

Carta PR-187/2015

<b>MMA/IBAMA/SUPES/RS</b>
DOCUMENTO: <u>CT</u>
Nº 02023 <u>005521, 2015. 22</u>
DATA: <u>09, 10, 2015</u>

Porto Alegre, 09 de outubro de 2015.

Ilma. Senhora

**MARILENE DE OLIVEIRA RAMOS MURIAS DOS SANTOS.**

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA  
SCEN - Trecho 2 - Ed. Sede do IBAMA – Bloco B – PRESIDÊNCIA  
Brasília-DF - CEP 70818-900

**ASSUNTO: Termo de Ajustamento de Conduta celebrado com a Eletrobras CGTEE em 13.04.2011- Cumprimento do Parágrafo 8º da Cláusula Segunda, do Parágrafo 6º da Cláusula Terceira, do Parágrafo 1º da Cláusula Quinta, da Cláusula Vigésima Segunda, Parágrafos 1º do TAC e do Primeiro Termo de Aditamento.**

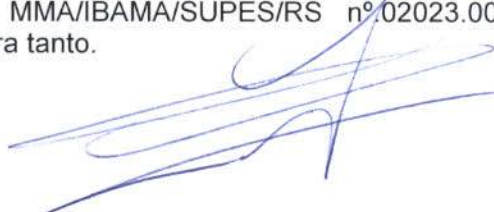
**Processo nº.02001.002567/97-88**

A COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA- Eletrobras CGTEE, sociedade de economia mista concessionária dos serviços públicos de geração de energia elétrica, CNPJ nº.02016507/0001-69, integrante do Sistema Eletrobrás, Centrais Elétricas Brasileiras S.A., neste ato representada por seu Diretor Presidente, Sereno Chaise, brasileiro, casado, bacharel em Ciências Jurídicas e Sociais, portador da carteira de identidade nº3015187267-SSP/RS, CPF/MF nº 055.142.230/00, com sede na Rua Sete de Setembro, nº.539, Porto Alegre/RS, em atendimento ao Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) celebrado em 13.04.2011, com o IBAMA e demais órgãos federais, vem, respeitosamente, perante V.S.ª, nos autos do Processo nº.02001.002567/97-88, informar e requerer o que segue:

Quanto à modernização e à ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar, da qualidade das águas de chuva e das condições meteorológicas, prevista na Cláusula Segunda do TAC, cuja conclusão ocorreu 28 de outubro de 2011, conforme informado pela Eletrobras CGTEE através da Carta PR-270/2011 de 28 de outubro de 2011 (Protocolo Documento nº.02023.005520/11-75, RS/Protocolo), a Eletrobras CGTEE apresenta em anexo o relatório mensal de monitoramento, calibração e avaliação da qualidade dos dados, conforme determinado no Parágrafo 8º da Cláusula Segunda do TAC. A periodicidade mensal do relatório foi informada na Carta PR-Nº.021/2012 de 20 de janeiro de 2012 (Protocolo MMA/IBAMA/SUPES/RS nº.02023.000209/2012), na qual foi comprovada a fundamentação para tanto.

Assim, o referido relatório anexo à presente carta, elaborado pela Divisão de Engenharia e Meio Ambiente da CGTEE, é denominado **“Relatório nº.050 de 09/10/2015 de Monitoramento das Estações Modernizadas e Ampliadas para a Qualidade do Ar, Qualidade das Águas da Chuva e Condições Meteorológicas – Usina Termelétrica Presidente Médici.”**

Quanto ao sistema de monitoramento contínuo das emissões atmosféricas das chaminés de Candiota II, exigido na Cláusula Terceira do TAC, em execução desde 29.09.2011, conforme relatado na Carta PR-Nº.250/2011 de 30 de setembro de 2011, protocolada na Superintendência do IBAMA em Porto Alegre em 30 de setembro de 2011 (Protocolo nº.02023.004983/11-38 RS/Protocolo), a Eletrobras CGTEE apresenta em anexo o relatório mensal de monitoramento, calibração e avaliação da qualidade dos dados, conforme determinado no Parágrafo 6º da Cláusula Terceira do TAC. A periodicidade mensal do relatório foi informada na Carta PR-Nº.021/2012 de 20 de janeiro de 2012(Protocolo MMA/IBAMA/SUPES/RS nº.02023.000209/2012), na qual foi comprovada a fundamentação para tanto.



DIGITALIZADO NO IBAMA

25/10/1971  
1773

**EM BRANCO**



Carta PR-187/2015

<b>MMA/IBAMA/SUPES/RS</b>
DOCUMENTO: <u>CT</u>
Nº 02023 <u>005521</u> , 2015. <u>22</u>
DATA: <u>09</u> , <u>10</u> , 2015

Porto Alegre, 09 de outubro de 2015.

Ilma. Senhora

**MARILENE DE OLIVEIRA RAMOS MURIAS DOS SANTOS.**

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA  
SCEN - Trecho 2 - Ed. Sede do IBAMA - Bloco B - PRESIDÊNCIA  
Brasília-DF - CEP 70818-900

**ASSUNTO: Termo de Ajustamento de Conduta celebrado com a Eletrobras CGTEE em 13.04.2011- Cumprimento do Parágrafo 8º da Cláusula Segunda, do Parágrafo 6º da Cláusula Terceira, do Parágrafo 1º da Cláusula Quinta, da Cláusula Vigésima Segunda, Parágrafos 1º do TAC e do Primeiro Termo de Aditamento.**

Processo nº.02001.002567/97-88

A COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA- Eletrobras CGTEE, sociedade de economia mista concessionária dos serviços públicos de geração de energia elétrica, CNPJ nº.02016507/0001-69, integrante do Sistema Eletrobrás, Centrais Elétricas Brasileiras S.A., neste ato representada por seu Diretor Presidente, Sereno Chaise, brasileiro, casado, bacharel em Ciências Jurídicas e Sociais, portador da carteira de identidade nº3015187267-SSP/RS, CPF/MF nº 055.142.230/00, com sede na Rua Sete de Setembro, nº.539, Porto Alegre/RS, em atendimento ao Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) celebrado em 13.04.2011, com o IBAMA e demais órgãos federais, vem, respeitosamente, perante V.S.<sup>a</sup>, nos autos do Processo nº.02001.002567/97-88, informar e requerer o que segue:

Quanto à modernização e à ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar, da qualidade das águas de chuva e das condições meteorológicas, prevista na Cláusula Segunda do TAC, cuja conclusão ocorreu 28 de outubro de 2011, conforme informado pela Eletrobras CGTEE através da Carta PR-270/2011 de 28 de outubro de 2011 (Protocolo Documento nº.02023.005520/11-75, RS/Protocolo), a Eletrobras CGTEE apresenta em anexo o relatório mensal de monitoramento, calibração e avaliação da qualidade dos dados, conforme determinado no Parágrafo 8º da Cláusula Segunda do TAC. A periodicidade mensal do relatório foi informada na Carta PR-Nº.021/2012 de 20 de janeiro de 2012 (Protocolo MMA/IBAMA/SUPES/RS nº.02023.000209/2012), na qual foi comprovada a fundamentação para tanto.

Assim, o referido relatório anexo à presente carta, elaborado pela Divisão de Engenharia e Meio Ambiente da CGTEE, é denominado **"Relatório nº.050 de 09/10/2015 de Monitoramento das Estações Modernizadas e Ampliadas para a Qualidade do Ar, Qualidade das Águas da Chuva e Condições Meteorológicas - Usina Termelétrica Presidente Médici."**

Quanto ao sistema de monitoramento contínuo das emissões atmosféricas das chaminés de Candiota II, exigido na Cláusula Terceira do TAC, em execução desde 29.09.2011, conforme relatado na Carta PR-Nº.250/2011 de 30 de setembro de 2011, protocolada na Superintendência do IBAMA em Porto Alegre em 30 de setembro de 2011 (Protocolo nº.02023.004983/11-38 RS/Protocolo), a Eletrobras CGTEE apresenta em anexo o relatório mensal de monitoramento, calibração e avaliação da qualidade dos dados, conforme determinado no Parágrafo 6º da Cláusula Terceira do TAC. A periodicidade mensal do relatório foi informada na Carta PR-Nº.021/2012 de 20 de janeiro de 2012(Protocolo MMA/IBAMA/SUPES/RS nº.02023.000209/2012), na qual foi comprovada a fundamentação para tanto.



BRITISH AIRWAYS	
LONDON	
CLASS	FARE

**EM BRANCO**



Assim, o referido relatório anexo à presente carta, elaborado pela Divisão de Engenharia e Meio Ambiente da CGTEE, é denominado **“Relatório nº.052 de 09/10/2015 – Sistema de Monitoramento de Emissões Atmosféricas – Chaminé de Candiota II – Fases A e B”**.

Em cumprimento ao Parágrafo 1º da Cláusula Quinta do TAC, que exige a realização mensal de amostragens isocinéticas na Fase A da Usina Presidente Médici (UPME), a Eletrobras CGTEE informa que, devido à indisponibilidade operacional da Fase A no período compreendido não foi possível a realização de amostragem isocinética pela Empresa SJC Química e Serviços LTDA- EPP, nova contratada desde 06/12/2012, conforme relatório de Amostragem Isocinética anexo.

Nos termos da Cláusula Vigésima Segunda e Parágrafo 1º do TAC, a Eletrobras CGTEE apresenta em anexo relatório consolidado dos monitoramentos de ruídos, gerenciamento de resíduos sólidos, qualidade das águas, efluentes líquidos, bioindicadores ambientais, biocumulação de metais pesados, biomonitoramento ativo sobre a fisiologia das plantas e de solo e extrato vegetal, contendo todos os dados históricos em bases gráficas, com capítulo conclusivo acerca da análise integrada e estatística dos dados.

O referido relatório anexo a presente carta, elaborado pela Eletrobras CGTEE, é denominado **“Relatório Consolidado Nº 09 - Programas de Monitoramento de Ruídos, Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Qualidade das Águas, Efluentes Líquidos, Bioindicadores Ambientais, Biocumulação de Metais Pesados, Biomonitoramento Ativo Sobre a Fisiologia das Plantas e de Solo e Extrato Vegetal”** de 09/10/2015 e contém os seguintes elementos: Anexo I – “Relatório Consolidado nº.09 – Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais, Abril a Setembro de 2015”, elaborado pela Eletrobras CGTEE; Anexo II – “Relatório Consolidado nº 09 - Monitoramento de Ruído Ambiental – Abril de 2015 a Setembro de 2015”, elaborado pela Eletrobras CGTEE; Anexo III – “Relatório Consolidado Nº 09 - Monitoramento de Efluentes Líquidos, Abril a Setembro de 2015 – Setembro de 2015”, elaborado pela Eletrobras CGTEE; Anexo IV – “Relatório Semestral de Monitoramento de Bioindicadores Ambientais da região de influência da Usina Termelétrica Presidente Médici no município de Candiota / RS – 09 de outubro de 2015”, que contém os Relatórios elaborados pela Fundação Luiz Englert.

Dessa forma, requer, respeitosamente, a V.Exa., o recebimento da presente carta e dos documentos em anexo que comprovam o cumprimento das obrigações previstas no Parágrafo 8º da Cláusula Segunda (referente ao relatório mensal de monitoramento das estações modernizadas e ampliadas da qualidade do ar, da qualidade das águas de chuva e das condições meteorológicas, calibração e avaliação da qualidade dos dados); no Parágrafo 6º da Cláusula Terceira do TAC (referente ao relatório mensal de monitoramento, calibração e avaliação da qualidade dos dados do sistema de monitoramento contínuo das emissões atmosféricas das chaminés de Candiota II); no Parágrafo 1º da Cláusula Quinta (referente à realização de amostragem isocinética mensal na Fase A da Usina Presidente Médici - UPME); na Cláusula Vigésima Segunda, Parágrafo 1º (referente ao relatório consolidado dos monitoramentos de ruídos, gerenciamento de resíduos sólidos, qualidade das águas, efluentes líquidos, bioindicadores ambientais, biocumulação de metais pesados, biomonitoramento ativo sobre a fisiologia das plantas e de solo e extrato vegetal, contendo todos os dados históricos em bases gráficas, com capítulo conclusivo acerca da análise integrada e estatística dos dados) do TAC.

Sendo o que tínhamos para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

SERENO CHAISE  
Diretor Presidente

**EM BRANCO**



**Relatório nº. 050 de 09/10/2015**

**Monitoramento das Estações Modernizadas e Ampliadas para a  
Qualidade do Ar, Qualidade das Águas da Chuva e Condições  
Meteorológicas**

**Usina Termelétrica Presidente Médici**

**Anexo I**

**Dados de Geração de Energia Elétrica**

---

## **Relatório nº. 050 de 09/10/2015**

# **Monitoramento das Estações Modernizadas e Ampliadas para a Qualidade do Ar, Qualidade das Águas da Chuva e Condições Meteorológicas**

## **Usina Termelétrica Presidente Médici**

### **Anexo II**

## **Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água das Chuvas e PTS**

---



## **Relatório nº. 050 de 09/10/2015**

# **Monitoramento das Estações Modernizadas e Ampliadas para a Qualidade do Ar, Qualidade das Águas da Chuva e Condições Meteorológicas**

## **Usina Termelétrica Presidente Médici**

## 1 INTRODUÇÃO

A Eletrobrás CGTEE deu início no dia 28 de Outubro de 2011 ao monitoramento da qualidade do ar, qualidade das chuvas e condições meteorológicas na região de influência da Usina Termelétrica Presidente Médici – Candiota II e Candiota III - Fase C, através de sua Rede de Monitoramento ampliada e modernizada, tendo como objetivo avaliar a qualidade do ar na Região de Candiota.

O monitoramento realizado possibilitará a avaliação consistente de variações da qualidade do ar na região e a identificação da sua relação com o processo de combustão do carvão e geração de energia elétrica, bem como atender a Cláusula Segunda - Parágrafo 1º, 2º, 11º e Anexo I do Termo de Ajustamento de Conduta assinado em 13 de abril de 2011.

## 2 DESCRITIVO DA NOVA REDE DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

### 2.1 Área Monitorada

A área de trabalho considerada no monitoramento realizado totaliza aproximadamente 3600 km<sup>2</sup>, definida com as dimensões de 60 x 60 km, abrangendo todo o município de Candiota e total ou parcialmente os municípios vizinhos de Hulha Negra, Pedras Altas, Pinheiro Machado, Bagé e Aceguá. O município de Candiota está localizado no Rio Grande do Sul, a 50 km da fronteira do Uruguai e a 400 km da cidade de Porto Alegre.

A Tabela 1 apresenta as coordenadas geográficas da localização de cada ponto de monitoramento da nova Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar, Qualidade das Chuvas e Condições Meteorológicas, instalada na Região de influência do Complexo Termelétrico de Candiota.

**Tabela 1** – Coordenadas da localização da Rede de Monitoramento após a ampliação.

Estação	Latitude	Longitude
Candiota II – Fonte Emissora	31°33'8.70"S	53°40'56.56"O
Candiota III – Fonte Emissora	31°32'53.22"S	53°40'54.63"O
Aeroporto	31°29'42.80"S	53°41'38.00"O
Candiota	31°32'35.77"S	53°42'55.87"O
Três Lagoas	31°35'42.30"S	53°43'42.70"O
Aceguá	31°51'51.85"S	54° 9'43.71"O
Pedras Altas	31°43'43.25"S	53°35'45.36"O
Pinheiro Machado	31°34'32.00"S	53°23'06.19"O
Bagé II	31°17'21.96"S	54° 4'16.20"O

A Figura 1 apresenta a visualização por imagem de satélite da distribuição das estações o monitoramento na Rede de Monitoramento após a modernização e ampliação.



**Figura 1** – Imagem de Satélite da localização das Estações de Monitoramento após a ampliação.

## 2.2 Parâmetros Monitorados

Os impactos ambientais relacionados à poluição do ar se devem, basicamente, ao porte, tipo e localização das atividades industriais implantadas na região de Candiota, bem como às demais atividades antrópicas associadas ao ambiente urbano de uma cidade de pequeno porte. Como consequência desse conjunto de atividades e objetivando avaliar a qualidade do ar na região de influência do Complexo Termelétrico Candiota, a Eletrobrás CGTEE identificou a necessidade de monitorar aqueles que são considerados como os principais parâmetros de controle da qualidade do ar segundo a Resolução CONAMA 03/90:

- Partículas Inaláveis;
- Óxidos de Nitrogênio;
- Dióxido de Enxofre;
- Ozônio;
- Partículas Totais em Suspensão.

As Condições Meteorológicas e Qualidade da Água da Chuva também serão monitoradas para correlação com os dados de qualidade do ar.

O dimensionamento do monitoramento ambiental realizado está apresentado na Tabela 2 – Parâmetros medidos na Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar, Qualidade das Chuvas e Condições Meteorológicas.

### **3 METODOLOGIA DE ANÁLISES**

O parâmetro Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>) é medido pelo Método de Fluorescência em Ultravioleta utilizando analisadores da Marca HORIBA modelo APSA-360 e APSA-37CE. Este método atende as determinações da USEPA Método de Referência EQSA-0506-159.

O parâmetro Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>) é medido pelo Método de Quimiluminescência utilizando analisadores da Marca HORIBA modelo APNA-360 e APNA-37CE. Este método atende as determinações da USEPA Método de Referência RFNA-0506-1517.

O parâmetro Ozônio (O<sub>3</sub>) é medido pelo Método de Absorção ao Ultravioleta utilizando um analisador da Marca HORIBA modelo APOA-370CE. Este método atende as determinações da USEPA Método Equivalente EQOA-0196-112.

O parâmetro Partículas Inaláveis (PI) é medido pelo Método de Absorção de Raios Beta utilizando um analisador da Marca MET ONE modelo BAM 1020. Este método atende as determinações da USEPA Método Equivalente EPQM-0798-122.

O parâmetro Partículas Totais em Suspensão (PTS) é medido pelo Método de Amostragem de Grande Volume utilizando um Medidor tipo HIVOL da Marca Energética modelo AGV-PTS. Este método atende as determinações da NBR ABNT 9547 do ano de 1997.

**Tabela 2 -** Parâmetros medidos na Rede de Monitoramento Ambiental da Qualidade do Ar, Meteorologia e Qualidade das Chuvas.

Parâmetros Monitorados	Estação Aeroporto	Estação Candiota	Estação Três Lagoas	Estação Pedras Altas	Estação Aceguá	Estação Bagé	Estação Pinheiro Machado
SO <sub>2</sub> – AT	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
NO <sub>x</sub> – AT	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
PI – AT	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
O <sub>3</sub> – AT	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não
PTS	Sim	Sim	Não	Não	Sim*	Não	Não
Qualidade de Chuva	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Volume de Chuva – AT	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Volume de Chuva	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Direção do Vento – AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Velocidade do Vento – AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Temperatura Ambiente – AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Umidade Relativa – AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Radiação Global – AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Pressão Atmosférica – AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Transmissão de Dados	Celular GSM	Celular GSM	Celular GSM	Celular GSM	Celular GSM	Coleta Local	Coleta Local
Área de Instalação	Aeródromo de Candiota	Bairro Dario Lassance	Fazenda Três Lagoas	Estância São Manuel	Centro Multiuso do Município	Subestação Bagé II	Secretaria de Obras do Município
Proprietário da Área de Instalação	Eletrobras CGTEE	CRM	Agropecuária Três Lagoas	Basileu Azeredo Neto	Prefeitura de Aceguá	CEEE	Prefeitura de Pinheiro Machado

\* Entrada em operação a partir do mês de março de 2012.



#### 4 PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

A qualidade do ar de uma região é o resultado de um sistema complexo. A emissão de contaminantes atmosféricos por fontes fixas e móveis, locais e/ou mais distantes do ponto de observação, juntamente com as condições físicas e meteorológicas da região determinam a concentração dos poluentes no ar.

Visando estabelecer estratégias para o controle, preservação e recuperação da qualidade do ar, válidas para todo o território nacional, conforme previsto na lei nº 6.938/81, foi instituído o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR pela resolução CONAMA nº 05/1989, fornecendo definições e diretrizes para prevenção e gerenciamento da concentração dos poluentes no ar.

A Resolução CONAMA nº 03/1990 estabeleceu padrões de qualidade do ar, métodos de amostragem e análise dos poluentes atmosféricos e níveis de qualidade atinentes a um plano de emergência para episódios críticos de poluição do ar, visando providências dos governos estaduais e municipais, com o objetivo de prevenir grave e iminente risco à saúde pública.

A Tabela 3 apresenta os padrões de qualidade do ar primários e secundários, segundo a resolução CONAMA nº 03/1990.

**Tabela 3 – Padrões de Qualidade do Ar - Resolução CONAMA 03/1990**

Poluente	Padrão Primário		Padrão Secundário	
	Concentração (µg/m³)	Referência Temporal	Concentração (µg/m³)	Referência Temporal
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	80 *	1 ano	60 *	1 ano
	240	24 horas	150	24 horas
Partículas Inaláveis <10 µm(PI)	50	1 ano	50	1 ano
	150	24 horas	150	24 horas
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	80	1 ano	40	1 ano
	365	24 horas	100	24 horas
Monóxido de Carbono (CO)	10.000 (9 ppm)	8 horas	10.000 (9 ppm)	8 horas
	40.000 (35 ppm)	1 hora	40.000 (35 ppm)	1 hora
Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	100	1 ano	100	1 ano
	320	1 hora	190	1 hora
Fumaça	150	24 horas	100	24 horas
	60	1 ano	40	1 ano
Ozônio (O <sub>3</sub> )	160	1 hora	160	1 hora

\* Média Geométrica

Os padrões primários são as concentrações de poluentes que, quando ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Os padrões secundários, por sua vez, são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo de efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Sendo assim, os padrões secundários são mais restritivos que os padrões primários.

Como observado na Tabela 3, as concentrações de poluentes no ar ambiente são expressas nas unidades de concentração em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Os analisadores de poluentes gasosos que compõem a RMA da Eletrobras CGTEE registram os parâmetros monitorados com unidade de concentração em ppm. Considerando essa diferença de unidades e para propiciar a comparação com os padrões de qualidade do ar, as concentrações apresentadas na Tabela 3 foram convertidas para as mesmas unidades dos parâmetros medidos nas estações e estão apresentadas na Tabela 5.

A conversão de unidades foi feita com base nos fatores de conversão apresentados pela Organização Mundial da Saúde. A Tabela 4 apresenta os fatores de conversão utilizados.

Para os poluentes de Monóxido de Nitrogênio (NO) e Óxidos de Nitrogênio (NOX) não são estabelecidos padrões.

**Tabela 4 – Concentrações de Referência.**

Poluente	Valores de Referência	
	ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO <sub>2</sub>	0,001	2,86
NO <sub>2</sub>	0,001	1,88
O <sub>3</sub>	0,001	2,00

Fonte: WHO Air Quality Guidelines, 2000

**Tabela 5 – Concentrações Análogas aos Padrões de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/1990 – Valores Convertidos a CNTP.**

Poluente	Padrão Primário			Padrão Secundário		
	Concentração		Referência Temporal	Concentração		Referência Temporal
	ppb	ppm		ppb	ppm	
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	28	0,028	1 ano	14	0,014	1 ano
	128	0,128	24 horas	35	0,038	24 horas
Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	53	0,053	1 ano	53	0,053	1 ano
	170	0,17	1 hora	101	0,101	1 hora
Ozônio (O <sub>3</sub> )	80	0,08	1 hora	80	0,08	1 hora

O Código Estadual do Meio Ambiente instituído pela Lei Estadual n.º 11.520 de 03 de agosto de 2000, estabelece critérios de utilização e conservação do ar, através do Capítulo III - Da Utilização e Conservação do Ar, subdividido em nove artigos, entre eles o artigo 149 que estabelece "... Classes de Uso pretendidas para o território do Rio Grande do Sul, visando implementar uma política de prevenção de deterioração significativa da qualidade do ar...". Entre as classes tem-se a "... Área Classe III: são assim classificadas todas as áreas que abrigam Distritos Industriais criados por legislação própria...". A mesma legislação, em seu artigo 153, determina "... As fontes emissoras de poluentes atmosféricos, em seu conjunto, localizadas em áreas de Distrito Industrial, classificada como Classe III, deverão lançar seus poluentes em quantidades e condições tais que: I - não ocasionem concentrações, ao nível do solo, superiores aos padrões primários de qualidade do ar, dentro dos limites geográficos do Distrito Industrial; II - não ocasionem concentrações, ao nível do solo, superiores aos padrões secundários de qualidade do ar, fora dos limites geográficos do Distrito Industrial...".

A Lei Municipal n.º 687 de 10 de novembro de 2003 delimita as Áreas Urbanas, Urbanizáveis e Industriais do Município de Candiota. Em seu artigo 6 cria as Zonas Industriais, entre elas a "... Indústria de Geração de Energia Elétrica: Esta zona engloba a atual UTE Presidente Médici...".

As cinco estações de monitoramento da qualidade do ar que compõem a RMA da Eletrobras CGTEE estão localizadas fora dos limites geográficos do Distrito Industrial de Candiota. Por esse motivo, as análises contidas no relatório identificam a adequação das concentrações de poluentes atmosféricos aos padrões secundários de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/1990, a 25°C.

## 5 RESULTADOS

No mês de setembro não serão apresentados os valores medidos nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia da RMA Eletrobras CGTEE, bem como a identificação da adequação das concentrações de poluentes atmosféricos registrados na região em relação aos padrões de qualidade do ar vigentes, devido à descontinuidade dos serviços de suporte técnico e operação assistida, prestados por empresa especializada, em período superior a seis meses.

Para adequação do Monitoramento da Qualidade do Ar, a Eletrobras CGTEE assinará o contrato CGTEE/076/2015 para a operação assistida, manutenção e calibração das estações de monitoramento da qualidade do ar pelo período de um ano até a data de 09/10/2015. No dia 19/09/2015 foi concluída a manutenção corretiva, realizada por empresa especializada, nas estações Aeroporto, Candiota e Três Lagoas de forma a reestabelecer de forma emergencial a condição operacional das estações prioritárias para o monitoramento da qualidade do ar em Candiota. Este serviço foi antecipado ao fornecimento do contrato CGTEE/076/2015. Após a sua assinatura teremos a condição de reestabelecer a operacionalidade integral da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar e a transmissão online de dados validados ao IBAMA. A próxima ação de manutenção, calibração e operação assistida está agendada para o final do mês de outubro. Os dados validados das estações Aeroporto, Candiota e Três Lagoas passaram a ser transmitidos ao IBAMA de forma online a partir de 19/09/2015. Dados anteriores a esta data serão verificados quanto a sua validade para apresentação em relatório e retransmissão ao SIA/IBAMA.

Os dados do monitoramento serão apresentados no Anexo II.

Este relatório apresenta os dados medidos em intervalos compatíveis com as referências temporais determinadas pelos padrões secundários de qualidade de cada parâmetro monitorado.

## 6 CONCLUSÕES

Neste Relatório estão apresentados os dados relativos a geração de energia, partículas totais em suspensão e qualidade das chuvas, coletados entre os dias de 01 a 30 de setembro de 2015. Os dados são complementares aos apresentados no Relatório Nº 049 disponibilizado em 10/09/2015.

As conclusões apresentadas consideram somente o intervalo de dados analisados por este relatório para as partículas totais em suspensão.

Os resultados deste monitoramento são referenciados nos padrões de qualidade do ar da Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990, que traz os Padrões da Qualidade do Ar previstos no PRONAR conforme segue:

- Padrão Primário de Qualidade do Ar – são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.
- Padrão Secundário de Qualidade do Ar – são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano a fauna, flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

As três estações de monitoramento de partículas totais em suspensão que compõem a RMA da Eletrobras CGTEE estão localizadas fora dos limites geográficos do Distrito Industrial de Candiota. Desta forma, a análise contida no relatório utiliza como referência para as concentrações de poluentes atmosféricos no ar ambiente os padrões secundários de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/1990.

Da análise dos dados disponíveis observa-se que no período de 01/09/2015 a 30/09/2015 as partículas totais em suspensão apresentaram concentrações situadas em níveis inferiores aos limites dos padrões secundários estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/1990.

Os valores das medições realizadas estão apresentados no Anexo II.

Os dados de geração de energia elétrica pela CGTEE em Candiota estão apresentados no Anexo I.

## 7 ANEXOS

Anexo I – Dados de Geração de Energia Elétrica.

Anexo II – Relatório de Monitoramento da Qualidade das Chuvas e PTS.

Candiota, 09 de Outubro de 2015.



---

*Cíntia H. M. Fischer*  
*Engenheiro Químico*  
*Divisão de Meio Ambiente*

Data de Medição	Eletrobras CGTEE											
	Geração de Energia Elétrica											
	Fase A				Fase B				Fase C		Total	
	Unidade I		Unidade II		Unidade III		Unidade IV		Unidade V		UPME	
	Frequência Horária		Frequência Horária		Frequência Horária		Frequência Horária		Frequência Horária		Frequência Horária	
dd/mm/aaaa hh:mm	Valor [MWh]	Flag	Valor [MWh]	Flag	Valor [MWh]	Flag	Valor [MWh]	Flag	Valor [MWh]	Flag	Valor [MWh]	Flag
01/09/2015 00:30	0,00		0,00		74,38		0,00		232,30		306,68	
01/09/2015 01:30	0,00		0,00		74,88		0,00		226,80		301,68	
01/09/2015 02:30	0,00		0,00		75,42		0,00		232,53		307,95	
01/09/2015 03:30	0,00		0,00		75,56		0,00		232,07		307,63	
01/09/2015 04:30	0,00		0,00		75,92		0,00		233,33		309,25	
01/09/2015 05:30	0,00		0,00		75,83		0,00		240,09		315,92	
01/09/2015 06:30	0,00		0,00		75,65		0,00		242,49		318,14	
01/09/2015 07:30	0,00		0,00		75,87		0,00		240,32		316,19	
01/09/2015 08:30	0,00		0,00		76,01		0,00		247,53		323,54	
01/09/2015 09:30	0,00		0,00		75,56		0,00		244,90		320,46	
01/09/2015 10:30	5,02		0,00		75,83		0,00		239,86		320,71	
01/09/2015 11:30	3,55		0,00		75,74		0,00		239,17		318,46	
01/09/2015 12:30	6,34		0,00		75,15		0,00		240,43		321,92	
01/09/2015 13:30	3,43		0,00		74,88		0,00		239,51		317,82	
01/09/2015 14:30	6,34		0,00		75,42		0,00		241,58		323,34	
01/09/2015 15:30	7,81		0,00		74,97		0,00		241,12		323,90	
01/09/2015 16:30	7,95		0,00		74,47		0,00		240,32		322,74	
01/09/2015 17:30	7,17		0,00		74,43		0,00		242,49		324,09	
01/09/2015 18:30	7,29		0,00		75,29		0,00		243,18		325,76	
01/09/2015 19:30	4,68		0,00		75,02		0,00		238,14		317,84	
01/09/2015 20:30	5,54		0,00		74,93		0,00		238,03		318,50	
01/09/2015 21:30	7,69		0,00		74,75		0,00		233,10		315,54	
01/09/2015 22:30	7,49		0,00		74,84		0,00		247,19		329,52	
01/09/2015 23:30	7,57		0,00		74,88		0,00		249,48		331,93	
02/09/2015 00:30	7,59		0,00		73,66		0,00		244,55		325,80	
02/09/2015 01:30	7,33		0,00		73,44		0,00		241,58		322,35	
02/09/2015 02:30	7,47		0,00		72,67		0,00		240,55		320,69	
02/09/2015 03:30	7,39		0,00		73,07		0,00		237,57		318,03	
02/09/2015 04:30	7,29		0,00		72,98		0,00		238,94		319,21	
02/09/2015 05:30	6,66		0,00		72,85		0,00		238,94		318,45	
02/09/2015 06:30	2,03		0,00		67,43		0,00		240,32		309,78	
02/09/2015 07:30	7,01		0,00		66,53		0,00		236,99		310,53	
02/09/2015 08:30	6,54		0,00		67,56		0,00		240,20		314,30	
02/09/2015 09:30	6,70		0,00		65,85		0,00		239,86		312,41	
02/09/2015 10:30	6,06		0,00		66,30		0,00		240,77		313,13	
02/09/2015 11:30	6,32		0,00		68,29		0,00		241,00		315,61	
02/09/2015 12:30	6,84		0,00		71,31		0,00		241,12		319,27	
02/09/2015 13:30	5,66		0,00		77,00		0,00		242,95		325,61	
02/09/2015 14:30	6,14		0,00		54,83		0,00		239,40		300,37	
02/09/2015 15:30	5,52		0,00		0,00		0,00		237,34		242,86	
02/09/2015 16:30	6,93		0,00		0,00		0,00		243,64		250,57	
02/09/2015 17:30	5,44		0,00		0,00		0,00		245,47		250,91	
02/09/2015 18:30	5,64		0,00		0,00		0,00		236,54		242,18	
02/09/2015 19:30	6,20		0,00		0,00		0,00		243,07		249,27	
02/09/2015 20:30	5,88		0,00		0,00		0,00		245,93		251,81	
02/09/2015 21:30	5,70		0,00		0,00		0,00		231,15		236,85	
02/09/2015 22:30	6,99		0,00		0,00		0,00		240,32		247,31	
02/09/2015 23:30	18,69		0,00		18,02		0,00		236,88		273,59	
03/09/2015 00:30	19,03		0,00		71,45		0,00		240,09		330,57	
03/09/2015 01:30	17,70		0,00		71,49		0,00		238,48		327,67	
03/09/2015 02:30	3,19		0,00		72,85		0,00		239,29		315,33	
03/09/2015 03:30	0,00		0,00		75,69		0,00		236,88		312,57	
03/09/2015 04:30	0,00		0,00		79,49		0,00		235,73		315,22	
03/09/2015 05:30	0,00		0,00		82,83		0,00		241,46		324,29	
03/09/2015 06:30	0,00		0,00		85,36		0,00		237,11		322,47	
03/09/2015 07:30	0,00		0,00		88,20		0,00		237,57		325,77	
03/09/2015 08:30	0,00		0,00		89,88		0,00		242,72		332,60	
03/09/2015 09:30	0,00		0,00		91,50		0,00		241,23		332,73	
03/09/2015 10:30	0,00		0,00		90,91		0,00		242,38		333,29	
03/09/2015 11:30	0,00		0,00		90,82		0,00		244,90		335,72	
03/09/2015 12:30	0,00		0,00		89,97		0,00		242,49		332,46	
03/09/2015 13:30	0,00		0,00		91,05		0,00		241,23		332,28	
03/09/2015 14:30	0,00		0,00		92,27		0,00		240,66		332,93	
03/09/2015 15:30	3,65		0,00		92,04		0,00		249,71		345,40	
03/09/2015 16:30	5,40		0,00		92,31		0,00		245,13		342,84	
03/09/2015 17:30	6,22		0,00		29,31		0,00		245,81		281,34	
03/09/2015 18:30	6,48		0,00		0,00		0,00		238,60		245,08	
03/09/2015 19:30	6,46		0,00		0,59		0,00		238,83		245,88	
03/09/2015 20:30	6,20		0,00		32,43		0,00		234,82		273,45	
03/09/2015 21:30	6,04		0,00		69,96		0,00		237,80		313,80	
03/09/2015 22:30	6,02		0,00		77,27		0,00		238,94		322,23	
03/09/2015 23:30	6,58		0,00		74,43		0,00		239,97		320,98	
04/09/2015 00:30	6,58		0,00		79,17		0,00		240,32		326,07	
04/09/2015 01:30	19,75		0,00		80,84		0,00		238,71		339,30	
04/09/2015 02:30	21,86		0,00		82,51		0,00		237,57		341,94	
04/09/2015 03:30	22,00		0,00		80,07		0,00		236,31		338,38	
04/09/2015 04:30	10,02		0,00		79,35		0,00		238,71		328,08	
04/09/2015 05:30	0,00		0,00		78,81		0,00		240,55		319,36	



04/09/2015 06:30	2,79		0,00		78,77		0,00		241,46		323,02	
04/09/2015 07:30	17,20		0,00		79,49		0,00		239,06		335,75	
04/09/2015 08:30	21,28		0,00		79,31		0,00		240,66		341,25	
04/09/2015 09:30	20,29		0,00		80,26		0,00		238,94		338,49	
04/09/2015 10:30	18,43		0,00		81,66		0,00		237,68		337,77	
04/09/2015 11:30	19,33		0,00		81,25		0,00		236,31		336,89	
04/09/2015 12:30	19,91		0,00		81,29		0,00		236,42		337,62	
04/09/2015 13:30	19,55		0,00		80,71		0,00		237,34		337,60	
04/09/2015 14:30	19,63		0,00		80,30		0,00		238,48		338,41	
04/09/2015 15:30	19,49		0,00		80,26		0,00		241,69		341,44	
04/09/2015 16:30	16,08		0,00		80,53		0,00		239,74		336,35	
04/09/2015 17:30	17,58		0,00		80,75		0,00		235,62		333,95	
04/09/2015 18:30	0,00		0,00		81,02		0,00		234,82		315,84	
04/09/2015 19:30	0,00		0,00		80,93		0,00		242,84		323,77	
04/09/2015 20:30	0,00		0,00		62,91		0,00		242,72		305,63	
04/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		241,81		241,81	
04/09/2015 22:30	0,00		0,00		3,79		0,00		241,12		244,91	
04/09/2015 23:30	0,00		0,00		53,93		0,00		239,29		293,22	
05/09/2015 00:30	0,00		0,00		68,47		0,00		240,43		308,90	
05/09/2015 01:30	0,00		0,00		79,94		0,00		240,77		320,71	
05/09/2015 02:30	0,00		0,00		81,57		0,00		242,38		323,95	
05/09/2015 03:30	0,00		0,00		81,75		0,00		239,51		321,26	
05/09/2015 04:30	0,00		0,00		81,61		0,00		237,22		318,83	
05/09/2015 05:30	0,00		0,00		81,07		0,00		235,28		316,35	
05/09/2015 06:30	0,00		0,00		80,98		0,00		239,06		320,04	
05/09/2015 07:30	0,00		0,00		81,34		0,00		238,48		319,82	
05/09/2015 08:30	0,00		0,00		80,98		0,00		238,14		319,12	
05/09/2015 09:30	0,00		0,00		80,93		0,00		237,45		318,38	
05/09/2015 10:30	0,00		0,00		81,02		0,00		234,93		315,95	
05/09/2015 11:30	0,00		0,00		81,29		0,00		234,70		315,99	
05/09/2015 12:30	0,00		0,00		81,20		0,00		235,62		316,82	
05/09/2015 13:30	0,00		0,00		80,93		0,00		232,41		313,34	
05/09/2015 14:30	0,00		0,00		79,98		0,00		229,55		309,53	
05/09/2015 15:30	0,00		0,00		80,30		0,00		229,55		309,85	
05/09/2015 16:30	0,00		0,00		79,89		0,00		235,39		315,28	
05/09/2015 17:30	0,00		0,00		80,57		0,00		236,31		316,88	
05/09/2015 18:30	0,00		0,00		80,62		0,00		237,22		317,84	
05/09/2015 19:30	0,00		0,00		80,53		0,00		238,83		319,36	
05/09/2015 20:30	0,00		0,00		80,39		0,00		238,14		318,53	
05/09/2015 21:30	0,00		0,00		80,75		0,00		237,11		317,86	
05/09/2015 22:30	0,00		0,00		80,98		0,00		237,80		318,78	
05/09/2015 23:30	0,00		0,00		80,98		0,00		236,88		317,86	
06/09/2015 00:30	0,00		0,00		80,35		0,00		239,63		319,98	
06/09/2015 01:30	0,00		0,00		80,66		0,00		239,63		320,29	
06/09/2015 02:30	0,00		0,00		80,53		0,00		241,12		321,65	
06/09/2015 03:30	0,00		0,00		16,03		0,00		240,09		256,12	
06/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		239,74		239,74	
06/09/2015 05:30	0,00		0,00		35,90		0,00		240,77		276,67	
06/09/2015 06:30	0,00		0,00		76,87		0,00		240,32		317,19	
06/09/2015 07:30	0,00		0,00		81,29		0,00		236,77		318,06	
06/09/2015 08:30	0,00		0,00		81,07		0,00		225,88		306,95	
06/09/2015 09:30	0,00		0,00		80,71		0,00		224,74		305,45	
06/09/2015 10:30	0,00		0,00		81,11		0,00		224,28		305,39	
06/09/2015 11:30	0,00		0,00		80,93		0,00		226,69		307,62	
06/09/2015 12:30	0,00		0,00		80,48		0,00		227,03		307,51	
06/09/2015 13:30	0,00		0,00		79,49		0,00		228,86		308,35	
06/09/2015 14:30	0,00		0,00		78,49		0,00		229,89		308,38	
06/09/2015 15:30	0,00		0,00		2,57		0,00		230,81		233,38	
06/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,95		231,95	
06/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		232,07		232,07	
06/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		232,99		232,99	
06/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		233,44		233,44	
06/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		0,00		234,25		234,25	
06/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,61		231,61	
06/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		0,00		230,69		230,69	
06/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,61		231,61	
07/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,73		231,73	
07/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,15		231,15	
07/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,32		229,32	
07/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,73		231,73	
07/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		230,24		230,24	
07/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,95		231,95	
07/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		0,00		230,01		230,01	
07/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		0,00		228,98		228,98	
07/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,32		229,32	
07/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,27		231,27	
07/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,50		231,50	
07/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		0,00		230,81		230,81	
07/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		1,22		231,50		232,72	
07/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		7,59		233,44		241,03	
07/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		72,13		232,30		304,43	
07/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		84,86		231,61		316,47	
07/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		71,09		230,35		301,44	
07/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		71,81		232,18		303,99	

07/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		75,11		231,04		306,15	
07/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		79,71		226,91		306,62	
07/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		78,18		227,37		305,55	
07/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		78,40		226,91		305,31	
07/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		79,22		227,03		306,25	
07/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		79,71		228,63		308,34	
08/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		80,07		230,35		310,42	
08/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		85,45		231,50		316,95	
08/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		90,82		232,64		323,46	
08/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		90,64		233,79		324,43	
08/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		90,28		234,36		324,64	
08/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		90,28		235,39		325,67	
08/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		90,73		236,31		327,04	
08/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		91,73		237,80		329,53	
08/09/2015 08:30	0,38		0,00		0,00		93,08		249,48		342,94	
08/09/2015 09:30	7,65		0,00		0,00		99,50		246,16		353,31	
08/09/2015 10:30	15,30		0,00		0,00		100,26		242,95		358,51	
08/09/2015 11:30	22,36		0,00		0,00		98,77		242,49		363,62	
08/09/2015 12:30	23,73		0,00		0,00		107,31		241,92		372,96	
08/09/2015 13:30	5,32		0,00		0,00		109,84		244,21		359,37	
08/09/2015 14:30	5,28		0,00		0,00		110,83		246,85		362,96	
08/09/2015 15:30	8,57		0,00		0,00		108,53		241,81		358,91	
08/09/2015 16:30	6,42		0,00		0,00		108,75		240,09		355,26	
08/09/2015 17:30	0,56		0,00		0,00		108,80		237,45		346,81	
08/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		108,39		239,97		348,36	
08/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		109,84		238,60		348,44	
08/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		109,61		235,05		344,66	
08/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		110,06		237,80		347,86	
08/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		110,24		238,37		348,61	
08/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		111,10		239,74		350,84	
09/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		110,51		237,22		347,73	
09/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		109,25		238,48		347,73	
09/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		110,11		239,63		349,74	
09/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		109,97		238,71		348,68	
09/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		110,70		236,88		347,58	
09/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		108,35		238,37		346,72	
09/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		67,07		240,09		307,16	
09/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,73		231,73	
09/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		0,00		209,16		209,16	
09/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		214,43		214,43	
09/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		217,29		217,29	
09/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		0,00		223,36		223,36	
09/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		0,00		224,28		224,28	
09/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,21		229,21	
09/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		0,00		230,12		230,12	
09/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		233,44		233,44	
09/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		251,20		251,20	
09/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		255,32		255,32	
09/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		255,21		255,21	
09/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		256,01		256,01	
09/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		0,00		259,10		259,10	
09/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		260,25		260,25	
09/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		0,00		258,99		258,99	
09/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		0,00		255,55		255,55	
10/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		0,00		257,15		257,15	
10/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		260,13		260,13	
10/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		0,00		261,51		261,51	
10/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		257,38		257,38	
10/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		254,86		254,86	
10/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		0,00		258,07		258,07	
10/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		0,00		260,02		260,02	
10/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		0,00		261,39		261,39	
10/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		0,00		261,51		261,51	
10/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		265,97		265,97	
10/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		264,14		264,14	
10/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		0,00		269,64		269,64	
10/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		0,00		266,78		266,78	
10/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		0,00		266,66		266,66	
10/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		0,00		248,33		248,33	
10/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		182,81		182,81	
10/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		172,39		172,39	
10/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		157,16		157,16	
10/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		127,15		127,15	
10/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		49,83		49,83	
10/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
10/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
10/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
10/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
11/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
11/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
11/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
11/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
11/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		13,40		13,40	
11/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		0,00		20,96		20,96	

11/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		0,00		27,15		27,15	
11/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		0,00		27,61		27,61	
11/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		0,00		25,77		25,77	
11/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		28,29		28,29	
11/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		30,24		30,24	
11/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		0,00		31,04		31,04	
11/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		0,00		29,78		29,78	
11/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		0,00		30,24		30,24	
11/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		0,00		31,50		31,50	
11/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		30,24		30,24	
11/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		29,21		29,21	
11/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		32,07		32,07	
11/09/2015 18:30	4,03		0,00		0,00		0,00		32,07		36,10	
11/09/2015 19:30	9,07		0,00		0,00		0,00		31,16		40,23	
11/09/2015 20:30	9,13		0,00		0,00		0,00		31,50		40,63	
11/09/2015 21:30	8,43		0,00		0,00		0,00		31,16		39,59	
11/09/2015 22:30	8,63		0,00		0,00		0,00		31,27		39,90	
11/09/2015 23:30	9,09		0,00		0,00		0,00		32,42		41,51	
12/09/2015 00:30	9,98		0,00		0,00		0,00		28,06		38,04	
12/09/2015 01:30	9,84		0,00		0,00		0,00		28,64		38,48	
12/09/2015 02:30	9,70		0,00		0,00		0,00		29,44		39,14	
12/09/2015 03:30	8,95		0,00		0,00		0,00		28,64		37,59	
12/09/2015 04:30	9,72		0,00		0,00		0,00		20,96		30,68	
12/09/2015 05:30	9,45		0,00		0,00		0,00		24,63		34,08	
12/09/2015 06:30	9,74		0,00		0,00		0,00		46,85		56,59	
12/09/2015 07:30	10,74		0,00		0,00		0,00		95,53		106,27	
12/09/2015 08:30	8,97		0,00		0,00		0,00		111,80		120,77	
12/09/2015 09:30	8,55		0,00		0,00		0,00		128,06		136,61	
12/09/2015 10:30	9,15		0,00		0,00		0,00		123,14		132,29	
12/09/2015 11:30	8,55		0,00		0,00		0,00		169,99		178,54	
12/09/2015 12:30	8,85		0,00		0,00		0,00		163,80		172,65	
12/09/2015 13:30	20,63		0,00		0,00		0,00		165,98		186,61	
12/09/2015 14:30	10,10		0,00		0,00		0,00		163,80		173,90	
12/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		171,25		171,25	
12/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		203,09		203,09	
12/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,43		229,43	
12/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		247,99		247,99	
12/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		251,89		251,89	
12/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		0,00		252,69		252,69	
12/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		253,26		253,26	
12/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		0,00		253,95		253,95	
12/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		0,00		257,84		257,84	
13/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		0,00		258,53		258,53	
13/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		257,04		257,04	
13/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		0,00		264,03		264,03	
13/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		264,94		264,94	
13/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		263,68		263,68	
13/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		0,00		258,87		258,87	
13/09/2015 06:30	2,93		0,00		0,00		0,00		257,61		260,54	
13/09/2015 07:30	7,47		0,00		0,00		0,00		259,56		267,03	
13/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		0,00		259,79		259,79	
13/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		258,07		258,07	
13/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		256,12		256,12	
13/09/2015 11:30	3,07		0,00		0,00		0,00		252,34		255,41	
13/09/2015 12:30	4,84		0,00		0,00		0,00		234,70		239,54	
13/09/2015 13:30	7,11		0,00		0,00		0,00		231,27		238,38	
13/09/2015 14:30	21,26		0,00		0,00		0,00		233,56		254,82	
13/09/2015 15:30	0,32		0,00		0,00		33,60		235,39		269,31	
13/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		70,86		226,46		297,32	
13/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		73,35		231,61		304,96	
13/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		79,62		232,64		312,26	
13/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		86,71		232,07		318,78	
13/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		97,19		230,92		328,11	
13/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		101,98		228,63		330,61	
13/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		114,22		228,75		342,97	
13/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		116,12		230,01		346,13	
14/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		62,14		230,69		292,83	
14/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		235,28		235,28	
14/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		0,00		238,83		238,83	
14/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		238,48		238,48	
14/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		245,93		245,93	
14/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		0,00		243,64		243,64	
14/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		0,00		246,04		246,04	
14/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		45,21		246,04		291,25	
14/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		86,08		248,91		334,99	
14/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		95,07		259,90		354,97	
14/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		118,28		261,39		379,67	
14/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		113,81		268,72		382,53	
14/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		111,78		280,18		391,96	
14/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		119,46		281,67		401,13	
14/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		97,87		281,44		379,31	
14/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		285,91		285,91	
14/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		282,01		282,01	
14/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		277,43		277,43	

14/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		277,31		277,31	
14/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		278,69		278,69	
14/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		0,00		279,61		279,61	
14/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		280,87		280,87	
14/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		0,00		281,67		281,67	
14/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		0,00		273,42		273,42	
15/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		0,00		275,02		275,02	
15/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		271,01		271,01	
15/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		0,00		270,79		270,79	
15/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		267,58		267,58	
15/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		272,62		272,62	
15/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		0,00		273,19		273,19	
15/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		0,00		274,11		274,11	
15/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		0,00		276,63		276,63	
15/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		0,00		273,53		273,53	
15/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		272,27		272,27	
15/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		265,29		265,29	
15/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		0,00		261,62		261,62	
15/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		0,00		264,83		264,83	
15/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		0,00		265,86		265,86	
15/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		0,00		270,79		270,79	
15/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		274,68		274,68	
15/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		273,76		273,76	
15/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		272,05		272,05	
15/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		272,39		272,39	
15/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		273,08		273,08	
15/09/2015 20:30	0,00		0,00		6,01		0,00		273,88		279,89	
15/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		276,28		276,28	
15/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		0,00		276,74		276,74	
15/09/2015 23:30	0,00		0,00		8,63		0,00		276,05		284,68	
16/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		0,00		278,69		278,69	
16/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		277,54		277,54	
16/09/2015 02:30	0,00		0,00		5,74		0,00		273,99		279,73	
16/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		270,79		270,79	
16/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		269,53		269,53	
16/09/2015 05:30	0,00		0,00		5,06		0,00		267,35		272,41	
16/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		0,00		263,23		263,23	
16/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		0,00		262,65		262,65	
16/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		0,00		263,34		263,34	
16/09/2015 09:30	5,22		0,00		0,00		0,00		268,04		273,26	
16/09/2015 10:30	16,00		0,00		0,00		0,00		267,92		283,92	
16/09/2015 11:30	23,14		0,00		0,00		0,00		268,84		291,98	
16/09/2015 12:30	23,16		0,00		0,00		0,00		269,98		293,14	
16/09/2015 13:30	22,38		0,00		0,00		0,00		270,79		293,17	
16/09/2015 14:30	20,09		0,00		0,09		0,00		270,33		290,51	
16/09/2015 15:30	19,39		0,00		31,12		0,00		268,72		319,23	
16/09/2015 16:30	18,35		0,00		61,38		0,00		264,03		343,76	
16/09/2015 17:30	18,15		0,00		24,30		0,00		259,67		302,12	
16/09/2015 18:30	18,01		0,00		0,00		0,00		259,10		277,11	
16/09/2015 19:30	18,15		0,00		0,00		0,00		257,96		276,11	
16/09/2015 20:30	19,53		0,00		0,00		0,00		256,70		276,23	
16/09/2015 21:30	19,37		0,00		0,00		0,00		257,15		276,52	
16/09/2015 22:30	21,00		0,00		0,00		0,00		257,04		278,04	
16/09/2015 23:30	21,26		0,00		0,00		0,00		256,01		277,27	
17/09/2015 00:30	21,36		0,00		0,00		0,00		256,47		277,83	
17/09/2015 01:30	21,40		0,00		0,00		0,00		257,27		278,67	
17/09/2015 02:30	23,26		0,00		0,00		0,00		255,09		278,35	
17/09/2015 03:30	23,81		0,00		0,00		0,00		256,58		280,39	
17/09/2015 04:30	23,59		0,00		0,00		0,00		256,70		280,29	
17/09/2015 05:30	24,95		0,00		0,00		0,00		255,44		280,39	
17/09/2015 06:30	22,00		0,00		0,00		0,00		255,78		277,78	
17/09/2015 07:30	21,70		0,00		0,00		0,00		252,34		274,04	
17/09/2015 08:30	20,03		0,00		0,00		0,00		258,19		278,22	
17/09/2015 09:30	6,20		0,00		0,00		0,00		260,48		266,68	
17/09/2015 10:30	17,52		0,00		0,00		0,00		260,82		278,34	
17/09/2015 11:30	19,17		0,00		0,00		0,00		262,42		281,59	
17/09/2015 12:30	22,72		0,00		0,00		0,00		262,88		285,60	
17/09/2015 13:30	22,46		0,00		0,00		0,00		261,16		283,62	
17/09/2015 14:30	24,81		0,00		0,00		0,00		237,80		262,61	
17/09/2015 15:30	21,30		0,00		0,00		0,00		228,40		249,70	
17/09/2015 16:30	22,32		0,00		0,00		0,00		227,37		249,69	
17/09/2015 17:30	4,18		0,00		0,00		0,00		228,17		232,35	
17/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		228,52		228,52	
17/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		1,35		230,12		231,47	
17/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		7,59		231,27		238,86	
17/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		69,87		227,95		297,82	
17/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		84,37		232,07		316,44	
17/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		95,52		232,30		327,82	
18/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		100,67		232,30		332,97	
18/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		111,73		231,15		342,88	
18/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		118,15		230,24		348,39	
18/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		120,04		231,61		351,65	
18/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		120,54		221,42		341,96	
18/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		121,04		226,11		347,15	



18/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		120,77		230,47		351,24	
18/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		120,54		211,45		331,99	
18/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		119,64		220,16		339,80	
18/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		120,36		229,55		349,91	
18/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		120,90		228,40		349,30	
18/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		120,32		231,95		352,27	
18/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		120,18		230,58		350,76	
18/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		123,03		231,95		354,98	
18/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		120,36		233,67		354,03	
18/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		120,32		232,99		353,31	
18/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		120,36		232,64		353,00	
18/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		120,09		209,73		329,82	
18/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		120,32		197,13		317,45	
18/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		120,54		186,95		337,49	
18/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		122,17		236,08		358,25	
18/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		120,90		235,16		356,06	
18/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		120,81		235,62		356,43	
18/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		120,90		237,91		358,81	
19/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		120,54		243,52		364,06	
19/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		120,86		258,76		379,62	
19/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		120,77		261,16		381,93	
19/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		121,04		260,02		381,06	
19/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		122,03		259,56		381,59	
19/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		120,68		254,86		375,54	
19/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		121,53		255,44		376,97	
19/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		121,22		260,48		381,70	
19/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		106,45		261,16		367,61	
19/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		259,10		259,10	
19/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		258,76		258,76	
19/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		0,00		260,93		260,93	
19/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		0,00		262,19		262,19	
19/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		0,00		261,62		261,62	
19/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		0,00		260,93		260,93	
19/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		263,68		263,68	
19/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		262,42		262,42	
19/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		264,49		264,49	
19/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		263,23		263,23	
19/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		261,97		261,97	
19/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		0,00		267,12		267,12	
19/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		269,07		269,07	
19/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		0,00		273,76		273,76	
19/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		0,00		273,76		273,76	
20/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		0,00		270,90		270,90	
20/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		262,08		262,08	
20/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		0,00		250,51		250,51	
20/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		230,24		230,24	
20/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,15		231,15	
20/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,43		229,43	
20/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,43		229,43	
20/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		0,00		228,98		228,98	
20/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		0,00		230,47		230,47	
20/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		227,49		227,49	
20/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		225,77		225,77	
20/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		0,00		232,30		232,30	
20/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,32		229,32	
20/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		0,00		228,40		228,40	
20/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,43		229,43	
20/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,73		231,73	
20/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		227,37		227,37	
20/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		224,39		224,39	
20/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		227,37		227,37	
20/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		226,11		226,11	
20/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		0,00		224,05		224,05	
20/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		224,05		224,05	
20/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		0,00		224,05		224,05	
20/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		0,00		227,83		227,83	
21/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,21		229,21	
21/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		227,03		227,03	
21/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		0,00		225,77		225,77	
21/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		226,80		226,80	
21/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		226,57		226,57	
21/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		0,00		226,57		226,57	
21/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		0,00		226,69		226,69	
21/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		0,00		226,46		226,46	
21/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		0,00		231,04		231,04	
21/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		230,01		230,01	
21/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,89		229,89	
21/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		0,00		227,95		227,95	
21/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,66		229,66	
21/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		0,00		228,52		228,52	
21/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,89		229,89	
21/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,09		229,09	
21/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		229,21		229,21	
21/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		233,21		233,21	

21/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	231,15		231,15	
21/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	229,55		229,55	
21/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	227,37		227,37	
21/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	225,54		225,54	
21/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	230,92		230,92	
21/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	240,66		240,66	
22/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	253,95		253,95	
22/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	253,15		253,15	
22/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	251,20		251,20	
22/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	250,97		250,97	
22/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	249,37		249,37	
22/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	233,90		233,90	
22/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	224,97		224,97	
22/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	227,60		227,60	
22/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	223,82		223,82	
22/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	226,46		226,46	
22/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	227,49		227,49	
22/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	229,89		229,89	
22/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	230,24		230,24	
22/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	232,41		232,41	
22/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	231,61		231,61	
22/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	230,69		230,69	
22/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	232,30		232,30	
22/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	235,28		235,28	
22/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	233,67		233,67	
22/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	232,76		232,76	
22/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	228,40		228,40	
22/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	229,21		229,21	
22/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	232,87		232,87	
22/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	233,44		233,44	
23/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	229,55		229,55	
23/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	222,68		222,68	
23/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	220,61		220,61	
23/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	215,12		215,12	
23/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	224,28		224,28	
23/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	230,12		230,12	
23/09/2015 06:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	228,75		228,75	
23/09/2015 07:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	230,81		230,81	
23/09/2015 08:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	227,95		227,95	
23/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	225,54		225,54	
23/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	222,33		222,33	
23/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	222,91		222,91	
23/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	228,17		228,17	
23/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	229,55		229,55	
23/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	232,18		232,18	
23/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	233,56		233,56	
23/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	236,77		236,77	
23/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	231,27		231,27	
23/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	230,92		230,92	
23/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	230,12		230,12	
23/09/2015 20:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	224,62		224,62	
23/09/2015 21:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	227,95		227,95	
23/09/2015 22:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	231,27		231,27	
23/09/2015 23:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	229,32		229,32	
24/09/2015 00:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	227,83		227,83	
24/09/2015 01:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	230,58		230,58	
24/09/2015 02:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	231,50		231,50	
24/09/2015 03:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	231,27		231,27	
24/09/2015 04:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	230,24		230,24	
24/09/2015 05:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	234,82		234,82	
24/09/2015 06:30	1,73		0,00		0,00		0,00		0,00	228,06		229,79	
24/09/2015 07:30	1,55		0,00		0,00		0,00		0,00	230,81		232,36	
24/09/2015 08:30	0,02		0,00		0,00		0,00		0,00	235,85		235,87	
24/09/2015 09:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	232,18		232,18	
24/09/2015 10:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	232,41		232,41	
24/09/2015 11:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	228,98		228,98	
24/09/2015 12:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	231,73		231,73	
24/09/2015 13:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	229,32		229,32	
24/09/2015 14:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	232,18		232,18	
24/09/2015 15:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	198,39		198,39	
24/09/2015 16:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	182,13		182,13	
24/09/2015 17:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	159,33		159,33	
24/09/2015 18:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	175,48		175,48	
24/09/2015 19:30	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	179,26		179,26	
24/09/2015 20:30	4,30		0,00		0,00		0,00		0,00	179,95		184,25	
24/09/2015 21:30	6,64		0,00		0,05		0,00		0,00	181,21		187,90	
24/09/2015 22:30	6,97		0,00		0,14		0,00		0,00	196,10		203,21	
24/09/2015 23:30	6,70		0,00		43,72		0,00		0,00	225,77		276,19	
25/09/2015 00:30	6,62		0,00		50,27		0,00		0,00	233,90		290,79	
25/09/2015 01:30	6,93		0,00		41,14		0,00		0,00	238,48		286,55	
25/09/2015 02:30	5,90		0,00		52,53		0,00		0,00	243,98		302,41	
25/09/2015 03:30	6,22		0,00		44,22		0,00		0,00	247,65		298,09	
25/09/2015 04:30	13,03		0,00		47,29		0,00		0,00	246,96		307,28	
25/09/2015 05:30	21,46		0,00		53,43		0,00		0,00	244,44		319,33	

25/09/2015 06:30	22,68		0,00	52,93	0,00	245,36	320,97
25/09/2015 07:30	21,54		0,00	54,15	0,00	246,16	321,85
25/09/2015 08:30	22,54		0,00	57,99	0,00	247,19	327,72
25/09/2015 09:30	22,66		0,00	59,53	0,00	240,20	322,39
25/09/2015 10:30	21,10		0,00	63,82	0,00	231,15	316,07
25/09/2015 11:30	20,78		0,00	64,04	0,00	230,01	314,83
25/09/2015 12:30	19,71		0,00	59,34	0,00	234,47	313,52
25/09/2015 13:30	0,22		0,00	61,78	0,00	234,02	296,02
25/09/2015 14:30	0,00		0,00	64,58	0,00	237,22	301,80
25/09/2015 15:30	0,00		0,00	63,05	0,00	234,82	297,87
25/09/2015 16:30	0,00		0,00	61,96	0,00	233,67	295,63
25/09/2015 17:30	0,00		0,00	69,51	0,00	233,44	302,95
25/09/2015 18:30	0,00		0,00	76,28	0,00	233,90	310,18
25/09/2015 19:30	0,00		0,00	69,28	0,00	235,39	304,67
25/09/2015 20:30	0,00		0,00	74,47	0,00	236,54	311,01
25/09/2015 21:30	0,00		0,00	77,41	0,00	237,45	314,86
25/09/2015 22:30	0,00		0,00	78,31	0,00	235,73	314,04
25/09/2015 23:30	0,00		0,00	79,44	0,00	235,85	315,29
26/09/2015 00:30	0,00		0,00	79,44	0,00	235,73	315,17
26/09/2015 01:30	0,00		0,00	80,30	0,00	231,61	311,91
26/09/2015 02:30	0,00		0,00	77,68	0,00	227,72	305,40
26/09/2015 03:30	0,00		0,00	78,54	0,00	226,69	305,23
26/09/2015 04:30	0,00		0,00	79,22	0,00	226,00	305,22
26/09/2015 05:30	0,00		0,00	79,08	0,00	225,08	304,16
26/09/2015 06:30	5,12		0,00	78,58	0,00	226,11	309,81
26/09/2015 07:30	6,70		0,00	78,95	0,00	225,43	311,08
26/09/2015 08:30	8,73		0,00	78,49	0,00	228,75	315,97
26/09/2015 09:30	20,41		0,00	78,00	0,00	221,30	319,71
26/09/2015 10:30	18,91		0,00	78,13	0,00	224,97	322,01
26/09/2015 11:30	19,01		0,00	78,86	0,00	234,47	332,34
26/09/2015 12:30	19,93		0,00	78,67	0,05	236,19	334,84
26/09/2015 13:30	19,97		0,00	76,60	41,37	232,87	370,81
26/09/2015 14:30	20,13		0,00	73,66	83,96	230,58	408,33
26/09/2015 15:30	20,15		0,00	76,87	97,60	229,09	423,71
26/09/2015 16:30	19,17		0,00	77,36	103,06	229,09	428,68
26/09/2015 17:30	17,95		0,00	77,41	104,46	232,41	432,23
26/09/2015 18:30	17,56		0,00	78,36	103,51	231,61	431,04
26/09/2015 19:30	17,44		0,00	79,13	104,24	233,67	434,48
26/09/2015 20:30	17,24		0,00	79,71	104,24	236,77	437,96
26/09/2015 21:30	18,15		0,00	79,31	103,11	234,59	435,16
26/09/2015 22:30	18,63		0,00	80,07	104,60	237,11	440,41
26/09/2015 23:30	17,70		0,00	80,30	102,88	238,60	439,48
27/09/2015 00:30	17,72		0,00	79,89	102,93	241,92	442,46
27/09/2015 01:30	4,80		0,00	79,40	102,93	241,00	428,13
27/09/2015 02:30	0,00		0,00	78,90	104,42	238,14	421,46
27/09/2015 03:30	0,00		0,00	79,04	102,25	237,11	418,40
27/09/2015 04:30	0,00		0,00	78,99	102,70	237,68	419,37
27/09/2015 05:30	0,00		0,00	78,09	102,84	237,22	418,15
27/09/2015 06:30	0,00		0,00	79,80	102,07	239,40	421,27
27/09/2015 07:30	0,00		0,00	79,62	102,34	239,74	421,70
27/09/2015 08:30	0,00		0,00	79,44	100,80	240,55	420,79
27/09/2015 09:30	0,00		0,00	81,38	101,89	237,45	420,72
27/09/2015 10:30	0,00		0,00	80,98	101,84	234,02	416,84
27/09/2015 11:30	0,00		0,00	80,62	102,11	237,22	419,95
27/09/2015 12:30	0,00		0,00	81,29	99,68	238,14	419,11
27/09/2015 13:30	0,00		0,00	81,61	100,49	238,48	420,58
27/09/2015 14:30	0,00		0,00	81,16	100,58	235,28	417,02
27/09/2015 15:30	0,00		0,00	79,17	103,74	234,02	416,93
27/09/2015 16:30	0,00		0,00	79,40	103,70	232,99	416,09
27/09/2015 17:30	0,00		0,00	80,26	102,79	229,55	412,60
27/09/2015 18:30	0,00		0,00	80,03	102,11	231,73	413,87
27/09/2015 19:30	0,00		0,00	79,76	101,84	230,01	411,61
27/09/2015 20:30	0,00		0,00	80,35	102,02	231,04	413,41
27/09/2015 21:30	0,00		0,00	80,62	101,53	229,55	411,70
27/09/2015 22:30	0,00		0,00	75,65	102,66	228,75	407,06
27/09/2015 23:30	0,00		0,00	78,77	102,57	229,32	410,66
28/09/2015 00:30	0,00		0,00	77,82	102,30	233,21	413,33
28/09/2015 01:30	0,00		0,00	78,72	102,11	234,59	415,42
28/09/2015 02:30	0,00		0,00	77,95	102,30	235,73	415,98
28/09/2015 03:30	0,00		0,00	78,72	101,30	231,27	411,29
28/09/2015 04:30	0,00		0,00	81,20	98,95	232,07	412,22
28/09/2015 05:30	0,00		0,00	80,26	100,76	232,41	413,43
28/09/2015 06:30	0,00		0,00	80,17	101,39	235,85	417,41
28/09/2015 07:30	0,00		0,00	79,89	99,18	236,08	415,15
28/09/2015 08:30	0,00		0,00	80,03	100,90	235,05	415,98
28/09/2015 09:30	0,00		0,00	80,26	102,20	234,13	416,59
28/09/2015 10:30	0,00		0,00	80,57	101,26	237,11	418,94
28/09/2015 11:30	0,00		0,00	80,71	100,99	236,77	418,47
28/09/2015 12:30	0,00		0,00	80,35	100,67	233,10	414,12
28/09/2015 13:30	0,00		0,00	80,48	99,50	233,90	413,88
28/09/2015 14:30	0,00		0,00	80,48	100,04	231,15	411,67
28/09/2015 15:30	0,00		0,00	80,39	99,99	231,73	412,11
28/09/2015 16:30	0,00		0,00	80,98	100,22	227,95	409,15
28/09/2015 17:30	0,00		0,00	80,80	100,17	230,58	411,55

28/09/2015 18:30	0,00		0,00		80,12		99,81		232,99		412,92	
28/09/2015 19:30	0,00		0,00		80,21		99,63		232,87		412,71	
28/09/2015 20:30	0,00		0,00		80,12		100,99		234,47		415,58	
28/09/2015 21:30	0,00		0,00		81,11		100,35		234,02		415,48	
28/09/2015 22:30	0,00		0,00		80,53		100,31		236,31		417,15	
28/09/2015 23:30	0,00		0,00		80,39		100,67		234,47		415,53	
29/09/2015 00:30	0,00		0,00		79,58		100,99		235,16		415,73	
29/09/2015 01:30	0,00		0,00		79,67		100,76		229,89		410,32	
29/09/2015 02:30	0,00		0,00		80,12		100,31		229,89		410,32	
29/09/2015 03:30	0,00		0,00		80,17		100,90		228,40		409,47	
29/09/2015 04:30	0,00		0,00		80,17		100,53		229,66		410,36	
29/09/2015 05:30	0,00		0,00		80,03		100,76		230,24		411,03	
29/09/2015 06:30	0,00		0,00		79,89		100,76		228,40		409,05	
29/09/2015 07:30	0,00		0,00		80,21		100,17		228,29		408,67	
29/09/2015 08:30	0,00		0,00		80,07		100,80		229,32		410,19	
29/09/2015 09:30	0,00		0,00		79,80		100,40		231,50		411,70	
29/09/2015 10:30	0,00		0,00		79,40		100,62		228,40		408,42	
29/09/2015 11:30	0,00		0,00		79,89		100,71		228,98		409,58	
29/09/2015 12:30	0,00		0,00		78,99		100,62		228,40		408,01	
29/09/2015 13:30	0,00		0,00		78,54		100,49		225,88		404,91	
29/09/2015 14:30	0,00		0,00		78,58		100,62		226,57		405,77	
29/09/2015 15:30	0,00		0,00		79,17		100,53		223,59		403,29	
29/09/2015 16:30	0,00		0,00		78,13		100,17		221,19		399,49	
29/09/2015 17:30	0,00		0,00		78,04		101,17		226,00		405,21	
29/09/2015 18:30	0,00		0,00		78,72		102,16		226,00		406,88	
29/09/2015 19:30	0,00		0,00		79,89		101,44		229,66		410,99	
29/09/2015 20:30	0,00		0,00		79,71		101,30		229,43		410,44	
29/09/2015 21:30	0,00		0,00		79,89		102,70		233,44		416,03	
29/09/2015 22:30	0,00		0,00		79,40		101,84		233,90		415,14	
29/09/2015 23:30	0,00		0,00		79,67		101,93		233,44		415,04	
30/09/2015 00:30	0,00		0,00		79,71		101,71		231,84		413,26	
30/09/2015 01:30	0,00		0,00		79,62		101,53		233,10		414,25	
30/09/2015 02:30	0,00		0,00		79,94		101,93		229,89		411,76	
30/09/2015 03:30	0,00		0,00		79,35		100,49		228,98		408,82	
30/09/2015 04:30	0,00		0,00		79,85		101,84		228,98		410,67	
30/09/2015 05:30	0,00		0,00		79,76		102,48		229,55		411,79	
30/09/2015 06:30	0,00		0,00		79,31		101,26		234,93		415,50	
30/09/2015 07:30	0,00		0,00		79,80		102,57		230,47		412,84	
30/09/2015 08:30	0,00		0,00		79,08		101,53		223,82		404,43	
30/09/2015 09:30	0,00		0,00		79,49		103,20		220,50		403,19	
30/09/2015 10:30	0,00		0,00		79,98		100,76		148,68		329,42	
30/09/2015 11:30	0,00		0,00		78,58		100,58		102,06		281,22	
30/09/2015 12:30	0,00		0,00		78,77		98,77		87,05		264,59	
30/09/2015 13:30	0,00		0,00		77,41		89,88		92,67		259,96	
30/09/2015 14:30	0,00		0,00		76,10		89,65		91,52		257,27	
30/09/2015 15:30	0,00		0,00		76,06		89,97		85,22		251,25	
30/09/2015 16:30	0,00		0,00		79,26		90,55		93,81		263,62	
30/09/2015 17:30	0,00		0,00		79,76		90,28		94,96		265,00	
30/09/2015 18:30	0,00		0,00		80,39		94,17		92,78		267,34	
30/09/2015 19:30	0,00		0,00		83,82		103,11		91,98		278,91	
30/09/2015 20:30	0,00		0,00		84,82		100,22		91,41		276,45	
30/09/2015 21:30	0,00		0,00		84,64		100,90		95,87		281,41	
30/09/2015 22:30	0,00		0,00		85,40		101,08		162,65		349,13	
30/09/2015 23:30	0,00		0,00		84,86		101,44		194,04		380,34	



Data de Medição	Eletrobras CGTEE					
	Partículas Totais em Suspensão					
	Estação Aeroporto		Estação Candiota		Estação Aceguá	
	Volume	Flag	Volume	Flag	Volume	Flag
Data	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag
01/06/2011	22,23		35,82		ND	
08/06/2011	35,99		53,98		ND	
14/06/2011	80,75		127,34		ND	
21/06/2011	58,11		56,34		ND	
04/07/2011	31,42		33,06		ND	
11/07/2011	44,99		46,15		ND	
18/7/2011	13,84		49,15		ND	
25/7/2011	28,4		45,89		ND	
01/08/2011	15,73		54,38		ND	
08/08/2011	17,23		52,15		ND	
16/8/2011	20,74		29,4		ND	
22/8/2011	18,24		48,82		ND	
05/09/2011	21,39		15,88		ND	
12/09/2011	51,33		58,52		ND	
19/9/2011	43,58		48,72		ND	
26/9/2011	44,38		71,15		ND	
03/10/2011	16,3		55,96		ND	
10/10/2011	17,31		38,17		ND	
17/10/2011	56,47		74,62		ND	
24/10/2011	15,81		22,78		ND	
07/11/2011	30,44		85,99		ND	
16/11/2011	69,95		49,49		ND	
21/11/2011	60,25		65,18		ND	
29/11/2011	EM		EM		ND	
05/12/2011	EM		131,44		ND	
12/12/2011	88,86		112,70		ND	
19/12/2011	60,20		56,92		ND	
26/12/2011	30,98		46,49		ND	
02/01/2012	34,94		29,81		ND	
09/01/2012	42,16		45,60		ND	
15/01/2012	23,38		47,72		ND	
23/01/2012	25,51		45,58		ND	
30/01/2012	27,99		56,00		ND	
06/02/2012	25,90		23,30		ND	
13/2/2012	22,36		52,10		ND	
20/2/2012	43,26		47,70		ND	
27/2/2012	51,21		80,55		ND	
05/03/2012	31,26		37,58		ND	
12/03/2012	48,44		47,90		16,48	
19/03/2012	39,32		26,96		71,68	
26/03/2012	9,24		8,70		30,63	
02/04/2012	25,88		22,81		30,63	
09/04/2012	19,43		38,18		69,11	
16/04/2012	10,91		57,32		33,33	
23/04/2012	20,12		97,41		19,52	
01/05/2012	14,38		44,29		34,97	
07/05/2012	23,39		42,31		35,77	
14/5/2012	14,13		49,52		63,02	
21/5/2012	37,22		50,16		57,66	
28/5/2012	18,92		31,91		31,75	
04/06/2012	25,32		57,72		102,19	
11/06/2012	30,41		18,59		33,88	
18/6/2012	6,54		21,93		14,11	
25/6/2012	26,34		21,45		40,27	
02/07/2012	9,87		22,49		10,1	
09/07/2012	18,16		87,82		41,24	
16/07/2012	11,54		112,48		38,99	
23/07/2012	30,41		53,12		67,39	
30/07/2012	7,44		19,55		12,17	
06/08/2012	43,78		24,28		13,69	
13/08/2012	10,58		36,89		10,64	
20/08/2012	12,15		57,89		19,67	
27/08/2012	13,09		35,60		9,75	
03/09/2012	22,19		7,73		20,16	
10/09/2012	16,06		40,01		22,14	
17/09/2012	17,63		26,65		9,66	
24/09/2012	23,51		83,96		18,10	
01/10/2012	18,05		47,69		13,22	
08/10/2012	10,85		19,28		17,57	
15/10/2012	17,55		42,45		23,37	
22/10/2012	2,64		30,53		26,01	
29/10/2012	17,33		18,58		9,35	
05/11/2012	35,16		103,63		92,48	
12/11/2012	12,62		37,89		14,93	
19/11/2012	31,94		68,27		35,96	
26/11/2012	31,06		75,87		30,81	
03/12/2012	6,07		66,47		83,05	
10/12/2012	2,28		40,1		19,30	
17/12/2012	2,26		51,85		10,91	
26/12/2012	1,24		EM		16,52	
01/07/2013	1,39		EM		5,07	
14/1/2013	1,49		12,6		29,10	
21/1/2013	0,16		5,3		28,16	
28/1/2013	13,96		4,05		5,24	

Data de Medição	Eletrobras CGTEE					
	Partículas Totais em Suspensão					
	Estação Aeroporto		Estação Candiota		Estação Aceguá	
	Volume		Volume		Volume	
Data	Valor [µg/m³]	Flag	Valor [µg/m³]	Flag	Valor [µg/m³]	Flag
04/02/2013	11,49		6,41		23,93	
10/02/2013	12,9		5,91		13,62	
18/02/2013	15,08		56,3		5,02	
25/02/2013	44,19		78,14		2,26	
04/03/2013	57,51		138,74		67,51	
11/03/2013	38,03		63,45		47,21	
18/3/2013	15,39		36,83		25,03	
25/3/2013	32,72		93,02		55,85	
01/04/2013	20,53		32,6		23,33	
08/04/2013	21,92		55,61		34,39	
15/4/2013	20,57		66,9		48,79	
22/4/2013	31,84		8,38		48,74	
29/04/2013	6,56		42,86		18,01	
06/05/2013	14,68		34,43		19,58	
13/5/2013	10,95		48,71		16,26	
20/5/2013	22,99		24,52		11,58	
27/5/2013	14,64		36,22		12,13	
03/06/2013	24,74		20,32		65,17	
10/06/2013	42,62		51,38		40,78	
17/6/2013	30,35		49,4		45,21	
24/6/2013	7,15		14,39		9,41	
01/07/2013	14,6		49,3		21,41	
08/07/2013	9,23		40,5		14,90	
15/07/2013	Não realizado devido a greve dos funcionários da Eletrobras CGTEE					
22/07/2013	Não realizado devido a greve dos funcionários da Eletrobras CGTEE					
31/07/2013	19,41		32,67		27,49	
12/08/2013	16,05		48,08		27,41	
19/8/2213	15,84		8,53		26,35	
26/8/2013	14,02		8		27,67	
02/09/2013	22,45		9,88		34,01	
09/09/2013	9,81		EM		25,80	
16/09/2013	5,14		1,17		8,77	
23/09/2013	8,32		13,95		13,75	
01/10/2013	18,8		90,4		38,56	
08/10/2013	20,2		FE		40,50	
15/10/2013	38,34		106,79		31,37	
22/10/2013	22,6		66,3		23,20	
29/10/2013	24,2		FE		20,68	
05/11/2013	22,7		63,71		32,82	
11/11/2013	26,6		62,24		EM	
18/11/2013	29,7		61,95		19,67	
25/11/2013	18,58		86,44		EM	
02/12/2013	44,96		119,86		EM	
09/12/2013	36,06		113,02		EM	
16/12/2013	16,93		62,46		EM	
23/12/2013	15,75		37,31		34,46	
30/12/2013	EM		59,36		EM	
06/01/2014	29,97		40,15		EM	
13/01/2014	21,79		21,33		16,19	
20/01/2014	36,33		59,6		51,65	
27/01/2014	EM		21,62		43,80	
03/02/2014	EM		71,48		EM	
10/02/2014	EM		60,65		EM	
17/02/2014	EM		56,76		EM	
24/02/2014	10,84		32,05		EM	
04/03/2014	3,17		91,99		EM	
10/03/2014	23,55		118,02		EM	
17/03/2014	21,34		60,76		EM	
24/03/2014	30,08		52,55		EM	
31/03/2014	16,55		23,55		EM	
07/04/2014	10,23		45,5		EM	
14/04/2014	EM		75,72		EM	
21/04/2014	EM		61,48		EM	
28/04/2014	EM		73,21		EM	
05/05/2014	EM		EM		EM	
12/05/2014	50,03		43,16		8,05	
19/05/2014	38,63		101,94		18,49	
26/05/2014	53,54		143,82		68,43	
03/06/2014	EM		87,29		12,51	
11/06/2014	14,11		69,76		13,49	
19/06/2014	19,35		103,58		54,67	
27/06/2014	10,24		21,36		12,81	
05/07/2014	18,47		41,83		9,57	
13/07/2014	14,58		53,33		18,73	
21/07/2014	21		65,18		13,11	
29/07/2014	15,54		43,18		13,73	
06/08/2014	18,47		20,93		26,04	
14/08/2014	14,58		12,64		28,35	
22/08/2014	21		22,07		31,35	
30/08/2014	15,54		25,95		46,88	
07/09/2014	7,27		53,22		11,33	
15/09/2014	28,74		87,97		14,17	
23/09/2014	39,75		79,48		36,79	
01/10/2014	15,19		18,19		9,26	

Data de Medição	Eletrobras CGTEE					
	Partículas Totais em Suspensão					
	Estação Aeroporto		Estação Candiota		Estação Aceguá	
	Volume	Flag	Volume	Flag	Volume	Flag
Data	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag	Valor [µg/m3]	Flag
09/10/2014	EM		65,76		23,76	
17/10/2014	EM		55,19		11,83	
25/10/2014	EM		61,56		EM	
02/11/2014	EM		31,91		12,43	
10/11/2014	EM		69,91		72,29	
18/11/2014	EM		65,19		49,51	
26/11/2014	EM		EM		63,50	
04/12/2014	EM		86,99		42,64	
13/12/2014	EM		27,48		14,93	
20/12/2014	EM		72,54		EM	
27/12/2014	Não foi realizada amostragem neste período.					
05/01/2015	EM		48,42		EM	
13/01/2015	EM		48,27		EM	
21/01/2015	EM		85,11		20,04	
29/01/2015	EM		87,84		63,37	
06/02/2015	EM		85,48		EM	
15/02/2015	EM		80,23		EM	
22/02/2015	EM		83,14		EM	
02/03/2015	EM		65,01		EM	
10/03/2015	EM		97,54		EM	
18/03/2015	EM		EM		23,75	
26/03/2015	EM		108,48		63,53	
03/04/2015	EM		72,01		78,12	
11/04/2015	EM		97,4		52,99	
19/04/2015	EM		56,41		42,78	
27/04/2015	EM		88,64		70,76	
05/05/2015	EM		82,26		69,11	
13/05/2015	EM		62,98		16,52	
21/05/2015	EM		52,36		19,73	
29/05/2015	EM		51,36		16,95	
06/06/2015	EM		43,69		16,79	
16/06/2015	EM		33,41		40,59	
22/06/2015	EM		30,71		23,04	
30/06/2015	EM		22,22		10,41	
08/07/2015	EM		24,61		25,57	
17/07/2015	EM		39,74		20,38	
24/07/2015	EM		62,03		EM	
01/08/2015	EM		31,18		23,12	
09/08/2015	38,24		86,88		47,30	
17/08/2015	13,61		14,74		11,02	
25/08/2015	14,43		40,16		15,64	
02/09/2015	11,68		74,28		20,07	
10/09/2015	25,22		31,53		23,27	
18/09/2015	14,11		67,39		15,23	
26/09/2015	8,87		34,58		16,16	

ND - Não disponibilizado. Equipamento em instalação pela CGTEE.

EM - Equipamento em Manutenção.

FE - Falta de Energia Elétrica.

Data de Medição	Eletrobras CGTEE																																										
	Qualidade das Chuvas																																										
	Estação Aeroporto						Estação Candiota						Estação Três Lagoas						Estação Pedras Altas						Estação Aceguá						Estação Bagé II						Estação Pinheiro Machado						
	Volume		pH	Condutividade		Volume		pH	Condutividade		Volume		pH	Condutividade		Volume		pH	Condutividade		Volume		pH	Condutividade		Volume		pH	Condutividade		Volume		pH	Condutividade									
Data	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag							
10/11/2011	28,20		5,71		8,85		28,00		5,85		10,00		27,00		5,61		4,80		22,60		5,76		29,10		5,52		6,81		28,10		5,12		4,79		22,60		6,10		11,60				
22/11/2011	13,00		5,30		30,40		12,00		5,60		22,20		16,00		5,97		22,90		9,70		5,40		22,70		0,50		95,80		9,00		5,70		29,40		23,30		5,60		15,20				
29/11/2011	1,80		5,80		48,20		2,40		5,57		29,50						2,30		5,89		14,60		5,70		5,50		27,20		0,80		5,61		30,60		0,50		5,62		50,00				
30/11/2011	3,60		5,41		11,30		1,00		6,16		20,10		2,30		6,27		37,00		4,50		5,34		14,40		0,50		5,41		31,30		2,40		5,94		29,10		4,80		5,68		30,00		
06/12/2011	3,00		5,43		7,50		2,30		6,28		22,70		2,50		6,00		51,00		0,40		5,69		30,60		11,30		5,58		6,00		13,50		5,97		10,70		3,00		5,53		10,30		
07/12/2011																																											
14/12/2011	2,30		5,00		5,70		0,30		5,64		30,20						22,50		5,11		11,50		1,60		5,29		23,40		17,70		5,80		14,40		3,20		5,34		19,30				
15/12/2011	15,00		5,00		11,20		6,40		5,24		17,20		7,00		5,60		28,20		1,70		5,20		20,40		11,30		5,14		12,20		10,00		5,61		17,00		4,70		5,21		20,10		
17/12/2011	7,30		5,40		7,80		12,50		5,10		4,75		3,50		5,00		2,80		4,30		5,41		5,65		21,00		5,10		32,40		16,30		5,00		5,10		24,00		5,20		7,24		
23/12/2011	5,80		5,30		10,20		5,70		5,70		32,70		5,00		5,70		16,20		2,80		5,00		24,90		9,00		5,20		16,80		10,50		5,70		14,10		5,80		5,20		27,60		
24/12/2011	0,50		5,20		20,90		0,40		5,00		20,40		0,30		5,61		46,20																										4,58
12/01/2012	2,60		6,10		5,00		1,30		6,20		9,40																																
25/01/2012	28,30		5,30		6,84		22,40		5,80		4,48																																
02/02/2012	2,20		6,20		37,00		2,00		5,60		29,00																																
03/02/2012	2,60		5,64		18,40		3,20		5,11		21,30		6,80		6,13		50,10		6,50		5,48		36,70		17,50		5,41		17,20		6,00		5,23		9,70		1,30		5,56		30,00		
04/02/2012	4,50		5,20		5,00		4,30		5,17		10,50		4,50		6,16		7,91		15,80		5,00		4,28		2,80		5,51		11,40		1,00		5,00		12,00		5,10		5,18		6,49		
05/02/2012																																											
06/02/2012	92,00		5,10		2,46		104,70		5,00		4,20		78,00		5,12		4,21		91,00		5,20		5,20		112,80		5,25		2,40		73,70		5,10		2,30		112,50		5,00		4,18		
07/02/2012	41,00		4,98		14,20		57,00		5,11		10,20		31,50		5,00		10,20		31,00		5,00		8,90		28,40		5,10		12,40		39,40		5,00		10,20		14,00		5,10		14,20		
18/2/2012	2,20		5,81		9,76		4,00		6,14		8,25		29,70		5,67		2,92		30,00		5,42		4,29		9,00		5,32		4,02		1,00		6,47		14,80		31,00		5,10		2,40		
20/2/2012	2,40		5,73		6,02		1,30		5,67		1,54		2,00		5,50		12,40																										
21/2/2012	1,00		5,02		2,67		1,90		5,51		6,92		1,20		5,40		14,10																										
22/2/2012	4,00		5,00		4,60		4,50		5,30		4,19		9,00		5,00		4,22		4,20		5,20		10,40		13,80		5,00		2,10		6,60		5,00		2,09		3,10		5,00		6,40		
29/2/2012	59,00		5,10		5,40		54,80		5,28		6,34		56,00		5,01		3,48		19,00		5,30		6,74		45,60		5,00		4,97		80,00		5,06		9,34		49,00		5,00		4,13		
01/03/2012	36,00		5,15		4,22		40,00		5,00		2,08		37,20		6,40		5,50		36,10		5,10		5,53		18,00		5,00		2,02		15,50		5,04		4,18		63,30		5,20		6,04		
02/03/2012	1,00		5,00		2,31		1,00		5,00		6,33																																
08/03/2012	34,20		5,00		8,24		35,00		5,00		4,69		25,00		5,00		10,40		15,40		5,00		6,14		27,20		5,02		8,40						6,20		5,00		7,08				
14/03/2012	1,50		5,50		32,80		2,00		5,65		43,20		2,10		5,20		26,20		4,00		5,29		24,90		8,10		5,30		20,40		2,20		5,27		22,10		2,00		5,30		37,50		
21/03/2012	2,00		5,94		39,00		5,30		6,00		35,50		4,30		6,48		49,20		1,90		6,31		48,40		0,20		6,22		39,20		2,00		6,30		40,20		8,50		5,85		22,50		
22/03/2012	0,20		5,78		38,40		2,20		5,85		17,50		1,50		6,10		18,40		2,40		5,32		15,40																				
27/03/2012	3,20		5,41		27,70		7,00		5,58		30,20		1,30		5,90		40,40		2,00		5,70		31,00		2,70		6,20		40,20		9,50		5,55		21,40		17,10		5,00		19,10		
05/04/2012	23,60		5,72		20,70		28,00		5,56		7,66		28,90		5,83		20,00		28,00		5,13		8,68		33,70		5,22		8,17		23,50		6,00		23,50		28,00		5,10		9,44		
11/04/2012	17,00		5,00		5,98		17,70		5,40		14,20		23,70		5,71		12,00		23,70		5,60		14,40		26,20		5,48		11,10		45,00		5,32		45,00		20,00		5,20		8,24		
14/04/2012	5,00		5,79		29,60		3,40		5,60		16,50		3,70		6,10		23,20		3,40		5,41		11,02		0,60		5,34		18,70		7,00		5,72		7,00		3,10		5,40		9,20		
15/04/2012	1,80		5,24		8,60		1,40		5,02		7,00		1,10		5,92		14,20		1,60		5,50		10,40		2,50		5,00		8,23														
20/04/2012	1,50		5,61		18,00		0,30		5,84		19,40		18,00		6,00		24,20																										
27/04/2012	1,60		5,91		19,20		1,90		6,90		30,20		1,50		5,95		15,20		2,20		5,71		29,20		1,80		6,50		30,20		1,90		5,40		1,90		5,00		6,04		40,20		
29/04/2012	19,20		6,45		14,90		42,50		6,94		15,91		8,00		5,85		18,30		6,50		6,50		12,30		1,00		6,91		17,90														
11/05/2012	3,70		5,00		16,70		0,20		5,83		32,00		0,60		5,00		12,15		2,40		5,00		12,00																				
29/05/2012	3,50		5,16		6,74		0,70		5,40		6,62		1,70		5,88		10,40		3,00		5,57		22,70																				
30/05/2012	3,50		5,22		18,70		3,00		5,20		18,70		7,10		5,50		11,70		5,00		5,20		9,00		0,50		5,81		31,80		5,70		5,98		30,10		4,80		5,40		12,40		
14/06/2012	51,00		4,80		5,50		46,70		4,70		3,30		46,40		4,70		3,35		33,30		4,46		3,48		50,50		4,40		7,60		47,50		5,00		3,97		35,10		4,50		3,21		
18/06/2012	3,40		5,07		14,00		5,30		5,24		12,30		5,50		5,78		3,20		5,70		5,00		14,00		28,50		5,20		5,10		3,30		5,34		15,00		5,30		5,21		6,44		



Data de Medição	Eletrobras CGTEE																																							
	Qualidade das Chuvas																																							
	Estação Aeroporto					Estação Candiota					Estação Três Lagoas					Estação Pedras Altas					Estação Aceguá					Estação Bagé II					Estação Pinheiro Machado									
	Volume	pH	Condutividade	Volume	pH	Condutividade	Volume	pH	Condutividade	Volume	pH	Condutividade	Volume	pH	Condutividade	Volume	pH	Condutividade	Volume	pH	Condutividade	Volume	pH	Condutividade	Volume	pH	Condutividade	Volume	pH	Condutividade										
Data	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag	Valor [mm]	Flag	Valor	Flag	Valor [µS]	Flag				
08/10/2013	30,00	4,99	16,50		22,70		4,92		10,00		25,00		4,98		13,70		27,80		5,00		14,40		17,00		4,93		11,90		33,00		5,00		14,60		16,00		4,97		10,40	
22/8/2013	20,50	4,91	20,10		9,10		4,96		35,50		8,20		5,00		26,90		14,20		4,91		33,00		22,00		4,96		25,50		26,00		4,80		18,10		6,20		4,86		36,10	
24/8/2013	1,50	5,00	26,70		11,70		4,90		29,40		9,80		4,90		28,40		9,20		4,20		79,00		6,00		4,60		40,00		5,10		4,70		20,20		12,00		5,40		30,10	
25/8/2013	5,10	4,90	35,00		5,00		4,90		33,00		2,60		4,80		45,00		3,90		4,84		79,00		0,70		4,70		54,00		11,00		4,88		25,50		9,00		5,00		36,60	
26/8/2013	0,80	6,50	71,50		1,10		6,60		55,00		1,10		6,30		43,00		1,60		5,80		65,40		0,40		6,34		71,00		1,50		6,44		47,00		1,50		5,10		41,00	
08/09/2013	15,20	6,24	15,40		14,20		6,00		17,40		13,30		6,23		14,10		13,50		6,15		15,20		12,30		6,00		14,70		23,20		6,22		17,70		10,00		6,20		22,80	
16/09/2013	100,00	6,23	6,90		108,00		6,58		6,91		120,00		6,00		6,89		113,00		6,00		6,64		148,00		5,99		4,62		70,20		6,16		6,46		97,30		5,90		7,62	
17/09/2013	1,20	6,00	20,40		0,90		6,00		10,40		1,00		6,00		6,94		1,50		5,98		14,90		1,50		5,80		10,90		0,80		5,94		30,20		1,00		6,00		14,90	
23/09/2013	7,80	6,00	58,10		9,40		6,20		28,40		8,40		5,80		21,40		7,10		5,70		22,70		10,00		5,61		11,40		15,00		6,20		18,00		17,20		5,80		16,10	
24/09/2013	32,00	6,21	25,20		34,20		5,82		4,90		36,10		5,80		4,79		39,20		5,94		11,20		30,20		5,84		5,68		30,00		6,23		5,24		39,50		5,88		3,68	
05/10/2013	12,70	5,98	31,50		8,70		6,20		42,40		10,00		6,35		23,30		10,30		5,98		20,30		10,10		6,17		16,20		12,00		6,10		24,20		2,70		5,97		38,20	
11/10/2013	8,20	6,39	24,20		11,10		6,38		23,40		10,50		4,36		18,10		21,00		6,01		16,40		21,00		6,00		11,00		20,50		6,09		19,40		20,00		6,00		40,10	
13/10/2013	18,30	7,30	7,00		28,50		7,50		49,20		10,10		6,00		5,70		15,60		5,95		7,55		25,00		5,90		5,58		29,30		6,95		9,14		19,10		6,60		5,50	
18/10/2013	12,70	6,00	10,40		14,90		5,60		12,30		9,00		5,80		10,30		0,80		6,00		3,06		2,90		5,74		10,40													
21/10/2013	38,50	5,90	7,00		36,50		5,57		4,28		40,00		5,94		4,94		37,00		5,98		4,28		31,00		5,97		5,30		37,80		5,56		4,93		35,90		6,00		3,27	
24/10/2013	64,50	5,67	2,00		70,00		5,69		5,40		60,00		5,71		8,10		63,00		5,80		5,02		60,70		5,50		6,29		38,50		5,90		6,28		90,70		5,74		6,29	
26/10/2013	70,07	5,00	6,28		47,07		5,30		6,85		81,00		4,90		4,09		58,70		4,83		5,03		68,50		4,90		5,08		81,70		4,90		4,83		94,30		4,98		3,62	
27/10/2013					18,00		5,10		7,30		4,40		5,08		4,02																									
03/11/2013	21,60	6,40	20,20		21,50		6,21		7,19		15,50		5,64		15,00		16,00		5,40		14,90				5,99		6,40		27,00		6,12		8,04		31,00		5,40		6,00	
09/11/2013	20,00	5,32	7,22		22,50		5,62		19,10		22,00		5,56		6,01																									
10/11/2013	57,50	4,90	7,92		51,30		5,10		14,00		46,90		5,01		13,20		50,00		5,60		16,40		40,00		5,84		20,30		60,00		5,90		14,10		43,00		4,50		4,92	
11/11/2013	15,30	5,08	8,40		12,80		5,12		9,26		20,00		5,40		5,22		19,00		4,56		6,48		17,10		5,97		10,50		17,00		5,01		10,70		15,70		4,92		3,02	
12/11/2013	46,00	5,28	3,59		61,00		5,26		2,51		55,50		5,38		3,44		80,50		4,73		3,86		44,30		5,31		2,98		68,50		4,90		2,69		46,20		4,71		2,44	
19/11/2013	20,80	5,29	18,60		26,10		5,73		8,70		29,50		5,00		12,40		26,80		5,00		14,10		25,50		4,88		11,50		26,00		4,64		6,70		26,50		5,20		15,00	
20/11/2013	21,50	6,25	10,40		25,50		7,40		11,30		25,30		6,00		10,40		16,30		6,32		9,20		24,50		6,10		10,40		32,00		7,58		8,49		15,70		6,30		15,90	
28/11/2013	4,70	6,07	16,60		5,90		5,67		39,60		3,00		5,19		57,10		4,20		5,40		29,90		9,00		5,07		12,10		2,00		5,40		33,70		2,30		5,64		22,00	
02/12/2013	1,10	5,60	10,40		7,60		5,80		12,40		5,70		5,91		13,10		4,30		5,67		20,40																			
05/12/2013	16,10	5,80	22,30		12,00		5,20		14,80		6,10		5,50		14,50		9,70		5,10		10,87		22,00		5,70		9,59		14,30		5,40		14,30		1,00		5,10		39,30	
10/12/2013	0,50	5,20	22,30		1,50		5,00		12,60		0,70		5,30		18,10		1,50		5,80		12,20						2,40		5,30		16,30		1,60		5,00		21,00			
30/12/2013	16,30	5,10	21,00		30,50		5,20		16,60		18,70		5,60		19,00		7,50		5,30		16,00		3,50		5,40		12,10		8,40		5,00		15,10		76,60		5,20		20,00	
31/12/2013	6,50	5,00	7,80		6,60		5,10		7,80		14,30		4,90		7,86		17,50		4,70		5,70		5,20		4,70		8,69		17,10		5,20		6,80		17,70		4,00		4,64	
08/01/2014	36,00	4,70	5,60		35,30		5,20		4,21		41,00		4,70		5,61		40,70		4,90		3,50		56,20		4,90		2,57		44,30		4,90		3,34		28,50		5,00		21,00	
12/01/2014	101,30	4,60	9,80		86,10		4,80		5,12		43,70		4,50		7,20		10,50		4,40		12,30		45,30		5,10		7,40		30,00		4,80		8,10		25,50		4,80		32,90	
13/01/2014	7,50	5,00	12,30		6,80		6,00		27,10		2,80		5,20		21,00		6,00		4,80		30,90		2,70		5,00		25,90		31,40		5,30		6,20		20,00		5,80		11,10	
14/01/2014	55,00	4,80	2,40		46,00		6,80		16,90		65,00		5,10		3,80		45,00		4,90		3,40		33,30		6,00		3,80		60,50		5,40		2,90		40,50		6,70		3,40	
15/01/2014	28,50	5,40	6,10		22,80		5,40		42,80		32,10		4,60		4,20		1,30		4,90		6,30		2,90		5,59		7,08		35,20		5,26		2,94		23,00		5,10		5,90	
23/01/2014	22,00	5,90	9,50		14,90		5,80		48,60		26,10		5,30		9,40		131,00		5,50		6,50		25,50		5,90		8,20		31,00		6,40		9,20		31,00		5,40		8,10	
27/01/2014	11,70	5,20	26,00		22,50		5,30		21,70		11,00		5,20		20,40		12,70		4,60		28,00		8,90		5,00		17,90		15,30		5,00		14,10		15,90		4,90		20,50	
28/01/2014	31,50	4,70	7,30		10,90		7,80		53,00		5,20		6,00		18,30		7,30		4,50		7,80		18,60		6,40		4,50		1,00		6,70		7,10		17,30		4,30		7,30	
30/01/2014	6,50	5,00	8,10		13,00		5,20		11,70		16,00		5,20		20,70		11,00		6,10		7,10		11,70		5,20		6,30		7,50		6,50		10,80		9,70		5,20		9,80	
01/02/2014	19,00	5,80	6,49		22,20		7,00		21,60		24,00		4,50		5,21		32,50		3,83		7,80		18,50																	



Data de Medição	Eletoabras CGTEE																																					
	Qualidade Pedras Altas																																					
	Estação Aeroporto					Estação Candiota					Estação Três Lagoas					Estação Pedras Altas					Estação Aceguá					Estação Bagé II					Estação Pinheiro Machado							
Data	Volume	pH	Condutividade	Flag	Volume	pH	Condutividade	Flag	Volume	pH	Condutividade	Flag	Volume	pH	Condutividade	Flag	Volume	pH	Condutividade	Flag	Volume	pH	Condutividade	Flag	Volume	pH	Condutividade	Flag	Volume	pH	Condutividade	Flag	Volume	pH	Condutividade	Flag		
01/06/2014	18,30	5,69	6,92		19,00	6,19	9,86		15,00	6,19	13,84		18,30	5,74	6,94		16,30	6,14	6,79		14,00	6,10	13,89		34,50	6,12	3,82											
05/06/2014	20,00	5,79	4,24		18,00	5,97	8,82		16,70	6,09	15,94		14,70	5,16	6,40		6,00	5,41	11,29		27,50	5,96	7,00		13,50	5,52	4,28											
06/06/2014	3,50	5,80	6,35		2,00	5,60	7,49		1,10	5,70	19,00		0,90	5,60	7,40		0,30	5,70	8,50		0,80	5,60	8,40		3,90	5,40	8,10											
13/06/2014	18,80	6,86	144,00		13,60	6,50	22,00		8,70	6,30	27,10		8,40	5,90	17,50		13,60	5,80	11,90		14,10	6,80	21,00		16,30	6,14	12,00											
17/06/2014	0,60	6,20	5,20		0,90	6,50	6,80		0,60	6,20	32,30		1,70	5,60	5,92		1,00	6,10	19,10		1,00	6,10	7,56		0,80	6,00	9,16											
25/06/2014	11,00	5,80	21,01		39,50	5,98	4,99		16,00	5,59	25,80		6,00	5,86	14,46		5,30	5,50	15,90		3,10	5,10	23,50		31,30	5,80	7,26											
26/06/2014																																						
27/06/2014	1,50	5,48	6,12		4,20	6,20	10,12		3,50	5,12	18,86		3,00	5,00	12,40		1,50	5,88	7,98		2,50	6,02	12,68		1,60	6,10	4,82											
30/06/2014	32,50	5,85	13,40		34,00	6,00	4,40		32,30	5,80	5,10		53,50	5,50	5,10		30,00	5,90	5,40		57,70	5,80	10,90		85,50	5,50	3,20											
01/07/2014	2,40	5,89	16,00		2,40	5,80	17,50		2,00	5,90	15,80		2,30	5,60	25,00		0,50	5,70	32,20		1,70	5,50	44,20		6,40	5,80	13,20											
04/07/2014	0,10	6,00	16,28		1,00	5,58	18,01		0,90	6,04	16,12		0,10	5,38	24,12		0,10	5,81	13,18		1,40	5,78	45,15		0,90	5,85	14,18											
05/07/2014	47,00	5,65	73,41		54,00	5,85	24,51		37,70	5,81	8,95		32,10	5,55	14,18		31,40	5,91	18,14		20,00	5,81	68,11		42,70	5,58	8,45											
06/07/2014	20,05	5,82	68,40		22,00	5,58	19,12		25,00	5,39	10,12		18,90	5,48	17,18		31,70	5,48	22,01		27,50	5,49	39,58		20,02	5,52	9,68											
14/07/2014	0,70	6,40	29,60		0,60	6,00	12,74		0,00	-	-		-	-	0,00		4,60	6,40	32,80		0,60	6,20	43,80		4,60	6,30	29,50											
16/07/2014	18,60	5,40	5,20		21,60	5,90	6,90		23,60	5,50	5,40		24,00	5,70	3,36		21,80	5,60	5,26		22,40	5,60	7,10		23,10	5,50	3,50											
17/07/2014	2,80	5,38	6,24		9,80	5,62	14,12		14,30	5,22	7,48		23,50	5,56	4,92		21,60	5,33	4,73		69,00	5,35	9,42		5,00	5,63	10,15											
18/07/2014	38,90	5,21	15,30		40,03	5,42	7,80		39,50	5,08	5,22		26,00	5,03	6,01		18,00	4,38	9,36		13,00	5,40	6,80		26,40	5,30	7,30											
23/07/2014	39,90	5,26	5,38		42,80	5,72	0,22		44,70	5,11	10,46		74,00	5,62	8,42		102,60	5,26	3,36		41,00	5,34	4,29		52,50	5,17	3,78											
24/07/2014	24,90	5,08	18,41		28,00	5,38	16,01		39,00	5,14	13,48		20,08	5,73	5,98		14,50	4,91	8,14		19,00	5,61	5,17		34,20	5,31	8,02											
30/07/2014	18,30	5,66	5,46		13,50	5,67	12,13		13,70	5,72	24,20		18,00	5,54	8,12		14,60	5,56	21,31		28,00	5,85	5,38		19,60	5,76	4,35											
01/08/2014	84,80	5,18	5,87		54,60	5,40	7,63		46,30	5,25	7,21		52,50	5,14	8,82		14,10	5,41	16,14		19,00	5,21	5,25		38,00	5,11	5,21											
04/08/2014	4,80	5,71	20,00		14,50	5,80	11,42		21,40	5,45	10,20		4,50	5,40	10,37		0,00	-	-		0,60	5,96	32,20		14,50	5,61	7,44											
07/08/2014	2,40	5,11	24,70		4,20	5,00	25,90		0,30	4,81	75,90		0,20	4,80	68,00		0,50	4,99	40,50		5,70	5,12	18,26		3,30	4,97	40,30											
11/08/2014	3,40	3,39	34,90		11,60	5,98	18,20		2,50	5,75	34,50		4,20	5,81	18,13		1,00	5,66	33,30		9,40	6,00	18,94		3,70	5,82	8,13											
12/08/2014	8,60	5,57	17,04		4,00	5,85	3,76		8,40	5,72	14,81		10,00	5,81	13,55		2,00	5,84	21,60		4,80	5,61	13,56		8,30	5,81	14,20											
25/08/2014	10,50	5,33	18,02		12,50	5,18	21,00		0,90	6,04	129,00		2,40	5,86	33,70		2,40	6,14	32,50		2,40	5,47	36,40		15,10	5,44	13,02											
31/08/2014	18,20	5,63	6,97		19,50	5,55	9,93		21,00	5,26	15,88		19,10	5,23	7,66		13,80	5,38	9,13		15,20	5,42	12,61		22,50	5,52	5,50											
03/09/2014	30,00	5,48	8,20		30,00	5,42	18,12		33,50	6,14	6,00		15,50	5,64	9,72		23,50	5,43	5,26		29,00	5,51	5,38		19,50	5,85	8,70											
07/09/2014	23,90	5,30	8,81		22,10	5,33	12,96		24,80	5,14	10,10		24,50	4,90	9,96		21,00	3,19	5,33		25,60	5,24	7,30		25,40	5,02	9,87											
10/09/2014	41,00	4,81	10,62		46,30	4,58	4,11		50,03	4,76	4,10		44,10	4,70	3,65		51,50	4,62	3,72		59,10	4,65	8,52		49,50	4,90	7,10											
11/09/2014	6,70	4,89	20,30		6,40	4,98	10,92		5,60	5,90	10,30		2,00	4,80	10,20		-	-	-		0,90	5,10	35,70		1,50	4,86	24,00											
14/09/2014	5,00	5,60	54,00		6,00	5,60	70,00		1,00	5,50	66,90		4,50	5,60	27,70		28,00	6,20	7,80		7,00	5,80	17,00		1,90	5,80	36,30											
15/09/2014	3,60	5,43	16,00		1,60	5,95	33,70		5,70	5,82	17,81		5,60	5,09	1,18		3,30	5,19	8,70		2,80	5,36	4,46		4,80	5,90	23,00											
16/09/2014	1,20	5,44	12,78		1,10	5,73	26,60		1,50	5,55	14,31		1,00	5,34	12,29		0,00	-	-		0,30	5,32	-		2,80	5,04	13,08											
20/09/2014	0,20	5,18	63,40		0,00	-	-		0,00	-	-		1,00	5,38	8,95		0,50	5,41	59,70		0,50	5,81	16,00		0,20	5,32	14,35											
24/09/2014	10,07	5,22	12,76		19,70	5,59	11,97		20,00	5,28	9,55		18,00	5,32	6,20		6,70	5,21	13,21		21,00	5,35	10,20		15,70	5,44	7,29											
26/09/2014	5,80	5,38	15,40		6,20	5,68	10,18		5,90	5,36	10,12		5,80	5,61	8,15		10,70	5,61	10,80		5,80	5,40	8,56		5,10	5,81	28,40											
29/09/2014	17,70	5,32	3,91		16,70	5,38	5,17		14,20	5,13	13,30		13,90	4,98	5,97		19,70	5,18	4,34		17,70	5,28	5,33		9,20	5,13	5,37											
01/10/2014	17,00	5,24	26,40		24,30	5,33	14,20		19,00	5,10	4,27		13,00	5,17	7,77		23,50	5,19	6,95		20,00	5,09	6,01		18,80	5,37	4,19											
06/10/2014	12,10	5,08	18,38		10,00	5,20	25,50		8,50	5,72	53,30		6,50	4,87	24,10		11,50	5,61	10,52		14,10	4,91	6,50		7,40	4,98	12,14											
07/10/2014	0,50	5,10	23,30		0,30	5,44	18,50		0,30	5,22	6,35		3,00	5,48	23,10		0,00	-	-		0,00	-	-		2,50	4,94	14,01											
10/10/2014	67,70	5,31	24,18		51,30	5,14	21,15		39,30	5,64	48,31		59,70	5,31	25,14		79,10	5,46	12,14		47,20	5,34	5,88		67,30	5,15	4,48											
11/10/2014	14,40	4,86	22,14		15,50	4,96	20,21		21,00	5,12	10,01		9,30	4,98	18,81		0,00	-	-		3,90	4,86	5,12		12,30	4,68	10,51											
12/10/2014	10,06	5,30	17,43		12,80	5,26	26,00		11,10	4,85	10,25		13,60	4,73	13																							



## **Relatório N.º 052**

### **Sistema de Monitoramento de Emissões Atmosféricas**

#### **Chaminé de Candiota II - Fases A e B**

## **Anexo I**

### **Dados do Monitoramento da Chaminé 1 – Unidades I e II – Fase A.**

---

## **Relatório N.º 052**

### **Sistema de Monitoramento de Emissões Atmosféricas**

#### **Chaminé de Candiota II - Fases A e B**

## **Anexo II**

### **Dados do Monitoramento da Chaminé 2 – Unidade III – Fase B.**

---

## **Relatório N.º 052**

### **Sistema de Monitoramento de Emissões Atmosféricas**

#### **Chaminé de Candiota II - Fases A e B**

## **Anexo III**

### **Dados do Monitoramento da Chaminé 3 – Unidade IV – Fase B.**

---

## **Relatório N.º 052**

### **Sistema de Monitoramento de Emissões Atmosféricas**

#### **Chaminé de Candiota II - Fases A e B**



## **1 INTRODUÇÃO**

A Eletrobrás CGTEE deu início, no dia 29 de Setembro de 2011, ao monitoramento de Emissões Atmosféricas na chaminé das Unidades I e II, Fase A e nas chaminés das Unidades III e IV, Fase B da Usina Termelétrica Presidente Médici – Candiota II, tendo como objetivo avaliar a sua interferência na qualidade do ar na Região de Candiota/RS.

