = \Sigma (\text{NQAT} * \text{P})^2 * f_c$$

Onde:

NQAT = nível da qualidade do ambiente terrestre;

P = peso atribuído às variáveis indicadoras estudadas pelos especialistas;

f_c = é o fator de correção em 100%;

A Indicação de Qualidade Integrada foi atribuída de acordo com a ordenação obtida no Indicador da Tabela 17.3.

Tabela 17.3: Cálculo do Indicador Integrado de Qualidade do Ambiente Terrestre, período julho/12 a abril/13.

Estações	Σ	Σ^2	IQTA
EA 1	40.5	1640,25	22.8
EA 2	33	1089	15.1
EA 3	32	1024	14.2
EA 4	43,5	1892,25	26.3
EA 5	39,5	1560,25	21.7
	Σ	7.205,75	100

Neste caso o valor de $f_c = (100 / 7.205,75)$



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Durante uma reunião dentre os representantes do grupo terrestre foi modificado o valor dos pesos atribuídos a cada variável do monitoramento. Essa modificação ocorreu devido à conclusão, de todos do grupo, que alterações nos pesos eram necessárias para que refletisse de forma mais adequada o quadro ambiental para o estudo. Os valores antigos e novos são expressos na Tabela 17.4.

Tabela 17.4: Pesos atribuídos às variáveis do monitoramento do ambiente terrestre (0 a 5) pelos cinco especialistas no monitoramento 2010-2011 e 2011-2012 e 2012-2013.

Variáveis	Pesos	
	Ano 2010-2011	Ano 2011-2012 e 2012- 2013
Riqueza das Comunidades Vegetais	4	2
Riqueza de Anfíbios	2	1
Riqueza de Répteis	0,5	0,5
Riqueza de Aves	1	1
Atividade Agropecuária	1	1
Teores de metais	5	5

A Tabela 17.5 apresenta a Indicação de Qualidade Integrada do Ambiente Terrestre da região adjacente à Termoelétrica de Candiota, período julho/12 a abril/13.

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 17.5 – Indicação de Qualidade Integrada do Ambiente Terrestre da região adjacente à Termoelétrica de Candiota, período julho/12 a abril/13.

Ordenação do Indicador	Indicação Atribuída	Qualidade Ambiental	Estações de Amostragem
abaixo de 26,26 e igual a 23,89	5	Muito Boa	4
abaixo de 23,88 e igual a 21,47	4	Boa	1 e 5
abaixo de 21,46 e igual a 19,05	3	Média	
abaixo de 19,04 e igual a 16,63	2	Baixa	-
abaixo de 16,62 e igual a 14,21	1	Muito Baixa	2 e 3

17.5 Comparação da Indicação de Qualidade Integrada

A seguir apresentamos a comparação da Indicação de Qualidade Integrada do Ambiente Terrestre do monitoramento contemplado por este relatório (julho de 2012 a abril de 2013) com a Indicação de Qualidade constatada no monitoramento realizado no período anterior (julho de 2011 a abril de 2012).

Estações Amostrais	Qualidade Ambiental Classe Nominal Julho 2011 a abril 2012	Qualidade Ambiental Classe Nominal Julho 2012 a abril 2013
1	Muito Boa	Boa
2	Muito Baixa	Muito Baixa
3	Boa	Muito Baixa
4	Muito Boa	Muito Boa
5	Média	Boa



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Observa-se em relação as Estações Amostrais que:

- As Estações Amostrais 1 e 4 mantiveram sua condição em relação a qualidade ambiental, permanecendo na condição na classe “Boa” ou “Muito Boa”.
- A Estação Amostrai 3 reduziu sua condição de qualidade ambiental passando da classe “Boa” para a classe “Muito Baixa”.
- A Estação Amostrai 2 manteve sua condição de qualidade ambiental porém ainda se posiciona na condição da classe “Muito Baixa”.
- A Estação Amostrai 5 melhorou sua condição de qualidade ambiental passando da classe “Média” para a classe “Boa”.