O monitoramento realizado possibilitará a avaliação consistente de variações do processo de combustão do carvão e seus reflexos nas emissões atmosféricas, bem como atender a Cláusula Terceira - Parágrafo 1º do Termo de Ajustamento de Conduta assinado em 13 de abril de 2011.

Este documento apresenta os dados obtidos no Sistema de Monitoramento Contínuo de Emissões Atmosféricas das Fases A e B de 01/09/2015 a 30/09/2015.

## **2 DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA INSTALADO**

O Sistema de Monitoramento das Emissões Atmosféricas de Candiota II é composto de três subsistemas independentes, funcionando em paralelo, para o monitoramento individual de cada chaminé:

- Chaminé 1 - Caldeiras I e II - Fase A;
- Chaminé 2 - Caldeira III - Fase B;
- Chaminé 3 - Caldeira IV - Fase B;

Cada subsistema instalado realiza as medições dos parâmetros apresentados a seguir, de forma individual em cada duto das três Chaminés:

- Dióxido de Enxofre – SO<sub>2</sub>;
- Óxidos de Nitrogênio – NO<sub>x</sub>;
- Monóxido de Carbono - CO;
- Oxigênio – O<sub>2</sub>;
- Material Particulado – MP;
- Pressão, Temperatura e Vazão;

## **3 RESULTADOS**

Os resultados obtidos no Sistema de Monitoramento Contínuo de Emissões Atmosféricas das Fases A e B estão apresentados nos Anexos I, II e III, respectivo a cada chaminé de Candiota II.

Os cálculos necessários à correção das emissões em Nm<sup>3</sup> e 6% de O<sub>2</sub> serão realizados no Centro Supervisório da Rede de Monitoramento Ambiental da Eletrobras CGTEE.

Os dados do monitoramento de material particulado, em caso de falhas ou inexistência de comunicação com o datalogger local, podem ser disponibilizados via conexão do multicontrolador PCME a um notebook. Para esta

operação a Eletrobras CGTEE adquiriu cabo de conexão e software específico para visualização e download das informações geradas e dos dados armazenados.

No mês de agosto não serão apresentados os valores medidos no Sistema Contínuo de Monitoramento de Emissões Atmosféricas das Fases A e B do Complexo Termelétrico de Candiota devido à descontinuidade dos serviços de suporte técnico, prestados por empresa especializada, em período superior a seis meses.

Para a adequação do Monitoramento das Emissões Atmosféricas a Eletrobras CGTEE assinou em 22/09/2015 o contrato CGTEE/079/2015 para a aquisição de um Sistema Padronizado de Monitoramento Contínuo de Emissões Atmosféricas para a UTE Candiota III Fase C e manutenções para as Fases A e B. No dia 28/08/2015 foi realizada manutenção emergencial corretiva, por empresa especializada, nos sistemas de monitoramento de emissões atmosféricas das Fases A e B de forma a reestabelecer a sua condição operacional. Este fornecimento foi antecipado ao contrato CGTEE/079/2015. Nos dias 08, 09 e 10/10/2015 será realizada manutenção preventiva, com a substituição de diversos consumíveis e peças com tempo de vida útil encerrada, recuperando de forma integral o CEM's das Fases A e B. A partir do mês de novembro se inicia os serviços de fabricação e instalação dos CEM's padronizado para a Fase C. No início de 2016 todos os Sistemas de Monitoramento de Emissões Atmosféricas do Complexo Termelétrico de Candiota estarão padronizados, com suporte técnico especializado, calibrações e manutenções periódicas de forma a assegurar a qualidade das medições de forma integral, sujeita a supervisão de agente externo em contrato único, facilitando o seu gerenciamento. A transmissão on-line das informações geradas no sistema atual das Fases A, B e C será totalmente reestabelecida a partir do início do mês de novembro de 2015. Dados anteriores a esta data serão verificados quanto a sua validade para apresentação em relatório e retransmissão ao SIA/IBAMA.

O primeiro relatório a ser emitido após a viabilidade de validação dos dados apresentará retroativamente os valores válidos e inválidos gerados durante o período de descontinuidade dos serviços, com suas respectivas justificativas técnicas.

#### **4 CONCLUSÕES**

Relatório Técnico específico detalhando todo o Sistema de Monitoramento das Emissões Atmosféricas de Candiota II, conforme instalado, foi apresentado ao IBAMA no dia 31 de outubro de 2011.

Os dados gerados estão armazenados de forma segura em médias horárias e serão avaliados conclusivamente após a disponibilidade de operadores da Eletrobras CGTEE em tempo integral para utilização dos softwares no Centro Supervisório da nova Rede de Monitoramento Ambiental e da contratação de empresa especializada para prestação dos serviços de manutenção, calibração e suporte técnico especializado.

Os dados gerados são disponibilizados on-line ao IBAMA em médias horárias com o atraso mínimo de 08 minutos.

Neste Relatório estão apresentados os dados relativos a geração de energia, coletados dos dias de 01 a 30 de setembro de 2015. Os dados são complementares aos apresentados no Relatório N° 051 disponibilizado em 10/09/2015.

Os resultados da geração estão apresentados nos Anexos I, II e III.

## 5 ANEXOS

Anexo I – Dados do Monitoramento da Chaminé 1 – Unidades I e II – Fase A.

Anexo II – Dados do Monitoramento da Chaminé 2 – Unidade III – Fase B.

Anexo III – Dados do Monitoramento da Chaminé 3 – Unidade IV – Fase B.

Candiota, 09 de Outubro de 2015.



---

*Cíntia Hartwig Milech Fischer*  
*Engenheiro Químico*  
*Divisão de Meio Ambiente*

























































































FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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

**MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES  
AMBIENTAIS**

**Quarto Relatório Parcial Trimestral**

**Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011**

**Junho/2015**





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

Porto Alegre, 15 de junho de 2015.

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



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

## SUMÁRIO

### **1. Objeto do Estudo**

### **2. Programa de Monitoramento para o Ambiente Aquático**

### **3. Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Aquático**

### **4. Água Superficial**

- 4.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados
- 4.2 Coleta e Preservação das Amostras
- 4.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio
- 4.4 Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática
- 4.5 Índice de Qualidade da Água
- 4.6 Resultados e Considerações

### **5. Sedimentos**

- 5.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados
- 5.2 Coleta e Preservação das Amostras
- 5.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio
- 5.4 Indicadores de Qualidade de Sedimentos
- 5.5 Resultados e Considerações
  - 5.5.1 Física dos Sedimentos
  - 5.5.2 Química dos Sedimentos

### **6. Bioindicadores Ambientais: Fitoplâncton, Perifíton**

- 6.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados
- 6.2 Coleta e Preservação das Amostras
  - 6.2.1 Fitoplâncton
  - 6.2.2 Perifíton
- 6.3 Métodos Analíticos
  - 6.3.1 Fitoplâncton
  - 6.3.2 Perifíton
- 6.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas
  - 6.4.1 Fitoplâncton
  - 6.4.2 Perifíton





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **7. Bioindicadores Ambientais: Zooplâncton**

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

### **8. Bioindicadores Ambientais: Macrofauna Bentônica**

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

### **9. Bioindicadores Ambientais: Ictiofauna**

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **10. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre**

#### **11. Rede de Monitoramento Ambiental**

#### **12. Monitoramento da Flora**

12.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

12.2 Trabalho de Campo e Técnicas de Amostragem

12.3 Resultados Parciais e Comentários

12.4 Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

#### **13. Monitoramento da Avifauna**

13.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

13.2 Trabalho de Campo

13.3 Técnicas de amostragem

13.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

#### **14. Monitoramento da Herpetofauna**

14.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

14.2 Trabalho de Campo

14.3 Técnicas de amostragem

14.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

#### **15. Bioindicadores da Qualidade do Ar**

15.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

15.2 Trabalho de Campo

15.3 Técnicas de Amostragem

15.3.1 Biomonitoramento Passivo

15.3.2 Biomonitoramento Ativo

15.4 Métodos analíticos

15.5 Resultados parciais

15.5.1 Biomonitoramento passivo

15.5.2 Biomonitoramento ativo



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **16. Atividade Pecuária**

16.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

16.2 Trabalho de Campo

16.3 Métodos utilizados

16.4 Resultados e comentários

### **17. Referências Bibliográficas**

### **18. Equipe de Trabalho**

## **ANEXOS**

Relatórios de Ensaio



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

### **1. Objeto do Estudo**

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 2. Programa de Monitoramento para o Ambiente Aquático

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

### 3. Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Aquático

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

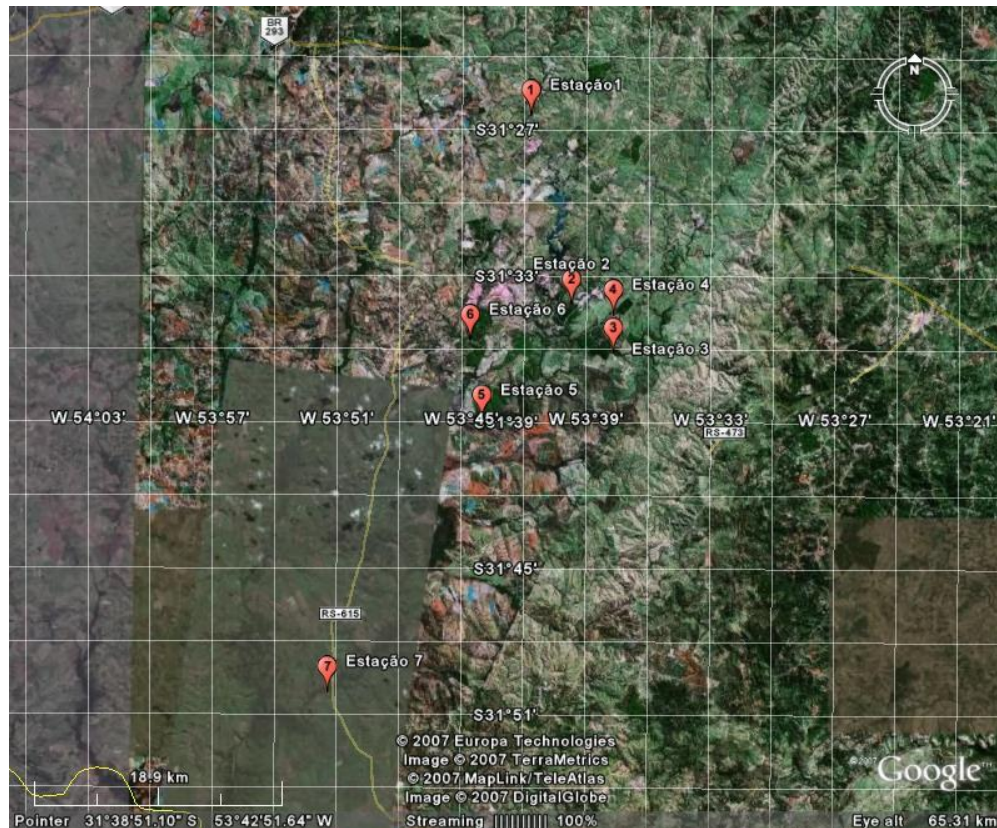


Figura 3.1. Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



## 4. ÁGUA SUPERFICIAL

### 4.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

Tabela 4.1 - Parâmetros analisados nas Águas Superficiais

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **4.2 Coleta e Preservação das Amostras**

A coleta foi realizada entre os dias 09 e 10 de abril de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 14,8 a 28,0 °C.

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

- A coleta foi realizada diretamente nos frascos de coleta, previamente lavados com HNO<sub>3</sub> 0,1 M e três vezes com água deionizada;
- O frasco foi ambientado previamente com a água do ponto a ser amostrado;
- A amostra foi coletada mergulhando-se o frasco de coleta a aproximadamente 30 cm abaixo da superfície da água, com a boca voltada contra a corrente (coleta manual);
- Nos casos em que houve necessidade de coletar um grande volume de amostra para ser distribuída em vários frascos, foi empregado um recipiente de transposição, de material quimicamente inerte e garantida a homogeneidade das amostras nos diversos frascos.

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

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 4.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio

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

Tabela 4.3 – Metodologias analíticas empregadas nos ensaios de Água Superficial

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

Onde:

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

### **4.5 Índice de Qualidade da Água**

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

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

Tabela 4.5 - Parâmetros constantes do IQA

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Modelo produtivo para o cálculo do IQA:

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

Onde:

$w_i$  = peso relativo do  $i$ ésimo parâmetro  
 $q_i$  = qualidade relativa do  $i$ ésimo parâmetro  
 $i$  = número de ordem do parâmetro ( 1 a 8 )

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

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

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

### 4.6 Resultados e Considerações

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Parâmetro	P1	P2	P3	P4
Condutividade ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	68,2	94,7	129	245
Cor aparente (mg Pt-Co.L <sup>-1</sup> )	132	103	210	86
DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	<2	<2	<2	2
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	350	75	185	292
Fenóis (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fósforo total (mg P.L <sup>-1</sup> )	0,08	0,01	0,06	0,07
Nitrato (mg NO <sub>3</sub> -N.L <sup>-1</sup> )	0,09	<0,09	0,16	0,15
Nitrogênio amoniacal(mgNH <sub>3</sub> -N.L <sup>-1</sup> )	1,3	0,4	0,3	0,3
Óleos e Graxas (mg.L <sup>-1</sup> )	<10	<10	<10	<10
Oxigênio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	7,6	7,6	8,1	10,5
pH	6,8	6,9	7,2	7,2
Sólidos Dissolvidos (mg.L <sup>-1</sup> )	54	68	58	92
Surfactantes (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfeto (mgS <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	15,0	17,0	19,0	15,0
Turbidez (NTU)	11,3	8,0	14,1	8,7
Alumínio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,05	<0,05	<0,05	0,14
Arsênio total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cádmio total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	0,73	0,32	0,43	0,30
Manganês total (mg.L <sup>-1</sup> )	0,08	0,19	0,07	0,15
Mercúrio total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,05	<0,05	<0,05	0,06
Toxicidade – algas	TC	TC	NE	NE
Toxicidade – microcrustáceos	NE	NE	TC	NE
Toxicidade - peixes	NE	NE	NE	NE

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Parâmetro	P5	P6	P7
Condutividade ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	329	916	223
Cor aparente (mg Pt-Co.L <sup>-1</sup> )	290	31	226
DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	2	<2	<2
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)	146	<1	216
Fenóis (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,003	<0,003	<0,003
Fósforo total (mg P.L <sup>-1</sup> )	0,14	0,18	0,06
Nitrato (mg NO <sub>3</sub> -N.L <sup>-1</sup> )	0,21	0,15	0,25
Nitrogênio amoniacal(mgNH <sub>3</sub> -N.L <sup>-1</sup> )	0,4	2,2	0,3
Óleos e Graxas (mg.L <sup>-1</sup> )	<10	<10	<10
Oxigênio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	8,5	8,3	7,5
pH	7,1	3,7	7,1
Sólidos Dissolvidos (mg.L <sup>-1</sup> )	128	159	78
Surfactantes (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfeto (mgS <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	<0,002	<0,002	<0,002
Temperatura (°C)	19,0	21,0	22,0
Turbidez (NTU)	21,7	4,6	25,0
Alumínio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,05	3,06	0,14
Arsênio total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,01	<0,01	<0,01
Cádmio total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,001	0,001	<0,001
Chumbo total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	0,24	2,38	0,28
Manganês total (mg.L <sup>-1</sup> )	0,30	2,30	0,13
Mercúrio total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,01	0,07	<0,01
Zinco total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,05	0,08	<0,05
Toxicidade – algas	TC	TC	NE
Toxicidade – microcrustáceos	NE	TA	NE
Toxicidade - peixes	NE	TA	NE

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

---

Estação amostral	IPMCA*	IQA*
P1	2 (regular)	68,1 (boa)
P2	2 (regular)	73,7 (boa)
P3	2 (regular)	72,4 (boa)
P4	1 (boa)	73,2 (boa)
P5	2 (regular)	71,9 (boa)
P6	6 (péssima)	65,2 (boa)
P7	1 (boa)	69,5 (boa)

---

\* Fonte CETESB



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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



## 5. SEDIMENTOS

### 5.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

Tabela 5.1 - Parâmetros para monitoramento dos Sedimentos

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

### 5.2 Coleta e Preservação das Amostras

A coleta foi realizada entre os dias 09 e 10 de abril de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 14,8 a 28,0 °C.

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

Para avaliação da Física dos Sedimentos as amostras foram processadas de acordo com a seguinte rotina laboratorial; ao chegarem foram secas em estufa a uma temperatura de 60<sup>0</sup>C, em seguida homogeneizadas com pistilo encapuzado com borracha e quarteadas uma a uma, em peso aproximado de 50g. Posteriormente, foram submetidas aos processos de análise granulométrica, seguindo a metodologia descrita por KRUMBEIN & PETTIJOHN (1938).

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

### **5.3 Métodos Analíticos e Relatórios de Ensaio**

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.2 – Métodos analíticos empregados nas amostras de sedimentos

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

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

### 5.4 Indicadores de Qualidade de Sedimentos

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- **Índice de toxicidade aparente**, ou seja a relação entre a concentração do metal pesado e a sua tolerância crítica. A tolerância crítica calculadas pela PSWQA para os metais nos sedimentos foram: Cádmio (5,1 ppm), Cromo (260 ppm), Cobre (390 ppm), Mercúrio (0,41 ppm), Chumbo (450 ppm), Zinco (410 ppm). Portanto o índice de toxicidade aparente é o resultado do quociente entre o conteúdo do metal encontrado no sedimento estudado e a sua tolerância crítica. Por exemplo, se a medida do conteúdo de Chumbo no sedimento for de 460 ppm, o índice de toxicidade aparente é 460ppm/450ppm, isto fornece um número de 1,02. Quando o valor deste índice for igual a 1, significa dizer que a tolerância crítica e a toxicidade potencial se confundem. Acima de 1, o metal pesado passa a ser potencialmente tóxico.

- Fator de contaminação ou o fator de enriquecimento que é a expressão em termos de relacionamento entre a concentração de um elemento ou substâncias nas camadas sedimentares de fundo fluvial e o nível de base natural (background) para os metais. O **fator de Contaminação**, para a descrição do grau de contaminação de substâncias tóxicas no Arroio Candiota foi utilizado, o fator de contaminação estabelecido por HAKANSON(1980):

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

Onde:

$C_f^i$  é o fator de contaminação;

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

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

$Cd < 6$  baixo grau de contaminação

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

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

$Cd > 24$  muito alto grau de contaminação

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.7 – Taxas CETESB

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

### - Fator de Mobilidade dos Metais

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

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

O uso do fator de mobilidade permite, com qualquer tipo de análise empregada, simples ou seqüencial seguindo a mesma relação Metal residual/ Metal total. Quando não houver contaminação os conteúdos de metais móveis são muito baixos, e a relação do metal total e metal residual deve ser 1 ou muito próximo a 1.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

$$\mathbf{FM = CT / CR}$$

Onde:

FM é o fator de mobilidade;

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

CR é o conteúdo residual do metal estudado.

$$\mathbf{CR = CT - CM}$$

Onde:

CR é o conteúdo residual;

CT é o conteúdo total (ataque total);

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

### **5.5 Resultados e Considerações**

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 5.5.1 Física dos Sedimentos

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

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

Tamanho dos Diâmetros	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
Granulos(>2,0mm)	11,80	1,90	15,00	6,80	2,10	9,20	2,40
Ar.Mto.Gross( 2,0 a 1,0 mm)	13,50	3,30	14,10	30,00	11,70	7,70	9,70
Ar.Gross.(1,0mm a 0,5mm)	44,20	35,20	18,20	39,20	21,90	26,00	29,00
Ar.Med.(0,5 a 0,25mm)	23,00	41,40	21,00	18,30	11,20	38,80	29,70
Ar.Fina(0,25 a 0,125mm)	3,10	11,80	12,00	3,00	4,30	9,80	16,30
Ar.Mto Fina (0,125 a 0,062mm)	1,80	3,80	8,20	1,30	11,10	5,80	10,80
Silte (0,062 a 0,0039mm)	2,40	1,70	6,20	1,40	36,80	1,30	1,40
Argila (<0,0039mm)		0,80	5,20		0,90	1,40	0,50
Energ.Envolvida no Meio Sed.	40,58	38,96	7,76	70,43	1,65	36,04	51,53

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 5.5.2 Química dos Sedimentos

#### Concentração dos Metais

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

Os sedimentos podem atuar como portadores de possível fonte de contaminação, pois os metais não permanecem depositados e podem ser liberados para a coluna de água por trocas das condições ambientais tais como o pH, o potencial redox, oxigênio dissolvido etc. Nesta campanha amostral, Campanha AD, foram analisadas as respostas a análise química da "amostra total" (finos + grosseiros), isto é, não houve a separação granulométrica. No entanto a análise do valor total e disponível dos elementos presentes na amostra, permanece sendo analisado.

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

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

Metais Totais	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
Altot(%)	1,55	1,63	2,78	1,29	2,11	1,52	1,31
Astot(ppm)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Cdtot(ppm)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Pbtot(ppm)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cutot(ppm)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Crtot(ppm)	8,00	8,60	16,40	8,00	17,00	8,80	8,00
Fetot(%)	0,77	0,61	2,15	1,12	1,71	1,59	0,48
Mntot(ppm)	375,00	252,00	774,00	116,00	502,00	61,30	152,20
Hgtot(ppm)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Nitot(ppm)	14,60	16,30	16,70	17,40	17,80	16,50	15,75
Zntot(ppm)	10,50	15,80	28,00	27,10	35,60	12,80	8,60

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

MetDisp	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
Aldisp(%)	0,0125	0,0125	2,4697	0,2862	1,8227	0,6198	0,3193
Asdisp(ppm)	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	5,9	2,5
Cddisp(ppm)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Pbdisp(ppm)	4,5	2,5	11,9	3,2	7,2	5,5	2,5
Cudisp(ppm)	2,5	3,4	6	2,8	5,7	3,3	2,5
Crdisp(ppm)	4,3	6	11,2	5,5	7,8	4,9	22,5
Fedisp(%)	0,597	0,4753	1,1961	0,9955	0,9082	1,5441	0,4281
Mndisp(ppm)	279	225	564	110	362	50,1	108,5
Hgdisp(ppm)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Nidisp(ppm)	2,5	3,4	6	2,8	5,7	3,3	2,5
Zndisp(ppm)	8,57	11,9	23,4	19,6	35,1	10,4	8,2



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

taxa encontrada no sedimento

taxa a ser comparada

Toda a vez que o numerador (A) se aproximar do valor do denominador (B), o resultado da razão tenderá a 1. Toda a vez que o numerador for maior que o denominador este valor será maior que 1. Como critério utilizado neste relato técnico, a cor **verde** será indicativo que o valor esta abaixo de 0,50 e, portanto, a condição mostra que o valor de referencia é muito maior que a taxa medida no sedimento. Já cor **laranja** é indicativo que o valor esta igual ou maior que 0,50, e a cor **vermelha** indica que o valor obtido é igual ou maior que 1, indicando que a taxa encontrada nos sedimentos de calha do Arroio Candiota é maior que a taxa de referencia, independente da concepção utilizada. As células cobertas com **cinza** indicam que não existe valor de referencia para aquele metal naquela concepção utilizada.

Além disso, acrescentamos o cálculo do Quociente Mediano que é calculado a partir do somatório de todos os índices calculados em cada local amostrado, dividido pelo número de elementos químicos considerados. Na Tabela 5.11 apresenta-se a classificação nominal.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5.11- Classes nominais somente para o quociente mediano calculado para cada local amostrado considerando o "mix" dos elementos químicos na forma de índices.

Classes Numérica	Classe de Percentual Tóxico	Cor Represent.
<0,1	8% de probabilidade de ser tóxico	Amarelo
0,11 a 1,5	21% de probabilidade de ser tóxico	Ciano
1,51 a 2,3	49% de probabilidade de ser tóxico	Laranja
>2,3	73% de probabilidade de ser tóxico	Vermelho

Os resultados a partir da utilização destas concepções, sobre os sedimentos coletados na campanha de Abril de 2015, indexado ao programa de monitoramento com as letras AD estão a seguir apresentados.

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

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

A razão matemática entre as concentrações encontradas para metais totais nos sedimentos de correntes no Arroio Candiota foram comparadas com os valores de referencia, SQG, na concepção TEC-PEC. Os resultados estão nas Tabelas 5.12 e 5.13 na forma de índices e apresenta-se o quociente mediano, que é o somatório dos índices para todos os elementos medidos, dividido pelo número de elementos químicos medidos.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Índice TEC	TEC	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
In TEC Al								
In TEC As	9,8(ppm)	0,8163	0,8163	0,8163	0,8163	0,8163	0,8163	0,8163
In TEC Cd	0,99(ppm)	0,0808	0,0808	0,0808	0,0808	0,0808	0,0808	0,0808
In TEC Pb	36(ppm)	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
In TEC Cu	32(ppm)	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
In TEC Cr	43,4(ppm)	0,1843	0,1982	0,3779	0,1843	0,3917	0,2028	0,1843
In TEC Fe	2(ppm)	0,3864	0,3033	1,0752	0,5624	0,8535	0,7953	0,2413
In TEC Mn	460(ppm)	0,8152	0,5478	1,6826	0,2522	1,0913	0,1333	0,3309
In TEC Hg	0,18(ppm)	0,8333	0,8333	0,8333	0,8333	0,8333	0,8333	0,8333
In TEC Ni	23(ppm)	0,6348	0,7087	0,7261	0,7565	0,7739	0,7174	0,6848
In TEC Zn	120(ppm)	0,0875	0,1317	0,2333	0,2258	0,2967	0,1067	0,0717
Quociente	Mediano	0,4091	0,3873	0,6078	0,3965	0,5390	0,3939	0,3496

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

Índice PEC	PEC	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
In PEC Al								
In PEC As	33(ppm)	0,2424	0,2424	0,2424	0,2424	0,2424	0,2424	0,2424
In PEC Cd	5(ppm)	0,0160	0,0160	0,0160	0,0160	0,0160	0,0160	0,0160
In PEC Pb	130(ppm)	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008
In PEC Cu	150(ppm)	0,0533	0,0533	0,0533	0,0533	0,0533	0,0533	0,0533
In PEC Cr	110(ppm)	0,0727	0,0782	0,1491	0,0727	0,1545	0,0800	0,0727
In PEC Fe	4(%)	0,1932	0,1516	0,5376	0,2812	0,4268	0,3977	0,1207
In PEC Mn	1100(ppm)	0,3409	0,2291	0,7036	0,1055	0,4564	0,0557	0,1384
In PEC Hg	1,1(ppm)	0,1364	0,1364	0,1364	0,1364	0,1364	0,1364	0,1364
In PEC Ni	49(ppm)	0,2980	0,3327	0,3408	0,3551	0,3633	0,3367	0,3214
In PEC Zn	460(ppm)	0,0228	0,0343	0,0609	0,0589	0,0774	0,0278	0,0187
Quociente	Mediano	0,1377	0,1275	0,2241	0,1322	0,1927	0,1347	0,1121



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

Índice LEL	LEL	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
In LEL Al								
In LEL As	6(ppm)	1,3333	1,3333	1,3333	1,3333	1,3333	1,3333	1,3333
In LEL Cd	0,6(ppm)	0,1333	0,1333	0,1333	0,1333	0,1333	0,1333	0,1333
In LEL Pb	0,31(ppm)	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032
In LEL Cu	16(ppm)	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
In LEL Cr	26(ppm)	0,3077	0,3308	0,6308	0,3077	0,6538	0,3385	0,3077
In LEL Fe	2(%)	0,3864	0,3033	1,0752	0,5624	0,8535	0,7953	0,2413
In LEL Mn	460(ppm)	0,8152	0,5478	1,6826	0,2522	1,0913	0,1333	0,3309
In LEL Hg	0,2(ppm)	0,7500	0,7500	0,7500	0,7500	0,7500	0,7500	0,7500
In LEL Ni	16(ppm)	0,9125	1,0188	1,0438	1,0875	1,1125	1,0313	0,9844
In LEL Zn	120(ppm)	0,0875	0,1317	0,2333	0,2258	0,2967	0,1067	0,0717
Quociente	Mediano	0,5229	0,5052	0,7386	0,5155	0,6728	0,5125	0,4656



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

ÍndiceSLEL	SEL	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
In SEL Al								
In SEL As	6(ppm)	0,2424	0,2424	0,2424	0,2424	0,2424	0,2424	0,2424
In SEL Cd	0,6(ppm)	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080
In SEL Pb	0,31(ppm)	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
In SEL Cu	16(ppm)	0,0727	0,0727	0,0727	0,0727	0,0727	0,0727	0,0727
In SEL Cr	26(ppm)	0,0727	0,0782	0,1491	0,0727	0,1545	0,0800	0,0727
In SEL Fe	2(%)	0,1932	0,1516	0,5376	0,2812	0,4268	0,3977	0,1207
In SEL Mn	460(ppm)	0,3409	0,2291	0,7036	0,1055	0,4564	0,0557	0,1384
In SEL Hg	0,2(ppm)	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750
In SEL Ni	16(ppm)	0,1947	0,2173	0,2227	0,2320	0,2373	0,2200	0,2100
In SEL Zn	120(ppm)	0,0128	0,0193	0,0341	0,0330	0,0434	0,0156	0,0105
Quociente	Mediano	0,1213	0,1094	0,2046	0,1123	0,1717	0,1168	0,0951

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Índice ERL	ERL	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
Ind ERL Al								
In ERL As	8,2(ppm)	0,9756	0,9756	0,9756	0,9756	0,9756	0,9756	0,9756
In ERL Cd	1,2(ppm)	0,0667	0,0667	0,0667	0,0667	0,0667	0,0667	0,0667
In ERL Pb	46,7(ppm)	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021
In ERL Cu	34(ppm)	0,2353	0,2353	0,2353	0,2353	0,2353	0,2353	0,2353
In ERL Cr	81(ppm)	0,0988	0,1062	0,2025	0,0988	0,2099	0,1086	0,0988
In ERL Fe								
In ERL Mn								
In ERL Hg	1,5(ppm)	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
In ERL Ni	20,9(ppm)	6,9856	7,7990	7,9904	8,3254	8,5167	7,8947	7,5359
In ERL Zn	150(ppm)	0,0700	0,1053	0,1867	0,1807	0,2373	0,0853	0,0573
Quociente	Mediano	1,1793	1,2863	1,3324	1,3606	1,4055	1,2961	1,2465

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

Índice ERM	ERM	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
Ind ERM Al								
In ERM As	70(ppm)	0,1143	0,1143	0,1143	0,1143	0,1143	0,1143	0,1143
In ERM Cd	9,6(ppm)	0,0083	0,0083	0,0083	0,0083	0,0083	0,0083	0,0083
In ERM Pb	218(ppm)	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
In ERM Cu	270(ppm)	0,0296	0,0296	0,0296	0,0296	0,0296	0,0296	0,0296
In ERM Cr	370(ppm)	0,0216	0,0232	0,0443	0,0216	0,0459	0,0238	0,0216
In ERM Fe								
In ERM Mn								
In ERM Hg	0,71(ppm)	0,2113	0,2113	0,2113	0,2113	0,2113	0,2113	0,2113
In ERM Ni	51,6(ppm)	0,2829	0,3159	0,3236	0,3372	0,3450	0,3198	0,3052
In ERM Zn	410(ppm)	0,0256	0,0385	0,0683	0,0661	0,0868	0,0312	0,0210
Quociente	Mediano	0,0868	0,0927	0,1000	0,0986	0,1052	0,0923	0,0890





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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



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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

Metais Totais	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
Altot(%)							
Astot	8	8,0000	8,0000	8,0000	8,0000	8,0000	8,0000
Cdtot	0,08	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800
Pbtot	0,1	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
Cutot	8	8,0000	8,0000	8,0000	8,0000	8,0000	8,0000
Crtot	8	8,6000	16,4000	8,0000	17,0000	8,8000	8,0000
Fetot(%)							
Mntot							
Hgtot	0,15	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500
Nitot	14,6	16,3000	16,7000	17,4000	17,8000	16,5000	15,7500
Zntot	10,5	15,8000	28,0000	27,1000	35,6000	12,8000	8,6000

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **f) Fator de Contaminação ou Fator de Enriquecimento**

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

Nas Tabelas 5.20 e 5.21 estão às razões, os índices calculados para três referencias utilizados normalmente pela geologia ortodoxa, as taxas medias encontradas na Crosta Terrestre, nos sedimentos e a "unidade Clarke", este ultimo é um valor atribuído para a prospecção geoquímica para medir concentrações que possam indicar uma ocorrência econômica importante de substancia, elementos ou bens minerais. Estas três taxas obtidas para o planeta são utilizadas como nível de base para efeito de comparação. Estas taxas foram obtidas em estudos considerados linhas guias na geologia, TUREKIAN e WEDEPOHL, K.H. (1961), BOWEN(1979) e FORSTECUE (1985).

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Índice Crosta	Crosta	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
IndCrostaAl	8,2(%)	0,189	0,199	0,339	0,158	0,257	0,186	0,160
IndCrostaAs	1,5(ppm)	5,333	5,333	5,333	5,333	5,333	5,333	5,333
IndCrostaCd	0,11(ppm)	0,727	0,727	0,727	0,727	0,727	0,727	0,727
IndCrostaPb	14(ppm)	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
IndCrostaCu	50(ppm)	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
IndCrostaCr	100(ppm)	0,080	0,086	0,164	0,080	0,170	0,088	0,080
IndCrostaFe	4,1(%)	0,188	0,148	0,524	0,274	0,416	0,388	0,118
IndCrostaMn	950(ppm)	0,395	0,265	0,815	0,122	0,528	0,065	0,160
IndCrostaHg	0,05(ppm)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
IndCrostaNi	80(ppm)	0,183	0,204	0,209	0,218	0,223	0,206	0,197
IndCrostaZn	75(ppm)	0,140	0,211	0,373	0,361	0,475	0,171	0,115
Quociente Mediano	Crosta	0,946	0,940	1,059	0,949	1,027	0,939	0,914

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

Índice Sedimentos	Sedimentos	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
IndSED Al	(%)	0,215	0,227	0,386	0,180	0,292	0,212	0,182
IndSED As	(ppm)	1,039	1,039	1,039	1,039	1,039	1,039	1,039
IndSED Cd	(ppm)	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471
IndSED Pb	(ppm)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
IndSED Cu	(ppm)	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
IndSED Cr	(ppm)	0,111	0,119	0,228	0,111	0,236	0,122	0,111
IndSED Fe	(%)	0,188	0,148	0,524	0,274	0,416	0,388	0,118
IndSED Mn	(ppm)	0,487	0,327	1,005	0,151	0,652	0,080	0,198
IndSED Hg	(ppm)	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789
IndSED Ni	(ppm)	0,281	0,313	0,321	0,335	0,342	0,317	0,303
IndSED Zn	(ppm)	0,111	0,166	0,295	0,285	0,375	0,135	0,091
Quociente Mediano	Sedimentos	0,358	0,350	0,482	0,353	0,442	0,345	0,323



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

Índice Clarke	Sedimentos	1AD	2AD	3AD	4AD	5AD	6AD	7AD
IndClarkeAl	8,36(%)	0,185	0,195	0,333	0,155	0,252	0,182	0,156
IndClarkeAs	1,8(ppm)	4,444	4,444	4,444	4,444	4,444	4,444	4,444
IndClarkeCd	0,16(ppm)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
IndClarkePb	13(ppm)	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
IndClarkeCu	68(ppm)	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118
IndClarkeCr	122(ppm)	0,066	0,070	0,134	0,066	0,139	0,072	0,066
IndClarkeFe	6,2(%)	0,125	0,098	0,347	0,181	0,275	0,257	0,078
IndClarkeMn	1060(ppm)	0,354	0,238	0,730	0,109	0,474	0,058	0,144
IndClarkeHg	0,086(ppm)	1,744	1,744	1,744	1,744	1,744	1,744	1,744
IndClarkeNi	99(ppm)	0,147	0,165	0,169	0,176	0,180	0,167	0,159
IndClarkeZn	76(ppm)	0,138	0,208	0,368	0,357	0,468	0,168	0,113
Quociente Mediano	Clarke	0,712	0,708	0,809	0,714	0,782	0,702	0,685

Contaminação		
<1,0	Baixo	
1 e 3	Moderado	
3 e 6	Considerável	
>6	Muito alto	

### g) Toxicidade dos Sedimentos

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

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

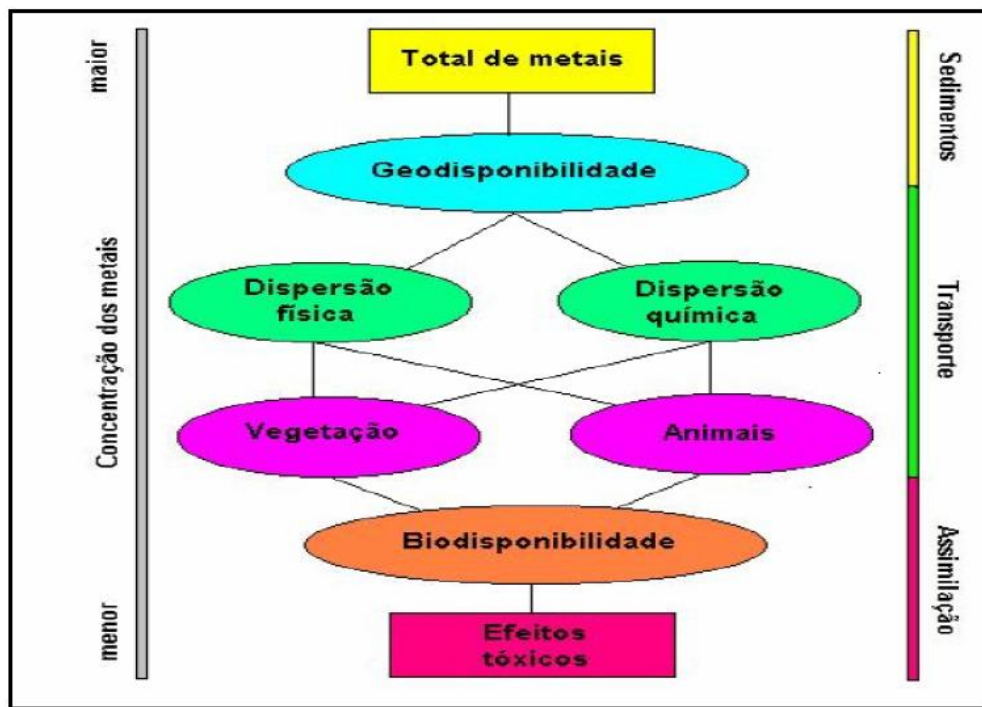


Figura 5.2 - Relações entre geodisponibilidade, biodisponibilidade e efeitos tóxicos modificado de Cortecci (2000).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

Estações	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Sobreviv.	OBS.	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Crescimento
1AD	Não detectada	10% de mortalidade	Não detectada
2AD	Não detectada	5% de mortalidade	Não detectada
3AD	Detectada	37,5% de mortalidade	
4AD	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada
5AD	Não detectada	10% de mortalidade	Não detectada
6AD	Não detectada	2,5% de mortalidade	Não detectada
7AD	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada

### 5.5.3 Considerações Finais

Foi executada uma análise utilizando o método RTR, onde escolheu-se a Estação 1 como a estação de referência (local de referência), mesmo considerando que ela apresentou toxicidade, em alguns momentos desta vigilância, com isto visa-se estabelecer uma diferenciação entre as estações com base apenas nas taxas encontradas (metal total). Ainda que preliminar, a



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

relação entre as estações amostradas nesta campanha de Janeiro de 2015, Campanha "AC", resultados obtidos estão na Tabela 5.24, onde chama-se a atenção para os valores **agregados de razão de referência**, ART, que dividido pelo número de variáveis (11 metais) apresentaram para a estação referência o valor 1,00 e considerando os outros valores obtidos entre as estações os valores anotados na parte inferior, representando o número de vezes que a estação em questão se diferencia da estação tomada como referência, neste caso a estação 1, ou o local amostral 1.

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

Metais Totais	1AD	Ref	2AD	Ref	3AD	Ref	4AD	Ref	5AD	Ref	6AD	Ref	7AD	Ref
Altot(%)	1,5458	1,0000	1,6336	1,0568	2,7826	1,8001	1,2931	0,8365	2,1050	1,3618	1,5243	0,9861	1,3081	0,8462
Astot	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000
Cdtot	0,0800	1,0000	0,0800	1,0000	0,0800	1,0000	0,0800	1,0000	0,0800	1,0000	0,0800	1,0000	0,0800	1,0000
Pbtot	0,1000	1,0000	0,1000	1,0000	0,1000	1,0000	0,1000	1,0000	0,1000	1,0000	0,1000	1,0000	0,1000	1,0000
Cutot	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000	8,0000	1,0000
Crtot	8,0000	1,0000	8,6000	1,0750	16,4000	2,0500	8,0000	1,0000	17,0000	2,1250	8,8000	1,1000	8,0000	1,0000
Fetot(%)	0,7728	1,0000	0,6065	0,7848	2,1504	2,7826	1,1248	1,4555	1,7070	2,2089	1,5906	2,0582	0,4826	0,6245
Mntot	375,0000	1,0000	252,0000	0,6720	774,0000	2,0640	116,0000	0,3093	502,0000	1,3387	61,3000	0,1635	152,2000	0,4059
Hgtot	0,1500	1,0000	0,1500	1,0000	0,1500	1,0000	0,1500	1,0000	0,1500	1,0000	0,1500	1,0000	0,1500	1,0000
Nitot	14,6000	1,0000	16,3000	1,1164	16,7000	1,1438	17,4000	1,1918	17,8000	1,2192	16,5000	1,1301	15,7500	1,0788
Zntot	10,5000	1,0000	15,8000	1,5048	28,0000	2,6667	27,1000	2,5810	35,6000	3,3905	12,8000	1,2190	8,6000	0,8190
	∑	11,0000	∑	11,2098	∑	17,5072	∑	12,3741	∑	16,6439	∑	11,6570	∑	9,7744
	ART	1,0000	ART	1,0191	ART	1,5916	ART	1,1249	ART	1,5131	ART	1,0597	ART	0,8886

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

$$7AD > 2AD > 6AD > 4AD > 5AD > 3AD$$





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Estação 7AD apresentou-se 0,8886 vezes diferente da estação 1

Estação 2AD apresentou-se 1,01 vezes diferente da estação 1

Estação 6AD apresentou-se 1,05 vezes diferente da estação 1

Estação 4AD apresentou-se 1,12 vezes diferente da estação 1

Estação 5ADC apresentou-se 1,51 vezes diferente da estação 1

Estação 3AD apresentou-se 1,59 vezes diferente da estação 1

Estas análises do RTR têm mostrado ao longo do monitoramento uma intensa variabilidade do sistema hídrico representado pela variabilidade da ordenação das estações comparadas sempre com a estação 1 como local ou condição de referência. Atestando a complexidade destes ecossistemas que como tal tem que serem tratados, Sistemas Complexos e abertos.

A vigilância do estado da qualidade dos sedimentos e as condições destas associações nos ambientes sedimentares da calha fluvial do Arroio Candiota frente as pressões sofridas pela Bacia Hidrográfica, vem sendo observada e interpretada:

- 1- Quer seja no estabelecimento de intervalos de variações;
- 2- Quer em comparações destes valores com aqueles estabelecidos pela ciência como referencias sendo na abordagem de "background" ou na abordagem de "benchmark" e pela legislação brasileira representadas pela resolução 344-CONAMA e mais recentemente pela resolução CONAMA 454.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Salienta-se que este método usado de RTR, possibilitara a escolha de outra estação como local de referência, diferente da estação 1, ou até mesmo uma condição de referência diferente ou hipotética de estado ambiental e executar esta comparação. Teremos como respostas o número de vezes que as estações monitoradas são diferentes da estação, local ou condição escolhida como referência.

As informações aqui contidas, além de ser a continuidade do estudo desenvolvido servem a um propósito de vigilância ambiental bem como servirão como subsídios a ações de manejo e controle ambiental para a atividade de Termelétrica da região pelos tomadores de decisão envolvidos.

Há que ser considerado que ao fazer as escolhas das posições das amostras dentro da bacia hidrográfica do Arroio Candiota, as distâncias à termelétrica foi o critério considerado. Mas o que se constata, o que já foi exaustivamente escrito e falado, é que os usos da bacia estão presentes em todas as estações amostrais com mais ou menor preponderância de uns sobre outros, mas todos presentes, na forma dos resultados obtidos. Isto corrobora o que a ecologia como ciência já consagrou a Bacia Hidrográfica como unidade ecológica, portanto, é necessário a gestão da bacia e o controle dos seus usos e não de um ou dois usos apenas.

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **6. Bioindicadores Ambientais: FITOPLÂNCTON e PERIFITON**

#### **6.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados**

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

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

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

#### **6.2 Coleta e Preservação das Amostras**

A coleta foi realizada entre os dias 09 e 10 de abril de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 14,8 a 28,0 °C.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 6.2.1 Fitoplâncton

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

### 6.2.2 Perifíton

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

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

## 6.3 Métodos Analíticos

### 6.3.1 Fitoplâncton

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

### 6.3.2 Perifiton

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

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

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

onde:

N = número de indivíduos por cm<sup>2</sup>

n = número total de indivíduos contados

V = volume da amostra com material raspado

v = volume dos campos contados

S = superfície do substrato em cm<sup>2</sup>



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

### **6.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas**

#### **6.4.1 Fitoplâncton**

A análise quantitativa do fitoplâncton registrou 44 táxons, identificados na sua maioria ao nível específico e infra-específico e, quando não possível, em categorias mais altas. A comunidade fitoplanctônica esteve representada por seis classes algais: Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Zignematophyceae. Neste estudo ocorreu predominância das Bacillariophyceae (diatomáceas), com 50% das espécies identificadas, seguidas das Euglenophyceae (euglenofíceas) com 20%, Chlorophyceae (clorofíceas) com 18% e as demais classes totalizando 12% (Figura 6.1).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

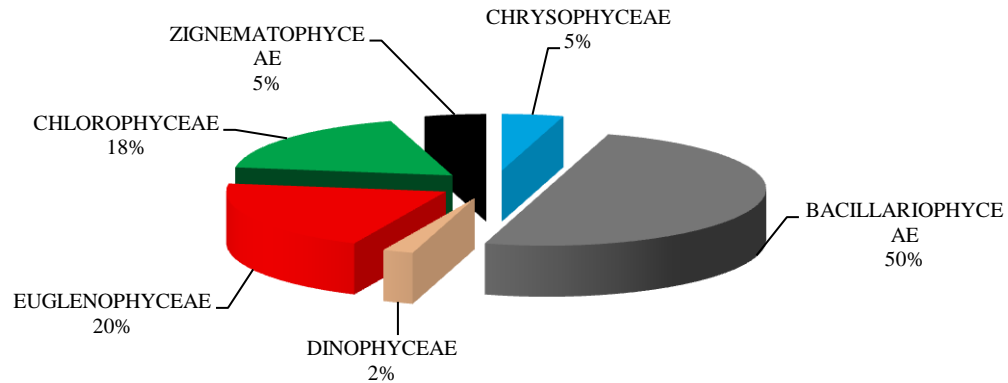


Figura 6.1: Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, Candiota, abril de 2015.

A análise da densidade por classes de algas em cada ponto de coleta (Figura 6.2) destaca as Bacillariophyceae (diatomáceas) como os táxons presentes em todos os pontos de coleta e predominantes em quatro deles (Pontos 1, 3, 5 e 6).

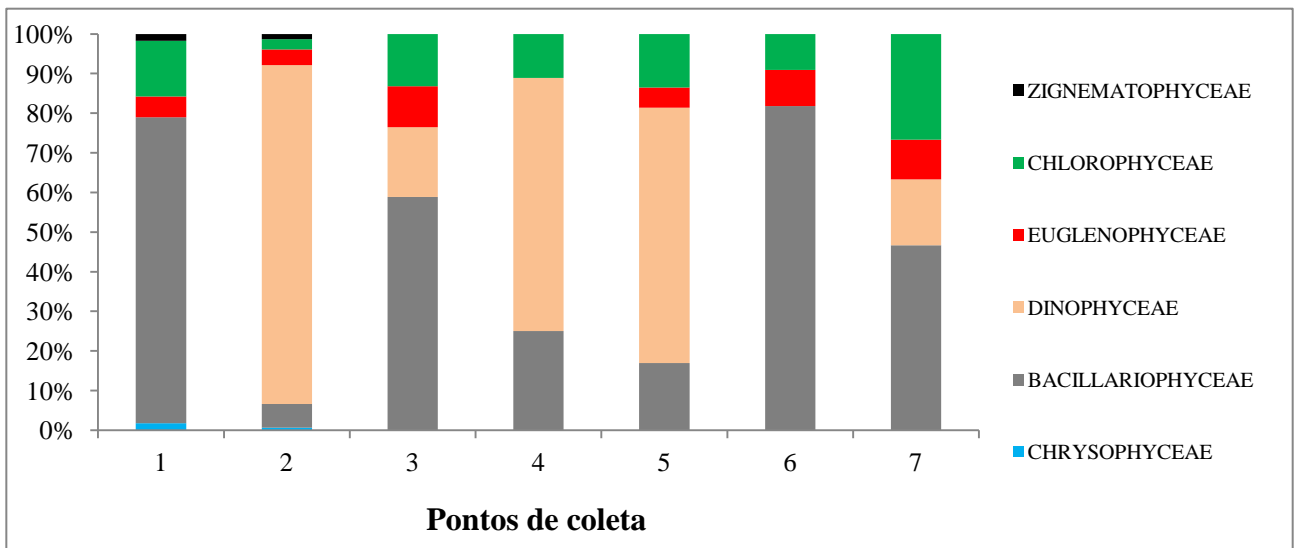


Figura 6.2: Porcentagem de distribuição das classes algais na análise quantitativa dos sete pontos de coleta, Candiota, abril de 2015.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As Dinophyceae estiveram presentes em cinco pontos e foram predominantes em três deles (Pontos 2, 4 e 5), devido à presença de uma espécie dominante (*Ceratium cf furca*), situação que também ocorreu no período anterior de coleta.

A classe das clorófitas esteve presente nos sete pontos de coleta, se destacando nos Pontos 1 e 7 com a segunda maior densidade algal dentro da comunidade fitoplanctônica. As Euglenophyceae estiveram presentes em seis pontos, enquanto as Chrysophyceae foram registradas somente em dois locais.

Abaixo estão relacionadas as 15 espécies que se destacaram na comunidade por serem consideradas abundantes. Estas espécies pertencem às classes Bacillariophyceae, Dinophyceae e Chlorophyceae.

### **BACILLARIOPHYCEAE**

*Aulacoseira granulata*  
*Cyclotella meneghiniana*  
*Encyonema mesianum*  
*Eunotia sp1*  
*Melosira varians*  
*Nitzschia palea*  
*Nitzschia sp1*  
*Nitzschia sp2*  
*Synedra acus*  
*Diatomácea penada 1*

### **DINOPHYCEAE**

*Ceratium cf furca* \*

### **CHLOROPHYCEAE**

*Koliella sp*  
*Monoraphidium contortum*  
*Pandorina morun*  
*Scenedesmus linearis*

\* Espécie dominante



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

	PONTOS DE COLETA						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>							
1 <i>Malomonas sp</i>		2					
2 <i>Synura uvella</i>	1						
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>							
3 <i>Amphipleura lindheimeri</i>			4				
4 <i>Aulacoseira granulata</i>	3	8	7	4	4	4	7
5 <i>Cocconeis placentula</i>			2				
6 <i>Cyclotella meneghiniana</i>						3	
7 <i>Encyonema mesianum</i>	7			7			
8 <i>Encyonema minutum</i>	1		4				
9 <i>Eunotia sp1</i>				2		3	
10 <i>Gomphonema cf gracile</i>		2					
11 <i>Gomphonema sp1</i>				4		1	
12 <i>Hipodonta capitata</i>				2			
13 <i>Melosira varians</i>	12		4				
14 <i>Navicula cf symmetrica</i>			5				1
15 <i>Navicula sp1</i>			4				
16 <i>Nitzschia clausii</i>	3			4			
17 <i>Nitzschia cf intermedia</i>							3
18 <i>Nitzschia palea</i>	22		27	9	4	7	
19 <i>Nitzschia cf sigmoidea</i>				2			
20 <i>Nitzschia sp1</i>	6		5			3	3
21 <i>Nitzschia sp2</i>			11				
22 <i>Pinnularia sp1</i>		2					
23 <i>Synedra acus</i>	6	6			8		
24 <i>Diatomácea penada 1</i>	4				4	4	6
<b>DINOPHYCEAE</b>							
25 <i>Ceratium cf furca</i>		250	22	83	73		7
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>							
26 <i>Cryptoglana skujae</i>			2				
27 <i>Euglena acus</i>		2					
28 <i>Euglena sp</i>	1						1
29 <i>Monomorpha pyrum</i>							1
30 <i>Strombomonas scabra var ovata f. minor</i>			2				
31 <i>Trachelomonas hispida var hispida</i>		4			2		
32 <i>Trachelomonas intermedia</i>		2	2				3
33 <i>Trachelomonas volvocina</i>		4	4		4		1





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

34	<i>Trachelomonas sp</i>	3	4					
<b>CHLOROPHYCEAE</b>								
35	<i>Desmodesmus bicaudatus</i>					2		
36	<i>Desmodesmus opoliensis</i>					2		
37	<i>Desmodesmus quadricauda</i>	4		5	4			
38	<i>Koliella sp</i>	4	2		5	2	7	
39	<i>Monoraphidium contortum</i>		2	2	4	6	4	
40	<i>Pandorina morun</i>				2	4	3	
41	<i>Scenedesmus ecornis</i>			2				
42	<i>Scenedesmus linearis</i>	3	4	7				
<b>ZIGNEMATOPHYCEAE</b>								
43	<i>Closterium sp</i>	1	2					
44	<i>Staurastrum sp</i>		2					
<b>DENSIDADE (Ind./ml)</b>		<b>82</b>	<b>292</b>	<b>123</b>	<b>130</b>	<b>113</b>	<b>32</b>	<b>43</b>
<b>RIQUEZA (Nº táxons)</b>		<b>16</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>DIVERSIDADE (H')</b>		<b>2,4</b>	<b>0,8</b>	<b>2,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>

Na Figura 6.3 é possível visualizar a densidade do fitoplâncton nos sete pontos de coleta, com o menor valor registrado de 32 ind./ml no Ponto 6 e o maior de 292 ind./ml, no Ponto 2, assim como ocorreu no período anterior de estudo.

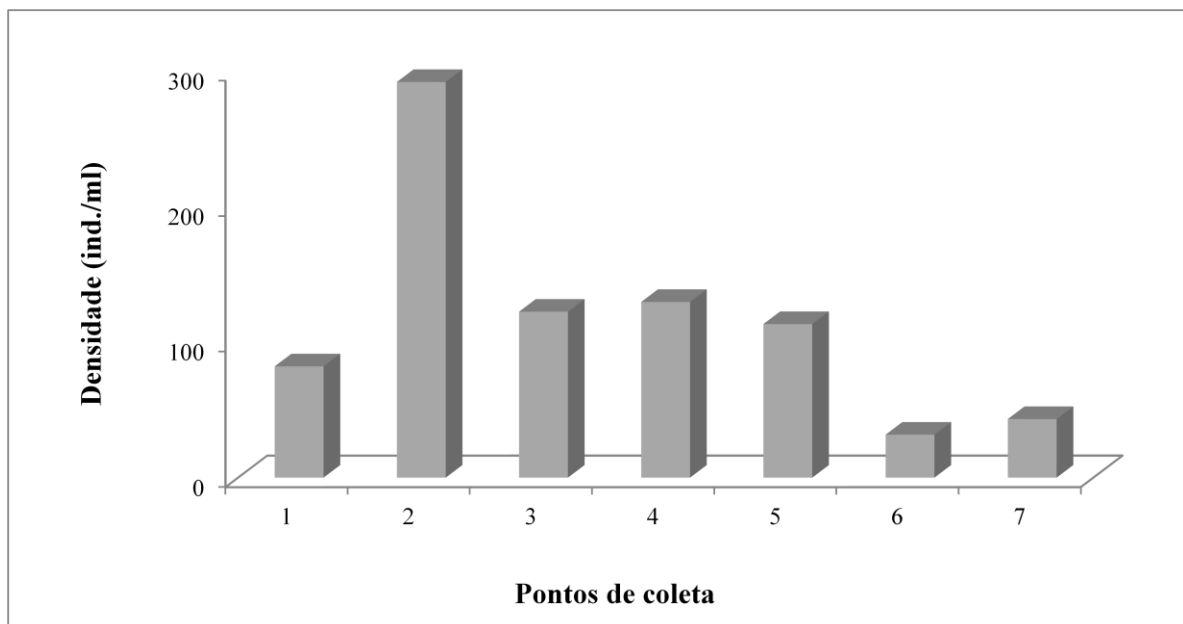


Figura 6.3: Distribuição da Densidade do fitoplâncton (ind./ml) nos sete pontos de coleta, Candiota, abril de 2015.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A análise da riqueza específica (Figura 6.4) mostra que o Ponto 3 apresentou o maior número de táxons (20). Os menores valores foram registrados nos Pontos 6 e 7, com 10 táxons, assim como ocorreu com a densidade.

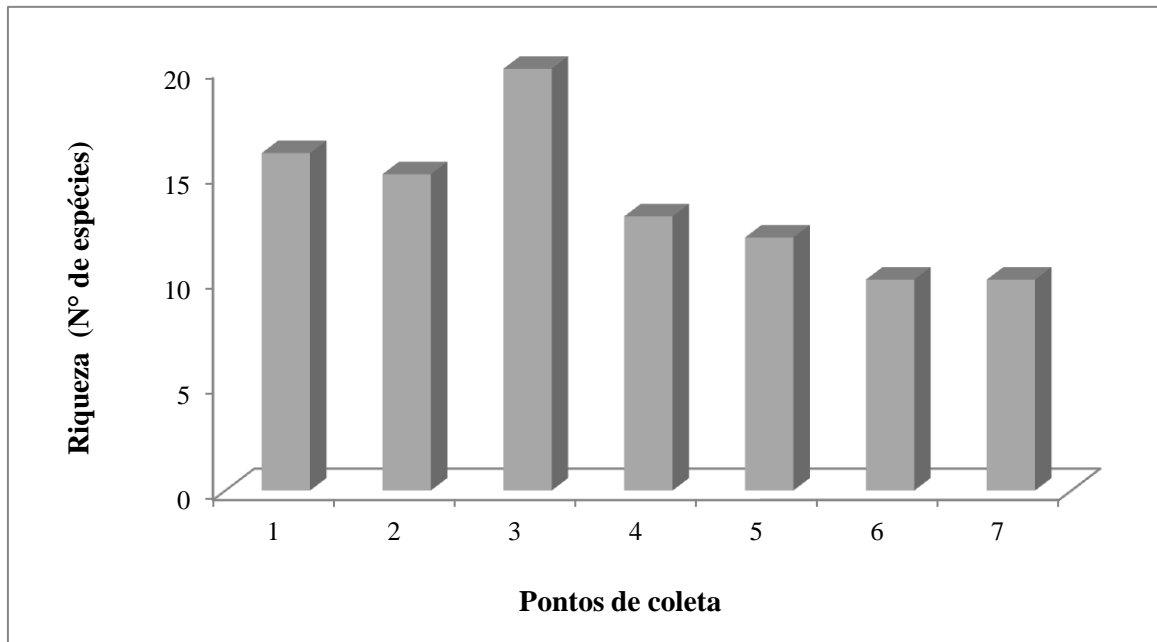


Figura 6.4: Distribuição da Riqueza de táxons algais nos sete pontos de coleta, outubro, abril 2015.

Avaliando o índice de diversidade de Shannon (Figura 6.5) entre os pontos amostrados, pode-se notar que os valores variaram de 0,80, no Ponto 2 a 2,62 bit.ind<sup>-1</sup>, no Ponto 3. O baixo valor de diversidade registrado no Ponto 2 ocorreu devido à presença da espécie *Ceratium cf furca* (Dinophyceae), considerada dominante na comunidade fitoplanctônica, assim como no período de estudo anterior. Essa baixa diversidade indica uma distribuição heterogênea entre as espécies da comunidade fitoplanctônica, neste ponto e período estudado.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

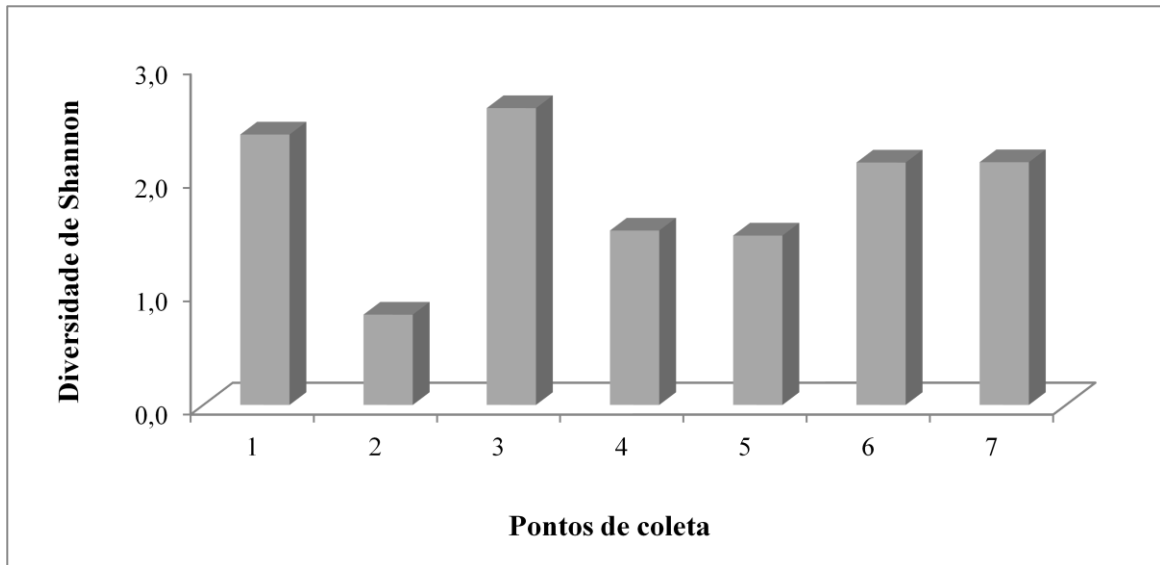


Figura 6.5: Distribuição da Diversidade de Shannon nos sete pontos de coleta, Candiota, abril 2015.

### ANÁLISE QUALITATIVA

A análise qualitativa do fitoplâncton (Tabela 6.2) registrou 50 táxons distribuídos em seis classes algais: Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Zignematophyceae, as mesmas registradas na análise quantitativa.

A riqueza específica nos sete pontos variou entre 12 e 20 táxons, sendo que o Ponto 6 apresentou a menor riqueza e o Ponto 3, a maior.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

TÁXONS	PONTOS DE COLETA						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>							
1 <i>Synura uvella</i>		X					
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>							
2 <i>Amphipleura lindheimeri</i>	X		X		X		
3 <i>Aulacoseira granulata</i>	X	X	X	X	X	X	X
4 <i>Aulacoseira granulata var angustissima</i>	X						
5 <i>Capartogramma crucicola</i>							X
6 <i>Cocconeis placentula</i>			X			X	
7 <i>Cyclotella meneghiniana</i>			X			X	
8 <i>Encyonema mesianum</i>	X		X	X			
9 <i>Encyonema minutum</i>	X		X				
10 <i>Frustulia sp</i>	X	X					
11 <i>Gomphonema cf gracile</i>		X					
12 <i>Gomphonema parvulum</i>	X						
13 <i>Gyrosigma cf acuminatum</i>			X				
14 <i>Hantzschia amphyoaxis</i>	X			X			
15 <i>Hipodonta capitata</i>	X			X			
16 <i>Melosira varians</i>	X		X				
17 <i>Navicula cf symmetrica</i>			X				X
18 <i>Nitzschia clausii</i>				X	X		
19 <i>Nitzschia cf intermedia</i>							X
20 <i>Nitzschia palea</i>	X		X	X	X	X	X
21 <i>Nitzschia cf sigmoidea</i>				X			
22 <i>Nitzschia sp1</i>	X					X	X
23 <i>Nitzschia sp2</i>	X		X				
24 <i>Pinnularia cf interrupta</i>				X		X	
25 <i>Pinnularia sp1</i>		X					
26 <i>Pinnularia sp2</i>		X					
27 <i>Pleurosira laevis</i>					X		
28 <i>Selaphora pupula</i>				X			
29 <i>Surirella cf angusta</i>						X	
30 <i>Synedra acus</i>	X	X		X	X		
31 Diatomácea penada 1					X	X	X
<b>DINOPHYCEAE</b>							
32 <i>Ceratium cf furca</i>		X	X	X	X		X
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>							
33 <i>Euglena acus</i>		X				X	
34 <i>Euglena sp</i>	X					X	
35 <i>Strombomonas fluviatilis</i>			X				
36 <i>Trachelomonas hispida var hispida</i>		X			X		
37 <i>Trachelomonas intermedia</i>		X	X				X
38 <i>Trachelomonas oblonga</i>		X					



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

39	<i>Trachelomonas volvocina</i>		X	X		X		X
40	<i>Trachelomonas sp</i>			X				
<b>CHLOROPHYCEAE</b>								
41	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	X						
42	<i>Chlorella vulgaris</i>		X					X
43	<i>Desmodesmus bicaudatus</i>					X		
44	<i>Desmodesmus quadricauda</i>	X		X	X			
45	<i>Koliella sp</i>	X				X	X	X
46	<i>Monoraphidium contortum</i>	X	X	X	X	X		X
47	<i>Monoraphidium irregulare</i>					X		
48	<i>Pandorina morun</i>			X	X	X	X	
49	<i>Scenedesmus linearis</i>		X	X				
<b>ZIGNEMATOPHYCEAE</b>								
50	<i>Closterium sp2</i>		X		X			
<b>RIQUEZA (Nº táxons)</b>		<b>19</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>13</b>

### Considerações Finais

A ocorrência de *Ceratium cf furca* foi novamente marcante, principalmente no ponto 2 e nos pontos em sequência, como também registrado na coleta anterior. Os resultados de diversidade específica para o fitoplâncton, estão fortemente relacionados a esta dominância, uma vez que, o ponto 2 é considerado um ambiente lântico e influencia, com a introdução de suas espécies, a composição da comunidade planctônica do arroio Candiota.

#### 6.4.2 Perifiton

Foram registrados 45 táxons de algas (Tabela 6.3), pertencentes às classes Bacillariophyceae, Cyanobacteria, Chlorophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae. Seguindo o padrão das amostragens anteriores, a classe Bacillariophyceae (diatomáceas) apresentou a maior riqueza, representando 76,1% dos táxons identificados, enquanto Cyanobacteria, Chlorophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae foram representadas por 12,5, 8,0, 2,3 e 1,1% dos táxons, respectivamente.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6.3. Densidade absoluta (ind cm<sup>-2</sup>) das espécies do Perifiton coletadas em Candiota , abril de 2015.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 6	Ponto 7
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Achnanthydium exiguum</i>	0	468	0	313	0	0
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	1566	2419	1885	3128	1689	1582
<i>Amphora</i> sp.1	0	0	0	313	0	0
<i>Capartogramma crucicola</i>	0	78	0	0	0	0
<i>Capartogramma</i> sp.	0	0	0	0	0	158
<i>Cymbella tumida</i>	0	0	145	0	0	0
<i>Encyonema minutum</i>	0	78	0	313	0	0
<i>Eunotia exigua</i>	196	0	0	0	2858	0
<i>Eunotia</i> cf. <i>minor</i>	98	0	0	0	0	0
<i>Fragillaria</i> sp.	98	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema angustatum</i>	0	234	0	156	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	392	624	145	156	130	158
<i>Gomphonema</i> sp. 1	98	234	145	156	260	633
<i>Gomphonema</i> sp. 2	196	0	72	0	0	0
<i>Luticola</i> cf. <i>goeppertiana</i>	0	0	72	0	130	0
<i>Melosira varians</i>	0	78	0	156	0	0
<i>Navicula cryptocephala</i>	0	78	217	0	130	0
<i>Navicula cryptotenella</i>	0	0	145	0	0	316
<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	156	0	158
<i>Neidium</i> sp.	0	0	72	0	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i>	392	0	72	0	390	0
<i>Nitzschia amphibia</i>	98	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia palea</i>	98	234	72	626	130	158
<i>Pinnularia microstauron</i>	0	234	0	0	0	0
<i>Pinnularia subcapitata</i>	0	0	0	313	0	0
<i>Planothidium frequentissimum</i>	0	0	145	0	0	0
<i>Sellaphora pupula</i>	0	0	0	938	0	158
<i>Stenopterobia</i> sp.	0	0	0	156	0	0
<i>Surirella angusta</i>	0	0	0	0	260	0
<i>Ulnaria ulna</i>	0	0	0	0	0	158
TOTAL (ind cm <sup>-2</sup> )	3230	4760	3189	6881	5975	3480
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
Chlorococcales	0	0	72	0	0	0



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Monoraphidium arcuatum</i>	0	78	0	0	0	0
<i>Monoraphidium contortum</i>	98	0	0	0	0	0
<i>Monoraphidium griffithii</i>	98	0	0	0	0	0
<i>Monoraphidium nanum</i>	98	0	0	0	0	0
<i>Monoraphidium tortile</i>	0	0	0	0	0	158
<i>Tetrastrum triangulare</i>	0	0	72	0	0	0
TOTAL (ind cm <sup>-2</sup> )	294	78	145	0	0	158
<b>CYANOBACTERIA</b>						
Chroococcales	0	0	72	0	0	0
<i>Leptolyngbya</i> sp.	0	0	72	0	0	0
<i>Lyngbya</i> sp.	98	0	72	156	0	0
<i>Phormidium</i> sp.	294	234	217	0	0	0
<i>Pseudanabaena</i> sp.	294	0	0	0	0	0
Cyanobacteria filamentosa	294	0	0	0	130	0
TOTAL (ind cm <sup>-2</sup> )	979	234	435	156	130	0
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>						
<i>Trachelomonas</i> sp.	0	0	72	156	0	0
TOTAL (ind cm <sup>-2</sup> )	0	0	72	156	0	0
<b>ZYGNEMAPHYCEAE</b>						
<i>Closterium</i> sp. 1	98	0	0	0	0	0
TOTAL (ind cm <sup>-2</sup> )	98	0	0	0	0	0
<b>DENSIDADE (ind.cm<sup>-2</sup>)</b>	4601	5073	3842	7194	6105	3638
<b>RIQUEZA (nº de táxons)</b>	19	13	20	16	10	10
<b>ÍNDICE DE SHANNON (nats ind<sup>-1</sup>)</b>	2,40	1,86	2,11	2,05	1,57	1,83

A maior riqueza foi, mais uma vez, observada no grupo das diatomáceas que também apresentaram a maior riqueza de táxons por ponto de coleta, representando entre 57,9% (ponto 1) e 90,5% (pontos 6 e 7) da riqueza total de cada ponto (Figura 6.6). Além disso, as diatomáceas apresentaram a maior densidade de organismos, representando entre 70,2% (ponto 1) e 97,9% (ponto 6) da densidade total nos diferentes pontos de coleta (Figura 6.7).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os percentuais de contribuição de diatomáceas na campanha de abril de 2015 foram mais elevados do que os valores observados na campanha anterior, com exceção do ponto 1.

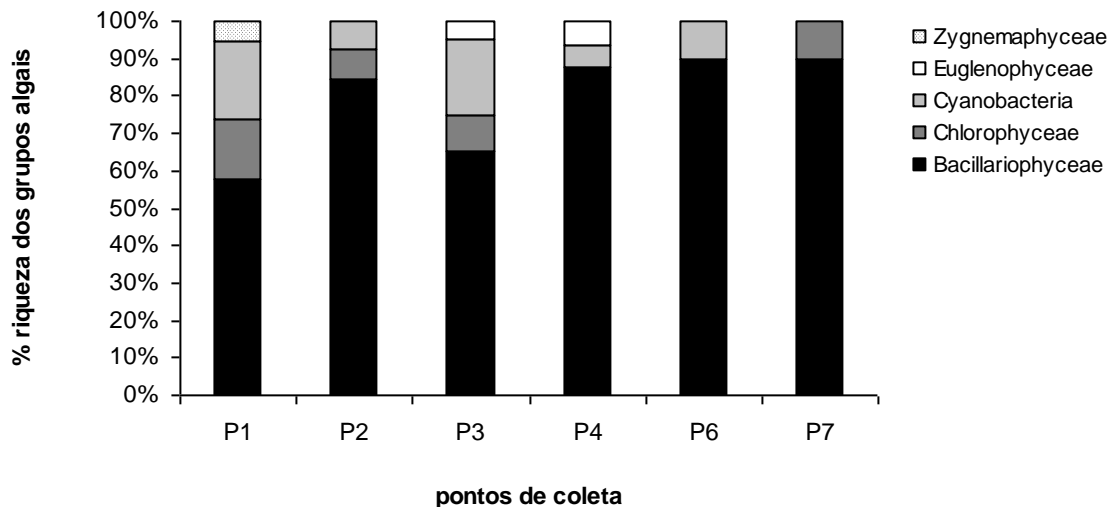


Figura 6.6: Porcentagem de distribuição da riqueza de táxons dos grupos algais em cinco pontos de coleta, Candiota em abril de 2015.

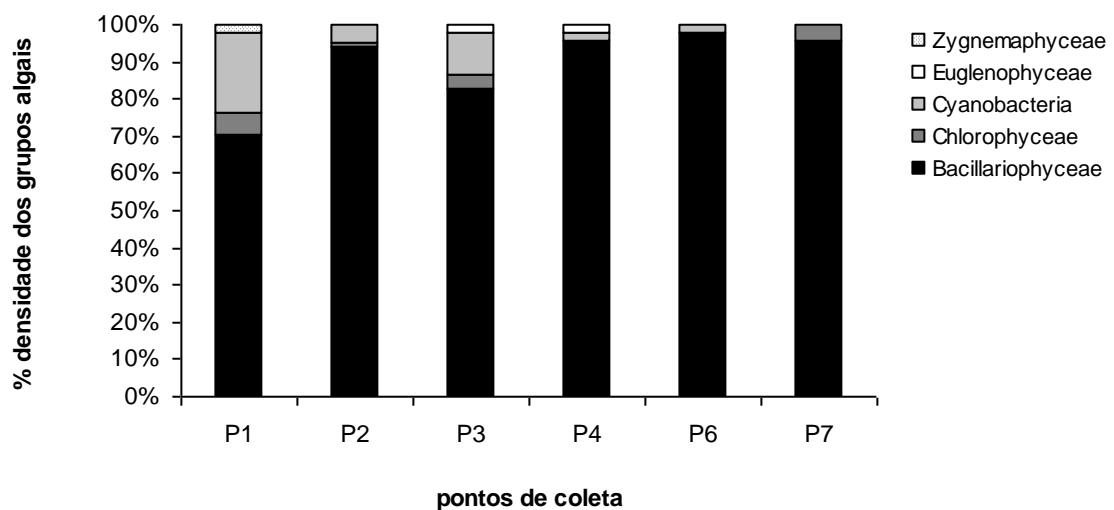


Figura 6.7: Porcentagem de distribuição da densidade de organismos dos grupos algais em cinco pontos de coleta em Candiota, abril de 2015.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As menores riquezas de táxons foram observadas nos pontos 6 e 7 (10 táxons). Os maiores valores de riqueza de espécies foram observados nos pontos 3 e 1 (20 e 19 táxons, respectivamente) (Figura 6.8, Tabela 6.3).

Em relação à densidade de espécies, o menor valor foi registrado no ponto 7 (3638 ind cm<sup>-2</sup>). Os maiores valores de densidade foram verificados nos pontos 4 e 6 (7194 e 6105 ind cm<sup>-2</sup>, respectivamente) (Figura 6.9). Com exceção do ponto 1, todos os pontos apresentaram maiores valores de densidade total quando comparados aos valores da campanha anterior (janeiro de 2015), quando forte precipitação foi registrada.

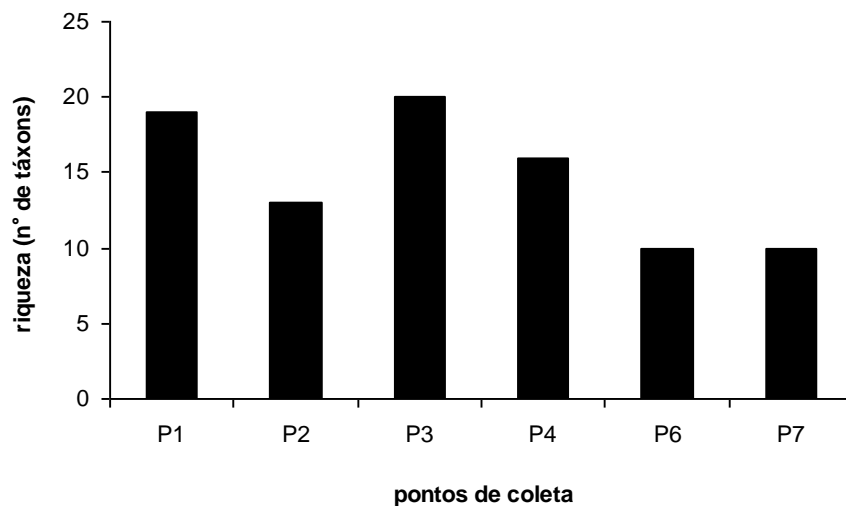


Figura 6.8: Riqueza de algas perifíticas em cinco pontos de coleta, Candiota em abril de 2015.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

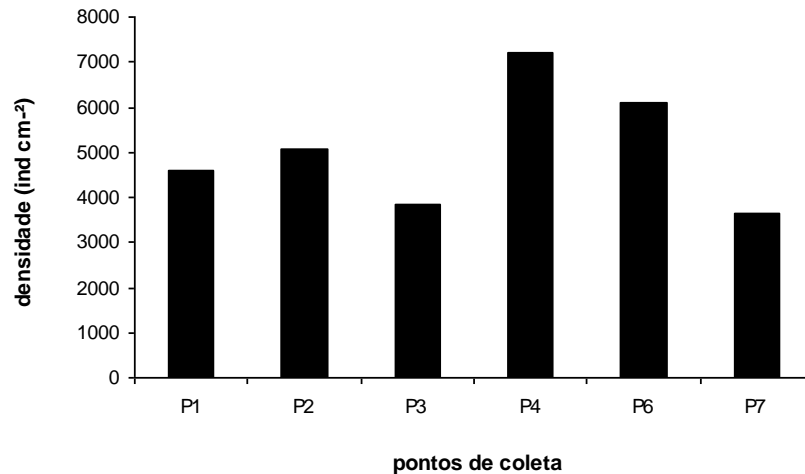


Figura 6.9: Densidade de algas perifíticas em cinco pontos de coleta em agosto de 2014, Candiota abril de 2015.

Considerando-se os valores observados do índice de diversidade de Shannon, o maior valor de diversidade foi observado no ponto 1 (2,40 nats ind<sup>-1</sup>), seguido do ponto 3 (2,11 nats ind<sup>-1</sup>) (Figura 6.10). Os pontos 6 e 7 apresentaram os menores valores de diversidade de espécies (1,57 e 1,83 nats ind<sup>-1</sup>, respectivamente) observados na presente campanha. Os valores de diversidade de espécies da campanha atual foram maiores em relação à campanha anterior, com exceção do ponto 7.

Seguindo o padrão observado em campanhas anteriores, *Achnanthydium minutissimum* foi o táxon de maior contribuição para a densidade total em todos os pontos estudados, com exceção do ponto 6, onde *Eunotia exigua* destacou-se. Não foram observadas espécies dominantes na atual campanha. Contudo, corroborando os valores de diversidade registrados, muitas espécies foram consideradas abundantes, como segue: *Achnanthydium exiguum* foi abundante nos pontos 2 e 4; *Amphora* sp.1, no ponto 4; *Encyonema minutum*, *Pinnularia subcapitata* e *Cymbella tumida*, no ponto 3; *Luticola* cf. *goeppertiana*,



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

*Navicula cryptocephala*, *Planothidium frequentissimum* e *Capartogramma* sp., no ponto 7; *Navicula* sp., *Ulnaria ulna*, *Monoraphidium tortile* e *Eunotia exigua*, nos pontos 1 e 6; *Nitzschia acicularis* e *Gomphonema angustatum*, no ponto 2; *Pinnularia microstauron* e *Gomphonema parvulum*, nos pontos 1, 2, 3 e 7; *Gomphonema* sp. 1 e *Gomphonema* sp. 2, no ponto 1; *Pseudanabaena* sp., Cyanobacteria filamentosa e *Navicula cryptotenella*, nos pontos 3 e 7; *Nitzschia palea*, nos pontos 2, 4 e 7; *Sellaphora pupula*, nos pontos 4 e 7; *Surirella angusta*, no ponto 6; *Phormidium* sp., nos pontos 1, 2 e 3.

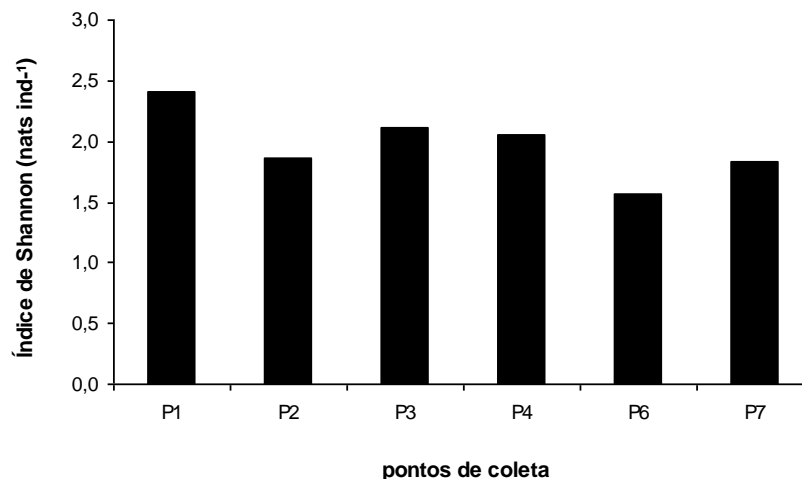


Figura 6.10: Índice de diversidade de Shannon da comunidade de algas perifíticas em cinco pontos de coleta, Candiota em abril de 2015.

### Considerações Finais

Para o Perifíton os menores valores foram registrados nos pontos 2, 6 e 7 e para o fitoplâncton os pontos 2, 4 e 5. Os maiores valores de riqueza foram observados nos ponto 3 e 1 para o Perifíton e para o Fitoplâncton e os pontos 1, 2 e 5 para o zooplâncton.

Os compartimentos ambientais monitorados **fitoplâncton e perifíton** têm como responsável técnica a Dra. Luciane Oliveira Crossetti.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **7. Bioindicadores Ambientais: ZOOPLÂNCTON**

Esse relatório apresenta os resultados da coleta realizada em abril de 2015 no monitoramento da biota aquática da área de influência direta da Usina Termelétrica de Candiota. Nesta coleta observou-se baixa lâmina d'água nos diferentes pontos amostrais.

#### **7.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados**

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

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

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

#### **7.2 Coleta e Preservação das Amostras**

A coleta foi realizada entre os dias 09 e 10 de abril de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 14,8 a 28,0 °C.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

Onde:  $v_f$  = volume filtrado,  $r$  = raio da boca da rede,

$d$  = distância percorrida

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

### 7.3 Métodos Analíticos

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

As análises quantitativas foram realizadas através de contagens numéricas ao microscópio estereoscópico. Para as contagens de indivíduos pertencentes aos grupos de Cladocera e Copepoda (copepoditos e adultos), utilizou-se uma câmara de contagem de Bogorov. Para as contagens de Rotifera e náuplios de Copepoda utilizou-se uma câmara de Sedgewick-Rafter em microscópio ótico.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os valores obtidos para densidade absoluta de organismos são expressos em número de indivíduos por metro cúbico (Nº. ind/m<sup>3</sup>). A definição da constância de ocorrência das espécies nas amostras foi baseada nas porcentagens sugeridas por DAJOZ (1973): 0 a 25% - ocasionais; >25 a 50% - espécies acessórias e >50% - espécies constantes.

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

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

Onde: S = número de espécies;  
n<sub>i</sub> = número de indivíduos em cada espécie;  
N = número total de indivíduos.

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

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

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

### **7.4 Resultados e Indicadores de Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas**

Nesta amostragem, foram identificados apenas 36 taxa, com 29 deles representando o Filo Rotifera, 4 a Ordem Cladocera e 3 representando a SubClasse Copepoda. A Tabela 7.1 e a Figura 7.1 mostram os resultados relativos à composição e estrutura da comunidade zooplanctônica.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 7.1 Densidade absoluta ( $N^{\circ}$  ind/ $m^3$ ) e relativa (%) das espécies zooplanctônicas, Candiota coletadas em abril/2015.

Tabela 1. Densidade absoluta e relativa (%) das espécies zooplanctônicas coletadas em abril de 2015.														
Taxa	ESTAÇÕES AMOSTRAIS													
	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7	
	$N^{\circ}$ ind/ $m^3$	%	$N^{\circ}$ ind/ $m^3$	%	$N^{\circ}$ ind/ $m^3$	%	$N^{\circ}$ ind/ $m^3$	%	$N^{\circ}$ ind/ $m^3$	%	$N^{\circ}$ ind/ $m^3$	%	$N^{\circ}$ ind/ $m^3$	%
<b>CLADOCERA</b>														
<i>Bosminopsis deitersi</i>			16	0,2	278	2,0			33	1,3				
<i>Ceriodaphnia cornuta cornuta</i>			33	0,4	111	0,8	72	0,7						
<i>Ilyocrius spinifer</i>									33	1,3				
<i>Macrothrix triseriatis</i>	3	1,0			167	1,2			100	4,1				
<b>COPEPODA</b>														
Náuplio	60	20,8	4266	45,8	12000	85,4	2783	28,8	1500	61,0	41	38,7	316	48,8
Copepodito Cyclopoida	10	3,5	549	5,9	222	1,6	472	4,9	166	6,7			67	10,4
<i>Microcyclops</i> sp.									33	1,3				
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	3	1,0									29	27,4		
Copepodito Calanoida			16	0,2			128	1,3						
<i>Notodiaptomus incompositus</i>							28	0,3	33	1,3				
<b>ROTIFERA</b>														
<b>Bdelloidea</b>														
<i>Brachionus mirus</i>	6	2,1					1016	10,5	66	2,7				
<i>Brachionus patulus patulus</i>			216	2,3		55	0,4							
<i>Cephalodella gibba</i>											12	11,3	33	5,1
<i>Colurella</i> sp.	13	4,5												
<i>Euchlanis dilatata</i>	10	3,5												
<i>Filinia opoliensis</i>			749	8,0			3395	35,2	33	1,3				
<i>Filinia longiseta</i>			1083	11,6	111	0,8	57	0,6						
<i>Keratella americana</i>							14	0,1	33	1,3				
<i>Keratella cochlearis</i>	3	1,0	800	8,6	55	0,4	86	0,9	66	2,7	12	11,3	16	2,5
<i>Keratella lenzi</i>	3	1,0	263	2,8	278	2,0	115	1,2	100	4,1			16	2,5
<i>Keratella tropica</i>			83	0,9			215	2,2	33	1,3				
<i>Kellicottia bostoniensis</i>	3	1,0	1032	11,1	389	2,8	991	10,3	33	1,3				
<i>Lecane bulla bulla</i>	13	4,5	16	0,2			14	0,1	33	1,3	6	5,7	16	2,5
<i>Lecane elongata</i>	3	1,0	16	0,2										
<i>Lecane (M) decipiens</i>					55	0,4								
<i>Lecane (M.) lunaris</i>	20	6,9					14	0,1						
<i>Lecane luna</i>									33	1,3			100	15,5
<i>Lecane stenroosi</i>			16	0,2										
<i>Lepadella patella</i>	73	25,3			55	0,4	14	0,1						
<i>Macrochaethus</i> sp.					111	0,8								
<i>Mytilina</i> sp.	20	6,9			55	0,4					6	5,7	83	12,8
<i>Polyarthra</i> cf. <i>vulgaris</i>	13	4,5	16	0,2	55	0,4	114	1,2						
<i>Polyarthra</i> cf. <i>dolichoptera</i>	13	4,5		0,0					33	1,3				
<i>Platys quadricornis</i>	10	3,5	16	0,2										
<i>Testudinella patina</i>					55	0,4								
<i>Trichocerca capuccina</i>			16	0,2					66	2,7				
<i>Trichocerca similis</i>			99	1,1			128	1,3	33	1,3				
<i>Trichotria tectralis</i>	3	1,0	16	0,2										
Densidade numérica	288		9317		14052		9656		2460		106		647	
Riqueza específica	18		17		14		16		17		5		6	
Índice de Div. de Shannon	2,45		1,95		2,36		1,55		2,73		1,42		1,50	
Equitatividade	0,85		0,68		0,89		0,56		0,96		0,88		0,84	



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

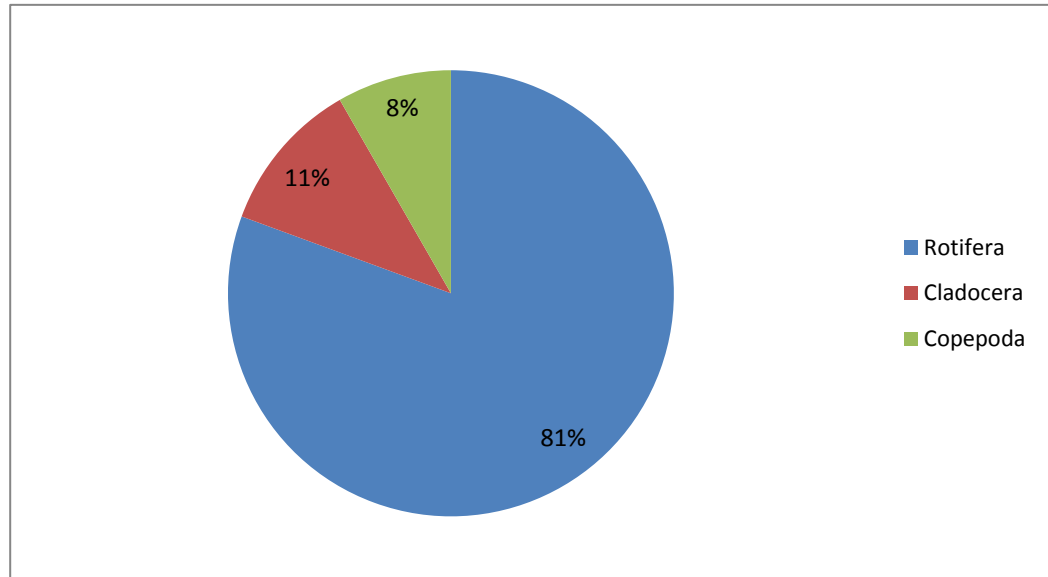


Figura 7.1: Percentual de riqueza das espécies dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais Candiota em abril de 2015.

Nesta coleta de abril, as espécies de Cladocera que foram registradas em todos os pontos, com exceção dos pontos 6 e 7, representam àquelas relacionadas a ambientes lênticos, algumas com hábitos bentônicos, influência importante da represa. A sua ocorrência nos pontos 3 e 4 podem estar relacionados com a proximidade destes com o ponto 2 (lêntico).

Copepoda foi representado pelas formas jovens: náuplios com 100 % de frequência de ocorrência e sempre com os maiores valores de densidade relativa, além de *Microcyclops* sp (ponto 5), *Paracyclops fimbriatus* (Cyclopoida) (ponto 1 e 6) e *Notodiaptomus incompositus* (Calanoida) (ponto 4 e ponto 5).





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Rotifera foi novamente representado principalmente pelas espécies dos gêneros *Lecane* e *Keratella*. Também foi observada a ocorrência de *Filinia opoliensis* nos pontos 2 e 5 e abundante no ponto 4 (35,2%), relacionado novamente, provavelmente, com a floração algal registrada neste local, da alga do gênero *Ceratium*.

Nesta coleta, os maiores valores de densidade absoluta foram observados nos pontos 3, 4 e 2 (14052 ind.m<sup>3</sup>, 9656 ind.m<sup>3</sup> e 9317 ind.m<sup>3</sup> respectivamente), sendo representados principalmente pelos náuplios de copepoda e pelos rotíferos, como mostra a Figura 7.2.

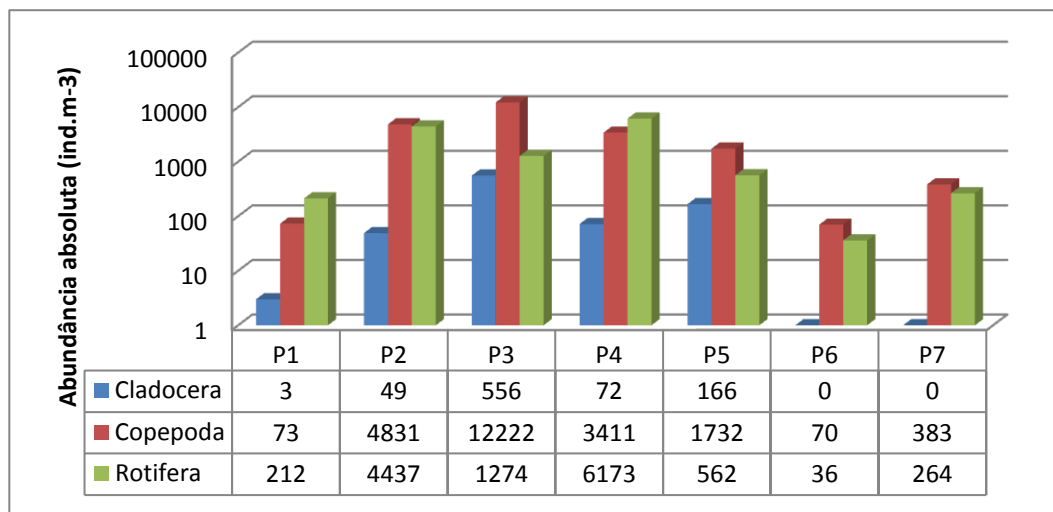


Figura 7.2: Abundância absoluta dos indivíduos dos diferentes grupos que compõem o zooplâncton, nos locais amostrais de Candiota em abril de 2015.

O Índice de diversidade de Shannon apresentou os pontos 5 e 1 com os maiores valores, 2,73 e 2,45, como mostra a Figura 7.3. O valor mais baixo foi observado no ponto 6. No ponto 4 foi registrado o menor valor de equitatividade (Figura 7.4). Novamente a representatividade de *Filinia*



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

*opoliensis*, pode explicar o baixo valor de diversidade e equitatividade neste local, neste período, como foi observado na coleta anterior. A representatividade de *Filinia opoliensis*, pode explicar os baixos valores de diversidade e equitatividade no sistema, neste período.

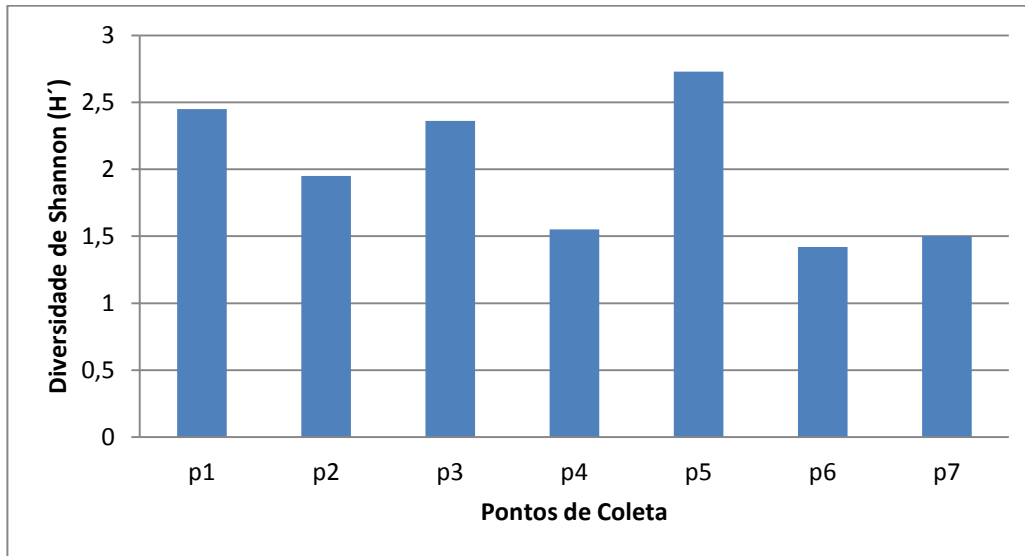


Figura 7.3: Índices de diversidade de Shannon, calculados para a comunidade zooplanctônica nos locais amostrais, Candiota em abril de 2015.

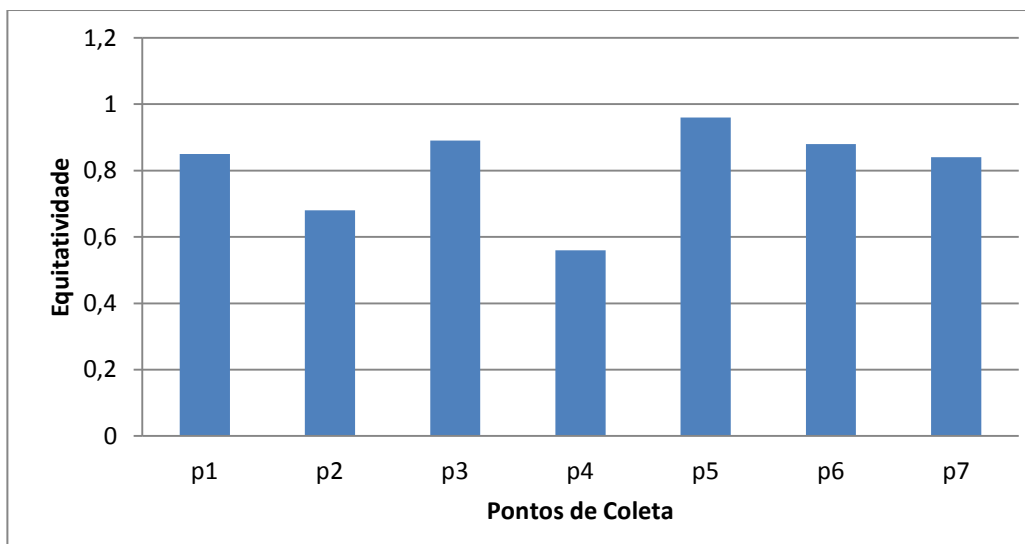


Figura 7.4: Equitatividade observada para a comunidade zooplanctônica nos locais amostrais, Candiota em abril de 2015.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Novamente a riqueza de espécies foi muito baixa no período (Figura 7.5), com resultados bastante variados entre os pontos. Nos pontos 6 e 7 ocorreram os mais baixos valores (5 e 6 espécies, respectivamente), já no ponto 1, ocorreu o maior valor (18 espécies).

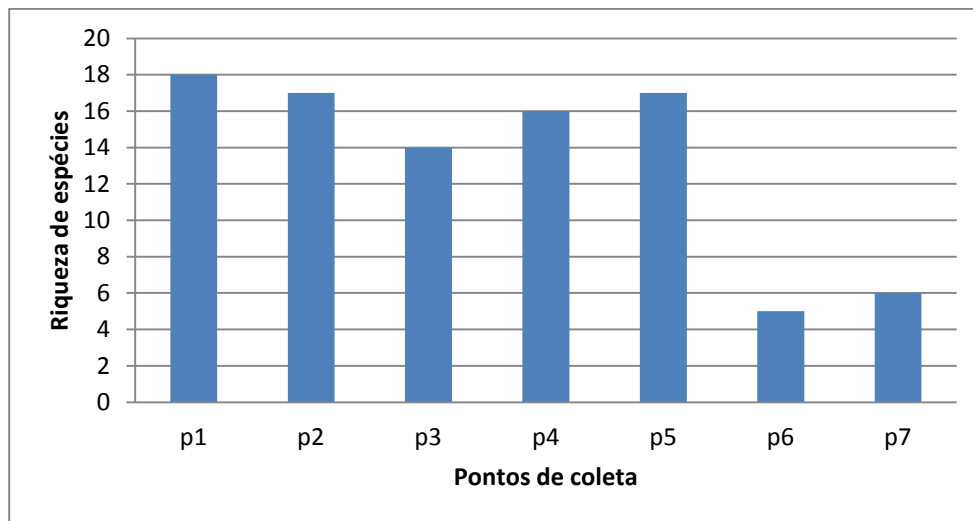


Figura 7.5: Riqueza específica da comunidade zooplanctônica nos locais amostrais, Candiota em abril de 2015.

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

### Considerações Finais

Para o zooplâncton, o local de maior diversidade foi o ponto 5, principalmente pela maior equitatividade entre as espécies registradas. Os menores valores do índice de diversidade de Shannon foram observados nos pontos 4, 6 e 7.

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **8. Bioindicadores Ambientais: MACROFAUNA BENTÔNICA**

#### **8.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados**

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

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

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

#### **8.2 Coleta e Preservação das Amostras**

A coleta foi realizada entre os dias 09 e 10 de abril de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 14,8 a 28,0 °C.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

### **8.3 Métodos Analíticos**

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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



## 8.4 Resultados e Indicadores de Qualidade diversidade e Espécies Ameaçadas

### Abundâncias

As maiores abundâncias de organismos foram nas estações P1, P2 e P3. Abaixo seguem os gráficos com os respectivos valores de abundância por táxon, por estação amostral, Figuras 8.1 a 8.7.

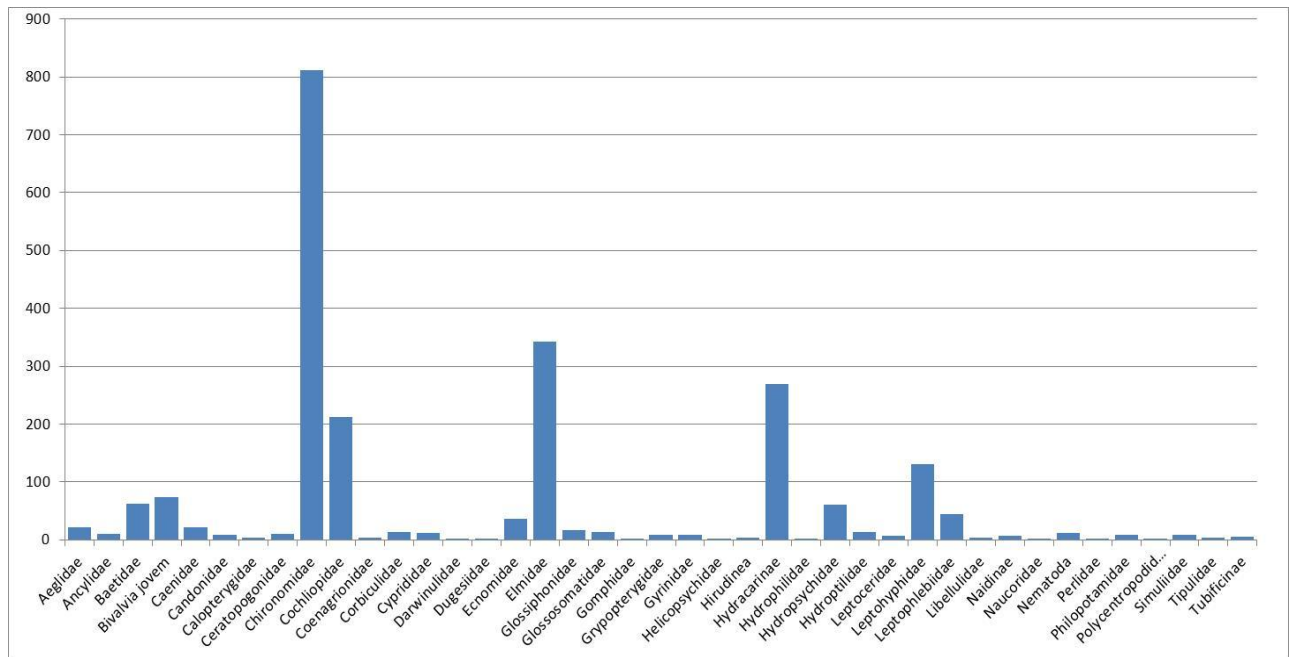


Figura 8.1: Abundância dos táxons coligidos nas amostras da estação P1, abril/15 Candiota, RS.

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

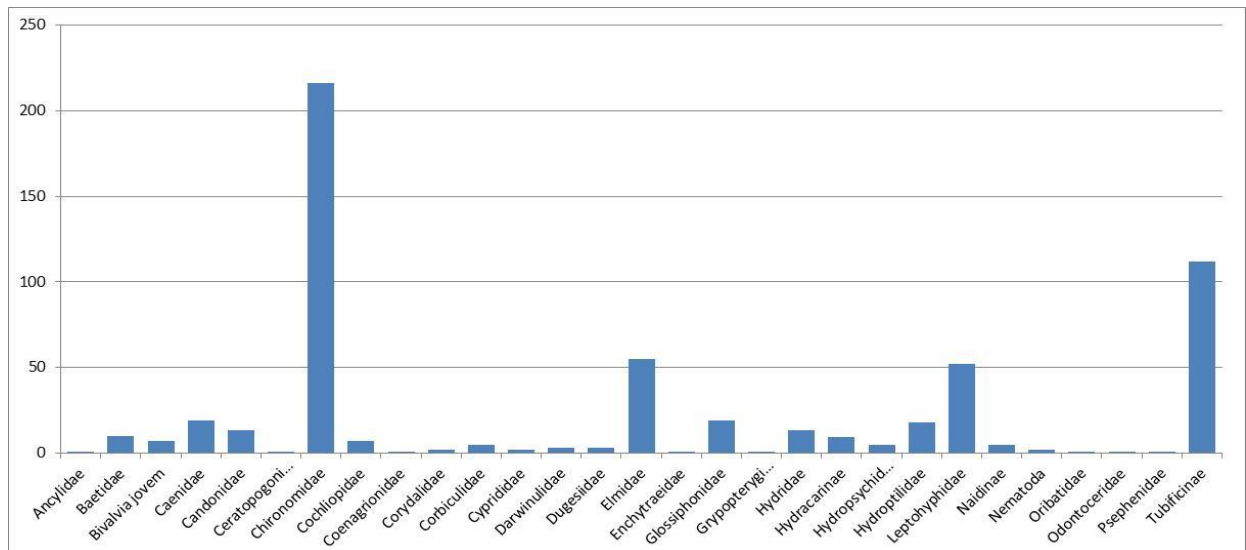


Figura 8.2: Abundância dos táxons coligidos nas amostras da estação P2, abril/15 Candiota, RS.

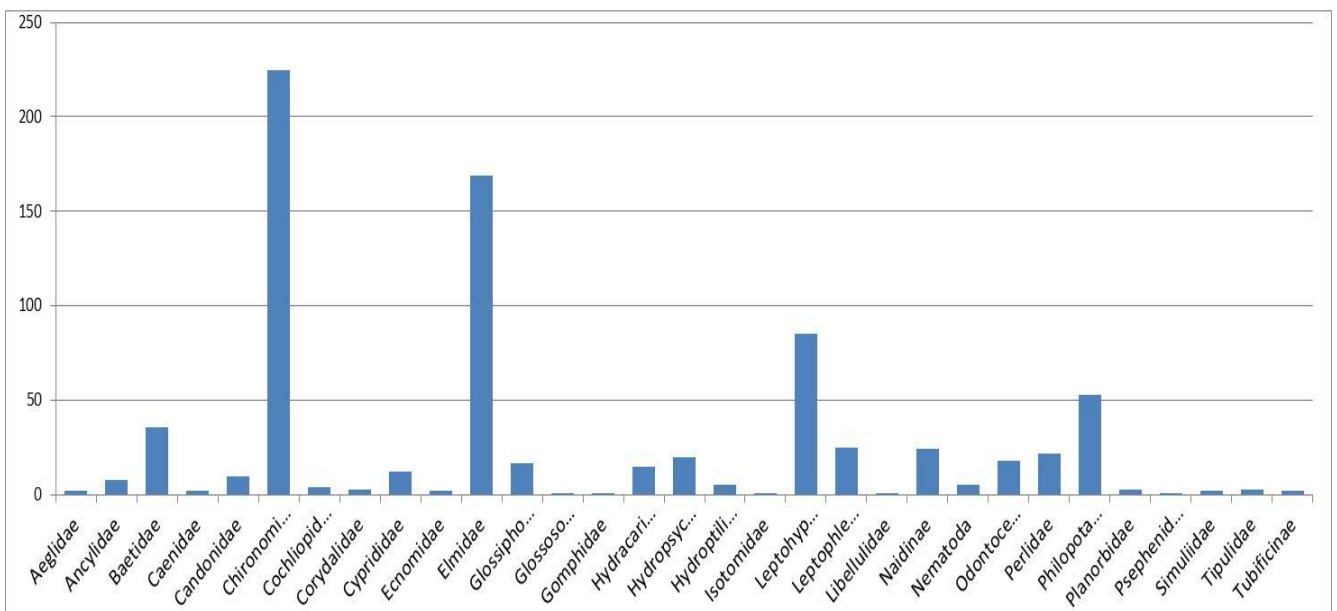


Figura 8.3: Abundância dos táxons coligidos nas amostras da estação P3, abril/15 Candiota, RS.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nas estações P1, P2 e P3 as maiores abundância foram para a Chironomidae (Diptera) e Elmidae (Coleoptera). Na estação P4 além de Chironomidae Hydroptilidae (Trichoptera) foi o táxon mais abundante.

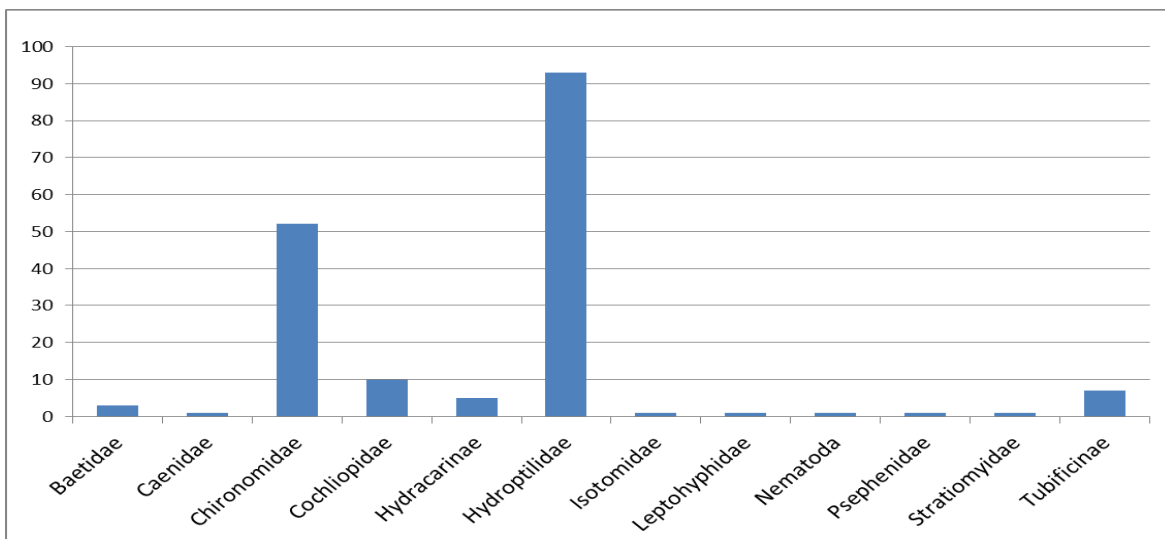


Figura 8.4: Abundância dos táxons coligidos nas amostras da estação P4, abril/15 Candiota, RS.

Nas estações P5, P6 e P7 os valores de abundância foram mais baixos, Tubificidae e Chironomidae também foram os táxons com o maior número de organismos encontrado nas amostras.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

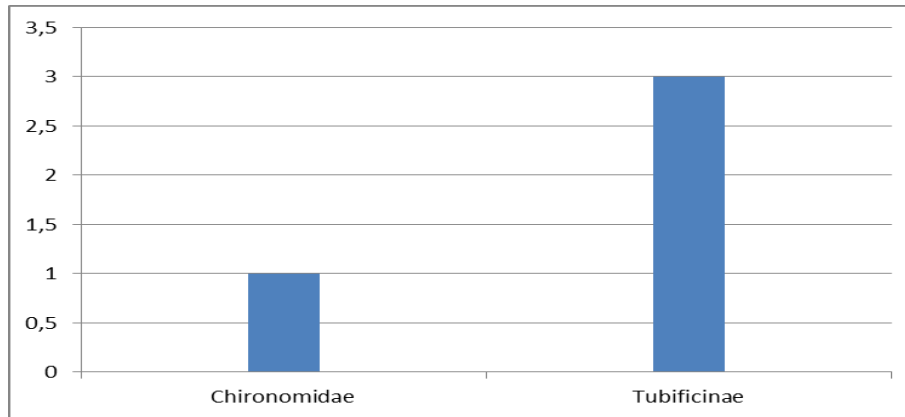


Figura 8.5: Abundância dos táxons coligidos nas amostras da estação P5, abril/15 Candiota, RS.

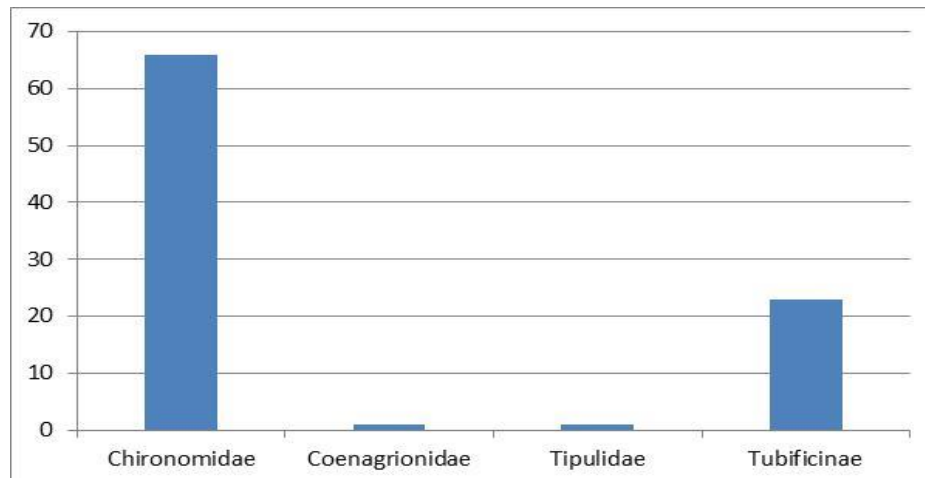


Figura 8.6: Abundância dos táxons coligidos nas amostras da estação P6, abril/15 Candiota, RS.

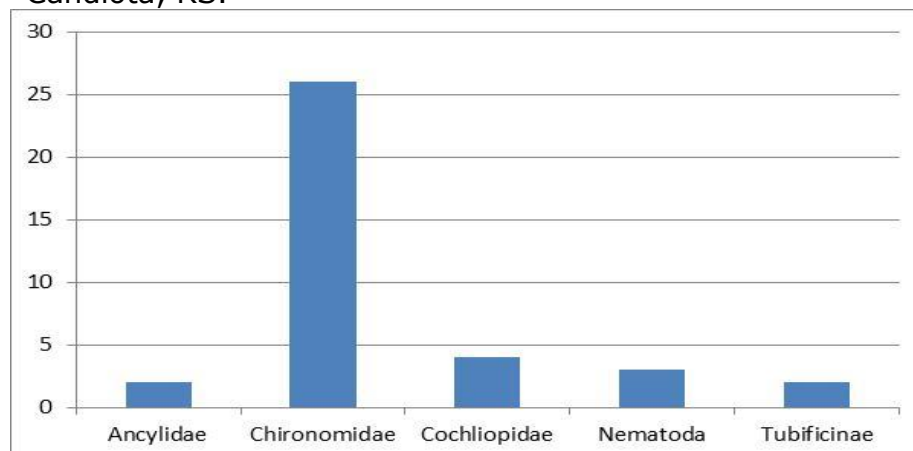


Figura 8.7: Abundância dos táxons coligidos nas amostras da estação P7, abril/15 Candiota, RS.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **Análise EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)**

Dentre os insetos aquáticos, os membros das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) assumem um lugar de destaque, principalmente em ambientes lóticos, e têm sido objeto de estudo de vários bentólogos. Os estágios imaturos são aquáticos e vivem nesse ambiente a maior parte de seus ciclos de vida (Hynes, 1976 e Brittain, 1982).

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): 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.

Na Tabela 8.1 constam os valores encontrados para a composição EPT em relação aos demais invertebrados, para cada uma das campanhas de coleta.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.1- Qualidade da água de acordo com o índice EPT

	75 - 100%	Muito boa
Ponto 4	50 - 74%	Boa
Ponto 3	25 - 49%	Regular
Ponto 1, 2, 6, 5 e 7	0 - 24%	Ruin

O Índice EPT (REYES e PERALBO, 2001) foi determinado a partir da relação entre a abundância total das famílias de EPT sobre a abundância total dos invertebrados aquáticos de cada ponto e posteriormente comparado com categorias determinadas (Tabela 8.2).

O valor encontrado para o índice EPT no Ponto 1 foi de 21% o que classifica como de qualidade ruim. Porém, há de se fazer uma ressalva, as abundâncias de Chironomidae (811), Elmidae (212) e Cochliopidae (343) contribuíram para que o número de indivíduos, não EPT, fosse alto. Provavelmente em razão do tamanho de malha utilizado, 125mm, retendo os estágios iniciais de Chironomidae, os táxons Cochliopidae e de Elmidae. Da mesma forma com os valores encontrados para o Ponto 2. Como os representantes de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera apresentam, via de regra, tamanhos maiores do que os Chironomidae, neste caso, utilizar uma malha menor, favorece a entrada de organismos menores, aumenta a possibilidade de ampliar o número de táxons residentes no sistema, mas pode contribuir para aumentar muito os valores do denominador, diminuindo o valor do índice EPT.

Em muitos dos estudos em que este índice é aplicado o método de recolha desses organismos é muitas vezes a olho desarmado, uma vez que a malha é de 500 mm.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### Riqueza

Os principais métodos de avaliação biológica envolvem o acompanhamento da riqueza de táxons de um determinado habitat. A riqueza descreve o número de unidades taxonômicas distintas em uma determinada amostra.

A premissa na qual esta medida se baseia é de que o número de táxons diminui à medida que diminui a qualidade da água.

Nas estações P1, P2 e P3 a riqueza de táxons foi bem superior a encontrada para as demais, com respectivamente 39, 28 e 31 táxons registrados, Figura 8.8.

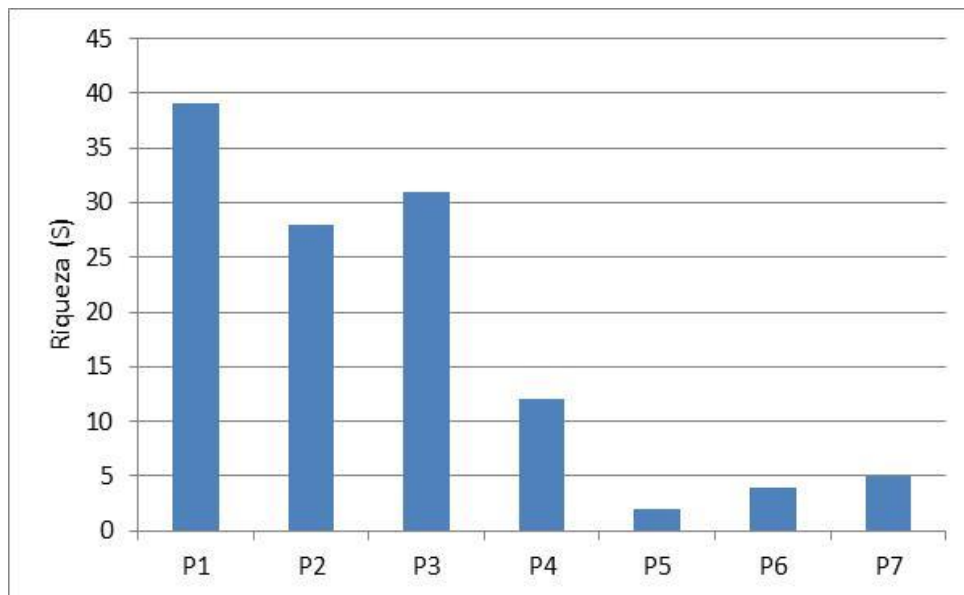


Figura 8.8. Riqueza de táxons nos pontos monitorados na coleta de abril de 2015, Candiota. RS.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### Abundância relativa e diversidade

A abundância relativa é fundamental no estudo da estrutura das comunidades, pois possibilita que se conheça com que percentual cada um dos táxons contribui para o total da macrofauna, fornecendo o grau de importância dos distintos táxons para os locais amostrados.

Os táxons de maior abundância relativa (%) no sistema monitorado foram Chironomidae, Elmidae, Leptohiphidae e Cochliopidae da macrofauna e Hydracarinae da meiofauna, Figura 8.9.

Nas estações P1 e P3 os valores de abundância relativa foram um pouco mais equitativos que nas demais, a exceção foi no ponto 5, devido a presença de apenas dois táxons, Figura 8.10.

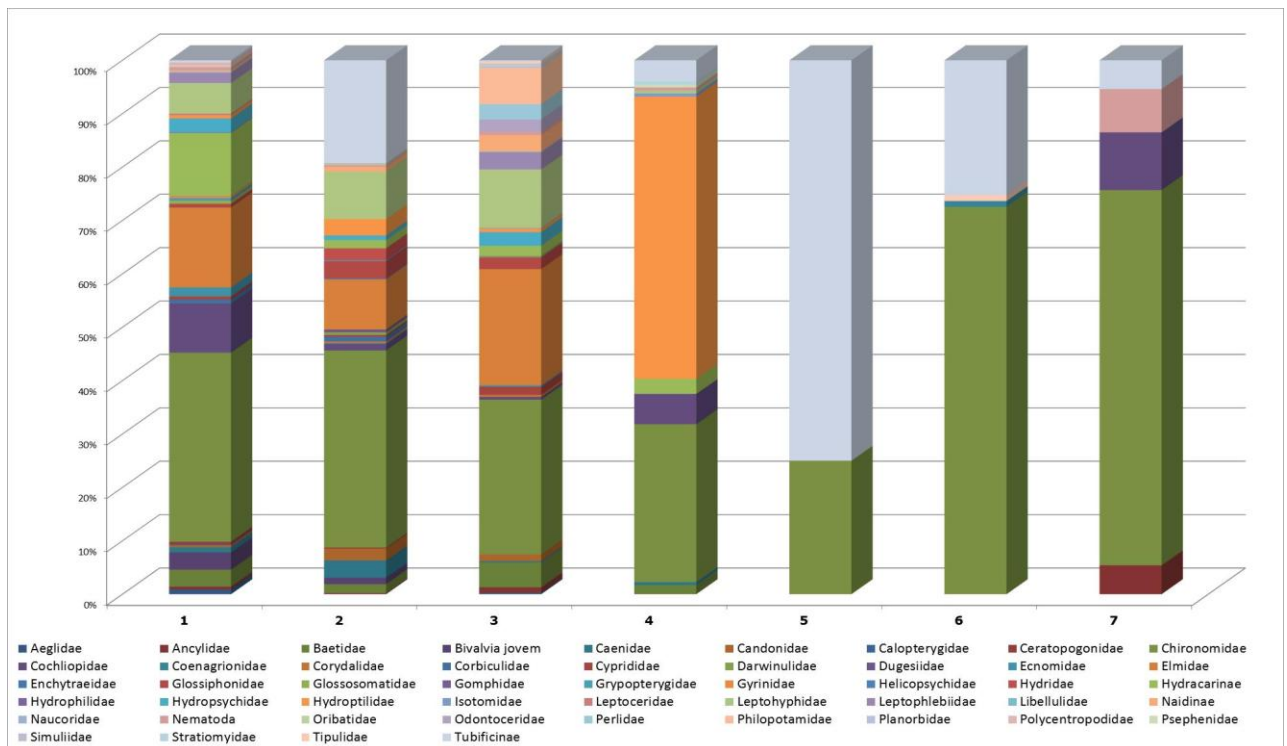


Figura 8.9. A abundância relativa dos táxons da macro e meiofauna bentônica, abril de 2015, Candiota, RS.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

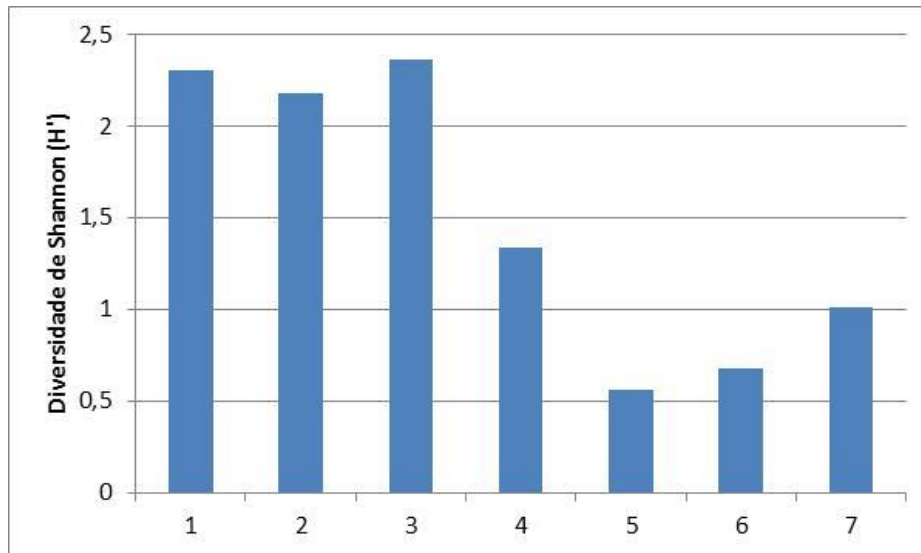


Figura 8.10. Índice de diversidade de Shannon, abril de 2015, Candiota, RS.

Os índices de diversidade baseiam-se na relação do número de espécies (riqueza) e no número de indivíduos (densidade). Os maiores valores de Diversidade de Shannon foram para as estações P1, P2 e P3. A estação P1, com apenas dois táxons, Chironomidae e Tubificinae (Naididae), apresentou o menor valor para este índice.

### **Índice IBMWP**

Para o cálculo do índice IBMWP, por estação amostral, foram consideradas as famílias registradas na área de remanso e na área de corredeira, Tabelas 8.2 e 8.3.

Na Tabela 8.4 constam os valores do índice obtido pelo o somatório de todas as pontuações das famílias, presentes em cada amostra, para cada estação coleta e as respectivas classes de qualidade.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.2: Pontuações designadas às diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos para a obtenção do índice BMWP'. De acordo com ALBATERCEDOR & SÁNCHEZ-ÓRTEGA (1988), LOYOLA (1998, 1999 e 2000) e (TONIOLLO et alii, 2001).

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, Hyaellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Leptohyphidae	6
Oligoneuridae, Polymitarcyidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae, Aeglidae	5
Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae, Hydracarina	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnocolidae), Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Veliidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae,	3





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae, Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda	
Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae	1

Tabela 8.3: Classificação das estações amostrais, segundo resultado do índice I.B.M.W.P., campanha amostral de abril 2015, Candiota, RS.

Qualidade	Valor	Significado
BOA	>120	<ul style="list-style-type: none"> <li>Águas muito limpas</li> </ul>
ACEITÁVEL	101 – 120	<ul style="list-style-type: none"> <li>Águas não contaminada ou não alterada de modo sensível</li> </ul>
DUVIDOSA	61 – 100	<ul style="list-style-type: none"> <li>São evidentes efeitos de contaminação</li> </ul>
RUIM	36 – 60	<ul style="list-style-type: none"> <li>Águas contaminadas (Sistemas alterados)</li> </ul>
MUITO CONTAMINADA	16 – 35	<ul style="list-style-type: none"> <li>Águas muito contaminadas (Sistema muito alterado)</li> </ul>
FORTEMENTE CONTAMINADA	< 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>Águas fortemente contaminadas (Sistema fortemente alterado)</li> </ul>

\* Adaptado de ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ORTEGA (1988).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 8.4- Resultado da aplicação do índice IBMWP, abril/15, Candiota, RS.

I	II	I	III	VI	V	V
200	119	156	43	3	18	13
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>

Através do IBMWP, verificou-se que as estações 1 e 3 foram classificadas como de águas muito limpas, a estação 2 como águas não contaminada ou não alterada de modo sensível, estação 4 como contaminada, um sistema alterado, as estações 6 e 7 como de águas contaminadas, e a estação 5 como fortemente contaminadas (Tabela 8.4).

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **9. Bioindicadores Ambientais: ICTIOFAUNA**

#### **9.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados**

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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

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

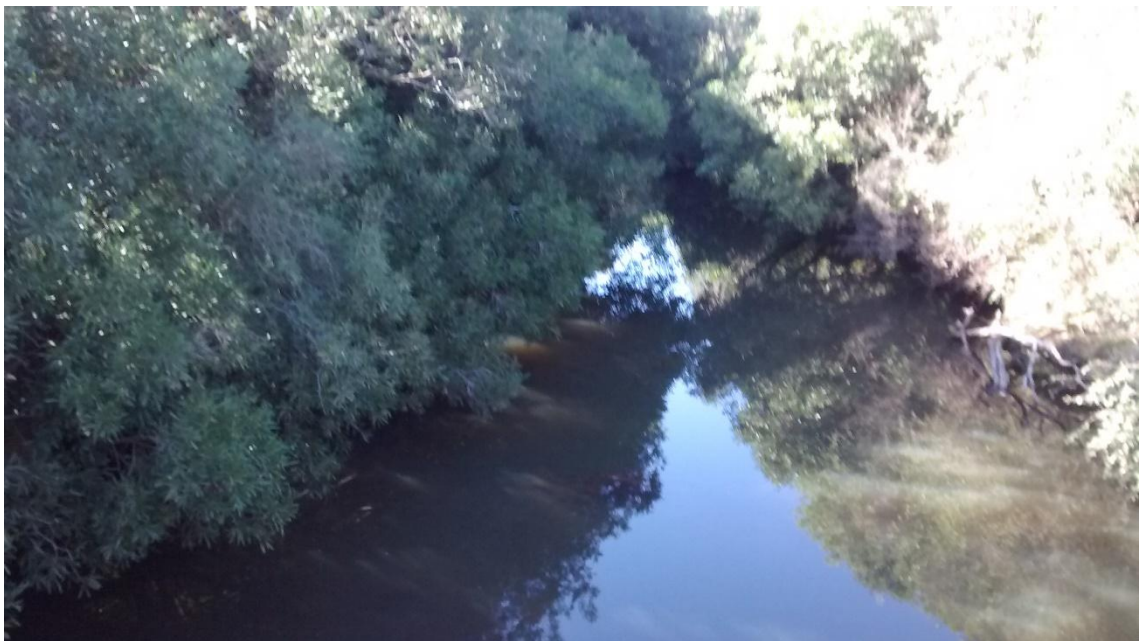


Figura 9.3. Imagem do PT3 da rede de monitoramento no arroio Candiota.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

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



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

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



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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



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

### **9.2 Coleta e Preservação das Amostras**

A campanha de amostragem de peixes foi realizada entre os dias 4 a 6 de maio de 2015 representando o período de outono. A temperatura máxima no período foi de 19,0°C e a mínima de 5,1°C com céu ensolarado sem chuvas.

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

### **9.3 Métodos Analíticos**

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 9.1 - Intervalos do Índice de Qualidade (IQ)

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

### **9.4 Resultados e Indicadores de Qualidade: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas**

#### **9.4.1 Riqueza e diversidade de espécies**

Foram capturados 162 exemplares de peixes pertencentes a 19 espécies (Tabela 9.3). Os pontos 5 e 7 apresentaram os maiores valores de abundância, e os pontos 2 e 7. Os pontos 2, 5 e 7 apresentaram os maiores valores do Índice de Diversidade Shannon-Wiener. O ponto 6 como esperado, de acordo com seu histórico não foi capturado nenhum exemplar de peixe.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

N	Espécie	Nome comum	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	<i>Ancistrus brevipinnis</i>	cascardo		1	1				
2	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari		8	1	6	5		
3	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari					2		
4	<i>Astyanax dissensus</i>	lambari	3	2	4	6			
5	<i>Crenicichla punctata</i>	joana					1		2
6	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	1	5			6		3
7	<i>Cichlasoma portoalegrense</i>	cará			5				1
8	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	cascardo	1	6	6	5	4		8
9	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	2	2					
10	<i>Hypostomus commersoni</i>	cascardo	1			1	4		2
11	<i>Loricariichthys anus</i>	viola					7		8
12	<i>Odonthestes bicudo</i>	peixe-rei							1
13	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	1		1				
14	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	2						1
15	<i>Pimelodus pintado</i>	pintado					5		6
16	<i>Steindachnerina biornata</i>	biru		1			2		
17	<i>Rhamdia quelen</i>	jundia		2	1	2			2
18	<i>Rineloricaria strigilata</i>	violinha		2	8	1			
19	<i>Pimelodella australis</i>		1	1	1	1			
<b>Riqueza</b>			<b>8</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Abundância</b>			<b>12</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>34</b>
<b>Índice de diversidade <math>H'</math></b>			<b>1,979</b>	<b>2,04</b>	<b>1,87</b>	<b>1,685</b>	<b>2,07</b>	<b>0</b>	<b>2,012</b>
<b>Índice de Qualidade (IQ)</b>			<b>2,12</b>	<b>2,84</b>	<b>2,61</b>	<b>2,15</b>	<b>2,93</b>	<b>0,00</b>	<b>2,94</b>

Quanto ao Índice de Qualidade todos pontos foram enquadrados na categoria de *Alta Qualidade*, com exceção do ponto 6 que não foi capturado nenhum exemplar de peixe. (Figura 9.8).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

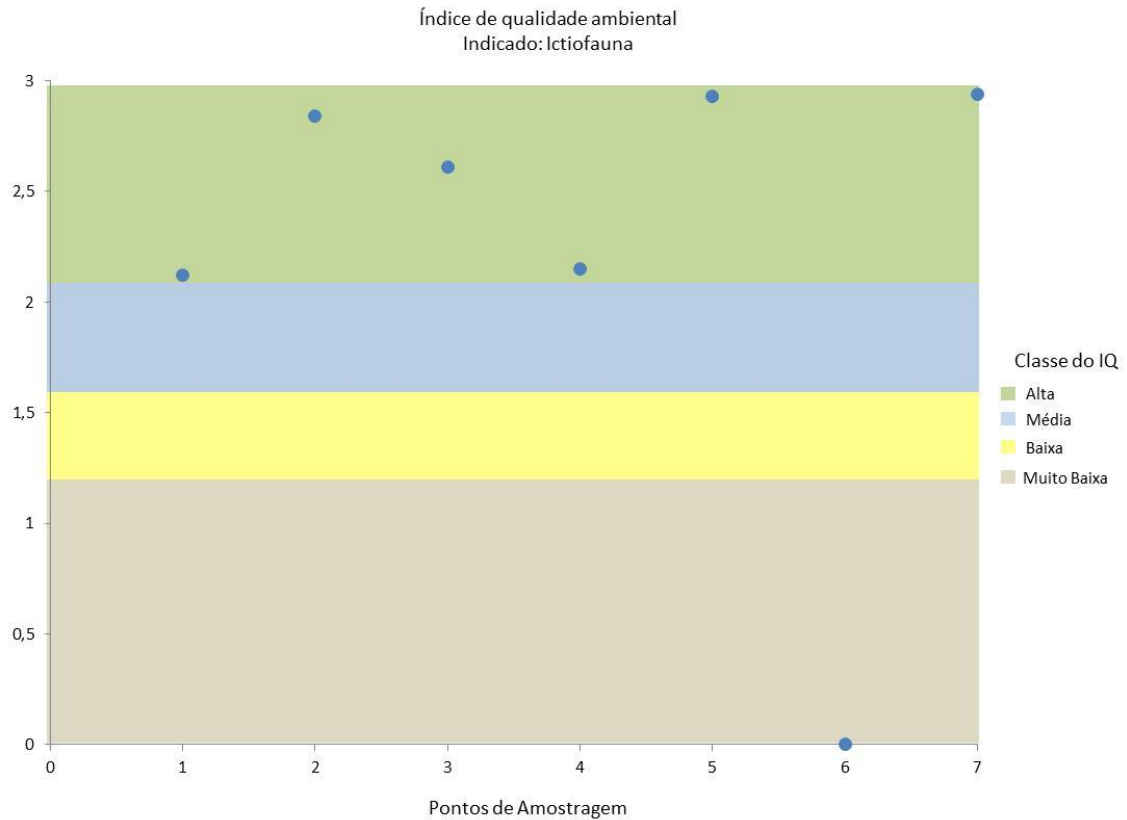


Figura 9.8. Enquadramento dos valores do IQ obtidos para os pontos da rede de monitoramento de peixes no arroio Candiota e tributários, maio de 2015.

### **Biodiversidade e presença de espécies ameaçadas**

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **9.4.2 Resultados de elementos contaminantes**

Em relação à análise da presença e concentração de elementos-traço em tecidos corporais dos peixes os resultados da campanhas de outono de 2015 é apresentado na Tabela 9.4.

Os resultados da campanha de maio de 2015 (outono) não apresentaram concentrações dos elementos analisados em valores acima dos limites de referência considerados nesse trabalho.

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

**Tabela 9.4** Concentrações de elementos traço nos tecidos corporais de peixes do arroio Candiota capturados na campanha de outono (maio) de 2015 na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.
				LOQ	2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5
P1	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-131866/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	3,4	0,01	ND	4,4
	<i>Astyanax dissensus</i>	lambari	onívoro	BQ-131865/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	2,4	<0,01	ND	9,2
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131867/15	<0,5	<0,1	ND	<0,5	<0,1	5,5	0,01	<0,1	6
P2	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-131869/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	ND	2,6
	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-131868/15	ND	ND	ND	<0,5	<0,1	1,2	0,01	ND	5,4
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131870/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	ND	3,6
P3	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-131872/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,9	<0,01	ND	4,5
	<i>Astyanax dissensus</i>	lambari	onívoro	BQ-131871/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,9	<0,01	ND	5,1
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131873/15	<0,5	ND	ND	<0,5	ND	1,9	<0,01	ND	3,5
P4	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-131874/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	1,8	<0,01	ND	5,5
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131875/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	ND	3,7
P5	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-131877/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,7	<0,01	ND	5,6
	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-131876/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	1	<0,01	ND	5,8
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131878/15	0,7	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	ND	3,0
P7	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-131880/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	ND	5,8
	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	onívoro	BQ-131881/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	1,2	<0,01	ND	3,3
	<i>Loricariichthys anus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131879/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,7	0,2	ND	2,8





Figura 9.9: Imagens dos peixes coletados, A) *Ancistrus brevipinnis*, B) *Astyanax fasciatus*, C) *Astyanax jacuiensis*, D) *Astyanax dissensus*, E) *Crenicichla punctata*, F) *Cyphocharax voga*, G) *Cichlasoma portoaegrense*, H) *Hemiancistrus punctulatus*, I) *Hoplias malabaricus*, J) *Hypostomus commersoni*, K) *Loricariichthys anus*, L) *Odonthestes bicudo*, M) *Oligosarcus jenynsii*, N) *Oligosarcus robustus*, O) *Pimelodus pintado*, P) *Steindachnerina biornata*, Q) *Rhamdia quelen*, R) *Rineloricaria strigilata*.

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 10. Programa de Monitoramento para o Ambiente Terrestre

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

### 11. Rede de Monitoramento Ambiental

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

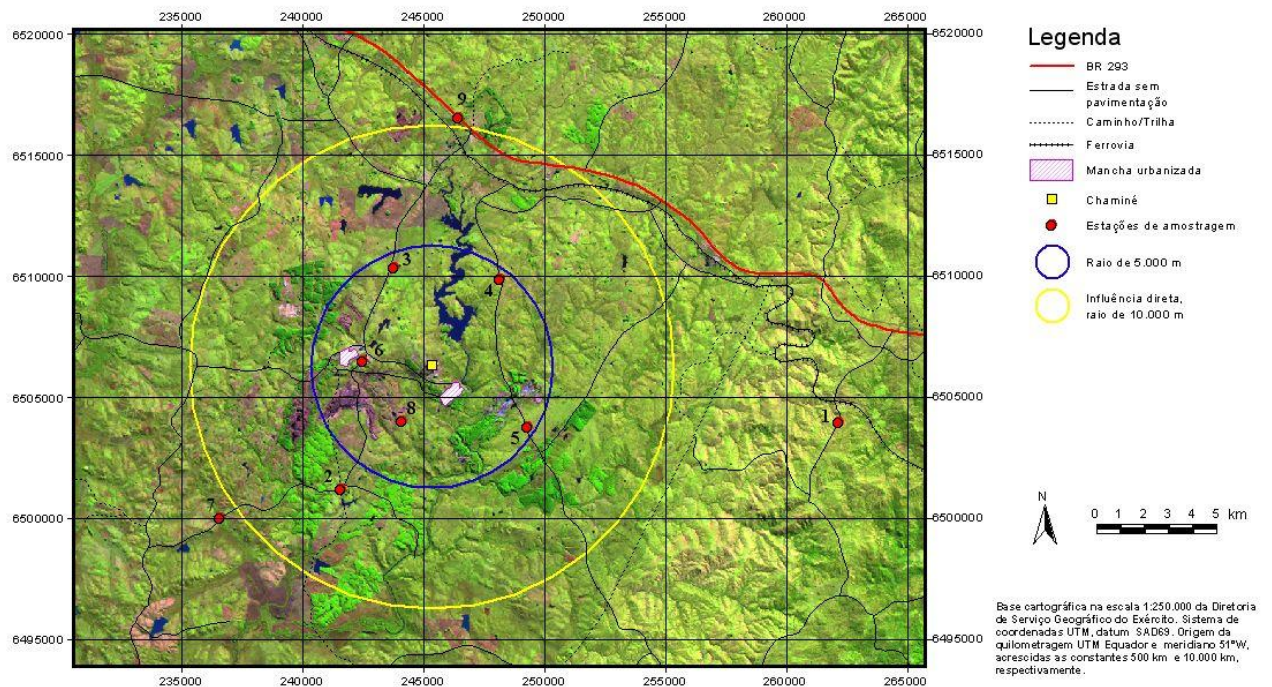


Figura 11.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

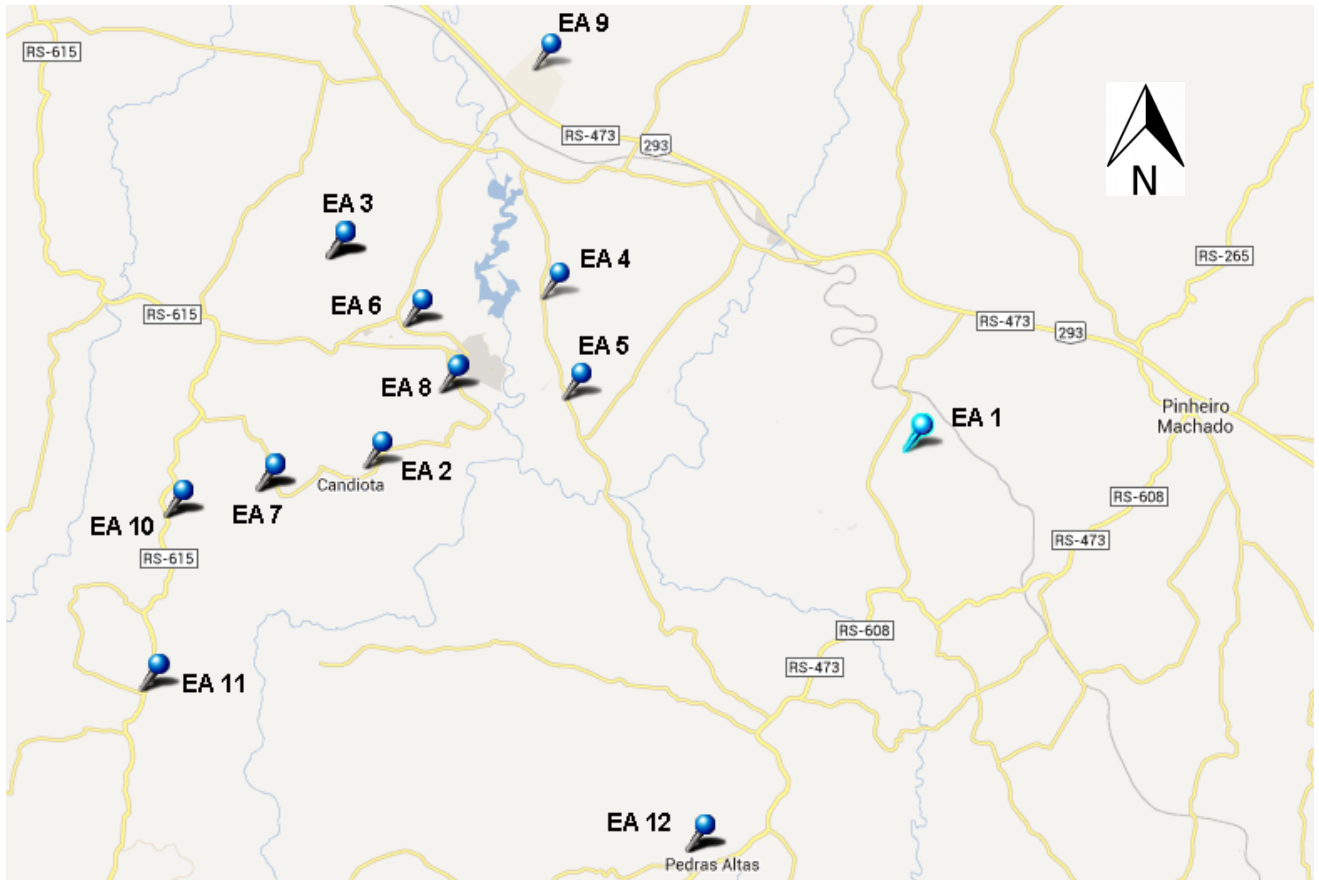


Figura 11.2: Mapa com a localização das estações de amostragem (EAs). Os ícones representam a localização do ponto de amostragem e onde foram tomadas as imagens com as coordenadas geográficas.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 12. Monitoramento da FLORA

#### 12.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **12.2 Trabalho de Campo e Técnicas de Amostragem**

A campanha foi realizada no período de 13 a 16 de abril de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por céu aberto e temperatura do ar variando no intervalo de 15,7 a 28,2 °C.

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

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

Para realizar os levantamentos florísticos nas EA2 e EA3, utilizou-se a técnica de parcelas quadradas de 0,25 m<sup>2</sup>, distribuídas alternadamente ao longo de uma transecção da comunidade campestre a ser amostrada. Nas EAs, foram inventariadas 38 parcelas, com exceção da EA1, cujo estudo foi feito pela técnica expedita de levantamento florístico (caminhamento), em virtude das condições climáticas desfavoráveis motivadas por chuva intensa e contínua durante período do trabalho.

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

das campanhas anteriores. Além disso, o propósito da campanha foi alcançado, uma vez que a riqueza de espécies pode ser registrada tanto com a técnica expedita quanto com a de parcelas quadradas.

### 12.3 Resultados parciais e comentários.

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

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

Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i>	3
Apiaceae	<i>Eryngium sanguisorba</i>	4
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i>	1
Asteraceae	<i>Aspilia setosa</i>	3
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i>	1
Asteraceae	<i>Chaptalia arechavaletae</i>	4
Asteraceae	<i>Chevreulia sarmentosa</i>	18
Asteraceae	<i>Gamochoeta americana</i>	1
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	1
Asteraceae	<i>Noticastrum diffusum</i>	1
Asteraceae	<i>Lucilia nitens</i>	2
Asteraceae	<i>Stenachaenium campestre</i>	1
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i>	<b>24</b>
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	2
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	18
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i>	2
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	13
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	16
Fabaceae	<i>Stylosanthes leiocarpa</i>	1
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i>	1
Lamiaceae	<i>Peltodon</i> sp.	3
Linaceae	<i>Cliococca selaginoides</i>	2
Malvaceae	<i>Krapovickasia urticifolia</i>	2
Malvaceae	<i>Pavonia</i> sp.	1





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Moraceae	<i>Dorstenia brasiliensis</i>	3
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	7
Oxalidaceae	<i>Oxalis leiocarpa</i>	<b>36</b>
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 2	<b>28</b>
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 3	4
Plantaginaceae	<i>Plantago tomentosa</i>	2
Poaceae	<i>Andropogon ternatus</i>	9
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	<b>37</b>
Poaceae	<i>Axonopus pottii</i>	16
Poaceae	<i>Coelorhachis selloana</i>	1
Poaceae	<i>Dichanthelium sabulorum</i>	3
Poaceae	<i>Eleusine tristachya</i>	2
Poaceae	<i>Eragrostis neesii</i>	4
Poaceae	<i>Panicum olyroides</i>	6
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	<b>35</b>
Poaceae	<i>Paspalum pumilum</i>	<b>19</b>
Poaceae	<i>Piptochaetium lasianthum</i>	2
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidense</i>	5
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	10
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	7
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i>	7
Poaceae	<i>Stipa</i> sp.	1
Rubiaceae	<i>Borreria eryngioides</i>	2
Rubiaceae	<i>Diodia saponariifolia</i>	9
Rubiaceae	<i>Relbunium richardianum</i>	2
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	<b>20</b>
Rubiaceae	<i>Richardia stellaris</i>	7
Solanaceae	<i>Nierembergia veitchii</i>	1
Verbenaceae	<i>Verbena montevidensis</i>	1

Não foi constatada qualquer intervenção recente de prática de roçada. Verificou-se que o campo se manteve baixo devido ao pastejo intensivo (bovinos e ovinos).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Asteraceae	cf. <i>Chevreulia</i>	1
Asteraceae	<i>Solidago chilensis</i>	1
Asteraceae	<i>Soliva anthelmifolia</i>	2
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	<b>31</b>
Cyperaceae	<i>Bulbostylis</i> sp.	2
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i>	11
Cyperaceae	cf. <i>Cyperus reflexus</i>	2
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	8
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	<b>36</b>
Fabaceae	<i>Stylosanthes leiocarpa</i>	1
Iridaceae	<i>Herbertia pulchella</i>	3
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	<b>22</b>
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	<b>29</b>
Oxalidaceae	<i>Oxalis leiocarpa</i>	10
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 5	2
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	<b>36</b>
Poaceae	<i>Axonopus pottii</i>	<b>30</b>
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	<b>34</b>
Poaceae	<i>Eleusine tristachya</i>	1
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>	<b>20</b>
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	14
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	<b>28</b>
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidense</i>	1
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	2
Rubiaceae	<i>Borreria verticilata</i>	1
Rubiaceae	<i>Borreria</i> sp.	1
Rubiaceae	<i>Diodia saponariifolia</i>	1
Verbenaceae	<i>Verbena montevidensis</i>	1

Na área amostrada, foram constatados sinais de uma roçada praticada recentemente. Apesar disso, em relação à campanha anterior, verificou-se um aumento do porte geral da vegetação da propriedade como um todo, na qual destaca-se fisionomicamente *Eragrostis plana* (ver Figura 12.1). Próximo à área estudada, constatou-se a presença de equinos.



Figura 12.1. Fotografia mostrando a importância fisionômica de *Eragrostis plana* na **EA2** Fazenda Três Lagoas, Candiota em maio de 2015.

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

Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Asteraceae	<i>Aspilia setosa</i>	1
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	2
Asteraceae	<i>Chaptalia arechavaletae</i>	5
Asteraceae	<i>Chevreulia sarmentosa</i>	2
Asteraceae	<i>Eupatorium buniifolium</i>	3
Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i>	1
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	2
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>	2
Asteraceae	<i>Solidago chilensis</i>	4
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i>	1
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	7
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	12
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	5



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	<b>22</b>
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i>	<b>19</b>
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i>	1
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	8
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	<b>34</b>
Oxalidaceae	<i>Oxalis leiocarpa</i>	7
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 5	9
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> cf. <i>australis</i>	1
Plantaginaceae	<i>Plantago tomentosa</i>	1
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	13
Poaceae	<i>Dichanthelium sabulorum</i>	3
Poaceae	<i>Eleusine tristachya</i>	1
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>	10
Poaceae	<i>Erianthus angustifolius</i>	5
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	6
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	<b>37</b>
Poaceae	<i>Piptochaetium lasianthum</i>	3
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidense</i>	<b>24</b>
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	5
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i>	1
Rubiaceae	<i>Borreria verticilata</i>	2
Rubiaceae	<i>Diodia saponariifolia</i>	1
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	6
Rubiaceae	<i>Richardia stellaris</i>	3

Alguns dias antes desta campanha houve uma queimada na área amostrada (ver Figura 12.2), afetando inclusive um talhão de eucaliptos adjacente. A vegetação da área apresenta uma evidente transição de estrato herbáceo para estrato arbustivo (sucessão vegetal). A matéria seca acumulada no estrato arbustivo facilitou o desencadeamento do fogo e potencializou a sua propagação. Há muito não se constata a presença de animais (bovinos ou equinos) na área.





Figura 12.2. Fotografia mostrando a ocorrência recente de fogo na **EA3** Fazenda Candiota, Candiota em maio de 2015.

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

Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i>	1
Apiaceae	<i>Eryngium sanguisorba</i>	14
Asteraceae	<i>Chaptalia arechavaletae</i>	2
Asteraceae	<i>Chaptalia piloselloides</i>	4
Asteraceae	<i>Chevreulia acuminata</i>	1
Asteraceae	<i>Eupatorium buniifolium</i>	1
Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i>	1
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	2
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i>	12
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	14
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i>	1
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	1



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Euphorbiaceae	<i>cf. Euphorbia papilosa</i>	1
Fabaceae	<i>Desmanthus depressus</i>	1
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	<b>37</b>
Fabaceae	<i>Stylosanthes leiocarpa</i>	4
Linaceae	<i>Cliococca selaginoides</i>	4
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	1
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	5
Oxalidaceae	<i>Oxalis leiocarpa</i>	<b>27</b>
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 2	3
Poaceae	<i>Andropogon ternatus</i>	5
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	18
Poaceae	<i>Dichanthelium sabulorum</i>	2
Poaceae	<i>Eragrostis neesii</i>	1
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>	<b>38</b>
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	<b>30</b>
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidense</i>	<b>32</b>
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i>	2
Poaceae	<i>Diodia saponariifolia</i>	3
Rubiaceae	<i>Galianthe verbenoides</i>	1
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	7
Rubiaceae	<i>Richardia stellaris</i>	<b>21</b>

Constatou-se a infestação cada vez mais severa de *Eragrostis plana*, tanto na área amostrada quanto em locais próximos (ver Figura 12.3).

Não se verificaram evidências de roçada recente (nos últimos 90 dias) na área. Na propriedade, é praticada a pecuária extensiva (portanto, com carga animal baixa).



Figura 12.3. Fotografias ilustrando a infestação severa por *Eragrostis plana* na **EA4** Chácara Santa Clara. Candiota em maio de 2015.

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

Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Apiaceae	<i>Cyclospermum leotpphyllum</i>	4
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i>	11
Araliaceae	<i>Hydrococyle pusilla</i>	1
Asteraceae	<i>Baccharis coridifolia</i>	9
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i>	3
Asteraceae	<i>Chaptalia arechavaletae</i>	2
Asteraceae	<i>Chaptalia piloselloides</i>	1
Asteraceae	<i>Chaptalia runcinata</i>	1
Asteraceae	<i>Chevreulia acuminata</i>	3
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i>	1
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i>	1
Caryophyllaceae	<i>Spergularia</i> sp.	1
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i>	<b>19</b>





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	8
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	<b>24</b>
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i>	4
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	3
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	<b>34</b>
Fabaceae	<i>Trifolium polymorfum</i>	17
Lamiaceae	<i>Scutellaria racemosa</i>	4
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i>	1
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	5
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	3
Oxalidaceae	<i>Oxalis leiocarpa</i>	17
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp. 2</i>	6
Plantaginaceae	<i>Plantago tomentosa</i>	3
Poaceae	<i>Andrapogon ternatus</i>	5
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	<b>33</b>
Poaceae	<i>Axonopus pottii</i>	<b>38</b>
Poaceae	<i>Eleusine tristachya</i>	6
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>	6
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i>	6
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	11
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidense</i>	5
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	8
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	<b>21</b>
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i>	3
Poaceae	<i>Diodia saponariifolia</i>	1
Poaceae	<i>Relbunium richardianum</i>	1
Poaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	3
Poaceae	<i>Richardia stellaris</i>	5
NI		1

NI: Não identificada

Essa propriedade localiza-se não muito distante de uma área de mineração de calcário. Não foram constatadas evidência de roçada recente (nos últimos 90 dias) na propriedade, na qual é praticada a pecuária intensiva (bovinos, no momento), o que mantém o campo predominantemente baixo (ver Figura 12.4). Gradativamente, *Eragrostis plana* começa a expandir-se na propriedade (presente em 6 das 38 parcelas amostradas).





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Figura 12.4. Imagem mostrando a fisionomia predominantemente baixa do campo, um produto da pecuária intensiva praticada na **EA5** Fazenda Santa Rita, Candiota em maio de 2015.

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

Família	Espécie	Nº parcelas com a espécie
Apiaceae	<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	1
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i>	1
Asteraceae	<i>Gamochoeta americana</i>	1
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	17
Cyperaceae	<i>Bulbostylis</i> sp.	1
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i>	3
Cyperaceae	cf. <i>Picreus polystachyos</i>	6
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	<b>19</b>
Iridaceae	<i>Sisyrinchium palmitifolium</i>	8
Lythraceae	<i>Cuphea glutinosa</i>	2
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i>	1
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	1
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i>	18



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Poaceae	<i>Axonopus pottii</i>	6
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	<b>38</b>
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>	3
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	11
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	<b>30</b>
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidense</i>	1
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	7
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	8
Primulaceae	<i>Centunculus minimus</i>	1
Rubiaceae	<i>Borreria eryngioides</i>	1
Rubiaceae	<i>Diodia saponariifolia</i>	2
Verbenaceae	<i>Verbena montevidensis</i>	1

Na área amostrada, constatou-se a ocorrência de *Eragrostis plana* em fase inicial de infestação. A frequência dessa espécie ainda é relativamente baixa devido à dominância de *Cynodon dactylon*, que esteve presente em todas as parcelas de amostragem, exibindo grau máximo de cobertura do solo. Na propriedade, pecuária é extremamente extensiva (carga animal praticamente desprezível).

### 12.4 Biodiversidade e Espécies Ameaçadas

Na Tabela 12.7 as EAs são comparadas, considerando: riqueza de espécies, espécies com frequência absoluta mais alta (acima de 50% das parcelas amostradas; destacadas em vermelho nos respectivos quadros) e espécies mais abundantes.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 12.7. Comparação das seis EAs na coleta de maio de 2015, Candiota.

EA	Riqueza	Espécies com frequência alta	Espécies mais abundantes*
EA1	53	<i>A. affinis</i> , <i>D. sericea</i> , <i>O. leiocarpa</i> , <i>O. sp. 2</i> , <i>P. notatum</i> , <i>P. pumilum</i> , <i>R. brasiliensis</i>	<i>A.affinis</i> , <i>A. pottii</i> , <i>P. notatum</i>
EA2	28	<i>A. affinis</i> , <i>A. pottii</i> , <i>B. capillaris</i> , <i>C. dactylon</i> , <i>D. incanum</i> , <i>E. plana</i> , <i>O. debilis</i> , <i>P. notatum</i> , <i>S. rhombifolia</i>	<i>A.affinis</i> , <i>A. pottii</i> , <i>P. notatum</i>
EA3	37	<i>D. incanum</i> , <i>H. decumbens</i> , <i>O. debilis</i> , <i>P. notatum</i> , <i>P. montevidense</i>	
EA4	33	<i>D. incanum</i> , <i>E. plana</i> , <i>O. leiocarpa</i> , <i>P. notatum</i> , <i>P. montevidense</i> , <i>R. stellaris</i>	<i>E. plana</i>
EA5	42	<i>A. affinis</i> , <i>A. pottii</i> , <i>B. capillaris</i> , <i>D. incanum</i> , <i>D. sericea</i> , <i>S. indicus</i>	<i>A. pottii</i>
EA10	25	<i>C. dactylon</i> , <i>D. incanum</i> , <i>P. notatum</i>	<i>C. dactylon</i>

\* Cobertura acima de 25% em pelo menos uma das quatro parcelas cujo grau de cobertura foi estimado.

Das seis EAs, quatro (a saber EA2, EA3, EA4 e EA6) exibiram riquezas de espécies inferiores às constatadas na campanha anterior (janeiro de 2015). As diminuições mais expressivas foram observadas na EA3 (de 50 para 28 espécies) e EA6 (de 40 para 25 espécies), o que pode ser atribuído em grande parte à queimada ocorrida na primeira e à dominância acentuada de *Cynodon dactylon* na segunda. A EA1, por apresentar o valor mais alto de riqueza de espécies (53 espécies), manteve a posição verificada em campanhas anteriores.

Algumas espécies de Poaceae, família das mais importantes em comunidades campestres do Rio grande do Sul, destacaram-se tanto na frequência quanto na abundância exibidas (Tabela 12.7). *Eragrostis plana*, *Axonopus potti* e *Cynodon dactylon*, por exemplo, apresentaram graus de cobertura



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

relativamente elevados nas quatro parcelas amostradas nas EA4, EA5 e EA6, respectivamente.

Nas EAs 1, 3, 4 e 5, Serra do Veleda, Fazenda Candiota, Chácara Santa Clara e Fazenda Santa Rita, respectivamente, registrou-se a presença da asteraceae *Chaptalia arechavaletae* - Hieron. (Figura 12.5), classificada como Em Perigo – EN, na Lista Oficial da Flora Ameaçada de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul (Decreto Estadual nº 52.109 de 19 de dezembro de 2014, que declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul) e, classificada como Ameaçada na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008, do Ministério do Meio Ambiente).



Figura 12.5. Registro de ocorrência de *Chaptalia arechavaletae* na **EA4** Chácara Santa Clara. A espécie consta como ameaçada nas listas federal e estadual de espécies da flora ameaçada de extinção, maio/15.

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



### **13. Monitoramento da AVIFAUNA**

#### **13.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados**

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

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

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

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **13.2 Trabalho de Campo**

A campanha foi realizada no período de 23 a 27 de abril de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por apresentar aberto, sem chuvas, com temperatura do ar variando no intervalo de 11,0 a 27,3 °C.

### **13.3 Técnicas de amostragem**

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A aplicação das duas metodologias selecionadas e o esforço descrito acima foi suficiente para cobrir toda a área da propriedade onde estavam inseridos os pontos. Os nomes científicos e a sequência taxonômica das espécies de aves seguiram o proposto pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2011). Os nomes populares das espécies de aves estão de acordo com Bencke (2001).

### **13.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas**

Um total de 90 espécies de aves (Tabela 13.1) foi registrado através do uso conjunto das duas metodologias na expedição de verão em Candiota. Dentre as aves levantadas, 66 espécies foram obtidas pelo método de pontos e 82 espécies foram registradas nas contagens por transectos – índices de abundância apresentados na Tabela 13.1.

Uma nova espécie foi acrescentada à listagem já existente: gavião-bombachinha-grande (*Accipiter bicolor*), chegando-se a um total acumulado de 192 espécies para a área de influência da UTE Presidente Médici (Anexo 13.1), o que representa 29,05 % do total de espécies de aves registradas para o Rio Grande do Sul (Bencke *et al.*, 2010).

Belton (1994) cita para a região de Candiota 197 espécies, valor oriundo dos trabalhos realizados por esse pesquisador na década de 70, anterior à construção da UTE de Candiota. Salienta-se, entretanto, que Belton (1994) utilizou amostragem qualitativa, sem restrições de áreas e ambientes,



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

resultando numa riqueza maior. Diferentemente, o presente estudo utilizou amostragens quantitativas e com restrições de áreas.

Assim como ocorrido nas últimas amostragens, a EA 2 apresentou a maior riqueza na presente campanha, com 67 espécies. A menor riqueza foi registrada na EA 3, com 26 espécies (Figura 13.1). Mesmo com a semelhança parcial dos resultados ao longo do tempo, a diferença na riqueza entre as áreas amostrais é flutuante entre as campanhas já realizadas, variando com a época do ano, presença de espécies migratórias, período reprodutivo das aves e distintos usos do solo.

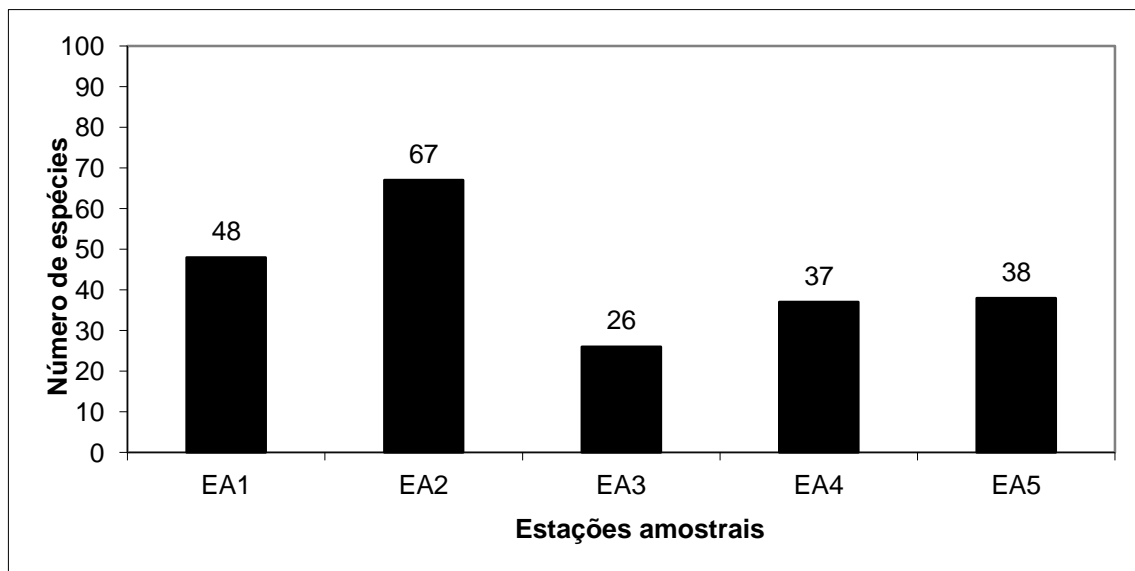


Figura 13.1. Número de espécies de aves nas cinco estações amostrais (EA) do monitoramento de avifauna da Usina Termoelétrica Pres. Médici, Candiota, RS, durante a campanha de outono, abril de 2015.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Dez espécies estiveram presentes nas cinco estações amostrais (tabela 1) – quero-quero (*Vanellus chilensis*), pombão (*Patagioenas picazuro*), caturrita (*Myiopsitta monachus*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), pitiguari (*Cyclarhis gujanensis*), corruíra (*Troglodytes musculus*), tico-tico (*Zonotrichia capensis*), mariquita (*Setophaga pitiayumi*) e pula-pula-assobiador (*Myiothlypis leucoblephara*). Por outro lado, 29 espécies foram registradas em somente uma estação amostral durante a última expedição.

A EA 2, com 16 espécies, e EA 1, com nove espécies, foram as que apresentaram os maiores totais de espécies exclusivas (Tabela 13.1). O registro das referidas espécies está relacionado às fitofisionomias e à variedade de ambientes nas diferentes estações amostrais.

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

<b>Espécie</b>	<b>IPA 1</b>	<b>IPA 2</b>	<b>IPA 3</b>	<b>IPA 4</b>	<b>IPA 5</b>	<b>IAT 1</b>	<b>IAT 2</b>	<b>IAT 3</b>	<b>IAT 4</b>	<b>IAT 5</b>
<i>Accipiter bicolor</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Agelaioides badius</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
<i>Anas flavirostris</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Anumbius annumbi</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,33	0,33	0,33	0,00	1,67	0,50
<i>Aramides ypecaha</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Aratinga leucophthalma</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ardea alba</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Ardea cocoi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Camptostoma obsoletum</i>	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
<i>Caracara plancus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Cariama cristata</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cathartes aura</i>	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Chauna torquata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Colaptes campestris</i>	0,50	0,25	0,50	0,00	0,00	1,00	0,67	1,00	0,33	0,00
<i>Colaptes melanochloros</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,50
<i>Columbina picui</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cranioleuca sp.</i>	0,75	0,00	0,00	0,25	0,00	1,00	0,00	0,00	0,33	0,50
<i>Crypturellus obsoletus</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1,00	0,25	1,00	0,50	0,67	1,00	0,33	2,00	1,00	0,00
<i>Donacospiza albifrons</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
<i>Elaenia obscura</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Embernagra platensis</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,50	0,00	0,00
<i>Furnarius rufus</i>	0,75	1,50	1,25	1,25	1,33	1,00	2,33	2,50	2,67	3,50
<i>Gallinula galeata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,50
<i>Guira guira</i>	0,25	0,00	0,00	0,25	0,33	0,33	0,67	0,00	0,00	0,50
<i>Heterospizias meridionalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,33	0,50
<i>Himantopus melanurus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,00	0,50
<i>Hydropsalis torquata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Hylocharis chrysura</i>	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,00	0,33	1,50	0,00	0,00
<i>Icterus pyrrhopterus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Jacana jacana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Leptotila verreauxi</i>	0,75	0,50	1,00	0,00	1,33	1,33	1,00	2,50	0,00	0,50
<i>Lochmias nematura</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Machetornis rixosa</i>	0,25	0,50	0,00	0,25	0,33	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Mackenziaena leachii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Melanerpes candidus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Mimus saturninus</i>	0,50	0,50	0,00	0,25	0,33	0,67	0,33	0,00	1,67	1,00
<i>Molothrus bonariensis</i>	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Myiopsitta monachus</i>	0,25	0,75	0,25	0,25	0,67	1,00	0,67	0,00	0,67	1,50
<i>Myiothlypis leucoblephara</i>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,33	0,33	1,00	0,33	0,50
<i>Nothura maculosa</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Paroaria coronata</i>	0,25	0,75	0,00	0,00	0,67	0,33	0,67	0,00	0,67	0,00
<i>Passer domesticus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Patagioenas maculosa</i>	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Patagioenas picazuro</i>	0,50	1,00	1,25	0,50	0,67	1,33	1,00	2,50	0,33	0,00
<i>Penelope obscura</i>	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Phacellodomus striaticollis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Phimosus infuscatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Phylloscartes ventralis</i>	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,67	0,33	0,50	0,00	0,00
<i>Pipraeidea bonariensis</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00
<i>Piranga flava</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,50	0,00	0,00
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0,75	0,50	1,00	0,75	0,33	2,00	1,33	0,50	2,67	0,50
<i>Podilymbus podiceps</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Polioptila dumicola</i>	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00
<i>Poospiza cabanisi</i>	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Poospiza nigrorufa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Pseudoleistes virescens</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00
<i>Pyrrhura frontalis</i>	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Rhea americana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Rupornis magnirostris</i>	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Saltator aurantirostris</i>	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Serpophaga nigricans</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Serpophaga subcristata</i>	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	0,67	1,00	0,00	0,67	0,50
<i>Setophaga pitaiayumi</i>	1,25	0,50	0,25	0,50	0,33	2,33	0,67	1,00	0,67	0,00
<i>Sicalis flaveola</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sporagra magellanica</i>	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,33	0,00
<i>Stephanophorus diadematus</i>	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	1,00	0,00	1,00	0,33	1,00
<i>Synallaxis spixi</i>	0,00	0,25	0,25	0,00	0,33	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

<i>Syrigma sibilatrix</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00
<i>Tangara preciosa</i>	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tangara sayaca</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Thamnophilus caeruleus</i>	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33	0,67	0,67	1,00	0,00	0,50
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,33	0,50	0,00	0,00
<i>Theristicus caudatus</i>	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00
<i>Tigrisoma lineatum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
<i>Troglodytes musculus</i>	1,00	0,50	0,75	0,25	0,67	1,33	1,00	2,00	1,00	1,50
<i>Turdus albicollis</i>	0,50	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Turdus amaurochalinus</i>	0,50	0,50	0,00	0,25	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Turdus rufiventris</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,67	0,33	0,00	1,00	0,00
<i>Vanellus chilensis</i>	0,25	0,50	0,25	0,25	0,67	0,33	0,67	0,50	1,00	1,00
<i>Veniliornis spilogaster</i>	0,00	0,00	0,25	0,00	0,33	0,33	0,67	1,00	0,00	0,50
<i>Xolmis irupero</i>	0,50	0,25	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,67	0,00
<i>Zenaida auriculata</i>	0,25	0,25	0,00	0,00	0,33	0,33	1,00	0,00	0,67	0,00
<i>Zonotrichia capensis</i>	0,00	0,25	0,50	0,50	0,33	1,67	0,33	1,00	4,00	3,50

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	<i>Accipiter bicolor</i>	gavião-bombachinha-grande	R
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	gavião-caramujeiro	R
	<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	R
	<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	R
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	gavião-de-cauda-branca	R
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	carão	R
Rallidae	<i>Aramides ypecaha</i>	saracuraçu	R
	<i>Aramides saracura</i>	saracura-do-mato	R
	<i>Gallinula galeata</i>	galinhola	R
	<i>Gallinula melanops</i>	frango-d'água-carijó	R
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	R
	<i>Charadrius collaris</i>	batuíra-de-coleira	R
Recurvirostridae	<i>Himantopus melanurus</i>	pernilongo	R
Scolopacidae	<i>Gallinago paraguaiæ</i>	narceja	R
Jacaniidae	<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-gemeadeira	R
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	R
	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	papa-lagarta-verdadeiro	M
	<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	R
	<i>Guira guira</i>	anu-branco	R
	<i>Tapera naevia</i>	saci	R
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	jacurutu	R
	<i>Athene cunicularia</i>	coruja-do-campo	R
Caprimulgidae	<i>Hydropsalis torquata</i>	bacurau-tesoura	R
Trochilidae	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-vermelho	R
	<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	R
Trogonidae	<i>Trogon surrucura</i>	surucuá-variado	R
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	R
	<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde	R
	<i>Chloroceryle americana</i>	martim-pescador-pequeno	R
Picidae	<i>Picumnus nebulosus</i>	pica-pau-anão-carijó	R
	<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco	R
	<i>Veniliornis spilogaster</i>	picapauzinho-verde-carijó	R





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	R
	<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	R
Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	seriema	R
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	caracará	R
	<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	R
	<i>Milvago chimango</i>	chimango	R
	<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri	R
	<i>Falco femoralis</i>	falcão-de-coleira	R
Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	maracanã-malhada	R
	<i>Pyrrhura frontalis</i>	tiriba-de-testa-vermelha	R
	<i>Myiopsitta monachus</i>	caturrita	R
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	choca-de-boné-vermelho	R
	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	choca-da-mata	R
	<i>Mackenziaena leachii</i>	brujarara-assobiador	R
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	R
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	R
	<i>Lochmias nematura</i>	joão-porca	R
	<i>Heliobletus contaminatus</i>	trepadorzinho	R
	<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	trepador-quiete	R
	<i>Phacellodomus striaticollis</i>	tio-tio	R
	<i>Phacellodomus ferrugineigula</i>	joão-botina	R
	<i>Anumbius annumbi</i>	cochicho	R
	<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	bichoita	R
	<i>Synallaxis ruficapilla</i>	pichororé	R
	<i>Synallaxis cinerascens</i>	pi-puí	R
	<i>Synallaxis spixi</i>	joão-teneném	R
	<i>Limnoctites rectirostris</i>	junqueiro-de-bico-reto	R
	<i>Cranioleuca sp.</i>	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
		guaracava-de-barriga-	
	<i>Elaenia flavogaster</i>	amarela	R
	<i>Elaenia parvirostris</i>	guaracava-de-bico-curto	M
	<i>Elaenia mesoleuca</i>	tuque	M
	<i>Elaenia obscura</i>	tucão	R



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

	<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
	<i>Satrapa icterophrys</i>	suiriri-pequeno	R
	<i>Xolmis cinereus</i>	primavera	R
	<i>Xolmis irupero</i>	noivinha	R
	<i>Xolmis dominicanus</i>	noivinha-de-rabo-preto	R
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	R
	<i>Vireo olivaceus</i>	juruviara	M
Corvidae	<i>Cyanocorax caeruleus</i>	gralha-azul	R
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	R
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	M
	<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo	M
	<i>Progne chalybea</i>	andorinha-doméstica-grande	M
	<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	andorinha-de-testa-branca	R
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	curruíra	R
	<i>Cistothorus platensis</i>	curruíra-do-campo	D
Poliptilidae	<i>Poliptila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara	R
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	R#
	<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	R
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	R
	<i>Turdus subalaris</i>	sabiá-ferreiro	M
	<i>Turdus albicollis</i>	sabiá-coleira	R
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	R
	<i>Mimus triurus</i>	calhandra-de-três-rabos	S
Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i>	caminheiro-zumbidor	R
	<i>Anthus correndera</i>	caminheiro-de-espora	R
	<i>Anthus hellmayri</i>	caminheiro-de-barriga-acanelada	R



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **14. Monitoramento da HERPETOFAUNA**

#### **14.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados**

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



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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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



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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



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

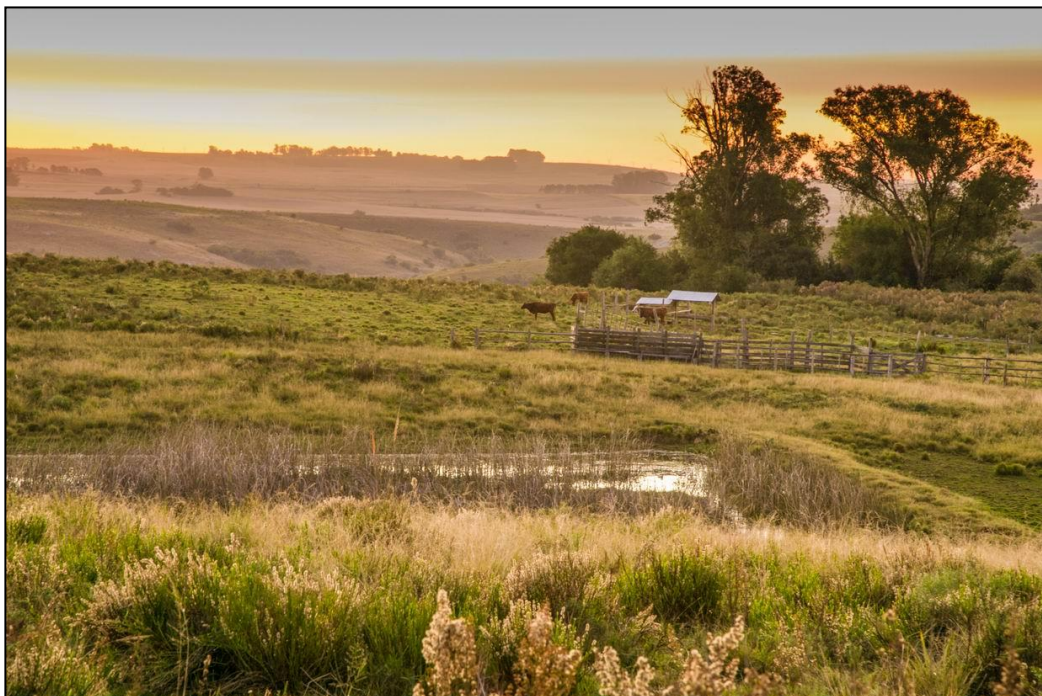


Figura 14.5: Estação amostral 5 (Sudeste), abril de 2015



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

### **14.2 Trabalho de Campo**

A campanha foi realizada no período de 23 a 27 de abril de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizam-se por apresentar aberto, sem chuvas, com temperatura do ar variando no intervalo de 11,0 a 27,3 °C.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **14.3 Técnicas de amostragem**

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

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

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

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

As amostragens ocorreram uma noite em cada estação amostral no período das 18:30 as 20:00 (período onde a maior parte das espécies vocaliza). Quando mais de uma área úmida era identificada por estação amostral, a contagem foi feita com intervalos de 45 minutos à uma hora em cada corpo úmido. Indivíduos registrados durante a busca ativa para répteis também foram incluídos na amostragem.





#### **14.4 Resultados e Considerações: Biodiversidade e Espécies Ameaçadas**

Neste levantamento foram registradas oito espécies de anuros, tais como *Pseudis minutus* (Figura 14.6) e *Leptodactylus latinasus* (Figura 14.7) e duas espécies de répteis, como, *Trachemys dorbigni* (Figura 14.8) e *Phalotris lemniscatus* (Figura 14.9) no somatório das estações amostrais para a quarta campanha de abril de 2015.

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

As estações amostrais possuem características diferentes entre si, o que torna alguns ambientes mais prováveis para o encontro de espécies da herpetofauna, como demonstrado nas campanhas anteriores, tais ambientes são representados pelas Figuras 14.1-5. As temperaturas nos dias de amostragens foram condizentes com a média esperada para esta época do ano, e novamente a seca desta campanha foi uma das mais graves registradas para a região assemelhando-se a última campanha.

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Figura 14.6. *Pseudis minutus*



Figura 14.7. *Leptodactylus latinasus*



Figura 14.8. *Trachemys dorbigni*



Figura 14.9. *Phalotris lemniscatus*

As Tabelas 14.1 e 14.2 apresentam os resultados da campanha de abril de 2015.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

Família/Espécie	Nome popular	E.A. 1	E.A. 2	E.A. 3	E.A. 4	E.A. 5
<b>HYLIDAE</b>						
<i>Dendropsophus minutus</i>	perereca		X		X	X
	perereca-do-banhado					
<i>Hypsiboas pulchellus</i>	perereca-do-banhado	X	X	X		X
<i>Pseudis minutus</i>	rã-boiadora	X	X			X
<i>Scinax fuscovarius</i>	raspa-de-cuia	X	X			X
	perereca-raspa-de-cuia					
<i>Scinax granulatus</i>	perereca-raspa-de-cuia		X			X
<b>LEIUPERIDAE</b>						
<i>Physalaemus biligonigerus</i>	rã-chorona	X	X			
<b>LEPTODACTYLIDAE</b>						
<i>Leptodactylus latinasus</i>	rã-piadora	X				
<i>Leptodactylus latrans</i>	rã-mantega	X	X		X	X

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

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME POPULAR	E.A. 1	E.A. 2	E.A. 3	E.A. 4	E.A. 5
<b>EMYDIDAE</b>						
<i>TRACHEMYS DORBIGNI</i>	TIGRE-DA-ÁGUA		X			
<b>DIPSADIDAE</b>						
<i>PHALOTRIS LEMNISCATUS</i>	CABEÇA-PRETA-SERRANA				X	

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **15. BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR**

#### **15.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados**

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

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

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

#### **15.2 Trabalho de Campo**

A campanha para coleta dos bioindicadores passivos foi realizada no período de 13 e 14 de abril de 2015. As condições climáticas nesse período caracterizaram-se por céu ensolarado e temperatura do ar variando no intervalo de 15,7 a 28,2 °C.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Nesta campanha de amostragem, não foi possível realizar a coleta de amostras na estação amostral Candiotão (EA 3), visto que a vegetação apresentava sinais de estar em um estágio muito inicial do processo de revegetação devido a uma queimada acontecida recentemente no local.

### **15.3 Técnicas de amostragem**

#### **15.3.1 Biomonitoramento Passivo**

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

As espécies amostradas foram:

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

#### **15.3.2 Biomonitoramento Ativo**

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

### **15.4 Métodos analíticos**

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

A determinação de metais e enxofre nas amostras secas e digeridas com solução ácida de  $\text{HNO}_3$  foi realizada pela técnica espectrométrica de Plasma Induzido- ICP/OES. Os Relatórios de Ensaio referentes a estes ensaios estão apresentados em anexo.

### **15.5 Resultados parciais**

#### **15.5.1 Biomonitoramento passivo**

Os teores de metais de *E. mollis* são apresentados na Figura 15.1. Nesta coleta, assim como em todas as coletas anteriores, esta espécie apresentou teores de cádmio significativos na maioria dos locais de coleta, com exceção apenas das plantas coletadas na EA 6. Tal resultado é muito satisfatório, visto a EA 6 situar-se no local mais urbanizado e, portanto com o maior potencial de risco para a população local dentre todas as demais estações de amostragem se as concentrações fossem elevadas.

O padrão das concentrações de metais em *E. mollis* é similar ao encontrado nas campanhas anteriores: maior teor de cádmio na EA 7 (Figura 15.1A); maior teor de chumbo na EA 5, próximo à mina de extração de calcário (Figura 15.1B); teores elevados de zinco nas EA 2 e 8, situadas nas direção do vento e relativamente próximas à usina (Figura 15.1C); maior teor de enxofre na EA 4 (Figura 15.1D).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

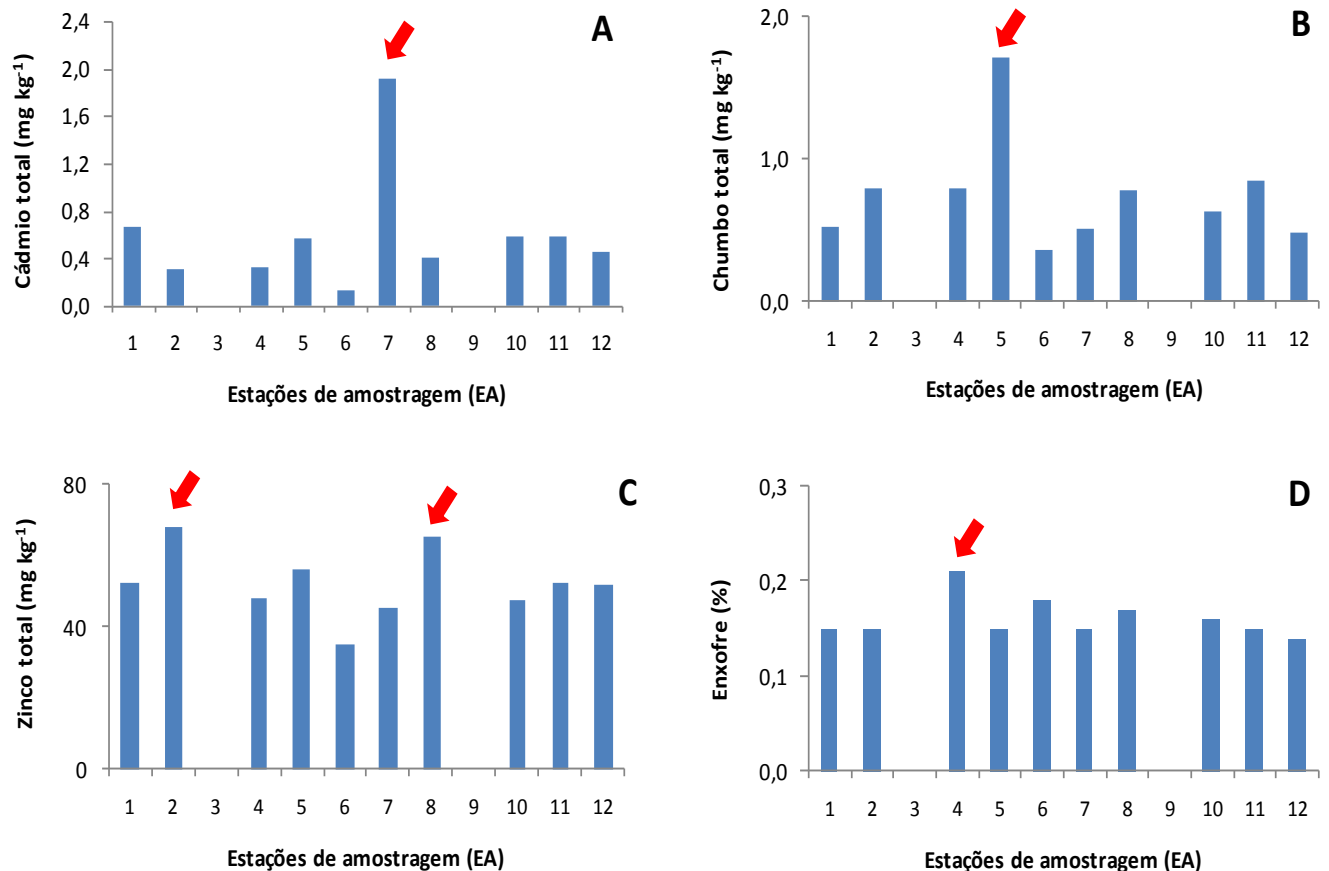


Figura 15.1: Teores de cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e enxofre (D) em folhas de *E. mollis* coletadas de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota. As setas indicam as EAs com os teores mais elevados dos elementos acima, abril/15.

O teor de cádmio em *B. trimeria* apresentou um padrão diferente ao encontrado nas três coletas anteriores, com maior número de estações amostrais com teores significativos deste metal. Os maiores teores foram encontrados nas EAs 7, 10, 11 e 12 (Figura 15.2A) as quais estão localizadas na direção preferencial do vento e também apresentam frequentemente teores elevados deste metal em *E. mollis*.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

*B. trimera* apresentou várias estações amostrais com teores de chumbo abaixo do limite de detecção, enquanto que os maiores valores foram encontrados nas EAs 2, 10 e 11 localizadas igualmente na direção preferencial do vento (Figura 15.2B).

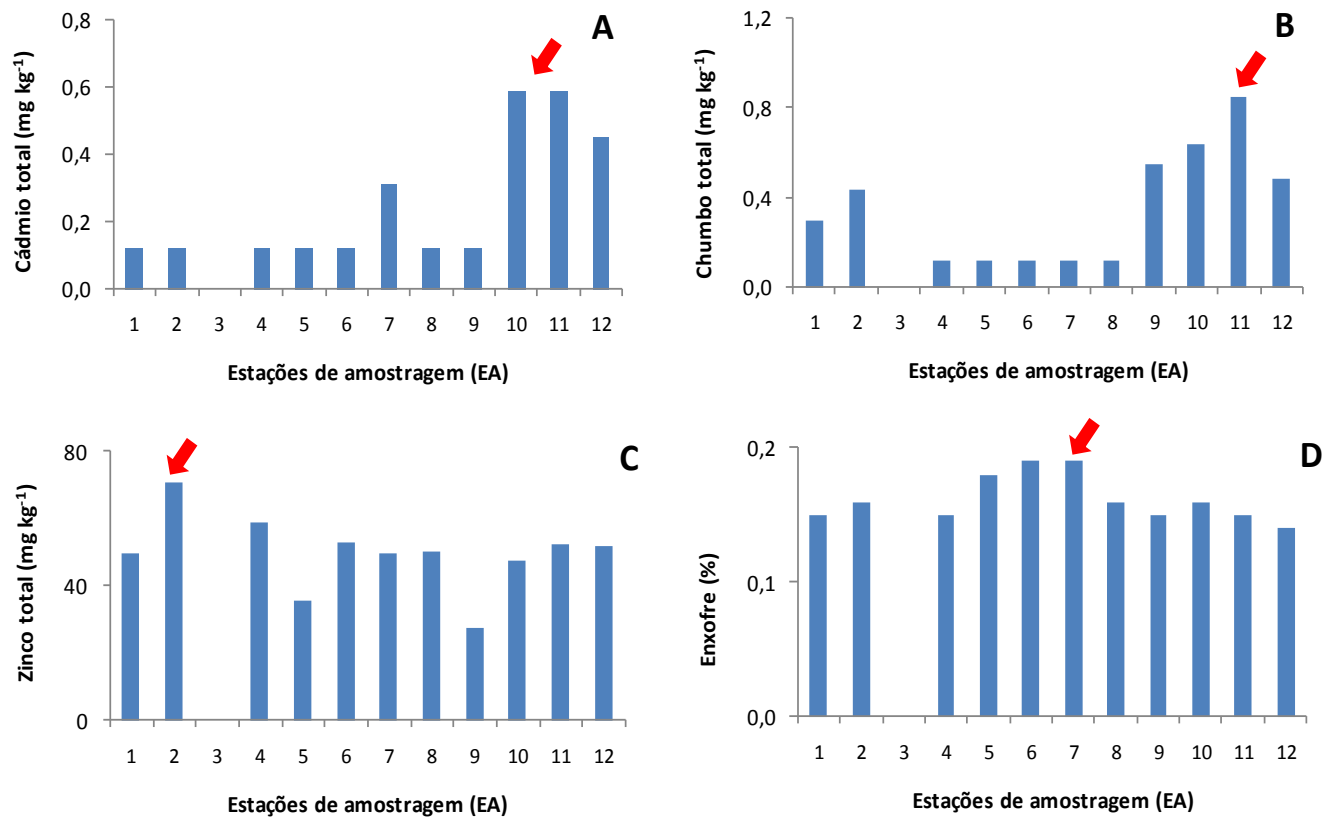


Figura 15.2: Teores de chumbo (A), zinco (B) e enxofre (C) em *B. trimera* de locais no entorno da usina termelétrica de Candiota. As setas indicam as EAs com os teores mais elevados dos elementos acima, abril /15.

Os teores de metais e enxofre nas folhas lavadas e não-lavadas de *Paspalum notatum* são apresentados nas Figuras 15.3A, 15.3B e 15.3C. Na gramínea *Paspalum notatum*, a exemplo das coletas anteriores, todas as estações de amostragem apresentaram teor de cádmio abaixo do limite de detecção.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

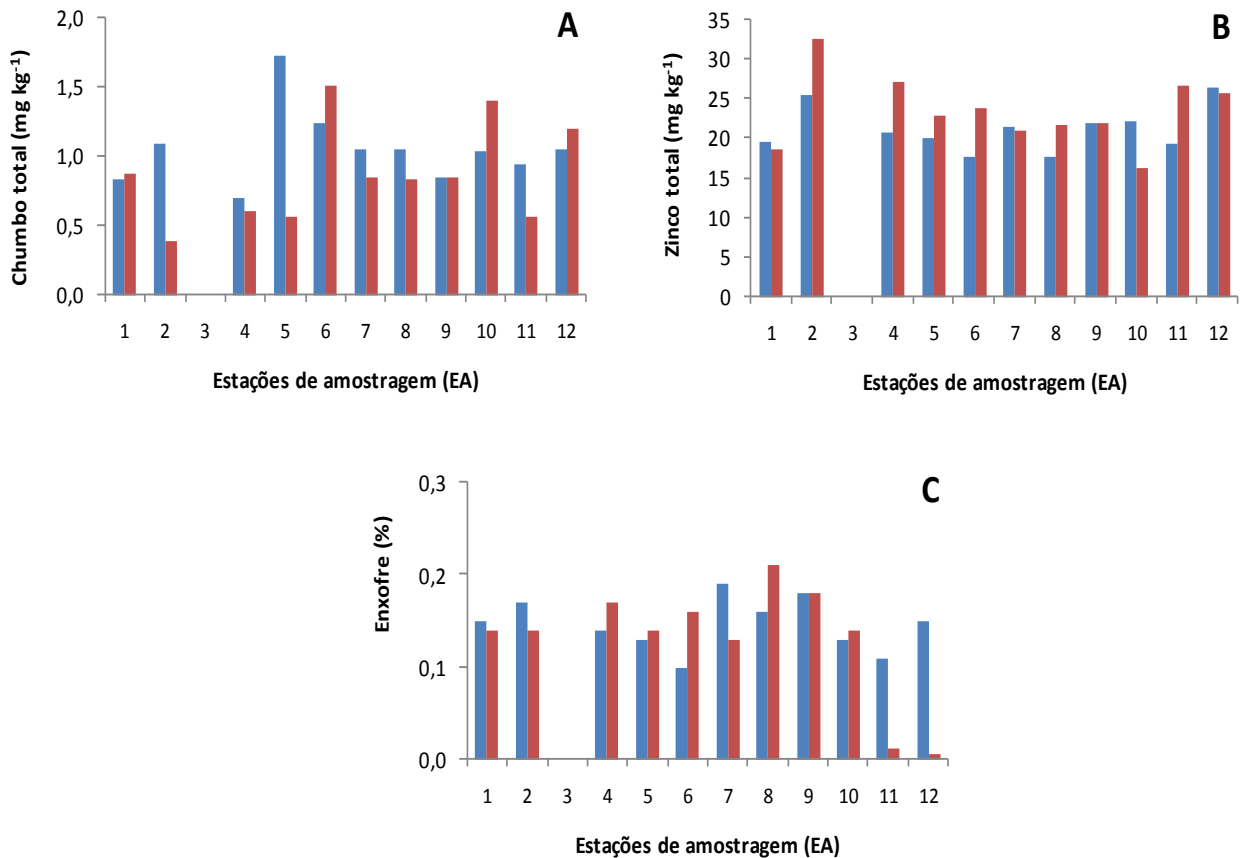


Figura 15.3: Teores de chumbo (**A**), zinco (**B**) e enxofre (**C**) em folhas lavadas (barras azuis) e não-lavadas (barras vermelhas) de *P. notatum* de locais no entorno da usina termoeletrica de Candiota, abril /15.

O chumbo (Figura 15.3A), zinco (Figura 15.3B) e enxofre (Figura 15.3C) apresentaram teores significativos em todas as estações de amostragem, porém de maneira semelhante aos resultados observados nas campanhas anteriores, encontrou-se uma grande variabilidade nos teores destes elementos em amostras lavadas e não lavadas. A grande variabilidade observada nos teores de metais e enxofre em *P. notatum*, com a alternância de qual apresenta o teor mais elevado em amostras lavadas e não lavadas nas diferentes estações de amostragem dificulta sobremaneira a interpretação destes resultados e gera incerteza na correção destes valores.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Assim como observado nas três amostragens anteriores, os teores de fluoreto ficaram abaixo de  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  (ou  $< 10 \text{ ppm}$ ) nas amostras de todas as estações de amostragem. Estes resultados indicam que se há alguma contribuição de fluoreto ela é tão pequena a ponto de não se distinguir da faixa de teores do *background* ( $2 - 20 \text{ mg kg}^{-1}$ ; Divan Junior et al., 2008).

A partir dos teores de metais em *E. mollis* foi calculado o índice de poluição por metais (Singh et al., 2008), que é apresentado na Figura 15.4. O valor mais elevado do índice foi encontrado nas EAs 5 e 7; outras EAs localizadas na direção do vento, tal como a EA 8 e 11 também apresentaram valores elevados deste índice; enquanto que a EA 6 apresentou o menor valor.

Os resultados do índice de contaminação por metais corroboram os resultados encontrados anteriormente, ou seja, as estações de amostragem cujas plantas apresentam o maior índice de contaminação por metais são aquelas situadas na direção dos ventos predominantes, portanto, sujeitas ao impacto das emissões da usina termoeletrica. Devido a localização da EA 5 próxima à extração de calcário e a constatação de que o chumbo foi o elemento que mais contribuiu para o valor elevado deste índice nesta estação de amostragem, é mais prudente atribuir este fato à influência da mineração de calcário.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

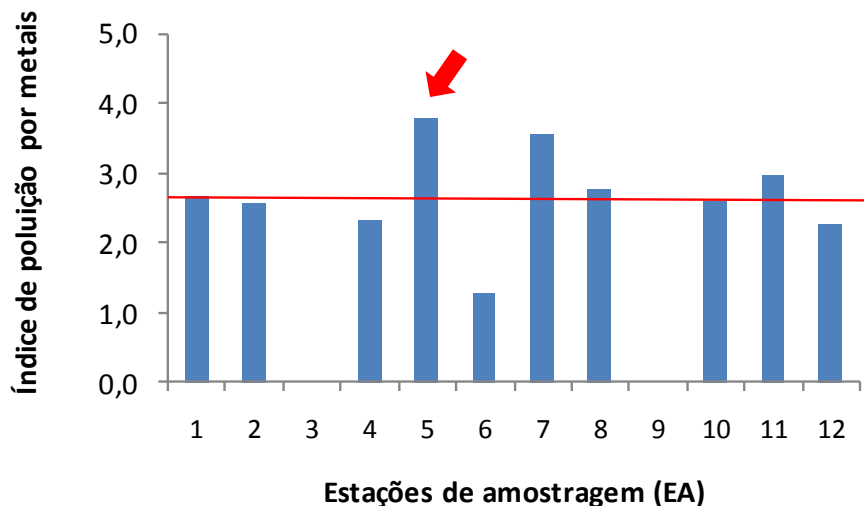


Figura 15.4: Índice de poluição por metais, calculado com base nos teores dos elementos-traço metálicos na matéria seca de folhas de *E. mollis*, Candiota abril/15.

As Figuras 15.5A e 15.5B apresentam, respectivamente, a distribuição dos teores de metais em folhas de *E. mollis* e do teor de enxofre nas espécies bioindicadoras ao longo do gradiente de distância da usina na direção preferencial do vento. Como já constatado anteriormente, *E. mollis* apresenta maior concentração de zinco nas estações de amostragem mais próximas à usina ( $\leq 6$  km), enquanto o cádmio apresenta seu pico a maior distância ( $\geq 10$  km) (Figura 15.5A). Já o teor de enxofre apresenta um padrão irregular entre as espécies analisadas e o período de coleta. Nesta coleta, houve uma similaridade no padrão de distribuição do teor de enxofre de todas as espécies, com uma tendência a redução dos teores de enxofre com o aumento da distância da usina (Figura 15.5B); porém já foram encontrados resultados diametralmente opostos em campanhas anteriores.

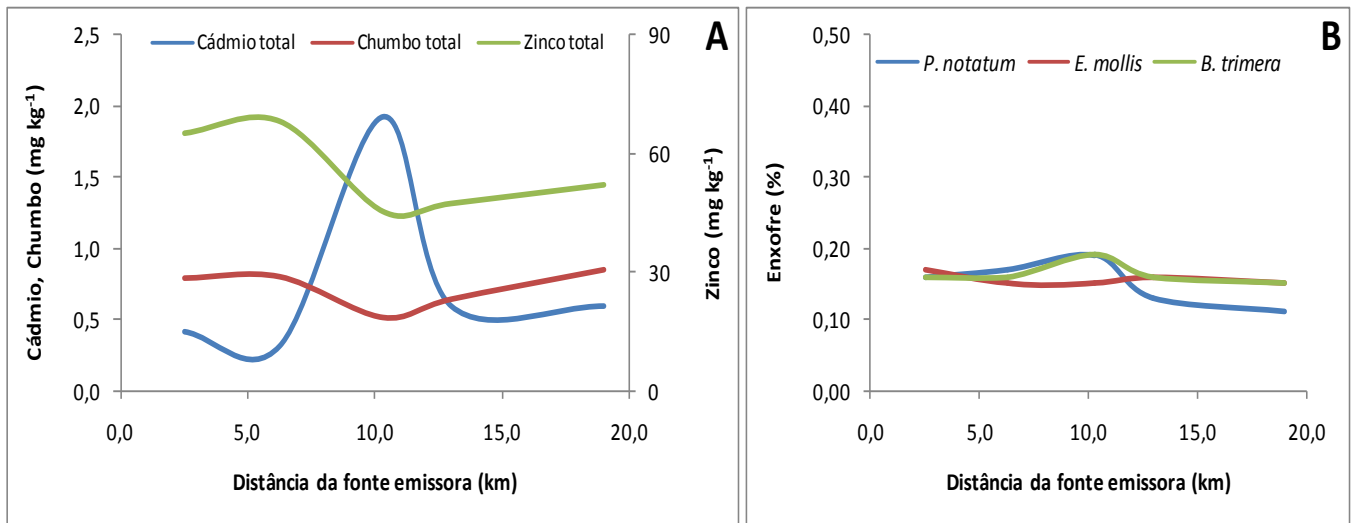


Figura 15.5: Teor de metais em folhas de *E. mollis* ao longo do gradiente de distância da usina termoeletrica na direção preferencial do vento (A) Teor de enxofre nas espécies bioindicadoras ao longo do gradiente (B), abril/15.

### 15.5.2 Biomonitoramento ativo

As amostras do biomonitoramento ativo foram processadas e enviadas ao laboratório para análise dos teores de metais acumulados durante o período de exposição. Os resultados do biomonitoramento ativo serão apresentados no relatório final. A triagem destas amostras é um processo demorado que consiste da identificação das espécies presentes, separação e preparação das amostras por espécie de cada uma das estações amostrais. Por esta razão este procedimento é realizado após o envio ao laboratório de análise das amostras do monitoramento passivo, as quais demandam menos tempo de preparação.

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **16. ATIVIDADE PECUÁRIA**

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

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

#### **16.1 Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados**

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

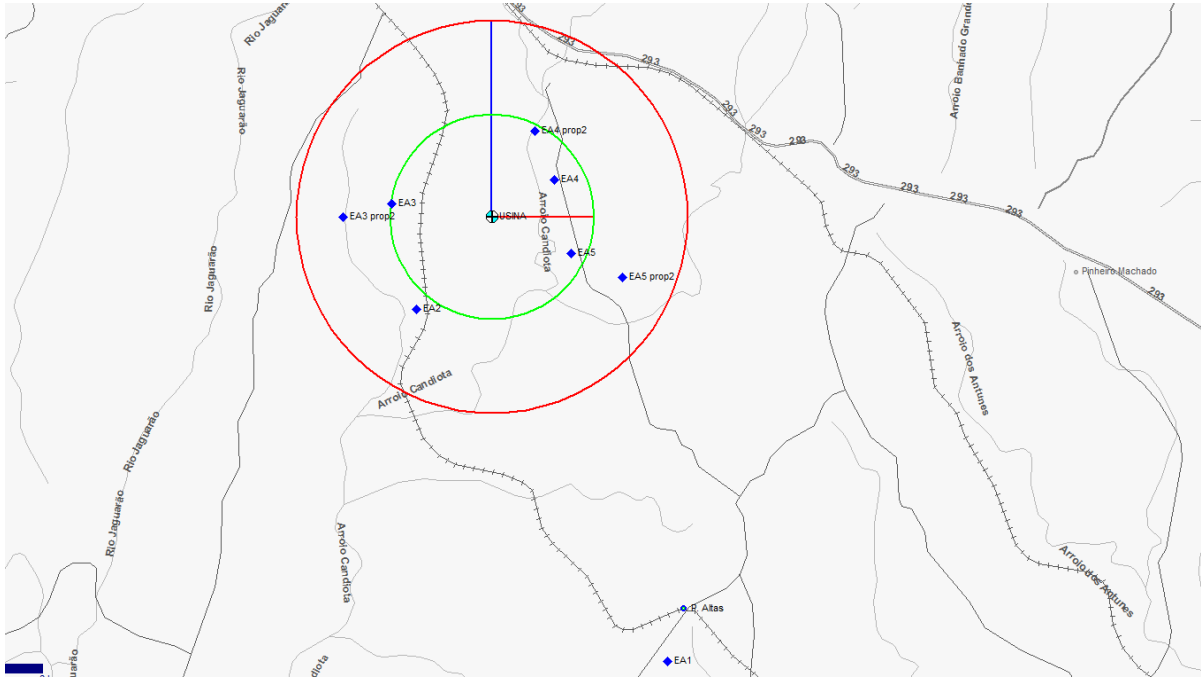


Figura 16.1. Unidades amostrais (o círculo verde representa um raio de 5 Km de distância da usina e o vermelho 10 km).

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

## 16.2 Trabalho de Campo

A campanha foi realizada no período de 17 a 21 de abril de 2015, com céu ensolarado e temperatura do ar variando de 14,7 °C a 27,6 °C. As atividades foram programadas com antecedência de sete dias e confirmadas com 24 a 48 horas, visando disponibilidade dos proprietários. Para realização das atividades, utilizou-se em um turno (manhã ou tarde) em cada Estação Amostral.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **16.3 Métodos utilizados**

#### **Solo**

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

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

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

#### **Estrato vegetal**

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

### **Animais**

Para constituírem o grupo amostral, selecionaram-se animais preferencialmente com mais de dois anos de idade e criados por, no mínimo, dois anos na propriedade ou nascidos nesta. Amostraram-se 20 animais em cada EA sendo que na EA2 o proprietário disponibilizou um lote de 16 animais para avaliação.

Foram amostrados 96 ovinos, sendo que todos os animais tiveram os incisivos fotografados para posterior determinação do índice de mosqueamento. A determinação da idade foi realizada através da dentição.

Determinou-se a presença das seguintes alterações:

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### 16.4 Resultados e comentários

Nessa campanha foram recolhidas amostras de solo e plantas, as quais foram encaminhadas ao laboratório Bioensaios para determinação de flúor e sílica. Os resultados desta campanha e da campanha anterior (janeiro de 2015) são apresentados na Tabela 16.1.

Tabela 16.1: Resultados da determinação de sílica e flúor (mg/kg) em plantas e solo, Candiota 2015.

Amostra	Fluoreto		Sílica	
	jan	abr	jan	abr
E A 1 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	<10	609	88,3
E A 2 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	2,6	151	135
E A 3 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	<10	217	191
E A 4 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	<10	157	329
E A 5 - <i>Paspalum notatum</i>	<10	<10	180	182
E A 1 - Solo	1,2	3,1	541	126
E A 2 - Solo	1,3	2,6	591	135
E A 3 - Solo	1,1	1,0	688	399
E A 4 - Solo	1,1	<1	633	707
E A 5 - Solo	1,2	<1	281	429

Os animais amostrados eram todos nascidos nas propriedades amostradas, com idade variando de dois a oito anos. A dentição média, por estação amostral, é apresentada na Tabela 16.2.

Tabela 16.2: Dentição média de ovinos e bovinos por estação amostral, Candiota em abril/2015.