No Mapa que se segue, temos a representação da Qualidade do Ambiente Terrestre através do Indicador de Qualidade Integrada do Ambiente Terrestre (IQAT).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



18. Bibliografia consultada

I-ÁGUAS SUPERFICIAIS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

II- SEDIMENTOS

Bibliografia organizada por data de publicação.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Life. Report CCME EPC-98E. Prepared by the Technical Secretariat of the Water Quality Guidelines Task Group, Winnipeg, Manitoba. 38 p.

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

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

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

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

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

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

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

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

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;

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- 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 originaly coalmine (Siderópolis, Santa Catarina state, Brazil). *Acta Limnológica Brasiliensis*, 15 (3), 2003, p.71-80.
- Besten, P. J. den; Deckere, E. de; Babut, M. P. ; Power B., DelValls, T. A. ; Zago, C.; Oen, A. M. P.; and Heise, S. 2003. *Journal of Soils and Sediments*, 2003, 3, 144-162.
- Crane, M. 2003. *Toxicology Letters*, 2003, 142, 195-206.
- VEIGA, I. G.. 2003. *AVALIAÇÃO DA ORIGEM DOS HIDROCARBONETOS EM SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DE MANGUEZAIS DA REGIÃO NORTE DA BAIÁ DE TODOS OS SANTOS / BAHIA*. UENF ENEP MACAÉ - RJ - Dissertação de Mestrado Orientador: Jorge Alberto Trigüis, Ph.D. 224 P.
- 2004-USEPA, 2004. U.S. Environmental Protection Agency, USEPA 2004 SOP. 254, *Sediment Toxicity Testing Reduced Volume Testing with Hyalella azteca*
- SALOMONS, J. and Brils, J. 2004 Contaminated Sediments in European River Basins EVK1-CT-2001- 2002, 2005-European Sediment Research Network, <http://www.sednet.org/>, 2004; V. Roussiez, W. Ludwig, J.-L. Probst and A. Monaco, *Environmental Pollution*, 138,;167-177.
- CONCEIÇÃO, G.. 2004. *DISTRIBUIÇÃO DE ELEMENTOS-TRAÇO EM SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DO RIO ITAJAÍ-MIRIM EM SANTA CATARINA* BLUMENAU, SC, FURB - CCT. Dissertação Mestrado.Orientador: Prof. Dr. Marcos Rivail da Silva. 107 p.
- HAKAN PEKEY A.; DURAN, KARAKAS, B, SAVAS_ AYBERK C, LEYLA TOLUN B, MITHAT BAKOGLU. 2004 Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of Izmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey. *Marine Pollution Bulletin* 48 :946-953.
- 2005-O. Wurl and J. P. Obbard, *Chemosphere*, 2005, 58, 925-933; C. K. Yap, A. Ismail and S. G. Tan, *Marine Pollution Bulletin*, 2003, 46, 1348-1353; L. R. de Astudillo, I. C. Yen and I. Bekele, *Revista De Biologia Tropical*, 2005, 53, 41-53.
- WENNING, R. ; INGERSOLL, C. G. ; BATLEY. G. and MOORE, D M eds., *Use of Sediment Quality Guidelines (SQGs) and Related Tools for the Assessment of Contaminated Sediments*, SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) Press, Pensacola, 2005.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- 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.
- 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

III - FITOPLÂNCTON, PERIFITON E ZOOPLÂNCTON

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- LANGE-BERTALOT, H. 1979. *Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. Nova Hedwigia Beiheft*, 64: 285-304.
- LEDGER, M. E.; HILDREW, A. G. 1998. Temporal and spatial variation in the epilithic biofilm of an acid stream. *Freshwater Biology*, 40: 655-670.
- LEDGER, M. E.; HILDREW, A. G. 2000. Resource depression by a trophic generalist in an acid stream. *Oikos*, 90: 271-278.
- LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L., BENDER, P. 2002. *Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC. 126p.
- LOBO, E., LEIGHTON, G. 1986. Estruturas comunitarias de las fitocenoses planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista Biología Marina*, Valparaiso, v.22, n.1, p.1-29.
- McCAFFERTYM, W.P. *Aquatic Entomology*. Jones and Bartlett Publishers, INC. Boston, 385p. 1981.
- MARGULES, C.R. & PRESSEY, R.L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.
- Ministério do Meio Ambiente - MMA. 2004. Lista das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçados de Extinção. Instrução Normativa no 5, de 21 de maio de 2004. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Seção 1:136-142. 28 mai. 2004.
- 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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) K n্থ da Lagoa do Infern o. 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