Estação amostral	Ovinos
EA1	5,2
EA2	5,8
EA3	5,7
EA4	5,2
EA5	6,1



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

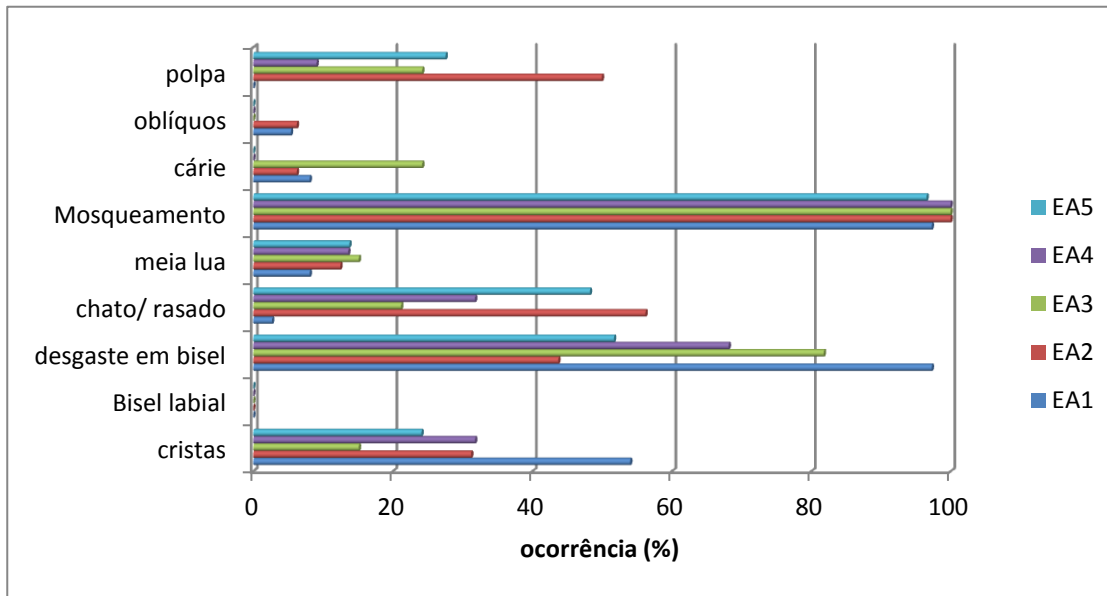


Figura 16.2: Alterações dentárias presentes em ovinos, segundo a estação amostral (EA), no município de Candiota, abril/15.

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

#### **I-ÁGUAS SUPERFICIAIS**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Resolução CONAMA nº 357/05.

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### II- SEDIMENTOS

*Bibliografia organizada por data de publicação.*

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

*Aquatic Life*. Report CCME EPC-98E. Prepared by the Technical Secretariat of the Water Quality Guidelines Task Group, Winnipeg, Manitoba. 38 p.

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

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

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

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

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

1997- LONG EDWARD R. and WILSON. CRAIG J.. 1997. On the Identification of Toxic Hot Spots using Measures of the Sediment Quality Triad. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 34, No. 6, pp. 373-374, 1997.

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

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

LONG, E.R.; MACDONALD, D.D., 1998. Recommended uses of empirically derived, sediment quality guidelines for Marine and Estuarine Ecosystems. *Human and Ecological Risk Assessment* 4 (5), 1019-1039.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

VEIGA, I. G.. 2003. *AVALIAÇÃO DA ORIGEM DOS HIDROCARBONETOS EM SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DE MANGUEZAIS DA REGIÃO NORTE DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS / BAHIA*. UENF ENP MACAÉ - RJ - Dissertação de Mestrado Orientador: Jorge Alberto Trigüis, Ph.D. 224 P.

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

PABUT, M. P.; AHLF, W;BATLEY. G. E.;; CAMUSSO, M.; DECKERE, E. DE AND DEN BESTEN, P. J. ; 2005. *Use of Sediment Quality Guidelines and Related*



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

PAVEI, P. T. .2007. *CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTAMINADOS PELASATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE CARVÃO CRICIÚMA*. UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE. Dissertação de Mestrado.Orientador: Prof. Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes. 109 p.

QUEIROZ, A. F. DE S.; CELINO, J.J.; TRIGUIS, J. A.; SANTIAGO, J. S.2007. COMPORTAMENTO GEOQUÍMICO DOS HIDROCARBONETOS NO ECOSISTEMA COSTEIRO: EXEMPLO DOS SEDIMENTOS DE MANGUEZAIS DA BAÍA DE TODOS



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### III - FITOPLÂNCTON, PERIFITON E ZOOPLÂNCTON

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L., BENDER, P. 2002. *Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC. 126p.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

LOBO, E., LEIGHTON, G. 1986. Estruturas comunitarias de las fitocenoses planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista Biologia Marina*, Valparaiso, v.22, n.1, p.1-29.

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

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

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

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

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

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

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

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

### **IV- COMUNIDADE BENTÔNICA**

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

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

### V- ICTIOFAUNA

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

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

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

### VI- FLORA

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ESRI. Manual Arc View

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **VII- AVIFAUNA**

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

### **VIII - HERPETOFAUNA**

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

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

DI-BERNARDO, M., OLIVEIRA, R.B., PONTES, G.M.F., MELCHIORS, J., SOLÉ, M., KWET, A. 2004. Anfíbios anuros da região de extração e processamento de carvão de



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### IX - QUALIDADE DO AR

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **X- PECUÁRIA**

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

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

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





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

### **18. Equipe de Trabalho**

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

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

**Equipe de Apoio – Coletas e Análises Laboratoriais**

Carlos Eduardo Güntzel

Daniela de Carvalho Leite Ribeiro

Letícia Rosa Frizzo

Manoel Otávio Fraga da Cunha

Marcelo Saraiva

Maria José Cecília Cardoso

Oswaldo Stalhbam Machado

Sônia Maria Madalosso

Volmar Garcez de Moraes

William Osvaldo Fillipin Guimarães



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

# **ANEXO**

# **RELATÓRIOS DE ENSAIO**

**MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA  
USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI, CANDIOTA,  
RS**

**Período:**

**Julho de 2014 a Junho de 2015**

**Quarto Relatório Parcial Trimestral**

**Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011**

**Junho / 2015**



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

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

A Fundação Luiz Englert, através do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, apresenta o Quarto Relatório Parcial Trimestral de atividades referente ao Programa de Monitoramento de Águas Subterrâneas na área da Usina Termelétrica Presidente Médici, Fases A, B e C, em Candiota, conforme contrato nº CGTEE/DTC/068/2011 e Aditivos, para o período de julho de 2014 a junho 2015.

Porto Alegre, 24 de junho de 2015.

---

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



## 1. Introdução

### 1.1 Objetivos e escopo

O presente relatório tem por objetivo apresentar os resultados da quarta campanha de amostragem das águas subterrâneas na área da Usina Termelétrica Presidente Médici, Candiota-RS, com diagnóstico ambiental dos aquíferos locais no período de coletas.

Esta campanha de coleta de amostras, realizada nos dias 02 e 03 de junho de 2015, é a última de quatro programadas a serem executados com intervalos trimestrais durante o período de um ano.

A rede de monitoramento das águas subterrâneas contém 18 poços de monitoramento, sendo 11 (onze) localizados na área da Usina Fase B e Fase C (PM-1, PM-2, PM-3, PM-4, PM-6, PM-7, PM-8, PM-9, PM-10, PM-11 e PM-12), 3 (três) na área do almoxarifado (PM-5, PM-13 e PM-14) e 4 (quatro) na área denominada Candiota 1 (PM-16, PM-17, PM-19 e PM-20).

Cabe destacar que a rede de poços amostrada neste período de monitoramento (2014-2015) contém dois poços a menos que o período anterior (2013-2014), visto que os poços PM-15, na área do almoxarifado, e o poço PM-18, na área de Candiota I, foram destruídos por obras civis de terraplenagem realizadas nos respectivos locais. A falta destes dois poços não compromete a qualidade do monitoramento, pois os demais poços cobrem satisfatoriamente as áreas monitoradas e permite a avaliação adequada das condições ambientais das águas subterrâneas do local.

A localização das três áreas e dos poços de monitoramento é mostrada na Figura 1, Figura 2, Figura 3 e Figura 4 e as coordenadas UTM de cada poço de monitoramento constam da Tabela 1.





# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

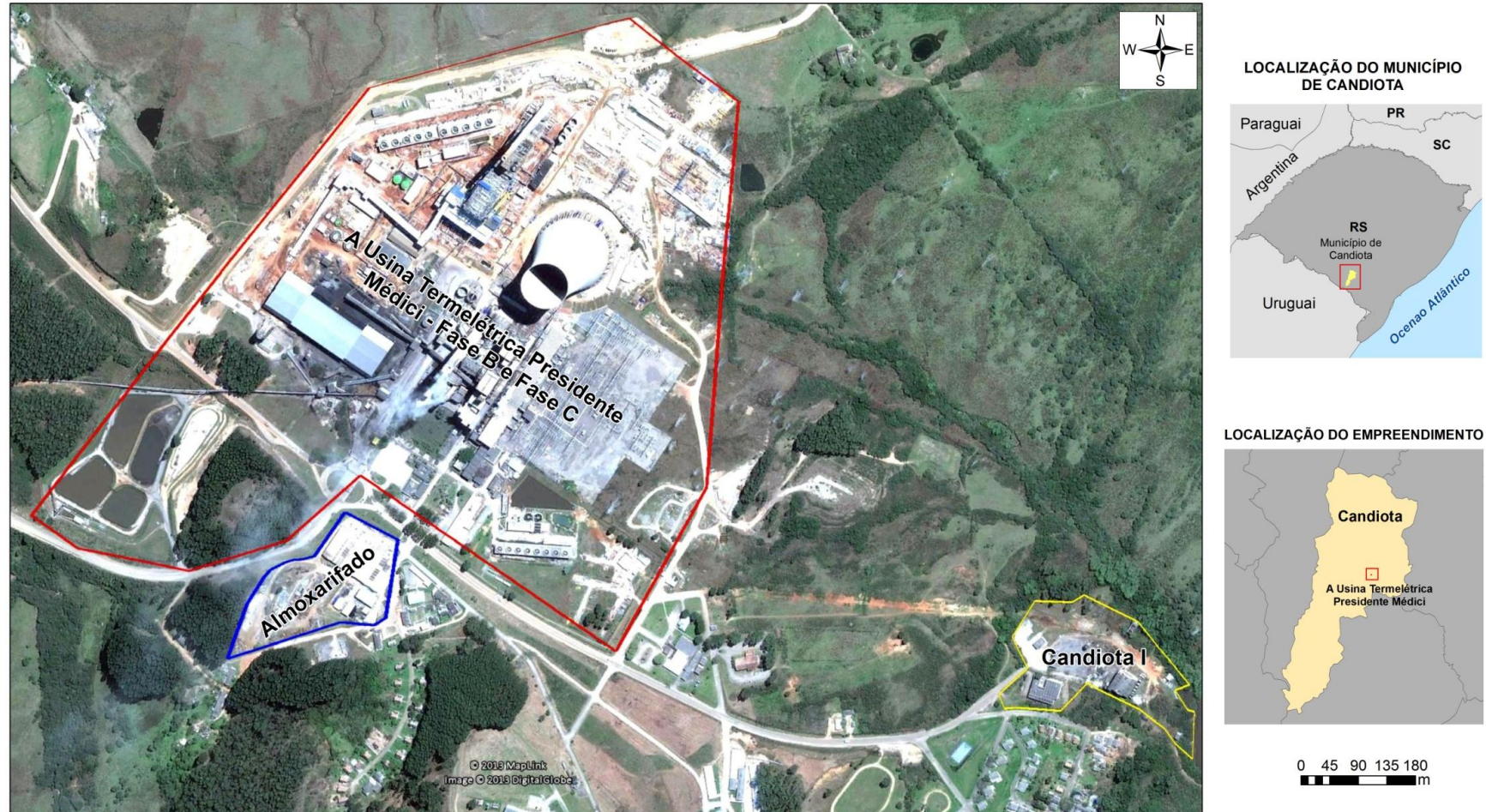


Figura 1. Localização das áreas monitoradas na Usina Termelétrica Presidente Médici: Área da Usina – Fase A e Fase B, Área do Almoxarifado e Área Candiota 1.





Figura 2. Localização dos poços de monitoramento na área da Usina – Fase B e Fase C. O poço PM-11 não continha água para coleta na data da amostragem.





Figura 3. Localização dos poços de monitoramento da área do Almoxarifado. O poço PM-15 foi destruído por obras de terraplanagem realizadas no local e excluído da rede de monitoramento.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Figura 4. Localização dos poços de monitoramento da área de Candiota 1. O poço PM-18 foi danificado por obras de terraplanagem realizadas no local e excluído da rede de monitoramento.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 1. Coordenadas UTM dos poços de monitoramento instalados que compõem a Rede de Monitoramento das Águas Subterrâneas da área da Usina Termelétrica Presidente Médici, Candiota-RS.

Área	Identificação do Poço	UTM-E (m)	UTM-N (m)
Usina: Fase B Fase C	PM-1	245.297	6.506.061
	PM-2	245.197	6.506.348
	PM-3	244.697	6.505.920
	PM-4	245.432	6.506.344
	PM-6	245.207	6.506.556
	PM-7	245.658	6.506.651
	PM-8	244.990	6.506.168
	PM-9	245.048	6.506.172
	PM-10	245.713	6.506.076
	PM-11	245.030	6.506.022
	PM-12	244.896	6.506.056
	Almoxarifado	PM-5	244.985
PM-13		245.200	6.505.727
PM-14		245.145	6.505.767
PM-15		Excluído	
Candiota I	PM-16	246370	6505641
	PM-17	246421	6505624
	PM-18	Excluído	
	PM-19	246200	6505759
	PM-20	246365	6505731

## 1.2 Condições dos poços amostrados

Os poços amostrados apresentaram boas condições de conservação na data da coleta, com exceção do PM-9 que se encontrava sem tampa, contudo protegido por capa plástica, e do poço PM-11 que se apresentava seco. Cabe destacar, ainda, que alguns poços de monitoramento apresentavam água com níveis consideráveis de turbidez, o que decorre da presença de partículas sólidas em suspensão (Tabela 2).



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 2. Condições gerais dos poços de monitoramento na data de coleta. \*: volume de água disponível para análise de metais. \*\*: volume de água disponível para análise de metais e fenóis.

Área	Identificação do Poço	Condição de preservação	NA (m)
Usina: Fase B Fase C	PM-1	Sem restrição	4,8
	PM-2	Turbidez - Fração suspensa	4,0
	PM-3	Turbidez - Fração suspensa	2,5
	PM-4	Turbidez - Fração suspensa	0,4
	PM-6	Sem restrição	0,5
	PM-7	Sem restrição	9,0
	PM-8	Sem restrição	7,0
	PM-9	Turbidez - Fração suspensa	3,0
	PM-10	Sem restrição	6,0
	PM-11	Seco	---
	PM-12	Turbidez - Fração suspensa	
	Almoxarifado	PM-5	Sem restrição
PM-13		Turbidez - Fração suspensa	1,3
PM-14		Turbidez - Fração suspensa	3,5
PM-15		Excluído	
Candiota I	PM-16	Turbidez fraca	1,5
	PM-17	Turbidez - Fração suspensa	1,6
	PM-18	Excluído	
	PM-19	Sem restrição	0,5
	PM-20	Sem restrição	0,4



### 1.3 Parâmetros analisados

Os parâmetros analisados, as condições de preservação e os prazos de encaminhamento ao laboratório analítico amostras de águas subterrâneas coletadas constam da Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros analisados, preservação e prazo de encaminhamento das amostras de água subterrânea coletadas.

Parâmetro	Frasco	Preservação	Prazo de Entrega
DBO (mg/L)	Polietileno	Refrig. a 4 °C	<24h
DQO (mg/L)	P,V	Refrig. a 4 °C	<24h
Fenóis Totais (mg/L)	P,V	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. até pH < 2. Refrig. a 4°C	<24h
Fósforo Total (mg/L)	V	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. até pH < 2. Refrig. a 4°C	<24h
pH		Medir em campo	<24h
Condutividade (µS/cm)		Medir em campo	<24h
Cor (mg/L Pt-Co)		Refrig. a 4 °C	<24h
Turbidez (NTU)	P,V	Refrig. a 4°C e manter ao abrigo da luz	<24h
Óleos e Graxas (mg/L)	V	HCl 1+1 até pH≤2 Resfriamento a 4°C	<24h
Metais totais (mg/L) Al, Fe, Cu, Ar, Cd, Ni, Mn, Pb, Zn, Cr e Hg	P,V	HNO <sub>3</sub> conc. até pH< 2. Refrig. a 4°C	<24h
Coliformes Termotolerantes ( <i>E.Coli</i> )		Refrig.<10°C. Adicionar 0,3 mL para 120 mL de amostra de EDTA (372 mg/L).	<24h
Toxicidade crônica e Toxidade aguda- C. <i>Dubia</i> (P/A)		2mL sol. K <sub>2</sub> CrO <sub>7</sub> a 20% em sol. HNO <sub>3</sub> 1:1. Refrig. a 4°C	<24h



## 2. Metodologia

A metodologia de trabalho é apresentada nos tópicos a seguir.

### 2.1. Coleta de amostras

Inicialmente foi percorrida a área de coleta com o objetivo de verificar o estado de preservação dos poços e posteriormente efetuado o esgotamento dos mesmos 24h antes da coleta. O procedimento de amostragem foi realizado com uso de luvas descartáveis, que foram substituídas após cada coleta. A água foi coletada com amostrador descartável tipo *bailer* em volume da ordem de 6 litros por poço.

Cada amostra coletada foi armazenada em frascos de vidro e polietileno fornecidos pelo laboratório contendo os preservantes necessários para cada parâmetro a ser analisado. Os frascos foram acondicionados em caixas térmicas (uma para cada poço) e resfriados a 4°C. O tempo de coleta foi de aproximadamente 20 minutos por poço.

A Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9 e Figura 10 ilustram os procedimentos de esgotamento e coleta em alguns poços de monitoramento. É importante destacar que ocorreu chuva de intensidade média durante a realização da coleta.





Figura 5. Esgotamento e coleta do poço PM-17, realizados nos dias 02 3 03 de junho de 2015 com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a forte turbidez na água do poço.



Figura 6. Esgotamento e coleta do poço PM-16, realizados nos dias 02 3 03 de junho de 2015 com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a fraca turbidez na água do poço.





Figura 7. Esgotamento e coleta do poço PM-10, realizados nos dias 02 3 03 de junho de 2015 com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a limpidez da água do poço.



Figura 8. Esgotamento e coleta do poço PM-09, realizados nos dias 02 3 03 de junho de 2015 com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a significativa turbidez da água do poço.





Figura 9. Esgotamento e coleta do poço PM-13, realizados nos dias 02 3 03 de junho de 2015 com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a significativa turbidez da água do poço.



Figura 10. Esgotamento e coleta do poço PM-02, realizados nos dias 02 3 03 de junho de 2015 com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a significativa turbidez da água do poço.



## 2.2. Laboratório de Análises e Métodos analíticos

As amostras coletadas foram encaminhadas para análises químicas, físicas e físico-químicas ao Laboratório Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental, localizado no município de Viamão-RS. Os métodos analíticos utilizados pelo referido laboratório são elencados na Tabela 4 e os laudos apresentados no Anexo II.

Tabela 4. Métodos analíticos para ensaios dos parâmetros avaliados neste monitoramento

PARÂMETRO	METODOLOGIA	REFERÊNCIA
Condutividade elétrica	Condutometria	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 2510 B
Coliformes termotolerantes ( <i>E. coli</i> )	Substrato enzimático	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 9223 B
Cor Aparente	Espectrofotometria	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 2120 C
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Método de Winkler	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 5210 B
Fenóis totais	Absorciometria com clorofórmio	EPA 9065
Fósforo Total	Absorciometria com redução do ácido ascórbico	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 4500 P E
Metais totais: As, Cd, Pb, Cr, Mn, Ni, Zn, Fe, Cu e Al	ICP-OES	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 3030/3120 B
Metais totais: Hg	CV-AA	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 3112B
Óleos e Graxas	Gravimetria -extração com soxhlet	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 5520B
pH	Método Potenciométrico- pHmetro	NBR 14339 / 1999 ou Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 4500 HB
Turbidez	Nefelometria	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 2130 B
Tox. crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio Ecotoxicológicos	NBR ABNT 13373/2011
Tox. aguda com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio Ecotoxicológicos	NBR ABNT 13373/2011



## **2.3. Análise e interpretação dos dados**

Os resultados das análises químicas foram analisados e interpretados com base na legislação vigente que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas (Resolução 396/2008 do CONAMA). Também foi avaliada a origem do ferro, manganês e alumínio que apresentaram concentrações significativas em amostras de alguns poços, no que se refere a fontes naturais ou antrópicas.

## **3. Resultados obtidos**

Os resultados analíticos dos ensaios realizados nas amostras de água subterrânea são apresentados na Tabela 5 e os laudos laboratoriais constam do Anexo II. Para fins de comparação, são mostrados, também os resultados obtidos nas amostras coletadas na primeira, segunda e terceira campanhas, realizadas na última semana de julho de 2014, na primeira semana de novembro de 2014 e na primeira semana de fevereiro de 2015, respectivamente. Nesta tabela constam, também, os valores de referência para consumo humano, dessedentação de animais e recreação estabelecidos pelo CONAMA através da Resolução nº 396/2008. Os laudos apresentam, também, os limites de quantificação analíticos do laboratório executor para cada parâmetro determinado.

Os resultados apontam um quadro muito similar àquele observado nas três primeiras coletas em termos de qualidade das águas





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

subterrâneas, com exceção do poço PM-09 que mostrou crescimento significativo em ferro, manganês, cádmio e condutividade elétrica. Concentrações altas de ferro e manganês se repetem em outros poços, mostrando crescimento em alguns deles, nos quais a turbidez também cresceu. Em vários poços, as concentrações são maiores que os limites máximos estabelecidos para o consumo humano, sendo que o manganês se mostra impróprio, também, para dessedentação de animais. Além do ferro e manganês, o alumínio registra valores que excedem o limite para consumo humano em alguns poços, mas sem restrição para dessedentação de animais. Os demais parâmetros químicos e físico-químicos analisados não apresentam restrições ambientais na terceira coleta, com exceção do cádmio, níquel e chumbo totais no poço PM-09 e o cádmio no poço PM-02. No PM-09, o níquel, chumbo e o cádmio tem concentrações impróprias para consumo humano, mas sem restrição para dessedentação de animais. A restrição para o consumo humano é verificada para o cádmio, também, no poço PM-02, no qual este metal não se mostra inadequado para a dessedentação de animais.

Para verificar o sinergismo dos elementos presentes nas amostras coletadas nos poços, foram realizadas avaliações de toxicidade aguda e crônica utilizando como bioindicador a *Ceriodaphnia dubia*

A ocorrência de toxicidade aguda indica maior severidade dos efeitos causados no bioindicador. Da mesma forma, a ocorrência exclusivamente de toxicidade crônica indica situação menos severa.

No que se refere à toxicidade das amostras coletadas, os ensaios realizados nas amostras coletadas nas três campanhas apontaram a presença de toxicidade aguda em quatro poços e toxicidade crônica em 13 poços. É importante destacar que não há indícios de que a presença de toxicidade aguda e crônica tenha correlação com alumínio, ferro e manganês. De modo geral, poços que registram toxicidade presente exibem altos valores de condutividade elétrica na água.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

As concentrações de alumínio total, nesta quarta coleta, excedem o limite para consumo humano estabelecido pela Resolução 396/2008 do CONAMA apenas nos poços PM-09 e PM-10, apresentando uma incidência menor do que em coletas anteriores, quando 10 poços (PM-05, PM-6, PM-8, PM-9, PM-10, PM-13, PM-16, PM-19 e PM-20) apresentaram esta restrição de qualidade. É importante ressaltar que são registrados altos valores de turbidez nas amostras destes poços, o que indica que este metal deve estar contido na fração suspensa e não na forma dissolvida.

Cabe enfatizar que o alumínio representa um metal abundante no meio natural, sendo um componente essencial dos principais minerais constituintes do solo, como os argilo-minerais e óxidos de alumínio. Com isso, a origem natural deste metal deve ser considerada como a mais provável, conforme indicado por análises de metais dissolvidos realizadas nos poços da área em dezembro de 2013 (Monitoramento das Águas Subterrâneas na Usina Termelétrica Presidente Médici, Candiota, RS. Segundo Relatório Parcial Trimestral, de dezembro de 2013).

O ferro e o manganês totais mantêm, na quarta coleta, o comportamento verificado nas coletas anteriores, com concentrações maiores que os valores de referência para consumo humano e recreação em aproximadamente 40% dos poços. Merece destaque o fato de que ferro e manganês são registrados nos mesmos poços, os quais, também, apresentam altos valores de turbidez da água coletada, revelando a presença de sólidos em suspensão. A concentração de ferro excedeu o limite para consumo humano e recreação nas amostras da primeira e segunda coletas no poço branco (PM-6), o que aponta para uma origem diversa da atividade da usina.

O ferro e o manganês são metais de comportamento geoquímico similar e, como o alumínio, possuem baixa mobilidade geoquímica em ambiente supergênico. Nos ambientes naturais não impactados por





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

processos antrópicos, o ferro e o manganês exibem, geralmente, correlações positivas nas suas concentrações em decorrência do comportamento geoquímico semelhante que ambos apresentam. A baixa mobilidade geoquímica, por outro lado, resulta em concentrações significativas nos solos e sedimentos sob a forma de minerais de baixa solubilidade, como óxidos/hidróxidos ou argilo-minerais, principalmente as esmectitas, os quais são comuns na fração sólida suspensa de águas turvas.

No poço PM-09, entretanto, as concentrações de ferro e manganês são muito mais altas do que o esperado para a turbidez registrada. Ademais, nesta coleta o cádmio registra concentração acima dos valores observados nas coletas anteriores e a condutividade elétrica é elevada, alcançando 2920  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , o que resulta da presença de altas concentrações de íons dissolvidos. Cabe destacar que a condutividade elétrica já apresentou valores altos em coletas anteriores, tendo se agravado nesta última.

As características hidroquímicas observadas na quarta coleta de amostras do referido poço apontam a ocorrência de contaminação das águas subterrâneas neste ponto, causada, provavelmente, pelo carvão mineral depositado no pátio adjacente e que serve para alimentar as caldeiras da usina. É importante destacar, contudo, que não foram verificados indícios de contaminação no poço PM-08 localizado a jusante, com exceção da segunda coleta, quando a condutividade elétrica registrou 1276  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , indicando que a contaminação está restrita a distâncias muito próximas da fonte, que reside no pátio de carvão, e sofre disseminação muito lenta. Na segunda coleta, também foram detectadas altas concentrações de ferro e manganês totais na água, as quais são interpretadas como decorrentes da presença expressiva de fração sólida suspensa indicada pelo elevado valor de turbidez.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5. Resultados analíticos das amostras da 1ª e 2ª e 3ª coletas. CH: consumo humano; DA: dessedentação de animais; REC: recreação; NA: não analisado; ND: não detectado. Resultados de toxicidade faltantes na 3ª coleta serão apresentados no próximo relatório. Valores em rosa: impróprios para consumo humano; valores em amarelo: impróprio para dessedentação de animais.

Parâmetro	Unidade	PM 01				PM 02				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,05	ND	ND	ND	<0,05	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND	ND	ND	<0,01	<0,001	0,004	0,013	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	<0,01	0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	597	538	335	342	764	663	658	867	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	<5	<5	<5	<5	8	85	105	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	<2	<2	<2	<2	2	2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	<5	<5	<5	<5	8	9	15	12	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,1	<1,0	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	<0,003	<0,003	ND	ND	<0,003	---	---	---
Ferro Total	mg/L	ND	<0,05	ND	ND	0,38	6,19	28,34	48,97	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,04	0,04	0,09	0,1	<0,01	<0,01	0,01	0,12	---	---	---
Manganês Total	mg/L	0,27	0,26	0,21	<0,05	1,39	1,79	3,27	2,74	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	<0,0002	ND	<0,0002	ND	ND	<0,0002	<0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	ND	<0,01	ND	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	3,4	2	2,6	3,5	1,3	1,2	0,9	0,5	---	---	---
pH	--	6,3	5,6	5,7	6	6,2	6,4	6,1	6,4	---	---	---
Turbidez	NTU	<0,6	0,72	0,8	1	3,4	12,2	60	39,5	---	---	---
Zinco Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,05	ND	ND	ND	ND	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	ausente	NA	presente	ausente	presente	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	presente	ausente	ausente	NA	presente	presente	presente	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 03				PM 04				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	ND	ND	ND	0,06	ND	ND	<0,05	0,06	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND	ND	<0,001	<0,001	<0,001	ND	0,003	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	788	654	576	594	632	595	618	728	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	<5	<5	<5	<5	<5	14	16	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	323	10	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	<0,003	<0,003	ND	ND	ND	---	---	---
Ferro Total	mg/L	ND	<0,05	ND	ND	0,52	3,29	2,59	8,72	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,03	0,03	0,12	<0,01	0,11	0,02	0,08	---	---	---
Manganês Total	mg/L	<0,05	ND	ND	ND	1,42	2,01	2,87	3,66	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	<0,0002	ND	<0,0002	<0,0002	ND	ND	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	<0,01	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	2	2,8	1,9	2,5	2,1	2	1,8	1,3	---	---	---
pH	--	6,5	6,2	6,1	6,1	6,3	6,2	6,2	6,4	---	---	---
Turbidez	NTU	<0,6	<0,6	1,9	36,7	3,2	3	8,2	33,9	---	---	---
Zinco Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	presente	ausente	NA	NA	NA	ausente	NA	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	ausente	presente	NA	NA	NA	ausente	NA	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 05				PM 06				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	0,14	0,25	ND	0,08	2,07	2,05	0,1	0,1	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND	ND	ND	<0,001	ND	ND	ND	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	ND	ND	ND	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	<0,005	<0,005	<0,005	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	601	467	377	450	92	107	103,5	130,6	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	<5	<5	<5	40	43	56	13	---	---	---
Cromo Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	2	<2	3	<2	<2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	295	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	41	10	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	<0,003	<0,003	ND	ND	ND	---	---	---
Ferro Total	mg/L	ND	0,17	<0,05	ND	0,72	0,77	0,06	<0,05	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,05	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	---	---	---
Manganês Total	mg/L	1,59	1,22	<0,05	ND	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	ND	0,0003	<0,0002	ND	ND	<0,0002	<0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	0,02	<0,01	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	2,5	2,9	4,6	3,3	3,4	3,5	5,3	6,4	---	---	---
pH	--	5,6	5,5	5,7	6	5,8	5,5	5,2	5,6	---	---	---
Turbidez	NTU	<0,6	4,5	0,7	1,2	18	17	12,2	6,3	---	---	---
Zinco Total	mg/L	ND	<0,05	ND	<0,05	<0,05	ND	ND	<0,05	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	ausente	NA	ausente	ausente	NA	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	presente	ausente	ausente	NA	presente	ausente	NA	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 07				PM 08				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,05	0,74	0,35	<0,05	0,09	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	<0,001	0,012	ND	ND	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	<0,005	ND	ND	<0,005	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	202	160	157	151,6	389	1276	263	288	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	<5	<5	<5	12	14	11	8	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	<2	<2	2	2	2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	<5	7	<5	<5	<5	10	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	<0,003	<0,003	ND	ND	<0,003	---	---	---
Ferro Total	mg/L	<0,05	<0,05	ND	ND	0,59	92,45	<0,05	0,09	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,03	0,08	0,09	---	---	---
Manganês Total	mg/L	<0,05	ND	0,06	<0,05	<0,05	20,14	<0,05	ND	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	<0,0002	0,0002	<0,0002	ND	ND	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	0,09	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	7,8	3,9	6,8	6,3	6,6	2	3,9	6	---	---	---
pH	--	5,7	5,9	6,1	6,7	6,1	5,7	6,1	6,4	---	---	---
Turbidez	NTU	<0,6	2,1	0,9	<0,6	34,4	124	9,5	17,8	---	---	---
Zinco Total	mg/L	<0,05	<0,005	ND	<0,05	<0,05	ND	ND	<0,05	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	NA	NA	presente	ausente	NA	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	presente	presente	NA	NA	presente	presente	NA	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 09				PM 10				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	1,98	2,48	0,74	0,39	2,11	14,79	0,1	0,47	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	0,002	ND	0,002	0,051	<0,001	ND	ND	<0,001	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	0,03	0,02	ND	ND	ND	ND	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	ND	ND	<0,005	ND	ND	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	1750	179	1370	2920	1086	794	485	500	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	35	<5	51	<5	<5	<5	6	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	<2	<2	5	2	<2	<2	2	---	---	---
DQO	mg/L O2	<5	<5	<5	25	<5	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	20	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	<0,003	<0,003	ND	ND	<0,003	---	---	---
Ferro Total	mg/L	1,5	2,19	0,06	195	ND	0,72	<0,05	0,86	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,02	0,15	<0,01	0,02	<0,01	0,09	0,07	---	---	---
Manganês Total	mg/L	8,58	<0,05	17,17	28,1	7,42	5,45	1,49	0,62	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	<0,0002	<0,0002	0,0002	ND	ND	<0,0002	<0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	0,14	ND	0,14	0,05	0,12	0,09	0,03	0,01	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	2,5	4,2	3,9	0,9	3,9	2,2	2,5	1,2	---	---	---
pH	--	6,2	6,3	4,6	5,6	6,1	6	6,2	6,3	---	---	---
Turbidez	NTU	10,2	98,2	4,2	19,4	19,2	27,9	7,1	3,2	---	---	---
Zinco Total	mg/L	<0,05	ND	<0,05	ND	<0,05	<0,05	ND	ND	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	presente	NA	ausente	ausente	NA	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	ausente	ausente	presente	NA	presente	ausente	NA	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 11				PM 12				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	<0,05	0,11			0,16	ND	ND	<0,05	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND			ND	<0,01	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND			0,008	0,007	0,007	0,002	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND			ND	ND	<0,01	<0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	ND			ND	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	484	230			896	895	866	806	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	5	43			64	49	236	6	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND			ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	<2			<2	2	<2	4	---	---	---
DQO	mg/L O2	10	10			<5	9	11	11	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	52	10			<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND			<0,003	ND	ND	ND	---	---	---
Ferro Total	mg/L	3,89	1,23			41,19	54	54,92	4,95	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,03	0,13			0,01	0,15	0,01	0,03	---	---	---
Manganês Total	mg/L	0,93	0,31			5,47	4,99	5,46	3,49	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	<0,0002			ND	ND	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	<0,01			ND	ND	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10			<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	1,4	1			1,7	1,2	1	<0,5	---	---	---
pH	--	5,9	5,8			6,2	6,5	6,3	6,4	---	---	---
Turbidez	NTU	13,1	20,9			29,9	91,2	70,4	37,8	---	---	---
Zinco Total	mg/L	<0,05	<0,05			ND	ND	ND	ND	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente			NA	ausente	ausente	NA	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	presente			NA	presente	ausente	NA	---	---	---

Poço seco

Poço seco





# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 13				PM 14				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	2,41	0,13	ND	0,06	ND	ND	0,08	<0,05	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	<0,01	ND	ND	<0,01	ND	ND	<0,01	<0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	ND	ND	ND	<0,005	ND	<0,005	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	210	235	269	239	238	209	202	224	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	8	12	6	10	<5	<5	6	8	---	---	---
Cromo Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	<5	<5	<5	<5	6	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	31	275	<1,0	20	<1,0	<1,0	481	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	ND	<0,003	ND	ND	<0,003	---	---	---
Ferro Total	mg/L	1,92	0,1	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	<0,05	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,09	0,26	0,03	0,07	0,19	0,16	0,12	0,05	---	---	---
Manganês Total	mg/L	<0,05	ND	<0,05	ND	<0,05	ND	<0,05	ND	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	ND	<0,0002	0,0002	ND	ND	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	5,2	4,2	1,4	4	2,6	2,9	3,3	5,5	---	---	---
pH	--	6	7,1	6,3	6,2	6,4	5,6	5,5	5,8	---	---	---
Turbidez	NTU	21	15,5	9,2	85,2	4,5	17	33,5	42,8	---	---	---
Zinco Total	mg/L	<0,05	ND	ND	<0,05	<0,05	ND	ND	<0,05	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	NA	NA	ausente	ausente	NA	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	ausente	ausente	NA	NA	presente	ausente	NA	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 16				PM 17				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	ND	0,29	<0,05	0,07	0,23	0,17	ND	<0,05	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND	<0,001	<0,001	<0,001	ND	ND	ND	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	ND	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	ND	0,01	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	473	384	421	481	179	176	148,8	181,7	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	5	14	9	8	6	19	74	30	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	3	<2	<2	<2	2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	7	10	6	<5	<5	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	10	<1,0	<1,0	31	1296	512	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	ND	<0,003	ND	ND	ND	---	---	---
Ferro Total	mg/L	<0,05	0,31	<0,05	<0,05	4,81	0,14	<0,05	ND	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,02	0,18	0,19	0,12	<0,01	0,02	0,04	0,11	---	---	---
Manganês Total	mg/L	<0,05	ND	<0,05	<0,05	0,17	<0,05	0,12	<0,05	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	ND	<0,0002	0,0002	ND	ND	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	ND	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	2,4	2,3	1,7	2,1	2,1	3	4,8	2	---	---	---
pH	--	6,3	5,8	5,5	5,8	6,8	5,4	5,5	5,7	---	---	---
Turbidez	NTU	13,4	38,5	22,7	16,7	7,1	6,8	88,2	66,1	---	---	---
Zinco Total	mg/L	<0,05	ND	ND	<0,05	<0,05	ND	ND	<0,05	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	NA	NA	ausente	ausente	NA	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	ausente	ausente	NA	NA	ausente	ausente	NA	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 19				PM 20				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	0,31	ND	0,13	<0,05	<0,05	2,5	ND	<0,05	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND	ND	0,001	ND	ND	ND	<0,001	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	<0,01	<0,01	ND	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	ND	<0,005	ND	<0,005	<0,005	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	990	372	793	1044	427	240	375	486	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	<5	72	<5	<5	56	13	<5	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	2	<2	3	2	2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	9	<5	5	<5	<5	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	52	41	<1,0	20	<1,0	31	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	ND	<0,003	ND	ND	<0,003	---	---	---
Ferro Total	mg/L	0,93	0,45	0,35	1,41	0,16	1,89	0,34	1,19	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,09	0,06	0,16	<0,01	0,03	0,05	0,25	---	---	---
Manganês Total	mg/L	3,77	0,06	1,6	6,95	<0,05	<0,05	ND	<0,05	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	ND	<0,0002	0,0002	ND	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	0,02	ND	ND	0,01	<0,01	ND	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	3,6	3,2	1,4	2,5	1,7	4,9	3,3	3,6	---	---	---
pH	--	6,4	6	6,3	6,3	5,9	6,5	6,1	6,3	---	---	---
Turbidez	NTU	8	4,3	42,2	20,4	9,8	21,9	9,8	3,6	---	---	---
Zinco Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	<0,05	ND	0,16	<0,05	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	presente	NA	ausente	ausente	ausente	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	presente	ausente	presente	NA	ausente	ausente	ausente	---	---	---

As concentrações de ferro mostram tendência de crescimento com a turbidez nas mostras analisadas (Figura 11), o que aponta para a sua associação com sólidos suspenso e origem natural nas águas subterrâneas dos aquíferos locais.

Outro aspecto relevante diz respeito à baixíssima solubilidade de minerais de ferro e manganês (óxidos e hidróxidos) em água com pH maior que 4,0 como registrado em todas as amostras analisadas. Nestas condições ambientais, as concentrações de ferro e manganês dissolvidos normalmente estão abaixo de 0,5 mg/L (Willians 1998), o que é muito inferior aos números determinados nos ensaios laboratoriais.

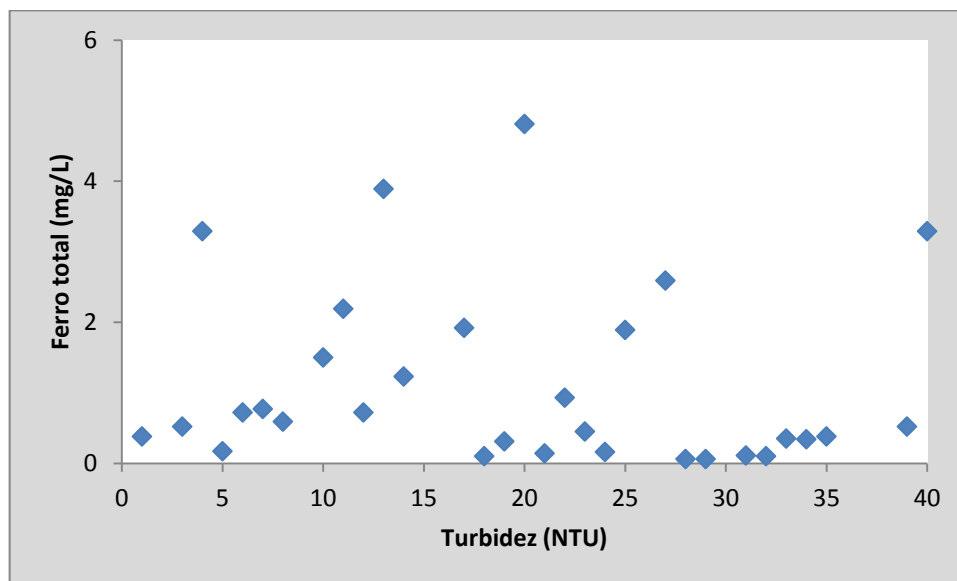


Figura 11. Diagrama de variação binário mostrando a tendência de crescimento do conteúdo de Ferro total com a turbidez. Dois *trends* são registrados, sendo aquele que contém amostras de turbidez alta e baixos teores de ferro decorrente da presença de minerais sem ferro em suspensão, principalmente a caulinita. Amostras das quatro coletas realizadas.

O níquel, o chumbo e o cádmio totais registram concentrações impróprias para consumo humano no poço PM-9, porém sem restrição para outros usos, conforme Resolução 396/2008 do CONAMA. O teor de cádmio total também se mostra impróprio para consumo humano, sem



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

outras restrições, no poço PM-02. Os demais parâmetros analisados, com exceção do Fe, Mn e Al discutidos anteriormente, não apresentaram restrições de uso de acordo com as análises da quarta campanha amostral. Cabe ressaltar aqui que análises realizadas nos poços da área em dezembro de 2013 (Monitoramento das Águas Subterrâneas na Usina Termelétrica Presidente Médici, Candiota, RS. Segundo Relatório Parcial Trimestral, de dezembro de 2013) apontaram a presença de níquel e cádmio totais em alguns poços e ausência na análise de metais dissolvidos.

### **4. Conclusões e recomendações**

Os resultados dos ensaios realizados nas amostras de água subterrânea coletadas na quarta campanha de amostragem permitem concluir o que segue.

- Os parâmetros químicos e físico-químicos investigados não apresentam indícios de contaminação nas águas subterrâneas, com exceção do poço PM-09.
- O poço PM-09 apresenta indícios de contaminação pelo alto conteúdo de ferro e manganês totais, valor elevado da condutividade elétrica e concentrações de Cd, Pb e Ni acima dos limites toleráveis para o consumo humano.
- A contaminação observada no poço PM-09 tem provável origem no pátio de carvão e está restrita a poucos metros deste local.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- Não há indícios de contaminação nos demais poços de monitoramento investigados, inclusive no PM-08 que fica a jusante do PM-09.
- As concentrações dos parâmetros analisados não mostraram variações significativas relativamente às três primeiras campanhas de amostragem realizadas em 2014 e 2015, com exceção do PM-09.
- O alumínio total apresenta concentrações maiores que o limite estabelecido para consumo humano apenas nos poços PM-09 e PM-10, com tendência de redução em comparação com as coletas anteriores. Não há restrições de uso, contudo, para dessedentação animal.
- O alumínio, que possui baixíssima solubilidade em águas subterrâneas de baixa acidez, apresenta concentrações maiores nas amostras de água com turbidez mais elevada, o que permite inferir que este metal está contido na fração sólida suspensa e tem origem no ambiente natural.
- Ferro e o manganês total registram concentrações restritivas para consumo humano e recreação em 40% dos poços. Com exceção do poço PM-09, que apresenta indícios de contaminação, nos demais poços estes metais estão, provavelmente, associados à fração sólida suspensa.
- O ferro e o manganês apresentam altas concentrações nas amostras de água com turbidez mais elevada, o que, somado à solubilidade muito baixa de minerais de ferro e manganês em águas com pH acima de 4,0, permite inferir que estes metais têm origem natural e estão contidos na fração sólida suspensa.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- O níquel total registra conteúdo restritivo para consumo humano apenas no poço PM-09, não sendo impróprio para outros usos.
- O cádmio total registra conteúdo restritivo para consumo humano nos poços PM-02 e PM-09, não sendo impróprio para outros usos. No poço PM-09 há indícios de contaminação, ao passo que no poço PM-02 este metal deve estar associado à fração sólida suspensa, pois a turbidez tem valor relativamente elevado.
- Todos os demais parâmetros registram concentrações que não apresentam nenhuma restrição de uso.
- Devido às características do alumínio, ferro e manganês registradas em boa parte dos poços, bem como do níquel, cádmio e chumbo em dois poços, a água subterrânea do aquífero freático da área da usina não pode ser utilizada para fins de abastecimento humano.
- Dado que o alumínio, o ferro e o manganês registrados nas amostras de água subterrânea têm provável origem natural em todos os poços, com exceção do PM-09, não se fazem necessárias ações de remediação do aquífero para estes metais.
- Os indícios de contaminação das águas subterrâneas com ferro, manganês, cádmio e chumbo totais, bem como do elevado valor da condutividade elétrica, no poço PM-09 apontam para a necessidade de monitoramento e caso a situação persista deverão ser tomadas medidas protetivas junto ao pátio de carvão.





## 5. Equipe técnica

Os estudos de monitoramento das águas subterrâneas, nesta campanha de amostragem, foram executados pela equipe que conta com os seguintes componentes:

Prof<sup>ª</sup> Catarina da Silva Pedroso<sup>1</sup> - Coordenadora do Projeto

Prof. Antonio Pedro Viero<sup>2</sup> – Responsável técnico

Natália Zangirolymo Vianna<sup>3</sup>

<sup>1</sup>: Centro de Ecologia da UFRGS

<sup>2</sup>: Instituto de Geociências da UFRGS.

<sup>3</sup>: Estudante de Geologia da UFRGS.

Dr. Antonio Pedro Viero

CREA: RS068957



## 6. Referências bibliográficas

- ABNT, 1987. NBR 9898/87. Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores.
- ABNT, 1999. NBR 14339, Água - Determinação de pH - Método Eletrométrico.
- ABNT, 1999. NBR 14340, Água - Determinação da condutividade e da resistividade elétrica.
- ABNT, 2005. NBR 13373, Toxicidade crônica - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera).
- ABNT, 2007. NBR 15.495-1/2007. Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados Parte 1: Projeto e construção.
- ABNT, 2008. NBR 15495-2:2008 Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares. Parte 2: Desenvolvimento
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. Washington, 2005, 21<sup>th</sup> ed.
- CETESB, 2011. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 396, DE 03 DE ABRIL DE 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
- WILLIAMSON, M.A. (1998). Iron. *Encyclopedia of Earth Science*, p. 348-353.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

## **ANEXO I**

### **ART**

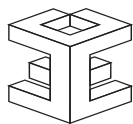
**Anexada ao Relatório Inicial, de Agosto de 2014.**



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

## **ANEXO II**

# **LAUDOS ENSAIOS LABORATORIAIS**



FUNDAÇÃO  
LUIZ ENGLERT  
ENTIDADE DE APOIO A UFRGS DESDE 1965

1



**USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI**

**MUNICÍPIO DE CANDIOTA/RS**

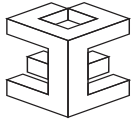
**MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES  
AMBIENTAIS**

**Relatório Final**

**Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011**

**Julho/2015**





---

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

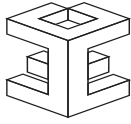
**Aos cuidados: Eng<sup>a</sup> Simone Soccá**

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 2014 a junho de 2015

Porto Alegre, 20 de julho de 2015.

---

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



---

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**

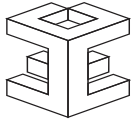
**15. Bioindicadores da Qualidade do Ar**

**16. Atividade Pecuária**

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

**18. Referências Bibliográficas**

**19. Equipe de Trabalho**



---

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

### **1. Objeto do Estudo**

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

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

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

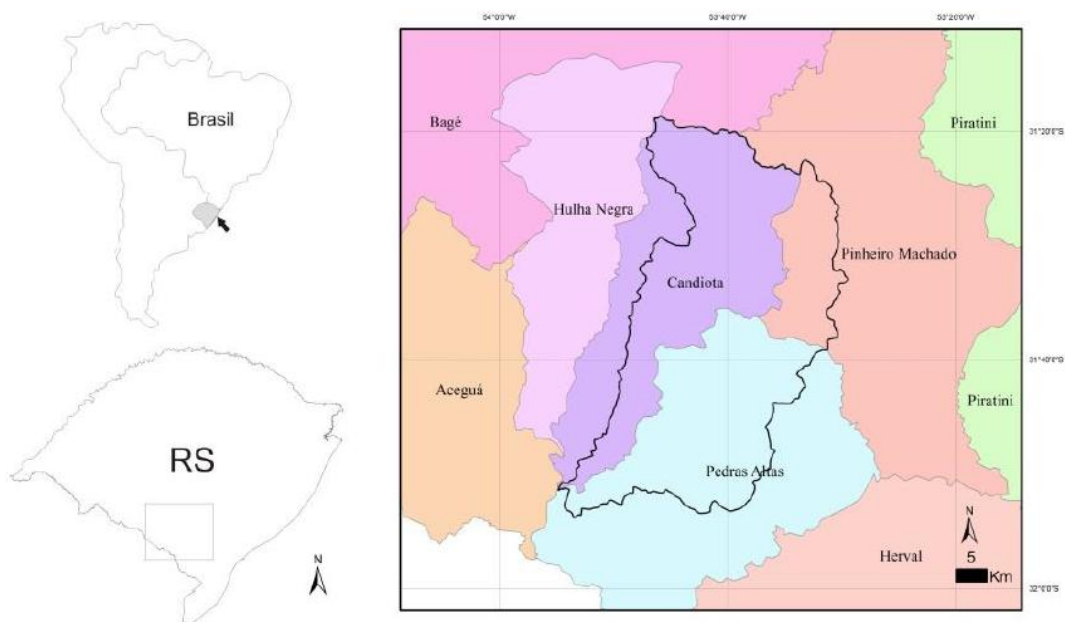
Os pontos amostrais e o monitoramento realizado, para os diversos compartimentos, estão de acordo com o "PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DA USINA TERMELÉTRICA DE CANDIOTA, MUNICÍPIO DE CANDIOTA/RS", elaborado em agosto de 2006 por solicitação da CGTEE.

## 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).

### Localização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Arroio Candiota, situada entre as coordenadas geográficas  $31^{\circ}53'48.13''S$ ;  $53^{\circ}54'54''W$  e  $31^{\circ}19'1.19''S$ ;  $53^{\circ}29'1.69''W$ , abrange os municípios de Candiota, Pedras Altas e Pinheiro Machado no Mapa 1 apresenta-se o mapa de situação da área. Pertence à bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo, cujos principais usos da água se destinam a irrigação, abastecimento humano e dessedentação animal.



Mapa 1. Localização da área de estudos bacia hidrográfica do Arroio Candiota, Modificado de Farias (2014).

---

O clima na região é do tipo Cfa (subtropical, com precipitações durante o ano inteiro, segundo a classificação de Köppen). A classificação do clima Cfa pode ser desmembrada. A letra "C" define climas mesotérmicos (temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C e superior a -3 °C, ao menos um mês com média igual ou superior a 10 °C). A letra "f" se refere ao clima ser sempre úmido (mês menos chuvoso com precipitação superior a 60 mm). A letra "a" indica verões quentes (mês mais quente com média igual ou superior a 22 °C).

A pluviosidade média anual é 1122 mm e a chuva tende a ser bem distribuída ao longo no ano, porém nos meses de março e maio a quantidade de chuvas é menor enquanto nos meses de fevereiro, junho e novembro há picos de chuva, havendo pouca variação espacial na pluviometria da região. Essa descrição se baseia na média da pluviometria mensal, entre julho de 2005 e junho de 2013, de quatro estações meteorológicas. As estações Aeroporto (31°29'42.80"S, 53°41'38.00"O), Candiota (31°32'35.77"S, 53°42'55.87"O) e Aceguá (31°51'51.85"S, 54°9'43.71"O) fazem parte da rede de monitoramento ambiental da Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica - Eletrobras CGTEE. A Estação Bagé (31°34'46.8"S; 54°01'19.8"O) compõe a malha de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

### 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.

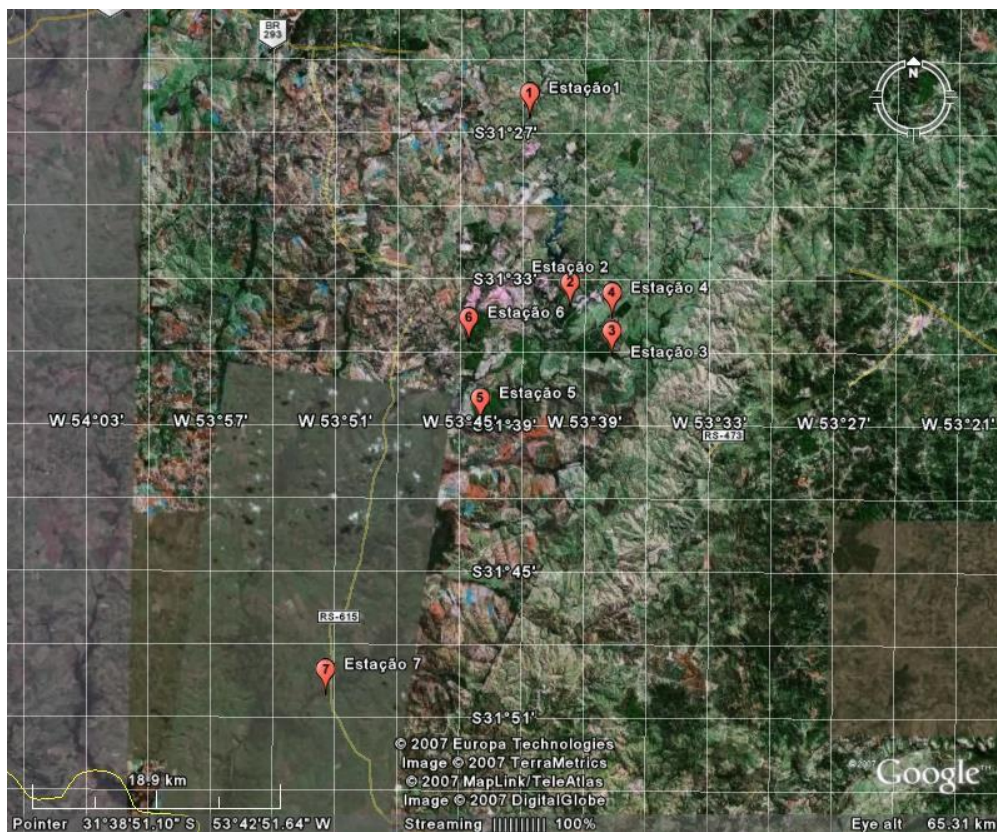


Figura 3.1. Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento

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

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

---

## **4. ÁGUA SUPERFICIAL**

### **4.1 Introdução**

Esse relatório apresenta os resultados compilados relativos às coletas realizadas nos meses de agosto e outubro de 2014 e janeiro e abril de 2015, 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.



Tabela 4.1 – Valores máximos e mínimos em Água Superficial registrados no Monitoramento Ambiental da região de Candiota para o período de julho/2014 a junho/2015.

Obs: as concentrações mínimas obtidas estão na primeira linha de cada parâmetro e as concentrações máximas na segunda linha.

PARÂMETRO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Condutividade ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	38,0	46,0	58,0	68,0	74,0	233	87,0
	68,2	94,7	129	245	329	916	223
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	199	63	185	171	146	<1	173
	1989	464	6867	1076	12997	379	2400
Cor aparente (mg.L Pt <sup>-1</sup> )	132	103	160	86	145	22	174
	202	273	511	489	932	141	497
DBO (mg.L O <sub>2</sub> <sup>-1</sup> )	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	<2	2	<2	2	2	<2	2
Fenóis totais (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fósforo Tota I (mg.L <sup>-1</sup> )	0,04	0,01	0,04	0,07	0,05	0,02	0,05
	0,08	0,32	0,08	0,21	0,16	0,18	0,09
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,15	<0,09
	0,18	0,20	0,31	0,30	0,30	0,39	0,25
Nitrogênio Amoniacal (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	<0,1
	1,3	0,4	0,5	0,6	0,4	2,2	0,5
Al dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	1,05	0,08
	0,14	0,12	0,22	0,16	0,25	6,53	0,22
Fe dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	0,55	0,29	0,28	0,27	0,33	0,96	0,28
	0,85	0,86	0,48	0,61	0,43	5,79	0,41
Cu dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
As total (mg.L <sup>-1</sup> )	<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
Cd total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	0,003	0,002	<0,001
Pb total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,08	<0,01	0,03

PARÂMETRO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Cr total (mg.L <sup>-1</sup> )	<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 <sup>-1</sup> )	0,07	<0,05	<0,05	0,06	0,07	0,81	<0,05
	0,20	0,24	0,07	0,24	0,30	2,46	0,14
Ni total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01
	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,11	<0,01
Zn total (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16	<0,05
Hg total (mg.L <sup>-1</sup> )	<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 <sup>-1</sup> )	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	6,7	7,0	7,0	7,3	6,9	8,0	6,6
	9,2	8,7	9,8	10,5	9,9	9,8	8,0
pH	6,5	6,7	6,8	6,9	6,8	3,5	6,1
	6,8	7,0	7,8	7,2	7,1	5,1	7,1
Sólidos Dissolvidos (mg.L <sup>-1</sup> )	<10	32	48	36	44	48	56
	54	68	58	117	139	180	138
Surfactantes (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfeto (mg. L <sup>-1</sup> )	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	<0,002	0,007	0,004	0,041	0,008	0,020	0,005
Toxicidade crônica com <i>Selenastrum capricornutum</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	TC	TC	NE	NE	TC	TA	TC
Toxicidade crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	NE	NE	NE	NE	NE	TA	NE
	NE	NE	TC	NE	NE	TA	NE
Toxicidade crônica com <i>Pimephales promelas</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	TC	NE	NE	NE	NE	TA	TA
Turbidez (NTU)	11,3	8,0	14,1	8,7	15,4	2,2	19,3
	19,6	25,7	47,4	51,3	94,0	23,3	51,9

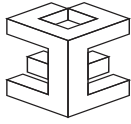
NE = nenhum efeito, TC = Toxicidade crônica, TA = Toxicidade aguda

As estações amostrais, para os diversos parâmetros analisados, estão avaliadas por Classe de Qualidade conforme estabelecido pela Resolução CONAMA 357, tendo por base a situação mais crítica apresentada para cada parâmetro no período amostral.

Essa avaliação está apresentada na Tabela 4.2, onde a classe de qualidade está apresentada na forma de cores.

Tabela 4.2 – Classe de Qualidade da Água Superficial das estações amostrais, considerando a situação mais **crítica** para cada parâmetro no período amostral (julho/2014 a junho/2015).

PARÂMETRO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<i>E. coli</i>	Amarelo	Verde	Vermelho	Verde	Vermelho	Verde	Amarelo
DBO	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
Fenóis totais	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
Fósforo Total	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Azul	Amarelo
Nitrato	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
Nitrogênio Amoniacal	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
Al dissolvido	Azul	Azul	Azul	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Vermelho
Fe dissolvido	Amarelo	Azul	Azul	Azul	Amarelo	Amarelo	Amarelo
Cu dissolvido	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
As total	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
Cd total	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Amarelo	Azul



PARÂMETRO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Pb total	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 3	Classe 4	Classe 1	Classe 3
Cr total	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Mn total	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 3	Classe 1	Classe 4	Classe 1
Ni total	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 4	Classe 1
Zn total	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 3	Classe 1
Hg total	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Óleos e Graxas	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Oxigênio Dissolvido	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
pH	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 4	Classe 1
Sólidos Dissolvidos	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Surfactantes	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Sulfeto	Classe 1	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Toxicidade	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4
Turbidez	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 1	Classe 2

Legenda: Classe de Qualidade

Cor

Resolução CONAMA 357

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;
- DBO<sub>5</sub> ;
- 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 gradação (CETESB) e o correspondente Indicador de Qualidade utilizado nesta avaliação, Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – IQA e Indicador de Qualidade para Candiota

<b>IQA</b>	<b>Qualidade CETESB</b>	<b>Indicador de Qualidade Candiota</b>
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

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 nos períodos anteriormente monitorados (julho de 2011 a junho de 2014).

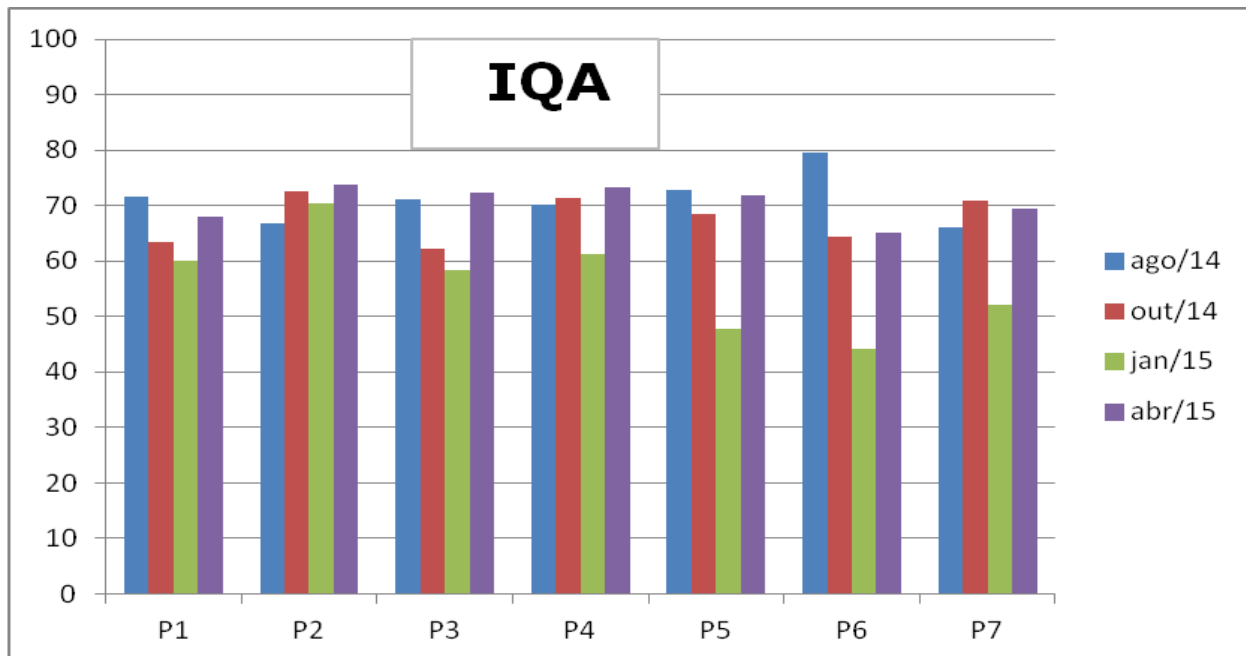


Figura 4.1 Valores de IQA em água superficial da região de Candiota, período julho/14 a junho/15.

Tabela 4.4 – Indicadores de Qualidade Candiota referentes ao IQA, Candiota, RS.

Amostragem	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
ago/14	4	4	4	4	4	4	4
out/14	4	4	4	4	4	4	4
jan/15	4	4	4	4	3	3	4
abr/15	4	4	4	4	4	4	4

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<b>Média jul/14 a jun/15</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>4,0</b>
Média jul/13 a jun/14	4,0	4,2	4,0	3,7	4,0	4,0	4,0
Média jul/12 a jun/13	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	3,7	4,0
Média jul/11 a jun/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 : Cádmiu total  
Cromo total  
Cobre dissolvido  
Chumbo total  
Mercúriu 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

<b>IPMCA</b>	<b>Qualidade CETESB</b>	<b>Indicador de Qualidade Candiota</b>
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 nos períodos anteriormente monitorados.

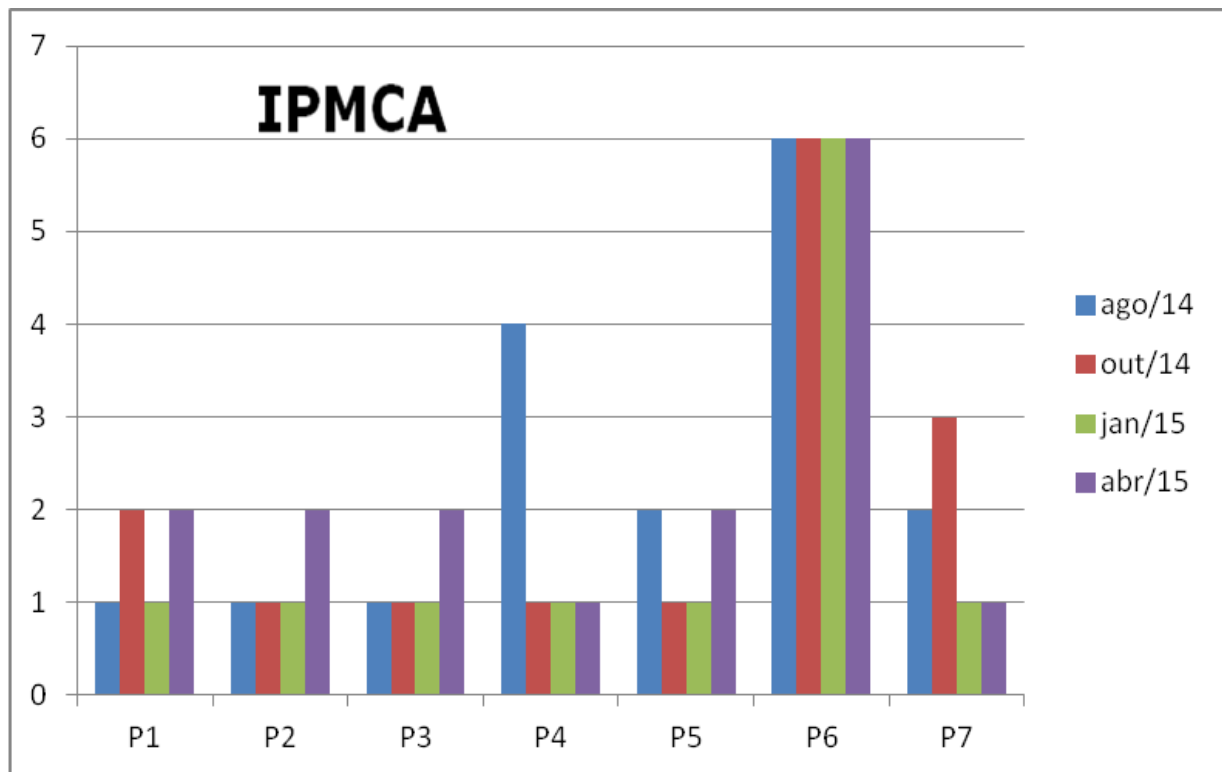


Figura 4.2 Valores de IPMCA em água superficial da região de Candiota, período agosto/14 a junho/15.

Tabela 4.6 – Indicadores de Qualidade Candiota referentes ao IPMCA, Candiota, RS.

Amostragem	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
ago/14	5	5	5	2	4	1	4
out/14	4	5	5	5	5	1	3
jan/15	5	5	5	5	5	1	5
abr/15	4	4	4	5	4	1	5

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<b>Média jul/14 a jun/15</b>	<b>4,5</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>4,2</b>	<b>4,5</b>	<b>1,0</b>	<b>4,2</b>
Média jul/13 a jun/14	5,0	5,0	4,7	3,2	4,2	1,7	4,5
Média jul/12 a jun/13	4,7	3,0	4,5	4,0	4,5	2,7	4,7
Média jul/11 a jun/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 nos períodos anteriormente monitorados.

Tabela 4.7 – Composição do Indicador Candiota para Água Superficial para os quatro períodos amostrados

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
IQA (jul/14 a jun/15)	4,0	4,0	4,0	4,0	3,7	3,7	4,0
IPMCA (jul/14 a jun/15)	4,5	4,7	4,7	4,2	4,5	1,0	4,2
<b>Total de Pontuação jul/14 a jun/15</b>	<b>8,5</b>	<b>8,7</b>	<b>8,7</b>	<b>8,2</b>	<b>8,2</b>	<b>4,7</b>	<b>8,2</b>
Total de Pontuação jul/13 a jun/14	9,0	9,2	8,7	6,9	8,2	5,7	8,5
Total de Pontuação jul/12 a jun/13	8,2	7,0	8,5	8,0	8,5	6,4	8,7
Total de Pontuação jul/11 a jun/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.

#### **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/2014 a jun/2015 foram assim distribuídas:

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

A Tabela 4.8 apresenta o Indicador de Qualidade expresso em cores para os quatro períodos amostrais (julho de 2011 a junho de 2015).

Tabela 4.8. Apresentação do Índice de Qualidade dos quatro últimos períodos amostrais

Campanhas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Julho 2011 a junho 2012	Boa	Boa	Muito Boa	Muito Boa	Muito Boa	Média	Boa
Julho 2012 a junho 2013	Muito Boa	Boa	Muito Boa	Muito Boa	Muito Boa	Boa	Muito Boa
Julho 2013 a junho 2014	Muito Boa	Muito Boa	Muito Boa	Boa	Muito Boa	Média	Muito Boa
Julho 2014 a junho 2015	Muito Boa	Muito Boa	Muito Boa	Muito Boa	Muito Boa	Média	Muito Boa

Muito Boa	Boa	Média
-----------	-----	-------

Tendo por referência as três campanhas apresentadas na tabela 4.8, constata-se que:

**P3** e **P5** – ao longo dos quatro anos de monitoramento permaneceram sempre com a Qualidade Muito Boa;

- 
- P1 e P7** – no primeiro ano de monitoramento apresentaram Qualidade Boa passando para Qualidade Muito Boa no segundo, terceiro e quarto ano do monitoramento;
- P2** - no primeiro e segundo ano de monitoramento apresentou Qualidade Boa passando para Qualidade Muito Boa no terceiro e quarto ano;
- P4** - no primeiro e segundo ano de monitoramento apresentou Qualidade Muito Boa passando para Qualidade Boa no terceiro ano do monitoramento, retomando a Qualidade Muito Boa no quarto ano;
- P6** - no primeiro ano de monitoramento apresentou Qualidade Média passando para Qualidade Boa no segundo ano do monitoramento, porém no terceiro e quarto ano do monitoramento voltou a apresentar Qualidade Média.

Para os pontos amostrais observa-se a manutenção no Indicador de Qualidade em relação ao período anteriormente monitorado.

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

---

## **5. SEDIMENTOS**

### **5.1 Introdução**

O período do monitoramento compreendeu quatro campanhas de amostragem distribuídas entre julho de 2014 a julho de 2015 e serão denominadas como AA, AB, AC e AD, que são as campanhas amostrais de julho-2014, outubro-2014, janeiro-2015 e abril-2015, distribuídos com base no caráter sazonal e trimestral.

A localização da área de estudo e das Estações Amostrais, identificadas pelo número 1 a 7, estão apresentadas no Mapa 1 e Quadro 3.1, respectivamente. 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 "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 superficial de fundo da calha do Arroio Candiota, a dita camada ativa do arroio. A utilização de um ou de outro foi determinada pelas condições de fluxo dos locais amostrados.

### **5.2 Metodologia de Análise**

#### **5.2.1 – Física dos Sedimentos**

A física dos sedimentos, foi descrita com base na distribuição granulométrica das partículas que compõem os sedimentos (frações granulométricas). O conhecimento gerado tem sua importância devido a



---

importância da área superficial dos grãos, que estão disponibilizados aquelas reações químicas que acontecem na superfície dos grãos devido as cargas negativas originadas da quebra de ligações entre partículas e da substituição isomórfica de cátions no retículo cristalino.

Os sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial armazenam inflorações sobre os químicos existentes no meio bem como sobre a dinâmica do meio.

As variações das distribuições de tamanhos de grãos constatadas são atribuídas ao fornecimento ao sistema destes materiais pela zona fonte isto é a mineralogia original das litologias que compõe o arcabouço da bacia hidrográfica (litologias) e a composição dos solos, produto do intemperismo, erosão e transporte atuante na área. A proporção ds partículas grosseiras diminuem à medida que os sedimentos são transportados no sistema, e o material mais fino (silte e argila) tendem a acumular-se em zonas de menor energia hidraulica. Considera-se aqui o fato de que uma das principais forças ecológicas da área é a declividade, isto é a gravidade.

Para que se tenha uma informação aproximada destas variações foi calculado a razão:

$$\text{Energia do Meio} = (\% \text{ Grosseiros} / \% \text{ finos (silte e argila)})$$

Calculou-se também outra razão, estabelecida por SANTOS et. al.2002), o índice geoquímico de distribuição granulométrica

$$\text{IGDG} = (\% \text{ Finos} / (\% \text{ finos} * \% \text{ grosseiros}))$$

---

A interpretação dos resultados obtidos nas análises foi feita com base na aplicação dos métodos de FOLK & WARD (1957), PASSEGA (1957), VISHER (1969) e SAHU (1964). O tamanho das partículas é uma propriedade fundamental que influencia na transferência e no transporte dos constituintes químicos, entre a água e sedimento. 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 ( $f_{i5}$ ,  $f_{i16}$ ,  $f_{i25}$ ,  $f_{i50}$ ,  $f_{i75}$ ,  $f_{i84}$ , e  $f_{i95}$ ), 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.

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 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.

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.

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

a) **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:

$C_f^i < 1$	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.

b) **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:  $Cd = \sum_{i=1}^6 C_f^i = \sum_{i=1}^6 C_{o-1}^i / C_n^i$  Este cálculo é o somatório dos fatores de contaminação para cada um dos elementos medidos. O grau de contaminação obtido forneceu uma classificação nominal:

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

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.

Tabela 5.1- “Backgrounds” (níveis de base) utilizados como referenciais nas comparações com as taxas encontradas nos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota.

Elementos Estudados	Background Crosta Terrestre	Background Sedimentos	Fator Clarke
Al	8,20%	7,20%	8,36%
As	1,5 ppm	7,7 ppm	1,8 ppm
Cd	0,11 ppm	0,17 ppm	0,16 ppm
Pb	14 ppm	19 ppm	13 ppm
Cu	50 ppm	33 ppm	68 ppm
Cr	100 ppm	72 ppm	122 ppm
Fe	4,10%	4,10%	6,20%
Mn	950 ppm	770 ppm	1060 ppm
Hg	0,05 ppm	0,19 ppm	0,08 ppm
Ni	80 ppm	52 ppm	99 ppm
Zn	75 ppm	95 ppm	76 ppm

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.

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)

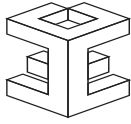
Met/Classes	TEL			PEL	
	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
As (µg/g)	<5,9	≥5,9 a 11,5	> 11,5 a < 17,0	17,0 a 25,5	>25,5
Cd(µg/g)	<0,6	≥0,6 a 2,1	> 2,1 a < 3,5	3,5 a 5,3	> 5,3
Pb(µg/g)	<35,0	≥35,0 a 63,2	> 63,2 a < 91,3	91,3 a 137,0	>137,0
Cu(µg/g)	<35,7	≥35,7 a 116,4	> 116,4 a < 197,0	197,0 a 295,5	>295,5
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

Como estratégia estatística toda a vez que a análise química mostrava ND, utilizava-se o limite de detecção para estabelecer as relações, uma vez que se buscaram-se sempre os valores mais restritivos possíveis para julgar a área e seus usos, uma vez que as atividades industriais são intensas.

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.

Foram utilizados métodos de análise estatística descritiva e multivariada. Primeiro, a análise de componentes principais (PCA) do conjunto de dados foi aplicada para determinar se os metais pesados nos sedimentos foram derivados a partir de fontes naturais ou antropogênicas. Para extrair os componentes principais significativos enquanto diminui a contribuição dessas variáveis com pouca importância, rotação Varimax foi empregado (Kaiser, 1958).





Em segundo lugar, a análise de agrupamento (AA), utilizando o método de Ward (distância euclidiana como uma medida de similaridade) foi executada. Foi escolhido este método principalmente porque ele se funde grupos com base na soma dos quadrados e o agrupamento hierárquico com melhor desempenho, o que minimiza a perda de informações (veja discussão detalhada em TEMPL et al., 2008). Dados padronizados tanto para a APC e AA análises foi usado para evitar erros de classificação devido a diferenças na dimensionalidade dos dados (WEBSTER, 2001).

### **5.3 Resultados e Considerações**

#### **5.3.1 Física dos Sedimentos**

Na Tabela 5.6, apresentam-se os componentes do tamanho que caracterizam os sedimentos superficiais da calha fluvial do Arroio Candiota. A ordenação decrescente das estações com base na relação entre grosseiros/finos estabeleceu a seguinte ordem:

6AB>1AA>2AA>4AC>4AA>1AC>2AC>4AB>4AD>3AC>7AD>1AD>  
2AD>6AD>6AA>3AD>7AB>3AB>2AB>1AB>7AC>5AD>6AC>3AA>  
5AA>5AB>5AC.

Por outro lado, o índice geoquímico de distribuição granulométrica IGDDG (SANTOS et al. 2002) aplicado aos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota apresentou a seguinte ordem decrescente:

5AC>5AB>5AA>3AA>6AC>5AD>7AC>4AB>1AB>2AB>3AB>7AB>  
3AD>2AC>2AA>6AD>1AD>2AD>7AD>6AA>3AC>4AD>1AC>4AA>  
4AC>1AA>6AB.

Tabela 5.6- Tamanho de grãos componentes dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota. O prognóstico da energia de sedimentação é obtido pela razão entre o somatório das taxas de tamanhos areia e maiores e o somatório das taxas de silte e argila. O índice geoquímico de distribuição granulométrica é apresentado. Candiota, RS (julho 2014 a junho 2015).

Estações	Casc (%)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Energia	IGDG	MO (%)	pH
1AA	0,6	99	0,3		332,00	0,0100	2	6
1AB	0,1	76,5	13	13,4	2,90	0,0131	1,9	6,4
1AC	41,9	57,2	1,1		90,09	0,0101	2,6	6,2
1AD	11,8	85,6	2,4		40,58	0,0103	1,18	6,3
2AA	20,5	74	0,5		199,00	0,0106	2,8	5,7
2AB	1	75,6	20,6	2,7	3,29	0,0131	2,1	6,4
2AC	27,3	62,3	1,1		81,45	0,0112	0,4	6,3
2AD	1,9	95,5	1,7	0,8	38,96	0,0103	0,87	6,4
3AA	4,7	51,9	25,4	17,8	1,31	0,0177	0,5	5,9
3AB	3,7	75,8	10,5	9,8	3,92	0,0126	0,5	6,5
3AC	1,7	96,3	1,9		51,58	0,0102	1,2	7,1
3AD	15	73,5	6,2	5,2	7,76	0,0113	1,76	6,2
4AA	23,4	75,7	0,6	0,3	110,78	0,0101	1,2	6,2
4AB	2,9	66,1	0,9		76,67	0,0145	0,5	6,6
4AC	2,6	96,8	0,6		165,67	0,0101	0,7	5,6
4AD	6,8	91,8	1,4		70,43	0,0101	0,22	6,3
5AA	0,1	52,9	41,4	5,8	1,12	0,0189	0,5	6,3
5AB		32,7	65	2,3	0,49	0,0306	7,4	6,3
5AC	0,1	19,4	77,2	3,2	0,24	0,0513	6,7	7,2
5AD	2,1	60,2	36,8	0,9	1,65	0,0161	3,8	6,1
6AA	7,1	90,9	5,8	1,7	13,07	0,0102	0,5	5,1
6AB	0,8	98,9	0,2		498,50	0,0100	0,5	6,4
6AC	0,4	57,9	15,5	26	1,40	0,0172	0,3	5,5
6AD	9,2	88,1	1,3	1,4	36,04	0,0103	1,4	6,3
7AA								
7AB	1,3	83,6	7,8	7,3	5,62	0,0118	0,6	6,5
7AC		66	14	20	1,94	0,0152	0,5	6,1
7AD	2,4	95,5	1,4	0,5	51,53	0,0102	0,13	6,3

### 5.3.2 Química dos Sedimentos

#### - Concentração de Metais

As Tabelas 5.7 e 5.8 apresentam as concentrações encontradas para os elementos químicos do estudo, nos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do estudo, na forma total e disponível.

Tabela 5.7 – Concentrações, metal **total**, encontradas nos sedimentos do Arroio Candiota nas campanhas amostrais A, B, C e D, julho/2014 a junho/2015.

Met.Tot.	Altot(%)	Astot	Cdtot	Pbtot	Cutot	Crtot	Fetot(%)	Mntot	Hgtot	Nitot	Zntot
1AA	2,38	8,00	0,08	11,00	8,00	8,00	0,76	70,00	0,20	17,20	19,00
1AB	0,96	8,00	0,08	11,40	8,00	8,00	0,86	456,00	0,15	33,60	21,00
1AC	1,41	8,00	0,08	0,10	8,00	14,10	1,95	56,60	0,15	16,40	21,80
1AD	1,55	8,00	0,08	0,10	8,00	8,00	0,77	375,00	0,15	14,60	10,50
2AA	1,90	8,00	0,08	15,30	8,00	11,00	1,29	160,00	0,20	20,00	31,00
2AB	1,04	8,30	0,08	10,00	9,30	13,80	1,78	936,00	0,15	34,20	32,60
2AC	1,04	8,00	0,08	0,10	8,00	9,30	0,58	114,00	0,15	15,20	13,30
2AD	1,63	8,00	0,08	0,10	8,00	8,60	0,61	252,00	0,15	16,30	15,80
3AA	2,55	8,00	0,08	27,80	8,00	18,00	1,90	363,00	0,20	18,90	35,00
3AB	1,44	9,90	0,08	7,20	8,00	8,00	1,13	452,00	0,15	26,30	25,78
3AC	1,14	8,00	0,08	0,10	8,00	8,00	0,78	227,00	0,15	13,20	15,90
3AD	2,78	8,00	0,08	0,10	8,00	16,40	2,15	774,00	0,15	16,70	28,00
4AA	1,90	8,00	0,08	12,00	8,00	18,00	2,69	324,00	0,20	22,90	57,00
4AB	0,92	8,80	0,08	8,00	8,00	8,70	1,46	299,00	0,15	31,30	26,30
4AC	1,40	8,00	0,08	0,10	8,00	9,10	1,94	436,00	0,15	19,00	40,50
4AD	1,29	8,00	0,08	0,10	8,00	8,00	1,12	116,00	0,15	17,40	27,10
5AA	2,71	8,00	0,16	27,70	20,00	43,00	3,89	1232,00	0,20	31,12	104,00
5AB	1,45	8,00	0,08	14,30	16,40	27,80	2,22	1215,00	0,16	27,50	64,50
5AC	2,90	8,00	0,08	0,10	13,00	26,90	2,20	838,00	0,15	21,30	71,10
5AD	2,11	8,00	0,08	0,10	8,00	17,00	1,71	502,00	0,15	17,80	35,60
6AA	1,73	8,00	0,08	14,30	8,00	17,00	3,26	95,00	0,20	3,80	23,00
6AB	1,46	12,30	0,08	9,60	4,20	8,00	1,31	104,00	0,15	34,20	9,90
6AC	0,79	8,00	0,08	0,10	8,00	8,00	0,40	208,00	0,15	15,80	9,10
6AD	1,52	8,00	0,08	0,10	8,00	8,80	1,59	61,30	0,15	16,50	12,80
7AA											
7AB	1,68	8,61	0,08	10,10	8,00	8,00	0,65	247,00	0,15	30,90	14,20
7AC	1,63	8,00	0,08	0,10	8,00	8,00	0,55	280,00	0,15	16,40	13,90
7AD	1,31	8,00	0,08	0,10	8,00	8,00	0,48	152,20	0,15	15,75	8,60

Obs.: Al e Mn expressos em % e os demais metais em ppm.

Tabela 5.8 – Concentrações, metal **disponível**, encontradas nos sedimentos do Arroio Candiota nas campanhas amostrais A, B, C e D, julho/2014 a junho/2015.

MetDisp	Aldisp(%)	Asdisp	Cddisp	Pbdisp	Cudisp	Crdisp	Fedisp(%)	Mndisp	Hgdisp	Nidisp	Zndisp
1AA	0,23	2,50	0,50	2,50	2,50	2,50	0,34	59,60	0,15	2,50	4,40
1AB	1,00	2,50	0,50	4,20	2,50	4,50	0,85	414,00	0,15	2,50	12,60
1AC	0,65	4,70	0,05	7,50	4,90	9,60	1,80	38,80	0,36	4,10	20,50
1AD	0,01	2,50	0,05	4,50	2,50	4,30	0,60	279,00	0,15	2,50	8,57
2AA	0,28	2,50	0,50	2,50	2,50	3,80	0,42	93,40	0,15	2,50	8,70
2AB	1,20	2,50	0,50	4,90	4,50	11,40	1,42	656,00	0,15	6,80	24,50
2AC	0,28	2,50	0,05	2,50	2,50	7,30	0,58	87,20	0,15	2,70	10,60
2AD	0,01	2,50	0,05	2,50	3,40	6,00	0,48	225,00	0,15	3,40	11,90
3AA	1,10	2,50	0,50	7,90	2,50	7,00	1,03	400,00	0,15	2,60	17,00
3AB	0,81	2,50	0,50	6,20	2,50	4,80	1,13	396,00	0,15	2,50	13,46
3AC	0,91	2,50	0,05	6,00	2,50	5,40	0,76	155,00	0,15	2,60	16,30
3AD	2,47	2,50	0,05	11,90	6,00	11,20	1,20	564,00	0,15	6,00	23,40
4AA	0,43	2,50	0,50	5,00	2,50	9,00	1,41	275,00	0,15	3,60	30,70
4AB	0,44	2,50	0,50	3,90	2,50	6,10	1,35	175,00	0,15	3,40	23,60
4AC	0,67	4,30	0,05	7,00	3,00	8,60	1,60	395,00	0,15	5,80	40,20
4AD	0,29	2,50	0,05	3,20	2,80	5,50	1,00	110,00	0,15	2,80	19,60
5AA	3,15	2,50	0,50	5,00	10,70	16,60	2,54	1247,30	0,15	10,50	57,70
5AB	1,20	2,50	0,50	12,20	10,60	18,40	2,22	1158,00	0,16	11,20	58,00
5AC	2,06	4,90	0,05	12,90	11,30	17,20	1,90	628,00	0,41	11,60	64,10
5AD	1,82	3,50	0,05	7,20	5,70	7,80	0,91	362,00	0,15	5,70	35,10
6AA	0,55	5,50	0,50	5,70	2,50	7,60	1,86	66,60	0,15	2,80	11,10
6AB	0,25	3,40	0,50	3,10	2,50	4,00	1,10	30,20	0,15	2,50	5,90
6AC	0,51	2,50	0,05	2,60	2,50	2,50	0,39	73,00	0,15	2,50	7,70
6AD	0,62	5,90	0,05	5,50	3,30	4,90	1,54	50,10	0,15	3,30	10,40
7AA											
7AB	0,50	2,50	0,50	2,75	2,50	3,10	0,45	230,00	0,15	2,50	9,85
7AC	0,54	2,50	0,05	3,90	2,50	3,50	0,51	221,00	0,15	2,50	12,20
7AD	0,32	2,50	0,05	2,50	2,50	22,50	0,43	108,50	0,15	2,50	8,20

Obs.: Al e Mn expressos em % e os demais metais em ppm.

Na Tabela 5.9 apresentam-se as variações, os intervalos valores máximos e valores mínimos de cada elemento químico de caracter geral, a estatística descritiva da matriz de dados gerados no período Julho 2104 a Junho 2015.

Tabela 5.9 – Estatística descritiva dos elementos totais, medidos nos sedimentos da Calha fluvial do Arroio Candiota, julho/14 a junho/15.

Elementos	N	Intervalo	Minimo	Maximo	Média	DesvioPadrão	Variância	Assimetria	Curtose
Químicos	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística
Altot	27	2,12	0,80	2,92	1,66	0,59	0,34	0,77	-0,16
Astot	27	4,30	8,00	12,30	8,29	0,90	0,80	3,93	16,50
Cdtot	27	0,08	0,08	0,16	0,08	0,02	0,00	5,20	27,00
Pbtot	27	27,70	0,10	27,80	6,67	8,29	68,73	1,22	1,09
Cutot	27	15,80	4,20	20,00	8,86	3,03	9,19	2,66	7,82
Crtot	27	35,00	8,00	43,00	13,17	8,25	68,09	2,27	5,87
Fetot	27	3,49	0,40	3,89	1,48	0,88	0,78	0,98	0,82
Mntot	27	1175,40	56,60	1232,00	383,15	335,89	112825,26	1,41	1,27
Hgtot	27	0,05	0,15	0,20	0,16	0,02	0,00	1,39	-0,05
Nitot	27	30,40	3,80	34,20	20,90	7,66	58,60	0,34	-0,28
Zntot	27	95,40	8,60	104,00	29,16	22,16	490,96	1,94	4,17

Na Tabela 5.10 apreentam-se os coeficientes de correlação considerados significativos (\*) correlação é significativa ao nível de 0,05 e (\*\*) correlação é significativa ao nível de 0,01.

- Zinco foi o elemento que apresentou o maior numero de coeficientes de correlação significativo para o período de monitoramento, apresentou oito bons coeficientes de correlação;
- Cromo e o Ferro apresentaram sete bons coeficientes de correlação;
- Cobre apresentou seis bons coeficientes de correlação para o período de estudos;
- Mercúrio apresentou cinco bons coeficientes de correlação para ao período;
- Alumínio, Cadmio e Manganês apresentaram quatro bons coeficientes de correlação;
- Chumbo apresentou três bons coeficientes de correlação;
- Arsenio e Níquel apresentaram o menor numero de coeficientes de correlação.

Tabela 5.10 - Matriz de correlação entre os elementos químicos medidos nos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota.

Elementos	Altot	Astot	Cdtot	Pbtot	Cutot	Crtot	Fetot	Mntot	Hgtot	Nitot	Zntot
Altot	1										
Astot		1									
Cdtot			1								
Pbtot				1							
Cutot					1						
Crtot						1					
Fetot							1				
Mntot								1			
Hgtot									1		
Nitot										1	
Zntot											1

\*. Correlação é significativa ao nível de 0,05. \*\*. Correlação é significativa ao nível de 0,01.

Na Figura 5.1 apresenta-se o resultado da análise de agrupamento para os elementos do estudo, o corte na distancia 10 o agrupamento separa três grupos:

- 1) Cadmio, Mercúrio, Alumínio, Ferro e Chumbo;
- 2) Arsenio, Cobre, Cromo, Níquel e Zinco;
- 3) Manganês.

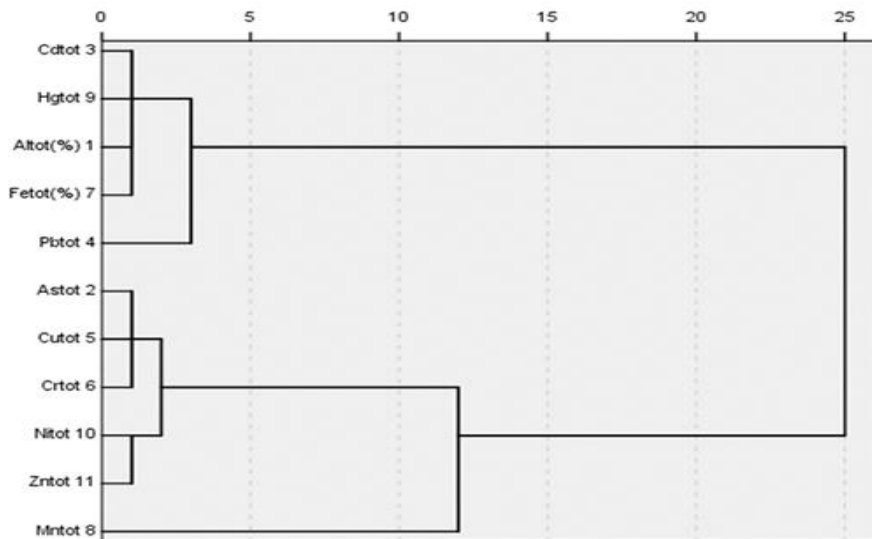


Figura 5.1- Análise de agrupamentos usando o método de Ward e o uso do SPSS. Agrupamento dos elementos medidos nos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota.

A Análise Fatorial resultou em três fatores que explicam cerca de 75,526 % da variância dos dados. O Fator 1 explica 33,8 % da variância, o Fator 2 explica 25,6 % da variância, e o componente 3 explica 16,02%, Tabela 5.11:

- O Fator 1 é a variável hipotética composta pelas seguintes variáveis originais Cd, Cu, Cr, Mn e Zn;
- O Fator 2 é a variável hipotética composta pelas seguintes variáveis originais; Al, Pb, Fe, e Hg;
- O Fator 3 é a variável hipotética composta pelas seguintes variáveis originais As e Ni.

Na Tabela 5.11 apresentam-se os fatores, suas cargas e o percentual de explicação de cada componente, obtido na ficha de resultado do software SPSS disponibilizado pela UFRGS. Na Tabela 5.12 apresenta-se o resultado da composição de cada fator, dito variável hipotética e a composição através das variáveis originais.

Tabela 5.11- Resultado da análise fatorial das variáveis dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota. Usou-se o método de extração, análises dos componentes principais SPSS-UFRGS.

Component	Initial Eigenvalues			Extração Soma das Cargas Quadradas			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,936	44,871	44,871	4,936	44,871	44,871	3,723	33,842	33,842
2	1,787	16,243	61,114	1,787	16,243	61,114	2,823	25,661	59,503
3	1,585	14,412	75,526	1,585	14,412	75,526	1,763	16,023	75,526
4	0,817	7,429	82,955						
5	0,653	5,941	88,896						
6	0,542	4,928	93,824						
7	0,292	2,657	96,482						
8	0,184	1,674	98,155						
9	0,106	0,963	99,118						
10	0,073	0,663	99,781						
11	0,024	0,219	100						

Principal Component Analysis.



Tabela 5.12 - Método de Rotação: Normalização com Kaiser Normalização. Rotação convergente em 7 interações.

	1	2	3
Altot	0,339	0,603	-0,203
Astot	-0,31	0,006	0,811
Cdtot	0,577	0,358	0,093
Pbtot	0,131	0,686	0,563
Cutot	0,873	0,164	-0,207
Crtot	0,764	0,529	-0,125
Fetot	0,525	0,65	-0,012
Mntot	0,857	-0,096	0,193
Hgtot	0,016	0,931	-0,082
Nitot	0,411	-0,21	0,796
Zntot	0,797	0,459	0,024

A Análise Fatorial de dados padronizados foi aplicada para discernir padrões entre amostras de sedimentos e identificar a contribuição de cada metal pesado para cada Fator (Tabela 5.12). O conjunto de dados inteiro mostrou Fatores com autovalores > 1, Tabela 5.11 o que explica cerca de 75% da variância total na qualidade do sedimento superficiais de fundo de calha fluvial nas estações amostrais do período de estudo.

### Índices utilizando os "Backgrounds" e os "Benchmarks" (SQGS)

#### - Índice de Geoacumulação

Igeo é também uma contaminação índice que é definido pela seguinte equação:

$$I_{geo} = \log_2(C_n/1.5B_n)$$

Onde: Cn é a concentração medida de metal n;

Bn é a concentração do background do metal n.

1,5 é o índice de correção que é normalmente usado para caracterizar os sedimentos e a geologia de rochas e outros efeitos.



O índice de geoacumulação é composto por sete classes, mostradas na Tabela 5.13.

Tabela 5.13 - Índice de Geoacumulação (IGEO) de metais MULLER, 1979

<b>Intensidade da Poluição</b>	<b>Acumulação no Sedimento (Valor do IGEO)</b>	<b>Classe IGEO</b>
Muito fortemente poluído	> 5	6
Forte a muito fortemente poluído	> 4 - 5	5
Fortemente poluído	> 3 - 4	4
Moderado a fortemente poluído	> 2 - 3	3
Moderadamente poluído	> 1 - 2	2
Pouco a moderadamente poluído	> 0 - 1	1
Praticamente não poluído	< 0	0

Para o cálculo do índice foram usados todos os três tipos de background selecionados separadamente, media na crosta, media nos sedimentos e o fator Clarke. As Tabelas 5.14, 5.15, e 5.16 são as respostas obtidas para este cálculo.

Tabela 5.14- Índice de geoacumulação considerando a referência a composição média da Crosta Terrestre, Candiota julho/14 a junho/15.

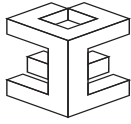
Metais Totais	Ind Geo Al	Ind Geo As	Ind Geo Cd	Ind Geo Pb	Ind Geo Cu	Ind Geo Cr	Ind Geo Fe	Ind Geo Mn	Ind Geo Hg	Ind Geo Ni	Ind Geo Zn
1AA	-2,37	1,83	-1,04	-0,93	-3,23	-4,23	-3,02	-4,35	1,42	-2,80	-2,57
1AB	-3,68	1,83	-1,04	-0,88	-3,23	-4,23	-2,84	-1,64	1,00	-1,84	-2,42
1AC	-3,12	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-3,41	-1,66	-4,65	1,00	-2,87	-2,37
1AD	-2,99	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-4,23	-2,99	-1,93	1,00	-3,04	-3,42
2AA	-2,69	1,83	-1,04	-0,46	-3,23	-3,77	-2,25	-3,15	1,42	-2,58	-1,86
2AB	-3,56	1,88	-1,04	-1,07	-3,01	-3,44	-1,79	-0,61	1,00	-1,81	-1,79
2AC	-3,55	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-4,01	-3,41	-3,64	1,00	-2,98	-3,08
2AD	-2,91	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-4,12	-3,34	-2,50	1,00	-2,88	-2,83
3AA	-2,27	1,83	-1,04	0,40	-3,23	-3,06	-1,69	-1,97	1,42	-2,67	-1,68
3AB	-3,09	2,14	-1,04	-1,54	-3,23	-4,23	-2,44	-1,66	1,00	-2,19	-2,13
3AC	-3,43	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-4,23	-2,97	-2,65	1,00	-3,18	-2,82
3AD	-2,14	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-3,19	-1,52	-0,88	1,00	-2,85	-2,01
4AA	-2,69	1,83	-1,04	-0,81	-3,23	-3,06	-1,19	-2,14	1,42	-2,39	-0,98
4AB	-3,74	1,97	-1,04	-1,39	-3,23	-4,11	-2,07	-2,25	1,00	-1,94	-2,10
4AC	-3,10	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-4,04	-1,66	-1,71	1,00	-2,66	-1,47
4AD	-3,25	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-4,23	-2,45	-3,62	1,00	-2,79	-2,05
5AA	-2,18	1,83	-0,04	0,40	-1,91	-1,80	-0,66	-0,21	1,42	-1,95	-0,11
5AB	-3,09	1,83	-1,04	-0,55	-2,19	-2,43	-1,47	-0,23	1,09	-2,13	-0,80
5AC	-2,07	1,83	-1,04	-7,71	-2,50	-2,48	-1,48	-0,77	1,00	-2,49	-0,66
5AD	-2,55	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-3,14	-1,85	-1,51	1,00	-2,75	-1,66
6AA	-2,83	1,83	-1,04	-0,55	-3,23	-3,14	-0,92	-3,91	1,42	-4,98	-2,29
6AB	-3,08	2,45	-1,04	-1,13	-4,16	-4,23	-2,23	-3,78	1,00	-1,81	-3,51
6AC	-3,95	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-4,23	-3,95	-2,78	1,00	-2,93	-3,63
6AD	-3,01	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-4,09	-1,95	-4,54	1,00	-2,86	-3,14
7AA											
7AB	-2,87	1,94	-1,04	-1,06	-3,23	-4,23	-3,23	-2,53	1,00	-1,96	-2,99
7AC	-2,91	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-4,23	-3,47	-2,35	1,00	-2,87	-3,02
7AD	-3,23	1,83	-1,04	-7,71	-3,23	-4,23	-3,67	-3,23	1,00	-2,93	-3,71

Tabela 5.15- Índice de geoacumulação considerando a referência Média dos Sedimentos, Candiota julho/14 a junho/15.

Metais Totais	Ind Geo Al	Ind Geo As	Ind Geo Cd	Ind Geo Pb	Ind Geo Cu	Ind Geo Cr	Ind Geo Fe	Ind Geo Mn	Ind Geo Hg	Ind Geo Ni	Ind Geo Zn
1AA	-2,18	-0,53	-1,67	-1,37	-2,63	-3,75	-3,02	-4,04	-0,51	-2,18	-2,91
1AB	-3,50	-0,53	-1,67	-1,32	-2,63	-3,75	-2,84	-1,34	-0,93	-1,22	-2,76
1AC	-2,94	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-2,94	-1,66	-4,35	-0,93	-2,25	-2,71
1AD	-2,80	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-3,75	-2,99	-1,62	-0,93	-2,42	-3,76
2AA	-2,51	-0,53	-1,67	-0,90	-2,63	-3,30	-2,25	-2,85	-0,51	-1,96	-2,20
2AB	-3,37	-0,48	-1,67	-1,51	-2,41	-2,97	-1,79	-0,30	-0,93	-1,19	-2,13
2AC	-3,36	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-3,54	-3,41	-3,34	-0,93	-2,36	-3,42
2AD	-2,72	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-3,65	-3,34	-2,20	-0,93	-2,26	-3,17
3AA	-2,08	-0,53	-1,67	-0,04	-2,63	-2,58	-1,69	-1,67	-0,51	-2,05	-2,03
3AB	-2,91	-0,22	-1,67	-1,98	-2,63	-3,75	-2,44	-1,35	-0,93	-1,57	-2,47
3AC	-3,24	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-3,75	-2,97	-2,35	-0,93	-2,56	-3,16
3AD	-1,96	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-2,72	-1,52	-0,58	-0,93	-2,22	-2,35
4AA	-2,51	-0,53	-1,67	-1,25	-2,63	-2,58	-1,19	-1,83	-0,51	-1,77	-1,32
4AB	-3,55	-0,39	-1,67	-1,83	-2,63	-3,63	-2,07	-1,95	-0,93	-1,32	-2,44
4AC	-2,91	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-3,57	-1,66	-1,41	-0,93	-2,04	-1,81
4AD	-3,06	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-3,75	-2,45	-3,32	-0,93	-2,16	-2,39
5AA	-1,99	-0,53	-0,67	-0,04	-1,31	-1,33	-0,66	0,09	-0,51	-1,33	-0,45
5AB	-2,90	-0,53	-1,67	-0,99	-1,59	-1,96	-1,47	0,07	-0,83	-1,50	-1,14
5AC	-1,89	-0,53	-1,67	-8,15	-1,90	-2,01	-1,48	-0,46	-0,93	-1,87	-1,00
5AD	-2,36	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-2,67	-1,85	-1,20	-0,93	-2,13	-2,00
6AA	-2,64	-0,53	-1,67	-0,99	-2,63	-2,67	-0,92	-3,60	-0,51	-4,36	-2,63
6AB	-2,89	0,09	-1,67	-1,57	-3,56	-3,75	-2,23	-3,47	-0,93	-1,19	-3,85
6AC	-3,76	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-3,75	-3,95	-2,47	-0,93	-2,30	-3,97
6AD	-2,82	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-3,62	-1,95	-4,24	-0,93	-2,24	-3,48
7AA											
7AB	-2,69	-0,42	-1,67	-1,50	-2,63	-3,75	-3,23	-2,23	-0,93	-1,34	-3,33
7AC	-2,72	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-3,75	-3,47	-2,04	-0,93	-2,25	-3,36
7AD	-3,05	-0,53	-1,67	-8,15	-2,63	-3,75	-3,67	-2,92	-0,93	-2,31	-4,05

Tabela 5.16 - Índice de geoacumulação considerando a referência Fator Clarke, Candiota julho/14 a junho/15.

Metais Totais	Ind Geo Al	Ind Geo As	Ind Geo Cd	Ind Geo Pb	Ind Geo Cu	Ind Geo Cr	Ind Geo Fe	Ind Geo Mn	Ind Geo Hg	Ind Geo Ni	Ind Geo Zn
1AA	-2,40	1,57	-1,58	-0,83	-3,67	-4,52	-3,61	-4,51	0,63	-3,11	-2,58
1AB	-3,71	1,57	-1,58	-0,77	-3,67	-4,52	-3,43	-1,80	0,22	-2,14	-2,44
1AC	-3,15	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-3,70	-2,25	-4,81	0,22	-3,18	-2,39
1AD	-3,02	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-4,52	-3,59	-2,08	0,22	-3,35	-3,44
2AA	-2,72	1,57	-1,58	-0,35	-3,67	-4,06	-2,85	-3,31	0,63	-2,89	-1,88
2AB	-3,59	1,62	-1,58	-0,96	-3,46	-3,73	-2,39	-0,76	0,22	-2,12	-1,81
2AC	-3,58	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-4,30	-4,01	-3,80	0,22	-3,29	-3,10
2AD	-2,94	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-4,41	-3,94	-2,66	0,22	-3,19	-2,85
3AA	-2,30	1,57	-1,58	0,51	-3,67	-3,35	-2,29	-2,13	0,63	-2,97	-1,70
3AB	-3,12	1,87	-1,58	-1,44	-3,67	-4,52	-3,04	-1,81	0,22	-2,50	-2,14
3AC	-3,45	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-4,52	-3,56	-2,81	0,22	-3,49	-2,84
3AD	-2,17	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-3,48	-2,11	-1,04	0,22	-3,15	-2,03
4AA	-2,72	1,57	-1,58	-0,70	-3,67	-3,35	-1,79	-2,29	0,63	-2,70	-1,00
4AB	-3,77	1,70	-1,58	-1,29	-3,67	-4,39	-2,67	-2,41	0,22	-2,25	-2,12
4AC	-3,13	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-4,33	-2,25	-1,87	0,22	-2,97	-1,49
4AD	-3,28	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-4,52	-3,05	-3,78	0,22	-3,09	-2,07
5AA	-2,21	1,57	-0,58	0,51	-2,35	-2,09	-1,26	-0,37	0,63	-2,25	-0,13
5AB	-3,11	1,57	-1,58	-0,45	-2,64	-2,72	-2,07	-0,39	0,31	-2,43	-0,82
5AC	-2,10	1,57	-1,58	-7,61	-2,94	-2,77	-2,08	-0,92	0,22	-2,80	-0,68
5AD	-2,57	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-3,43	-2,45	-1,66	0,22	-3,06	-1,68
6AA	-2,86	1,57	-1,58	-0,45	-3,67	-3,43	-1,51	-4,06	0,63	-5,29	-2,31
6AB	-3,10	2,19	-1,58	-1,02	-4,60	-4,52	-2,83	-3,93	0,22	-2,12	-3,53
6AC	-3,98	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-4,52	-4,55	-2,93	0,22	-3,23	-3,65
6AD	-3,04	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-4,38	-2,55	-4,70	0,22	-3,17	-3,15
7AA											
7AB	-2,90	1,67	-1,58	-0,95	-3,67	-4,52	-3,83	-2,69	0,22	-2,26	-3,01
7AC	-2,94	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-4,52	-4,07	-2,51	0,22	-3,18	-3,04
7AD	-3,26	1,57	-1,58	-7,61	-3,67	-4,52	-4,27	-3,38	0,22	-3,24	-3,73



### - Fator de Enriquecimento (EF)

O EF é um índice de contaminação útil para determinar o grau de poluição e ou contaminação antropogênica por metais. O EF para cada elemento foi calculado para avaliar influências antrópicas sobre metais pesados em sedimentos usando a seguinte fórmula:

$$EF = \frac{(C_x / C_{Al})_{Sample}}{(C_x / C_{Al})_{Background}}$$

Onde:  $C_x$  e  $C_{Al}$  denotam as concentrações de elemento x e Al e o Fe nas amostras. Neste estudo, o Al e o Fe foram usado como elemento de referência para a normalização geoquímica, porque representa a quantidade de aluminossilicatos, que é geralmente, a fase portadora predominante para metais nos sedimentos e a sua concentração natural tende a ser uniforme.

De acordo com os valores EF, cada amostra cai em um dos sete níveis:

EF 1 indica que não há enriquecimento;

EF 1 a 3 é menor enriquecimento;

EF 3 a 5 é o enriquecimento moderada;

EF 5 a 10 é o enriquecimento moderadamente grave;

EF 10 a 25 é grave enriquecimento;

EF 25 a 50 é o enriquecimento muito grave;

EF 50 é extremamente grave enriquecimento.

As Tabelas 5.17 a 5.22 apresentam o cálculo para este Fator.

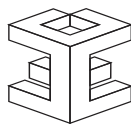


Tabela 5.17 - Fator de enriquecimento, considerando os referenciais de crosta terrestre e a normalização com o Alumínio, Candiota julho/14 a julho/15.

Metais Totais	EF Al	EF As	EF Cd	EF Pb	EF Cu	EF Cr	EF FE	EF Mn	EF Hg	EF Ni	EF Zn
1AA	1,00	18,38	2,51	2,71	0,55	0,28	0,64	0,25	13,78	0,74	0,87
1AB	1,00	45,67	6,23	6,97	1,37	0,69	1,80	4,11	25,69	3,60	2,40
1AC	1,00	30,99	4,23	0,04	0,93	0,82	2,77	0,35	17,43	1,19	1,69
1AD	1,00	28,29	3,86	0,04	0,16	0,42	1,00	2,09	15,91	0,97	0,74
2AA	1,00	23,02	3,14	4,72	0,69	0,47	1,36	0,73	17,26	1,08	1,78
2AB	1,00	43,46	5,71	5,61	1,46	1,08	3,40	7,74	23,56	3,36	3,41
2AC	1,00	41,68	5,68	0,06	1,25	0,73	1,10	0,94	23,44	1,48	1,39
2AD	1,00	26,77	3,65	0,04	0,16	0,43	0,74	1,33	15,06	1,02	1,06
3AA	1,00	17,15	2,34	6,39	0,51	0,58	1,49	1,23	12,86	0,76	1,50
3AB	1,00	37,58	4,14	2,93	0,91	0,46	1,57	2,71	17,08	1,87	1,96
3AC	1,00	38,22	5,21	0,05	1,15	0,57	1,38	1,71	21,50	1,18	1,52
3AD	1,00	15,72	2,14	0,02	0,16	0,48	1,55	2,40	8,84	0,62	1,10
4AA	1,00	23,02	3,14	3,70	0,69	0,78	2,83	1,47	17,26	1,24	3,28
4AB	1,00	52,28	6,48	5,09	1,43	0,78	3,18	2,80	26,74	3,49	3,13
4AC	1,00	30,50	4,16	0,04	0,91	0,52	2,72	2,62	17,16	1,36	3,09
4AD	1,00	33,82	4,61	0,05	0,16	0,51	1,74	0,77	19,02	1,38	2,29
5AA	1,00	16,14	4,40	5,99	1,21	1,30	2,87	3,92	12,10	1,18	4,20
5AB	1,00	30,19	4,12	5,78	1,86	1,57	3,07	7,24	18,11	1,95	4,87
5AC	1,00	14,97	2,04	0,02	0,75	0,76	1,50	2,48	8,42	0,75	2,66
5AD	1,00	20,78	2,83	0,03	0,16	0,66	1,62	2,06	11,69	0,87	1,85
6AA	1,00	25,28	3,45	4,84	0,76	0,81	3,77	0,47	18,96	0,23	1,45
6AB	1,00	46,07	4,09	3,85	0,47	0,45	1,79	0,62	16,86	2,40	0,74
6AC	1,00	54,85	7,48	0,07	1,65	0,82	1,00	2,25	30,85	2,03	1,25
6AD	1,00	28,69	3,91	0,04	0,16	0,47	2,09	0,35	16,14	1,11	0,92
7AA											
7AB	1,00	28,04	3,55	3,52	0,78	0,39	0,78	1,27	14,66	1,89	0,92
7AC	1,00	26,68	3,64	0,04	0,80	0,40	0,68	1,47	15,01	1,03	0,93
7AD	1,00	33,43	4,56	0,04	0,16	0,50	0,74	1,00	18,81	1,23	0,72

Tabela 5.18 - Fator de enriquecimento, considerando os referencias de crosta terrestre e a normalização com o Ferro, Candiota julho/14 a julho/15.

Metais Totais	EF Al	EF As	EF Cd	EF Pb	EF Cu	EF Cr	EF FE	EF Mn	EF Hg	EF Ni	EF Zn
1AA	1,57	28,77	3,92	4,24	0,86	0,43	1,00	0,40	21,58	1,16	1,37
1AB	0,56	25,39	3,46	3,88	0,76	0,38	1,00	2,29	14,28	2,00	1,33
1AC	0,36	11,20	1,53	0,01	0,34	0,30	1,00	0,13	6,30	0,43	0,61
1AD	1,00	28,30	3,86	0,04	0,85	0,42	1,00	2,09	15,92	0,97	0,74
2AA	0,74	16,95	2,31	3,47	0,51	0,35	1,00	0,54	12,71	0,79	1,31
2AB	0,29	12,77	1,68	1,65	0,43	0,32	1,00	2,27	6,93	0,99	1,00
2AC	0,91	37,84	5,16	0,05	1,14	0,66	1,00	0,85	21,29	1,35	1,26
2AD	1,35	36,05	4,92	0,05	1,08	0,58	1,00	1,79	20,28	1,38	1,42
3AA	0,67	11,51	1,57	4,28	0,35	0,39	1,00	0,82	8,63	0,51	1,01
3AB	0,64	23,96	2,64	1,87	0,58	0,29	1,00	1,73	10,89	1,19	1,25
3AC	0,73	27,78	3,79	0,04	0,83	0,42	1,00	1,24	15,63	0,86	1,10
3AD	0,65	10,17	1,39	0,01	0,31	0,31	1,00	1,55	5,72	0,40	0,71
4AA	0,35	8,13	1,11	1,31	0,24	0,27	1,00	0,52	6,10	0,44	1,16
4AB	0,31	16,45	2,04	1,60	0,45	0,24	1,00	0,88	8,41	1,10	0,98
4AC	0,37	11,22	1,53	0,02	0,34	0,19	1,00	0,97	6,31	0,50	1,14
4AD	0,57	19,44	2,65	0,03	0,58	0,29	1,00	0,45	10,94	0,79	1,32
5AA	0,35	5,62	1,53	2,09	0,42	0,45	1,00	1,37	4,22	0,41	1,46
5AB	0,33	9,84	1,34	1,89	0,61	0,51	1,00	2,36	5,91	0,63	1,59
5AC	0,66	9,95	1,36	0,01	0,50	0,50	1,00	1,65	5,60	0,50	1,77
5AD	0,62	12,81	1,75	0,02	0,38	0,41	1,00	1,27	7,21	0,53	1,14
6AA	0,27	6,71	0,91	1,28	0,20	0,21	1,00	0,13	5,03	0,06	0,39
6AB	0,56	25,69	2,28	2,15	0,26	0,25	1,00	0,34	9,40	1,34	0,41
6AC	1,00	54,93	7,49	0,07	1,65	0,82	1,00	2,25	30,90	2,03	1,25
6AD	0,48	13,75	1,87	0,02	0,41	0,23	1,00	0,17	7,73	0,53	0,44
7AA											
7AB	1,28	36,02	4,56	4,53	1,00	0,50	1,00	1,63	18,82	2,42	1,19
7AC	1,48	39,40	5,37	0,05	1,18	0,59	1,00	2,18	22,16	1,51	1,37
7AD	1,36	45,31	6,18	0,06	1,36	0,68	1,00	1,36	25,49	1,67	0,97



Tabela 5.19 - Fator de enriquecimento considerando os referenciais das medias dos sedimentos do planeta e a normalização com Alumínio, Candiota julho/14 a julho/15.

Metais Totais	EF Al	EF As	EF Cd	EF Pb	EF Cu	EF Cr	EF FE	EF Mn	EF Hg	EF Ni	EF Zn
1AA	1,00	3,14	1,42	1,75	0,73	0,34	0,56	0,28	3,18	1,00	0,61
1AB	1,00	7,81	3,54	4,51	1,82	0,84	1,58	4,45	5,94	4,86	1,66
1AC	1,00	5,30	2,40	0,03	1,24	1,00	2,43	0,37	4,03	1,61	1,17
1AD	1,00	4,84	2,19	0,02	1,13	0,52	0,88	2,27	3,68	1,31	0,51
2AA	1,00	3,94	1,78	3,05	0,92	0,58	1,19	0,79	3,99	1,46	1,24
2AB	1,00	7,43	3,25	3,63	1,94	1,32	2,99	8,38	5,44	4,54	2,37
2AC	1,00	7,13	3,23	0,04	1,66	0,89	0,97	1,02	5,42	2,01	0,96
2AD	1,00	4,58	2,07	0,02	1,15	0,53	0,65	1,44	3,48	1,38	0,73
3AA	1,00	2,93	1,33	4,13	0,68	0,71	1,31	1,33	2,97	1,03	1,04
3AB	1,00	6,43	2,35	1,89	1,21	0,56	1,38	2,93	3,95	2,53	1,36
3AC	1,00	6,54	2,96	0,03	1,53	0,70	1,21	1,85	4,97	1,60	1,05
3AD	1,00	2,69	1,22	0,01	1,29	0,59	1,36	2,60	2,04	0,83	0,76
4AA	1,00	3,94	1,78	2,39	0,92	0,95	2,49	1,59	3,99	1,67	2,27
4AB	1,00	8,94	3,68	3,29	1,90	0,95	2,79	3,04	6,18	4,71	2,17
4AC	1,00	5,22	2,36	0,03	1,22	0,63	2,39	2,84	3,96	1,83	2,14
4AD	1,00	5,78	2,62	0,03	1,35	0,62	1,53	0,84	4,40	1,86	1,59
5AA	1,00	2,76	2,50	3,87	1,61	1,59	2,52	4,25	2,80	1,59	2,91
5AB	1,00	5,16	2,34	3,74	2,47	1,92	2,69	7,84	4,19	2,63	3,37
5AC	1,00	2,56	1,16	0,01	0,99	0,92	1,32	2,68	1,95	1,01	1,84
5AD	1,00	3,55	1,61	0,02	1,76	0,81	1,42	2,23	2,70	1,17	1,28
6AA	1,00	4,32	1,96	3,13	1,01	0,98	3,31	0,51	4,38	0,30	1,01
6AB	1,00	7,88	2,32	2,49	0,63	0,55	1,57	0,67	3,89	3,24	0,51
6AC	1,00	9,38	4,25	0,05	2,19	1,00	0,88	2,44	7,13	2,74	0,87
6AD	1,00	4,91	2,22	0,02	1,26	0,58	1,83	0,38	3,73	1,50	0,64
7AA											
7AB	1,00	4,80	2,02	2,28	1,04	0,48	0,68	1,38	3,39	2,55	0,64
7AC	1,00	4,56	2,07	0,02	1,06	0,49	0,59	1,60	3,47	1,39	0,64
7AD	1,00	5,72	2,59	0,03	1,33	0,61	0,65	1,09	4,35	1,67	0,50



Tabela 5.20 - Fator de enriquecimento considerando os referenciais das medias dos sedimentos do planeta e a normalização com Ferro, Candiota julho/14 a julho/15.

Metais Totais	EF Al	EF As	EF Cd	EF Pb	EF Cu	EF Cr	EF Fe	EF Mn	EF Mn	EF Ni	EF Zn
1AA	1,78	5,60	2,54	3,12	1,31	0,60	1,00	0,49	5,68	1,78	1,08
1AB	0,63	4,95	2,24	2,86	1,15	0,53	1,00	2,82	3,76	3,08	1,05
1AC	0,41	2,18	0,99	0,01	0,51	0,41	1,00	0,15	1,66	0,66	0,48
1AD	1,14	5,51	2,50	0,03	1,29	0,59	1,00	2,58	4,19	1,49	0,59
2AA	0,84	3,30	1,50	2,56	0,77	0,49	1,00	0,66	3,35	1,22	1,04
2AB	0,33	2,49	1,09	1,22	0,65	0,44	1,00	2,81	1,82	1,52	0,79
2AC	1,03	7,37	3,34	0,04	1,72	0,92	1,00	1,05	5,60	2,07	0,99
2AD	1,53	7,02	3,18	0,04	1,64	0,81	1,00	2,21	5,34	2,12	1,12
3AA	0,76	2,24	1,02	3,16	0,52	0,54	1,00	1,02	2,27	0,78	0,80
3AB	0,73	4,67	1,71	1,38	0,88	0,40	1,00	2,13	2,87	1,84	0,99
3AC	0,83	5,41	2,45	0,03	1,26	0,58	1,00	1,54	4,11	1,32	0,87
3AD	0,74	1,98	0,90	0,01	0,46	0,43	1,00	1,92	1,51	0,61	0,56
4AA	0,40	1,58	0,72	0,96	0,37	0,38	1,00	0,64	1,60	0,67	0,91
4AB	0,36	3,20	1,32	1,18	0,68	0,34	1,00	1,09	2,21	1,69	0,78
4AC	0,42	2,18	0,99	0,01	0,51	0,27	1,00	1,19	1,66	0,77	0,90
4AD	0,65	3,79	1,72	0,02	0,88	0,41	1,00	0,55	2,88	1,22	1,04
5AA	0,40	1,10	0,99	1,54	0,64	0,63	1,00	1,69	1,11	0,63	1,15
5AB	0,37	1,92	0,87	1,39	0,92	0,71	1,00	2,91	1,55	0,98	1,25
5AC	0,76	1,94	0,88	0,01	0,75	0,70	1,00	2,03	1,47	0,76	1,40
5AD	0,70	2,50	1,13	0,01	0,58	0,57	1,00	1,57	1,90	0,82	0,90
6AA	0,30	1,31	0,59	0,95	0,30	0,30	1,00	0,16	1,32	0,09	0,30
6AB	0,64	5,00	1,47	1,58	0,40	0,35	1,00	0,42	2,47	2,06	0,33
6AC	1,14	10,70	4,85	0,05	2,50	1,14	1,00	2,78	8,13	3,13	0,99
6AD	0,55	2,68	1,21	0,01	0,62	0,32	1,00	0,21	2,03	0,82	0,35
7AA											
7AB	1,46	7,02	2,95	3,34	1,52	0,70	1,00	2,01	4,95	3,73	0,94
7AC	1,68	7,68	3,48	0,04	1,79	0,82	1,00	2,69	5,83	2,33	1,08
7AD	1,54	8,83	4,00	0,04	2,06	0,94	1,00	1,68	6,71	2,57	0,77

Tabela 5.21- Fator de enriquecimento considerando os referenciais do Fator Clarke e a normalização com Alumínio, Candiota julho/14 a julho/15.

Metais Totais	EF Al	EF As	EF Cd	EF Pb	EF Cu	EF Cr	EF FE	EF Mn	EF Hg	EF Ni	EF Zn
1AA	1,00	15,61	1,76	2,97	0,41	0,23	0,43	0,23	8,17	0,61	0,88
1AB	1,00	38,80	4,37	7,66	1,03	0,57	1,21	3,76	15,23	2,96	2,41
1AC	1,00	26,33	2,96	0,05	0,70	0,68	1,87	0,32	10,33	0,98	1,70
1AD	1,00	24,04	2,70	0,04	0,64	0,35	0,67	1,91	9,43	0,80	0,75
2AA	1,00	19,56	2,20	5,18	0,52	0,40	0,92	0,66	10,23	0,89	1,79
2AB	1,00	36,92	4,00	6,16	1,10	0,91	2,29	7,07	13,97	2,77	3,43
2AC	1,00	35,41	3,98	0,06	0,94	0,61	0,74	0,86	13,90	1,22	1,39
2AD	1,00	22,74	2,56	0,04	0,60	0,36	0,50	1,22	8,93	0,84	1,06
3AA	1,00	14,57	1,64	7,01	0,39	0,48	1,00	1,12	7,62	0,63	1,51
3AB	1,00	31,92	2,90	3,21	0,68	0,38	1,06	2,48	10,12	1,54	1,97
3AC	1,00	32,47	3,65	0,06	0,86	0,48	0,93	1,56	12,74	0,97	1,53
3AD	1,00	13,35	1,50	0,02	0,35	0,40	1,04	2,19	5,24	0,51	1,11
4AA	1,00	19,56	2,20	4,06	0,52	0,65	1,91	1,34	10,23	1,02	3,30
4AB	1,00	44,42	4,54	5,59	1,07	0,65	2,14	2,56	15,85	2,87	3,14
4AC	1,00	25,91	2,92	0,04	0,69	0,43	1,83	2,40	10,17	1,12	3,11
4AD	1,00	28,73	3,23	0,05	0,76	0,42	1,17	0,71	11,28	1,14	2,31
5AA	1,00	13,71	3,08	6,57	0,91	1,09	1,94	3,59	7,17	0,97	4,22
5AB	1,00	25,65	2,89	6,35	1,39	1,32	2,07	6,61	10,74	1,60	4,90
5AC	1,00	12,72	1,43	0,02	0,56	0,63	1,01	2,26	4,99	0,62	2,68
5AD	1,00	17,65	1,99	0,03	0,47	0,55	1,09	1,88	6,93	0,71	1,86
6AA	1,00	21,48	2,42	5,32	0,57	0,67	2,54	0,43	11,24	0,19	1,46
6AB	1,00	39,14	2,86	4,23	0,35	0,38	1,21	0,56	9,99	1,98	0,75
6AC	1,00	46,60	5,24	0,08	1,23	0,69	0,67	2,06	18,29	1,67	1,26
6AD	1,00	24,38	2,74	0,04	0,65	0,40	1,41	0,32	9,57	0,91	0,92
7AA											
7AB	1,00	23,82	2,49	3,87	0,59	0,33	0,52	1,16	8,69	1,55	0,93
7AC	1,00	22,66	2,55	0,04	0,60	0,33	0,46	1,35	8,89	0,84	0,93
7AD	1,00	28,40	3,20	0,05	0,75	0,42	0,50	0,92	11,15	1,02	0,72

Tabela 5.22- Fator de enriquecimento considerando os referenciais do Fator Clarke e a normalização com Ferro, Candiota julho/14 a julho/15.

Metais Totais	EF Al	EF As	EF Cd	EF Pb	EF Cu	EF Cr	EF Fe	EF Mn	EF Mn	EF Ni	EF Zn
1AA	2,32	36,26	4,08	6,90	0,96	0,53	1,00	0,54	18,97	1,42	2,04
1AB	0,82	32,00	3,60	6,31	0,85	0,47	1,00	3,10	12,56	2,44	1,99
1AC	0,54	14,11	1,59	0,02	0,37	0,37	1,00	0,17	5,54	0,53	0,91
1AD	1,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2AA	1,09	21,36	2,40	5,66	0,57	0,43	1,00	0,73	11,18	0,97	1,96
2AB	0,44	16,10	1,75	2,69	0,48	0,39	1,00	3,08	6,09	1,21	1,50
2AC	1,35	47,69	5,37	0,08	1,26	0,82	1,00	1,15	18,72	1,65	1,88
2AD	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3AA	1,00	14,50	1,63	6,98	0,38	0,48	1,00	1,12	7,59	0,62	1,50
3AB	0,95	30,19	2,74	3,04	0,65	0,36	1,00	2,34	9,57	1,46	1,86
3AC	1,08	35,01	3,94	0,06	0,93	0,52	1,00	1,69	13,74	1,05	1,65
3AD	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4AA	0,52	10,24	1,15	2,13	0,27	0,34	1,00	0,70	5,36	0,53	1,73
4AB	0,47	20,73	2,12	2,61	0,50	0,30	1,00	1,20	7,40	1,34	1,47
4AC	0,55	14,13	1,59	0,02	0,37	0,24	1,00	1,31	5,55	0,61	1,69
4AD	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5AA	0,52	7,08	1,59	3,40	0,47	0,56	1,00	1,85	3,71	0,50	2,18
5AB	0,48	12,40	1,40	3,07	0,67	0,64	1,00	3,20	5,19	0,78	2,37
5AC	0,99	12,53	1,41	0,02	0,55	0,62	1,00	2,23	4,92	0,61	2,64
5AD	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6AA	0,39	8,45	0,95	2,09	0,22	0,27	1,00	0,17	4,42	0,07	0,58
6AB	0,83	32,38	2,37	3,50	0,29	0,31	1,00	0,46	8,26	1,64	0,62
6AC	1,49	69,22	7,79	0,12	1,83	1,02	1,00	3,06	27,16	2,49	1,86
6AD	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7AA											
7AB	1,91	45,39	4,74	7,37	1,12	0,62	1,00	2,21	16,55	2,96	1,77
7AC	2,19	49,65	5,59	0,09	1,31	0,73	1,00	2,95	19,48	1,85	2,04
7AD	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## - Índices utilizando as Diretrizes da Qualidade dos Sedimentos, Benchmark (SQGd) e Background

A utilização das varias concepções estão vinculados a razões matemáticas cada uma delas devidamente explicada. No entanto em caráter generalista poder-se-ia dizer que a partir da fração:

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

taxa encontrada no sedimento

taxa a ser comparada

A taxa a ser comparada é substituída pelo benchmark e background.

A interpretação dos resultados obtidos, pela fração, baseia-se no fato matemático que, toda a vez que o valor do numerador (A) se aproximar do valor do denominador (B), o resultado da razão tenderá a 1. Toda a vez que o numerador (A) 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 esta igual ou abaixo de 0,50 e, portanto a condição mostra que o valor de referência é maior que a taxa medida no sedimento, independente da concepção utilizada;
- já a cor **laranja** é indicativo que o valor esta igual ou maior que 0,50, e menor que 1, independente da concepção utilizada, alertando ao gestor;
- a cor **vermelha** indica que o valor obtido é igual ou maior que 1, indicando que a taxa encontrada nos sedimentos de calha do Arroio Candiota é maior que a taxa de referencia, independente da concepção utilizada.

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

Os resultados a partir da utilização destas concepções, sobre os sedimentos coletados nas campanhas amostrais de julho- 2014(AA),

outubro(2014), Janeiro (2015) e abril(2015), as razões caculadas estão nas Tabelas 5.23 a 5.30 as taxas encontradas nos sedimentos são comparadas com as diretrizes SQGs, enquanto que nas Tabelas 5.31 a 5.33 as taxas encontradas nos sedimentos são comparadas com background.

Tabela 5.23- Índices calculados com base nas taxas encontradas dos elementos químicos dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, comparados com as taxas referencias da concepção TEC-PEC, o TEC-" threshold effect concentration", Candiota julho/14 a julho/15.

MeTotaís	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.
Amostras-Camp	InTECAI	InTECAs	InTECCd	InTECPb	InTECCu	InTECCr	InTECFe	InTECMn	InTECHg	InTECNi	InTECZn
1AA	0,82	0,08	0,31	0,25	0,18	0,38	0,15	1,11	0,75	0,16	
1AB	0,82	0,08	0,32	0,25	0,18	0,43	0,99	0,83	1,46	0,18	
1AC	0,82	0,08	0,00	0,25	0,32	0,98	0,12	0,83	0,71	0,18	
1AD	0,82	0,08	0,00	0,25	0,18	0,39	0,82	0,83	0,63	0,09	
2AA	0,82	0,08	0,43	0,25	0,25	0,65	0,35	1,11	0,87	0,26	
2AB	0,85	0,08	0,28	0,29	0,32	0,89	2,03	0,83	1,49	0,27	
2Ac	0,82	0,08	0,00	0,25	0,21	0,29	0,25	0,83	0,66	0,11	
2AD	0,82	0,08	0,00	0,25	0,20	0,30	0,55	0,83	0,71	0,13	
3AA	0,82	0,08	0,77	0,25	0,41	0,95	0,79	1,11	0,82	0,29	
3AB	1,01	0,08	0,20	0,25	0,18	0,56	0,98	0,83	1,14	0,21	
3AC	0,82	0,08	0,00	0,25	0,18	0,39	0,49	0,83	0,57	0,13	
3AD	0,82	0,08	0,00	0,25	0,38	1,08	1,68	0,83	0,73	0,23	
4AA	0,82	0,08	0,33	0,25	0,41	1,35	0,70	1,11	1,00	0,48	
4AB	0,90	0,08	0,22	0,25	0,20	0,73	0,65	0,83	1,36	0,22	
4AC	0,82	0,08	0,00	0,25	0,21	0,97	0,95	0,83	0,83	0,34	
4AD	0,82	0,08	0,00	0,25	0,18	0,56	0,25	0,83	0,76	0,23	
5AA	0,82	0,16	0,77	0,63	0,99	1,95	2,68	1,11	1,35	0,87	
5AB	0,82	0,08	0,40	0,51	0,64	1,11	2,64	0,89	1,20	0,54	
5AC	0,82	0,08	0,00	0,42	0,62	1,10	1,82	0,83	0,93	0,59	
5AD	0,82	0,08	0,00	0,25	0,39	0,85	1,09	0,83	0,77	0,30	
6AA	0,82	0,08	0,40	0,25	0,39	1,63	0,21	1,11	0,17	0,19	
6AB	1,26	0,08	0,27	0,13	0,18	0,65	0,23	0,83	1,49	0,08	
6AC	0,82	0,08	0,00	0,25	0,18	0,20	0,45	0,83	0,69	0,08	
6AD	0,82	0,08	0,00	0,25	0,20	0,80	0,13	0,83	0,72	0,11	
7AA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
7AB	0,88	0,08	0,28	0,25	0,18	0,33	0,54	0,83	1,34	0,12	
7AC	0,82	0,08	0,00	0,25	0,18	0,28	0,61	0,83	0,71	0,12	
7AD	0,82	0,08	0,00	0,25	0,18	0,24	0,33	0,83	0,68	0,07	

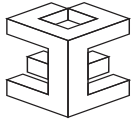


Tabela 5.24– Índices calculados com base nas taxas encontradas dos elementos químicos dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, comparados com as taxas da concepção TEC-PEC, o (PEC) = “probable effect concentration”, Candiota julho/14 a julho/15.

MetTotais	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.
Amostras-Camp	InPECAI	InPECAs	IndPECCd	IndPECPb	IndPECCu	IndPECCr	IndPECCFe	IndPECMn	IndPECHg	IndPECNi	IndPECZn
1AA	0,24	0,02	0,08	0,05	0,07	0,19	0,06	0,18	0,35	0,04	
1AB	0,24	0,02	0,09	0,05	0,07	0,22	0,41	0,14	0,69	0,05	
1AC	0,24	0,02	0,00	0,05	0,13	0,49	0,05	0,14	0,33	0,05	
1AD	0,24	0,02	0,00	0,05	0,07	0,19	0,34	0,14	0,30	0,02	
2AA	0,24	0,02	0,12	0,05	0,10	0,32	0,15	0,18	0,41	0,07	
2AB	0,25	0,02	0,08	0,06	0,13	0,44	0,85	0,14	0,70	0,07	
2Ac	0,24	0,02	0,00	0,05	0,08	0,14	0,10	0,14	0,31	0,03	
2AD	0,24	0,02	0,00	0,05	0,08	0,15	0,23	0,14	0,33	0,03	
3AA	0,24	0,02	0,21	0,05	0,16	0,48	0,33	0,18	0,39	0,08	
3AB	0,30	0,02	0,06	0,05	0,07	0,28	0,41	0,14	0,54	0,06	
3AC	0,24	0,02	0,00	0,05	0,07	0,20	0,21	0,14	0,27	0,03	
3AD	0,24	0,02	0,00	0,05	0,15	0,54	0,70	0,14	0,34	0,06	
4AA	0,24	0,02	0,09	0,05	0,16	0,67	0,29	0,18	0,47	0,12	
4AB	0,27	0,02	0,06	0,05	0,08	0,37	0,27	0,14	0,64	0,06	
4AC	0,24	0,02	0,00	0,05	0,08	0,49	0,40	0,14	0,39	0,09	
4AD	0,24	0,02	0,00	0,05	0,07	0,28	0,11	0,14	0,36	0,06	
5AA	0,24	0,03	0,21	0,13	0,39	0,97	1,12	0,18	0,64	0,23	
5AB	0,24	0,02	0,11	0,11	0,25	0,56	1,10	0,15	0,56	0,14	
5AC	0,24	0,02	0,00	0,09	0,24	0,55	0,76	0,14	0,43	0,15	
5AD	0,24	0,02	0,00	0,05	0,15	0,43	0,46	0,14	0,36	0,08	
6AA	0,24	0,02	0,11	0,05	0,15	0,82	0,09	0,18	0,08	0,05	
6AB	0,37	0,02	0,07	0,03	0,07	0,33	0,09	0,14	0,70	0,02	
6AC	0,24	0,02	0,00	0,05	0,07	0,10	0,19	0,14	0,32	0,02	
6AD	0,24	0,02	0,00	0,05	0,08	0,40	0,06	0,14	0,34	0,03	
7AA											
7AB		0,26	0,02	0,08	0,05	0,07	0,16	0,22	0,14	0,63	0,03
7AC		0,24	0,02	0,00	0,05	0,07	0,14	0,25	0,14	0,33	0,03
7AD		0,24	0,02	0,00	0,05	0,07	0,12	0,14	0,14	0,32	0,02

Tabela 5.25– Índices calculados com base nas taxas encontradas dos elementos químicos dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, comparados com as taxas da concepção LEL-SEL, o LEL= “Lowest Effect Level” Candiota julho/14 a julho/15.

MetTotais	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.
Amostras-Camp	IndLELAI	IndLELAs	IndLELcd	IndLELPb	IndLELCu	IndLELCr	IndLELFe	IndLELMn	IndLELHg	IndLELNi	IndLELZn
1AA	1,33	0,13	0,35	0,50	0,31	0,38	0,15	1,00	1,08	0,16	
1AB	1,33	0,13	0,37	0,50	0,31	0,43	0,99	0,75	2,10	0,18	
1AC	1,33	0,13	0,00	0,50	0,54	0,98	0,12	0,75	1,03	0,18	
1AD	1,33	0,13	0,00	0,50	0,31	0,39	0,82	0,75	0,91	0,09	
2AA	1,33	0,13	0,49	0,50	0,42	0,65	0,35	1,00	1,25	0,26	
2AB	1,38	0,13	0,32	0,58	0,53	0,89	2,03	0,75	2,14	0,27	
2Ac	1,33	0,13	0,00	0,50	0,36	0,29	0,25	0,75	0,95	0,11	
2AD	1,33	0,13	0,00	0,50	0,33	0,30	0,55	0,75	1,02	0,13	
3AA	1,33	0,13	0,90	0,50	0,69	0,95	0,79	1,00	1,18	0,29	
3AB	1,65	0,13	0,23	0,50	0,31	0,56	0,98	0,75	1,64	0,21	
3AC	1,33	0,13	0,00	0,50	0,31	0,39	0,49	0,75	0,83	0,13	
3AD	1,33	0,13	0,00	0,50	0,63	1,08	1,68	0,75	1,04	0,23	
4AA	1,33	0,13	0,39	0,50	0,69	1,35	0,70	1,00	1,43	0,48	
4AB	1,47	0,13	0,26	0,50	0,33	0,73	0,65	0,75	1,96	0,22	
4AC	1,33	0,13	0,00	0,50	0,35	0,97	0,95	0,75	1,19	0,34	
4AD	1,33	0,13	0,00	0,50	0,31	0,56	0,25	0,75	1,09	0,23	
5AA	1,33	0,27	0,89	1,25	1,65	1,95	2,68	1,00	1,95	0,87	
5AB	1,33	0,13	0,46	1,03	1,07	1,11	2,64	0,80	1,72	0,54	
5AC	1,33	0,13	0,00	0,83	1,03	1,10	1,82	0,75	1,33	0,59	
5AD	1,33	0,13	0,00	0,50	0,65	0,85	1,09	0,75	1,11	0,30	
6AA	1,33	0,13	0,46	0,50	0,65	1,63	0,21	1,00	0,24	0,19	
6AB	2,05	0,13	0,31	0,26	0,31	0,65	0,23	0,75	2,14	0,08	
6AC	1,33	0,13	0,00	0,50	0,31	0,20	0,45	0,75	0,99	0,08	
6AD	1,33	0,13	0,00	0,50	0,34	0,80	0,13	0,75	1,03	0,11	
7AB		1,44	0,13	0,33	0,50	0,31	0,33	0,54	0,75	1,93	0,12
7AC		1,33	0,13	0,00	0,50	0,31	0,28	0,61	0,75	1,03	0,12
7AD		1,33	0,13	0,00	0,50	0,31	0,24	0,33	0,75	0,98	0,07

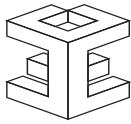


Tabela 5.26 – Índices calculados com base nas taxas encontradas dos elementos químicos dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, comparados com as taxas da concepção LEL-SEL, o SEL= “Severe Effect Level” , Candiota julho/14 a julho/15.

MetTotais	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.
Amostras- Camp	IndSELAl	IndSELAs	IndSELCd	IndSELPb	IndSELCu	IndSELCr	IndSELFe	IndSELMn	IndSELHg	IndSELNi	IndSELZn
1AA	0,24	0,01	0,04	0,07	0,07	0,19	0,06	0,10	0,23	0,02	
1AB	0,24	0,01	0,05	0,07	0,07	0,22	0,41	0,08	0,45	0,03	
1AC	0,24	0,01	0,00	0,07	0,13	0,49	0,05	0,08	0,22	0,03	
1AD	0,24	0,01	0,00	0,07	0,07	0,19	0,34	0,08	0,19	0,01	
2AA	0,24	0,01	0,06	0,07	0,10	0,32	0,15	0,10	0,27	0,04	
2AB	0,25	0,01	0,04	0,08	0,13	0,44	0,85	0,08	0,46	0,04	
2Ac	0,24	0,01	0,00	0,07	0,08	0,14	0,10	0,08	0,20	0,02	
2AD	0,24	0,01	0,00	0,07	0,08	0,15	0,23	0,08	0,22	0,02	
3AA	0,24	0,01	0,11	0,07	0,16	0,48	0,33	0,10	0,25	0,04	
3AB	0,30	0,01	0,03	0,07	0,07	0,28	0,41	0,08	0,35	0,03	
3AC	0,24	0,01	0,00	0,07	0,07	0,20	0,21	0,08	0,18	0,02	
3AD	0,24	0,01	0,00	0,07	0,15	0,54	0,70	0,08	0,22	0,03	
4AA	0,24	0,01	0,05	0,07	0,16	0,67	0,29	0,10	0,31	0,07	
4AB	0,27	0,01	0,03	0,07	0,08	0,37	0,27	0,08	0,42	0,03	
4AC	0,24	0,01	0,00	0,07	0,08	0,49	0,40	0,08	0,25	0,05	
4AD	0,24	0,01	0,00	0,07	0,07	0,28	0,11	0,08	0,23	0,03	
5AA	0,24	0,02	0,11	0,18	0,39	0,97	1,12	0,10	0,41	0,13	
5AB	0,24	0,01	0,06	0,15	0,25	0,56	1,10	0,08	0,37	0,08	
5AC	0,24	0,01	0,00	0,12	0,24	0,55	0,76	0,08	0,28	0,09	
5AD	0,24	0,01	0,00	0,07	0,15	0,43	0,46	0,08	0,24	0,04	
6AA	0,24	0,01	0,06	0,07	0,15	0,82	0,09	0,10	0,05	0,03	
6AB	0,37	0,01	0,04	0,04	0,07	0,33	0,09	0,08	0,46	0,01	
6AC	0,24	0,01	0,00	0,07	0,07	0,10	0,19	0,08	0,21	0,01	
6AD	0,24	0,01	0,00	0,07	0,08	0,40	0,06	0,08	0,22	0,02	
7AB	0,26	0,01	0,04	0,07	0,07	0,16	0,22	0,08	0,41	0,02	
7AC	0,24	0,01	0,00	0,07	0,07	0,14	0,25	0,08	0,22	0,02	
7AD	0,24	0,01	0,00	0,07	0,07	0,12	0,14	0,08	0,21	0,01	

Tabela 5.27– Índices calculados com base nas taxas encontradas dos elementos químicos dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, comparados com as taxas da concepção ERL-ERM, o ERL= “Effects Range-Low” , Candiota julho/14 a julho/15.

MetTotais	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.
Amostras- Camp	IndERLAl	IndERLAs	IndERLCd	IndERLPb	IndERLCu	IndERLCr	IndERLFe	IndERLMn	IndERLHg	IndERLNi	IndERLZn
1AA	0,98	0,07	0,24	0,24	0,10			1,33	8,23	0,13	
1AB	0,98	0,07	0,24	0,24	0,10			1,00	16,08	0,14	
1AC	0,98	0,07	0,00	0,24	0,17			1,00	7,85	0,15	
1AD	0,98	0,07	0,00	0,24	0,10			1,00	6,99	0,07	
2AA	0,98	0,07	0,33	0,24	0,14			1,33	9,57	0,21	
2AB	1,01	0,07	0,21	0,27	0,17			1,00	16,36	0,22	
2Ac	0,98	0,07	0,00	0,24	0,11			1,00	7,27	0,09	
2AD	0,98	0,07	0,00	0,24	0,11			1,00	7,80	0,11	
3AA	0,98	0,07	0,60	0,24	0,22			1,33	9,04	0,23	
3AB	1,21	0,07	0,15	0,24	0,10			1,00	12,58	0,17	
3AC	0,98	0,07	0,00	0,24	0,10			1,00	6,32	0,11	
3AD	0,98	0,07	0,00	0,24	0,20			1,00	7,99	0,19	
4AA	0,98	0,07	0,26	0,24	0,22			1,33	10,96	0,38	
4AB	1,07	0,07	0,17	0,24	0,11			1,00	14,98	0,18	
4AC	0,98	0,07	0,00	0,24	0,11			1,00	9,09	0,27	
4AD	0,98	0,07	0,00	0,24	0,10			1,00	8,33	0,18	
5AA	0,98	0,13	0,59	0,59	0,53			1,33	14,89	0,69	
5AB	0,98	0,07	0,31	0,48	0,34			1,07	13,16	0,43	
5AC	0,98	0,07	0,00	0,39	0,33			1,00	10,19	0,47	
5AD	0,98	0,07	0,00	0,24	0,21			1,00	8,52	0,24	
6AA	0,98	0,07	0,31	0,24	0,21			1,33	1,82	0,15	
6AB	1,50	0,07	0,21	0,12	0,10			1,00	16,36	0,07	
6AC	0,98	0,07	0,00	0,24	0,10			1,00	7,56	0,06	
6AD	0,98	0,07	0,00	0,24	0,11			1,00	7,89	0,09	
7AA											
7AB	1,05	0,07	0,22	0,24	0,10			1,00	14,78	0,09	
7AC	0,98	0,07	0,00	0,24	0,10			1,00	7,85	0,09	
7AD	0,98	0,07	0,00	0,24	0,10			1,00	7,54	0,06	



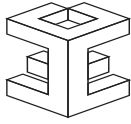


Tabela 5.28– Índices calculados com base nas taxas encontradas dos elementos químicos dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, comparados com as taxas da concepção ERL-ERM, o ERM= " Effects Range-Median", Candiota julho/14 a julho/15.

MetTotais	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.
Amostras-Camp	IndERMAl	IndERMAs	IndERMcd	IndERMPb	IndERMcu	IndERMcr	IndERMfe	IndERMmn	IndERMhg	IndERMni	IndERMzn
1AA	0,11	0,01	0,05	0,03	0,02	0,28	0,33	0,05			
1AB	0,11	0,01	0,05	0,03	0,02	0,21	0,65	0,05			
1AC	0,11	0,01	0,00	0,03	0,04	0,21	0,32	0,05			
1AD	0,11	0,01	0,00	0,03	0,02	0,21	0,28	0,03			
2AA	0,11	0,01	0,07	0,03	0,03	0,28	0,39	0,08			
2AB	0,12	0,01	0,05	0,03	0,04	0,21	0,66	0,08			
2Ac	0,11	0,01	0,00	0,03	0,03	0,21	0,29	0,03			
2AD	0,11	0,01	0,00	0,03	0,02	0,21	0,32	0,04			
3AA	0,11	0,01	0,13	0,03	0,05	0,28	0,37	0,09			
3AB	0,14	0,01	0,03	0,03	0,02	0,21	0,51	0,06			
3AC	0,11	0,01	0,00	0,03	0,02	0,21	0,26	0,04			
3AD	0,11	0,01	0,00	0,03	0,04	0,21	0,32	0,07			
4AA	0,11	0,01	0,06	0,03	0,05	0,28	0,44	0,14			
4AB	0,13	0,01	0,04	0,03	0,02	0,21	0,61	0,06			
4AC	0,11	0,01	0,00	0,03	0,02	0,21	0,37	0,10			
4AD	0,11	0,01	0,00	0,03	0,02	0,21	0,34	0,07			
5AA	0,11	0,02	0,13	0,07	0,12	0,28	0,60	0,25			
5AB	0,11	0,01	0,07	0,06	0,08	0,23	0,53	0,16			
5AC	0,11	0,01	0,00	0,05	0,07	0,21	0,41	0,17			
5AD	0,11	0,01	0,00	0,03	0,05	0,21	0,34	0,09			
6AA	0,11	0,01	0,07	0,03	0,05	0,28	0,07	0,06			
6AB	0,18	0,01	0,04	0,02	0,02	0,21	0,66	0,02			
6AC	0,11	0,01	0,00	0,03	0,02	0,21	0,31	0,02			
6AD	0,11	0,01	0,00	0,03	0,02	0,21	0,32	0,03			
7AA											
7AB	0,12	0,01	0,05	0,03	0,02	0,21	0,60	0,03			
7AC	0,11	0,01	0,00	0,03	0,02	0,21	0,32	0,03			
7AD	0,11	0,01	0,00	0,03	0,02	0,21	0,31	0,02			

Tabela 5.29 – Índices calculados com base nas taxas encontradas dos elementos químicos dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, comparados com as taxas da concepção TEL-PEL, o TEL= "Threshold Effects Level" , Candiota julho/14 a julho/15.

MetTotais	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.
Amostras-Camp	IndTElAl	IndTElAs	IndTElCd	IndTElPb	IndTElCu	IndTElCr	IndTElFe	IndTElMn	IndTElHg	IndTElNi	IndTElZn
1AA	1,10	0,12	0,36	0,43	0,15	1,54	1,08	0,15			
1AB	1,10	0,12	0,38	0,43	0,15	1,15	2,11	0,17			
1AC	1,10	0,12	0,00	0,43	0,27	1,15	1,03	0,18			
1AD	1,10	0,12	0,00	0,43	0,15	1,15	0,92	0,08			
2AA	1,10	0,12	0,51	0,43	0,21	1,54	1,26	0,25			
2AB	1,15	0,12	0,33	0,50	0,26	1,15	2,15	0,26			
2Ac	1,10	0,12	0,00	0,43	0,18	1,15	0,96	0,11			
2AD	1,10	0,12	0,00	0,43	0,16	1,15	1,03	0,13			
3AA	1,10	0,12	0,92	0,43	0,34	1,54	1,19	0,28			
3AB	1,37	0,12	0,24	0,43	0,15	1,15	1,65	0,21			
3AC	1,10	0,12	0,00	0,43	0,15	1,15	0,83	0,13			
3AD	1,10	0,12	0,00	0,43	0,31	1,15	1,05	0,23			
4AA	1,10	0,12	0,40	0,43	0,34	1,54	1,44	0,46			
4AB	1,22	0,12	0,26	0,43	0,17	1,15	1,97	0,21			
4AC	1,10	0,12	0,00	0,43	0,17	1,15	1,19	0,33			
4AD	1,10	0,12	0,00	0,43	0,15	1,15	1,09	0,22			
5AA	1,10	0,24	0,92	1,07	0,82	1,54	1,96	0,84			
5AB	1,10	0,12	0,47	0,88	0,53	1,23	1,73	0,52			
5AC	1,10	0,12	0,00	0,71	0,51	1,15	1,34	0,57			
5AD	1,10	0,12	0,00	0,43	0,33	1,15	1,12	0,29			
6AA	1,10	0,12	0,47	0,43	0,33	1,54	0,24	0,19			
6AB	1,70	0,12	0,32	0,22	0,15	1,15	2,15	0,08			
6AC	1,10	0,12	0,00	0,43	0,15	1,15	0,99	0,07			
6AD	1,10	0,12	0,00	0,43	0,17	1,15	1,04	0,10			
7AA											
7AB	1,19	0,12	0,33	0,43	0,15	1,15	1,94	0,11			
7AC	1,10	0,12	0,00	0,43	0,15	1,15	1,03	0,11			
7AD	1,10	0,12	0,00	0,43	0,15	1,15	0,99	0,07			



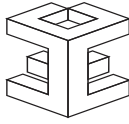


Tabela 5.30– Índices calculados com base nas taxas encontradas dos elementos químicos dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, comparados com as taxas da concepção TEL-PEL, o PEL = "Probable Effects Level", Candiota julho/14 a julho/15.

MetTotais	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.	FatorContam.
Amostras- Camp	IndPELAl	IndPELAs	IndPELCd	IndPELPb	IndPELCu	IndPELCr	IndPELFe	IndPELMn	IndPELHg	IndPELNi	IndPELZn
1AA		0,19	0,02	0,10	0,07	0,05			0,29	0,40	0,07
1AB		0,19	0,02	0,10	0,07	0,05			0,21	0,79	0,08
1AC		0,19	0,02	0,00	0,07	0,09			0,21	0,38	0,08
1AD		0,19	0,02	0,00	0,07	0,05			0,21	0,34	0,04
2AA		0,19	0,02	0,14	0,07	0,07			0,29	0,47	0,11
2AB		0,20	0,02	0,09	0,09	0,09			0,21	0,80	0,12
2AC		0,19	0,02	0,00	0,07	0,06			0,21	0,36	0,05
2AD		0,19	0,02	0,00	0,07	0,05			0,21	0,38	0,06
3AA		0,19	0,02	0,25	0,07	0,11			0,29	0,44	0,13
3AB		0,24	0,02	0,06	0,07	0,05			0,21	0,61	0,10
3AC		0,19	0,02	0,00	0,07	0,05			0,21	0,31	0,06
3AD		0,19	0,02	0,00	0,07	0,10			0,21	0,39	0,10
4AA		0,19	0,02	0,11	0,07	0,11			0,29	0,54	0,21
4AB		0,21	0,02	0,07	0,07	0,05			0,21	0,73	0,10
4AC		0,19	0,02	0,00	0,07	0,06			0,21	0,44	0,15
4AD		0,19	0,02	0,00	0,07	0,05			0,21	0,41	0,10
5AA		0,19	0,04	0,25	0,19	0,27			0,29	0,73	0,38
5AB		0,19	0,02	0,13	0,15	0,17			0,23	0,64	0,24
5AC		0,19	0,02	0,00	0,12	0,17			0,21	0,50	0,26
5AD		0,19	0,02	0,00	0,07	0,11			0,21	0,42	0,13
6AA		0,19	0,02	0,13	0,07	0,11			0,29	0,09	0,08
6AB		0,30	0,02	0,09	0,04	0,05			0,21	0,80	0,04
6AC		0,19	0,02	0,00	0,07	0,05			0,21	0,37	0,03
6AD		0,19	0,02	0,00	0,07	0,06			0,21	0,39	0,05
7AA											
7AB		0,21	0,02	0,09	0,07	0,05			0,21	0,72	0,05
7AC		0,19	0,02	0,00	0,07	0,05			0,21	0,38	0,05
7AD		0,19	0,02	0,00	0,07	0,05			0,21	0,37	0,03

Tabela 5.31– Índices calculados com base nas taxas encontradas dos elementos químicos dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, comparados com as taxas medias para a crosta do planeta, Candiota julho/14 a julho/15.

MetTotais	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.
Amostras- Camp	IndCrostaAl	IndCrostaAs	IndCrostaCd	IndCrostaPb	IndCrostaCu	IndCrostaCr	IndCrostaFe	IndCrostaMn	IndCrostaHg	IndCrostaNi	IndCrostaZn
1AA	0,29	5,33	0,73	0,79	0,16	0,08	0,19	0,07	4,00	0,22	0,25
1AB	0,12	5,33	0,73	0,81	0,16	0,08	0,21	0,48	3,00	0,42	0,28
1AC	0,17	5,33	0,73	0,01	0,16	0,14	0,48	0,06	3,00	0,21	0,29
1AD	0,19	5,33	0,73	0,01	0,16	0,08	0,19	0,39	3,00	0,18	0,14
2AA	0,23	5,33	0,73	1,09	0,16	0,11	0,31	0,17	4,00	0,25	0,41
2AB	0,13	5,33	0,73	0,71	0,19	0,14	0,43	0,99	3,00	0,43	0,43
2AC	0,13	5,33	0,73	0,01	0,16	0,09	0,14	0,12	3,00	0,19	0,18
2AD	0,20	5,33	0,73	0,01	0,16	0,09	0,15	0,27	3,00	0,20	0,21
3AA	0,31	5,33	0,73	1,99	0,16	0,18	0,46	0,38	4,00	0,24	0,47
3AB	0,18	6,60	0,73	0,51	0,16	0,08	0,28	0,48	3,00	0,33	0,34
3AC	0,14	5,33	0,73	0,01	0,16	0,08	0,19	0,24	3,00	0,17	0,21
3AD	0,34	5,33	0,73	0,01	0,16	0,16	0,52	0,81	3,00	0,21	0,37
4AA	0,23	5,33	0,73	0,86	0,16	0,18	0,66	0,34	4,00	0,29	0,76
4AB	0,11	5,87	0,73	0,57	0,16	0,09	0,36	0,31	3,00	0,39	0,35
4AC	0,17	5,33	0,73	0,01	0,16	0,09	0,48	0,46	3,00	0,24	0,54
4AD	0,16	5,33	0,73	0,01	0,16	0,08	0,27	0,12	3,00	0,22	0,36
5AA	0,33	5,33	1,45	1,98	0,40	0,43	0,95	1,30	4,00	0,39	1,39
5AB	0,18	5,33	0,73	1,02	0,33	0,28	0,54	1,28	3,20	0,34	0,86
5AC	0,36	5,33	0,73	0,01	0,27	0,27	0,54	0,88	3,00	0,27	0,95
5AD	0,26	5,33	0,73	0,01	0,16	0,17	0,42	0,53	3,00	0,22	0,47
6AA	0,21	5,33	0,73	1,02	0,16	0,17	0,80	0,10	4,00	0,05	0,31
6AB	0,18	8,20	0,73	0,69	0,08	0,08	0,32	0,11	3,00	0,43	0,13
6AC	0,10	5,33	0,73	0,01	0,16	0,08	0,10	0,22	3,00	0,20	0,12
6AD	0,19	5,33	0,73	0,01	0,16	0,09	0,39	0,06	3,00	0,21	0,17
7AA											
7AB	0,20	5,74	0,73	0,72	0,16	0,08	0,16	0,26	3,00	0,39	0,19
7AC	0,20	5,33	0,73	0,01	0,16	0,08	0,14	0,29	3,00	0,21	0,19
7AD	0,16	5,33	0,73	0,01	0,16	0,08	0,12	0,16	3,00	0,20	0,11

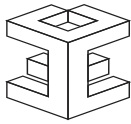


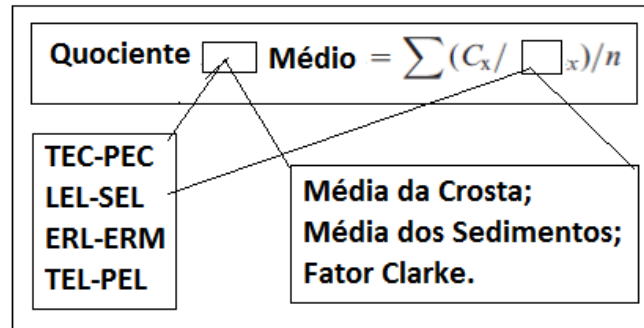
Tabela 5.32– Índices calculados com base nas taxas encontradas dos elementos químicos dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, comparados com as taxas medias para os sedimentos do planeta, Candiota julho/14 a julho/15.

MetTotais	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.
Amostras- Camp	IndSEDAI	IndSEDAAs	IndSEDCd	IndSEDPb	IndSEDCu	IndSEDCr	IndSEDFe	IndSEDMn	IndSEDHg	IndSEDNi	IndSEdZn
1AA	0,33	1,04	0,47	0,58	0,24	0,11	0,19	0,09	1,05	0,33	0,20
1AB	0,13	1,04	0,47	0,60	0,24	0,11	0,21	0,59	0,79	0,65	0,22
1AC	0,20	1,04	0,47	0,01	0,24	0,20	0,48	0,07	0,79	0,32	0,23
1AD	0,21	1,04	0,47	0,01	0,24	0,11	0,19	0,49	0,79	0,28	0,11
2AA	0,26	1,04	0,47	0,81	0,24	0,15	0,31	0,21	1,05	0,38	0,33
2AB	0,15	1,08	0,47	0,53	0,28	0,19	0,43	1,22	0,79	0,66	0,34
2Ac	0,15	1,04	0,47	0,01	0,24	0,13	0,14	0,15	0,79	0,29	0,14
2AD	0,23	1,04	0,47	0,01	0,24	0,12	0,15	0,33	0,79	0,31	0,17
3AA	0,35	1,04	0,47	1,46	0,24	0,25	0,46	0,47	1,05	0,36	0,37
3AB	0,20	1,29	0,47	0,38	0,24	0,11	0,28	0,59	0,79	0,51	0,27
3AC	0,16	1,04	0,47	0,01	0,24	0,11	0,19	0,29	0,79	0,25	0,17
3AD	0,39	1,04	0,47	0,01	0,24	0,23	0,52	1,01	0,79	0,32	0,29
4AA	0,26	1,04	0,47	0,63	0,24	0,25	0,66	0,42	1,05	0,44	0,60
4AB	0,13	1,14	0,47	0,42	0,24	0,12	0,36	0,39	0,79	0,60	0,28
4AC	0,20	1,04	0,47	0,01	0,24	0,13	0,48	0,57	0,79	0,37	0,43
4AD	0,18	1,04	0,47	0,01	0,24	0,11	0,27	0,15	0,79	0,33	0,29
5AA	0,38	1,04	0,94	1,46	0,61	0,60	0,95	1,60	1,05	0,60	1,09
5AB	0,20	1,04	0,47	0,75	0,50	0,39	0,54	1,58	0,84	0,53	0,68
5AC	0,41	1,04	0,47	0,01	0,40	0,37	0,54	1,09	0,79	0,41	0,75
5AD	0,29	1,04	0,47	0,01	0,24	0,24	0,42	0,65	0,79	0,34	0,37
6AA	0,24	1,04	0,47	0,75	0,24	0,24	0,80	0,12	1,05	0,07	0,24
6AB	0,20	1,60	0,47	0,51	0,13	0,11	0,32	0,14	0,79	0,66	0,10
6AC	0,11	1,04	0,47	0,01	0,24	0,11	0,10	0,27	0,79	0,30	0,10
6AD	0,21	1,04	0,47	0,01	0,24	0,12	0,39	0,08	0,79	0,32	0,13
7AA											
7AB	0,23	1,12	0,47	0,53	0,24	0,11	0,16	0,32	0,79	0,59	0,15
7AC	0,23	1,04	0,47	0,01	0,24	0,11	0,14	0,36	0,79	0,32	0,15
7AD	0,18	1,04	0,47	0,01	0,24	0,11	0,12	0,20	0,79	0,30	0,09

Tabela 5.33– Índices calculados com base nas taxas encontradas dos elementos químicos dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, comparados com as taxas medias para o Índice Clarke, Candiota julho/14 a julho/15.

MetTotais	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.	Enriquec.
Amostras- Camp	IndClarkeAl	IndClarkeAs	IndClarkeCd	IndClarkePb	IndClarkeCu	IndClarkeCr	IndClarkeFe	IndClarkeMn	IndClarkeHg	IndClarkeNi	IndClarkeZn
1AA	0,28	4,44	0,50	0,85	0,12	0,07	0,12	0,07	2,33	0,17	0,25
1AB	0,11	4,44	0,50	0,88	0,12	0,07	0,14	0,43	1,74	0,34	0,28
1AC	0,17	4,44	0,50	0,01	0,12	0,12	0,31	0,05	1,74	0,17	0,29
1AD	0,18	4,44	0,50	0,01	0,12	0,07	0,12	0,35	1,74	0,15	0,14
2AA	0,23	4,44	0,50	1,18	0,12	0,09	0,21	0,15	2,33	0,20	0,41
2AB	0,12	4,61	0,50	0,77	0,14	0,11	0,29	0,88	1,74	0,35	0,43
2Ac	0,13	4,44	0,50	0,01	0,12	0,08	0,09	0,11	1,74	0,15	0,18
2AD	0,20	4,44	0,50	0,01	0,12	0,07	0,10	0,24	1,74	0,16	0,21
3AA	0,31	4,44	0,50	2,14	0,12	0,15	0,31	0,34	2,33	0,19	0,46
3AB	0,17	5,50	0,50	0,55	0,12	0,07	0,18	0,43	1,74	0,27	0,34
3AC	0,14	4,44	0,50	0,01	0,12	0,07	0,13	0,21	1,74	0,13	0,21
3AD	0,33	4,44	0,50	0,01	0,12	0,13	0,35	0,73	1,74	0,17	0,37
4AA	0,23	4,44	0,50	0,92	0,12	0,15	0,43	0,31	2,33	0,23	0,75
4AB	0,11	4,89	0,50	0,62	0,12	0,07	0,24	0,28	1,74	0,32	0,35
4AC	0,17	4,44	0,50	0,01	0,12	0,07	0,31	0,41	1,74	0,19	0,53
4AD	0,15	4,44	0,50	0,01	0,12	0,07	0,18	0,11	1,74	0,18	0,36
5AA	0,32	4,44	1,00	2,13	0,29	0,35	0,63	1,16	2,33	0,31	1,37
5AB	0,17	4,44	0,50	1,10	0,24	0,23	0,36	1,15	1,86	0,28	0,85
5AC	0,35	4,44	0,50	0,01	0,20	0,22	0,35	0,79	1,74	0,22	0,94
5AD	0,25	4,44	0,50	0,01	0,12	0,14	0,28	0,47	1,74	0,18	0,47
6AA	0,21	4,44	0,50	1,10	0,12	0,14	0,53	0,09	2,33	0,04	0,30
6AB	0,17	6,83	0,50	0,74	0,06	0,07	0,21	0,10	1,74	0,35	0,13
6AC	0,10	4,44	0,50	0,01	0,12	0,07	0,06	0,20	1,74	0,16	0,12
6AD	0,18	4,44	0,50	0,01	0,12	0,07	0,26	0,06	1,74	0,17	0,17
7AA											
7AB	0,20	4,78	0,50	0,78	0,12	0,07	0,11	0,23	1,74	0,31	0,19
7AC	0,20	4,44	0,50	0,01	0,12	0,07	0,09	0,26	1,74	0,17	0,18
7AD	0,16	4,44	0,50	0,01	0,12	0,07	0,08	0,14	1,74	0,16	0,11

Na Tabela 5.34 apresentam-se os quocientes médios dos fatores de contaminação usando os Background e este método mostrou que frequentemente as taxas de 21% dos sedimentos serem tóxicos nos locais de estudo. A fórmula utilizada foi:



Onde: -  $C_x$  é a concentração do elemento químico na amostra,

-  $\square_x$  são os valores guias e aqueles background que entram na fórmula separadamente ocupando o denominador da fórmula como foi feito anteriormente.

A expressão  $\sum (C_x / \square_x)$  são os somatórios das razões, enquanto que "n" é o número de metais.

O quociente médio recebe o nome da referência que está sendo usada:

$$\text{Quociente } \square \text{ Médio} = \sum (C_x / \square_x) / n$$

Apartir daí a classificação nominal está descrita abaixo:

-Quocientes médios  $< 0$  , tem uma probabilidade de 8% de ser um agente tóxico;

-Quocientes médios de 0,11-1,5 têm uma probabilidade de 21% de ser um agente tóxico;

-Quocientes médios de 1,51-2,3 têm uma probabilidade de 49% de -ser um agente tóxico, e;

-Quocientes médios  $> 2.3$  ter um 73% de probabilidade de ser um agente tóxico.

Tabela 5.34 -Quociente médio usando as diversas concepções benchmark, com as taxas de referências (limites) que indicam o **limiar de que algum efeito** na biota possa ser percebido na infauna e apresentam classes nominais indicando a probabilidade dos sedimentos apresentarem efeitos adversos, Candiota julho/2014 a junho/2015.

Estações	QuocientMedTEC	% de apres.efeitos	QuocientMedLEL	% de apres.efeitos	QuocientMedERL	% de apres.efeitos	QuocientMedTEL	% de apres.efeitos
1AA	0,419	21%	0,539	21%	1,413	21%	0,618	21%
1AB	0,554	21%	0,709	21%	2,355	73%	0,702	21%
1AC	0,430	21%	0,557	21%	1,306	21%	0,536	21%
1AD	0,409	21%	0,523	21%	1,179	21%	0,495	21%
2AA	0,506	21%	0,638	21%	1,606	49%	0,677	21%
2AB	0,733	21%	0,903	21%	2,415	73%	0,741	21%
2Ac	0,351	21%	0,468	21%	1,219	21%	0,506	21%
2AD	0,387	21%	0,505	21%	1,286	21%	0,516	21%
3AA	0,630	21%	0,777	21%	1,588	49%	0,741	21%
3AB	0,546	21%	0,698	21%	1,940	49%	0,665	21%
3AC	0,376	21%	0,487	21%	1,100	21%	0,490	21%
3AD	0,608	21%	0,739	21%	1,332	21%	0,550	21%
4AA	0,653	21%	0,800	21%	1,803	73%	0,729	21%
4AB	0,545	21%	0,700	21%	2,226	49%	0,691	21%
4AC	0,528	21%	0,652	21%	1,469	21%	0,563	21%
4AD	0,396	21%	0,516	21%	1,361	21%	0,534	21%
5AA	1,132	21%	1,383	21%	2,467	73%	1,060	21%
5AB	0,882	21%	1,083	21%	2,104	49%	0,823	21%
5AC	0,721	21%	0,893	21%	1,679	49%	0,690	21%
5AD	0,539	21%	0,673	21%	1,405	21%	0,567	21%
6AA	0,524	21%	0,635	21%	0,637	21%	0,551	21%
6AB	0,520	21%	0,691	21%	2,428	73%	0,737	21%
6AC	0,358	21%	0,474	21%	1,250	21%	0,503	21%
6AD	0,394	21%	0,512	21%	1,296	21%	0,515	21%
7AA								
7AB	0,483	21%	0,637	21%	2,193	49%	0,679	21%
7AC	0,388	21%	0,505	21%	1,290	21%	0,513	21%
7AD	0,350	21%	0,466	21%	1,246	21%	0,503	21%

Tabela 5.35 - Quociente médio usando as diversas concepções benchmark, com as taxas de referências (limites) que indicam letalidade nos sedimentos usados para calcular o Quociente médio que por sua vez indica a probabilidade dos sedimentos serem tóxicos Candiota julho/2014 a junho/2015, Candiota julho/2014 a junho/2015.

Estações	Quociente MedPEC	% de ser Tóxico	QuocientMedSEL	% de ser Tóxico	QuocientMedERM	% de ser Tóxico	QuocientMedPEL	% de ser Tóxico
1AA	0,130	21	0,105	21	0,111	21	0,149	21
1AB	0,197	21	0,162	21	0,142	21	0,189	21
1AC	0,150	21	0,131	21	0,097	8	0,132	21
1AD	0,138	21	0,121	21	0,087	8	0,116	21
2AA	0,165	21	0,136	21	0,125	21	0,170	21
2AB	0,273	21	0,238	21	0,150	21	0,202	21
2AC	0,112	21	0,095	8	0,090	8	0,120	21
2AD	0,127	21	0,109	21	0,093	8	0,124	21
3AA	0,214	21	0,180	21	0,133	21	0,188	21
3AB	0,192	21	0,163	21	0,127	21	0,171	21
3AC	0,123	21	0,107	21	0,085	8	0,115	21
3AD	0,224	21	0,205	21	0,100	8	0,137	21
4AA	0,231	21	0,198	21	0,140	21	0,192	21
4AB	0,195	21	0,162	21	0,138	21	0,184	21
4AC	0,189	21	0,167	21	0,107	8	0,144	21
4AD	0,132	21	0,112	21	0,099	8	0,132	21
5AA	0,415	21	0,368	21	0,198	21	0,291	21
5AB	0,324	21	0,289	21	0,155	21	0,222	21
5AC	0,263	21	0,237	21	0,130	8	0,185	21
5AD	0,193	21	0,172	21	0,105	8	0,144	21
6AA	0,179	21	0,161	21	0,084	8	0,122	21
6AB	0,184	21	0,149	21	0,145	21	0,192	21
6AC	0,115	21	0,098	8	0,089	8	0,119	21
6AD	0,135	21	0,117	21	0,092	8	0,124	21
7AA								
7AB	0,167	21	0,135	21	0,134	21	0,179	21
7AC	0,128	21	0,110	21	0,092	8	0,123	21
7AD	0,112	21	0,095	8	0,089	8	0,119	21

## - Índice de Carga de Poluição (PLI)

O índice de carga de poluição o PLI, proposto por TOMLINSON et all, (1980) foi utilizado. O índice de carga de poluição (PLI) é obtido a partir dos fatores de contaminação, a razões apresentadas anteriormente (A/B), que nada mais são do que o quociente obtido pela divisão da concentração de cada um dos metais, pelos valores referenciais. O PLI do lugar é calculado para obter a raiz enésima, (n=numero de fatores de contaminação calculados para um local, que por sua vez é igual ao numero de elementos medidos já qe para cada elemento calcula-se um fator de contaminação (A/B)). Este índice deve ser usado para comparar lugares quanto a carga de poluição, o estado de contaminação de lugares diferentes.

Na Tabela 5.36 são apresentados os resultados aplicados aos sedimentos do Arroio Candiota. A fórmula de cálculo está expressa abaixo:

$$PLI = n\sqrt{(CF1 \times CF2 \times CF3 \times \dots \times CFN)}$$

Onde: CF = C metal da amostra / C Background

CF = Fator de Contaminação

n = número de metais

A sua variação vai de de 0 (não poluído) a 10 (muito poluído)

O índice PLI calculado apresenta uma ordenação decrescente entre as estações amostrais que determinou a seguinte ordem.

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

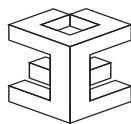


Tabela 5.36- Cálculo do Índice de Poluição PLI, sedimentos Candiota, julho/14 a junho/15.

Metais Totais	PLI-Crosta	PLI-Sedimentos	PLI-Clarke
<b>1AA</b>	0,39	<b>0,31</b>	0,32
<b>1AB</b>	0,45	<b>0,36</b>	0,37
<b>1AC</b>	0,27	<b>0,22</b>	0,22
<b>1AD</b>	0,26	<b>0,21</b>	0,21
$\Sigma$	1,38	<b>1,10</b>	1,12
Med	0,34	<b>0,28</b>	0,28
<b>2AA</b>	0,49	0,39	0,40
<b>2AB</b>	0,57	0,46	0,47
<b>2AC</b>	0,23	0,18	0,19
<b>2AD</b>	0,26	0,21	0,21
$\Sigma$	1,55	1,24	1,26
Med	0,39	0,31	0,31
<b>3AA</b>	0,62	0,50	0,50
<b>3AB</b>	0,47	0,38	0,38
<b>3AC</b>	0,25	0,20	0,20
<b>3AD</b>	0,38	0,31	0,31
$\Sigma$	1,72	1,38	1,40
Med	0,43	0,35	0,35
<b>4AA</b>	0,61	0,49	0,49
<b>4AB</b>	0,46	0,37	0,37
<b>4AC</b>	0,33	0,27	0,27
<b>4AD</b>	0,26	0,21	0,21
$\Sigma$	1,66	1,33	1,35
Med	0,42	0,33	0,34
<b>5AA</b>	1,08	0,87	0,88
<b>5AB</b>	0,75	0,60	0,61
<b>5AC</b>	0,47	0,38	0,38
<b>5AD</b>	0,36	0,29	0,29
$\Sigma$	2,66	2,13	2,16
Med	0,67	0,53	0,54
<b>6AA</b>	0,43	0,35	0,35
<b>6AB</b>	0,39	0,31	0,31
<b>6AC</b>	0,22	0,17	0,18
<b>6AD</b>	0,25	0,20	0,20
$\Sigma$	1,28	1,03	1,04
Med	0,32	0,26	0,26
<b>7AA</b>			
<b>7AB</b>	0,42	0,34	0,34
<b>7AC</b>	0,26	0,21	0,21
<b>7AD</b>	0,22	0,18	0,18
$\Sigma$	0,90	0,72	0,73
Med	0,23	0,18	0,18

---

### **5.3.3 Toxicidade dos Sedimentos**

Os sedimentos fornecem habitats essenciais e produtivos para as comunidades de organismos sedimentares, incluindo os epibentônicos (que vivem no topo do sedimento) e aqueles que vivem dentro dos sedimentos, a infauna, que vivem no sedimento). Os organismos bentônicos fornecem uma ligação na cadeia alimentar para apoiar os organismos de nível trófico superiores. E os sedimentos representam, na maioria das vezes, o destino final para muitos contaminantes, especialmente aqueles que são insolúveis e tendem a ser associados com as partículas, as chamadas reações superficiais.

Por esta razão, os sedimentos podem frequentemente constituírem-se em uma segunda fonte de contaminante muito tempo após a fonte original ser controlada (bomba química de tempo).

A química de sedimentos, por si só não pode fornecer uma base para avaliar os efeitos potenciais de sedimentos contaminados, pois há uma série de variáveis ambientais que afetam a biodisponibilidade de produtos químicos tóxicos para a biota. A toxicidade dos sedimentos do Arroio Candiota é medida com a utilização dos organismos amphipoda: *hyalellidae*, *H.azteca*. São pequenos organismos de água doce, epibentônicos, detritívoros que cavam na superfície do sedimento, entre 0,5 e 2cm, local onde tem a sua fonte de alimentos. São abundantes e apresentam ampla distribuição geográfica, apresentam curto ciclo de vida facilidade no cultivo em ambiente laboratorial e grande tolerância a diferentes substratos sedimentares. O uso desta espécie é recomendado para avaliações de toxicidade sedimentar graças a sua sensibilidade aos contaminantes e pela sua forma de vida em contato com os sedimentos.



As amostras de sedimentos superficiais de fundo do Arroio Candiota foram coletadas especificamente para este fim, contemporaneamente e nos mesmos locais onde foram amostrados os sedimentos para as análises físicas e químicas. A campanha amostral foi realizada juntamente com as amostras para física e química dos sedimentos.

Na Tabela 5.37 estão os resultados dos testes de toxicidade para as sete estações amostrais deste estudo, nas Campanhas Amostrais AA- Julho 2014, AB- outubro de 2014, AC-janeiro de 2015 e AD-abril de 2015.

Tabela 5.37 – Ecotoxicidade dos sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, julho/14 a junho/15.

ESTAÇÕES	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Sobreviv.	OBS.	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Crescimento
1AA	Não detectada	2,5% de mortalidade	Não detectada
1AB	Detectada	55% de mortalidade	
1AC	Detectada	90% de mortalidade	
1AD	Não detectada	10% de mortalidade	Não detectada
2AA	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada
2AB	Não detectada	15% de mortalidade	Não detectada
2AC	Não detectada	5% de mortalidade	Não detectada
2AD	Não detectada	5% de mortalidade	Não detectada
3AA	Não detectada	5% de mortalidade	Não detectada
3AB	Não detectada	7,5% de mortalidade	Não detectada
3AC	Não detectada	7,5% de mortalidade	Não detectada
3AD	Detectada	37,5% de mortalidade	
4AA	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada
4AB	Detectada	32,5% de mortalidade	
4AC	Não detectada	2,5% de mortalidade	Não detectada
4AD	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada
5AA	Não detectada	10% de mortalidade	Não detectada
5AB	Não detectada	30% de mortalidade	Não detectada
5AC	Detectada	72,5% de mortalidade	
5AD	Não detectada	10% de mortalidade	Não detectada
6AA	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada
6AB	Não detectada	2,5% de mortalidade	Não detectada
6AC	Detectada	100% de mortalidade	
6AD	Não detectada	2,5% de mortalidade	Não detectada
7AA			
7AB	Detectada	70% de mortalidade	
7AC	Não detectada	7,5% de mortalidade	Não detectada
7AD	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada

---

#### **5.4 Comparações entre as Estações**

A exemplo do que foi realizado em cada um dos relatórios trimestrais que relataram os resultados individuais por campanha, foi executada uma análise utilizando o método RTR, onde escolheu-se a estação 1 como a estação de referência (local de referência), mesmo considerando que ela tenha apresentado toxicidade, em algumas amostragens desta vigilância, com isto visa-se estabelecer uma diferenciação entre as estações com base apenas nas taxas encontradas (metal total).

Neste relato estabelecem-se as médias dos valores agregados de razão de referência, o valor agregado de razão de referência tem o significado, de quantas vezes a estação analisada é diferente da estação de referência ou local escolhido como referência.

A relação entre as estações amostradas nestas campanhas de Julho de 2014 a junho de 2015, os resultados obtidos estão na Tabela 5.38, onde chama-se a atenção para os valores agregados de razão de referência, ART, média obtidos apontando a estação 5 como a estação que apresenta o valor ART maior isto é 2,56 vezes diferentes da estação 1, ou seja o local de referência.

Tabela 5.38 – Relações obtida na comparação das estações com a estação 1, (local de referência), a coluna ART-1-2, significa o número de vezes diferentes entre a estação 1 e a estação 2. E assim sucessivamente, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6 e 1-7. As ART 2AAsão as ART calculadas da estação 2 sempre em relação a estação 1 como referência, a as letras AA significam as campanhas amostrais AA, AB, AC, e AD do período monitorado, julho de 2014 a abril de 2015.

Estações	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5	Estação 6	Estação 7
Agregado de RTR	ART 1-2	Estação 3 ART 1-3	Estação 4 ART 1-4	Estação 5 ART 1-5	Estação 6 ART 1-6	Estação 7 ART 1-7
ART 2AA	1,30	ART 3AA 1,86	ART 4AA 1,88	ART 5AA 4,14	ART6AA 1,38	ART 7AA
ART 2AB	1,33	ART 3AB 1,06	ART 4AB 1,04	ART 5AB 1,86	ART6AB 0,97	ART 7AB 0,96
ART 2AC	0,93	ART 3AC 1,12	ART 4AC 1,67	ART 5AC 2,73	ART6AC 1,04	ART 7AC 1,24
ART 2AD	1,02	ART 3AD 1,59	ART 4AD 1,12	ART 5AD 1,51	ART6AD 1,06	ART 7AD 0,89
∑	4,58	∑ 5,63	∑ 5,71	∑ 10,24	∑ 4,45	∑ 3,09
ART Med	1,14	ART Med 1,41	ART Med 1,43	ART Med 2,56	ART Med 1,11	ART Med 1,03

A ordenação das estações amostrais com base no local de referência resulta na seguinte ordem decrescente de diferenças entre as estações amostrais considerando o período amostral focado:

**Estação 5, Estação 4, Estação 3, Estação 2, Estação 6 e Estação 7**

### - Triáde dos Sedimentos

A Triade da Qualidade dos Sedimentos (SQT), foi concebida originalmente por Long e Chapman 1985; Chapman 1990. Consiste em três linhas de evidências: química dos sedimentos, para determinar a contaminação do local de estudo; bioensaios de sedimento para determinar a toxicidade; e a estrutura da comunidade bentônica para determinar o estado da fauna residente que é sem dúvida alguma o mais exposto a qualquer contaminante existente nos sedimentos. Na Tabela 5.39 apresenta-se a justaposição e conclusões sobre as três linhas de evidências utilizadas.

Tabela 5.39- Informações geradas pelas linhas de evidencias, Ecotoxicologia, Infauna e Concentrações dos elementos químicos nos sedimentos, Candiota julho/14 a julho/15.

ESTAÇÕES	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Sobreviv.	OBS.	Toxicidade para <i>Hyalella azteca</i> Crescimento	ESTAÇÕES	Classes Infauna	Nominal	ESTAÇÕES	Sedimentos Quociente Benchmark	
1AA	Não detectada	2,5% de mortalidade	Não detectada	1AA	Classe 1	Boa	1AA		
1AB	Detectada	55% de mortalidade		1AB	Classe 1	Boa	1AB	6,25	Químicos que causam a degradação não foram medidos ou existem condições potenciais para causar a degradação
1AC	Detectada	90% de mortalidade		1AC	Classe 1	Boa	1AC		
1AD	Não detectada	10% de mortalidade	Não detectada	1AD	Classe 1	Boa	1AD		
2AA	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada	2AA	Classe 1	Boa	2AA		
2AB	Não detectada	15% de mortalidade	Não detectada	2AB	Classe 1	Boa	2AB	6,52	Contaminantes não estão biodisponíveis
2AC	Não detectada	5% de mortalidade	Não detectada	2AC	Classe 1	Boa	2AC		
2AD	Não detectada	5% de mortalidade	Não detectada	2AD	Classe 2	Aceitável	2AD		
3AA	Não detectada	5% de mortalidade	Não detectada	3AA	Classe 1	Boa	3AA		
3AB	Não detectada	7,5% de mortalidade	Não detectada	3AB	Classe 1	Boa	3AB	5,96	Alteração não é devido aos Químicos
3AC	Não detectada	7,5% de mortalidade	Não detectada	3AC	Classe 1	Boa	3AC		
3AD	Detectada	37,5% de mortalidade		3AD	Classe 1	Boa	3AD		
4AA	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada	4AA	Classe 2	Aceitável	4AA		
4AB	Detectada	32,5% de mortalidade		4AB	Classe 3	Duvidosa	4AB	6,85	Contaminantes não estão biodisponíveis
4AC	Não detectada	2,5% de mortalidade	Não detectada	4AC	Classe 1	Boa	4AC		
4AD	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada	4AD	Classe 3	Dividosa	4AD		
5AA	Não detectada	10% de mortalidade	Não detectada	5AA	Classe 4	Crítica	5AA		
5AB	Não detectada	30% de mortalidade	Não detectada	5AB	Classe 6	Fortemente Contaminada	5AB	7,65	Forte evidencia de que poluição induz a degradação
5AC	Detectada	72,5% de mortalidade		5AC	Classe 4	Crítica	5AC		
5AD	Não detectada	10% de mortalidade	Não detectada	5AD	Classe 6	Fortemente Contaminada	5AD		
6AA	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada	6AA	Classe 3	Dividosa	6AA		
6AB	Não detectada	2,5% de mortalidade	Não detectada	6AB	Classe 6	Fortemente Contaminada	6AB	5,61	Forte evidencia de que poluição induz a degradação
6AC	Detectada	100% de mortalidade		6AC	Classe 2	Aceitável	6AC		
6AD	Não detectada	2,5% de mortalidade	Não detectada	6AD	Classe 5	Muito Contaminado	6AD		
7AA				7AA			7AA		
7AB	Detectada	70% de mortalidade		7AB	Classe 6	Fortemente Contaminada	7AB	4,72	Químicos tóxicos não foram alvo deste estudo e estão causando a degradação
7AC	Não detectada	7,5% de mortalidade	Não detectada	7AC	Classe 4	Crítica	7AC		
7AD	Não detectada	0% de mortalidade	Não detectada	7AD	Classe 5	Muito Contaminado	7AD		

---

## 5.5 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 varias 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 5.40.

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

- $1 \leq e < 2$  Nível da Qualidade Ambiental do Amb.Aquático Muito Baixa
- $2 \leq e < 3$  Nível da Qualidade Ambiental do Amb.Aquático Baixa
- $3 \leq e < 4$  Nível da Qualidade Ambiental do Amb.Aquático Média
- $4 \leq e < 5$  Nível da Qualidade Ambiental do Amb.Aquático Boa
- $5 \leq$  Nível da Qualid. Ambiental do Amb.Aquático Muito Boa

Os sedimentos foram julgados através da tríade colocados em classes de qualidade a partir da escala concebida para o monitoramento.

A classificação obtida para o período 2014 – 2015 está na Tabela 5.40.

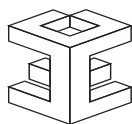


Tabela 5.40 - Classes do Indicador de Qualidade para os sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota, julho/14 a julho/15.

<b>Estações</b>	<b>Classes Numéricas</b>	<b>Significado Qualidade</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>Média</b>
<b>4</b>	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
<b>5</b>	<b>1</b>	<b>Muito Baixa</b>
<b>6</b>	<b>1</b>	<b>Muito Baixa</b>
<b>7</b>	<b>4</b>	<b>Boa</b>

Na Tabela 5.41 estão apresentados as classes do Indicador de Qualidade Ambiental para Sedimentos constatadas nos últimos quatro períodos anuais, para os pontos monitorados.

Tabela 5.41. Classe do Indicador de Qualidade Ambiental constatada nos últimos quatro períodos anuais para sedimentos.

<b>Período</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>
Julho 2011 a junho 2012							
Julho 2012 a junho 2013							
Julho 2013 a junho 2014							
Julho 2014 a junho 2015							

<b>Muito Boa</b>	<b>Boa</b>	<b>Média</b>	<b>Baixa</b>	<b>Muito Baixa</b>
------------------	------------	--------------	--------------	--------------------

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

---

## **6. Bioindicadores Ambientais: FITOPLÂNCTON, PERIFITON E ZOOPLÂNCTON**

### **6.1. Introdução**

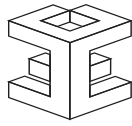
Esse relatório apresenta os resultados compilados relativos às coletas realizadas nos meses de julho e outubro de 2013 e janeiro e abril de 2014, bem como a interpretação destes no monitoramento da biota aquática da área de influência direta da Usina Termelétrica de Candiota, tendo sido objeto de estudo 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.



---

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 Índice 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. Abundância Absoluta (AB) em número de indivíduos por m<sup>3</sup>, Diversidade de Shannon (H'), Riqueza específica (S) e Equitatividade de Pielou (J') resultantes das coletas e análises para a comunidade zooplanctônica em Candiota, RS, nas últimas quatro campanhas, julho de 2014 a junho de 2015.

Tabela 1. Dados brutos de Abundância Absoluta (AB) em número de indivíduos por m<sup>3</sup>, Índice de Diversidade de Shannon (H'), Riqueza específica (S) e Equitatividade de Pielou (J') resultantes das coletas e análises para a comunidade zooplanctônica em Candiota, RS.

	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'
2014																												
Julho	60	1,25	4	0,91	79080	1,85	26	0,56	7506	2,11	21	0,69	1490	1,83	14	0,69	4726	2,35	14	0,89	19	1,09	3	0,99	15448	2,66	22	0
Outubro	150	2,04	11	0,84	163200	2,22	18	0,76	4141	2,11	26	0,65	1325	2,16	17	0,76	9061	1,73	16	0,62	420	2,23	15	0,82	141	2,36	13	0
2015																												
Janeiro	122	1,98	11	0,83	22754	1,37	13	0,53	3815	2,04	10	0,88	15593	1,78	16	0,64	7900	2,55	21	0,84	2332	1,46	6	0,82	924	2,18	10	0
Abril	288	2,45	18	0,85	9317	1,95	17	0,68	14052	2,36	14	0,89	9656	1,55	16	0,56	2460	2,73	17	0,96	106	1,42	5	0,88	647	1,5	6	0

Com base nos resultados apresentados na Tabela 6.1, foram calculados os Índices de Qualidade Ambiental apresentados a seguir, Tabela 6.2.

Tabela 6.2. Valores do Índice de Qualidade calculados para o Zooplâncton em Candiota, RS no período de julho/14 a junho/15.

Tabela 2. Valores de Índice de Qualidade calculados para o Zooplâncton em Candiota, RS

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
<b>2014</b>							
Julho	1,54	3,26	2,39	1,94	2,38	1,52	2,91
Outubro	2,2	3,46	2,63	2,4	2,07	2,42	2,5
<b>2015</b>							
Janeiro	2,18	2,71	2,37	2,82	3,23	1,82	2,37
Abril	2,8	3,03	3,57	2,73	3,12	1,72	1,8
<b>MÉDIAS</b>	2,18	3,12	2,74	2,47	2,70	1,87	2,40

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

Para o Zooplâncton, com exceção do ponto 6 (baixa qualidade), todos os outros pontos de coleta apresentaram para todo o período investigado uma classificação de média a boa qualidade ambiental (p2).

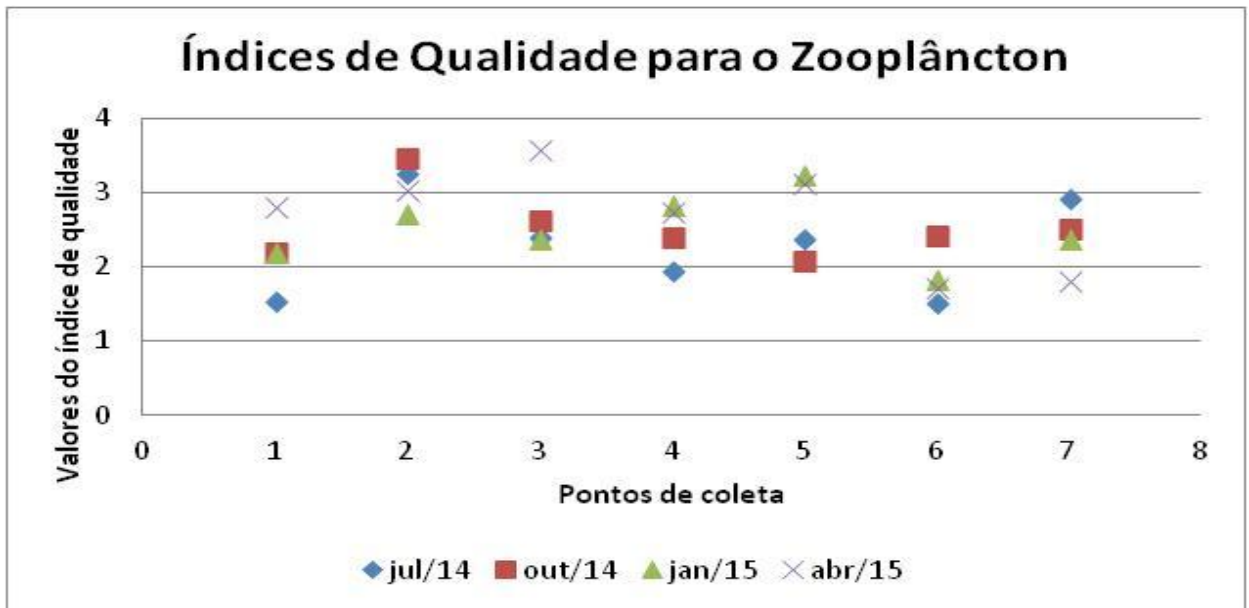


Figura 6.1. Classes de Qualidade Ambiental para os 7 pontos amostrais em Candiota relativos aos dados analisados para a comunidade zooplânctônica no total do período de julho de 2014 a junho de 2015.

As classes do Indicador da qualidade ambiental aplicados aos resultados dos índices de qualidade para o Zooplâncton são:

- <1            Nível da Qualidade Ambiental Muito Baixa
- 1 e < 2    Nível da Qualidade Ambiental Baixa
- 2 ≤ e <3    Nível da Qualidade Ambiental Média
- 3 ≤ e <4    Nível da Qualidade Ambiental Boa
- 4 e 5        Nível da Qualidade Ambiental Muito Boa

No Quadro 6.1 estão apresentados as classes do Indicador de Qualidade Ambiental constatadas nos últimos quatro períodos anuais, para os pontos monitorados.

Quadro 6.1. Classe do Indicador de Qualidade Ambiental constatada nos últimos quatro períodos anuais para a comunidade zooplanctônica, Candiota (RS).

Período	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Julho 2011 a junho 2012	Amarelo	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo	Laranja	Amarelo
Julho 2012 a junho 2013	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Laranja	Laranja
Julho 2013 a junho 2014	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo	Laranja	Laranja	Amarelo
Julho 2014 a junho 2015	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Laranja	Amarelo

Muito Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa
-----------	-----	-------	-------	-------------

A análise desse Quadro permite constatar que a classe de Qualidade Ambiental para a comunidade zooplanctônica, tem se mantido relativamente constante para alguns pontos amostrais e melhorado para outros.

### 6.3.2 Fitoplâncton

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

Tabela 6.3. 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 2014 a junho de 2015.

Tabela 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.

	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'				
2014																																
Julho	50	2,3	12	0,94	68	2,4	15	0,9	66	2,8	18	1	58	2,4	14	0,9	55	2,3	14	0,9	34	1,9	8	0,9	52	2,3	13	0,9				
Outubro	135	2	15	0,74	211	0,6	10	0,3	66	2,2	12	0,9	177	1	13	0,4	154	2	14	0,8	33	1,7	7	0,9	52	2,2	12	0,9				
2015																																
Janeiro	82	2,3	17	0,82	706	0,4	13	0,2	152	2,7	23	0,9	225	0,6	8	0,3	79	2,1	12	0,8	30	1,7	7	0,9	43	1,8	9	0,8				
Abril	82	2,4	16	0,85	292	0,8	15	0,3	123	2,6	20	0,9	130	1,5	13	0,6	113	1,5	12	0,6	32	2,1	10	0,9	43	2,1	10	0,9				

Com base nos resultados apresentados na Tabela 6.3, foram calculados os Índices de Qualidade Ambiental para o Fitoplâncton, período de julho/14 a junho/15, estão, apresentados na Tabela 6.4.

Tabela 4. Valores de Índice de Qualidade calculados para o Fitoplâncton em Candiota, RS.

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
<b>2014</b>							
<b>Julho</b>	3,22	3,61	3,97	3,45	3,34	2,59	3,28
<b>Outubro</b>	3,36	2,20	3,10	2,61	3,38	2,37	3,05
<b>2015</b>							
<b>Janeiro</b>	2,68	1,91	3,22	1,24	2,38	1,96	2,12
<b>Abril</b>	2,94	2,38	3,37	2,31	2,22	2,42	2,45
<b>MÉDIAS</b>	<b>3,05</b>	<b>2,53</b>	<b>3,41</b>	<b>2,40</b>	<b>2,83</b>	<b>2,34</b>	<b>2,73</b>

Os pontos 2, 4 e 6 foram classificados de baixa qualidade em janeiro de 2015. Quando as médias são comparadas, estes locais passam a ser classificados como de média qualidade. Para o Fitoplâncton, na maioria dos períodos, os pontos 1 e 3 foram classificados como de boa qualidade, e os demais pontos como de média qualidade, entre eles o P6 com o menor valor para a média.

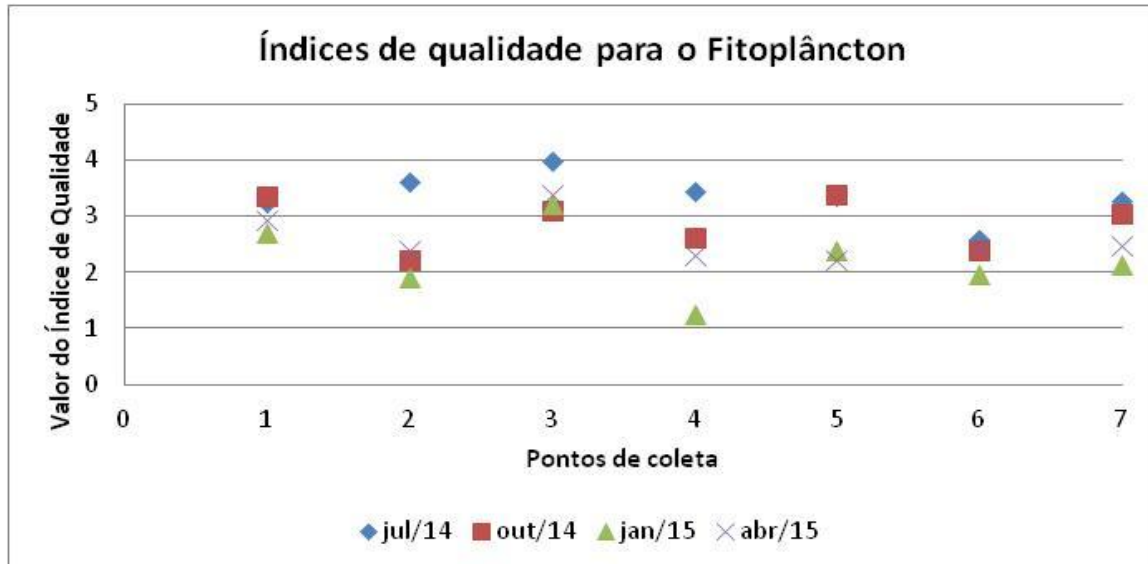


Figura 6.2. Classes de Qualidade Ambiental para os 7 pontos amostrais em Candiota relativos aos dados analisados para a comunidade fitoplanctônica no total do período julho de 2014 a junho de 2015.

As classes do Indicador da qualidade ambiental aplicados aos resultados dos índices de qualidade para o Fitoplâncton são:

- <1 Nível da Qualidade Ambiental Muito Baixa
- 1 e < 2 Nível da Qualidade Ambiental Baixa
- 2 ≤ e <3 Nível da Qualidade Ambiental Média
- 3 ≤ e <4 Nível da Qualidade Ambiental Boa
- 4 e 5 Nível da Qualidade Ambiental Muito Boa

No Quadro 6.2 estão apresentados as classes do Indicador de Qualidade Ambiental constatadas nas últimas quatro campanhas anuais, para os pontos monitorados.

Quadro 6.2. Classe do Indicador de Qualidade Ambiental constatada nos últimos quatro períodos anuais para a comunidade do fitoplâncton

Campanha	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Julho 2011 a junho 2012	Boa	Boa	Média	Boa	Boa	Baixa	Boa
Julho 2012 a junho 2013	Média	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Julho 2013 a junho 2014	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Baixa	Boa
Julho 2014 a junho 2015	Média	Boa	Média	Boa	Boa	Boa	Boa

Muito Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa
-----------	-----	-------	-------	-------------

A análise desse Quadro permite constatar que a classe de Qualidade Ambiental para a comunidade fitoplâncton, tem se mantido relativamente constante para alguns pontos amostrais e melhorado para outros.

### 6.3.3 Perifiton

Os dados brutos, utilizados para calcular os Índices de qualidade relacionados com o perifiton, Abundância Absoluta (AB) em número de indivíduos por cm<sup>2</sup>, Diversidade de Shannon (H'), Riqueza específica (S) e Equitatividade de Pielou (J'), estão apresentados na Tabela 6.5.

Tabela 5. Dados brutos de Abundância Absoluta (AB) em número de indivíduos por cm<sup>2</sup>, 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'
<b>2014</b>																								
Julho	68481	1,86	22	0,61	27658	1,22	14	0,46	14585	1,15	15	0,43					47204	0,9	9	0,41				
Outubro	7272	1,94	21	0,64	1017	1,82	19	0,62	1986	2,28	25	0,71	4034	1,56	10	0,67	880	1,7	10	0,74	3038	1,97	11	0,82
<b>2015</b>																								
Janeiro	6630	1,5	11	0,62	2773	1,34	10	0,58	2358	1,74	19	0,59	1559	1,7	9	0,77	1035	1,37	8	0,65	3237	1,92	11	0,8
Abril	4601	2,4	19	0,82	5073	1,86	13	0,73	3842	2,11	20	0,7	7194	2,05	16	0,74	6105	1,57	10	0,68	3638	1,83	10	0,79

Com base nos resultados apresentados na Tabela 6.5, foram calculados os Índices de Qualidade Ambiental calculados para o Perifiton, período de julho/14 a junho/15, apresentados na Tabela 6.6.

Não foi possível amostrar a comunidade perifítica no ponto 5, por se tratar de um ambiente sem a presença de seixos.



Tabela 6. Valores de Índice de Qualidade calculados para o Perifiton em Candiota, RS.

	p1	p2	p3	p4	p6	p7
<b>2014</b>						
Julho	4,00	2,45	2,22		2,25	
Outubro	3,47	2,45	3,14	2,46	2,17	2,72
<b>2015</b>						
Janeiro	3,14	2,37	3,00	2,56	2,10	3,07
Abril	3,59	3,02	3,27	3,56	2,83	2,73
<b>MÉDIAS</b>	<b>3,55</b>	<b>2,57</b>	<b>2,91</b>	<b>2,86</b>	<b>2,34</b>	<b>2,84</b>

A Figura 6.3 mostra as tendências de qualidade ambiental utilizando-se os valores dos índices de qualidade calculados e apresentados na Tabela 6.6. Nota-se que para o perifiton, o sistema variou entre média até boa qualidade (ponto 1).

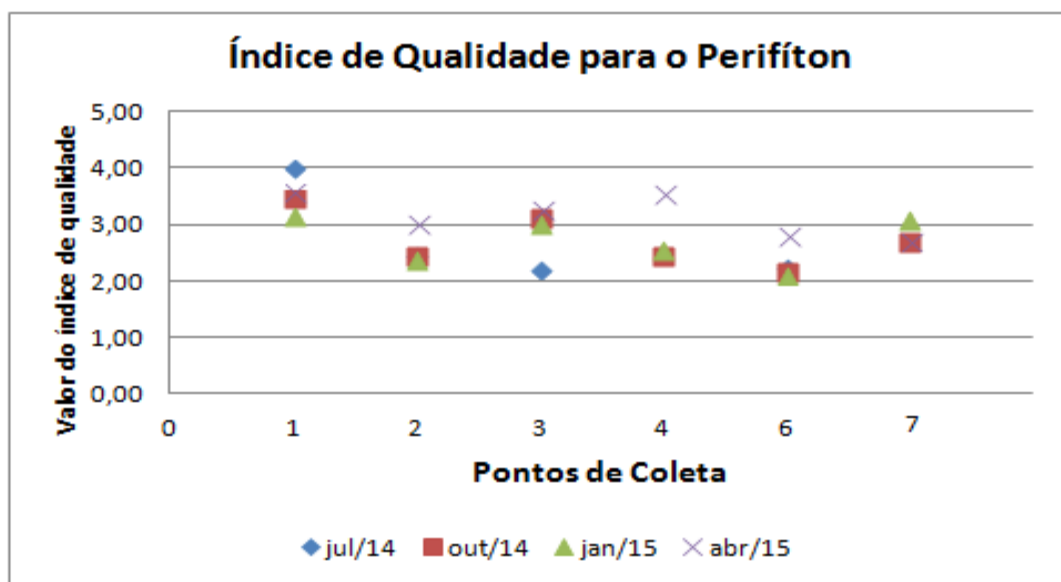


Figura 6.3. Classes de Qualidade Ambiental para os 6 pontos amostrais em Candiota relativos aos dados analisados para a comunidade perifítica no total do período de julho de 2014 a junho de 2015.

As classes do Indicador da qualidade ambiental aplicados aos resultados dos índices de qualidade para o Perifiton são:

- <1            Nível da Qualidade Ambiental Muito Baixa  
 1 e < 2      Nível da Qualidade Ambiental Baixa  
 2 ≤ e <3     Nível da Qualidade Ambiental Média  
 3 ≤ e <4     Nível da Qualidade Ambiental Boa  
 4 e 5        Nível da Qualidade Ambiental Muito Boa

No Quadro 6.3 estão apresentados as classes de Qualidade Ambiental constatadas nos últimos quatro períodos anuais, para os pontos monitorados.

Quadro 6.3. Classe do Indicador de Qualidade Ambiental constatada nos últimos quatro períodos anuais para a comunidade de perifiton.

Campanha	P1	P2	P3	P4	P6	P7
Julho 2011 a junho 2012	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Laranja	Amarelo
Julho 2012 a junho 2013	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Laranja	Amarelo
Julho 2013 a junho 2014	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Laranja	Amarelo
Julho 2014 a junho 2015	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo

Muito Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa
-----------	-----	-------	-------	-------------

Para o Perifiton, somente o ponto 1 foi classificado de boa qualidade ambiental. Os demais pontos apresentaram média qualidade ambiental. Também o P6 apresentou o menor valor para a média.

A análise desse Quadro permite constatar que a classe do Indicador de Qualidade Ambiental se mantém relativamente constante para a comunidade de perifiton para alguns pontos amostrais e melhorado para outros.

#### 4. Considerações Finais para o período de 2014/15

Visando propiciar uma visão dos três compartimentos avaliados, utilizando 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 6.4.

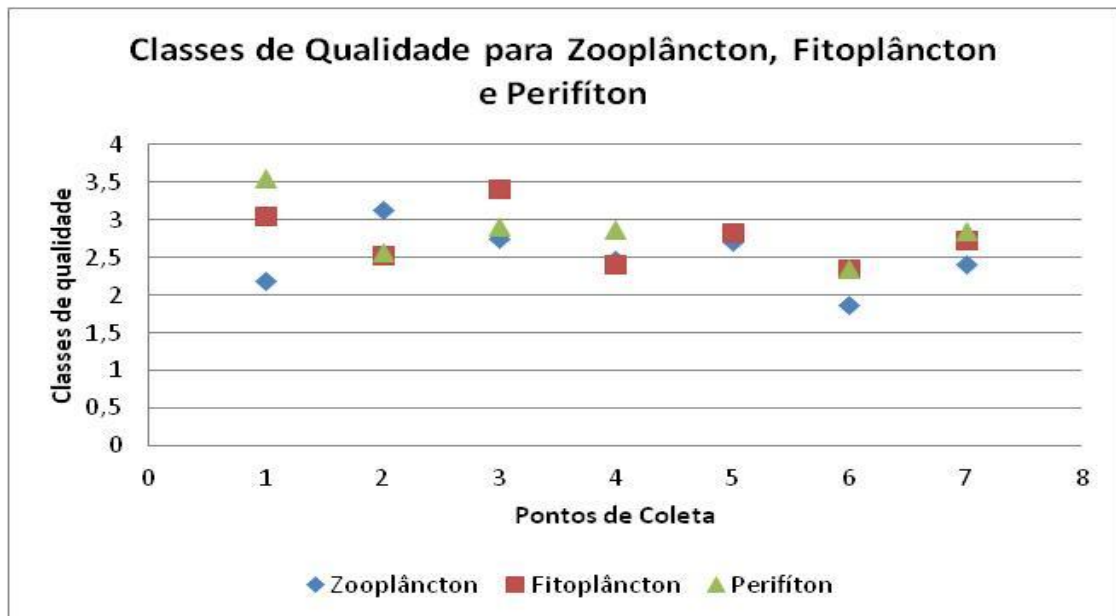


Figura 6.4. Classes do Indicador de qualidade ambiental obtidas com as médias dos valores dos Índices de Qualidade para o zooplâncton, fitoplâncton e perifíton em Candiota, RS, nos 7 pontos amostrais do período de julho de 2014 a junho de 2015.

De uma forma geral, parece que o aumento do volume e do fluxo dos arroios que formam a bacia do Candiota, observados em diferentes épocas do estudo, influenciaram os resultados de qualidade ambiental registrados para o plâncton.

---

Para o Zooplâncton, neste relatório, com exceção do ponto 6 (baixa qualidade), todos os outros pontos de coleta apresentaram para todo o período investigado uma classificação de média a boa qualidade ambiental (p2).

Já para o Fitoplâncton, na maioria dos períodos, os pontos 1 e 3 foram classificados como de boa qualidade, e os demais pontos como de média qualidade, entre eles o P6 com o menor valor para a média.

Para o Perifíton, somente o ponto 1 foi classificado de boa qualidade ambiental. Os demais pontos apresentaram média qualidade ambiental. Também o P6 apresentou o menor valor para a média.

Os resultados apresentados demonstram que o zooplâncton parece ser mais sensível às modificações do ambiente, de uma forma geral.

Os compartimentos ambientais monitorados **fitoplâncton e perifíton** têm como responsável técnica a Dra. Luciane Oliveira Crossetti.

O compartimento ambiental monitorado **zooplâncton** 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 2014 e verão (janeiro) e outono (abril) de 2015. As Estações Amostrais, identificadas pelo número 1 a 7, estão apresentadas no Quadro 3.1.

Todos os procedimentos em campo e laboratório estão de acordo com o "Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos", que trata dos procedimentos padronizados para a coleta e preservação de amostras de águas superficiais para fins de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos. Aprovado pela Resolução Nº 724/2011. Como apoio ao "Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA"

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**

A composição dos táxons das assembleias de macroinvertebrados bentônicos, a abundância e a abundância relativa, constam nas Tabelas 7.1, 7.2, 7.3 e 7.4.