<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>

http://www.biodiversitas.org.br/f_ameaca/anexo1.pdf ANEXO 1 - INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 5, DE 21 DE MAIO DE 2004 LISTA NACIONAL DAS ESPÉCIES DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS E PEIXES AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO COM CATEGORIAS DA IUCN

ALBA-TERCEDOR, J. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hallawell (1978). **Limnetica**, 4: 51 – 56.1988.

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

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

ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBUQUERQUE, C.; INÍCIO, 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

AVELAR, W.E. 1999. Moluscos Bivalves, p.65-68. *In*: D. Ismael, W.C. Valenti, T. Matsumura-Tundisi e O. Rocha. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. Vol. 4: Invertebrados de Água Doce. São Paulo, FAPESP.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. 339p.

BEISEL, J. N., USSEGLIO-POLATERA, P., & MORETEAU, J. C., 2000. The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. *Hydrobiologia*, 422/423, 163-171.

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 & MARCHESI, 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*



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

HILSENHOFF, W.L. 1977. Use of arthropods to evaluate water quality of streams. Tech. Bull. WI. Dept. Nat. Resour., No 100 15pp.

<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>

http://www.biodiversitas.org.br/f_ameaca/anexo1.pdf ANEXO 1 - INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 5, DE 21 DE MAIO DE 2004 LISTA NACIONAL DAS ESPÉCIES DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS E PEIXES AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO COM CATEGORIAS DA IUCN

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

V- ICTIOFAUNA

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

VI- FLORA

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

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

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

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

ESRI. Manual Arc View

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ZOCCHÉ, 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 brasileira*, v. 6, n. 2:47-84.

VII- AVIFAUNA

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

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

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

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

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

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

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

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

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>>.

GRABER, J. W.; GRABER, R. R. 1976. Environmental evaluations using birds and their habitats. *Illinois Natural History Survey Bulletin*: 1-39 p.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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.

HADDAD CFB, 2008. Uma análise da lista brasileira de anfíbios ameaçados de extinção. In: Machado ABM et al., (eds.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília, Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. v. 2, p. 286-325.

International Union for Conservation of Nature – IUCN, 2011. IUCN Red List of Threatened Species. version 2011.2. Available from: <www.iucnredlist.org>. Access in: Jun. 2012.

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

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

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

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

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

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

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



IX - QUALIDADE DO AR

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

X- PECUÁRIA

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

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

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

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

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



19. Equipe de Trabalho

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

Biólogo Dr. Alexandre Arenzon

Biólogo Dr. Armando Molina Divan Júnior

Bióloga Dra. Catarina da Silva Pedrozo

Biólogo Dr. Fábio Silveira Vilella

Geógrafo MSc. Heinrich Hasenack

Biólogo Dr. Jan Karel Felix Mahler Junior

Biólogo Dr. Jorge Sebastião Bernardo Silva

Biólogo Dr. Leandro da Silva Duarte

Eng. Químico Dr. Manuel Luiz Leite Zurita

Eng. Química Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez

Geólogo Dr. Nelson Augusto Flores Machado

Biólogo Dr. Paulo Luiz de Oliveira

Biólogo MSc. Rogério Both

Bióloga Dra. Sandra Maria Hartz

Bióloga MSc. Suzana Fagondes de Freitas

Veterinária Dra. Verônica Schmidt

Química MSc. Vera Lúcia Atz



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Equipe de Apoio – Coletas e Análises Laboratoriais

André P.T. Fernandes

Carlos Eduardo Güntzel

Daniela de Carvalho Leite Ribeiro

Daniela Hoss da Silva

Douglas Rita Pereira

Manoel Otávio Fraga da Cunha

Marcelo Saraiva

Maria José Cecília Cardoso

Oswaldo Stalhbam Machado

Rafaela Pestana Leques Tonial

Roberto Nascimento de Farias

Sônia Maria Madalosso

Volmar Garcez de Moraes