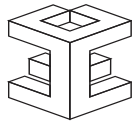


Tabela 7.1. Ocorrência e abundância relativa da fauna bentônica na campanha de julho de 2014

Julho de 2014	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Aeglidae	0,51	0,00	1,32	0,00	0,00	0,00
Amphipoda	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	7,41
Ancylidae	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baetidae	3,74	1,20	19,74	0,78	0,00	1,85
Bivalvia jovem	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caenidae	0,00	0,40	3,95	0,00	0,00	0,00
Calamoceratidae	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00
Calopterygidae	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00
Candonidae	0,34	0,80	0,00	0,39	0,00	1,85
Ceratopogonidae	4,24	2,40	0,00	0,00	3,13	1,85
Chaboridae	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	0,00
Chironomidae	40,07	18,80	21,05	7,84	9,38	20,37
Cochliopidae	15,79	2,40	0,66	0,00	0,00	0,00
Coenagrionidae	0,17	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00
Collembola	0,00	0,00	0,66	0,00	15,63	0,00
Corbiculidae	4,92	15,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Corydalidae	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dip.n.det.	0,17	0,00	0,66	0,00	15,63	0,00
Dolichopodidae	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00
Dytiscidae	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ecnomidae	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Elmidae	1,19	9,60	3,29	16,47	0,00	1,85
Empididae	0,00	0,00	0,00	1,96	0,00	0,00
Enchytraeidae	0,17	6,40	7,24	0,39	3,13	3,70
Glossiphonidae	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Glossosomatidae	0,17	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00
Gripopterygidae	0,68	0,40	5,92	18,04	0,00	5,56
Hydracarina	14,43	1,60	2,63	1,96	0,00	1,85
Hydrophilidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydropsychidae	2,38	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydroptilidae	1,87	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00
Isotomidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Isotomidae	0,00	0,00	1,97	0,00	0,00	0,00
Leptoceridae	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leptohyphidae	1,36	2,80	3,29	0,39	0,00	0,00
Leptophlebiidae	1,02	3,60	1,97	0,00	0,00	0,00
Nematoda	1,36	13,20	1,32	3,14	31,25	0,00
Oribatidae	0,34	2,00	5,92	0,39	0,00	1,85
Perlidae	0,00	0,40	1,32	0,00	0,00	0,00
Planorbiidae	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00
Psephenidae	0,00	2,40	0,00	0,39	0,00	0,00
Psychodidae	0,00	0,00	0,00	9,02	0,00	0,00
Pyalidae	0,00	3,20	0,00	1,96	0,00	1,85
Simuliidae	1,87	0,00	4,61	0,78	0,00	0,00
Sphaeriidae	0,00	1,20	0,00	0,39	0,00	0,00
Tabanidae	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00
Tipulidae	0,17	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00
Tubificidae	0,34	6,40	9,21	34,51	15,63	50,00

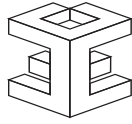


Tabela 7.2. Ocorrência e abundância relativa da fauna bentônica na campanha de outubro de 2015

Outubro de 2014	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Aeglidae	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amphipoda	3,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ancylidae	0,40	0,41	0,04	1,60	0,00	0,00	0,00
Baetidae	6,08	0,27	16,64	0,80	0,00	0,49	0,00
Bivalvia jovem	1,76	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	3,37
Caenidae	0,08	1,51	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
Calopterygidae	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Candonidae	0,08	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ceratopogonidae	1,92	0,69	1,12	0,40	0,00	0,00	1,12
Chironomidae	24,42	48,29	15,78	64,00	42,11	40,78	56,18
Cochliopidae	18,33	0,55	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Collembola	0,00	0,27	0,00	1,20	15,79	0,00	0,00
Corbiculidae	2,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cypridae	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Darwinulidae	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Dolichopodidae	0,00	0,14	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Elmidae	1,36	0,55	10,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Empididae	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Enchytreidae	0,40	0,82	0,27	0,00	0,00	27,67	23,60
Glossiphonidae	0,48	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Glossosomatidae	0,16	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Gripopterygidae	0,64	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydracarina	1,20	0,14	0,63	0,00	0,00	0,49	0,00
Hydrophilidae	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydropsychidae	3,44	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydroptilidae	0,48	0,41	0,13	0,40	0,00	0,00	0,00
Isotomidae	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Leptoceridae	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leptohiphidae	1,20	1,10	4,99	0,40	0,00	0,00	0,00
Leptophlebiidae	14,65	0,55	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Limnocytheridae	0,08	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Muscidae	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Naididae	12,81	38,00	6,47	11,20	36,84	29,61	14,61
Nematoda	0,80	2,88	0,54	18,40	0,00	0,97	1,12
Odontoceridae	0,00	0,00	0,13	0,00	5,26	0,00	0,00
Oribatidae	0,48	0,27	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Perlidae	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
Planorbiidae	0,00	0,14	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Polycentropodidae	0,08	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Psephenidae	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Simuliidae	1,68	0,00	37,95	1,60	0,00	0,00	0,00
Sphaeriidae	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Tipulidae	0,16	0,14	1,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Tricladida	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vellidae	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00

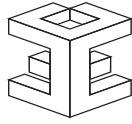


Tabela 7.3. Ocorrência e abundância relativa da fauna bentônica na campanha de janeiro de 2015

Janeiro 2015	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Aeglidae	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Aeshnidae	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00
Amphipoda	0,19	0,10	0,10	0,13	0,00	0,00	0,00
Ancylidae	0,00	0,19	0,37	0,92	0,00	0,00	0,00
Athericidae	0,00	0,58	0,05	0,13	0,00	0,00	0,00
Baetidae	1,03	14,81	5,37	13,65	7,14	0,68	0,00
Belostomatidae	0,19	0,29	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
Bivalvia jovem	2,82	6,02	0,02	0,13	0,00	0,00	3,77
Caenidae	0,85	0,49	0,91	0,13	0,00	0,00	0,00
Calopterygidae	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Candonidae	0,00	0,44	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Ceratopogonidae	3,20	0,00	0,57	0,39	0,00	1,35	0,00
Chironomidae	51,50	25,24	27,67	16,93	0,00	44,93	3,77
Cochliopidae	0,75	0,29	0,44	0,13	0,00	0,00	3,77
Coenagrionidae	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corbiculidae	0,38	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corydalidae	0,00	0,24	0,07	0,39	0,00	0,00	0,00
Culicidae	0,00	0,87	0,00	0,26	0,00	12,16	0,00
Cypridae	0,47	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Darwinulidae	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dolichopodidae	0,28	0,10	0,12	0,92	0,00	0,00	0,00
Dugesidae	0,00	0,15	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
Dytiscidae	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,34	0,00
Elmidae	7,99	1,60	11,62	1,71	0,00	0,00	0,00
Empididae	0,00	2,77	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Glossiphonidae	0,09	1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Glossosomatidae	1,03	2,86	2,98	0,66	0,00	0,00	0,00
Gomphidae	0,19	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1,89
Gyrinidae	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Hidracarinae	1,79	1,65	1,03	0,52	14,29	1,01	1,89
Hirudinea	0,00	2,23	0,22	0,66	0,00	0,00	0,00
Hydrophilidae	0,00	0,00	0,22	0,52	7,14	0,00	0,00
Hydropsychidae	3,67	2,77	10,56	4,33	0,00	0,68	0,00
Hydroptilidae	0,66	0,87	0,66	31,10	0,00	1,35	0,00
Isotomidae	0,19	0,00	0,34	2,49	7,14	5,41	0,00
Lepidoptera	0,00	0,34	0,89	0,13	0,00	0,00	0,00
Leptoceridae	0,19	0,34	1,18	0,00	0,00	0,34	0,00
Leptohiphidae	3,67	16,31	14,55	3,28	0,00	0,00	0,00
Leptophlebiidae	6,67	0,53	4,01	0,13	0,00	0,00	0,00
Libellulidae	0,09	0,10	0,02	0,13	0,00	0,34	0,00
Lutrochidae	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Muscidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	0,00
Naididae	9,12	4,08	3,91	14,17	57,14	20,95	52,83
Naucoridae	0,09	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Nematoda	1,79	3,30	0,42	0,26	0,00	0,68	9,43
Odontoceridae	0,00	0,00	0,54	0,26	0,00	0,00	0,00
Perlidae	0,00	0,58	2,24	0,52	0,00	0,00	0,00
Philopotamidae	0,00	2,43	5,32	1,44	0,00	0,00	0,00
Planorbidae	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Polycentropodidae	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polymitarcyidae	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Psephenidae	0,00	0,87	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00
Psychodidae	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	7,43	0,00
Ptilodactilidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ptilodactilidae	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00
Scirtidae	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Simuliidae	0,00	3,93	1,26	0,92	0,00	0,00	0,00
Sphaeriidae	0,09	0,29	0,00	0,00	7,14	0,00	0,00
Stratiomyidae	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00
Tabanidae	0,00	0,00	0,20	0,26	0,00	0,34	0,00
Tipulidae	0,66	0,05	0,94	1,05	0,00	0,68	0,00
Veliidae	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	22,64



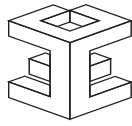


Tabela 7.4. Ocorrência e abundância relativa da fauna bentônica na campanha de Abril de 2015

Abril de 2015	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Aeglidae	0,87	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Amphipoda	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Ancylidae	0,46	0,19	0,44	0,00	0,00	0,00	1,47
Baetidae	2,65	1,86	2,14	1,18	0,00	0,00	1,47
Bivalvia jovem	3,07	0,77	0,00	5,18	0,00	0,00	0,00
Caenidae	0,91	1,92	0,07	0,39	0,00	0,00	0,00
Candonidae	0,37	0,96	0,34	0,47	0,00	0,00	0,00
Calopterygidae	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ceratopogonidae	0,58	0,32	0,31	0,08	0,00	4,03	0,00
Chironomidae	37,20	34,96	37,08	44,66	30,16	72,48	83,09
Cochliopidae	9,03	1,99	0,65	11,93	0,00	0,00	0,74
Coenagrionidae	0,12	0,19	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00
Corydalidae	0,00	1,03	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Corbiculidae	0,58	0,64	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00
Culicidae	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyprididae	0,50	0,13	0,41	0,08	0,00	0,00	0,00
Darwinulidae	0,04	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ditiscidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dugesiiidae	0,04	0,58	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Ecnomidae	1,53	0,00	0,07	0,16	0,00	0,00	0,00
Elmidae	14,75	5,71	20,43	4,63	0,00	0,00	0,00
Enchytraeidae	0,00	0,26	0,10	0,16	0,00	0,00	0,00
Glossiphonidae	0,91	1,67	0,58	1,18	0,00	0,00	0,00
Glossosomatidae	0,58	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
Gomphidae	0,12	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Gryopterygidae	0,37	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Gyrinidae	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Helicopsychidae	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydridae	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydracarinae	11,18	1,28	1,94	5,26	0,00	0,00	0,00
Hydrophilidae	0,08	0,32	0,27	0,16	0,00	0,00	0,00
Hydropsychidae	2,49	9,62	2,62	0,39	0,00	0,00	0,00
Hydroptilidae	0,58	1,35	0,44	15,46	0,00	0,00	0,74
Isotomidae	0,00	0,00	0,03	0,08	0,00	0,00	0,00
Leptoceridae	0,29	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Leptohyphidae	5,43	20,21	7,14	1,02	0,00	0,00	0,00
Leptophlebiidae	1,82	0,00	3,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Libellulidae	0,12	0,00	0,03	0,47	0,00	0,00	0,00
Naidinae	0,29	1,15	1,16	0,24	0,00	0,00	0,00
Narapidae	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Naucoridae	0,08	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Nematoda	0,54	0,90	0,17	1,41	0,00	0,00	5,88
Oribatidae	0,00	0,26	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Odontoceridae	0,00	0,06	4,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Perlidae	0,08	1,73	4,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Philopotamidae	0,33	1,41	8,94	0,39	0,00	0,00	0,00
Physidae	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00
Planorbidae	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Polycentropodidae	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poymitharcyidae	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
Psychodidae	0,00	0,00	0,10	0,08	0,00	2,68	0,00
Psephenidae	0,00	0,19	0,03	0,24	0,00	0,00	0,00
Simuliidae	0,37	0,00	0,31	0,08	0,00	0,00	0,00
Sphaeriidae	0,04	0,00	0,31	0,78	7,94	0,00	0,00
Staphylinidae	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Stratiomyidae	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00
Tipulidae	0,17	0,00	0,44	0,00	0,00	2,01	0,00
Tubificinae	0,83	7,25	0,48	2,67	61,90	18,12	6,62
Vellidae	0,00	0,00	0,03	0,08	0,00	0,00	0,00

A fauna de macroinvertebrados bentônicos encontrada nos arroios estudados se constitui de vários táxons, em diferentes estágios de desenvolvimento, pertencentes a diferentes Filos, Ordens e Classes, resultando em uma comunidade composta por organismos com distintos graus de tolerância às modificações ambientais.

O monitoramento da água nos arroios da bacia de Candiota, com base nestes organismos, vai além da classificação da qualidade da água, pois também propicia o registro de organismos que habitam os ambientes aquáticos da região, contribuindo para o conhecimento desta fauna.

Na sequência, apresenta-se o gráfico de dispersão (Figura 7.1) das abundâncias de macroinvertebrados de cada um dos locais monitorados, obtidos a partir de seis amostras, sendo três em áreas de corredeiras e três em áreas de remanso.

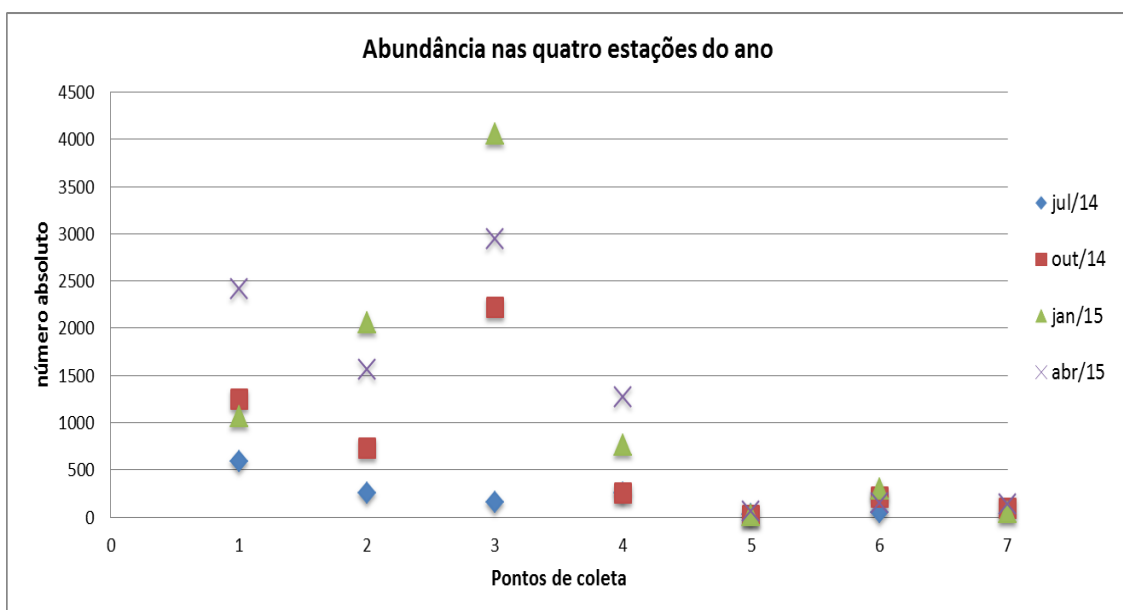


Figura 7.1 Abundância absoluta dos táxons nas quatro campanhas, julho/14 a junho/15.

A campanha de julho (Figura 7.2), quando comparada com as demais estações do ano apresentou as menores abundâncias, foram apenas 1332 organismos, o que pode ser explicado pelo grande aporte de águas registrado nesse período. Em outubro foi encontrado 4766 organismo, e em janeiro e abril, períodos mais secos, foram ainda mais elevados, respectivamente 8311 e 8537 organismos. No total foram coligidos ao longo desse período 22.946 espécimes, principalmente encontrados nos pontos PM1 PM2 e PM3, os outros pontos apresentaram um número relativamente mais baixo de organismos, conforme pode ser visualizados nos gráficos que seguem.

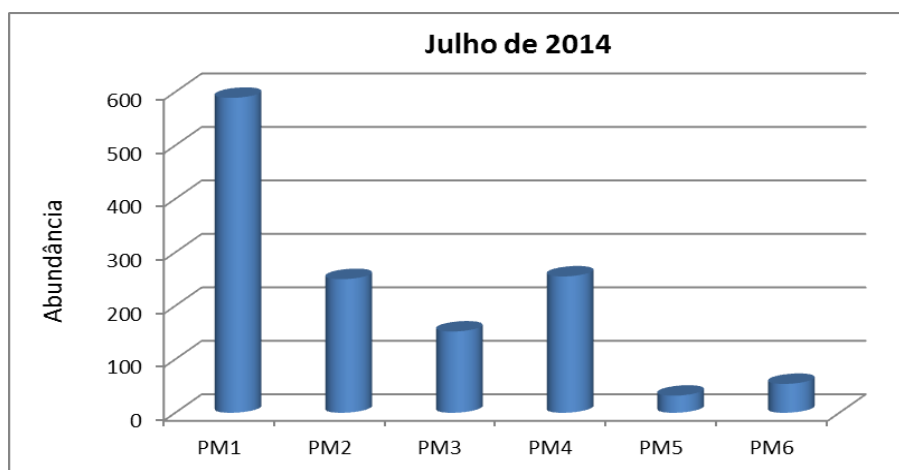


Figura 7.2. Abundância dos táxons nos pontos monitorados na campanha de inverno, julho de 2014.

Em julho de 2014, devido ao grande aporte de águas, com consequente aumento da lâmina d'água e uma forte correnteza não foi possível coletar no PM7 (vide relatório da sedimentologia). Nesta campanha a maior riqueza observada foi no PM1 situado a montante da barragem que abastece a UTE Presidente Médici. Chironomidae e Coelhiopidae foram os táxons mais abundantes. Salienta-se o baixo número de organismos encontrado nesta campanha, em todos os pontos.

Na campanha de outubro (Figura 7.3) as maiores abundância foram para os pontos P3 e P1, respectivamente 2224 e 1249 organismos, enquanto na campanha anterior foram coligidos 1332 organismos para todos os pontos amostrados.

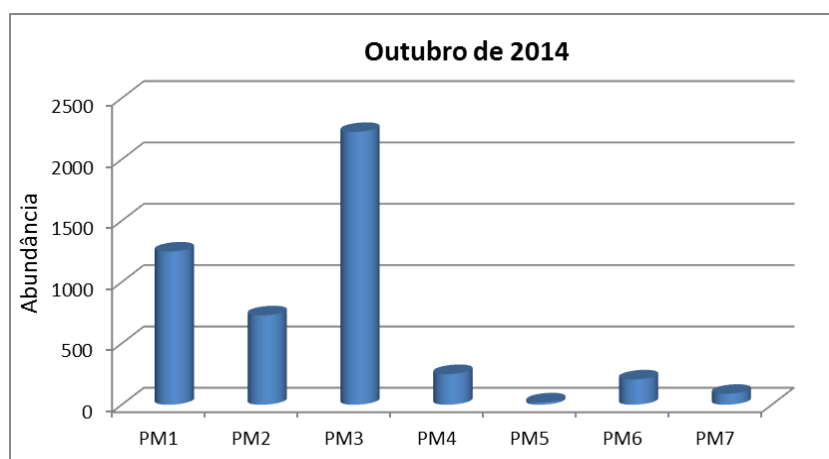


Figura 7.3. Abundância dos táxons nos pontos monitorados na campanha de primavera, outubro de 2014.

Na campanha de outubro dentre os 4766 organismos coligidos quase a metade foi encontrada no ponto PM3 (2224) o que significa 46,65% da fauna de invertebrados aquáticos dos locais amostrados, na sua maioria larvas de insetos. Esse local, ao longo do período monitorado, juntamente com PM1 e PM2, tem apresentado sempre as maiores densidades de organismos.

Nesta campanha, Figura 7.4 foram registrados 7342 organismos nas áreas de corredeira e 897 nas áreas de remanso totalizando 8239 organismos coletados. A maior abundância foi no ponto monitorado PM3 (4062 organismos). Os menores valores foram para PM6, PM7 e PM5 com respectivamente 297, 41 e 17 organismos.

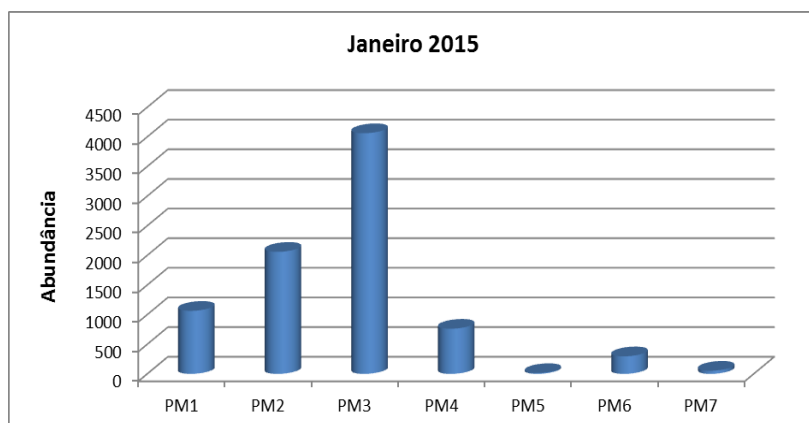


Figura 7.4. Abundância dos táxons nos pontos monitorados na campanha de verão, janeiro de 2015.

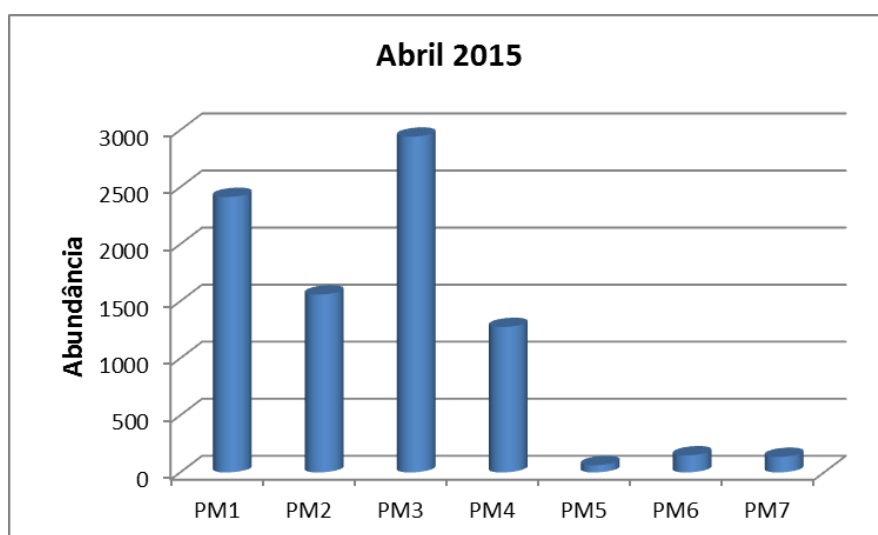


Figura 7.5. Abundância dos táxons nos pontos monitorados na campanha de outono, abril de 2015.

O PM5 tem apresentado as menores densidades em praticamente todas as campanhas amostrais como também apresentado na Figura 7.5, devido as suas características físicas distintas, principalmente no que se o substrato.

## Riqueza e diversidade

A partir das figuras e tabelas, elaboradas para análise de cada ponto monitorado, observa-se que os valores mais altos para a Riqueza (s) de táxons, entre o conjunto de locais analisados, foram no nos pontos P1, P2 e P3, Figura 7.6.

A unidade taxonômica aqui utilizada é no nível de família. O nível taxonômico de família é recomendado por sua relativa facilidade e rapidez, com capacidade de se traduzir em informação ecológica. No Brasil, assim como em muitos outros países, em estudos com ênfase na macrofauna, principalmente em avaliações rápidas, a identificação dos macroinvertebrados em nível taxonômico de família é a unidade taxonômica mais utilizada. (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988, Barbour et al., 1999; CETESB, 2012)

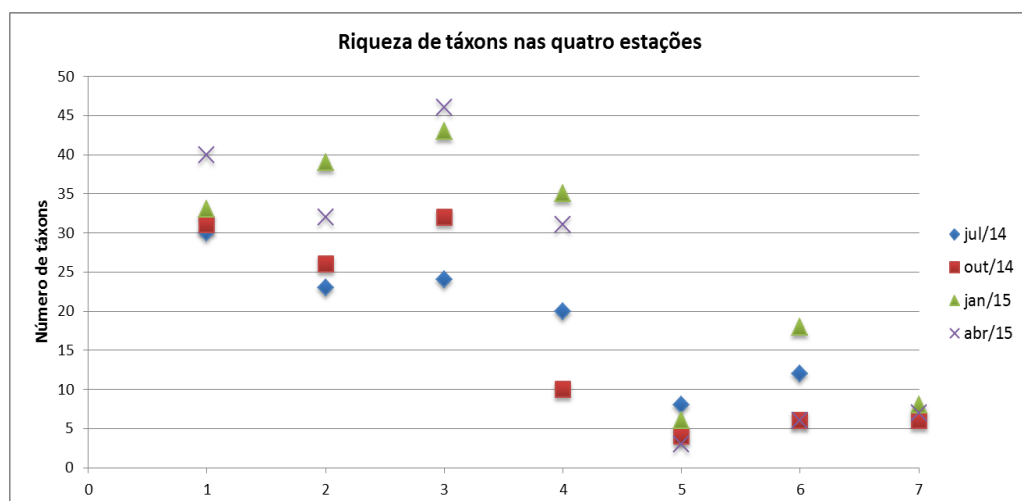


Figura 7.6. Riqueza de táxons das quatro estações do ano para os sete pontos monitorados, Candiota julho/14 a julho/15.

Nas campanhas de abril e janeiro de 2015, com respectivamente 48 e 44 táxons, o ponto P3 apresentou os maiores valores de Riqueza (s) durante o período amostrado. De acordo com Baptista et al. (2007) a riqueza taxonômica é uma métrica que reflete a diversidade (número

de taxa) de organismos aquáticos e é relacionada com a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Além da abundância e da riqueza, a sensibilidade dos organismos as mais diferentes formas de poluição também auxilia na interpretação da qualidade do ambiente que se está monitorando. A abundância relativa é fundamental no estudo da estrutura das comunidades, pois possibilita que se conheça com que percentual cada um dos táxons contribui para o total da macrofauna, fornecendo o grau de importância dos distintos táxons para os locais amostrados.

Na campanha de julho (Figura 7.7) as maiores abundâncias encontradas no ponto PM1, que apresentou também a maior riqueza, se deve principalmente as abundâncias relativas das famílias Chironomidae 40,10% e Cochliopidae 15,80%.

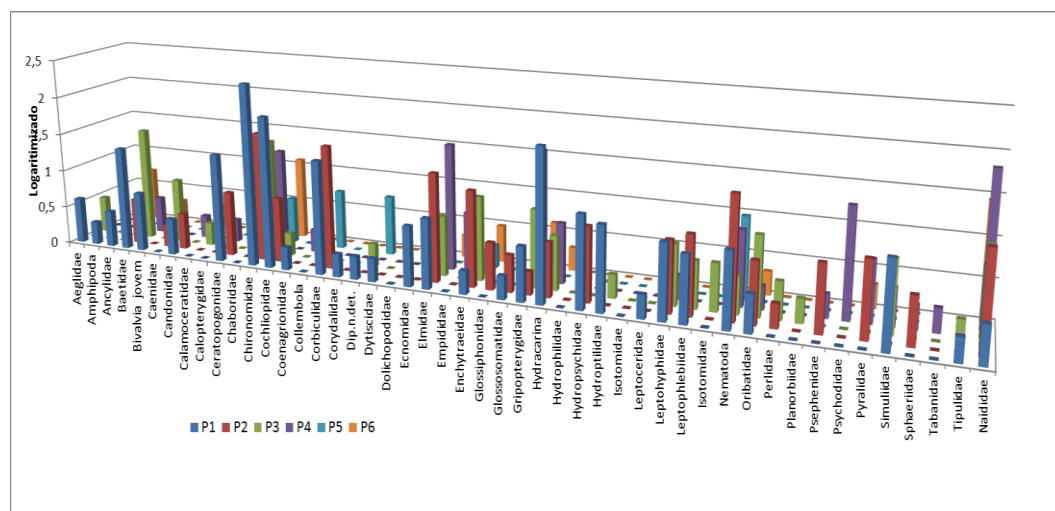


Figura 7.7. Abundância relativa dos táxons nas sete estações amostradas em julho de 2014

Em outubro as famílias mais abundantes foram Chironominae (46,65%), Naididae (21,36%), Enchytraeydae (7,54%) e Simuliidae, (5,89%), Figura 7.8.

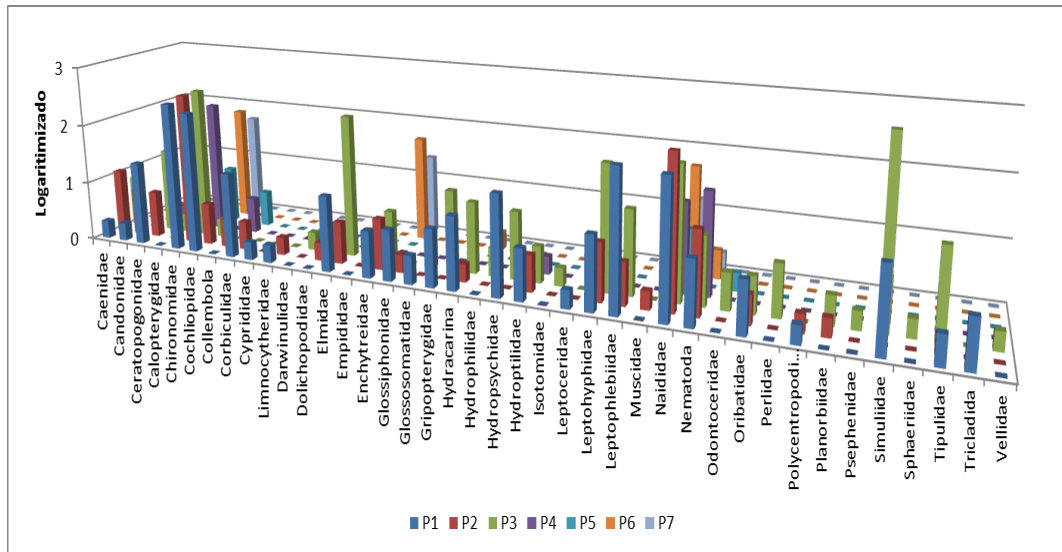


Figura 7.8. Abundância relativa dos táxons nas sete estações amostradas em outubro de 2014

As abundâncias relativas para as coletas de janeiro e abril estão apresentadas nas Figuras 7.9 e 7.10, respectivamente.

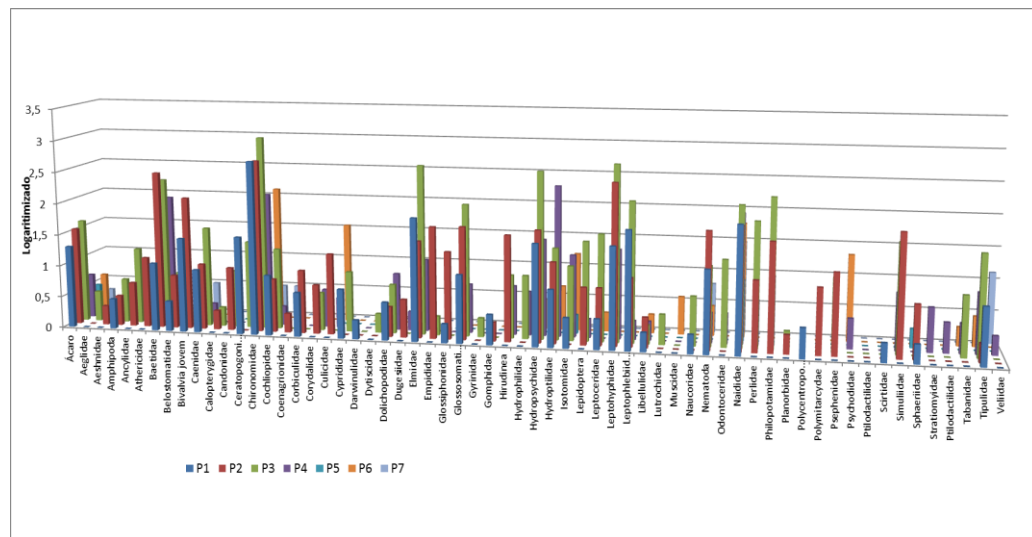


Figura 7.9. Abundância relativa dos táxons nas sete estações amostradas em janeiro de 2015.



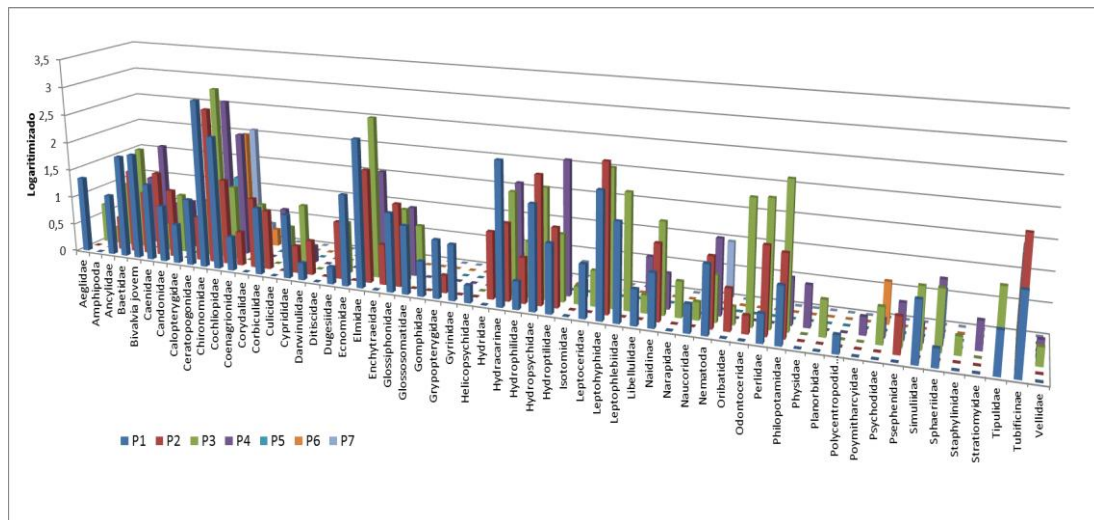


Figura 7.10. Abundância relativa dos táxons nas sete estações amostradas em abril de 2015.

A interpretação ecológica do conceito de diversidade pode ser útil na comparação entre os locais monitorados, este índice tem como base dois componentes, a riqueza de espécies e a equitabilidade.

No gráfico (Figura 7.11) podemos visualizar os resultados da aplicação do Índice de Diversidade de Shannon, um dos mais utilizados, sensível a espécies raras (menor valor) e a variações nas abundâncias.

Na campanha de julho os valores mais altos de diversidade foram nos pontos P2 (2,62 bits) e P3 (2,57 bits) e os mais baixos nos pontos, P6 (1,66 bits) e P5 (1,84 bits).

Na campanha de outubro 2014 a diversidade foi baixa em todos os pontos, todos abaixo de 1,95 bits, a exceção do P1 (2,36 bits). Os pontos P5, P6 e P7, também apresentaram valores baixos nas outras campanhas, menores do que 1,95bits em janeiro de 2015 e abaixo de 0,97 bits em abril de 2015.

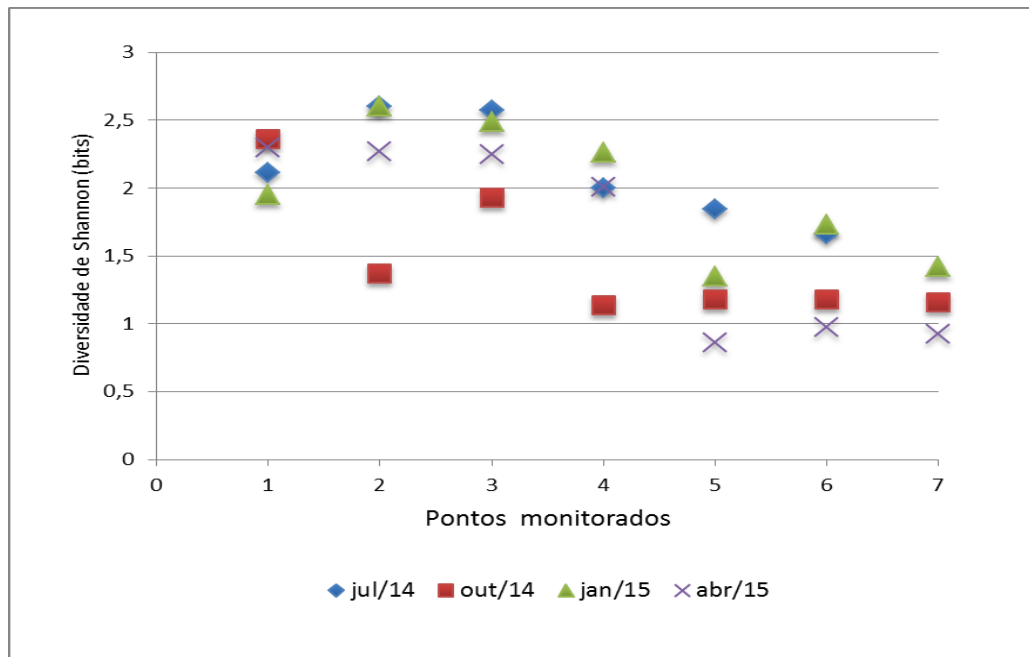


Figura 7.11. Valores resultantes da aplicação do índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) para as quatro campanhas.

Na campanha de janeiro os valores mais altos para a diversidade foram P2 (2,60bits) e P3 (2,49bits), em abril P1, P2 e P3 com valores entre 2,29 e 2,25 bits. O ponto P4 apresentou valores que variaram entre 1,13 e 2,26 bits nas quatro campanhas. Geralmente os valores encontrados para esse índice na literatura variam entre 1,5 bits e 3,5 bits.

Os Pontos P1 e P3 foram os únicos que não apresentaram valores de  $H'$  abaixo de 1,5bits. Também foi para o P1 o menor intervalo de variação para  $H'$  ao longo do período amostrado.

Provavelmente os valores de  $H'$  teriam sido mais altos em alguns casos, se não houvesse ocorrido altas abundâncias de táxons como Chironomidae e Naididae, como por exemplo, o que ocorreu no ponto 2, na campanha de outubro, uma riqueza de 26 táxons, Chironomidae alcançou uma abundância relativa de 48,29% e Naididae de 38,0%, o

---

que obviamente influenciou na Equitabilidade de Pielou calculada (0,42), o que acabou resultando em um baixo valor de  $H' = 1,37$ . Em outra situação, tem-se o caso do ponto 5, com valor de Shannon semelhante ( $H' = 1,35$ ), na campanha de janeiro de 2015, mas com uma riqueza bem mais baixa, apenas 6 táxons e uma abundância de somente quatorze indivíduos.

De onde se pode concluir que se deve ter cuidado na interpretação, pois valores muito próximos ou até mesmo iguais podem estar representando situações muito diferentes.

### **Cálculo do Índice BMWP**

O BMWP foi calculado com base nas pontuações de acordo com ALBATERCEDOR & SÁNCHEZ-ÓRTEGA (1988), LOYOLA (1998, 1999 e 2000) e (TONIOLLO et alii, 2001) apresentados na Tabela 5, em anexo.

Para o cálculo do índice BMWP, por estação amostral, foram consideradas as famílias registradas na área de remanso e na área de corredeira. Na Tabela 7.5, apresentam-se as pontuações (scores) das famílias para a aplicação do BMWP. Principalmente os organismos pertencentes ao chamado grupo EPT Ephemeroptera, Trichoptera e Plechoptera apresentam as maiores pontuações para este índice.

Na Figura 7.12 constam os valores do índice obtido pelo o somatório de todas as pontuações das famílias, presentes em cada amostra, para cada estação coleta.

Tabela 7.5: Pontuações designadas às diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos para a obtenção do índice BMWP'. De acordo com ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ÓRTEGA (1988), LOYOLA (1998, 1999 e 2000) e (TONIOLLO et alii, 2001).

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
EphemereIIDae, ProsoPistomatidae, Nemouridae, Gripopterygidae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Pyralidae, Psephenidae	7
Meritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae, Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, LeptoHyphidae	6
Oligoneuridae, Polymitarcyidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae	5
Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, Aeglidae	
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 (Limnecoridae), Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Veliidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae, Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae	1

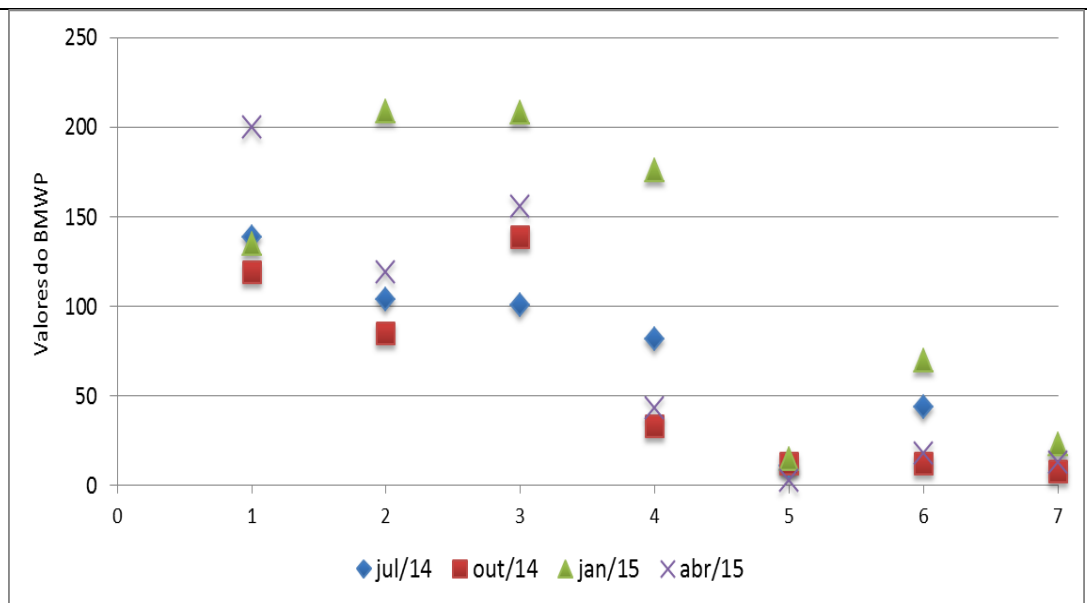


Figura 7.12. Valores do índice BMWP para cada um dos pontos monitorados, nas quatro campanhas de coleta.

De acordo com esse índice quanto maior é o valor alcançado (somatório das famílias de acordo com os valores da Tabela 7.5) maior é a integridade do local analisado.

Através do IBMWP, verificou-se que as estações P1, P2 e P3 foram classificadas como de águas muito limpas e águas não contaminadas, a exceção foi na campanha de outubro de 2014 na qual o ponto P2 com uma pontuação de 85 que corresponde a Classe III, de águas com a qualidade duvidosa, Tabelas 7.6 e 7.7.

Nos pontos PM1, PM2 e PM3 durante todo período monitorado, o percentual de táxons EPT foram altos, o que caracteriza a boa qualidade nestes locais. Baetidae, Caenidae, Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Hydroptilidae, Hydropsichidae, Leptoceiridae, Odontoceridae, Glossosomatidae Perlidae entre outros táxons do grupo EPT, são comuns nestes locais.

Tabela 7.6. Classes de qualidade conforme resultado da aplicação do índice BMWP.M.W.P., Adaptado de Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega (1988).

CLASSES	QUALIDADE	VALOR DO I.B.M.W.P.	SIGNIFICADO	COR
I	BOA	> 120	Águas não contaminadas ou não alteradas de forma sensível	
II	ACEITÁVEL	101 - 120	Águas com algum sinal evidente de contaminação	
III	DUVIDOSA	61 - 100	Águas contaminadas	
IV	CRÍTICA	36 – 60	Águas muito contaminadas	
V	MUITO CRÍTICA	< 36	Águas fortemente contaminadas	

Tabela 7.7- Classificação das estações amostrais, segundo resultado do índice BMWP, período julho/14 a junho/15.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
jul/14	139	104	101	82	11	44	
out/14	118	85	139	33	12	12	8
jan/15	135	209	208	176	15	70	23
abr/15	200	119	156	43	3	18	17

---

## **Conclusões e Indicador de Qualidade Ambiental**

- As maiores abundâncias da macrofauna bentônica encontrada nos arroios esteve associada aos períodos em que os níveis das águas estavam mais baixos.
- Há uma clara redução na abundância de indivíduos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos pontos P5, P6 e P7.
- No período analisado a Classe melhor representada foi Insecta e a família com mais representatividade numérica foi Chironomidae.
- Os táxons considerados mais “sensíveis” e as maiores diversidades foram sempre nos pontos P1, P2 e P3.

Em relação às espécies potencialmente ameaçadas de extinção e as já ameaçadas, foram consultadas algumas listas (sites do MMA, IBAMA, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul) e nenhuma espécie foi registrada.

Com base nos valores do IBMWP e de acordo com as métricas utilizadas, as classes de Indicador de Qualidade dos locais monitorados de acordo com a comunidade de macroinvertebrados ficou estabelecida como apresentado na Tabela 7.8.

A Tabela 7.9 apresenta o valor da classe do Indicador de Qualidade Ambiental para a comunidade bentônica para os quatro últimos períodos avaliados.

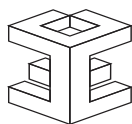


Tabela 7.8 – Indicador de Qualidade Ambiental para a comunidade bentônica, Candiota julho/14 a junho/15.

Estação	Classe	Significado (Qualidade ambiental)
PM1	5	Muito Boa
PM2	5	Muito Boa
PM3	5	Muito Boa
PM4	3	Média
PM5	1	Muito Baixa
PM6	2	Baixa
PM7	1	Muito Baixa

Tabela 7.9. Classe do Indicador de Qualidade Ambiental constatada nos últimos quatro períodos anuais para a comunidade bentônica, Candiota (RS).

Período	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Julho 2011 a junho 2012	Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa	Muito Baixa	Baixa
Julho 2012 a junho 2013	Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa	Muito Baixa	Baixa
Julho 2013 a junho 2014	Boa	Boa	Boa	Média	Muito Baixa	Muito Baixa	Muito Baixa
Julho 2014 a junho 2015	Muito Boa	Muito Boa	Muito Boa	Média	Muito Baixa	Baixa	Muito Baixa

Muito Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa
-----------	-----	-------	-------	-------------

Pelo apresentado verifica-se:

- constância do Indicador de Qualidade Ambiental para as estações P4,P5 e P7 embora de qualidade de Média(P4) a Muito Baixa (P5 e P7);
- melhoria do Indicador de Qualidade Ambiental para as estações P1,P2 e P3 de classe Boa para Muito Boa e para a estação P6 que passou de classe Muito Baixa para Baixa.

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



---

## 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 2014 e outono de 2015.

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.

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.

<b>Elemento</b>	<b>Bowen, 1979</b>
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

## 8.2 RESULTADOS

### 8.2.1 Índice de Qualidade

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

Aos resultados foi aplicado o Índice de Qualidade proposto por BRUSCHI *et al.* (2000). Este índice é composto pelo resultado do somatório de três parâmetros da comunidade de peixes analisada: abundância relativa, riqueza de espécies relativa e diversidade de Shannon-Winner relativa.

Para o IQ é utilizado o agrupamento do tipo somatório em que o valor resultante deve ser interpretado frente aos valores de referência para as classes de qualidade do IQ estabelecidos por BRUSCHI *et al.* (2000), Tabela 8.2.

Tabela 8.2. Intervalos do Índice de Qualidade (IQ)

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

Para estabelecer o Indicador de Qualidade Ambiental da rede de amostragem durante a temporada 2014/2015 foi calculada a média harmônica dos IQ registrados em cada ponto. O valor de média harmônica obtido para cada ponto foi classificado de acordo com as

classes de IQ conforme a Tabela 8.1. Assim como calculado o IQ dos pontos de amostragem durante a temporada de amostragem, calculou-se o IQ de cada ponto considerando a série histórica de dados.

O período de monitoramento 2014/2015 foi marcado por grandes oscilações no Índice de Qualidade Ambiental (Figura 8.1).

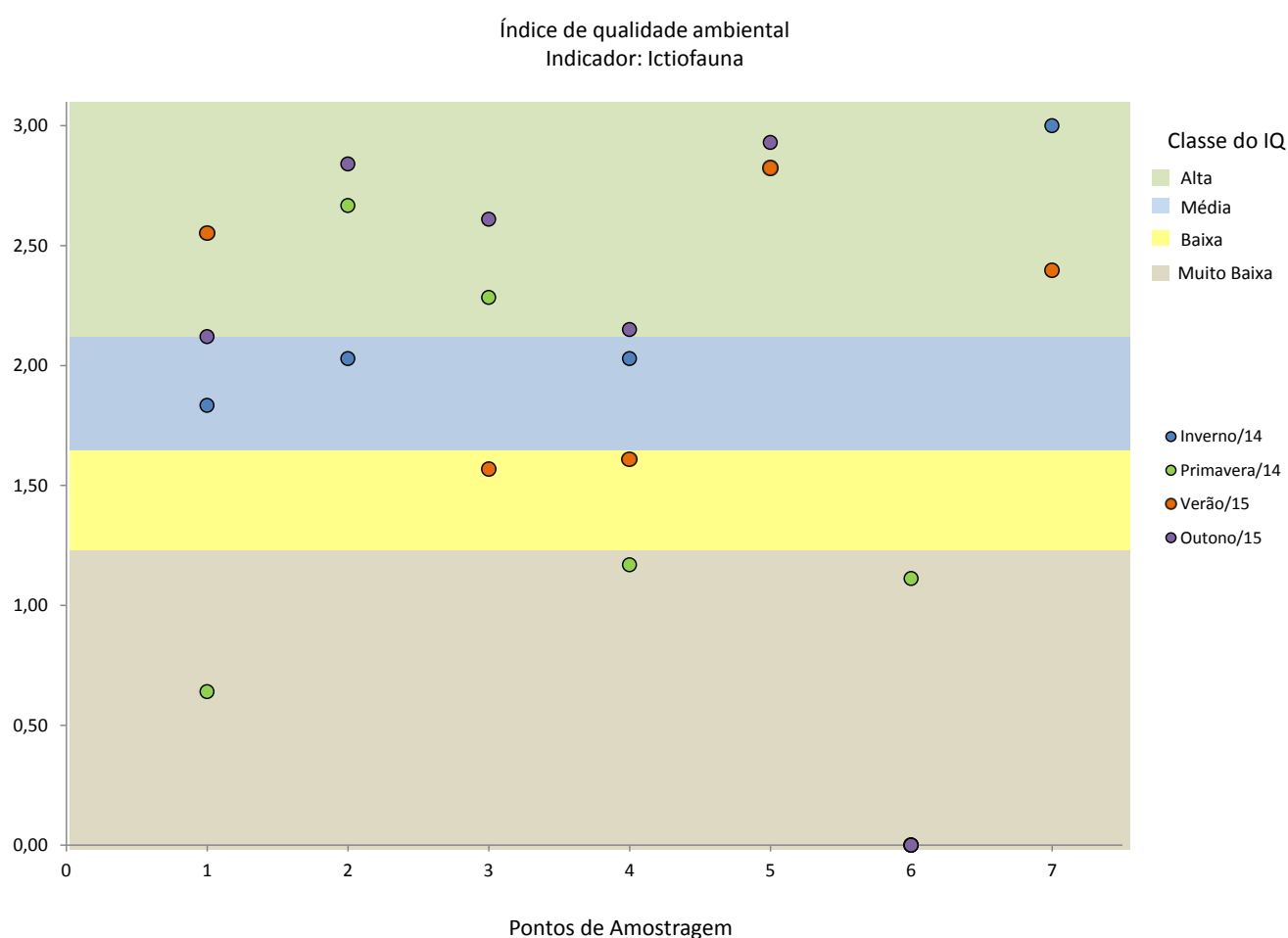


Figura 8.1 Comparação entre as condições de qualidade indicadas pelo IQ aplicado para o resultado da amostragem de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS

---

O ponto 1 apresentou valores que oscilaram entre Média Qualidade em julho de 2014 (inverno) passando a Muito Baixa Qualidade em novembro de 2014 (primavera) e atingindo patamares de Alta Qualidade em janeiro e maio de 2015 (verão e outono).

O ponto 2 apresentou valores de Média Qualidade em julho de 2014 (inverno) passando a patamares de Alta Qualidade em novembro de 2014 e maio de 2015 (primavera e outono). Na campanha de janeiro (verão) a bateria de redes de amostragens foi furtada o que infelizmente tem se tornado recorrente nesse local.

O pontos 3 apresentou valores de Alta Qualidade nas amostras conduzidas em novembro de 2014 e maio de 2015 (primavera e outono) e na campanha de janeiro de 2015 (verão) apresentou valores de Baixa Qualidade. A amostragem de julho de 2014 (inverno) foi extremamente prejudica por causas das excessivas chuvas que ocorreram durante todo o mês de julho, mantendo os rios muito acima dos seus níveis médios e, além disso, durante a campanha a temperatura ambiente estava muito baixa.

O ponto 4 apresentou valores de Média Qualidade na cam[panha de julho de 2014 (inverno), passando a apresentar valores de Qualiadde muito baixa em novembro de 2014 (primavera) e uma tendência de melhora nos valores do parâmetro nas campanhas seguintes revelando valores de Baixa Qualidade em janeiro de 2015 (verão) e Média Qualidade na campanha de maio de 2015 (outono).

O ponto 5 foi fortemente influenciado por eventos de altas pluviosidades que antecederam as campanhas de julho e novembro

---

de 2014 (inverno e primavera). Em ambas as ocasiões as condições de trafegabilidade da estrada estavam muito ruins e o pulso de inundação não conferiam condições de segurança à equipe inviabilizando as amostragens. Tanto na campanha de janeiro quanto na campanha de maio (verão e outono) os valores obtidos enquandram o local com de Alta Qualidade.

O ponto 6 manteve-se com um padrão histórico de Qualidade Muito Baixa, conforme já ocorre desde o início do monitoramento. A degradação da qualidade ambiental local é considerada extrema a ponto de mostrar-se inviável à manutenção de peixes vivos. Durante as quatro campanhas realizadas entre o inverno de 2014 e o outono de 2015 apenas na campanha de novembro de 2014 (primavera) 4 exemplares de peixes foram capturados.

O ponto 7 apresentou valores de Alta Qualidade nas campanhas de julho de 2014 (inverno), janeiro e maio de 2015 (verão e outono). Na campanha de novembro de 2014 (primavera) a cheia do rio não apresentava condições de segurança à equipe para a instalação das redes inviabilizando a amostragem. Na campanha de janeiro de 2014 (verão) o furto da bateria de redes de amostragem inviabilizou a obtenção de dados no local. Na campanha de abril de 2014 (outono) o IQ elevou-se para Média Qualidade.

Considerando-se a média harmônica do período 2014/2015, os pontos amostrais e seus valores de IQ estão apresentados na Tabela 8.3 e Figura 8.2.

Tabela 8.3. Valores de IQ da ictiofauna (BRUSCHI et al. 2000) no período 2014/2015 e cálculo de sua média harmônica para a classificação nos padrões do Indicador de Qualidade Ambiental

CAMPANHA	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 6	PONTO 7
Julho / 2014	1,83	2,03		2,03			3,00
Novembro / 2014	0,64	2,67	2,28	1,17		1,11	
Janeiro / 2015	2,55		1,57	1,61	2,82		2,40
Mai / 2015	2,12	2,84	2,61	2,15	2,93		2,94
Média harmônica	<b>1,35</b>	<b>2,46</b>	<b>2,06</b>	<b>1,64</b>	<b>2,88</b>	<b>1,11</b>	<b>2,75</b>
Classificação qualidade	BAIXA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	ALTA

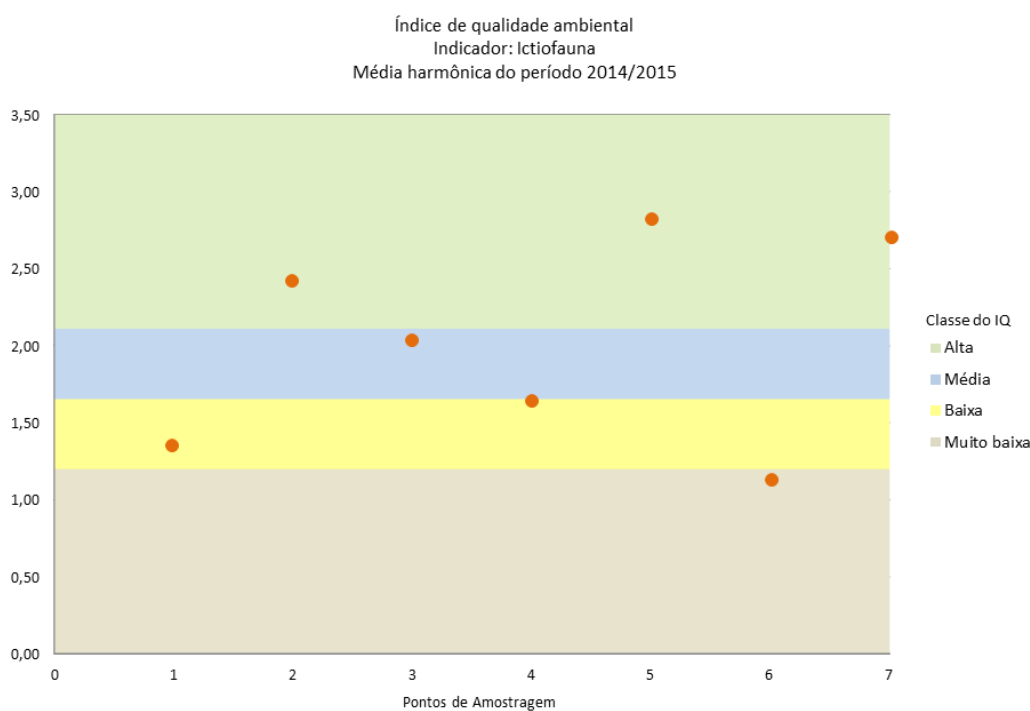


Figura 8.2. Valores do Indicador de Qualidade Ambiental no período 2014/2015, aplicado para o resultado da amostragem de peixes, no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

---

## **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 no ponto 6, em todas as campanhas do período, no ponto 5 na campanha de abril de 2014 (chuvas antecederam o período de coleta, prejudicando a amostragem) e no ponto 7 na campanha de janeiro de 2014 (redes roubadas). 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 partir de agosto de 2007 foram realizadas 23 campanhas de amostragem das quais, sempre que possível, foi extraída amostra de tecido muscular para análise. Desse universo amostral resulta um máximo de 161 amostras possíveis.

A seguir procedemos a análise dos resultados obtidos para cada elemento analisado dentro de um panorama que inclui toda a escala temporal de amostragem.



## Arsênio

Considerando todo o período amostral foram obtidas 93 amostras de tecido muscular de peixes carnívoros, predominantemente traíra (*Hoplias malabaricus*) e brancas (*Oligosarcus jenynsii* ou *O. robustus*). Desse total, 22 amostras (24%) resultaram em quantidades detectáveis de arsênio, mas nunca em valores acima dos valores de referência. Considerando os peixes onívoros, dos quais os lambaris do gênero *Astyanax* foram os *taxa mais comuns*, também foram analisadas 93 amostras, porém valores detectáveis apenas foram registrados em 12% das amostras. Quanto aos peixes bentônicos espécies dos gêneros *Rineloricaria*, *Hypostomus*, *Hemiancistrus* e *Loricariichthys* foram mais comuns. Foram analisadas 70 amostras de tecido muscular das quais 24 (34%) apresentavam concentrações detectáveis de arsênio.

Esse elemento foi detectado em todos os níveis tróficos mas em concentrações abaixo dos limites de referência adotados nesse trabalho. As Figuras 8.3 a 8.5 apresentam os gráficos de concentração de Arsênio para cada grupo trófico.

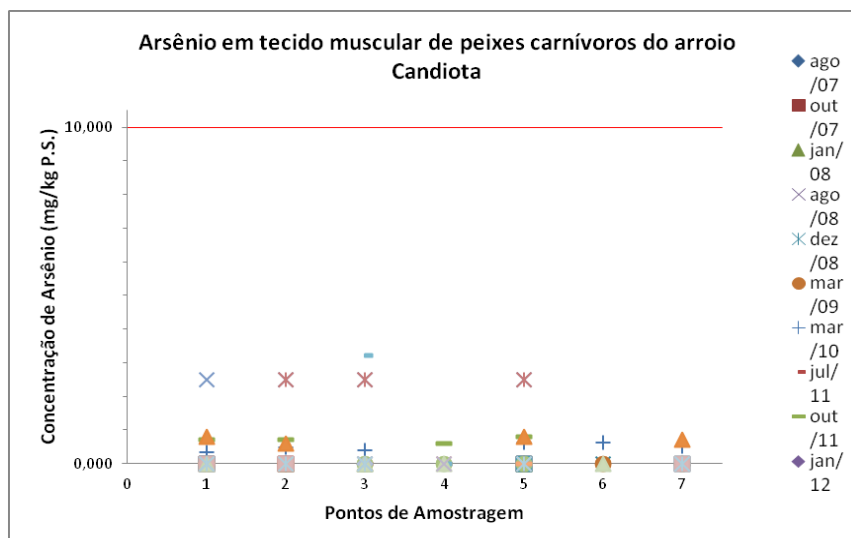


Figura 8.3. Concentração de Arsênio (As) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (10,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen(1979).

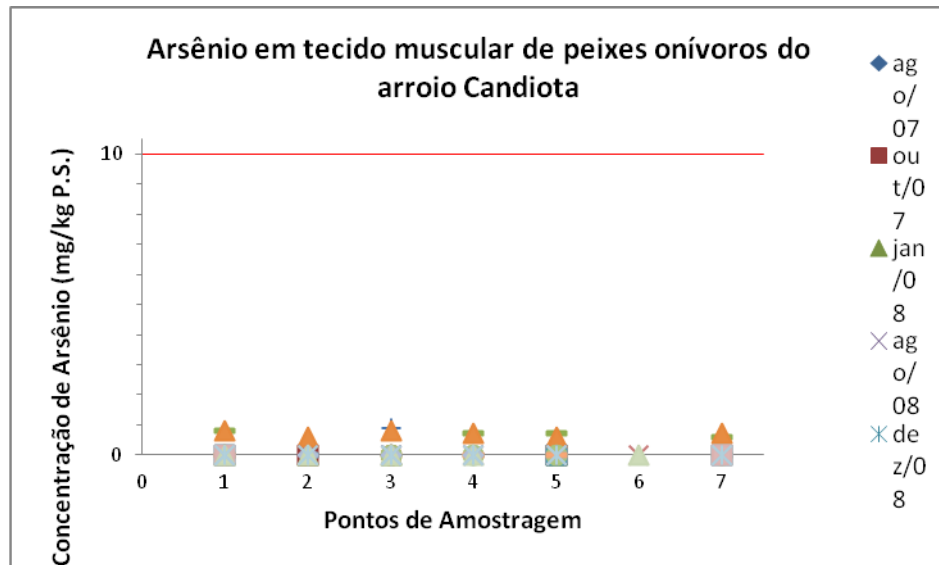


Figura 8.4 Concentração de Arsênio (As) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (10,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

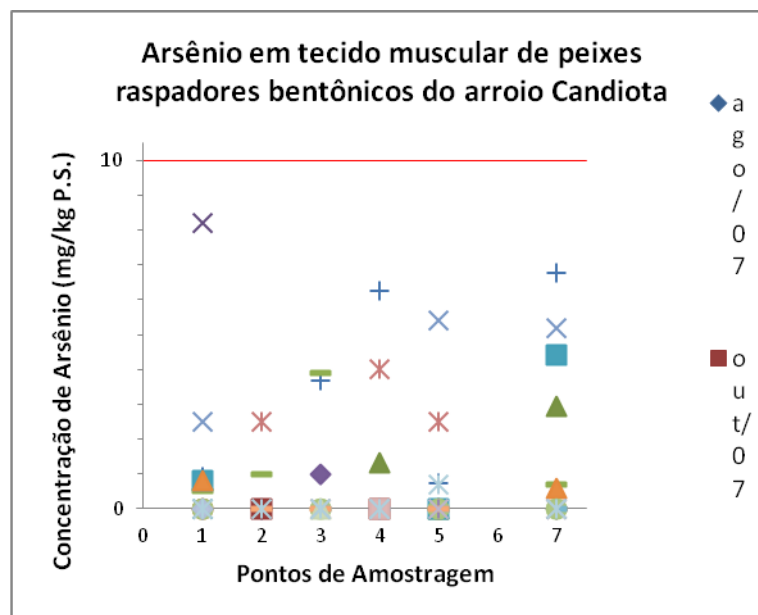


Figura 8.5. Concentração de Arsênio (As) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (10,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

## Cádmio

O cádmio esteve abaixo do limite de detecção (0,5 mg/kg P.S.) do equipamento de análise em todas as amostras do período 2014/2015, em todos os níveis tróficos analisados. Baixas concentrações de cádmio no tecido muscular de peixes têm sido registradas desde o período de 2004. Em todos os níveis tróficos analisados a presença de cádmio não supera 30% das amostras analisadas e as concentrações sempre estiveram muito abaixo dos limites de referência adotados nesse trabalho. As Figuras 8.6 a 8.8 apresentam os gráficos de concentração de Cádmio para cada grupo trófico.

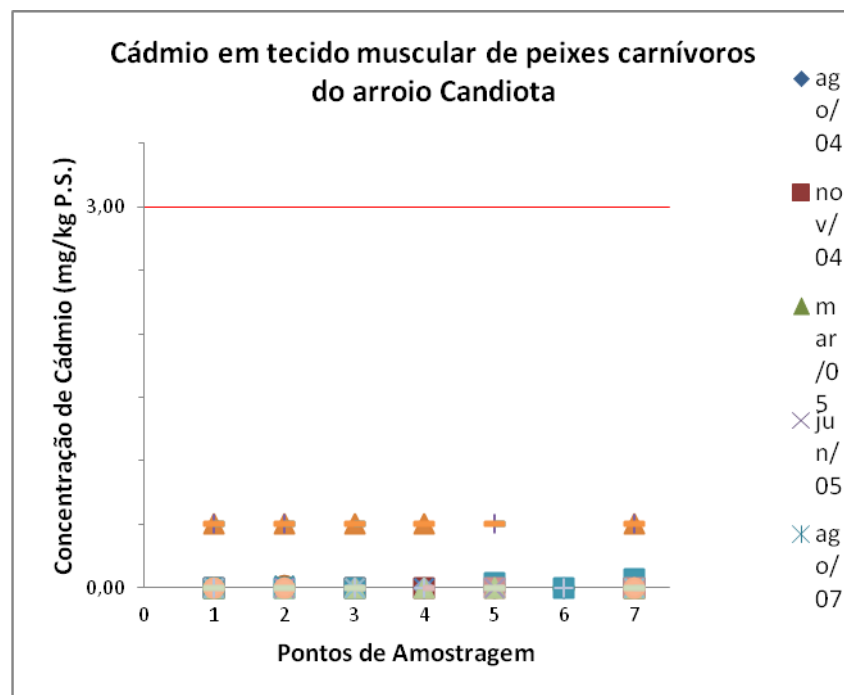


Figura 8.6. Concentração de Cádmio (Cd) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (3,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

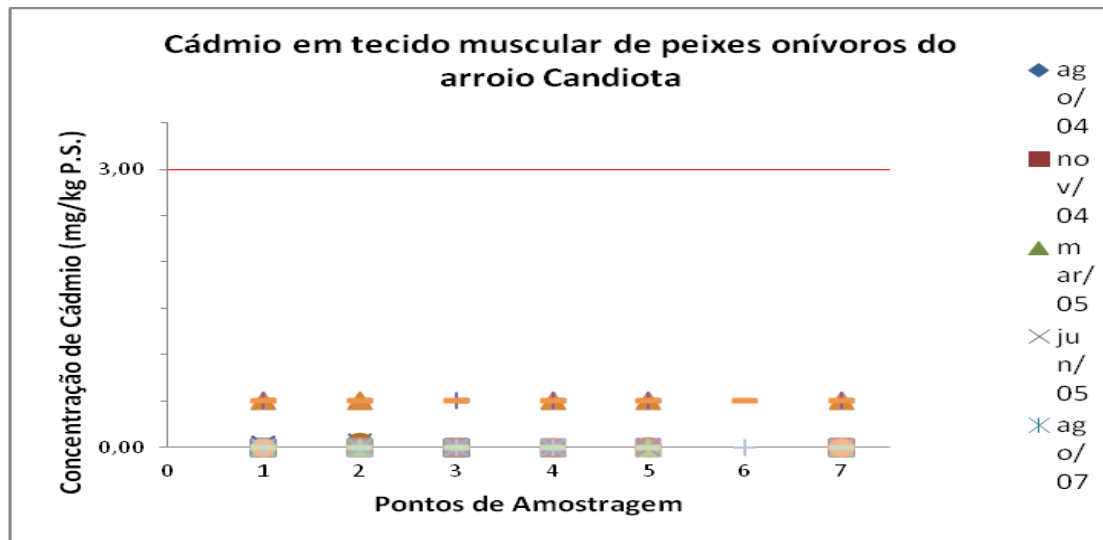


Figura 8.7. Concentração de Cádmio (Cd) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (3,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

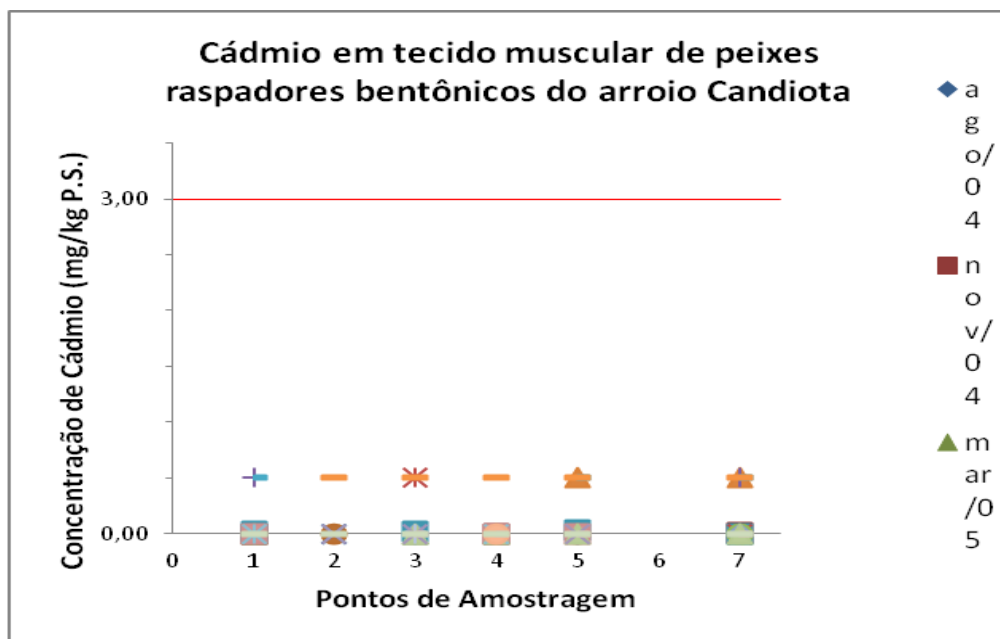


Figura 8.8. Concentração de Cádmio (Cd) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (3,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen 1979.

## Chumbo

O chumbo esteve abaixo do limite de detecção do equipamento de análise em todas as amostras do período 2014/2015, em todos os níveis tróficos analisados. Baixas concentrações de Chumbo no tecido muscular de peixes têm sido registradas desde o período de 2004.

A presença desse metal em músculo de peixes da região do arroio Candiota foi registrada em todos os níveis tróficos, mas em nenhuma amostra os valores aproximaram-se ou passaram o valor de referência adotado.

As Figuras 8.9 a 8.11 apresentam os gráficos de concentração de Chumbo para cada grupo trófico.

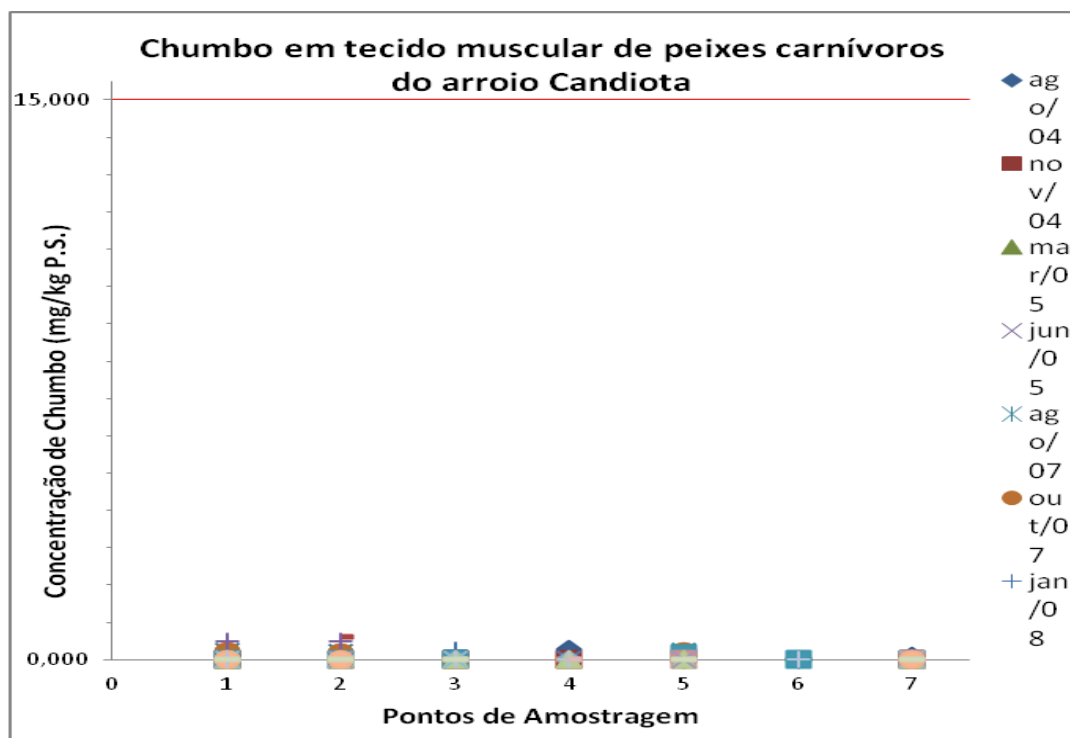


Figura 8.9. Concentração de Chumbo (Pb) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

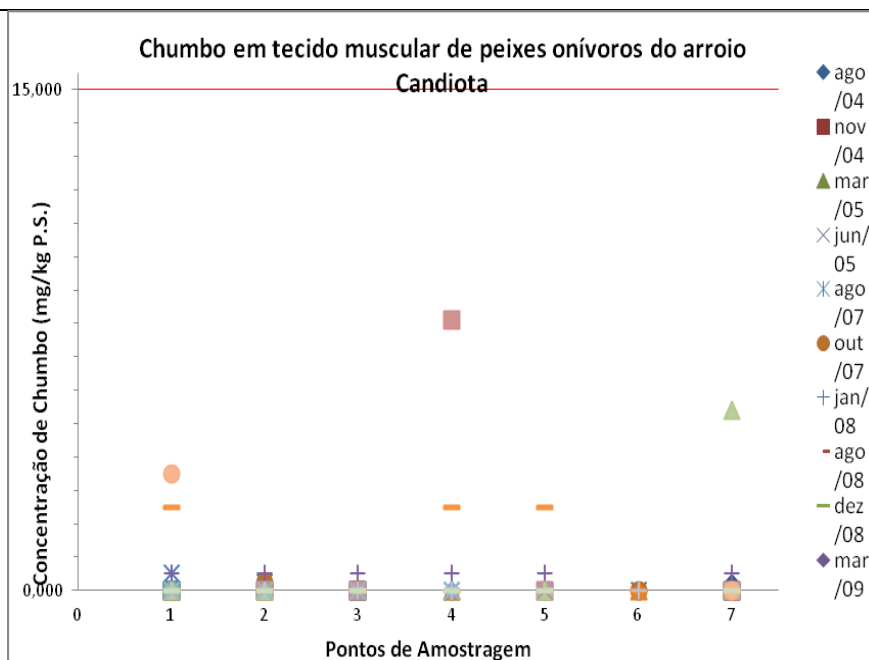


Figura 8.10. Concentração de Chumbo (Pb) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

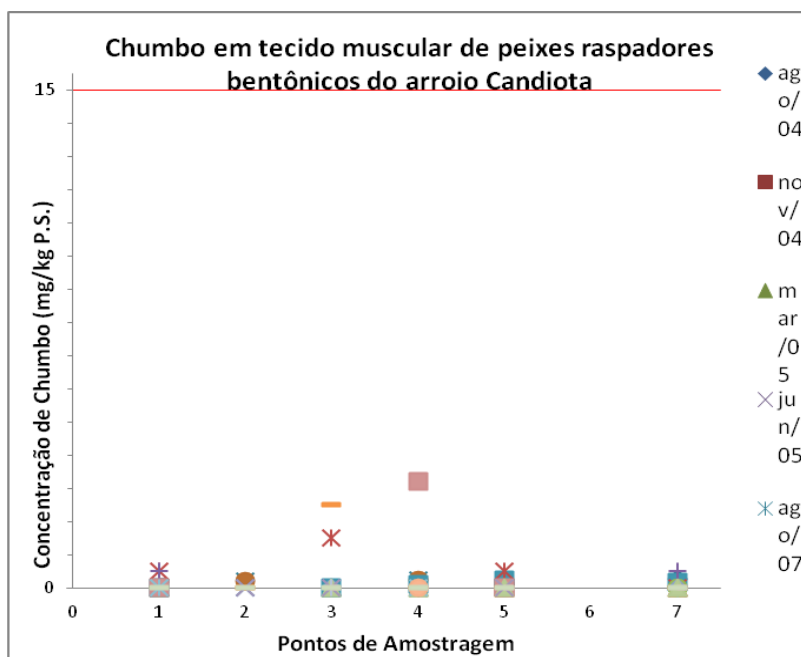


Figura 8.11. Concentração de Chumbo (Pb) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

## Cobre

No último ciclo de monitoramento (2014/2015) a presença de cobre não foi detectada no músculo de peixes de todos os níveis tróficos. No entanto, na série histórica de monitoramento o cobre tem sido detectado em todos os níveis tróficos desde 2004 alcançando valores detectáveis em 76% das amostras de peixescarnívoros, 68% das amostras de peixes onívoros e 74% de peixes raspadores bentônicos. Destaca-se que 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.

As Figuras 8.12 a 8.14 apresentam os gráficos de concentração de Cobre para cada grupo trófico.

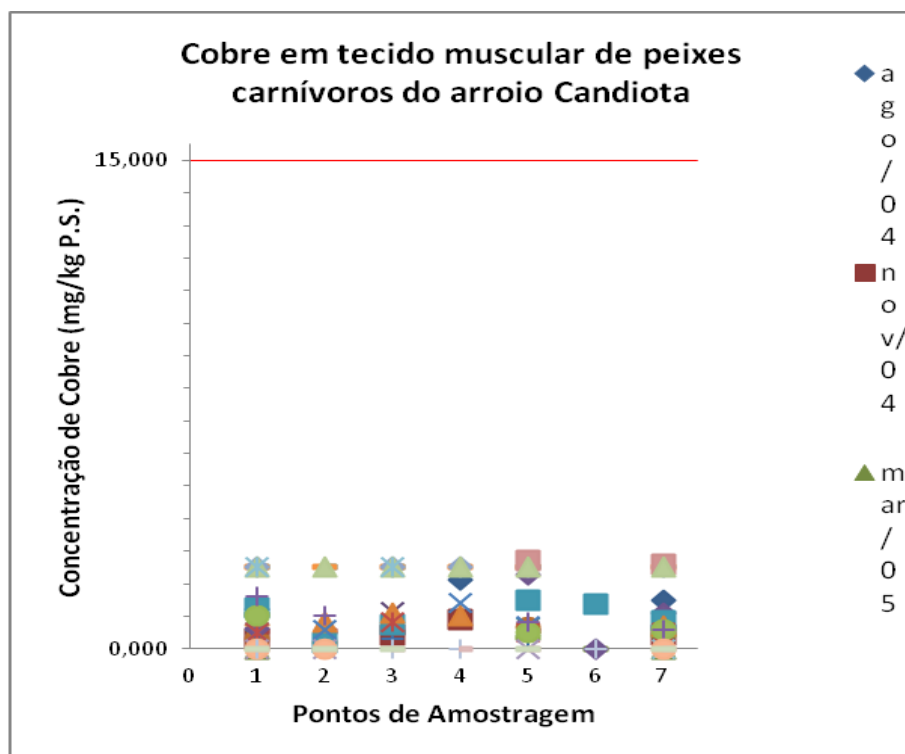


Figura 8.12. Concentração de Cobre (Cu) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

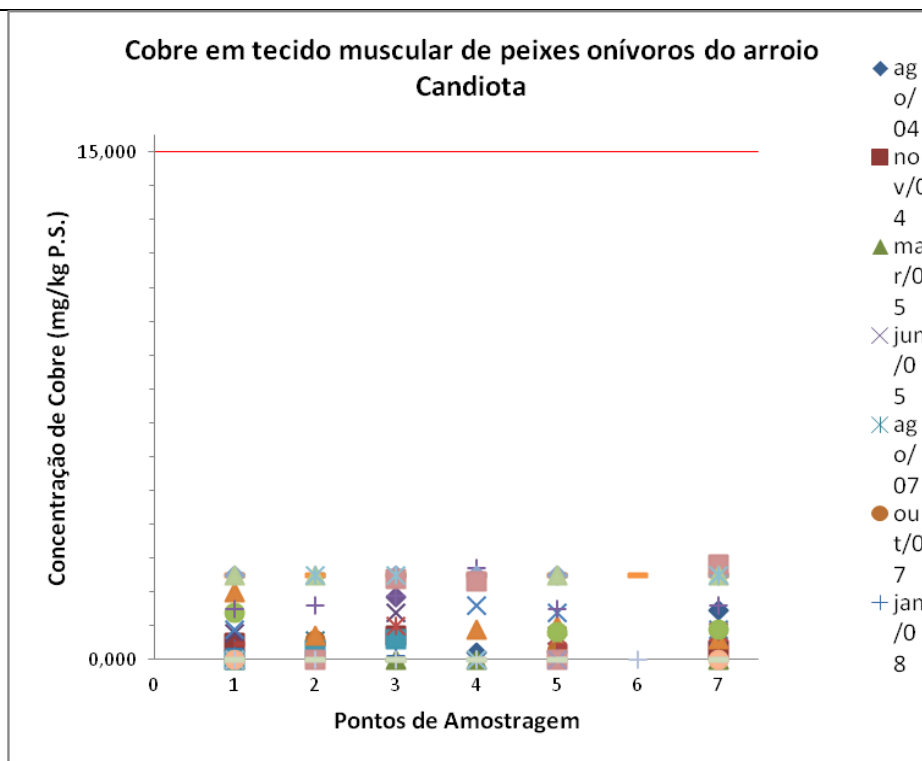


Figura 8.13. Concentração de Cobre (Cu) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

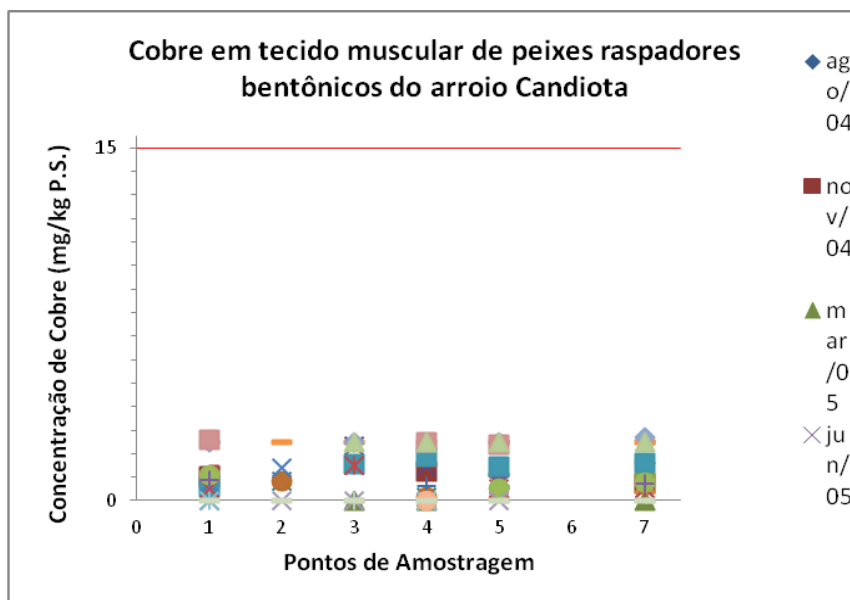


Figura 8.14 Concentração de Cobre (Cu) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (15,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).



## Cromo

Nas amostras de tecido muscular de peixes de todos os níveis tróficos analisados no período 2014/2015 não foi detectada a presença de cromo. Registros de cromo foram mais frequentes em tecidos corporais de peixes analisados no período 2004/2009 com uma visível redução nos valores detectáveis a partir de então. Considerando-se o total de amostras analisadas desde o início do monitoramento, registros detectáveis de cromo estão presentes em 22% das amostras de peixes carnívoros, 24% das amostras de peixes anívoros e 27% de amostras de peixes raspadores bentônicos. Os valores registrados sempre estiveram abaixo do limite de referência adotado nesse trabalho com exceção de uma amostra de um onívoro (*Astyanax* sp2) cujo valor detectado excedeu em 11 vezes o limite considerado. As concentrações de cromo em cada nível trófico, desde o início do monitoramento, são apresentadas nas Figuras 8.15 a 8.17.

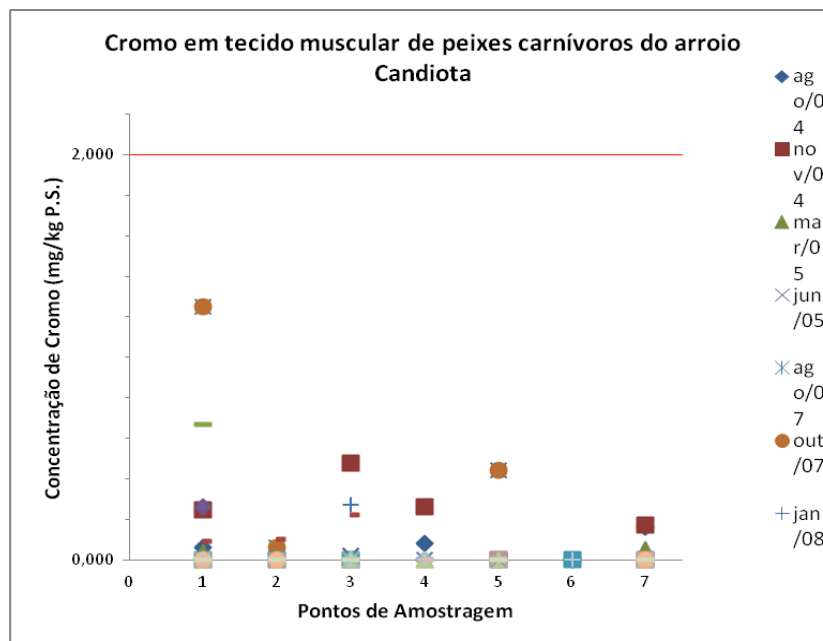


Figura 8.15. Concentração de Cromo (Cr) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (2,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

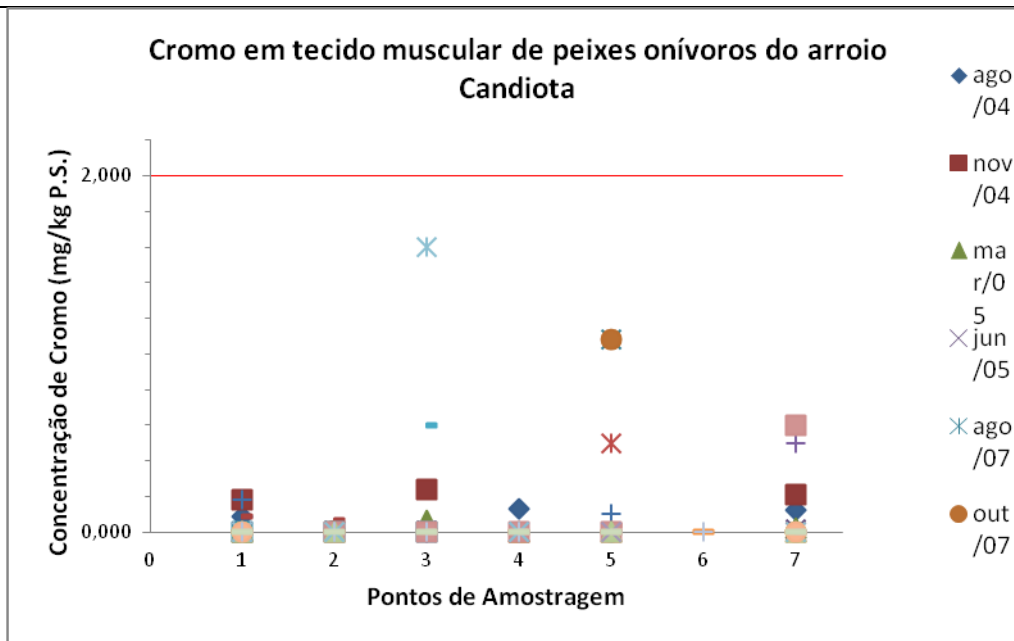


Figura 8.16. Concentração de Cromo (Cr) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (2,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

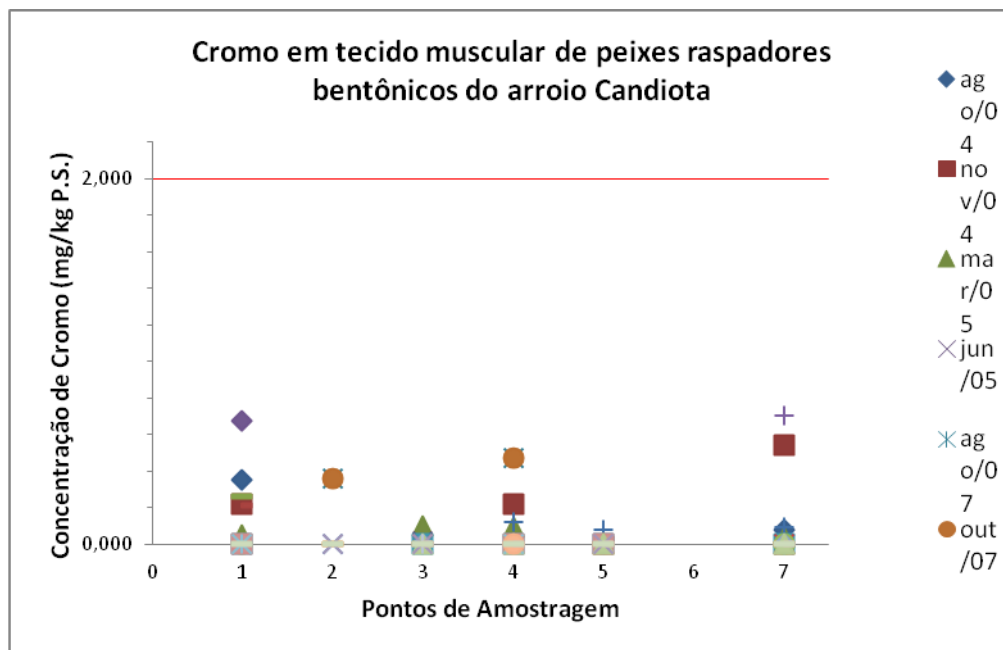


Figura 8.17. Concentração de Cromo (Cr) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (2,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

## Manganês

O manganês é o elemento analisado nesse trabalho mais comumente encontrado no tecido muscular dos peixes de todos os níveis tróficas. Em toda a série histórica concentrações detectáveis de manganês foram registradas em 86% das amostras de peixes carnívoros, 95% das amostras de peixes onívoros e 89% das amostras de peixes raspadores bentônicos. Além disso, dentre os valores detectáveis foram registrados valores acima dos limites estabelecidos nesse trabalho em 21% das amostras de tecido muscular de peixes carnívoros, 47% das amostras de peixes onívoros e em 39% das amostras de peixes raspadores bentônicos.

As concentrações de manganês em cada nível trófico, desde o início do monitoramento, são apresentadas nas Figuras 8.18 a 8.20.

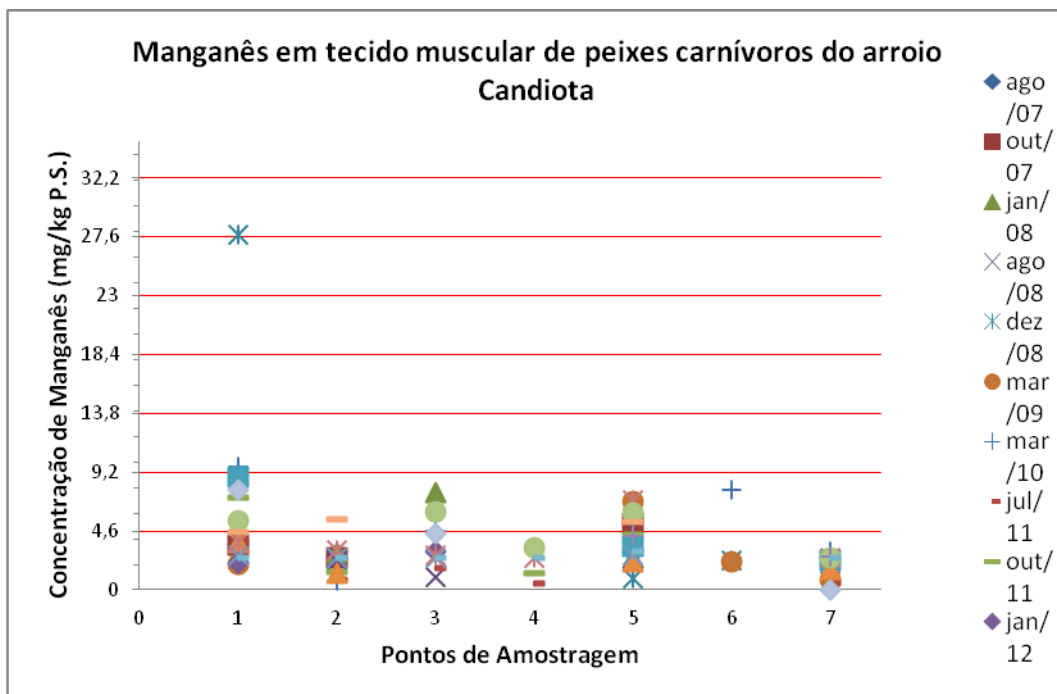


Figura 8.18. Concentração de Manganês (Mn) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,600 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

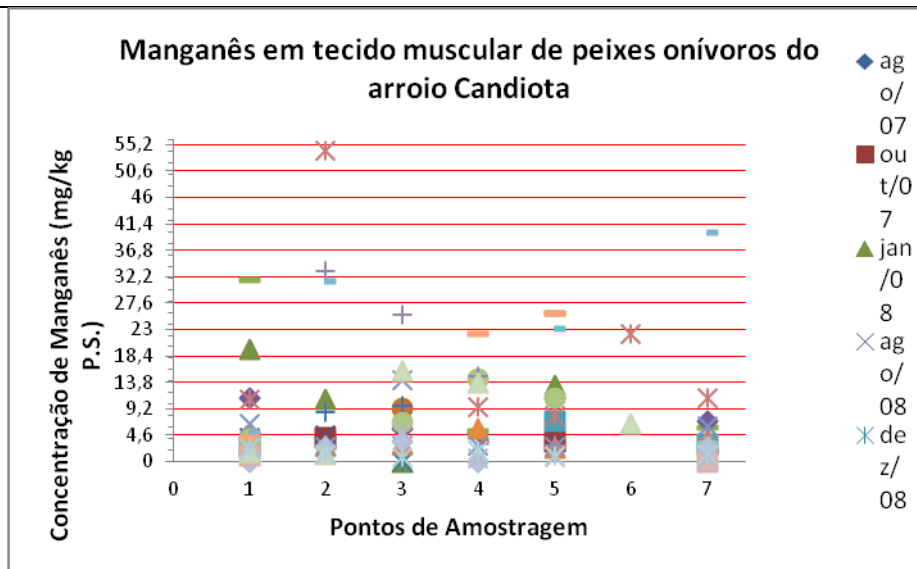


Figura 8.19. Concentração de Manganês (Mn) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,600 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

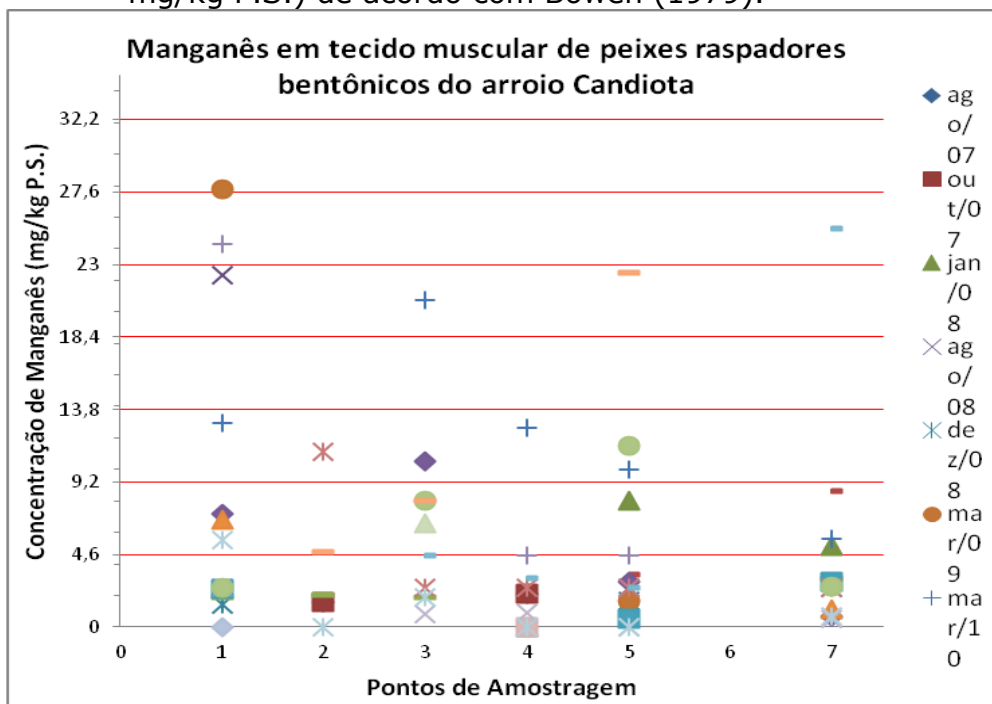


Figura 8.20. Concentração de Manganês (Mn) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,600 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

## Mercúrio

O mercúrio é outro elemento detectado frequentemente nas amostras de tecido muscular dos peixes analisados. Na série histórica a presença de mercúrio foi detectada em 81% das amostras de peixes carnívoros, em 78% das amostras de peixes onívoros e em 70% das amostras de raspadores bentônicos. Além de estar presente nas amostras o mercúrio também aparece em concentrações elevadas e, especialmente na carne de peixes carnívoros as concentrações podem superar em 13 vezes o limite considerado em nosso trabalho. Valores acima do limite considerado foram registrados em 71% das amostras positivas de peixes carnívoros, 34% das amostras positivas de peixes onívoros e 20% das amostras positivas de peixes raspadores bentônicos.

As Figuras 8.21 a 8.23 apresentam os gráficos de concentração de Mercúrio para cada grupo trófico.

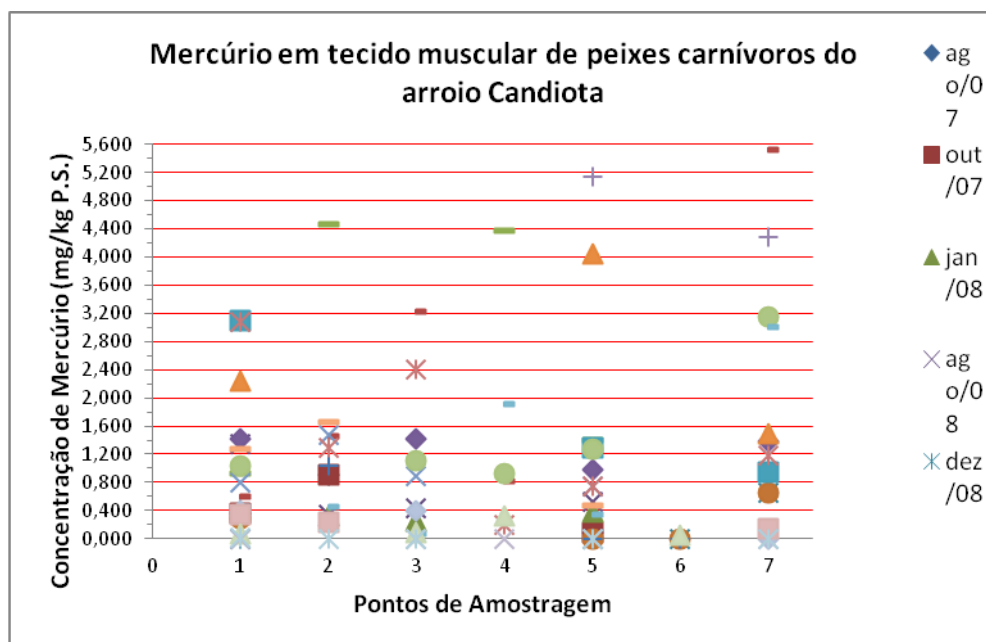


Figura 8.21. Concentração de Mercúrio (Hg) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (0,400 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

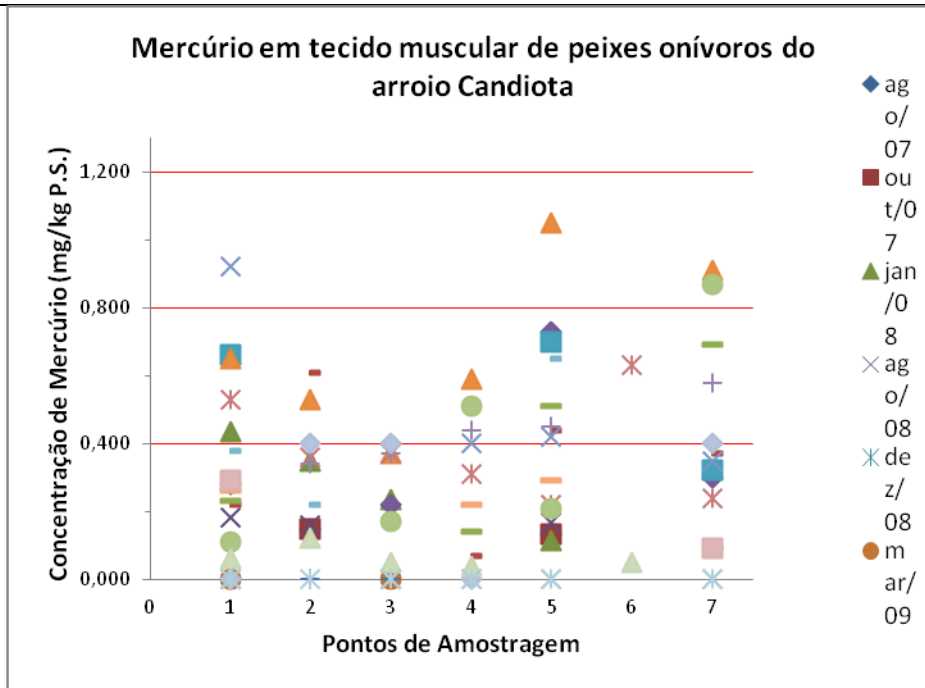


Figura 8.22. Concentração de Mercúrio (Hg) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (0,400 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

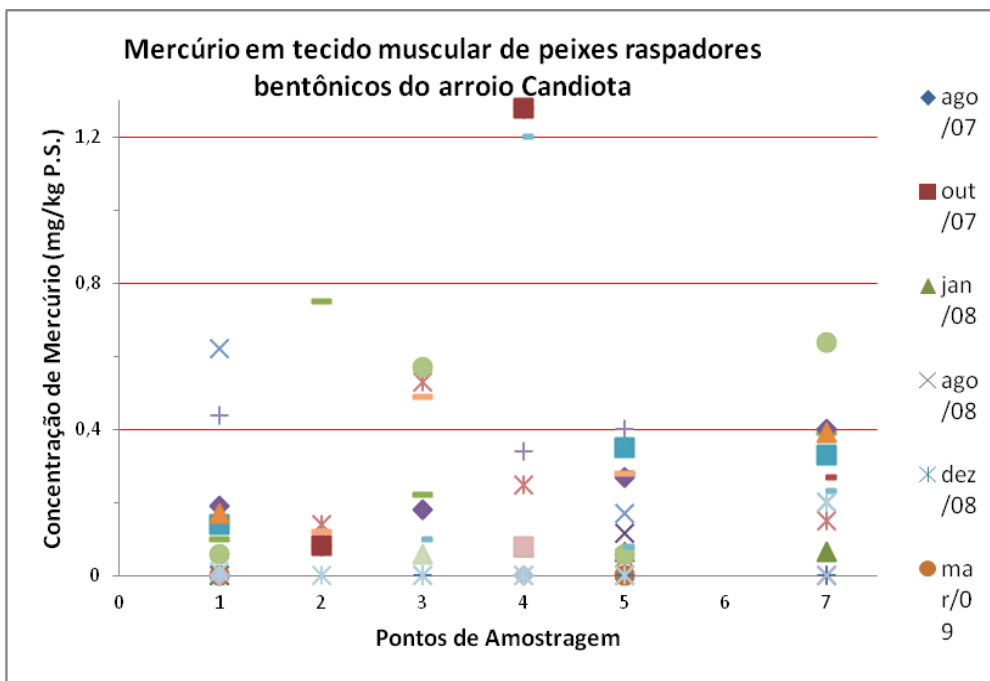


Figura 8.23. Concentração de Mercúrio (Hg) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (0,400 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

## Níquel

O níquel foi detectado com mais frequência no período 2004/2009 sendo que a presença desse elemento não é registrada comumente nos tecidos corporais dos peixes analisados. No período 2014/2015 não foram encontrados valores detectáveis de níquel nas aostras analisadas.

Os resultados da série histórica de análises de níquel em peixes da entre todos os níveis tróficos pode ser observado nas Figuras 8.24 a 8.26.

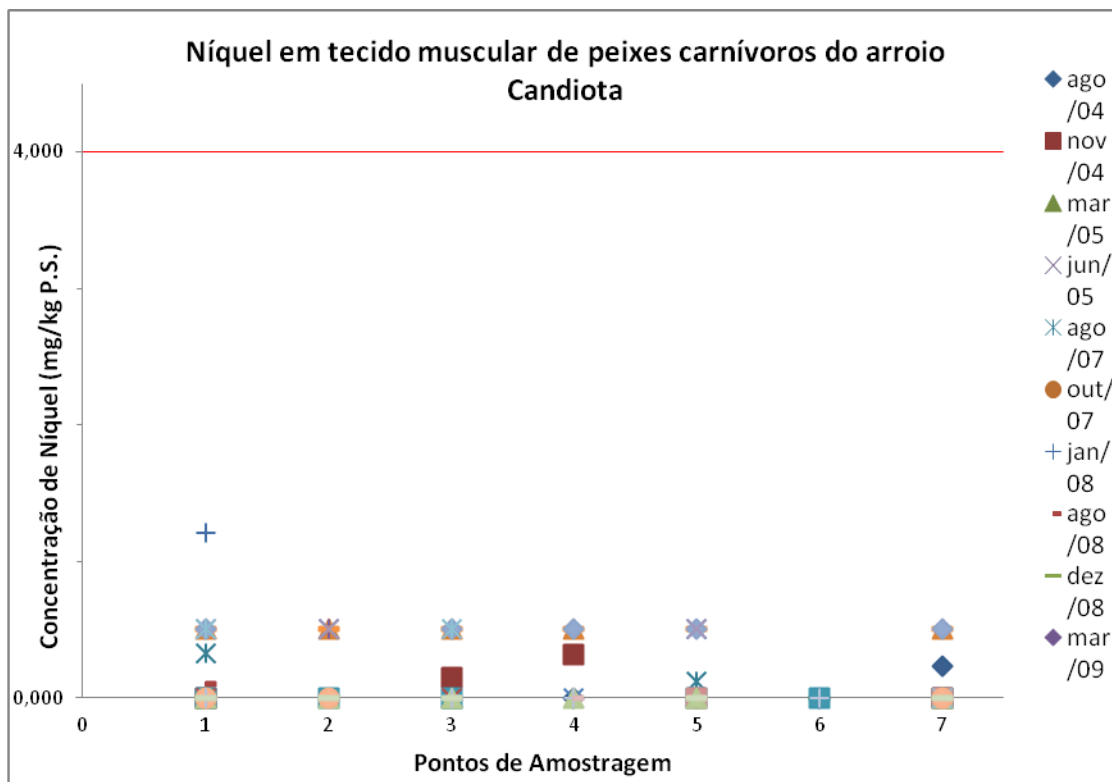


Figura 8.24. Concentração de Níquel (Ni) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

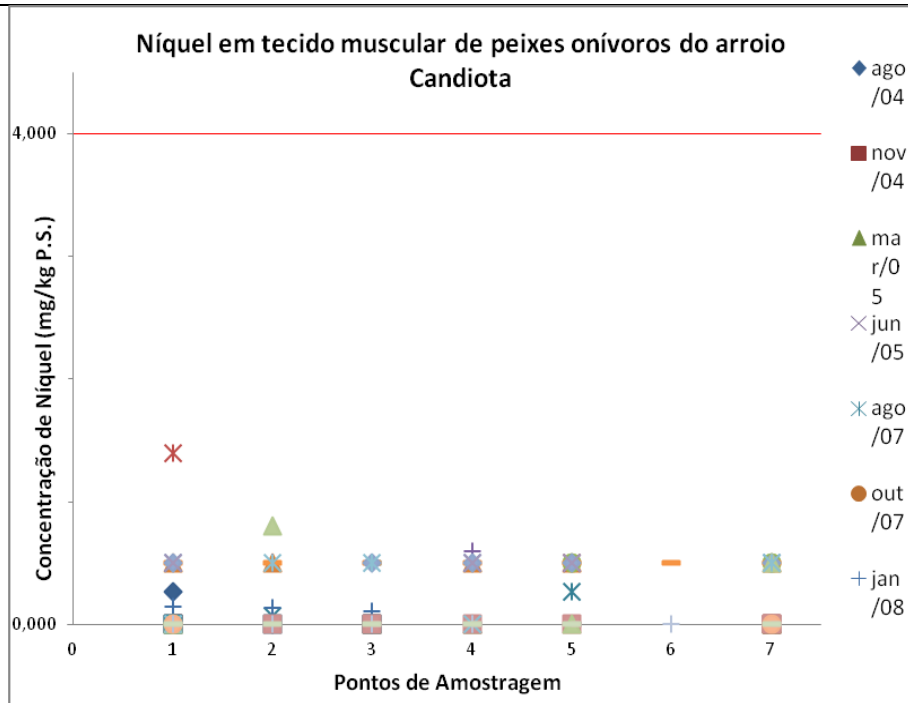


Figura 8.25. Concentração de Níquel (Ni) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

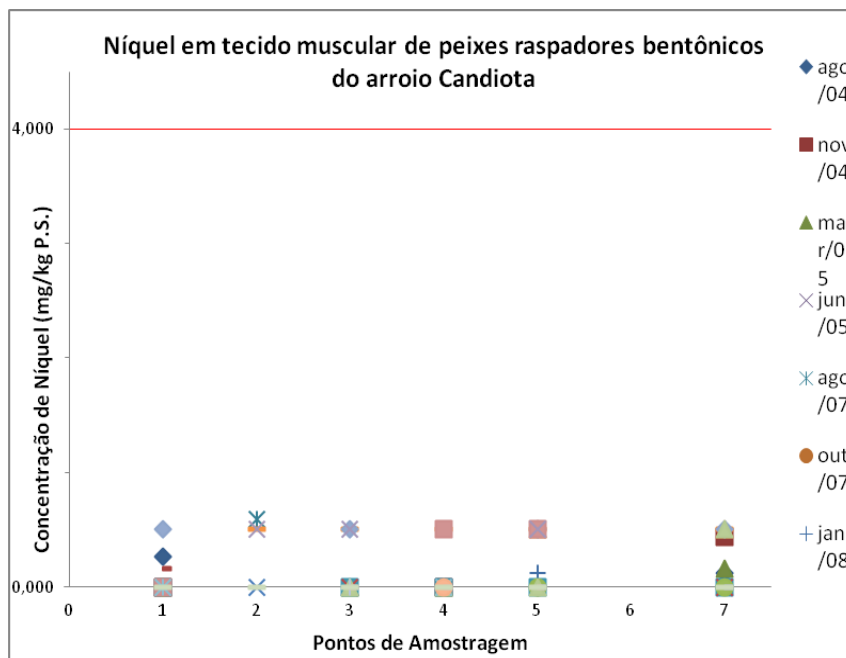


Figura 8.26. Concentração de Níquel (Ni) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (4,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).



## Zinco

O Zinco foi detectado em 99% das amostras de tecido muscular de peixes carnívoros, 95% das amostras de peixes onívoros e em 96% das amostras de peixes raspadores bentônicos analisados desde 2004. Apesar de comum, concentrações acima do valor de referência foram observadas apenas em 4% das amostras positivas de peixes carnívoros e em 13% das amostras de peixes onívoros.

As concentrações de Zinco em cada nível trófico, desde o início do monitoramento, são apresentadas nas Figuras 8.27 a 8.29.

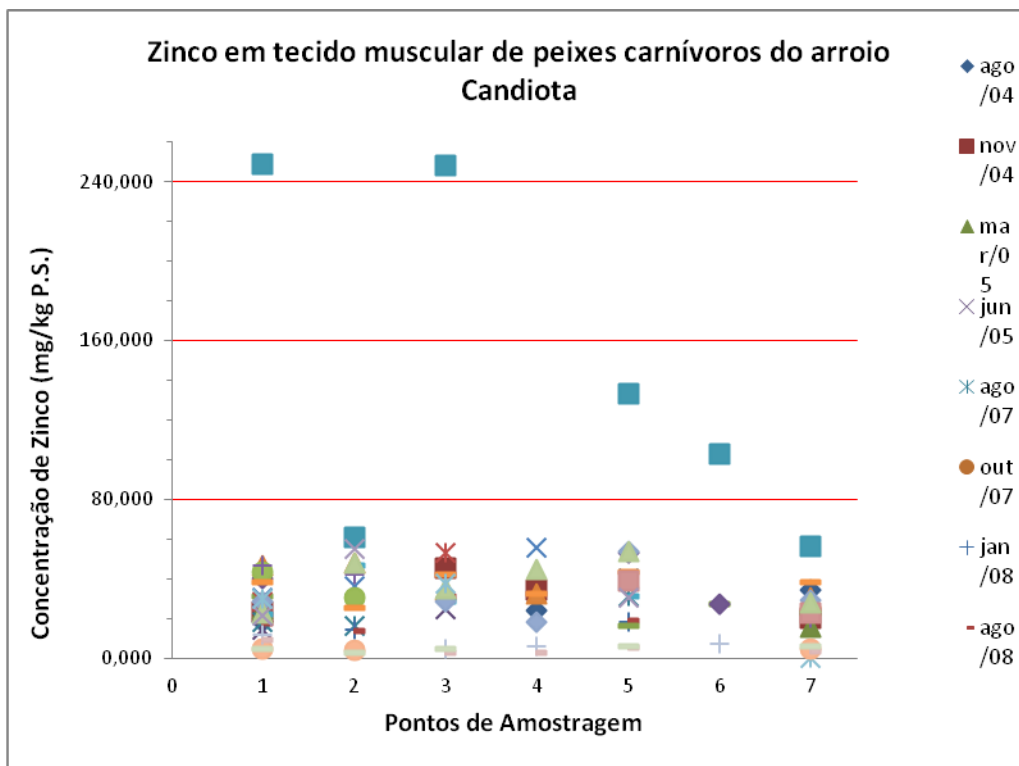


Figura 8.27. Concentração de Zinco (Zn) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (80,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

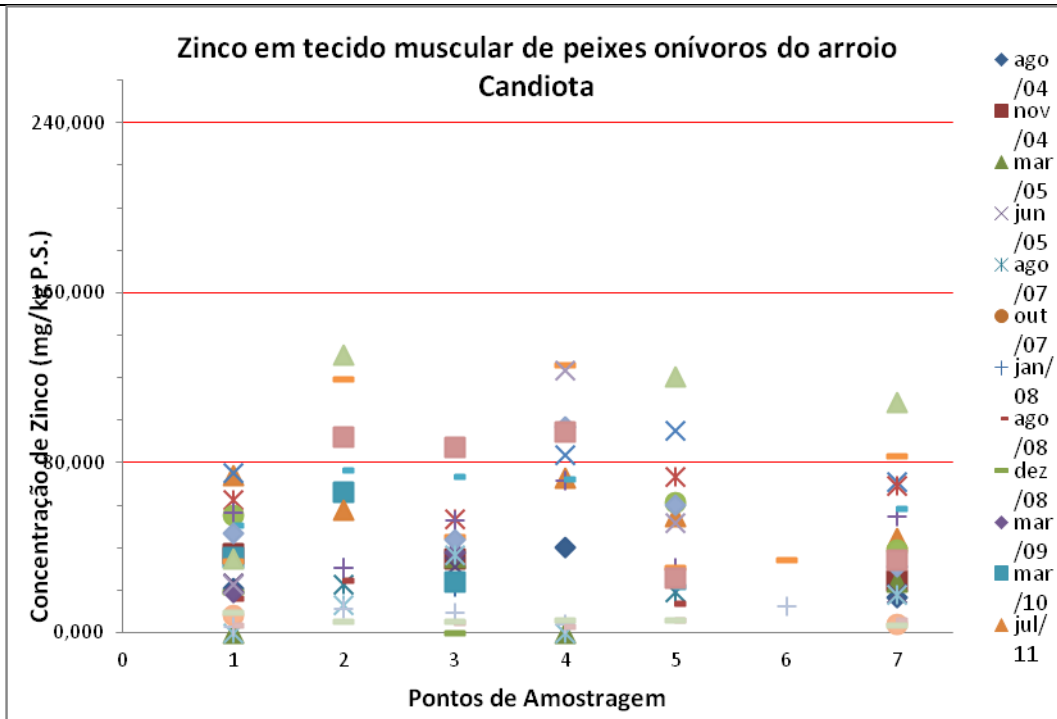


Figura 8.28. Concentração de Zinco (Zn) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância(80,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

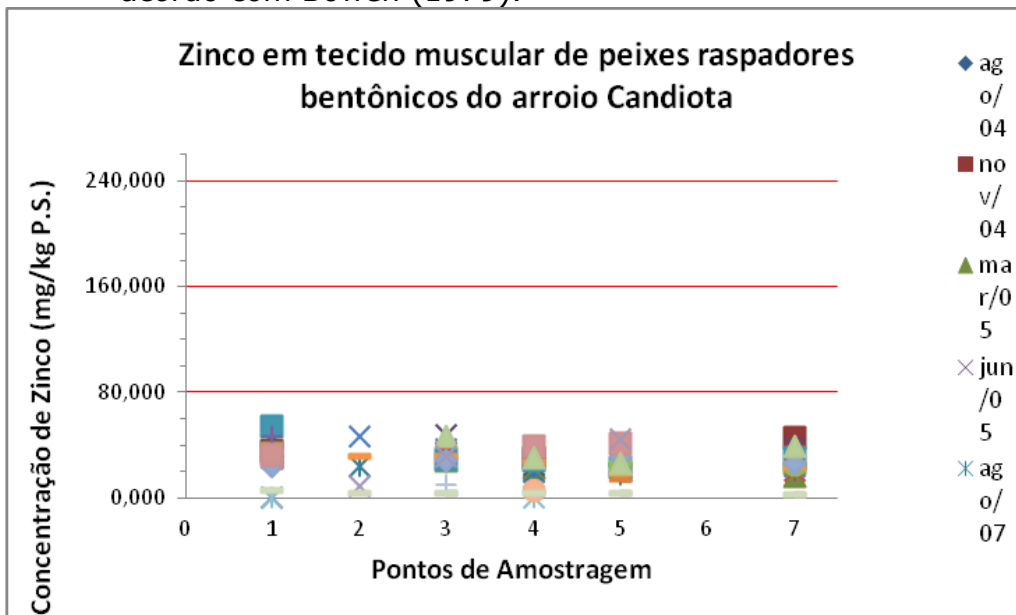


Figura 8.29. Concentração de Zinco (Zn) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Limite de tolerância (80,00 mg/kg P.S.) de acordo com Bowen (1979).

---

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). Os resultados obtidos ao longo do monitoramento corroboram com outros trabalhos que indicam que os maiores teores de metais são encontrados em peixes que estão no topo da cadeia trófica, como os peixes carnívoros (LIMA 2013; CUI *et al.* 2011; PHILLIPS *et al.* 1980).

Os resultados obtidos no período 2014/2015 mostram um cenário mais brande de contaminação. No entanto, analisando a série histórica temos um cenário de concentrações elevadas que ultrapassam os valores de referência (Bowen, 1979) para três elementos analisados sendo o zinco o manganês e o mercúrio. Dentre esses elementos o mercúrio com certeza é aquele que deve merecer maior atenção por parte dos gestores em função de sua toxicidade e do risco a saúde. 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.

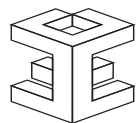
As Tabelas 8.4 a 8.27 apresentam os valores das concentrações de elementos-traço registrados nas amostragens realizadas desde 2004, nos tecidos muscular e hepático de peixes, na Bacia Hidrográfica do arroio

---

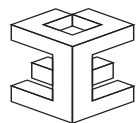
Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Observa-se que os registros em tecidos hepáticos apontam maior sensibilidade desse tecido a presença de elementos e metais no ambiente. O fígado é o órgão responsável por metabolizar ou alocar esses elementos no organismo e por isso concentra maiores concentrações dos mesmos. No entanto a presença de elevadas concentrações de elementos químicos e metais não se transferem diretamente para os tecidos musculares podendo ser alocados em outros tecidos, incluindo os tecidos reprodutivos, especialmente ovócitos, ricos em gordura, como forma de os organismos expelirem esses metais.

**Tabela 8.24.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados nas amostragens de 2004-2005 no tecido muscular e hepático de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

	Mês	Ponto	Espécie	Papel trofico	Elementos traço analisados					
					Cadmio (Cd)	Chumbo (Pb)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Níquel (Ni)	Zinco (Zn)
Tecido Muscular	Ago 2004	1	<i>Hypostomus commersoni</i>	raspador bentônico	0,01	0,217	2,17	0,354	0,262	38,7
		1	<i>Astyanax</i> spC	onívoro	ND	ND	1,5	0,09	0,269	20,6
		1	<i>Oligosarcus robustus</i>	carnívoro	ND	ND	1,2	0,06	ND	17,9
		4	<i>Oligosarcus robustus</i>	carnívoro	ND	0,28	2,1	0,08	ND	23,9
		4	<i>Astyanax</i> cf <i>eigenmanniorum</i>	onívoro	ND	ND	1,2	0,13	ND	39,9
		5	<i>Oligosarcus</i> sp	carnívoro	ND	0,11	1,5	0,16	0,23	34,4
		5	<i>Astyanax</i> spB	onívoro	ND	0,216	1,44	0,123	ND	16,5
		5	<i>Loricariichthys anus</i>	raspador bentônico	ND	0,279	1,59	0,08	0,119	26,2
	Nov 2004	1	<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	ND	ND	1,03	0,219	ND	35,3
		1	<i>Astyanax</i> spB	onívoro	ND	ND	0,489	0,179	ND	37,2
		1	<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	ND	ND	0,307	0,247	ND	23,3
		3	<i>Astyanax</i> spA	onívoro	ND	ND	0,719	0,239	ND	34,6
		3	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	carnívoro	ND	ND	0,428	0,478	0,149	45
		4	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	raspador bentônico	ND	ND	1,23	0,22	ND	30,5
		4	<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	ND	ND	0,916	0,259	0,318	34,1
		5	<i>Hypostomus commersoni</i>	raspador bentônico	0,01	ND	0,727	0,538	0,438	44,9
		5	<i>Astyanax</i> spB	onívoro	ND	ND	0,269	0,209	ND	24,6
	5	<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	ND	ND	0,439	0,169	ND	19,9	
	Mar 2005	1	<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	ND	ND	0,790	0,052	ND	34,6
		1	<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	ND	ND	ND	0,035	ND	24,8
		1	<i>Bryconamericus cf ecai</i>	onívoro	*	*	*	*	*	*
		3	<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	ND	ND	ND	0,096	ND	28,5
		3	<i>Astyanax</i>	onívoro	ND	ND	ND	0,068	ND	35,3
		4	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	raspador bentônico	ND	ND	ND	0,095	ND	23,3
		4	<i>Astyanax</i>	onívoro	*	*	*	*	*	*
		5	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	raspador bentônico	ND	ND	ND	0,035	0,159	16,0
		5	<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	ND	ND	ND	0,048	ND	15,4



Tecido Hepático	Mês	Ponto	Espécie	Papel trófico	Elementos traço analisados						
					Cadmio (Cd)	Chumbo (Pb)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Níquel (Ni)	Zinco (Zn)	
Jun 2005	5		<i>Astyanax</i>	onívoro	ND	ND	ND	0,025	ND	23,6	
	1		<i>Oligosarcus robustus</i>	carnívoro	ND	ND	0,694	ND	ND	14,5	
	1		<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	*	*	*	*	*	*	
	1		<i>Astyanax</i> sp	onívoro	0,034	ND	0,777	ND	ND	23,4	
	3		<i>Oligosarcus jenynsii</i>	carnívoro	ND	ND	1,14	0,022	ND	24,8	
	3		<i>Astyanax</i> sp	onívoro	ND	ND	1,37	0,011	ND	31,2	
	3		<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	0,025	ND	2,31	0,017	ND	48	
	4		<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	ND	ND	1,43	ND	ND	25	
	5		<i>Loricariichthys anus</i>	raspador bentônico	ND	ND	1,15	ND	ND	37,6	
5		<i>Astyanax</i> sp	onívoro	ND	ND	0,699	0,015	ND	18,4		
Ago 2004	1		<i>Hypostomus commersoni</i>	raspador bentônico	0,166	1,78	56,3	0,207	0,497	170	
	1		<i>Astyanax</i> spC	onívoro	*	*	*	*	*	*	
	1		<i>Oligosarcus robustus</i>	carnívoro	0,14	0,389	6,28	0,09	ND	85,6	
	4		<i>Oligosarcus robustus</i>	carnívoro	0,123	0,291	7,39	0,112	0,268	102	
	4		<i>Astyanax cf eigenmanniorum</i>	onívoro	0,188	0,418	5,64	0,271	0,647	108	
	5		<i>Oligosarcus</i> sp	carnívoro	*	*	*	*	*	*	
	5		<i>Astyanax</i> spB	onívoro	*	*	*	*	*	*	
	5		<i>Loricariichthys anus</i>	raspador bentônico	0,479	0,279	572	0,07	0,199	82,1	
	Nov 2004	1		<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	*	*	*	*	*	*
		1		<i>Astyanax</i> spB	onívoro	*	*	*	*	*	*
		1		<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	0,04	ND	8,43	0,131	ND	736
		3		<i>Astyanax</i> spA	onívoro	0,067	ND	4	0,414	ND	75,4
		3		<i>Oligosarcus jenynsii</i>	carnívoro	0,299	ND	8,21	0,196	1,01	95
		4		<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	raspador bentônico	0,262	ND	19	0,393	ND	101
		4		<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	0,289	ND	11,6	0,199	ND	288
5			<i>Hypostomus commersoni</i>	raspador bentônico	0,536	ND	1,25	0,236	1,71	108	
5			<i>Astyanax</i> spB	onívoro	*	*	*	*	*	*	
Mar 2005	5		<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	0,437	ND	11	0,149	ND	322	
	1		<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	*	*	*	*	*	*	
	1		<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	0,011	ND	14,4	0,122	ND	427	



		1	<i>Bryconamericus cf ecai</i>	onívoro	*	*	*	*	*	*
		3	<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	*	*	*	*	*	*
		3	<i>Astyanax</i>	onívoro	*	*	*	*	*	*
		4	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	raspador bentônico	1,38	ND	80,3	0,080	0,424	120
		4	<i>Astyanax</i>	onívoro	*	*	*	*	*	*
		5	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	raspador bentônico	1,58	ND	9,01	3,20	1,92	122
		5	<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	0,688	ND	9,56	0,027	ND	399
		5	<i>Astyanax</i>	onívoro						
	Jun 2005	1	<i>Oligosarcus robustus</i>	carnívoro	0,267	ND	8,69	0,02	ND	84
		1	<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	*	*	*	*	*	*
		1	<i>Astyanax</i> sp	onívoro	*	*	*	*	*	*
		3	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	carnívoro	1,44	ND	14,1	0,016	0,224	97
		3	<i>Astyanax</i> sp	onívoro	*	*	*	*	*	*
		3	<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	*	*	*	*	*	*
		4	<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	*	*	*	*	*	*
5	<i>Loricariichthys anus</i>	raspador bentônico	*	*	*	*	*	*		
5	<i>Astyanax</i> sp	onívoro	*	*	*	*	*	*		
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>				<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.5.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de agosto de 2007 no tecido muscular e hepático de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

	Tecido Muscular												
	Pto	Espécie	Nome Comum	Papel Trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
Tecido Muscular	1	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	ND	ND	0,22	0,32	1,25	3,52	0,363	0,328	18,2
	2	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	0,02	0,18	0,2	0,06	2,47	0,909	ND	16
	2	<i>Astyanax SPA</i>	lambari	onívoro	ND	0,06	0,25	0,55	0,01	4,21	0,147	0,07	22,8
	2	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casquedo	raspador bentônico	ND	ND	0,19	0,83	0,36	1,61	0,082	0,593	24,3
	4	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	casquedinho viola	raspador bentônico	ND	ND	0,23	0,17	0,47	2,08	1,28	ND	19,1
	5	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	0,01	0,21	0,65	0,44	5,21	0,085	0,117	31,2
	5	<i>Astyanax SPA</i>	lambari	onívoro	ND	0,01	ND	0,26	1,08	3,37	0,133	0,269	19
	Tecido Hepático												
	Pto	Espécie	Nome Comum	Papel Trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
Tecido Hepático	1	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	ND	0,13	0,48	6,11	ND	3,29	0,066	ND	80,2
	2	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	0,3	0,07	3,69	ND	2,38	0,254	ND	80,9
	2	<i>Astyanax SPA</i>	lambari	onívoro	ND	0,27	0,06	4,6	ND	18,4	ND	0,059	89,1
	2	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casquedo	raspador bentônico	2,08	0,78	ND	16,1	ND	10,4	ND	0,584	107
	4	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	casquedinho viola	raspador bentônico	0,26	0,46	0,15	24,5	0,03	19,5	ND	0,685	77,9
	5	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	0,16	0,08	2,15	ND	2,02	0,186	ND	50,1
	5	<i>Astyanax SPA</i>	lambari	onívoro	ND	0,15	ND	7,49	ND	4,7	ND	0,083	92,4
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



**Tabela 8.6.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de outubro de 2007 no tecido muscular e hepático de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

	Pto	Espécie	nome comum	papel trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
Tecido Muscular	1	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	ND	ND	0,22	0,32	1,25	3,52	0,363	0,328	18,2
	2	<i>Oligosarcus robustos</i>	branca	carnívoro	ND	0,02	0,18	0,2	0,06	2,47	0,909	ND	16
	2	<i>Astyanax spA</i>	lambari	onívoro	ND	0,06	0,25	0,55	0,01	4,21	0,147	0,07	22,8
	2	<i>Hemiancistras punctulatus</i>	cascardo	raspador bentônico	ND	ND	0,19	0,83	0,36	1,61	0,082	0,593	24,3
	4	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	casquinho viola	raspador bentônico	ND	ND	0,23	0,17	0,47	2,08	1,28	ND	19,1
	5	<i>Oligosarcus robustos</i>	branca	carnívoro	ND	0,01	0,21	0,65	0,44	5,21	0,085	0,117	31,2
	5	<i>Astyanax spA</i>	lambari	onívoro	ND	0,01	ND	0,26	1,08	3,37	0,133	0,269	19
Tecido Hepático	Pto	Espécie	nome comum	papel trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
	1	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	ND	0,13	0,48	6,11	ND	3,29	0,066	ND	80,2
	2	<i>Oligosarcus robustos</i>	branca	carnívoro	ND	0,3	0,07	3,69	ND	2,38	0,254	ND	80,9
	2	<i>Astyanax spA</i>	lambari	onívoro	ND	0,27	0,06	4,6	ND	18,4	ND	0,059	89,1
	2	<i>Hemiancistras punctulatus</i>	cascardo	raspador bentônico	2,08	0,78	ND	16,1	ND	10,4	ND	0,584	107
	4	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	casquinho viola	raspador bentônico	0,26	0,46	0,15	24,5	0,03	19,5	ND	0,685	77,9
	5	<i>Oligosarcus robustos</i>	branca	carnívoro	ND	0,16	0,08	2,15	ND	2,02	0,186	ND	50,1
5	<i>Astyanax spA</i>	lambari	onívoro	ND	0,15	ND	7,49	ND	4,7	ND	0,083	92,4	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.7.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de janeiro de 2008 no tecido muscular e hepático de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

	Tecido Muscular												
	Pto	Espécie	nome comum	papel trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
	1	<i>Bryconamericus iheringii</i>	lambari	onívoro	ND	ND	0,24	0,33	0,18	19,6	0,434	0,145	34,8
	2	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	ND	ND	0,44	ND	2,89	0,321	1,21	14
	2	<i>Astyanay sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	0,13	0,27	ND	10,9	0,347	0,136	30,5
	3	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	ND	ND	0,25	0,32	0,27	7,64	0,255	ND	30,5
	3	<i>Astyanax sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	0,19	0,12	ND	ND	0,236	0,107	21,7
	4	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	cascardo	raspador bentônico	1,32	ND	0,12	0,61	0,12	ND	0,08	ND	13,1
	5	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	ND	0,09	0,28	ND	2,51	0,375	ND	17,9
	5	<i>Astyanay sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	0,16	0,19	0,1	13,3	0,115	ND	24,1
	5	<i>Hypostomus commersoni</i>	cascardo	raspador bentônico	ND	ND	0,14	0,33	0,08	8,02	0,067	0,123	17,4
	7	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	cascardo	raspador bentônico	2,96	ND	0,1	0,55	0,09	5,16	0,065	ND	20,2
	Tecido Hepático												
	Pto	Espécie	nome comum	papel trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
	2	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	0,17	0,12	10	0,02	5,53	0,131	0,588	141
	2	<i>Astyanay sp</i>	lambari	onívoro	ND	0,06	ND	42,5	ND	29,9	0,331	ND	119
	3	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	ND	0,03	0,48	6,09	0,35	11,2	0,468	ND	100
	3	<i>Astyanax sp</i>	lambari	onívoro	ND	0,02	ND	5,64	0,15	11,2	ND	ND	68,1
	4	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	cascardo	raspador bentônico	16,3	0,44	ND	24,1	0,13	72,4	ND	3,56	71,8
	5	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	0,33	0,11	21,1	ND	10	0,147	0,553	422
	5	<i>Hypostomus commersoni</i>	cascardo	raspador bentônico	0,7	0,38	0,36	131	0,4	474	0,066	3,44	90,3
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.8.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de agosto de 2008 no tecido muscular e hepático de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

	Tecido Muscular												
	Ponto	Espécie	Nome comum	Papel trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
	1	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	ND	0,11	0,53	0,09	2,39	1,35	0,102	17,3
		<i>Astynax sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	0,07	0,46	0,09	4,18	0,184	0,058	15,9
		<i>Hemiancistrus sp</i>	casculo	raspador bentônico	8,22	ND	0,22	1,41	0,21	22,3	ND	0,164	24,2
	2	<i>Hoplias lacerdae</i>	traíra	carnívoro	ND	ND	0,06	0,55	0,1	2,27	0,346	ND	13,9
		<i>Astynax sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	0,13	0,46	0,07	4,48	0,16	ND	24,5
	3	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	ND	ND	0,16	0,52	0,22	1,03	0,442	ND	30,8
	5	<i>Hoplias lacerdae</i>	traíra	carnívoro	ND	ND	0,08	0,55	0,02	2,44	0,534	ND	18,8
		<i>Astynax sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	0,18	0,39	0,04	2,64	0,167	ND	13,7
		<i>Loricariichthys anus</i>	cascludinho viola	raspador bentônico	ND	ND	0,12	0,55	0,03	0,59	0,115	ND	14,4
	Tecido Hepático												
	Ponto	Espécie	Nome comum	Papel trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
	1	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	0,13	ND	6,47	0,08	7,4	0,605	ND	89,3
		<i>Astynax sp</i>	lambari	onívoro	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		<i>Hemiancistrus sp</i>	casculo	raspador bentônico	69,4	0,49	0,1	48,9	0,14	192	0,062	0,764	99,4
	2	<i>Hoplias lacerdae</i>	traíra	carnívoro	ND	0,07	ND	7,29	0,01	1,99	0,038	ND	65
		<i>Astynax sp</i>	astyanax	onívoro	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	3	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	<i>Hoplias lacerdae</i>	traíra	carnívoro	ND	0,28	0,05	14,4	0,02	2,05	0,134	ND	70,8
		<i>Astynax sp</i>	lambari	onívoro	ND	0,2	0,08	55,9	0,03	7,15	ND	0,05	99,6
		<i>Loricariichthys anus</i>	cascludinho viola	raspador bentônico	ND	0,11	0,05	11,6	0,01	8,69	0,055	0,065	51,3
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.9.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de dezembro de 2008 no tecido muscular e hepático de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

	Tecido Muscular												
	Ponto	Espécie	Nome comum	Papel trófico	Arsênio	Cadmio	Chumbo	Cobre	Cromo total	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
Tecido Muscular	1	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	ND	ND	1,06	0,67	27,8	ND	ND	31
		<i>Astyanax sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	ND	ND	ND	2,39	ND	ND	18,8
		<i>Hypostomus commersoni</i>	casudo	raspador bentônico	ND	ND	ND	0,61	0,26	1,4	ND	ND	40,1
	3	<i>Astyanax sp</i>	lambari	onívoro	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	ND	ND	0,35	ND	0,89	ND	ND	16,2
		<i>Loricariichthys anus</i>	casudo viola	raspador bentônico	ND	ND	ND	1,09	ND	1,64	ND	ND	25,3
	6	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	ND	ND	ND	ND	2,28	ND	ND	27,3
	7	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	ND	ND	0,43	ND	0,71	0,656	ND	22,8
<i>Loricariichthys anus</i>		casudo viola	raspador bentônico	ND	ND	ND	1,1	ND	810	ND	ND	20,1	
Tecido Hepático	Ponto	Espécie	Nome comum	Papel trófico	Arsênio	Cadmio	Chumbo	Cobre	Cromo total	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
	1	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	0,14	ND	11,7	ND	5,88	ND	ND	150
		<i>Astyanax sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	ND	6,02	ND	9,94	ND	ND	99,6
		<i>Hypostomus commersoni</i>	casudo	raspador bentônico	ND	0,17	ND	95	0,52	173	ND	ND	127
	3	<i>Astyanax sp</i>	lambari	onívoro	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	0,55	ND	24,9	ND	7,38	ND	ND	423
		<i>Loricariichthys anus</i>	casudo viola	raspador bentônico	ND	0,17	ND	163	ND	32	ND	ND	86,9
	6	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	0,27	ND	25	ND	6,4	ND	ND	366
7	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	0,65	ND	6,09	ND	12,4	ND	ND	93,1	
	<i>Loricariichthys anus</i>	casudo viola	raspador bentônico	ND	0,83	ND	486	ND	31,5	ND	ND	75,7	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.10.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de março de 2009 no tecido muscular e hepático de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

	Tecido Muscular												
	Ponto	Espécie	Nome Comum	Nível trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
	1	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	ND	ND	0,614	0,263	1,4	ND	ND	40,1
		<i>Hypostomus commersoni</i>	casquito	raspador bentônico	ND	ND	ND	1,06	0,674	27,8	ND	ND	31
		<i>Astyanax sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	ND	ND	ND	2,39	ND	ND	18,8
		<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	ND	ND	ND	ND	2,04	0,28	ND	21,3
	3	<i>Astyanax sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	ND	1,85	ND	9,12	ND	ND	37,9
	5	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	ND	ND	2,28	ND	6,88	ND	ND	53,3
		<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	ND	ND	0,349	ND	0,888	ND	ND	16,2
		<i>Loricariichtys anus</i>	casquito viola	raspador bentônico	ND	ND	ND	1,09	ND	1,64	ND	ND	25,3
	6	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	ND	ND	ND	ND	2,28	ND	ND	27,3
	7	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	ND	ND	0,43	ND	0,711	0,656	ND	22,8
<i>Hoplias malabaricus</i>		traíra	carnívoro	ND	ND	ND	1,1	ND	0,81	ND	ND	20,1	
	Tecido hepático												
	Ponto	Espécie	Nome Comum	Nível trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
	1	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	0,144	ND	11,7	ND	5,88	ND	ND	150
		<i>Hypostomus commersoni</i>	casquito	raspador bentônico	ND	0,168	ND	95	0,522	173	ND	ND	127
		<i>Astyanax sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	ND	6,02	ND	9,94	ND	ND	99,6
		<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	0,249	ND	5,44	ND	4,58	ND	ND	101
	3	<i>Astyanax sp</i>	lambari	onívoro	ND	ND	ND	1,85	ND	9,12	ND	ND	37,9
	5	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	ND	ND	2,28	ND	6,88	ND	ND	53,3
		<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	0,549	ND	24,9	ND	7,38	ND	ND	423
		<i>Loricariichtys anus</i>	casquito viola	raspador bentônico	ND	0,17	ND	163	ND	32	ND	ND	86,9
6	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	ND	0,267	ND	25	ND	6,4	ND	ND	366	
7	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	ND	0,645	ND	6,09	ND	12,4	ND	ND	93,1	
	<i>Loricariichtys anus</i>	casquito viola	raspador bentônico	ND	0,829	ND	486	ND	31,5	ND	ND	75,7	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.11.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de março de 2010 no tecido muscular e hepático de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

	Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	N	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
Tecido muscular	1	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	2	0,329	ND	ND	1,27	ND	9,63	0,414	ND	249
		<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari	onívoro	1	ND	ND	ND	ND	ND	3,6	ND	ND	35,2
		<i>Hypostomus commersonii</i>	casquito	raspador bentônico	3	0,908	0,02	ND	0,589	ND	12,9	ND	ND	54,3
	2	<i>Oligosarcus brevioris</i>	branca	carnívoro	1	0,485	ND	ND	0,172	ND	0,72	1,04	ND	60,9
		<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari	onívoro	2	ND	ND	ND	0,286	ND	8,54	ND	ND	65,9
	3	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	2	0,387	ND	ND	0,734	ND	4,59	0,405	ND	248
		<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari	onívoro	3	0,893	ND	ND	0,613	ND	9,72	ND	ND	23,6
		<i>Hemiancistrus fuliginosus</i>	casquito	raspador bentônico	2	3,67	0,024	ND	1,55	ND	20,7	ND	ND	29,5
	4	<i>Hemiancistrus fuliginosus</i>	casquito	raspador bentônico	3	6,25	ND	0,109	1,87	ND	12,6	ND	ND	27,7
	5	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	2	0,615	0,04	0,159	1,49	ND	5,27	ND	ND	133
		<i>Loricariichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	3	0,749	0,029	0,253	1,46	ND	9,96	ND	ND	23,3
	6	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	2	0,631	ND	ND	1,37	ND	7,84	ND	ND	103
	7	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	1	0,494	0,066	ND	0,867	ND	3,04	ND	ND	56,4
		<i>Hemiancistrus fuliginosus</i>	casquito	raspador bentônico	3	6,78	ND	0,157	1,6	ND	5,63	ND	ND	30,5
Tecido hepático	1	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	2	0,409	0,319	ND	9,94	ND	8,95	ND	ND	617
	3	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	2	0,435	0,435	ND	8,27	ND	11,4	ND	ND	4,79
		<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari	onívoro	3	0,785	0,214	ND	2,78	ND	10,6	ND	ND	109
	4	<i>Hemiancistrus fuliginosus</i>	casquito	raspador bentônico	3	47,8	1,76	ND	38,8	ND	671	ND	2,84	238
	5	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	2	0,68	0,723	ND	1,18	0,568	9,57	0,087	ND	845
		<i>Loricariichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	3	1,99	1,01	ND	293	ND	53,4	ND	ND	126
	6	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	2	0,587	0,568	0,125	20	ND	11,4	0,349	ND	685
	7	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	1	0,625	1,35	ND	6,47	ND	9,14	ND	ND	415
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>						<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.12.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de julho 2011 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/Kg P.S.
				LOQ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05	0,5	10		
P1	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	onívoro	BQ-55022-0	ND	<0,5	ND	2	<0,5	4,5	0,22	<0,5	74,2	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-55024-0	ND	<0,5	ND	1	<0,5	3,8	1,59	<0,5	46,3	
P2	<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-55025-0	ND	<0,5	ND	0,7	<0,5	2,6	0,61	<0,5	57,5	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-55026-0	ND	<0,5	ND	0,8	ND	0,8	1,45	<0,5	47,9	
P3	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-55028-0	ND	<0,5	ND	1,1	<0,5	1,7	3,22	<0,5	34,1	
P4	<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-55029-0	ND	<0,5	ND	0,9	ND	3,4	0,07	<0,5	72,5	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-55030-0	ND	<0,5	ND	1	ND	<0,5	0,81	<0,5	32,4	
P5	<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-55031-0	ND	<0,5	ND	1	ND	2,5	0,44	<0,5	54,7	
	<i>Loricriichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	BQ-55033-0	ND	<0,5	ND	0,5	ND	3,3	0,28	<0,5	20,7	
P7	<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-55034-0	ND	<0,5	ND	0,6	ND	1,7	0,37	<0,5	44,3	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casculo	raspador bentônico	BQ-55036-0	ND	<0,5	ND	0,7	ND	8,6	0,27	<0,5	29,1	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-55038-0	ND	<0,5	ND	0,7	<0,5	0,5	5,53	<0,5	30,4	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.13.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de outubro de 2011 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.
				LOQ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05	0,5	10	
P1	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-61219-11	0,8	ND	<0,5	0,9	ND	31,5	0,23	<0,5	74,9	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-61221-11	0,7	ND	ND	0,5	ND	7,2	0,92	ND	30,7	
	<i>Hypostomus commersoni</i>	casquito	raspador bentônico	BQ-61220-11	<0,5	ND	ND	0,7	ND	1,9	0,1	ND	32,3	
P2	<i>Loricriichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	BQ-61222-11	<1,0	ND	ND	1,4	ND	2	0,75	ND	46,3	
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-61223-11	0,7	ND	ND	0,6	ND	1,4	4,46	<0,5	36,2	
P3	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casquito	raspador bentônico	BQ-61224-11	3,9	ND	ND	1,5	ND	1,9	0,22	ND	36,4	
P4	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-61225-11	0,7	ND	ND	1,6	ND	5,2	0,14	<0,5	83,4	
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-61226-11	0,6	ND	ND	1,4	ND	1,3	4,38	ND	55,6	
P5	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-61227-11	0,7	ND	ND	1,4	ND	25,9	0,51	<0,5	95,2	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-61228-11	0,8	ND	ND	0,7	ND	4,3	1,4	<0,5	39,9	
P7	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-61229-11	0,6	ND	ND	0,9	ND	6	0,69	<0,5	70,8	
	<i>Loricriichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	BQ-61230-11	0,7	ND	ND	0,5	ND	3,1	0,39	ND	23,7	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



**Tabela 8.14.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de janeiro de 2012 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/Kg P.S.
				LOQ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05	0,5	10	
P1	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-63167-12	ND	ND	ND	1	ND	11	0,28	1,4	62,2	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-63169-12	ND	ND	ND	<0,5	ND	2,1	1,42	ND	28,8	
	<i>Hypostomus commersoni</i>	casquito	raspador bentônico	BQ-63168-12	ND	ND	ND	0,5	<0,5	7,2	0,19	ND	29,9	
P3	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-63164-12	ND	ND	ND	1	ND	5,6	0,22	ND	53,7	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casquito	raspador bentônico	BQ-63166-12	1	<0,5	ND	1,5	ND	10,5	0,18	ND	34,4	
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-63165-12	ND	ND	ND	0,8	ND	3	1,42	ND	52,8	
P5	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-63172-12	ND	ND	ND	0,7	<0,5	11,1	0,73	<0,5	73,6	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-63170-12	ND	ND	ND	<0,5	ND	3	0,99	ND	39,6	
	<i>Loricriichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	BQ-63171-12	ND	ND	ND	<0,5	ND	2,9	0,27	<0,5	26,2	
P7	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-63174-12	ND	ND	ND	0,8	ND	7,1	0,3	ND	68,9	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-63173-12	ND	ND	ND	<0,5	ND	2,5	1,38	ND	22,7	
	<i>Loricriichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	BQ-63175-12	ND	ND	ND	0,5	ND	0,7	0,4	ND	21,1	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.15.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de abril de 2012 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/Kg P.S.
				LOQ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05	0,5	10	
P1	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-68352/12	ND	ND	ND	1,4	<0,5	2,5	0,66	ND	55,3	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	cascardo	raspador bentônico	BQ-68353/12	0,8	ND	ND	1,1	ND	2,4	0,14	ND	28,7	
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-68354/12	ND	ND	ND	1	ND	8,8	3,09	ND	43,1	
P5	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-68355/12	ND	ND	ND	0,8	ND	7,1	0,7	<0,5	61,5	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-68356/12	ND	ND	ND	<0,5	ND	3,4	1,29	ND	30,7	
	<i>Loricariichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	BQ-68357/12	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,5	0,35	ND	24,8	
P7	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-68358/12	ND	ND	ND	0,9	ND	3	0,32	<0,5	38,7	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	cascardo	raspador bentônico	BQ-68359/12	4,4	ND	ND	0,8	ND	2,9	0,33	ND	24,5	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-68360/12	ND	ND	ND	0,6	ND	2,3	0,95	ND	23,4	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.16.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de julho de 2012 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercúrio	Níquel
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	
				LOQ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05	0,5	
P1	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-71607-12	0,8	<0,5	<0,5	1,5	ND	4,5	0,65	<0,5
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-71608-12	0,8	<0,5	<0,5	1,6	ND	3,7	2,24	<0,5
	<i>Hypostomus commersoni</i>	casudo	raspador bentônico	BQ-71609-12	0,8	<0,5	<0,5	0,9	<0,5	6,8	0,17	<0,5
P2	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	onívoro	BQ-71611-12	0,6	<0,5	<0,5	1,6	ND	2,9	0,53	<0,5
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-71610-12	0,6	<0,5	<0,5	1	ND	1,3	8,24	<0,5
P3	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-71612-12	0,8	<0,5	<0,5	1,9	<0,5	3,1	0,37	<0,5
P4	<i>Steindachnerina biornata</i>	biru	onívoro	BQ-71613-12	0,7	<0,5	<0,5	2,7	ND	5,6	0,59	0,6
P5	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	onívoro	BQ-71615-12	0,6	<0,5	<0,5	1,5	<0,5	2,3	1,05	<0,5
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-71614-12	0,8	<0,5	ND	0,8	ND	2,2	4,05	<0,5
P7	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-71616-12	0,7	<0,5	<0,5	1,6	<0,5	3,9	0,91	<0,5
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-71617-12	0,7	<0,5	ND	0,6	ND	1,6	1,49	<0,5
	<i>Loricichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	BQ-71618-12	0,6	<0,5	<0,5	0,7	<0,5	1,1	0,39	<0,5
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.17.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de outubro de 2012 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/Kg P.S.
				LOQ	2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5	
P1	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-76516/12	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	6,6	0,92	ND	50,5	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-76517/12	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	2,7	0,79	ND	22,1	
	<i>Rineloricaria</i> sp.	viola	raspador bentônico	BQ-76518/12	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,62	ND	25,8	
P2	<i>Astyanax fasciatus</i>	biru	onívoro	BQ-76520/12	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	2,6	2,16	ND	76,1	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-76519/12	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	1,47	ND	46,5	
P3	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-76522/12	<2,5	<0,5	ND	2,5	0,6	14,2	2,31	<0,5	73,3	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-76521/12	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	2,5	0,89	ND	28,5	
	<i>Rineloricaria</i> sp.	viola	raspador bentônico	BQ-76523/12	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.	Prejud.	
P4	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-76524/12	<2,5	<0,5	ND	2,5	<0,5	2,9	0,40	ND	72,3	
P5	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	onívoro	BQ-76527/12	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,42	ND	21,5	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	cascardo	raspador bentônico	BQ-76526/12	5,4	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,17	ND	20,3	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-76525/12	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	2,7	0,74	ND	31,2	
P7	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-76529/12	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	6,2	0,35	ND	58,1	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	cascardo	raspador bentônico	BQ-76528/12	5,2	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,20	ND	23,7	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.18.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de janeiro de 2013 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/K g P.S.
				LOQ	2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5
P1	<i>Astyanax sp.1</i>	lambari	onívoro	BQ-84335/13	<2,5	<0,5	<2,5	<2,5	<0,5	10,9	0,53	<0,5	28,6
	<i>Astyanax sp.2</i>	lambari		carnívoro	BQ-84334/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	3,7	3,08	<0,5
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	BQ-84333/13		ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	10,2	0,25	<0,5	33,6
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	BQ-84336/13		<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	11,1	0,14	<0,5	31,8
	P2	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casculo	raspador bentônico	BQ-84338/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	54,1	0,36	<0,5
<i>Gymnogeophagus labiatus</i>		cará	onívoro	BQ-84337/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	3,1	1,30	<0,5	25,5
<i>Hoplias malabaricus</i>		traíra	carnívoro	BQ-84331/13	ND	<0,5	ND	<2,5	22,9	2,9	0,37	<0,5	44,8
P3	<i>Astyanax sp.2</i>	lambari	onívoro	BQ-84329/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	2,7	2,40	<0,5	42,3
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-84330/13	ND	<0,5	<2,5	<2,5	<0,5	<2,5	0,53	<0,5	31,6
	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	viola	raspador bentônico	BQ-84349/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,20	<0,5	32,7
P4	<i>Crenicichla lepidota</i>	joana	carnívoro	BQ-84347/13	4	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,25	<0,5	26,9
	<i>Crenicichla punctata</i>	joana		onívoro	BQ-84348/13	ND	<0,5	<2,5	<2,5	<0,5	9,5	0,31	<0,5
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casculo	BQ-84339/13		<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	<0,05	<0,5	18,7
	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	viola	BQ-84340/13		ND	<0,5	<2,5	<2,5	<0,5	8,0	0,22	<0,5	30,7
	P5	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari	onívoro	BQ-84341/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	7,0	0,75	<0,5
<i>Astyanax sp.1</i>		lambari	BQ-84341/13		<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	7,0	0,75	<0,5	43,4
<i>Hypostomus comersonii</i>		casculo	carnívoro	BQ-84341/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	7,0	0,75	<0,5	43,4
<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>		viola		BQ-84341/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	7,0	0,75	<0,5	43,4
<i>Astyanax sp.2</i>		lambari		BQ-84341/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	7,0	0,75	<0,5	43,4
P5	<i>Gymnogeophagus gymnogenys</i>	cará	onívoro	BQ-84341/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	7,0	0,75	<0,5	43,4
	<i>Crenicichla lepidota</i>	joana	carnívoro	BQ-84341/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	7,0	0,75	<0,5	43,4
P5	<i>Crenicichla punctata</i>	joana		carnívoro	BQ-84341/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	7,0	0,75	<0,5
	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	onívoro		BQ-84341/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	4,6	0,21	<0,5

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/K g P.S.
				LOQ	2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5
				84342/13									
P6	<i>Callichthys callichthys</i>	tamboatá	onívoro	BQ-84332/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	22,3	0,63	<0,5	34,2
P7	<i>Astyanax sp.2</i>	lambari	onívoro	BQ-84346/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	11,0	0,64	<0,5	82,7
	<i>Steindachnerina biornata</i>	biru	onívoro	BQ-84345/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	7,9	0,24	<0,5	35,7
	<i>Loricariichthys anus</i>	casculo	raspador bentônico	BQ-84344/13	ND	<0,5	ND	<2,5	ND	<2,5	0,15	<0,5	22,7
	<i>Crenicichla lepidota</i>	joana	carnívoro	BQ-84343/13	ND	<0,5	ND	<2,5	ND	<2,5	1,19	<0,5	38,3
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca											
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca											
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.19.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de abril de 2013 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/K g P.S.
				LOQ	2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5	
P1	<i>Hypostomus commersoni</i>	casquito	raspador bentônico	BQ-88212/13	ND	ND	ND	<2,5	ND	<2,5	0,06	<0,5	23,9	
	<i>Astyanax</i> sp.	lambari	onívoro	BQ-88080/13	ND	ND	ND	<2,5	ND	3,9	0,11	<0,5	46,5	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-88213/13	ND	ND	ND	<2,5	ND	5,4	1,03	<0,5	28,5	
P3	<i>Rineloricaria</i> sp.	viola	raspador bentônico	BQ-88081/13	ND	ND	ND	<2,5	<0,5	8,0	0,57	<0,5	28,7	
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-88219/13	ND	ND	ND	<2,5	ND	6,1	1,11	<0,5	28,7	
	<i>Astyanax</i> sp.	lambari	onívoro	BQ-88218/13	ND	ND	ND	<2,5	ND	6,8	0,17	<0,5	43,7	
P4	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-88083/13	ND	ND	ND	<2,5	ND	3,3	0,92	<0,5	17,9	
	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari	onívoro	BQ-88220/13	ND	ND	ND	<2,5	ND	14,5	0,51	<0,5	96,6	
P5	<i>Hypostomus commersoni</i>	casquito	raspador bentônico	BQ-88079/13	ND	ND	ND	<2,5	<0,5	11,5	0,06	<0,5	30,9	
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-88214/13	ND	ND	ND	<2,5	ND	6,0	1,28	<0,5	53,4	
	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-88215/13	ND	ND	ND	<2,5	<0,5	11,1	0,21	<0,5	60,3	
P7	<i>Loricariichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	BQ-88217/13	ND	ND	ND	<2,5	ND	2,6	0,64	<0,5	26,4	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-88082/13	ND	ND	ND	<2,5	ND	<2,5	3,16	<0,5	29,4	
	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-88216/13	ND	ND	ND	<2,5	ND	2,5	0,87	<0,5	31,2	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.20.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de julho de 2013 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/Kg P.S.
				LOQ	2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5	
P1	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	viola	herbívoro	BQ-92577/13	ND	ND	ND	<2,6	<0,5	24,3	0,44	ND	32,6	
P2	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	lambari	onívoro	BQ-92578/13	ND	<0,4	ND	ND	ND	33,2	0,34	ND	92,2	
P3	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	lambari	onívoro	BQ-92579/13	ND	ND	<2,4	<2,4	ND	25,5	0,37	ND	87,1	
P4	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	lambari	onívoro	BQ-92581/13	ND	<0,5	8,1	<2,3	<0,5	14,8	0,44	ND	94,4	
	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	viola	herbívoro	BQ-92580/13	ND	ND	3,2	<2,5	<0,5	4,5	0,34	<0,5	38,8	
P5	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	lambari	onívoro	BQ-92582/13	ND	ND	ND	ND	ND	<2,7	0,45	ND	25,5	
	<i>Hypostomus commersoni</i>	cascardo	herbívoro	BQ-92584/13	ND	<0,5	ND	<2,4	<0,5	4,5	0,40	<0,5	41,5	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-92583/13	ND	<0,5	ND	<2,7	<0,5	4,2	5,14	ND	39,1	
P7	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	lambari	onívoro	BQ-92585/13	ND	ND	ND	<2,8	<0,6	4,0	0,58	ND	34,4	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-92586/13	ND	ND	ND	<2,6	ND	<2,6	4,28	ND	22,4	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



**Tabela 8.21.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de outubro de 2013 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.
				LOQ	2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5	
P1	<i>Astyanax</i> sp.	lambari	onívoro	BQ-97734/13	ND	ND	ND	<2,5	<0,5	5,0	0,38	ND	34,6	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-97735/13	ND	ND	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,45	ND	22,5	
P2	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-97736/13	<2,5	<0,5	<2,5	<2,5	<0,5	31,4	0,22	0,8	130,7	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-97737/13	ND	ND	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,45	ND	47,7	
P3	<i>Hypostomus commersoni</i>	cascardo	herbívoros	BQ-97738/13	ND	ND	ND	<2,5	<0,5	4,5	0,10	ND	46,3	
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-97739/13	3,2	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,07	ND	34,8	
P4	<i>Hemiancistrus fuliginosus</i>	cascardo	herbívoros	BQ-97740/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	3,1	1,20	ND	30,7	
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-97741/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	1,91	ND	44,8	
P5	<i>Loricariichthys anus</i>	viola	herbívoros	BQ-97744/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,08	ND	26,3	
	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-97742/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	23,2	0,65	ND	120,2	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-97743/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	3,0	0,34	ND	53,7	
P7	<i>Hemiancistrus fuliginosus</i>	cascardo	herbívoros	BQ-97746/13	4,9	<0,5	ND	<2,5	<0,5	25,3	0,23	<0,5	38,5	
	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-97745/13	ND	<0,5	5,4	<2,5	<0,5	39,9	0,09	<0,5	108,5	
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-97747/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	3,00	ND	27,7	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.22.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de janeiro de 2014 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/Kg P.S.
				LOQ	2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5	
P1	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-106128/14	<2,5	<0,5	<2,5	ND	<0,5	4,2	0,26	<0,5	22,5	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-106129/14	<2,5	<0,5	<2,5	ND	<0,5	4,5	1,28	<0,5	21,5	
P2	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-106130/14	<2,5	<0,5	<2,5	ND	<0,5	5,5	1,65	<0,5	55,0	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	herbívoro	BQ-106131/14	<2,5	<0,5	<2,5	ND	<0,5	4,8	0,12	<0,5	8,6	
P3	<i>Rineloricaria sp.</i>	casudo	herbívoro	BQ-106134/14	<2,5	<0,5	<2,5	ND	<0,5	8,0	0,49	<0,5	31,4	
P4	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	BQ-106135/14	<2,5	<0,5	<2,5	ND	<0,5	22,3	0,22	<0,5	123,3	
P5	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	BQ-106137/14	<2,5	<0,5	<2,5	ND	<0,5	25,7	0,29	<0,5	51,5	
	<i>Loricariichthys anus</i>	viola	herbívoro	BQ-106136/14	<2,5	<0,5	<2,5	ND	<0,5	22,5	0,28	<0,5	44,6	
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-106138/14	<2,5	<0,5	<2,5	ND	<0,5	5,3	0,47	<0,5	30,6	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.23.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de abril de 2014 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Merúrio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/Kg P.S.
				LOQ	2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5	
P1	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-111893/14	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-111895/14	<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	7,8	<0,45	<0,5	29,7	
	<i>Rineloricaria sp.</i>	viola	herbívoro	BQ-111898/14	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	
P2	<i>Astyanax dissensus</i>	lambari	onívoro	BQ-111890/14	<2,5	ND	ND	<2,5	<0,5	<2,5	<0,45	<0,5	13,1	
P3	<i>Astyanax dissensus</i>	lambari	onívoro	BQ-111891/14	<2,5	ND	ND	<2,5	1,6	3,4	<0,45	<0,5	36,7	
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-111896/14	<2,5	ND	ND	<2,5	ND	4,4	<0,45	<0,5	37,8	
P4	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-111894/14	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	
	<i>Rineloricaria sp.</i>	viola	herbívoro	BQ-111899/14	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	
P7	<i>Astyanax dissensus</i>	lambari	onívoro	BQ-111892/14	<2,5	ND	ND	<2,5	<0,5	<2,5	<0,45	<0,5	17,8	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-111897/14	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	Prejudicado	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.24.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de julho de 2014 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/Kg P.S.
				LOQ	2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5	
P1	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-118212/14	<0,5	ND	3,5	<0,5	<0,1	1,0	0,29	<0,1	7,9	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-118213/14	<0,5	ND	<0,5	<0,5	<0,1	<0,5	0,34	ND	4,9	
P2	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-118214/14	<0,5	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	0,23	ND	3,8	
P4	<i>Rineloricaria</i> sp.	viola	herbívoro	BQ-118215/14	<0,5	ND	ND	<0,5	<0,1	<0,5	0,08	ND	5,8	
P7	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari	onívoro	BQ-118216/14	<0,5	ND	ND	<0,5	<0,1	<0,5	0,09	ND	4,1	
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-118217/14	<0,5	ND	<0,5	<0,5	ND	<0,5	0,15	ND	4,5	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.25.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de novembro de 2014 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

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

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.26.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de janeiro de 2015 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

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

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

**Tabela 8.27.** Valores das concentrações de elementos-traço registrados na amostragem de maio de 2015 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	Parâmetro	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco	
				Unidade	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/kg P.S.	mg/Kg P.S.
				LOQ	2,5	0,5	2,5	2,5	0,5	2,5	0,05	0,5	2,5	
P1	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-131866/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	3,4	0,01	ND	4,4	
	<i>Astyanax dissensus</i>	lambari	onívoro	BQ-131865/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	2,4	<0,01	ND	9,2	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131867/15	<0,5	<0,1	ND	<0,5	<0,1	5,5	0,01	<0,1	6	
P2	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-131869/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	ND	2,6	
	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-131868/15	ND	ND	ND	<0,5	<0,1	1,2	0,01	ND	5,4	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131870/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	ND	3,6	
P3	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-131872/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,9	<0,01	ND	4,5	
	<i>Astyanax dissensus</i>	lambari	onívoro	BQ-131871/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,9	<0,01	ND	5,1	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131873/15	<0,5	ND	ND	<0,5	ND	1,9	<0,01	ND	3,5	
P4	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-131874/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	1,8	<0,01	ND	5,5	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131875/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	ND	3,7	
P5	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-131877/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,7	<0,01	ND	5,6	
	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-131876/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	1	<0,01	ND	5,8	
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131878/15	0,7	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	ND	3,0	
P7	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	BQ-131880/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	ND	5,8	
	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	onívoro	BQ-131881/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	1,2	<0,01	ND	3,3	
	<i>Loricariichthys anus</i>	casudo	herbívoro	BQ-131879/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,7	0,2	ND	2,8	
<b>Valor de referência (Bowen, 1979)</b>					<b>0,2 – 10</b>	<b>0,1 – 3</b>	<b>0,001 - 15</b>	<b>0,7 – 15</b>	<b>0,03 – 2</b>	<b>0,3 – 4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1 – 4</b>	<b>9 - 80</b>	

\*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.

## Indicador de Qualidade Ambiental

Com base nos valores do IQ e de acordo com as métricas utilizadas, as classes de Indicador de Qualidade dos locais monitorados de acordo com a ictiofauna ficou estabelecida como apresentado na Tabela 8.28.

A Tabela 8.29 apresenta o valor da classe do Indicador de Qualidade Ambiental para a comunidade bentônica para os quatro últimos períodos avaliados.

Tabela 8.28 – Indicador de Qualidade Ambiental para a ictiofauna, Candiota julho/14 a junho/15.

Estação	Classe	Significado (Qualidade ambiental)
PM1	2	Baixa
PM2	5	Alta
PM3	3	Média
PM4	2	Baixa
PM5	5	Alta
PM6	1	Muito Baixa
PM7	5	Alta



Tabela 8.29 Classe do Indicador de Qualidade Ambiental constatada nos últimos quatro períodos anuais para a ictiofauna, Candiota (RS).

Período	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Julho 2011 a junho 2012	5	5	1	3	5	1	5
Julho 2012 a junho 2013	4	3	1	2	4	1	3
Julho 2013 a junho 2014	2	3	1	1	5	1	1
Julho 2014 a junho 2015	2	5	3	2	5	1	5

Muito Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa
-----------	-----	-------	-------	-------------

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

---

## **9 - INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL RELATIVA 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.

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).

---

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 de quatro campanhas amostrais, atendendo as quatro estações de padrões climáticos do ano, inverno de 2014 a outono de 2015, com amostragens 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 influências e dependências das condições ambientais da bacia para o uso da Termoelectricidade, 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.

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 da Índice da Qualidade Ambiental Relativa do Ambiente Aquático (IQAA)

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 calculo 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
$2 \leq e < 3$	Baixa
$3 \leq e < 4$	Média
$4 \leq e < 5$	Alta
5	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.

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(2013), Outubro 2013), Janeiro (2014) e Abril(2015).

Estações Amostrais	Classes	Classes	Classes	Classes	Classes	Classes	Classes
	Água Superf.	Sedimentos	Bentos	Peixes	Zôo	Fito	Perif
1	5	2	5	2	3	4	4
2	5	2	5	5	4	3	3
3	5	3	5	3	3	4	3
4	5	2	3	2	3	3	3
5	5	1	1	5	3	3	3
6	3	1	2	1	2	3	3
7	5	4	1	5	3	3	3

### **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 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	Adotado
Bentos	4	4	4	5	4
Perifiton	1	1	1	1	1
Zooplâncton	4	4	4	4	4
Fitoplancton	4	4	4	4	4
Peixes	3	3	3	3	3
sedimentos	5	5	5	5	5
Águas Superficiais	5	5	4	5	5



### c) Cálculo do Índice IQAA

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:

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

onde:

**NQAA** = nível da qualidade do ambiente aquático;

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

**f<sub>c</sub>** = 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	$\Sigma (NQAA * P)$
1	25	10	20	6	12	16	4	93
2	25	10	20	15	16	12	3	101
3	25	15	20	9	12	16	3	100
4	20	10	12	6	12	12	3	75
5	25	5	4	15	12	12	3	76
6	15	5	8	3	8	12	3	54
7	25	20	4	15	12	12	3	91

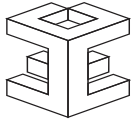


Tabela 9.4 Valores resultantes dos cálculos para a determinação do IQAA

Estações Amostrais	$\Sigma (NQAA * p)$	$(\Sigma (NQAA * p))^2$	fc	$(\Sigma (NQAA * P))^2 fc$
1	93	8649	0.00194	16,9
2	101	10201	0.00194	19,8
3	100	10000	0.00194	19,4
4	75	5625	0.00194	10,9
5	76	5776	0.00194	11,2
6	54	2916	0.00194	5,7
7	91	8281	0.00194	16,1
		51448		100%

A Indicação da Qualidade Ambiental Relativa 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 reambiental.

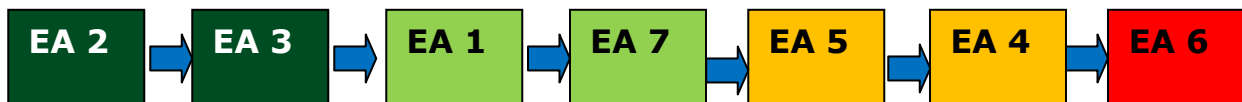
A Classe Nominal de Qualidade Ambiental Relativa foi atribuída pelos pesquisadores deste estudo conforme a seguir apresentado:

Valor do Indicador	Qualidade Ambiental Relativa	
>18	Superior	Dark Green
15,0-18,0	Média Superior	Light Green
12,0-14,9	Média	Yellow
8,0-11,9	Média Inferior	Orange
< 8	Inferior	Red

Associando os resultados da Tabela 9.4 com as classes de Qualidade Ambiental Relativa temos:

<b>Estações Amostrais</b>	$(\sum (NQAA * P))^2 / fc$	Qualidade Ambiental Relativa
1	16,9	Média Superior
2	19,8	Superior
3	19,4	Superior
4	10,9	Média Inferior
5	11,2	Média Inferior
6	5,7	Inferior
7	16,1	Média Superior

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



#### d) Comparação da Indicação de Qualidade Ambiental Relativa

A seguir apresentamos a comparação da Indicação de Qualidade Integrada do Ambiente Aquático do monitoramento contemplado por este relatório (julho de 2014 a junho de 2015) com a Indicação de Qualidade constatada no monitoramento realizado nos períodos anteriores (julho de 2011 a junho de 2012, julho de 2012 a junho de 2013 e julho de 2013 a junho de 2014).

Estações Amostrais	Qualidade Ambiental Relativa			
	Julho 2011 a junho 2012	Julho 2012 a junho 2013	Julho 2013 a junho 2014	Julho 2014 a junho 2015
1	Dark Green	Dark Green	Light Green	Light Green
2	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green
3	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green
4	Yellow	Orange	Yellow	Orange
5	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
6	Red	Orange	Red	Red
7	Light Green	Light Green	Yellow	Light Green

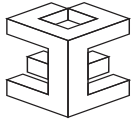
---

## Comentários

A análise das Classes de Qualidade Ambiental Relativa das Estações Amostrais do Ambiente Aquático permite constatar que:

- As Estações Amostrais EA1, EA2, EA3 e EA 6 mantiveram a posição de sua Qualidade Ambiental Relativa em relação ao período anterior de monitoramento. Assim, a EA1 manteve a posição de Qualidade Ambiental Relativa no nível Qualidade Superior, as EA2 e EA3 na posição Qualidade Relativa Superior e a EA6 no nível Qualidade Inferior.
- A EA 4 mostra que os efluentes da Usina alteram a qualidade das águas do Arroio Candiota, permanecendo a Classe da Qualidade Ambiental Relativa oscilando nos níveis Média a Média Inferior.
- EA 5, influenciada pela qualidade ambiental das águas avaliadas pelas EA3 e EA4, tende a manter a posição de Qualidade Ambiental Relativa da EA4.
- A EA7, associada a recuperação da qualidade ambiental após receber os efluentes das atividades de mineração do carvão (EA6), indústrias de cimento (EA3) e Usina Termelétrica (EA4), indica que a qualidade das águas do Arroio Candiota tende a assumirem a posição de Qualidade Relativa Média Superior, podendo-se inferir que os processos e as funções ambientais de depuração ao longo do Arroio Candiota, após o desague dos efluentes gerados nas atividades potencialmente poluidoras, estão funcionando.

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



## 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

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 bioindicação vegetal, a Rede de Monitoramento para o Ambiente Terrestre foi acrescida e complementada com as estações apresentadas nos Quadros 11.3 e 11.4.



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.

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

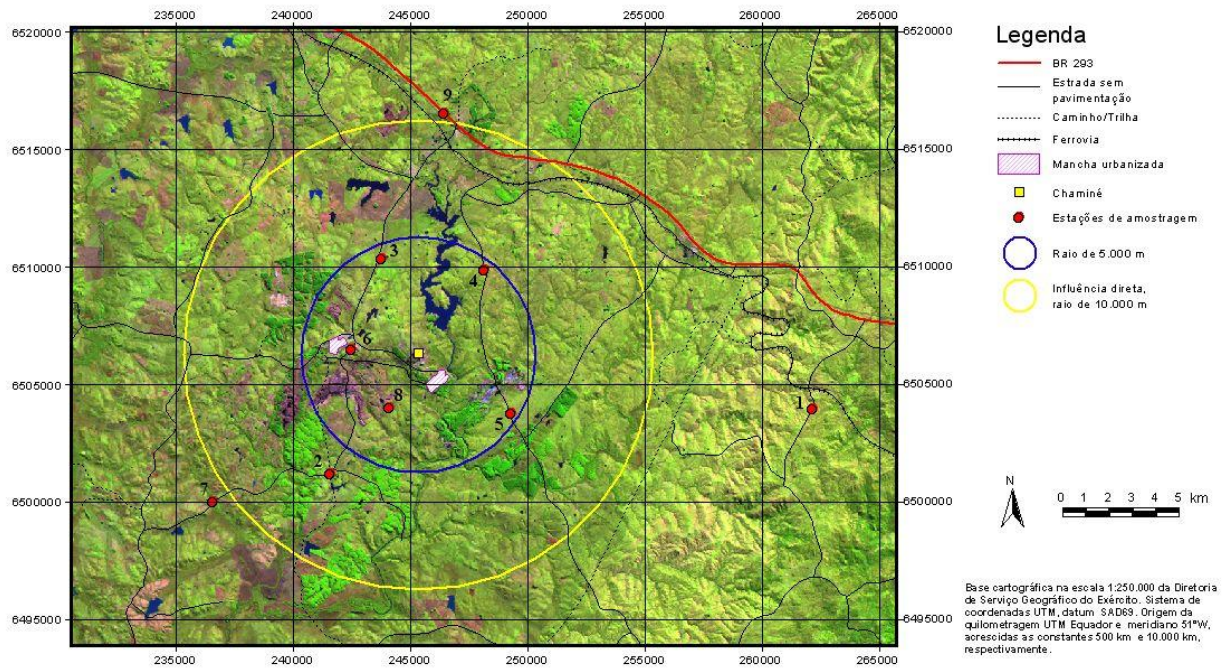


Figura 11.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento Ambiental para o Ambiente Terrestre.

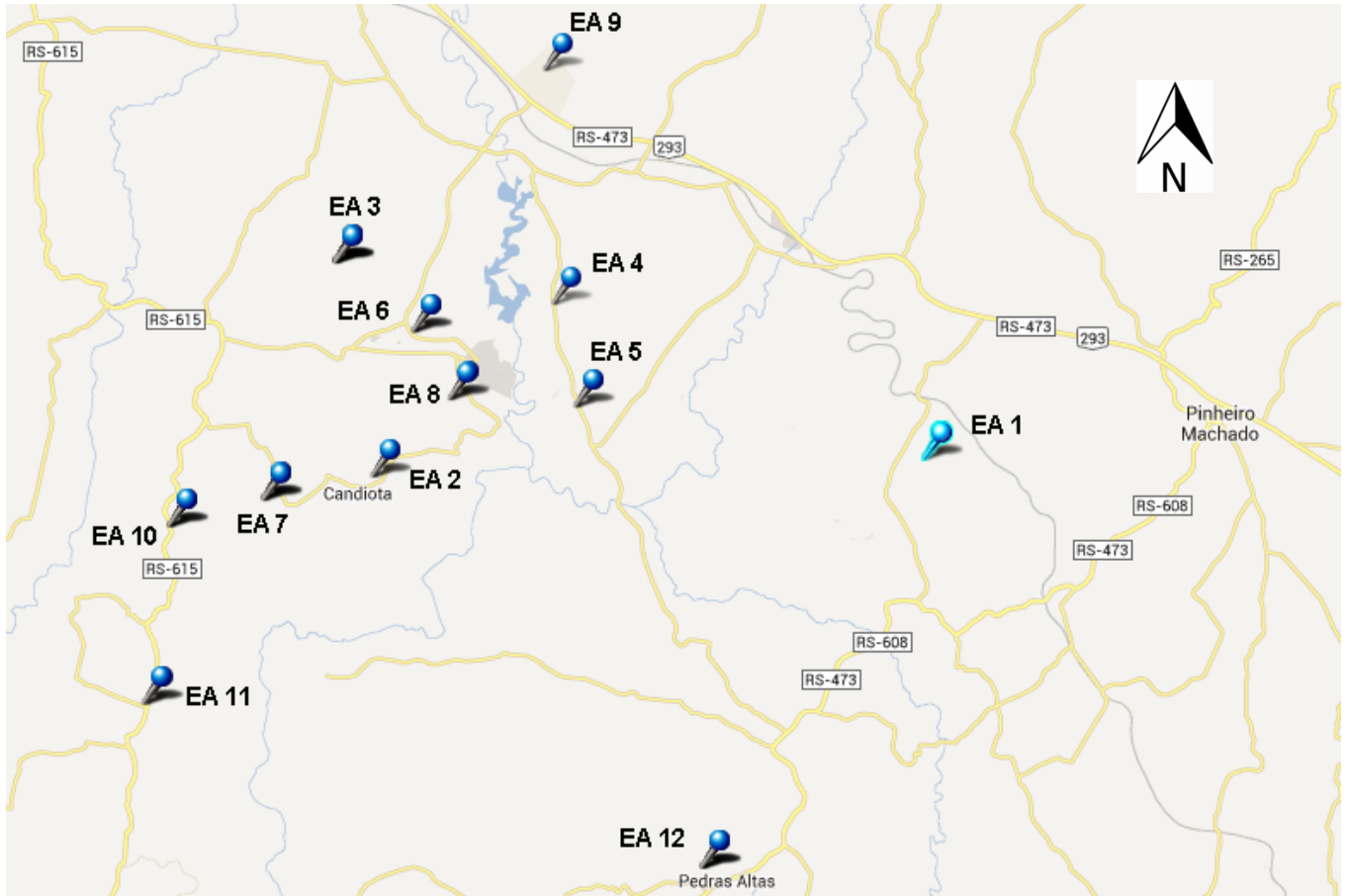


Figura 11.2: Mapa com a localização das estações de amostragem (EAs). Os ícones representam a localização do ponto de amostragem e onde foram tomadas as imagens com as coordenadas geográficas.

---

## **12. Monitoramento da FLORA**

### **12.1 Distribuição das Estações Amostrais**

O presente relatório reúne resultados das quatro campanhas realizadas no período: julho de 2014 (campanha de inverno), outubro de 2014 (campanha de primavera), janeiro de 2015 (campanha de verão) e abril de 2015 (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), EA5 (Fazenda Santa Rita) e EA10 (Fazenda Amor de Mãe). Em cada estação de amostragem, foram realizados os estudos da vegetação em parcelas contínuas de 0,25 m<sup>2</sup> (unidades de amostragem).

As Estações Amostrais 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.

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).

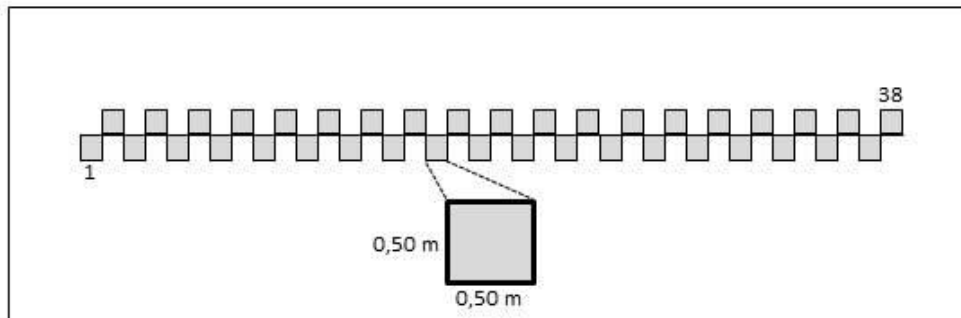


Figura 12.1. Esquema mostrando as 38 parcelas de  $0,25 \text{ m}^2$ , dispostas alternadamente ao longo da transecção.



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

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

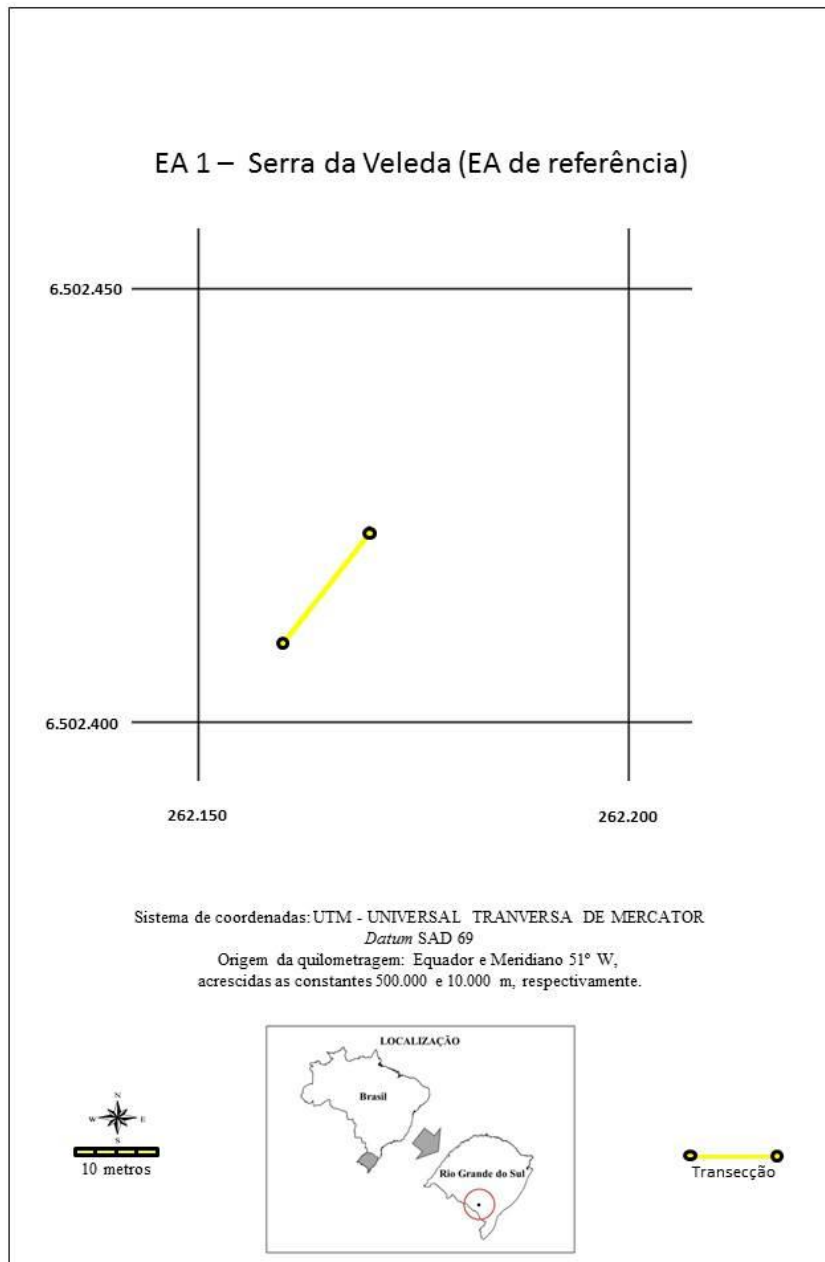


Figura 12.3. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostrai EA1 – Serra do Veleda.



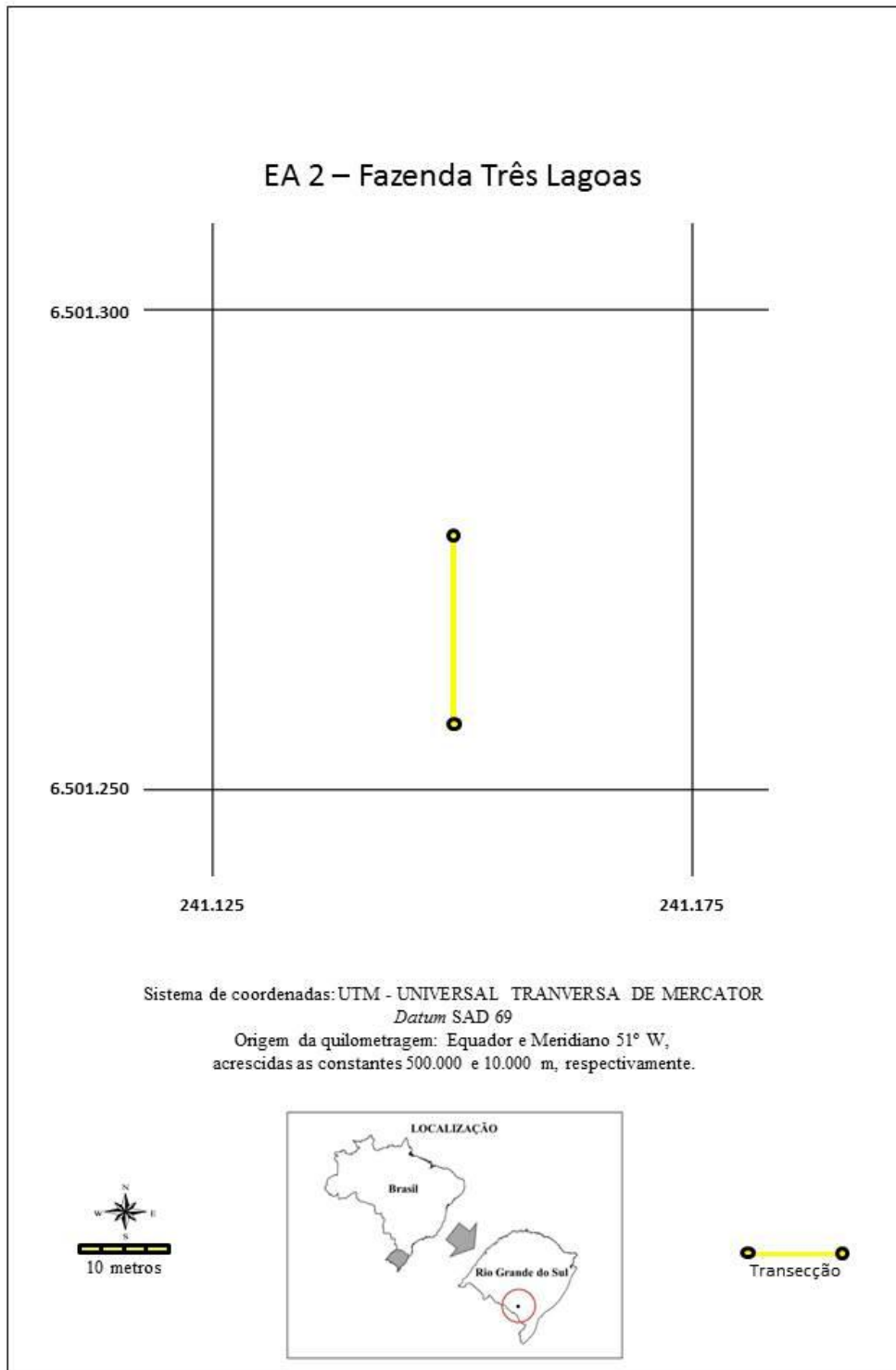


Figura 12.4. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostrai EA2 – Fazenda Três Lagoas.

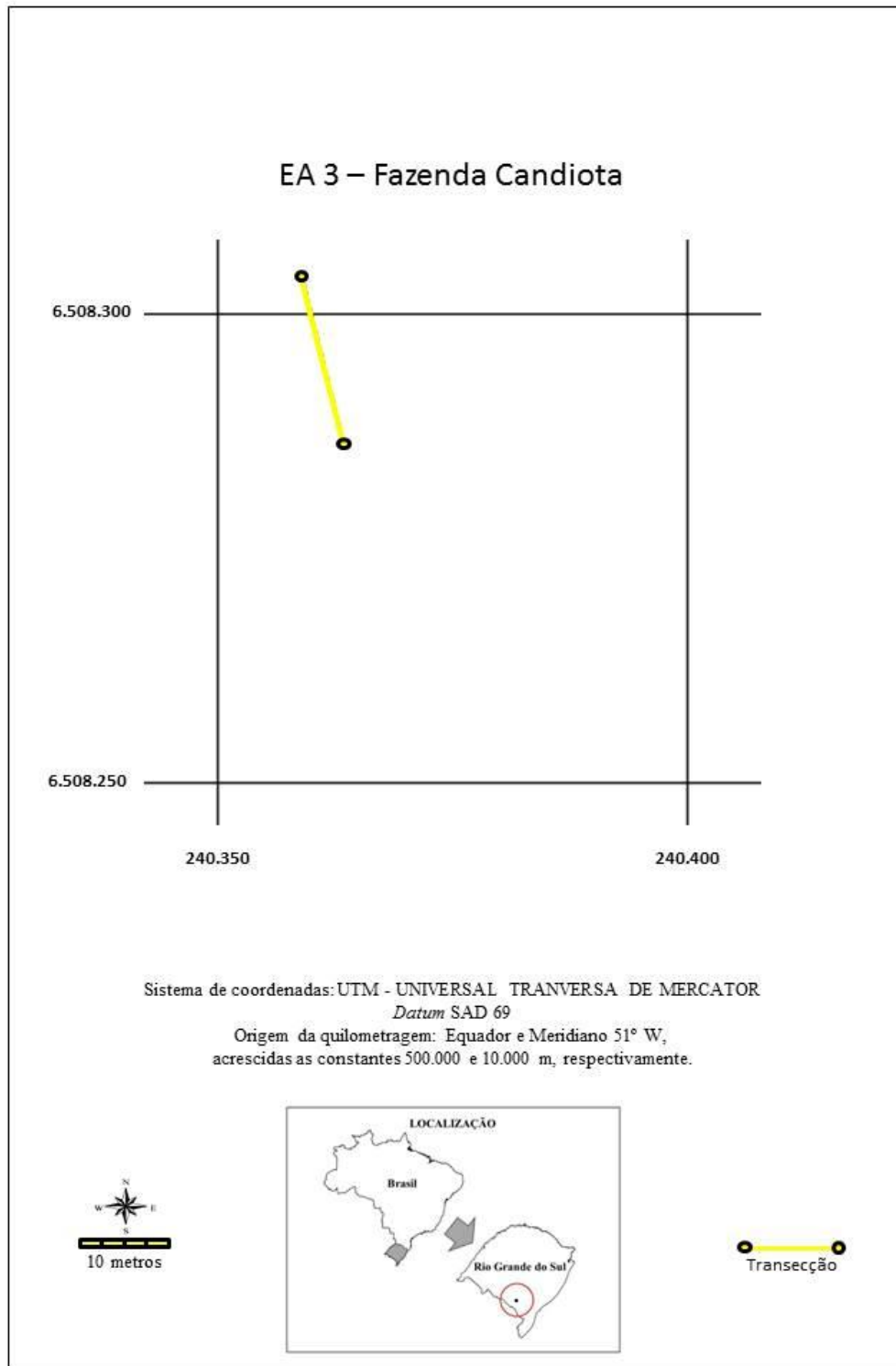


Figura 12.5. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostral EA3 – Fazenda Candiota.



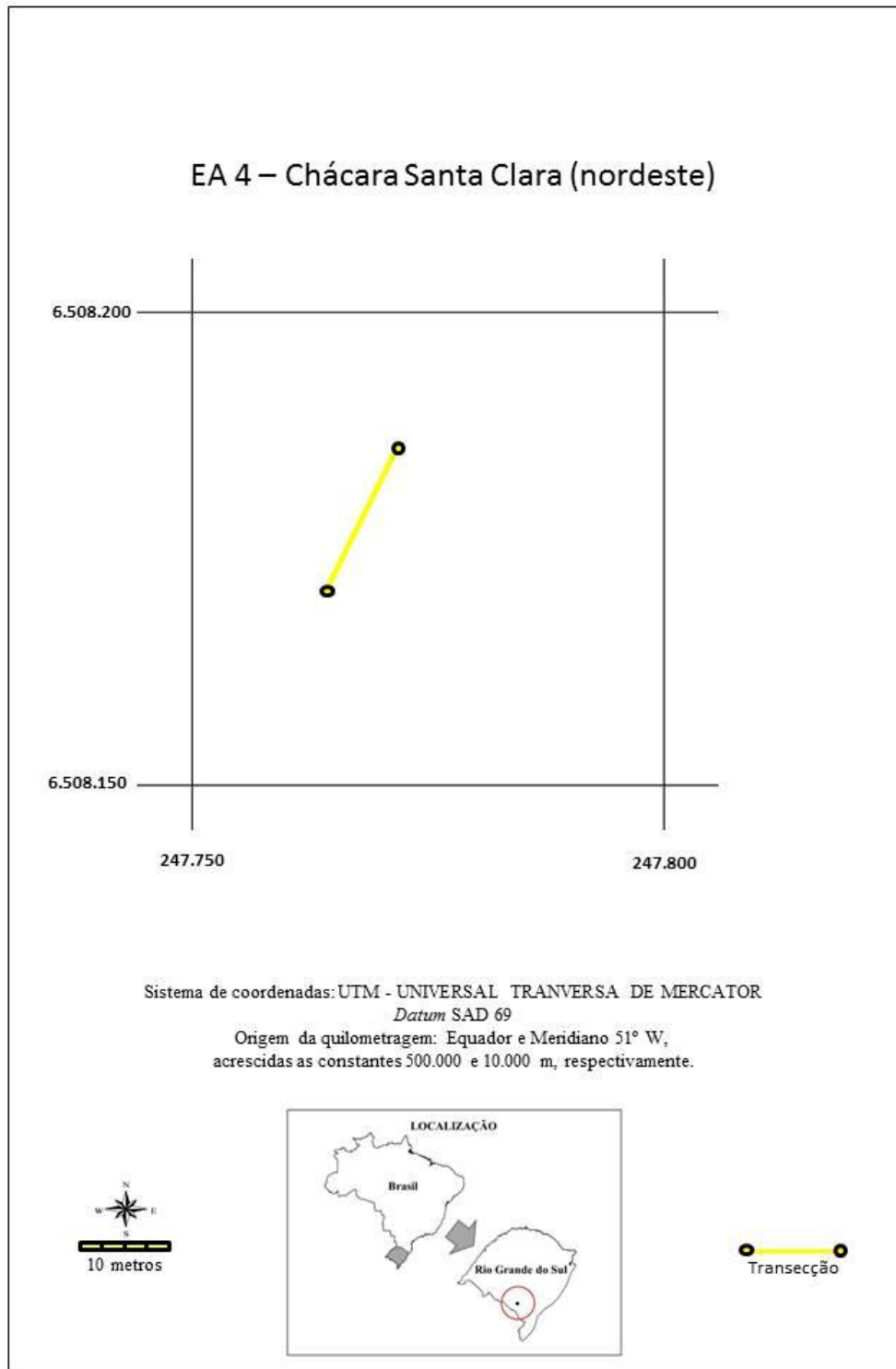


Figura 12.6. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostral EA4 – Chácara Santa Clara.

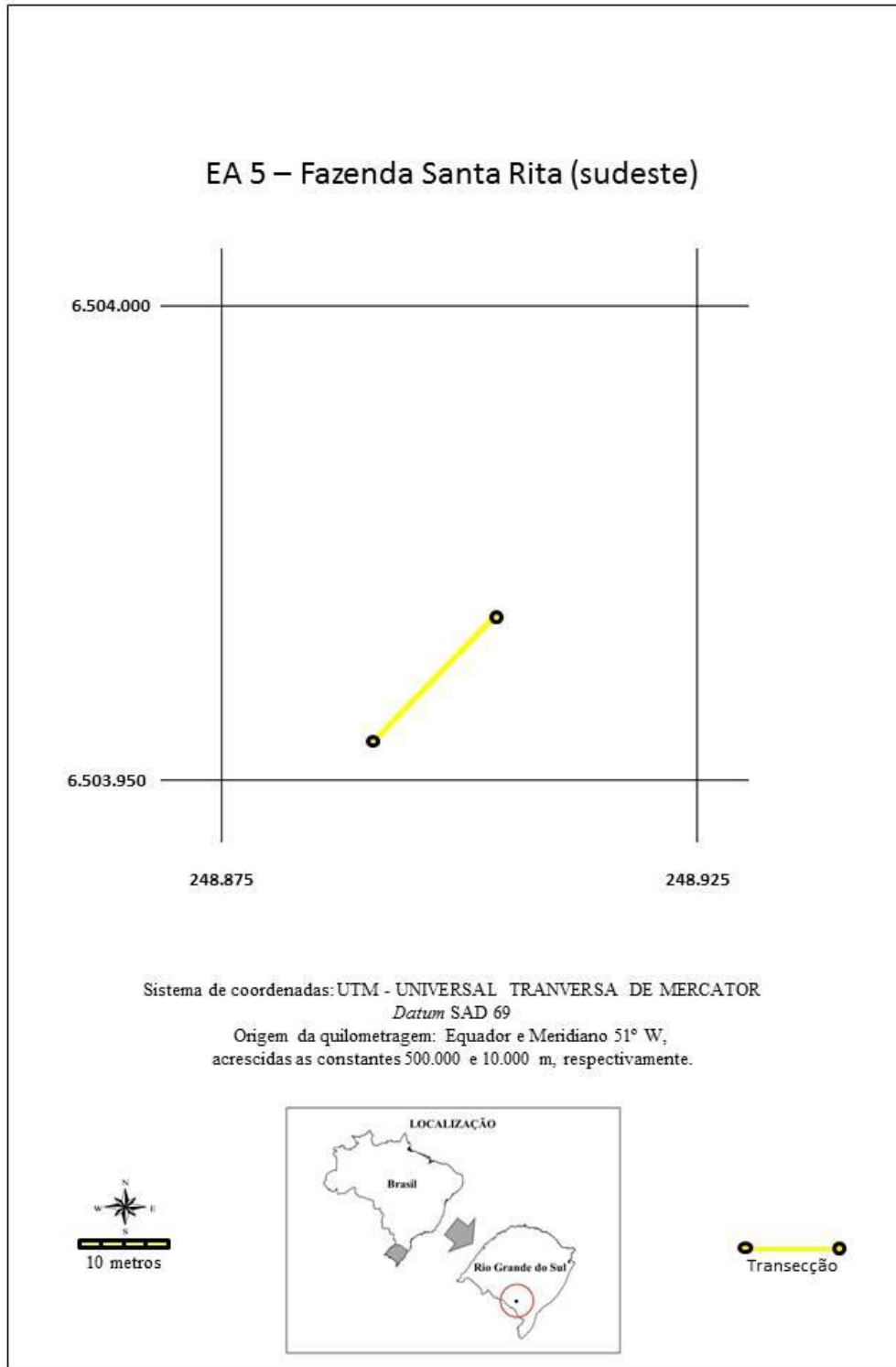


Figura 12.7. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostral EA5 – Fazenda Santa Rita.

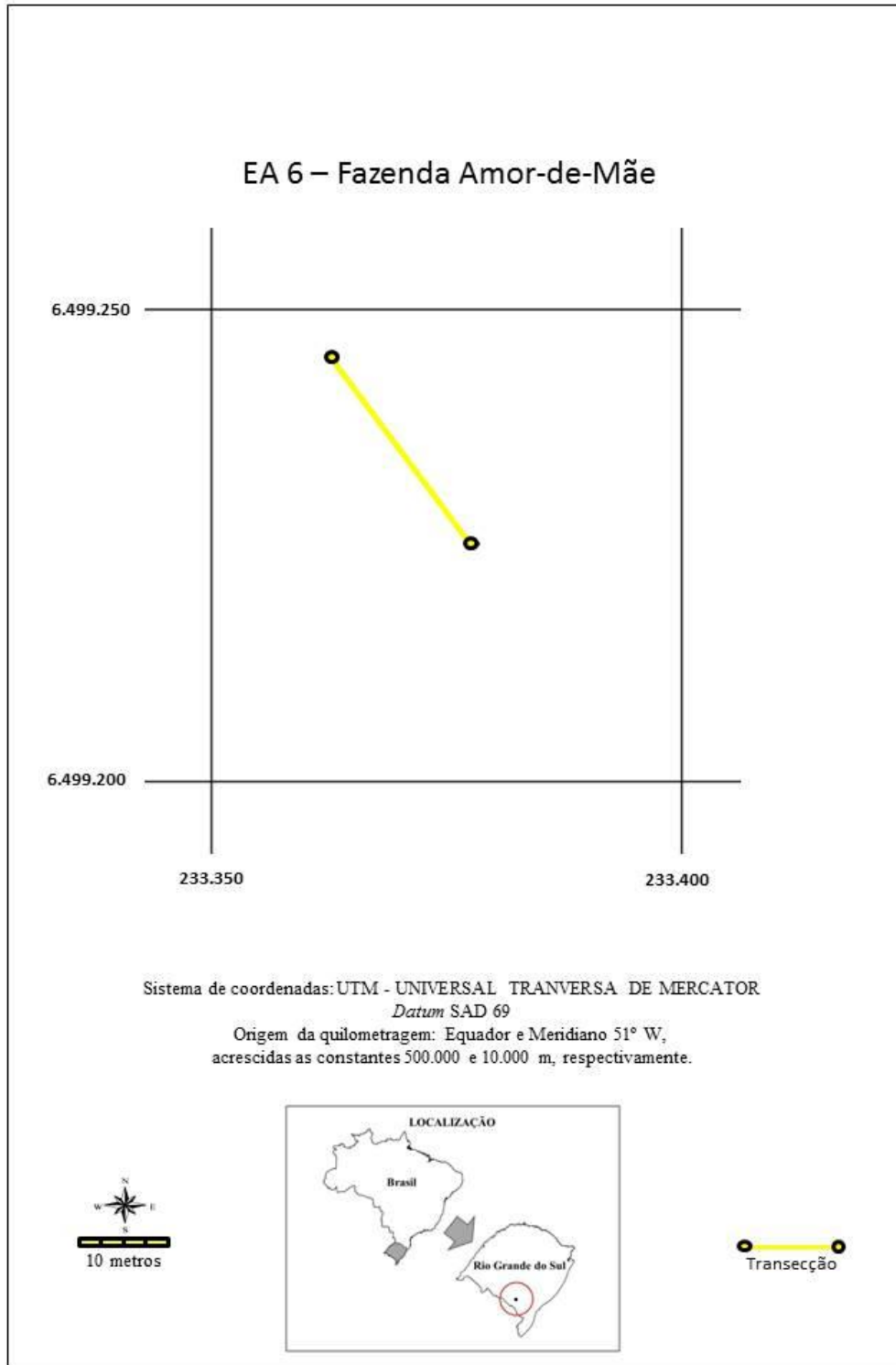
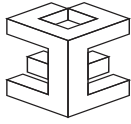


Figura 12.8. Mapa mostrando a localização da transecção de amostragem na Estação Amostral EA 10 – Fazenda Amor de Mãe.



---

### - Composição florística

O material botânico foi identificado com auxílio de literatura especializada, principalmente através de consultas de publicações sobre florística e taxonomia.

### - Similaridade

Os valores de similaridade entre as EAs foram obtidos utilizando o Índice de Jaccard, segundo o qual os locais (EAs) são comparados dois a dois:

$$S_j = a/a+b+c$$

Onde: **a** = número de espécies nos dois locais;

**b** = número de espécies apenas em um local; **c** = número de espécies apenas no outro local.

### 12.3. Resultados

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

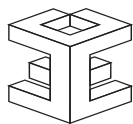
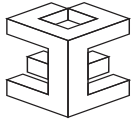
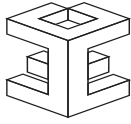


Tabela 12.1. Presença de espécies vegetais em comunidades campestres nas seis EAs: **EA1**-Serra do Veleda, **EA2**-Fazenda Três Lagoas, **EA3**-Fazenda Candiota, **EA4**-Chácara Santa Clara, **EA5**-Fazenda Santa Rita, **EA6**-Fazenda Amor de Mãe; **1**=Campanha de inverno (julho de 2014), **2**=Campanha de primavera (outubro de 2014), **3**=Campanha de verão (janeiro de 2015), **4**=Campanha de outono (abril de 2015).

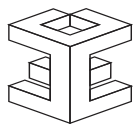
<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>EA1</b>	<b>EA2</b>	<b>EA3</b>	<b>EA4</b>	<b>EA5</b>	<b>EA6</b>
Alliaceae	<i>Nothoscordum</i> sp.	2	2				1
Amaranthaceae	<i>Pfaffia gnaphaloides</i>	2					
Amaranthaceae	<i>Pfaffia tuberosa</i>	2			2		
Apiaceae	<i>Bowlesia incana</i>	1		1			1
Apiaceae	<i>Centella</i> sp.			3			
Apiaceae	<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	1-2-3	3	2	2	3-4	2-3-4
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i>	1-2-3-4		1-2-3	1-2-4	1-3-4	1-2-3
Apiaceae	<i>Eryngium sanguisorba</i>	1-2-3-4			1-2-3-4	1	1-2
Apiaceae							1
Apocynaceae				2			
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i>	1-3-4		1-3		4	
Asteraceae	<i>Aspilia setosa</i>	1-2-3-4		2-3-4			
Asteraceae	<i>Baccharis articulata</i>			1-2-3			
Asteraceae	<i>Baccharis coridifolia</i>			3	1-3	3-4	
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i>			1-2-3-4			
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i>	1-2-4		2	1-2-3	1-2-3-4	1-2-3-4
Asteraceae	<i>Chaptalia arechavaletae</i>	1-2-3-4		1-4	1-2-4	1-2-4	
Asteraceae	<i>Chaptalia exscapa</i>					1	
Asteraceae	<i>Chaptalia piloselloides</i>	1		1	2-4	1-2-4	1-2
Asteraceae	<i>Chaptalia runcinata</i>				3	4	
Asteraceae	<i>Chevreulia acuminata</i>	1	4	2-3	1-2	1-2-4	
Asteraceae	<i>Chevreulia sarmentosa</i>	3-4	3-4	1-3	1-4	3	
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i>					1	1
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	1		1			
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i>	1-2		1-3		4	
Asteraceae	<i>Eupatorium buniifolium</i>			1-2-3-4	1-2-3-4	1-3	1-2-3
Asteraceae	<i>Eupatorium</i> sp.					2	
Asteraceae	<i>Facelis retusa</i>	1-2		1-2		1	1-2
Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i>	2-3-4	1	1-2-3-4	1-2-3-4	1	1-2-4
Asteraceae	<i>Gamochaeta</i> sp.	1					
Asteraceae	<i>Hypochaeris albiflora</i>	1		2			
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	1-4	1	1-2-4	1-2-4	1	1-3



Asteraceae	<i>Hypochaeris megapotamica</i>			1			
Asteraceae	<i>Hypochaeris neopinnatifida</i>	1-2		2		2	
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>	2		2-4	2		2
Asteraceae	<i>Lucilia nitens</i>	3-4					
Asteraceae	<i>Micropsis spathulata</i>				2		
Asteraceae	<i>Noticastrum diffusum</i>	3-4					
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i>				1	1-3-4	
Asteraceae	<i>Senecia heterotrichus</i>			1	1	2	
Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	1				1	2
Asteraceae	<i>Solidago chilensis</i>	2	1-4	1-2-3-4			2-3
Asteraceae	<i>Soliva anthelmifolia</i>	1-2	3-4	1-2	1-2	1-2	1-2
Asteraceae	<i>Stenachaenium campestre</i>	1-3-4			1		
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>		2				
Asteraceae	<i>Vernonia nudiflora</i>				1-2-3	1-3	1-2
Bryosida (musgo)					1		
Campanulaceae	<i>Wahlenberbia linarioides</i>			2			
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i>	2	2	2		1-2	1-2
Caryophyllaceae	<i>Cerastium humifusum</i>		1	3	1	1-2	3
Caryophyllaceae	<i>Spergularia sp.</i>			2		2-4	
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i>	1-2-3-4	3	2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	1-2-3-4		2-3-4	1-2-3-4	2-3-4	1-2-3
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4
Cyperaceae	<i>Bulbostylis sp.</i>		3-4				4
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i>	4	3-4		2	3-4	3-4
Cyperaceae	<i>Carex sororia</i>		2	2		2	2
Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i>		2-3	2-3		2	2-3
Cyperaceae	<i>Cyperus haspan</i>	3				3	
Cyperaceae	<i>Cyperus reflexus</i>		1-2-4	1			1
Cyperaceae	<i>Eleocharis sp.</i>				3		
Cyperaceae	<i>Kyllinga odorata</i>	1-3	1-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	4	3-4	2-3-4	2-3-4	4	2-3
Cyperaceae	<i>Pycneus polystachyos</i>		3	3			2-4
Cyperaceae	<i>Rhynchospora rugosa</i>			3			2
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia papillosa</i>				4		
Fabaceae	<i>Adesmia sp.</i>	1-2					
Fabaceae	<i>Desmanthus depressus</i>				4		
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4
Fabaceae	<i>Galactia marginalis</i>				1		
Fabaceae	<i>Stylosanthes leiocarpa</i>	3-4	3-4		2-3-4		
Fabaceae	<i>Stylosanthes montevidensis</i>				3		

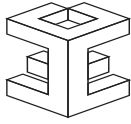


Fabaceae	<i>Rhynchosia</i> sp.	2			2		
Fabaceae	<i>Trifolium polymorphum</i>	1-2	3	2-3	2	1-2-4	2
Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.				3		
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i>	1-3-4		1-2-3-4	1-2-3	1	1-3
Iridaceae	<i>Herbertia pulchella</i>	1-2	1-2-4	1-2	1-2	1-2	2
Iridaceae	<i>Sisyrinchium micranthum</i>	2	2-3	2		2-3	2-3
Iridaceae	<i>Sisyrinchium palmifolium</i>					2	2-3-4
Lamiaceae	<i>Glechon thymoides</i>					2	
Lamiaceae	<i>Marsypianthes chamaedrys</i>		2			2	1-2
Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	4					
Lamiaceae	<i>Scutellaria racemosa</i>		3			3-4	3
Lamiaceae				3			
Linaceae	<i>Cliococca selaginoides</i>	1-2-4		1	1-2-3-4		
Lythraceae	<i>Cuphea glutinosa</i>	2	2	1-3			4
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i>	1-2	1-2	1-2-4	1	2-4	1-2-4
Malvaceae	<i>Krapovickasia urticifolia</i>	1-2-3-4					
Malvaceae	<i>Pavonia</i> sp.	4					2
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	2-3	1-2-3-4	2-3-4	4	1-2-4	1-2-3
Malvaceae		2					
Moraceae	<i>Dorstenia brasiliensis</i>	1-2-3-4			2		
Myrtaceae	<i>Psidium incanum</i>			2-3			
Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum crotalophoroides</i>				1	1	
Orobanchaceae	<i>Agalinis communis</i>				2-3	3	
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-4	1-4	2-3-4	4
Oxalidaceae	<i>Oxalis eriocarpa</i>	2-3-4	2-4	1-2-3-4	1-2-4	2-4	2
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 2	1-4	1-2	1-2	1-2-4	1-4	1-2
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 3	2-3-4	2		2	2	2-3
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp. 5	1-2	1-4	1-2-4	1-2	1-2	1-2
Plantaginaceae	<i>Plantago tomentosa</i>	1-2-4	2	1-4		2-3-4	2
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	1-2-3		2-4	2	2-3	
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i>		1		2		
Plantaginaceae	<i>Scoparia ericacea</i>	1-2	2	2	1	1	
Plantaginaceae				3			
Poaceae	<i>Andropogon ternatus</i>	2-3-4	2	2-3	2-3-4	2-3-4	1-3
Poaceae	<i>Aristida circinalis</i>	3		2			2
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	1-2-3-4
Poaceae	<i>Axonopus pottii</i>	1-3-4	1-2-3-4			1-2-3-4	1-2-3-4
Poaceae	<i>Axonopus</i> sp.	2		1			
Poaceae	<i>Briza minor</i>		2	2			



Poaceae	<i>Briza subaristata</i>	2	2	2	2		
Poaceae	<i>Coelorhachis selloana</i>	1-2-3-4		2-3	2	2-3	2
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>		1-2-3-4		1		1-2-3-4
Poaceae	<i>Danthonia</i> sp.	3				2	2
Poaceae	<i>Dichathelium sabulorum</i>	1-2-3-4	2-3	1-2-3-4	2-3-4	2-3	1-2-3
Poaceae	<i>Eleusine tristachya</i>	1-2-3-4	4	2-3-4		1-2-3-4	2
Poaceae	<i>Eragrostis bahiensis</i>	3		3			
Poaceae	<i>Eragrostis neesii</i>	1-2-3-4		1-2-3	1-2-3-4	1-2-3	
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>		1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-4
Poaceae	<i>Erianthus angustifolius</i>			4			
Poaceae	<i>Melica eremophyla</i>	2-3					2
Poaceae	<i>Panicum olyroides</i>	3-4			2		
Poaceae	<i>Panicum</i> sp.	2			2		
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i>					4	
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>	1-2	1-4	1-2-3-4		1-2	1-2-3-4
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	2-3-4	1-2-3-4	1-3-4
Poaceae	<i>Paspalum pumilum</i>	1-2-3-4				3	3
Poaceae	<i>Paspalum mandiocanum</i>		2		3		1-2
Poaceae	<i>Piptochaetium lasianthum</i>	1-4	2	1-2-4	1-2	1-2	
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidense</i>	1-2-3-4	1-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	4
Poaceae	<i>Poa annua</i>		2			2	2
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	1-2-4	3	1-3		2-3-4	1-3-4
Poaceae	<i>Setaria vaginata</i>	2				2	
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i>	1-3-4	1-3-4	1-2-3-4	2	1-2-3-4	2-4
Poaceae	<i>Steinchisma decipiens</i>	2	3		2		3
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i>	1-3-4	2-3	1-2-3-4	1-2-3-4	2-3-4	2-3
Poaceae	<i>Stipa</i> sp.	2-3-4		2		3	2-3
Poaceae	<i>Vulpia bromoides</i>	3	2-3			2	2-3
Polygalaceae	<i>Polygala</i> sp.	1-2		2	2	2	
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>		1			2	1
Primulaceae	<i>Centunculus minimus</i>						3-4
Rubiaceae	<i>Borreria verticilata</i>	1-2-3	2-4	1-2-3-4		2	2-3
Rubiaceae	cf. <i>Borreria eryngioides</i>	3-4			3		3-4
Rubiaceae	<i>Diodia brasiliensis</i>	1-2	4	2			3
Rubiaceae	<i>Diodia saponariifolia</i>	4	3-4	4	4	4	3-4
Rubiaceae	<i>Galianthe fastigiata</i>	1			3		
Rubiaceae	<i>Galianthe verbenoides</i>				3-4		
Rubiaceae	<i>Relbunium richardianum</i>	1-2-3-4		1-3	1-3	3-4	1-2
Rubiaceae	<i>Relbunium</i> sp.			2	2		
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	2-3-4	2-3	1-2-3-	1-2-3-	1-2-3-	2





				4	4	4	
Rubiaceae	<i>Richardia stellaris</i>	1-2-3-4		1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	
Rubiaceae					2		
Solanaceae	<i>Nierembergia veitchii</i>	2-4			1		1-3
Solanaceae	<i>Solanum reflexum</i>			2-3			
Verbenaceae	<i>Glandularia marrubioides</i>	1			1-2-3	2-3	
Verbenaceae	<i>Lantana montevidensis</i>	1					
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	2	2	2			
Verbenaceae	<i>Verbena montevidensis</i>	4	3-4				4

Nas quatro campanhas realizadas nas seis EAs, foram constatados 159 táxons, na grande maioria identificados até o nível de gênero e/ou espécie. Deste total, apenas duas espécies não pertencem à categoria das Angiospermas (plantas com flores e frutos): uma Briófito (musgo) e uma Pteridófito (*Ophioglossum crotaloforoides*).

Das trinta famílias de Angiospermas registradas durante o período de observações, as mais numerosas foram Asteraceae (compostas, 35 espécies), Poaceae (gramíneas, 34 espécies), Cyperaceae (12 espécies), Rubiaceae (11 espécies) e Fabaceae (leguminosas, 9 espécies). Estas cinco famílias juntas correspondem a 63,52% do total de espécies encontradas no trabalho. Pesquisas realizadas em diferentes regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul, incluindo as abordadas no presente estudo, também destacam a importância florística e ecológica destas cinco famílias na caracterização dos campos nativos (Girardi-Deiro et al, 1992; Caporal e Boldrini, 2007, entre outros). Cabe destacar, por outro lado, que treze famílias estiveram representadas por apenas 1 espécie cada uma.

A similaridade nas seis EAs está apresentada na Tabela 12.2

Tabela 12.2. Similaridade entre as EAs, calculada pelo Índice de Jaccard, Candiota julho/14 a junho/15.

	<b>EA1</b>	<b>EA2</b>	<b>EA3</b>	<b>EA4</b>	<b>EA5</b>	<b>EA6</b>
<b>EA1</b>	-----					
<b>EA2</b>	0,418	-----				
<b>EA3</b>	0,546	0,448	-----			
<b>EA4</b>	0,479	0,388	0,408	-----		
<b>EA5</b>	0,520	0,563	0,541	0,486	-----	
<b>EA6</b>	0,508	0,622	0,546	0,431	0,561	-----

Os valores de riqueza das seis EAs no período em questão são apresentados na Tabela 12.3 3 Figura 12.3.

Tabela 12.3. Riqueza de espécies nas seis EAs (campanhas de julho e outubro de 2014, e janeiro e abril de 2015).

EA	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	4ª Campanha	Riqueza Média	Riqueza Média/m <sup>2</sup>
EA1	61	65	49	53	57,00	6,00
EA2	23	35	33	29	30,00	3,15
EA3	48	65	50	35	49,50	5,21
EA4	45	56	35	33	42,25	4,45
EA5	42	57	40	40	44,75	4,71
EA6	40	56	40	25	40,25	4,23

As Figuras 12.9 a 12.12 visam comparar a riqueza de espécies das Estações de Amostragem (EAs), entre os períodos de 2013 – 2014 e 2014 – 2015, para cada uma das estações do ano (inverno, primavera, verão e outono).

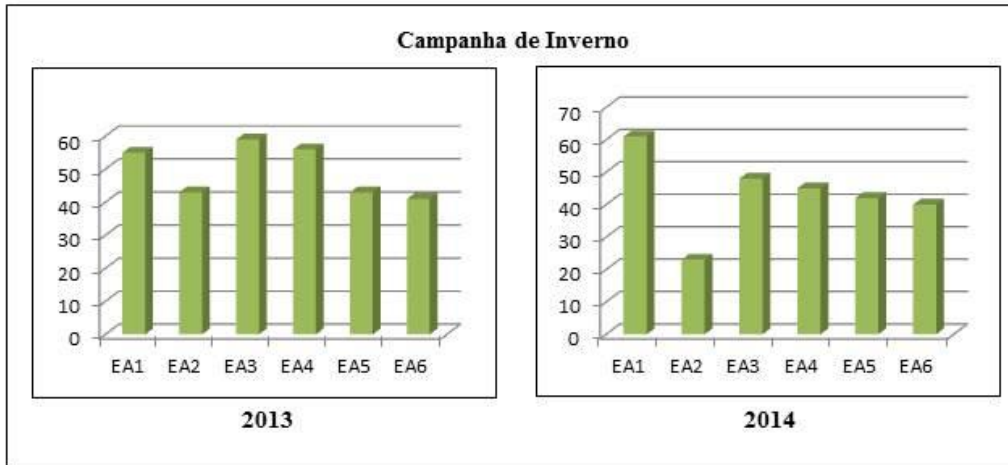


Figura 12.9. Comparação entre as Riquezas, por estação amostral (EA) para as campanhas de inverno de 2013 e inverno de 2014.

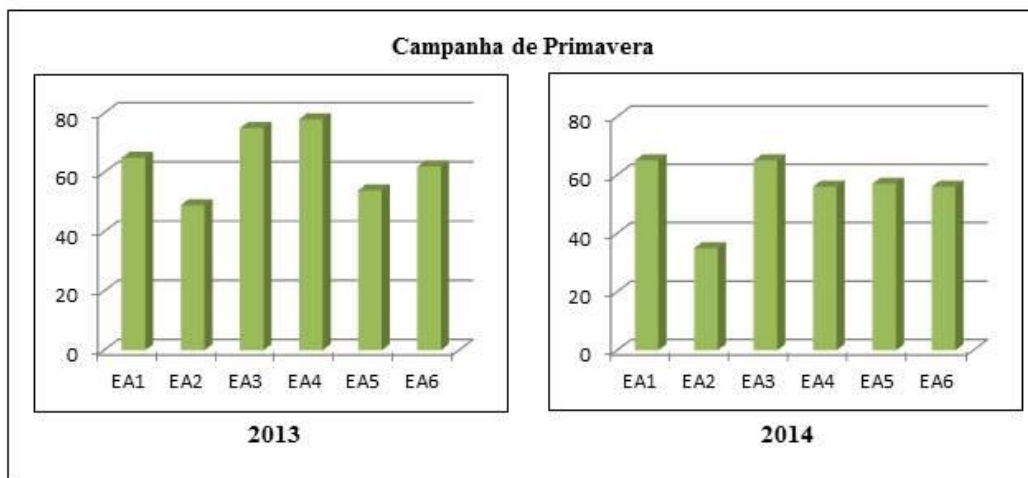


Figura 12.10. Comparação entre as Riquezas, por estação amostral (EA) para as campanhas de primavera de 2013 e primavera de 2014.

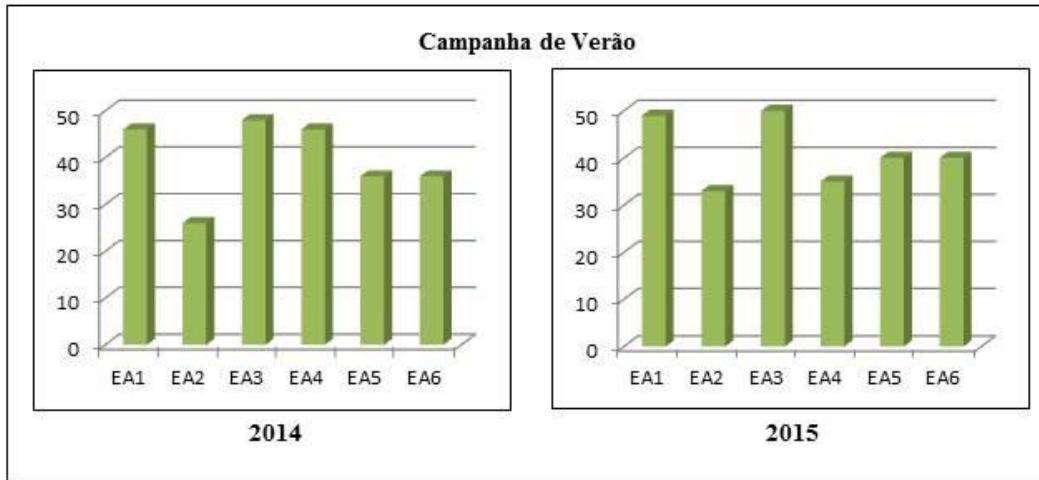


Figura 12.11. Comparação entre as Riquezas, por estação amostral (EA) para as campanhas de verão de 2014 e verão de 2015.

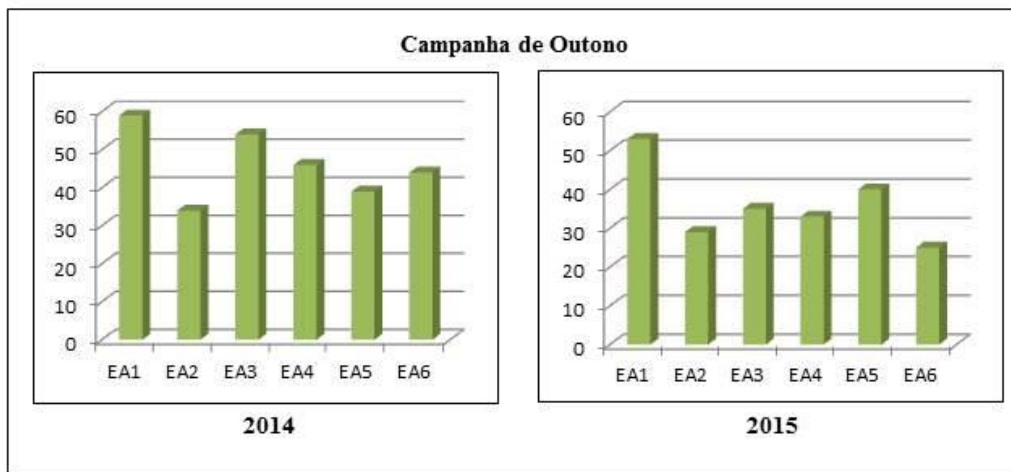


Figura 12.12. Comparação entre as Riquezas, por estação amostral (EA) para as campanhas de outono de 2014 e outono de 2015.

A Figura 12.13 visa comparar a Riqueza Média entre as Estações Amostrais nos dois períodos amostrais.

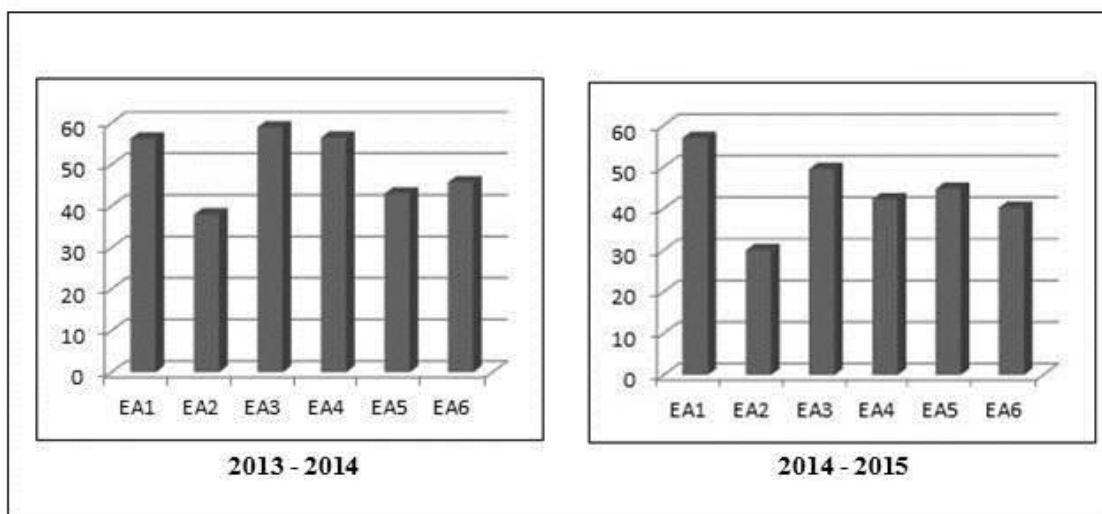


Figura 12.13. Comparação entre as Riquezas Médias, por estação amostral (EA) para os períodos de: 2013 - 2014 e 2014 - 2015.

As Tabelas 12.4 e 12.5 apresentam as espécies lenhosas arbustivas e as espécies exóticas presentes nas Estações Amostrais.

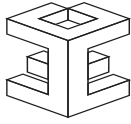
Tabela 12.4. Presença de espécies lenhosas arbustivas nas diferentes EAs, Candiota julho/14 a junho/15.

<b>Espécie</b>	<b>EA1</b>	<b>EA2</b>	<b>EA3</b>	<b>EA4</b>	<b>EA5</b>	<b>EA6</b>
<i>Baccharis articulata</i>			X			
<i>Baccharis coridifolia</i>			X	X	X	
<i>Baccharis dracunculifolia</i>			X			
<i>Baccharis trimera</i>	X		X	X	X	X
<i>Cirsium vulgare</i>					X	X
<i>Conyza bonariensis</i>			X			

<i>Erianthus angustifolius</i>			X			
<i>Eupatorium buniifolium</i>			X	X	X	X
<i>Eupatorium sp.</i>					X	
<i>Psidium incanum</i>			X			
<i>Pycnus polystachyos</i>		X	X			X
<i>Senecio brasiliensis</i>				X	X	
<i>Senecio heterotrichus</i>			X	X	X	
<i>Senecio sp.</i>	X				X	X
<i>Sida rhombifolia</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Solanum reflexum</i>			X			
<i>Solidago chilensis</i>	X	X	X			X
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	X	X	X			
<i>Verbena montevidensis</i>	X	X				X
<i>Vernonia nudiflora</i>				X	X	X
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>9</b>

Tabela 12.5. Espécies exóticas nas EAs inventariadas, Candiota julho/14 a junho/15.

<b>Espécie</b>	<b>Procedência</b>	<b>EA</b>
<i>Briza minor</i> L.	Eurásia	2,3,4
<i>Cyclosporum leptophyllum</i> (Pers) Sprague ex Britton & P. Wilson	Eurásia	1,2,3,4,5,6
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	África	2,3,4,6
<i>Cyrsium vulgare</i> L.	Europa	5,6
<i>Eragrostis plana</i> Nees	África	2,3,4,5,6
<i>Centunculus minimus</i> L.	Europa	6
<i>Poa annua</i> L.	Europa	2,4,5,6
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Eurásia	1,2,3,4,5,6



---

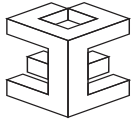
## Considerações

A **EA1** manteve a riqueza de espécies relativamente alta, o que se refletiu no valor de qualidade ambiental. Nessa propriedade, a pecuária intensiva de bovinos e ovinos beneficia as espécies vegetais prostradas, mantendo campo predominantemente baixo. Algumas espécies lenhosas arbustivas estão presentes (Quadro 5), distribuindo-se de maneira esparsa.

A **EA2** exibiu a menor riqueza de espécies, repetindo o comportamento constatado no período anterior (2013-2014). Nessa área, é executada uma atividade pecuária extensiva e esporadicamente realizam-se práticas de roçadas como instrumento de manejo.

Na **EA3**, registrou-se uma queda acentuada na riqueza de espécies, motivada principalmente por uma queimada ocorrida alguns dias antes da quarta campanha (abril de 2015). A área amostrada é bastante reduzida e localiza-se junto a um talhão de eucaliptos, que também foi atingido (parcialmente) pelo fogo. No local, não há atividade pecuária e qualquer outra forma de manejo, razão pela qual verifica-se um processo de sucessão vegetal, com a presença de várias espécies arbustivas.

Na **EA4**, constatou-se também uma diminuição da riqueza de espécies. Nessa propriedade, a atividade pecuária é bastante extensiva, propiciando a ocorrência de um número relativamente grande de espécies lenhosas arbustivas. O avanço vigoroso de *Eragrostis plana* já provoca consequências na abundância de espécies e na composição florística do local, pois sua elevada cobertura solo reduz a incidência de luz no estrato inferior, impedindo a ocorrência de espécies herbáceas prostradas.



---

Na área amostrada da **EA5**, localizada nas proximidades de um local de mineração de calcário, apresentou um valor de qualidade ambiental um pouco maior em relação ao verificado no período anterior, o que se deve mais à redução ocorrida em outras EAs do que a um aumento expressivo na sua riqueza de espécies. Nessa propriedade, é praticada uma pecuária intensiva (bovinos), fazendo com que o padrão vegetacional do campo seja baixo. Ao mesmo tempo, constata-se a presença de um certo número de espécies lenhosas arbustivas e as primeiras manifestações da invasão por *Eragrostis plana*.

A **EA6** manteve valores relativamente baixos de riqueza de espécies. Na área amostrada praticamente não há atividade pecuária ou qualquer outra prática de manejo, o que enseja a ocorrência de muitas espécies lenhosas arbustivas (Quadro 5). A espécie dominante é a exótica *Cynodon dactylon*, que, por seu alto grau de cobertura do solo, impede o surgimento e o desenvolvimento de espécies herbáceas mais heliófilas. A infestação inicial de *Eragrostis plana* já pode ser constatada.

No conjunto das estações de amostragem avaliado no presente monitoramento, destacam-se quatro fatores atuando sobre as comunidades campestres alteradas por atividades antrópicas, que, aliados às condições e aos fatores naturais do ambiente, têm efeitos diretos sobre a sua estrutura e composição florística.

O primeiro destes fatores é a atividade humana direta, onde a pressão de pastejo, determinada pela carga animal e imposta ao campo, e a modalidade de pecuária desenvolvida (bovina, ovina, equina ou mista) constituem os principais vetores dessas ações transformadoras. O



---

segundo fator está relacionado indiretamente à pecuária e diz respeito às práticas culturais nela aplicadas, como a execução de roçadas mecânicas (corte baixo da vegetação) e a introdução de espécies forrageiras.

O terceiro fator está relacionado diretamente à ausência de atividade pecuária (exclusão) e o consequente estabelecimento do processo de sucessão vegetal, com modificações florísticas e fisionômicas, passando gradualmente da situação herbácea para a herbáceo-arbustiva, a arbustiva e até mesmo a arbórea. O último e não menos importante fator refere-se à presença e propagação rápida de espécies vegetais invasoras, destacando-se o capim-Annoni (*Eragrostis plana*, Poaceae), cujo estabelecimento tem repercussões negativas (econômicas e ecológicas), já amplamente conhecidas e relatadas na literatura especializada.

No contexto atual, não é possível vincular, diretamente, as atividades desenvolvidas pela UTE/CGTEE na região, às mudanças na composição (e riqueza) florística das comunidades campestres em questão. Contudo, isso não descarta efeitos cumulativos e/ou sinérgicos, funcionais e estruturais sobre as plantas individualmente, níveis de organização que, no entanto, não constituem o propósito do presente estudo. Por outro lado, o conjunto de descritores de qualidade ambiental que vem sendo gerado nos últimos anos de monitoramento, através dos diferentes estudos realizados nos compartimentos terrestre e aquático, poderá possibilitar a detecção de futuras alterações nesses descritores, estejam eles relacionados diretamente ou não à geração térmica de energia elétrica.

## 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: (i) a nova Lista Oficial da Flora ameaçada de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul (Decreto Estadual nº 52.109 de 19 de dezembro de 2014, que declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul); (ii) com a Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção e (iii) 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 a ocorrência de *Chaptalia arechavaletae* (Figura 12.14) 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. A espécie foi registrada na **EA1** (Serra do Veleda, Pinheiro Machado, RS, coordenadas UTM, fuso 22J: 262.170m E; 6.502.425m N); na **EA3** (Fazenda Candiota, Candiota, RS, coordenadas UTM, fuso 22J: 240.375m E; 6.508.270m N); na **EA4** (Chácara Santa Clara, Candiota, RS, coordenadas UTM, fuso 22J: 247.770m E; 6.508.180m N) e na **EA5** (Fazenda Santa Rita, Candiota, RS, coordenadas UTM, fuso 22J: 248.900m E; 6.503.980m N).



Figura 12.14. Ocorrência de *Chaptalia arechavaletae*, EA5 (Fazenda Santa Rita, Candiota, RS, coordenadas UTM, fuso 22J: 248.900m E; 6.503.980m N). A espécie é classificada como Em Perigo – EN, na nova 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.

### **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). 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 “Chácara Santa Clara” (coordenadas UTM, fuso 22J: 247.770m E; 6.508.180m N), conforme pode ser percebido na Figura 12.15. Ressalta-se também que a presença da espécie foi registrada em outras quatro estações amostrais: Fazenda Amor-de-mãe; Fazenda Três Lagoas; Fazenda Candiota e Fazenda Santa Rita.



Figura 12.15. Invasão severa por capim-annoni (*Eragrostis plana*) na estação amostral EA4 “Chácara Santa Clara” (coordenadas UTM, fuso 22J: 247.770m E; 6.508.180m N).

---

## 12.4 Indicador de qualidade ambiental

Como indicador de qualidade ambiental das comunidades campestres, utilizou-se o critério de riqueza de espécies (número de espécies presentes na comunidade).

Para obter o indicador de qualidade ambiental (em uma escala de 1 a 5), procedeu-se do seguinte modo:

- ▶ Considerou-se a riqueza de espécies por campanha, por estação de amostragem (EA);
- ▶ Para cada EA, calculou-se a riqueza mediadas quatro campanhas por m<sup>2</sup>;
- ▶ Para estabelecer os intervalos de classe (para a escala de 1 a 5), a riqueza média máxima (neste caso, **6,00**, para a EA1, ver Quadro 3) foi dividida por 5 e o resultado (**1,20**) multiplicado por **1,9**, resultando o primeiro intervalo de classe (**1,20 – 2,28**);
- ▶ Ao limite superior do primeiro intervalo de classe (**2,28**) acrescentou-se 1,20, resultando o segundo intervalo de classe (**2,28 – 3,48**) e assim sucessivamente até o quinto intervalo de classe:

1,20 – 2,28 → **1** (muito baixa)

2,28 – 3,48 → **2** (baixa)

3,48 – 4,68 → **3** (média)

4,68 – 5,88 → **4** (boa)

5,88 – 7,08 → **5** (muito boa)

Os valores do Indicador de qualidade ambiental estão apresentados na Tabela 12.6. Cabe mencionar que esses valores são relativos às cinco EAs e expressam o critério da riqueza de espécies.

Tabela 12.6. Valor do Indicador de qualidade ambiental, com base na riqueza média de espécies para a Flora, Candiota 2014/2015.

EA	Riqueza Média/m <sup>2</sup>	Qualidade Ambiental	Qualificação
EA1	6,00	5	Muito Boa
EA2	3,15	2	Baixa
EA3	5,21	4	Boa
EA4	4,45	3	Média
EA5	4,71	4	Boa
EA 6	4,23	3	Média

A Tabela 12.7 apresenta o Indicador de Qualidade expresso em cores para os quatro períodos amostrais (julho de 2011 a junho de 2015).

Tabela 12.5. Índice de Qualidade das três últimas campanhas amostrais

Campanha	EA1	EA 2	EA3	EA4	EA5
Julho 2011 a junho 2012					
Julho 2012 a junho 2013					
Julho 2013 a junho 2014					
Julho 2014 a junho 2015					

Muito Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa
-----------	-----	-------	-------	-------------

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 (EA), identificadas pelo número 1 a 5, estão apresentadas no Quadro 11.2. Dado que as coordenadas apresentadas 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 2014 a junho de 2015, apresentando informações sobre a composição, distribuição espaço-temporal e abundância de aves registrada na área de influência da Usina Termoelétrica Presidente Médici (UTEPM), situada no município de Candiota, RS, avaliando possíveis impactos do empreendimento à avifauna.

As campanhas foram realizadas entre os dias 17 e 20 de julho de 2014, 19 e 22 de outubro de 2014, 17, 18, 24 e 25 de janeiro de 2015 e 24 e 27 de abril de 2015.



---

## 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, aproximadamente, quatro horas de amostragem por campanha em cada área, as metodologias acima referidas foram intercaladas dependendo das características ambientais de cada EA, com o objetivo principal de manter uma distância mínima de 200 m 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 EA 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 extensão 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 de 15 a 20 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 EA. 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. Foi utilizado como unidade amostral um período de 30 minutos de observação e assim como no método anterior, toda ave vista ou ouvida foi considerada como um contato. A abundância relativa de cada espécie foi obtida através da divisão do número de contatos pelo número total de transectos realizados em cada EA, 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 (2014). Os nomes populares das espécies de aves estão de acordo com Bencke *et al.* (2010).

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. Para essa análise, considerou-se a maior abundância obtida para cada espécie em cada EA ao longo do ano. Utilizou-se como medida de similaridade a distância euclideana 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 foi utilizado o programa Past v 1.21 (Hammer *et al.*, 2008).

### **13.3 Biodiversidade: resultados e considerações**

Foram registradas 144 espécies de aves nas quatro campanhas realizadas entre julho de 2014 e abril de 2015. Três novas espécies foram adicionadas à listagem no período: gavião-bombachinha-grande (*Accipiter bicolor*), batuíra-de-coleira (*Charadrius collaris*) e surucuá-variado (*Trogon surrucura*). Considerando as campanhas realizadas desde 2007, quando teve início o monitoramento, o total acumulado chega a 192 espécies para a área de influência da UTE Presidente Médici (Anexo 13.1), o que representa 29,05% do total de espécies de aves registradas para o Rio Grande do Sul (Bencke *et al.*, 2010).

Belton (1994) cita para a região de Candiota 197 espécies, valor oriundo dos trabalhos realizados por esse pesquisador na década de 70, anterior à construção da UTE de Candiota. 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 144 espécies registradas ao longo desse último ano de amostragem, 23,6% (34 espécies) estiveram presentes em uma única EA; 18,7% (27 espécies) em duas EA; 18,1% (26 espécies) em três EA; 15,9% (23 espécies) em quatro EA; e 23,6% (34 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, principalmente, de inverno (julho) e no outono (abril).

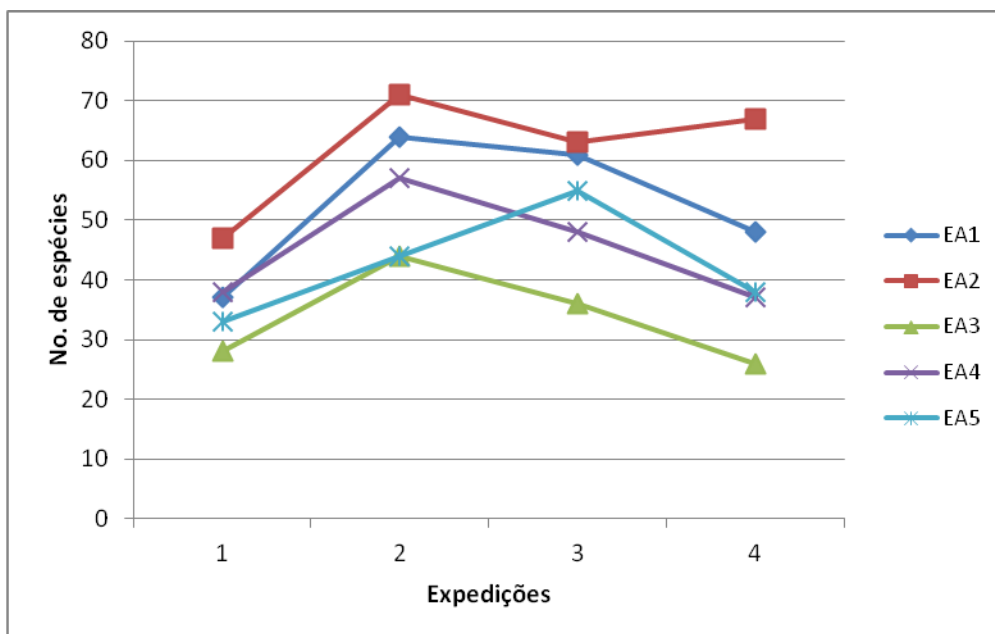


Figura 13.1: Número de espécies de aves registrado em cada estação amostral (EA) nas campanhas realizadas em julho de 2014 (1), outubro de 2014 (2), janeiro de 2015 (3) e abril de 2015 (4).

A EA2 apresentou o maior número de espécies ao longo do ano, seguida pela EA1. As EA 4 e 5, com valores intermediários, apresentaram riqueza similar no mesmo período e a menor riqueza foi observada na EA3 (Figura 13.2). Os índices de diversidade de Simpson (1-D) para as cinco EA são apresentados no Quadro 13.1. Houve diferença significativa na comparação entre os índices de diversidade das EA ao longo do ano ( $F=4,663$ ;  $p=0,01204$ ).

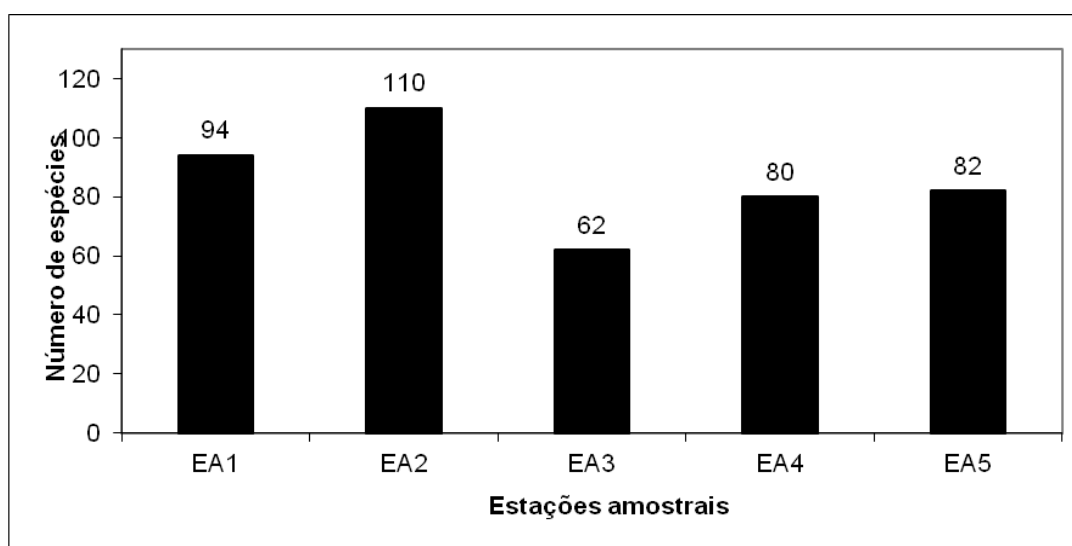


Figura 13.2: Número de espécies de aves registrado nas campanhas realizadas entre julho de 2014 e abril de 2015 nas cinco estações amostrais (EA) do monitoramento de fauna terrestre da Usina Termoeletrica Pres. Médici, Candiota, RS.

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 2014 e abril de 2015.

Campanha	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5
<b>Julho 2014</b>	0,973	0,979	0,964	0,974	0,970
<b>Outubro 2014</b>	0,984	0,986	0,977	0,982	0,977
<b>Janeiro 2015</b>	0,984	0,984	0,972	0,979	0,982
<b>Abril 2015</b>	0,979	0,985	0,963	0,973	0,974

A análise de agrupamento (Figura 13.3) fornece uma dimensão da similaridade entre as EA em termos de abundância e composição da avifauna. A EA 1 e, principalmente, a EA 3 apresentaram menor similaridade com as demais áreas. Muito provavelmente, isso se deve a existência de 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. A EA 3 apresenta áreas degradadas por plantios de eucaliptos, com avanço de espécies lenhosas sobre áreas de campo, aparentemente levando a uma diminuição da riqueza de espécies de aves no local.

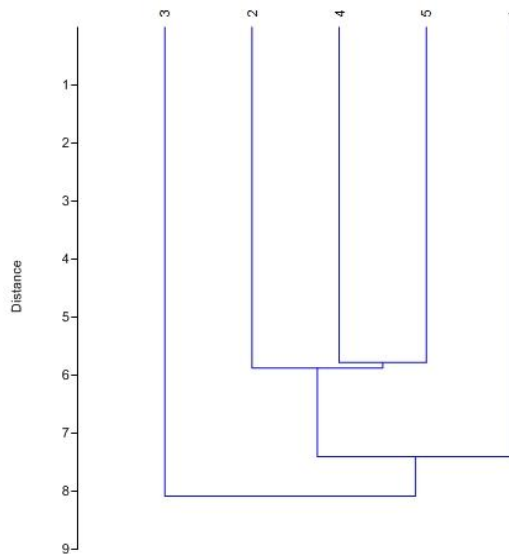


Figura 13.3: Análise de agrupamento das EA (1 a 5) em função da abundância e composição da avifauna nos transectos no período de julho de 2014 a abril de 2015.

Considerando os índices de abundância das espécies registradas nos pontos de contagem (IPA) e nos transectos (IAT), o joão-de-barro (*Furnarius rufus*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) e tico-tico (*Zonotrichia capensis*) foram as espécies mais abundantes entre julho de 2014 e abril

---

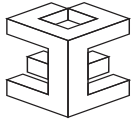
de 2015. Essas aves ocupam uma gama de ambientes abertos, habitando inclusive áreas urbanas. Estiveram entre as espécies mais abundantes o pombão (*Patagioenas picazuro*), juriti-pupu (*Leptotila verreauxi*), corruíra (*Troglodytes musculus*) e tesourinha (*Tyrannus savana*).

Dezenove espécies reconhecidas como migrantes de verão (Belton, 1994; Bencke, 2001), que se encontram no Rio Grande do Sul entre o final do inverno e início do outono, foram registradas nas expedições a campo – *Butorides striata*, *Patagioenas cayennensis*, *Pachyramphus polychopterus*, *Hirundinea ferruginea*, *Elaenia parvirostris*, *Elaenia mesoleuca*, *Pyrocephalus rubinus*, *Myiophobus fasciatus*, *Lathrotriccus euleri*, *Empidonomus varius*, *Myiodynastes maculatus*, *Myiarchus swainsoni*, *Tyrannus savana*, *Tyrannus melancholicus*, *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* e *P. chalybea*, por exemplo. Durante o último ano, nenhuma espécie ameaçada de extinção foi registrada. Ao longo do monitoramento, duas espécies ameaçadas no Rio Grande do Sul foram observadas: noivinha-de-rabo-preto (*Xolmis dominicanus*) e veste-amarela (*Xanthopsar flavus*) – ambas com *status* Vulnerável (Decreto Estadual 51.797, de 8 de setembro de 2014).

A partir dos resultados obtidos 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.

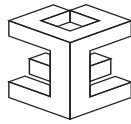
Anexo 13.1: Lista cumulativa das espécies de aves ocorrentes na área de influência da UTE Pres. Médici, Candiota, RS. *Status*: (**R**) residente; (**M**) migratória de primavera/verão, nidificando no RS; (**S**) visitante migratório de inverno vindo do Cone Sul do continente; (**#**) *status* assumido,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

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



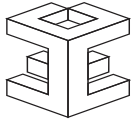
	<i>Accipiter striatus</i>	gaviãozinho	M#
	<i>Accipiter bicolor</i>	gavião-bombachinha-grande	R
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	gavião-caramujeiro	R
	<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	R
	<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	R
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	gavião-de-cauda-branca	R
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	carão	R
Rallidae	<i>Aramides ypecaha</i>	saracuraçu	R
	<i>Aramides saracura</i>	saracura-do-mato	R
	<i>Gallinula galeata</i>	galinhola	R
	<i>Gallinula melanops</i>	frango-d'água-carijó	R
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	R
	<i>Charadrius collaris</i>	batuíra-de-coleira	R
Recurvirostridae	<i>Himantopus melanurus</i>	pernilongo	R
Scolopacidae	<i>Gallinago 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>	juritipupu	R
	<i>Leptotila rufaxilla</i>	juritigemeadeira	R
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	R
	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	papa-lagarta-verdadeiro	M
	<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	R
	<i>Guira guira</i>	anu-branco	R
	<i>Tapera naevia</i>	saci	R
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	jacurutu	R
	<i>Athene cunicularia</i>	coruja-do-campo	R
Caprimulgidae	<i>Hydropsalis torquata</i>	bacurau-tesoura	R
Trochilidae	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-vermelho	R
	<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	R
Trogonidae	<i>Trogon surrucura</i>	surucuá-variado	R
Alcedinidae	<i>Megasceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	R
	<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde	R
	<i>Chloroceryle americana</i>	martim-pescador-pequeno	R
Picidae	<i>Picumnus nebulosus</i>	pica-pau-anão-carijó	R
	<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco	R
	<i>Veniliornis spilogaster</i>	picapauzinho-verde-carijó	R
	<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	R





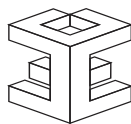
---

	<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	R
Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	seriema	R
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	caracará	R
	<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	R
	<i>Milvago chimango</i>	chimango	R
	<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri	R
	<i>Falco femoralis</i>	falcão-de-coleira	R
Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	maracanã-malhada	R
	<i>Pyrrhura frontalis</i>	tiriba-de-testa-vermelha	R
	<i>Myiopsitta monachus</i>	caturrita	R
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	choca-de-boné-vermelho	R
	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	choca-da-mata	R
	<i>Mackenziaena leachii</i>	brujarara-assobiador	R
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	R
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	R
	<i>Lochmias nematura</i>	joão-porca	R
	<i>Heliobletus contaminatus</i>	trepadorzinho	R
	<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	trepador-quiete	R
	<i>Phacellodomus striaticollis</i>	tio-tio	R
	<i>Phacellodomus ferrugineigula</i>	joão-botina	R
	<i>Anumbius annumbi</i>	cochicho	R
	<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	bichoita	R
	<i>Synallaxis ruficapilla</i>	pichororé	R
	<i>Synallaxis cinerascens</i>	pi-puí	R
	<i>Synallaxis spixi</i>	joão-teneném	R
	<i>Limnortyx rectirostris</i>	junqueiro-de-bico-reto	R
	<i>Cranioleuca</i> sp.	arredio	R
Tityridae	<i>Pachyramphus viridis</i>	caneleirinho-verde	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
	<i>Satrapa icterophrys</i>	suiriri-pequeno	R
	<i>Xolmis cinereus</i>	primavera	R
	<i>Xolmis irupero</i>	noivinha	R
	<i>Xolmis dominicanus</i>	noivinha-de-rabo-preto	R
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	R
	<i>Vireo olivaceus</i>	juruviara	M
Corvidae	<i>Cyanocorax caeruleus</i>	gralha-azul	R
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	R
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	M
	<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo	M
	<i>Progne chalybea</i>	andorinha-doméstica-grande	M
	<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	andorinha-de-testa-branca	R
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	curruíra	R
	<i>Cistothorus platensis</i>	curruíra-do-campo	D
Poliptilidae	<i>Poliptila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara	R
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	R#
	<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	R
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	R
	<i>Turdus subalaris</i>	sabiá-ferreiro	M
	<i>Turdus albicollis</i>	sabiá-coleira	R
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	R
	<i>Mimus triurus</i>	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
Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	R
	<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	R
Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	mariquita	R
	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	pia-cobra	R
	<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	R
	<i>Myiothlypis leucoblephara</i>	pula-pula-assobiador	R
Icteridae	<i>Cacicus chrysopterus</i>	tecelão	R



---

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

---

### 13.4 Indicador de Qualidade Avifauna

Foi elaborado um Indicador de qualidade das áreas visando à 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 1 (um) como o extremo negativo para a qualidade.

Em ordem decrescente de riqueza, as EA estão hierarquizadas da seguinte forma: EA2 (Fazenda Três Lagoas; 110 espécies), EA1 (Fazenda Serra da Veleda; 94 espécies), EA5 (Fazenda Santa Rita; 82 espécies), EA4 (Fazenda Santa Clara; 80 espécies) e EA3 (Fazenda Candiotão; 62 espécies).

A classificação das estações amostrais pelo Indicador de qualidade para o período monitorado de julho de 2014 a abril de 2015 é a seguinte:

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

A Tabela 13.1 apresenta o Indicador de Qualidade expresso em cores para as três campanhas amostrais (julho de 2011 a junho de 2015).

Tabela 13.1. Apresentação do Indicador de Qualidade dos quatro últimos períodos amostrais para a Avifauna, Candiota (RS).

Campanha	EA1	EA 2	EA3	EA4	EA5
Julho 2011 a junho 2012	Muito Boa	Muito Boa	Boa	Muito Boa	Boa
Julho 2012 a junho 2013	Boa	Muito Boa	Média	Boa	Boa
Julho 2013 a junho 2014	Boa	Muito Boa	Média	Boa	Boa
Julho 2014 a junho 2015	Boa	Muito Boa	Baixa	Muito Baixa	Muito Baixa



A referida tabela mostra uma conservação do Indicador de Qualidade para as estações EA1 e EA 2 e uma diminuição para as demais estações amostrais.

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 2014 e abril de 2015.

### **14.2 Metodologia**

As quatro campanhas realizadas (ver relatórios parciais) contemplam as quatro estações ocorrentes para a região subtropical (primavera (campanha de outubro de 2014), verão (campanha de janeiro de 2015), outono (campanha de abril de 2015) e inverno (campanha de julho de 2014)). 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 feita 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). 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 10 espécies de anfíbios e 7 de répteis para as cinco estações amostrais de trabalho. Os anfíbios encontrados estão agrupados em 5 famílias (Hylidae, Leiuperidae e Leptodactylidae) (Tabela 14.1) e répteis em 5 famílias (Amphisbaenidae, Diapsidae, Emydidae, Teiidae e Viperidae) (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 e répteis (Figura 14.1 e 14.2) não demonstrando ser significativo tanto para anfíbios quanto para répteis.

Os dois primeiros eixos da análise de correspondência explicam 67,3% da variação da frequência de espécies de anfíbios descritas pelas áreas (Figura 14.2) e 80% da variação da frequência de espécies de répteis (Figura 14.3).

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 2014 e Julho de 2015. 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
<b>HYLIDAE</b>						
<i>Dendropsophus minutus</i>	perereca		X		X	X
<i>Hypsiboas pulchellus</i>	perereca-do-banhado	X	X	X		X
<i>Pseudis minutus</i>	rã-boiadora	X	X			X
<i>Scinax fuscovarius</i>	raspa-de-cuia	X	X			X
<i>Scinax granulatus</i>	perereca-raspa-de-cuia		X			X
<i>Scinax uruguayus</i>	perereca	X	X			X
<b>LEIUPERIDAE</b>						
<i>Physalaemus biligonigerus</i>	rã-chorona	X	X			
<i>Physalaemus gracilis</i>	rã-chorona	X	X			X
<b>LEPTODACTYLIDAE</b>						
<i>Leptodactylus latinasus</i>	rã-piadora	X				
<i>Leptodactylus latrans</i>	rã-mantega	X	X		X	X



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 2014 e Julho de 2015. 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
<b>AMPHISBAENIDAE</b>						
<i>Amphisbaenidae darwinii</i>	cobra-de-duas-cabeças		X		X	
<b>DIPSADIDAE</b>						
<i>Helicops infrateniatus</i>	Cobra-d'água-meridional		X			
<i>Phalotris lemniscatus</i>	cabeça-preta-serrana				X	
<i>Philodryas olfersii</i>	cipó-listrada			X	X	
<b>EMYDIDAE</b>						
<i>Trachemys dorbigni</i>	tigre-da-água		X			
<b>TEIDAE</b>						
<i>Salvator merianae</i>	teíu	X	X	X		
<b>VIPERIDAE</b>						
<i>Bothropoides pubescens</i>	jararaca		X			

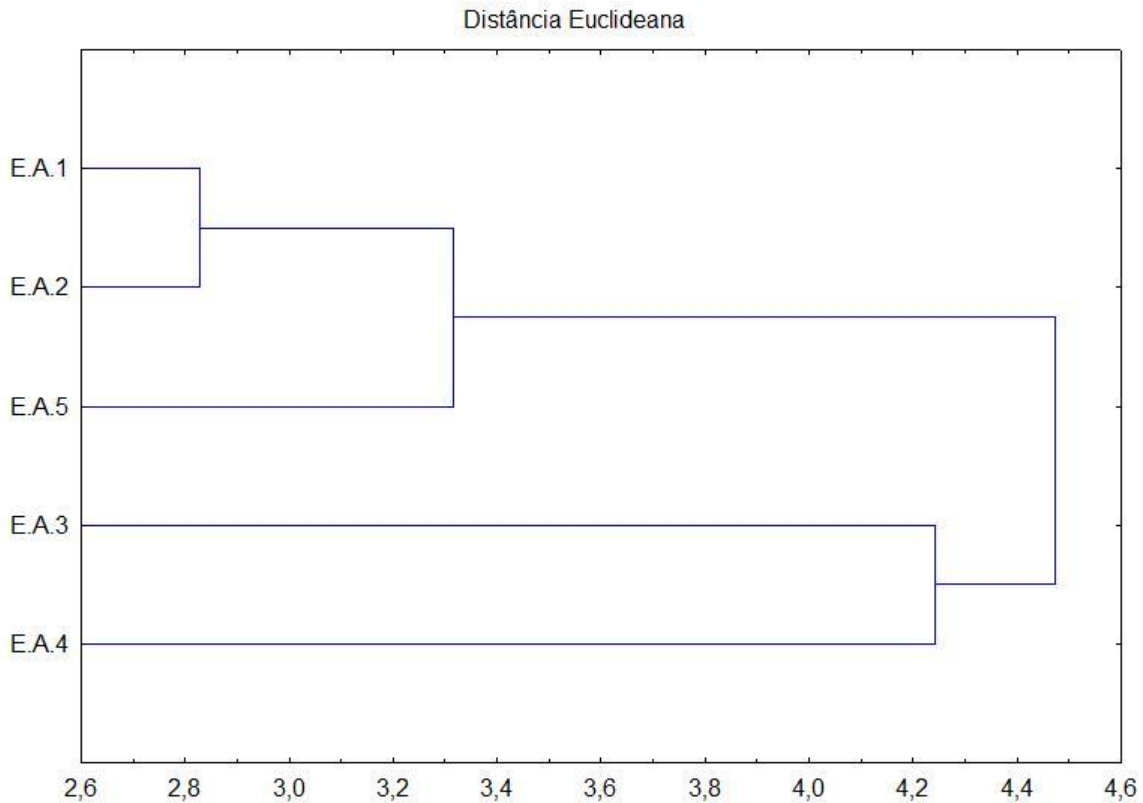


Figura 14.1 – Dendrograma (UPGMA) das cinco Estações amostrais descritas pelas espécies de **anfíbios**. Através da autoreamostragem (Bootstrap) ( $p = 1$ ). Áreas; 1= E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); 2=E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); 3=E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); 4=E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); 5=E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste), período de junho/1014 a julho/2015.

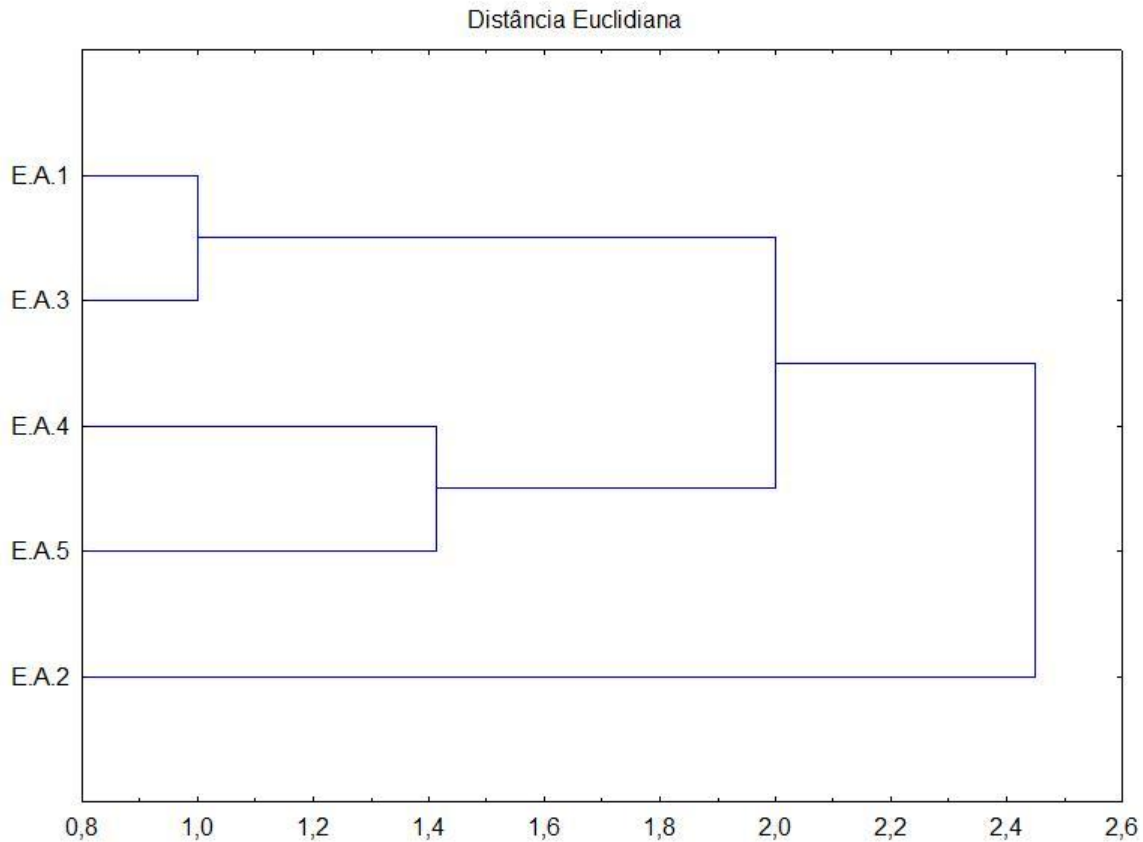


Figura 14.2 – Dendrograma (UPGMA) das cinco Estações amostrais descritas pelas espécies de **répteis**. Através da autoreamostragem (Bootstrap) ( $p = 0,285$ ). Áreas; 1= E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); 2=E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); 3=E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); 4=E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); 5=E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste), período de junho/1014 a julho/2015.

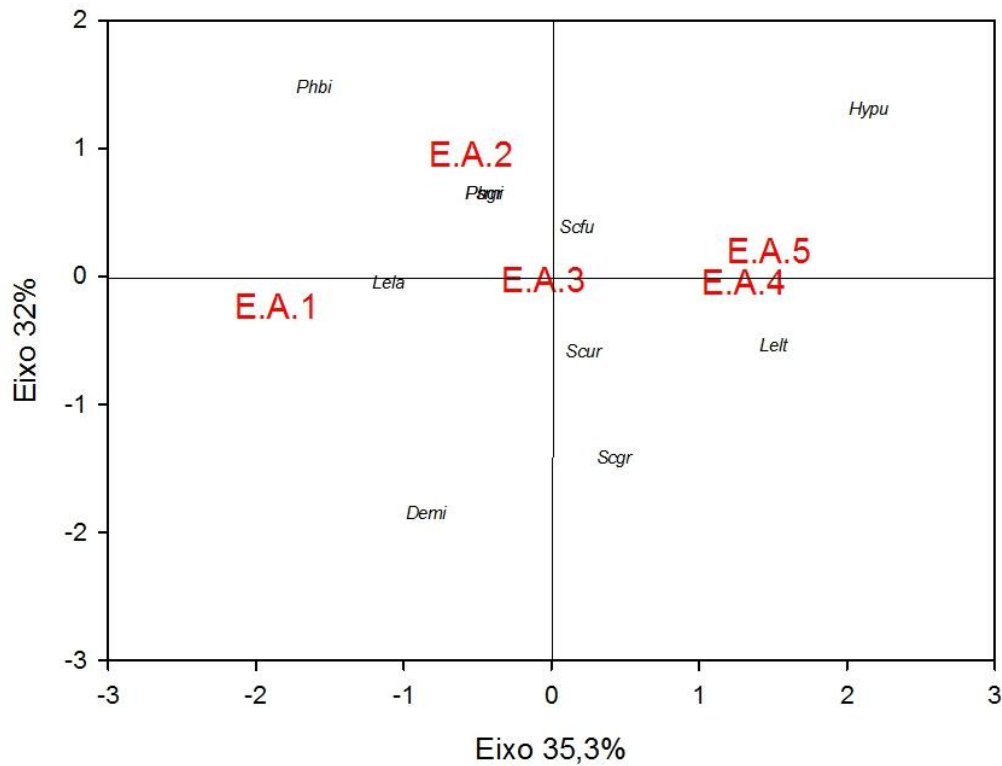


Figura 14.3 – Análise de correspondência baseada nos dois primeiros eixos classificando as áreas baseado na riqueza e abundância de **anfíbios**: Áreas; Estação amostral 1: E.A.1, Estação amostral 2: E.A.2, Estação amostral 3: E.A.3, Estação amostral 4: E.A.4, Estação amostral 5: E.A.5. Anfíbios; **Demi**: *Dendropsophus minutus*, **Hypu**: *Hypsiboas pulchellus*, **Leta**: *Leptodactylus latrans*, **Lelt**: *Leptodactylus latinasus*, **Phbi**: *Physalaemus biligonigerus*, **Phri**: *Physalaemus riograndensis*, **Psmi**: *Pseudis minutus*, **Scfu**: *Scinax fuscovarius*, **Scgr**: *Scinax granulatus*, **Scsq**: *Scinax uruguayos*. Período de junho/2014 a julho/2015.

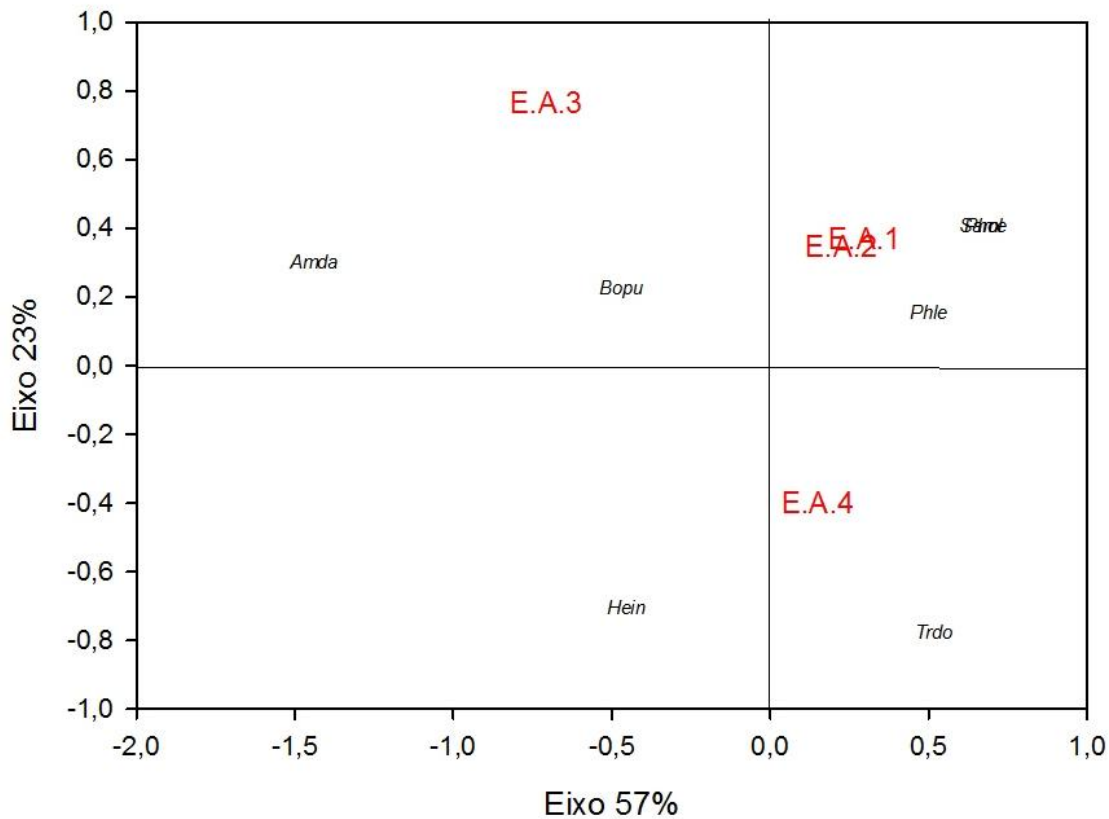


Figura 14.4 – Análise de correspondência baseada nos dois primeiros eixos classificando as áreas baseado na riqueza e abundância de **répteis**: Areas; Estação amostral 1: E.A.1, Estação amostral 2: E.A.2, Estação amostral 4: E.A.4, Estação amostral 5: E.A.5. Répteis; **Amda**: *Amphisbaena darwinii*, **Bopu**: *Bothropoides pubescens*, **Hein**: *Helicops infrateniatus*, **Phle**: *Phalotris lemniscatus*, **Phol**: *Philodryas olfersii*, **Same**: *Salvator merianae*, **Trdo**: *Trachemys dorbigni*. Período de junho/2014 a julho/2015.

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 ocorrem nas estações amostrais 1,2 e 5 para todas as estações amostrais ocorreram. Para répteis o maior número de espécies foi registrado para a E.A.2 na terceira campanha (Figura 14.6).

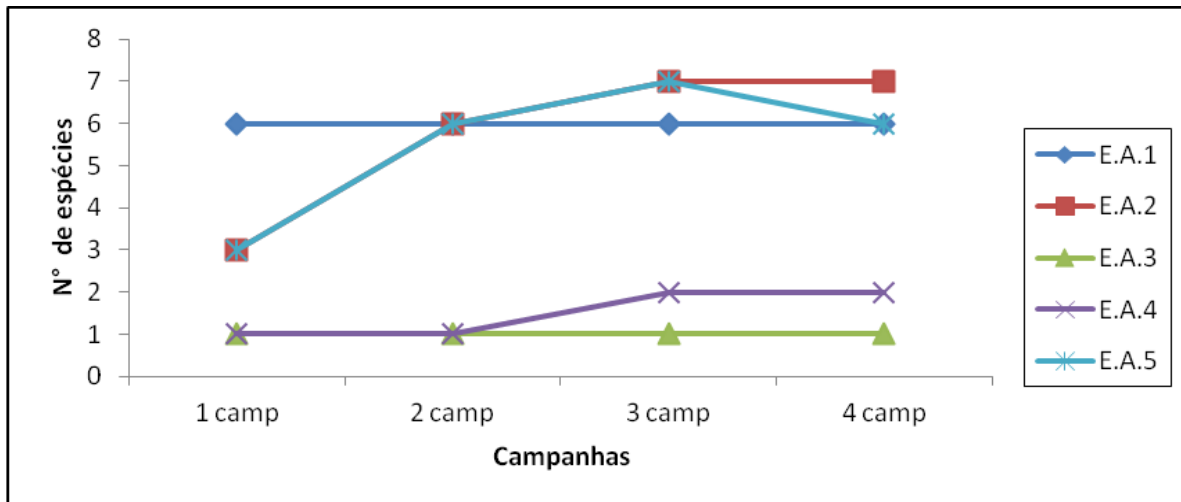


Figura 14.5 : Número de espécies de **anfíbios** registradas em cada Estação amostral para cada campanha; E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleada); E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste). Período julho/14 a junho/15.

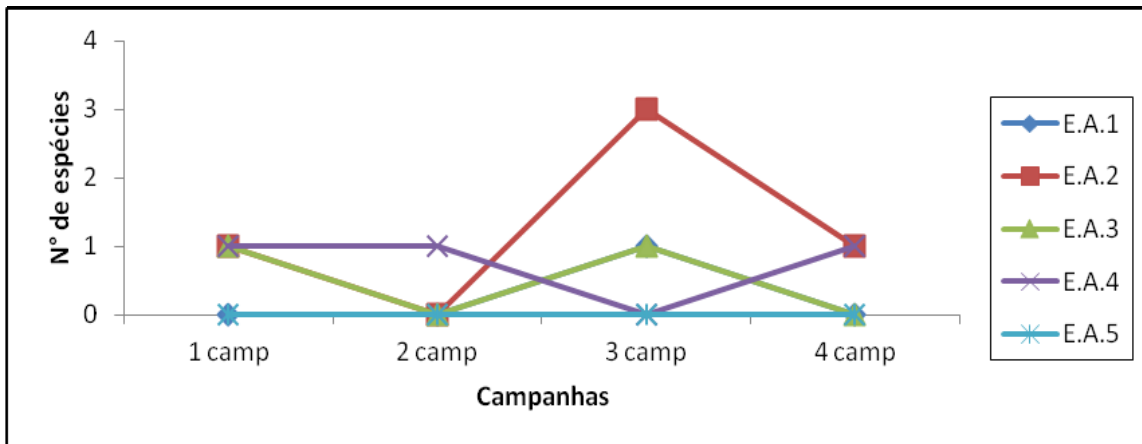


Figura 14.6: Número de espécies de **répteis** registrados em cada Estação amostral para cada campanha; E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste). Período julho/14 a junho/15.

Até o presente momento são registradas para o estado do Rio Grande do Sul cerca de noventa e quatro espécies de anfíbios (ver referências em Garcia & Vinciprova, 2003; listas em Kwet, 2001, Kwet 2005 e compilação de trabalhos em Herpetologia, 2010), dentre estas três 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 6 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.

---

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 20 espécies para as 5 E.A. no somatório dos 7 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 assembleias 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, *H. pulchellus*, *D. minutus* e *S. fuscovarius* para as Estações amostrais 2 e 5. Os resultados de agrupamento apresentam a estação amostral 1 (grupo controle) agrupando com a estação amostral 2, 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.



---

A E.A.3 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.2, 3 e 4 que com a E.A 5.

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

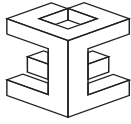
---

propícias para sítios reprodutivos de anfíbios e a perda de áreas de uso para répteis.

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 índice 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, 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.



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

As Tabelas 14.3 e 14.4 apresenta o Indicador de Qualidade expresso em cores para os quatro períodos amostrais (julho de 2011 a junho de 2015) para Anfíbios e Répteis.

Tabela 14.3. Índice de Qualidade das três últimas campanhas amostrais para Anfíbios

Campanha	EA1	EA 2	EA3	EA4	EA5
Julho 2011 a junho 2012	Muito Boa	Muito Boa	Média	Muito Boa	Muito Boa
Julho 2012 a junho 2013	Muito Boa	Boa	Média	Muito Boa	Muito Boa
Julho 2013 a junho 2014	Boa	Muito Boa	Baixa	Boa	Muito Boa
Julho 2014 a junho 2015	Boa	Muito Boa	Muito Baixa	Baixa	Muito Boa

Muito Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa
-----------	-----	-------	-------	-------------

Para Anfíbios percebe-se redução no Índice de Qualidade ao longo do tempo para três (E.A.1, E.A.3 e E.A.4) das cinco estações Amostrais.

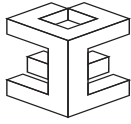
Tabela 14.4. Índice de Qualidade das três últimas campanhas amostrais para Répteis

Campanha	EA1	EA 2	EA3	EA4	EA5
Julho 2011 a junho 2012	Red	Grn	Orn	Yel	Yel
Julho 2012 a junho 2013	Red	Orn	Orn	Grn	Yel
Julho 2013 a junho 2014	Grn	Grn	Orn	Grn	Orn
Julho 2014 a junho 2015	Grn	Grn	Grn	Grn	Red

Muito Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa
-----------	-----	-------	-------	-------------

Para répteis percebe-se tendência de melhora no Índice de Qualidade ao longo do tempo para as estações EA1, EA3 e EA4 e redução para a EA 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 2014 e abril de 2015, bem como a comparação destes resultados com aqueles de iguais períodos dos anos anteriores começando pelo ano de 2011; a comparação visa à observação de tendências quanto à evolução do impacto da termoeletrônica na vegetação adjacente, demonstradas por meio dos bioindicadores selecionados

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 flúoreto 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:

- (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?
- (5) quais são as tendências (quanto à redução ou elevação dos teores médios e máximos) dos contaminantes atmosféricos ao longo dos últimos anos?

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
1 <sup>a</sup>	21 - 23 / 07 / 2014	Inverno
2 <sup>a</sup>	20 - 21 / 10 / 2014	Primavera
3 <sup>a</sup>	12 - 13 / 01 / 2015	Verão
4 <sup>a</sup>	13 - 14 / 04 / 2015	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.

O conjunto de treze estações de amostragem é formado por quatro estações 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 localizadas na direção predominante do vento a 13 e 19 km, respectivamente. A *estação de referência*, isto é, o local considerado como ponto branco ao qual se atribui às concentrações dos elementos químicos nas plantas representarem as concentrações de *background* da região está situada a 17 km da termoelétrica na localidade chamada de Serra do Veleda, a qual recebe a denominação de EA 1; além desta, é considerada também um segundo controle a estação localizada no município de Pedras Altas (EA 12), ao lado da estação de monitoramento automático de poluentes atmosféricos e de dados meteorológicos. A décima terceira estação de monitoramento (EA 13), utilizada atualmente apenas para a exposição dos líquens, foi instalada junto à estação de monitoramento automático de poluentes atmosféricos localizada no município de Aceguá na fronteira com o Uruguai.

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.

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<sup>-</sup>), 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 de ramos contendo os líquens *Ramalina celastri* e *Teloschistes exilis* (para ser exato, os ramos continham uma mistura de talos entremeados de várias espécies do gênero *Teloschistes*, tais como *T. crysophthalmus*, *T. flavicans*, entre outros de difícil separação), bem outras espécies epífitas diversas, tais como a pteridófita Polypodiaceae *Microgramma cf. vacciniifolia*, conhecida comumente como cipó-cabeludo. Os ramos contendo as espécies epífitas foram coletados no município de Barra do Ribeiro, às margens do Lago Guaíba, a fim de evitar a contaminação prévia das amostras mais provável em locais próximos a grandes centros urbanos.



Em cada uma das treze estações de amostragem (12 EAs + Aceguá) foi colocada uma haste de madeira, nas qual foi fixada a cerca de 1,5 metros acima da superfície do solo uma embalagem confeccionada em tela plástica preta (com malha de 2,0 x 2,0 cm). A tela plástica foi moldada em forma de tubo e suas extremidades amarradas com linha com linha grossa de algodão de forma a constituir uma embalagem achatada fechada retangular dentro da qual foram colocados os ramos contendo os líquens selecionados.

Após um período de exposição de aproximadamente nove meses, os ramos foram coletados, levados ao laboratório e identificadas as espécies de interesse. Os talos das duas espécies de líquens selecionados e folhas de *M. vacciniifolia* foram reunidos em uma amostra única por estação de amostragem. Após receberam o mesmo processo de lavagem e secagem em estufa a 60°C descrito acima.

Uma vez preparadas as amostras foram encaminhadas para a determinação quantitativa no Laboratório Bioensaios. Informações detalhadas dos métodos empregados para a amostragem e análise dos parâmetros apresentados foram descritas nos relatórios parciais.

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):

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

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

---

## 15.3 Resultados e Discussão

### A) Biomonitoramento passivo

A concentração dos elementos químicos metálicos analisados na matéria seca das espécies amostradas obedeceu a uma ordenação crescente de concentração  $Cd < Pb < Zn$  – na qual a diferença nas concentrações entre dois elementos consecutivos foi da ordem de dez vezes. De modo geral, os teores de cádmio variaram entre 0,1 a 1,5  $mg\ kg^{-1}$ , chumbo entre 0,5 e 10  $mg\ kg^{-1}$  e zinco entre 20 a 150  $mg\ kg^{-1}$ . Dentre os fatores que contribuem para o acúmulo destes elementos nas plantas podemos citar vários aspectos, tais como a riqueza destes elementos nas diferentes matrizes que interagem com as plantas (Kabata-Pendias & Pendias, 1986) e suas propriedades químicas. Além disto, o cádmio e o chumbo são xenobióticos, isto é, não são nutrientes necessários aos organismos vivos, enquanto que o zinco é um micronutriente necessário à nutrição mineral de plantas (Taiz & Zeiger, 2013; Marschner, 2012) atuando como cofator enzimático (Lehninger et al., 1993).

De maneira geral as maiores concentrações de metais foram encontradas em *Elephantopus mollis* (Figura 15.1), porém somente os teores médios de cádmio e zinco de *E. mollis* foram estatisticamente maiores dos que os teores destes elementos nas demais espécies (Figura 15.1A e 15.1C). As espécies *E. mollis* e *P. notatum* apresentaram teor médio de chumbo estatisticamente semelhantes (Figura 15.1B) e as três espécies apresentaram teores semelhantes de enxofre, porém a gramínea *Paspalum notatum* apresentou os maiores valores nominais deste elemento (Figura 15.1D). *Baccharis trimera* apresentou valores intermediários de cádmio e zinco (Figuras 15.1A e 15.1C) e os menores teores de chumbo e enxofre (Figuras 15.1B e 15.1D).

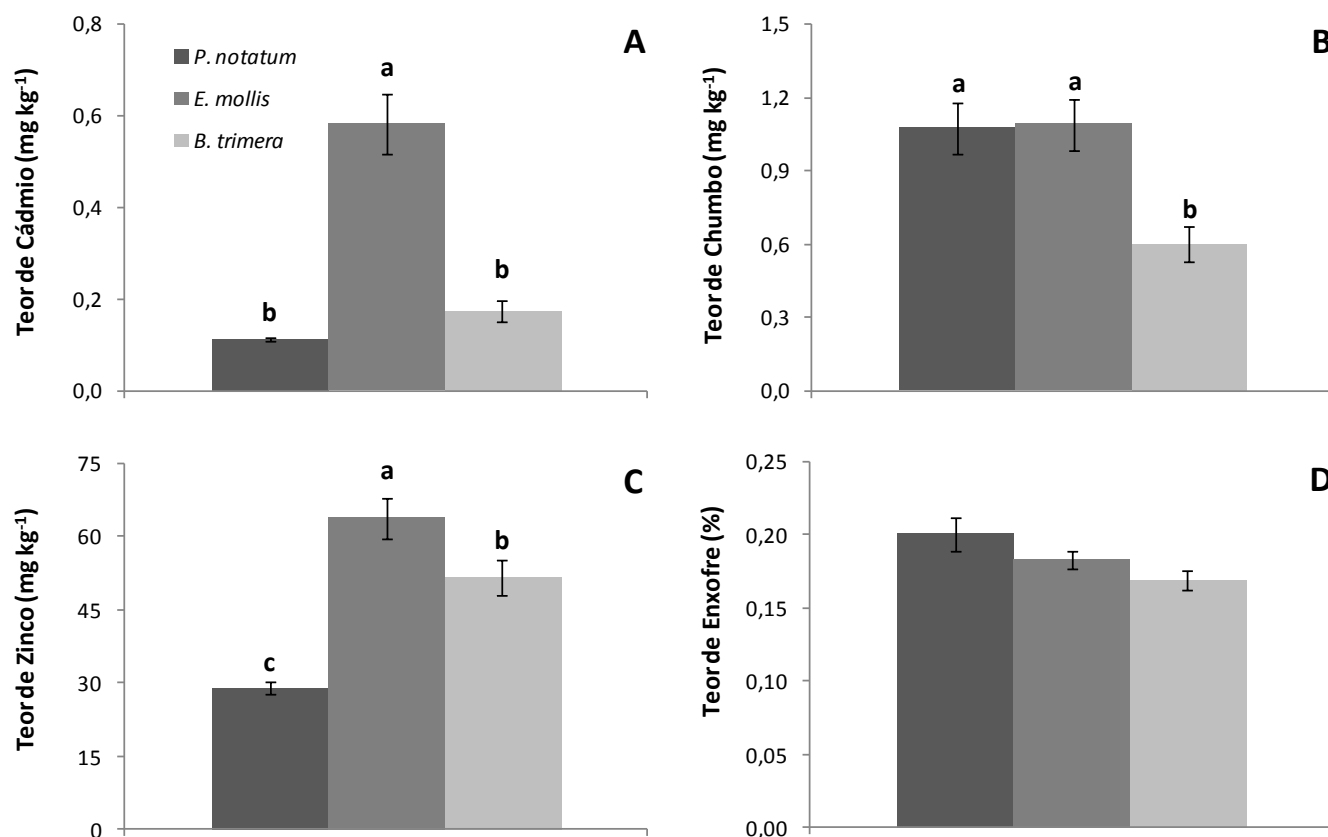


Figura 15.1: Média geral dos teores de cada elemento químico no conjunto das estações de amostragem para cada uma das três espécies da biomonitoração passiva: (A) cádmio, (B) chumbo, (C) zinco e (D) enxofre. Letras diferentes indicam diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey para um alfa = 0,05.

Assim como os maiores teores médios de cádmio, chumbo e zinco foram encontrados em *E. mollis* e de enxofre em *P. notatum*; estas duas espécies também apresentaram os teores máximos mais elevados destes elementos químicos (Tabela 15.2). Porém, diferente do observado no período anual anterior (julho de 2013 a abril de 2014; ver último Relatório Anual), no período de julho de 2014 a abril de 2015, os teores máximos não ultrapassaram o limiar de toxicidade de nenhum dos elementos químicos considerados em nenhuma amostra.

Tabela 15.2: Teores máximos encontrados e limites para exibição de sintomas de deficiência e toxicidade dos elementos químicos analisados nos bioindicadores selecionados no entorno da usina termoelétrica de Candiota no período de julho/2014 a junho/2015.

	Cádmio	Chumbo	Zinco	Enxofre
		mg kg <sup>-1</sup>		%
<i>P. notatum</i> não-lavado	0,13	2,18	15,9 - 46,3	0,12 - 0,35
<i>P. notatum</i> lavado	0,13	5,02	16,4 - 47,0	0,10 - 0,37
<i>E. mollis</i>	1,61	3,43	32,0 - 134	0,12 - 0,26
<i>B. trimera</i>	0,53	1,03	16,6 - 114	0,11 - 0,26
Deficiência	-	-	< 20 <sup>1</sup>	< 0,10 <sup>2</sup>
Toxicidade <sup>3</sup>	5-30	30-300	300-400	> 0,50 <sup>2</sup>

Fonte: <sup>1</sup> Kabata-Pendias & Pendias (1984).

<sup>2</sup> O enxofre necessário ao crescimento ótimo de plantas varia entre 0,1-0,5% do peso seco (Marschner, 2012).

<sup>3</sup> Kabata-Pendias & Mukherjee (2007).

Tendo em vista que as espécies *E. mollis* e *P. notatum* apresentaram em média as maiores concentrações dos elementos metálicos e enxofre, respectivamente, os teores destes elementos químicos nestas espécies foram escolhidos para avaliar as tendências dos contaminantes atmosféricos ao longo dos últimos anos (Figura 15.2).

Embora, tenha sido observada uma tendência aparente de redução progressiva na concentração de cádmio em *E. mollis* nos três períodos iniciais (2011-2012, 2012-2013 e 2013-2014) ocorreu uma recuperação no último período (2014-2015) como pode ser observado na Figura 15.2A. Entretanto, como não há diferença estatística entre as médias a tendência é de estabilidade devido à grande variabilidade nos teores de cádmio tanto entre as estações de amostragem como entre os períodos analisados.

Quanto ao teor médio de chumbo constatou-se diferença significativa em *E. mollis*, com os teores médios nos períodos de 2012-2013 e 2014-2015 semelhantes entre si e significativamente maiores do que aqueles dos períodos entre 2011-2012 e 2013-2014, os quais também apresentam teores médios de chumbo estatisticamente similares nos dois períodos (Figura 15.2B). Este resultado pode indicar uma tendência de flutuação dos teores de chumbo dentro deste intervalo estabelecido por períodos anuais de valores elevados alternando com períodos de valores mais baixos. Da mesma forma que o cádmio, os teores de zinco e enxofre não apresentaram tendência nítida de elevação ou redução em *E. mollis* (Figuras 15.2C e 15.2D).

Em *P. notatum* foram encontradas diferenças significativas entre os períodos anuais tanto para o teor médio de zinco (Figura 15.2E) como para o teor médio de enxofre (Figura 15.2F). O teor médio de chumbo do período de 2012-2013 foi similar ao período 2013-2014 e significativamente maior do que nos períodos 2011-2012 e 2014-2015, enquanto que o teor médio de enxofre de *P. notatum* foi significativamente maior nos anos 2013-2014 em relação ao período entre 2011-2012, mas semelhante nos três últimos períodos anuais (Figura 15.2F).

Tomadas em seu conjunto estas observações indicam que não há até o momento uma tendência de elevação ou de redução das concentrações de metais e enxofre nas espécies analisadas, caracterizando-se, portanto como uma tendência a flutuação em torno dos valores encontrados até o presente.

O teor de cádmio nas plantas de *E. mollis* apresentou um padrão de dispersão bem definido mantendo-se praticamente inalterado nos quatro períodos analisados desde 2011 (Figura 15.3A). Invariavelmente, os maiores teores de cádmio foram encontrados nas amostras de *E. mollis* na EA 7, a qual encontra-se localizada na direção dos ventos predominantes à cerca de 10 km da usina termoeletrica. As EAs 1 (estação de referência), 10 e 12 também apresentaram teores elevados de cádmio nas plantas de *E. mollis* em algumas coletas, porém, nestas estações de amostragem a variabilidade entre os anos é maior do que na EA 7, a qual via de regra apresenta valores  $\geq 1,0 \text{ mg kg}^{-1}$  de cádmio. Em geral, as plantas da EA 6 apresentaram os menores teores de cádmio, resultado alentador visto que este local apresenta o maior contingente populacional dentre os locais de amostragem.

Em *E. mollis*, as plantas da EA 1 apresentaram pequena variação nos teores de chumbo ao longo dos anos desde 2011, porém as plantas das demais estações de amostragem apresentam uma grande variação nos teores deste elemento, com valores frequentemente superiores aqueles encontrados nas plantas da estação de referência (Figura 15.3B).

Com exceção da EA 3 que apresentou uma grande variação nos teores de zinco em *E. mollis*, as demais estações de amostragem apresentam pequena variação nos teores de zinco nesta espécie.

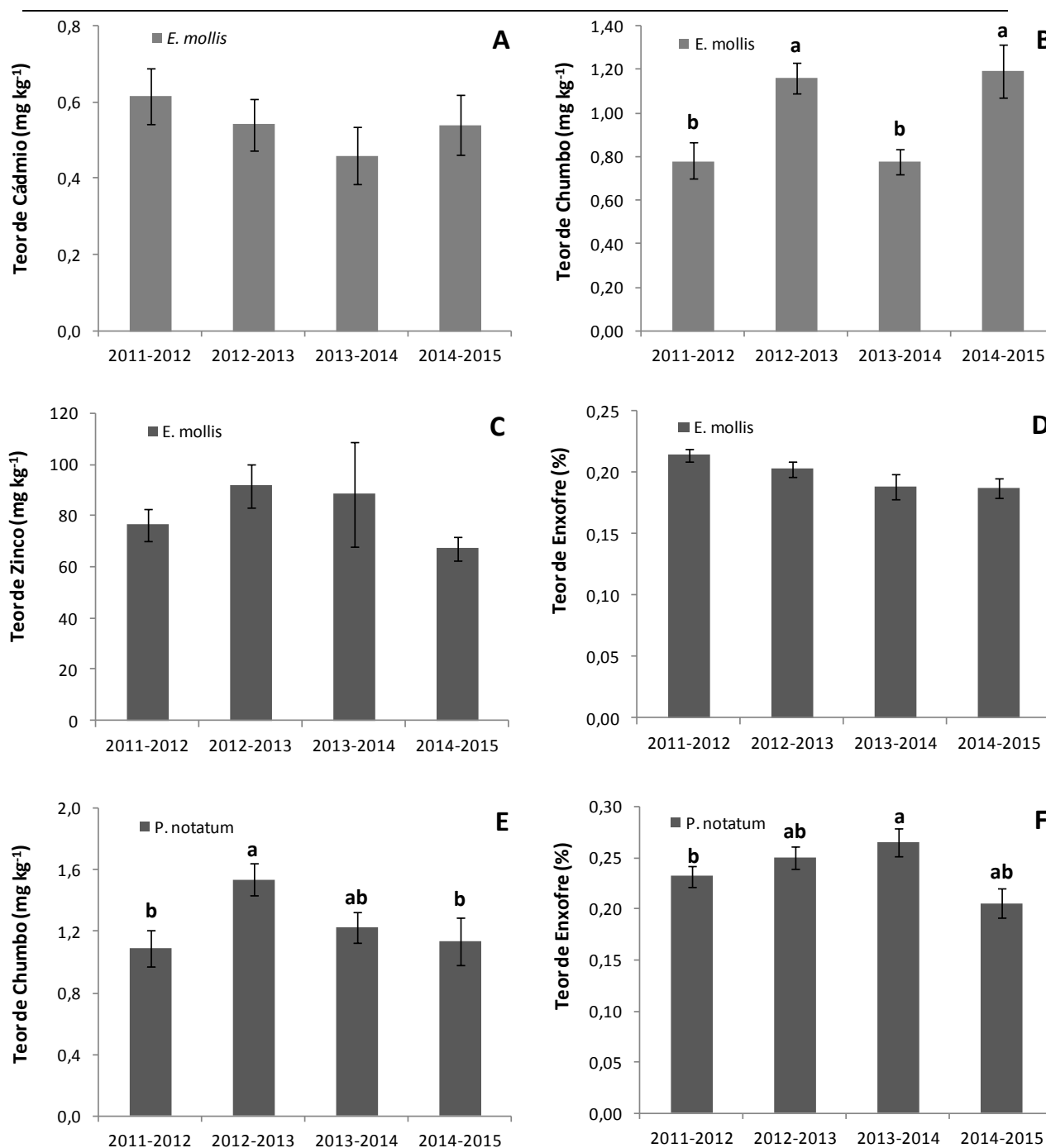


Figura 15.2: Comparação dos teores médios dos elementos químicos analisados nas plantas de *E. mollis* e *P. notatum* das EAs 2-9 da biomonitoração passiva: (A) teor médio de cádmio em *E. mollis*, (B) teor médio de Zinco em *E. mollis*, (C) teor médio de chumbo em *P. notatum* e (D) teor médio de enxofre em *P. notatum*. Letras diferentes indicam diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey para um alfa = 0,05.

---

Em *E. mollis*, as plantas que apresentaram maiores teores de zinco foram aquelas coletadas nas EAs 8 e 12, cujos valores tendem a serem  $\geq 100$  mg kg<sup>-1</sup> (Figura 15.3C). Por outro lado, as EAs 6, 7 e 10 apresentam os menores teores de zinco nesta espécie e pequena variação nos teores de zinco entre os diferentes períodos anuais.

Há, relativamente, pouca variação no teor de enxofre das plantas de *E. mollis* tanto entre os períodos anuais como entre as estações de amostragem. Aparentemente, há uma tendência de maior teor de enxofre e menor variação entre os períodos anuais nas plantas localizadas na EA 4 e menor teor de enxofre e menor variação entre os períodos anuais nas plantas localizadas na EA 12 (Figura 15.3D).

Em *B. trimera*, à semelhança do padrão observado em *E. mollis*, os teores mais elevados de cádmio foram encontrados nas EAs 7 e 10 (Figura 15.4A), as quais situam na direção preferencial dos ventos. Nesta espécie, a variação nos teores de chumbo (Figura 15.4B) e enxofre (Figura 15.4D) foram maiores entre os períodos anuais do que entre as estações de amostragem.

Os teores mais elevados de zinco em *B. trimera* foram encontrados nas plantas amostradas nas EAs 2 e 4 (Figura 15.4C). Nesta espécie, os teores de zinco variaram pouco nos diferentes períodos anuais nas EAs 3, 5, 7 e 9, as quais apresentaram geralmente os menores teores deste metal em *B. trimera*.



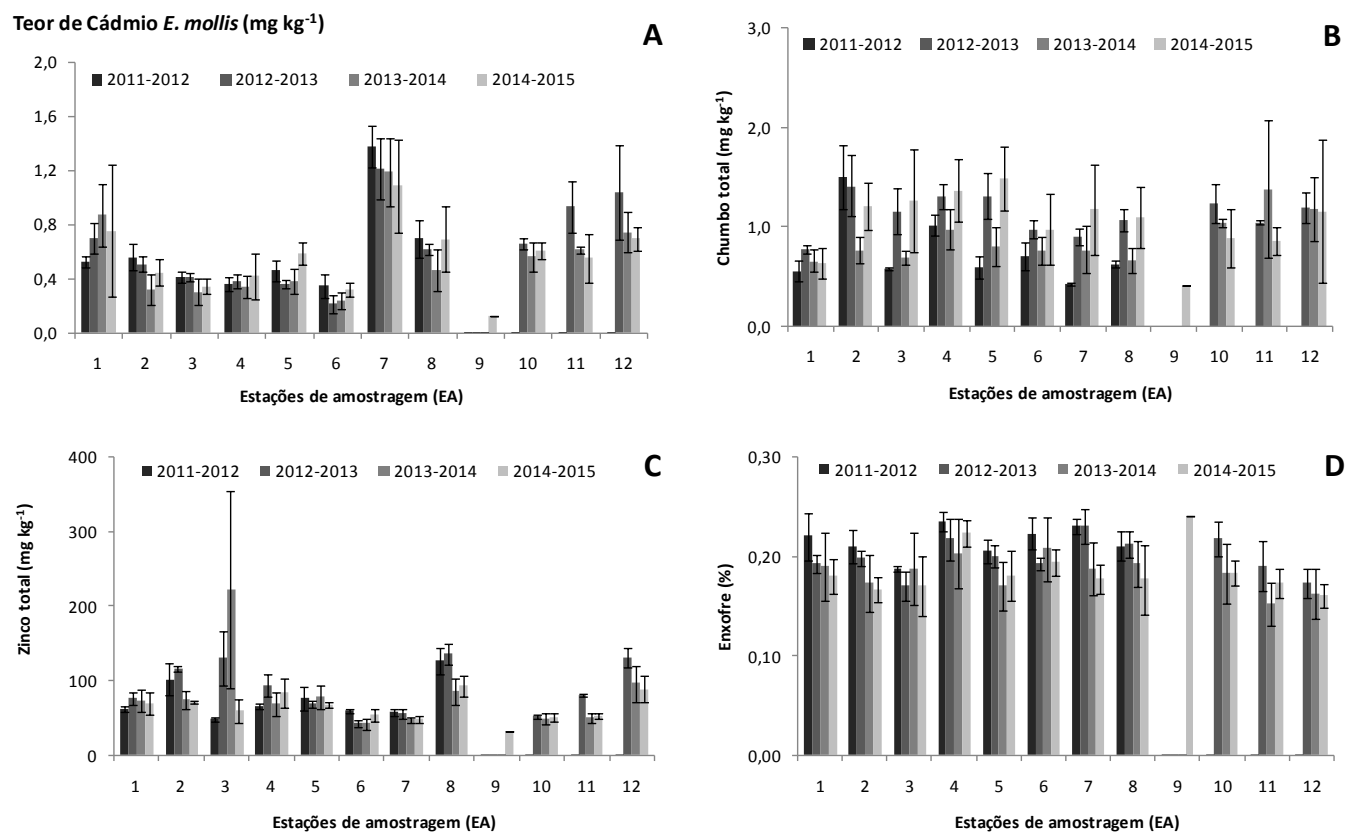


Figura 15.3: Teores de cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e Enxofre (D) de *Elephantopus mollis* em onze estações de amostragem adjacentes à usina termoeleétrica de Candiota. Na EA 9 foram encontrados exemplares desta espécie somente em uma coleta em 2015.

O padrão de distribuição dos elementos metálicos em *P. notatum* não é tão evidente como em *E. mollis* e *B. trimera*, embora também tenha apresentado semelhanças com aqueles, como por exemplo, os valores elevados de zinco na EA 7 (Figura 15.5 B1 e B2) e enxofre na EA 8 (Figura 15.5 C1 e 2).

A proposta de separar as amostras de *P. notatum* em folhas lavadas e não lavadas, empregada desde o início do biomonitoramento, se baseou na premissa que a deposição de cinzas sobre as folhas desta gramínea nativa

forrageira poderia contribuir significativamente para uma elevação da concentração dos metais e enxofre das amostras proporcionando, desta maneira, uma importante via de entrada destes contaminantes na cadeia alimentar. Com base nesta hipótese, o resultado esperado seria uma menor concentração de metais e enxofre em folhas lavadas. Via regra não se observa esta tendência de concentrações maiores em amostras não lavadas o que nos leva a concluir que se de fato o particulado depositado sobre as folhas contribui para o teor total de metais essa contribuição é tão pequena que ela é mascarada por diferenças maiores no teor destes metais e de enxofre nas plantas de uma mesma estação de amostragem.

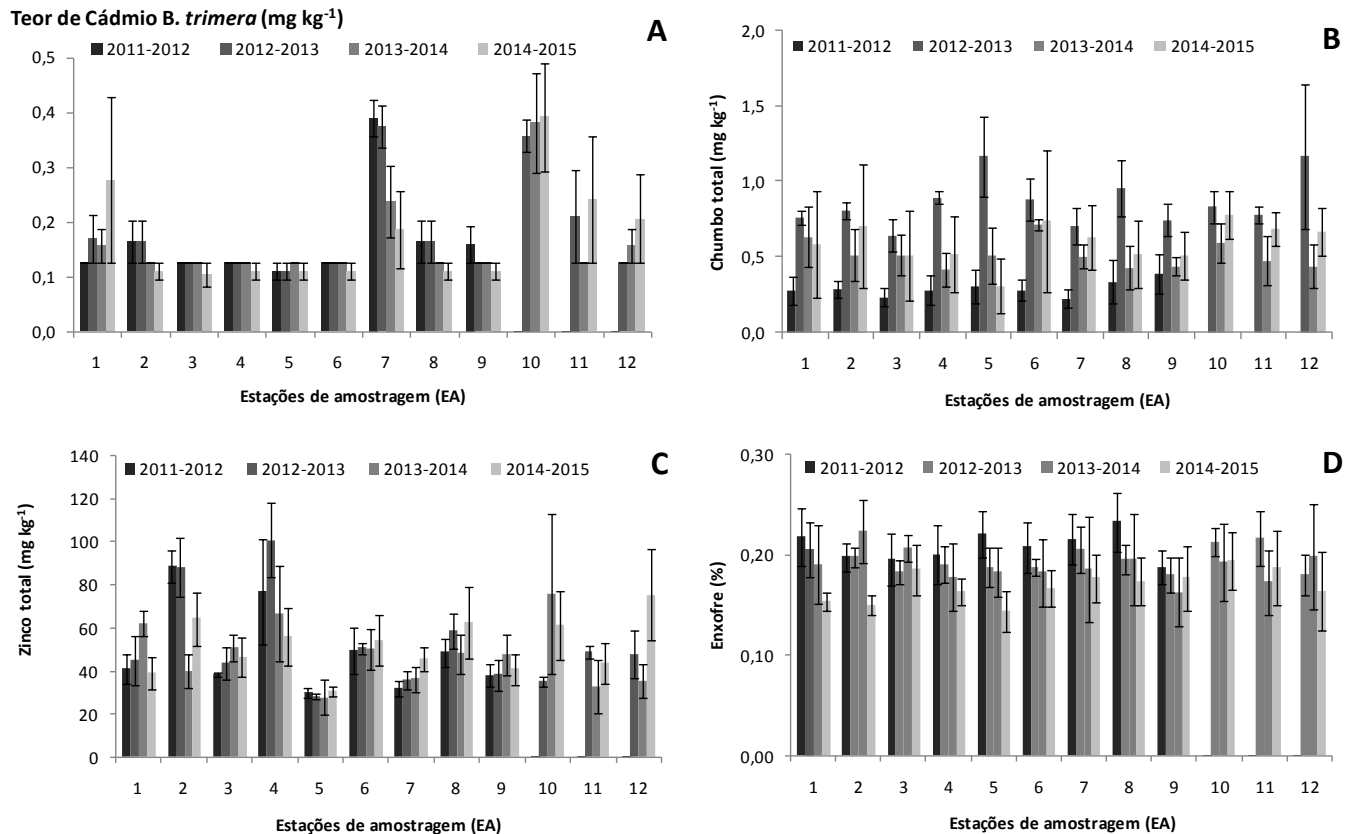


Figura 15.4: Teores de cádmio (A), chumbo (B), zinco (C) e Enxofre (D) de *Baccharis trimera* em doze estações de amostragem adjacentes à usina termoeleétrica de Candiota.

---

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).

A análise estatística da comparação dos quatro períodos anuais indicou uma elevação significativa do índice de poluição por metais no período de 2012-2013 em relação àquele do período anterior (2011-2012). Este incremento do índice se manteve estável no período 2013-2014, voltando a cair no último período avaliado (2014-2015).

Via de regra, as EAs onde o índice de poluição por metais apresenta diferença significativa em relação à média do índice na estação de referência (EA 1) estão localizadas na direção preferencial do vento, tais como as EAs 2, 7 e 8 (Figura 15.6). Assim nos períodos entre 2011-2012 e 2014-2015 a EA 2 apresentou o valor do índice significativamente superior aquele da EA 1, enquanto que as EAs 5, 7 e 8 apresentaram valor do índice estatisticamente superior ao da EA 1 no período entre 2014-2015.

A EA 6 apresentou valores do índice significativamente menores do que o da estação de referência em duas ocasiões, em 2012-2013 e 2013-2014, porém via de regra esta estação de amostragem apresenta valores baixos e relativamente constantes deste índice.

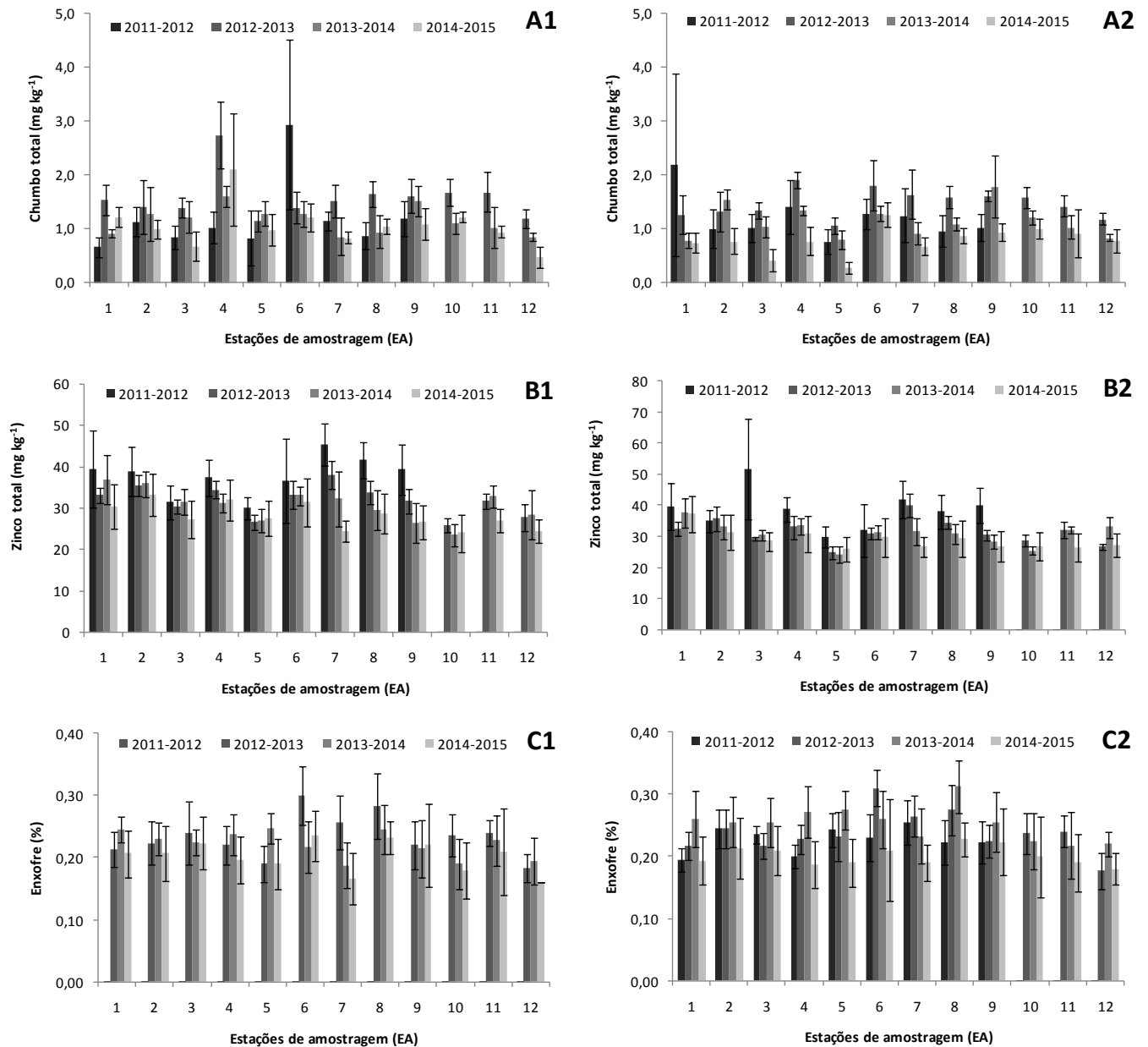


Figura 15.5: Teores de chumbo (A), zinco (B) e Enxofre (C) de *Paspalum notatum* em doze estações de amostragem adjacentes à usina termelétrica de Candiota (1, amostras não lavadas e 2, amostras lavadas).

Todas as amostras de *P. notatum* apresentaram teores de fluoreto inferiores ao limite de detecção da metodologia de análise empregada, isto é, valores menores do que  $10 \text{ mg kg}^{-1}$ . Como em nenhuma amostra foi encontrado teor de fluoreto  $> 20 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  desde 2011, presume-se que as emissões da usina termoelétrica não contribuam significativamente para a contaminação por fluoreto da vegetação nas imediações da usina, uma vez que o *background* para fluoreto situa-se 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).

A Figura 15.7 apresenta o perfil de distribuição dos metais nas plantas das EAs 8, 2, 7, 10 e 11, as quais estão localizadas na direção preferencial do vento a distâncias crescentes a partir da usina termoelétrica e, desta forma, constituindo um gradiente de distância da fonte de emissão. O padrão de distribuição dos metais em *E. mollis* no período entre 2014 e 2015 foi similar ao padrão observado em anos anteriores (ver Relatórios anteriores), no qual cada um dos elementos químicos apresentou um padrão específico ao longo do gradiente de distância da usina termoelétrica (Figura 15.7 A1). As plantas de *E. mollis* apresentaram concentrações baixas de cádmio nas proximidades da usina e um pico de concentração nas plantas da EA 7, a qual está localizada a 10 km da termoelétrica, seguido por uma redução nos teores deste elemento nas plantas localizadas nas estações de amostragem a maior distância da usina. Os teores de chumbo em *E. mollis* tenderam a ser mais elevados nas estações de amostragem localizadas até 10 km da usina seguido da redução na concentração deste elemento nas plantas situadas além desta distância. As plantas da EA 8 apresentaram o maior teor de zinco em *E. mollis*, seguido por uma redução acentuada na concentração de zinco até a distância de 10 km e uma queda mais suave desta distância até 19 km.

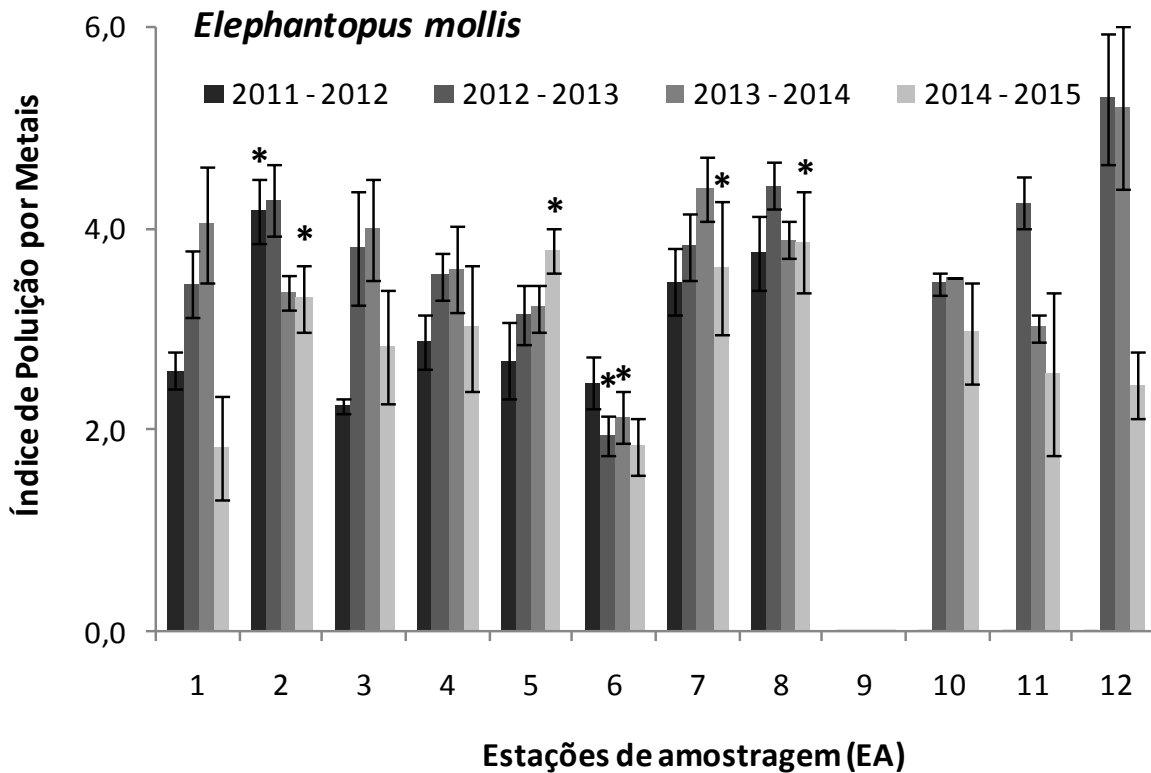


Figura 15.6: Índice de poluição por metais, calculado com base nos teores dos elementos-traço metálicos na matéria seca de folhas de *Elephantopus mollis*, para os períodos anuais de julho de 2011 a abril de 2012, julho de 2012 a abril de 2013 e julho de 2013 a abril de 2014. As médias das barras encimadas por um \* apresentam diferença significativa com a média da EA 1 do respectivo período anual pelo teste de Dunnett para um alfa = 0,05. As EAs 10, 11 e 12 não foram incluídas na ANOVA.

Os padrões de distribuição de metais e enxofre ao longo do gradiente nas duas outras espécies foram semelhantes entre si e diferentes do padrão observado em *E. mollis*. Enquanto *B. trimera* apresentou grande variação nas concentrações de chumbo e zinco em cada EA ao longo do gradiente (Figura 15.7 A2), os desvios foram menores em *P. notatum*. Porém, nesta última espécie as concentrações de chumbo e zinco praticamente não se alteram ao longo do gradiente, com um pequeno pico de na concentração de chumbo a 13 km de distância da usina (Figura 15.7 A3).

O perfil de distribuição do teor de enxofre ao longo do gradiente também apresentou diferenças entre as espécies. A concentração de enxofre em folhas de *P. notatum* foi maior próximo a usina diminuindo suavemente a maior distância, enquanto em *B. trimera* e *E. mollis* tenderam a estabilidade ou a uma pequena elevação a 13 km da usina (Figura 15.7 B).

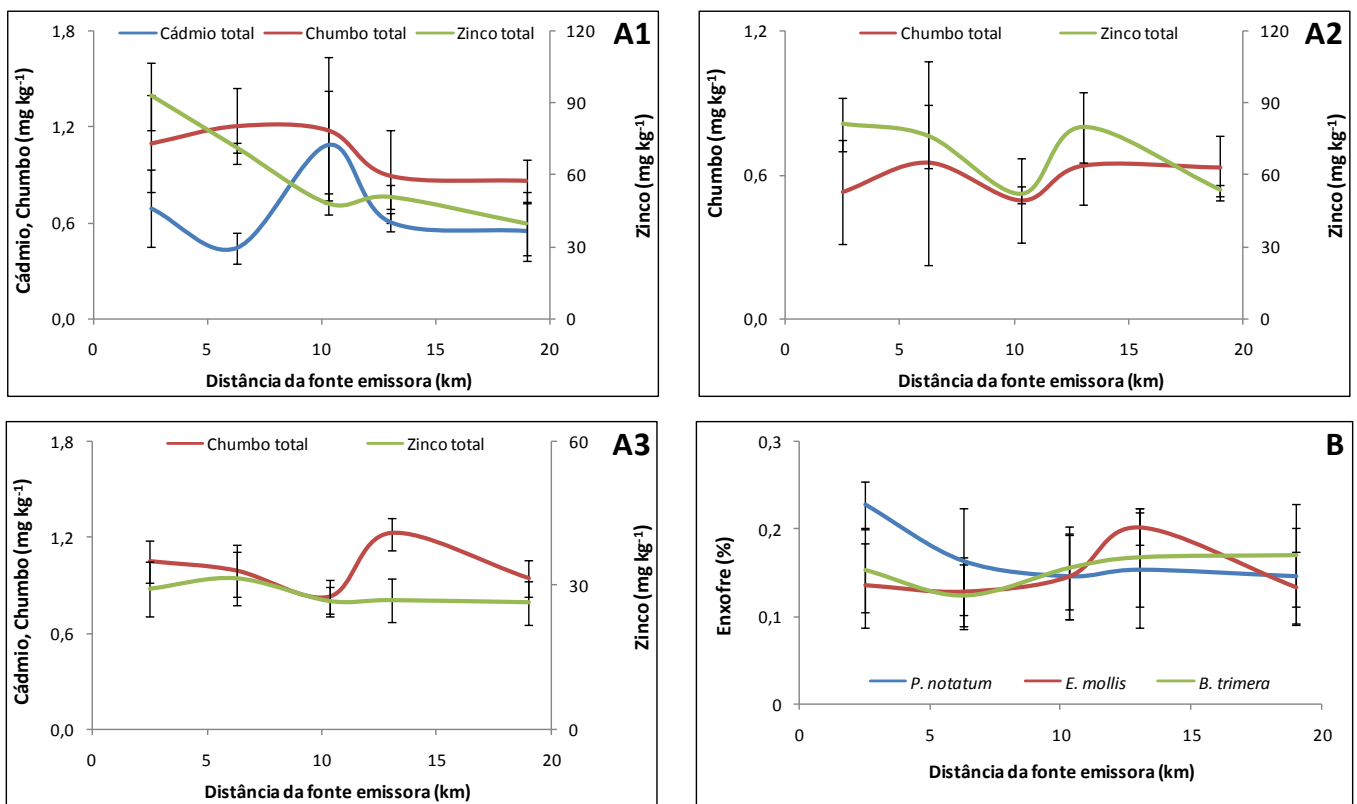


Figura 15.7: Distribuição dos teores de metais (A1 – *E. mollis*; A2 – *B. trimera* e A3 – *P. notatum*) e enxofre (B) em função da distância da fonte emissora.

---

## **B) Biomonitoramento ativo**

A exposição de epífitos como bioindicadores ativos pelo período aproximado de nove meses resultou em incremento na concentração de chumbo e de zinco na maioria das amostras de *Teloschistes sp.* expostas nas estações de amostragem quando comparado aos teores destes metais que os talos do líquen apresentavam antes de serem expostos (EA 0, Tabela 15.3).

No entanto, o mesmo intervalo de tempo foi insuficiente para proporcionar um acúmulo de cádmio em níveis significativos a ponto de poderem ser detectadas diferenças no padrão de acumulação entre as diferentes estações de amostragem.

A exposição de amostras de *Teloschistes sp.* aumentou o teor de chumbo nas EAs 6, 8, 10 e 11 em comparação com o teor deste metal encontrado nos talos expostos na estação controle (Figura 15.8A). A exposição também elevou o teor de zinco nos talos de *Teloschistes sp.* expostos na maioria das estações de amostragem com exceção das EAs 3, 7 e 13 (Tabela 15.3). Os maiores teores de zinco foram encontrados nas EAs 1 e 12.

Embora ocorram diferenças significativas entre o padrão de acumulação de metais e enxofre entre os indicadores ativos e os indicadores passivos herbáceos (*E. mollis*, *B. trimera* e *P. notatum*) o efeito geral foi o mesmo, isto é, as estações de amostragem cujos epífitos apresentaram acumulação em relação ao controle foram em sua grande maioria às estações de amostragem situadas na direção preferencial do vento.



Conforme referido anteriormente (ver Relatório anteriores) a pteridófita *Microgramma sp.* embora não tenha demonstrado uma capacidade acumuladora de cádmio e chumbo tão notável quanto as espécies liquênicas apresentou um incremento na concentração de zinco na grande maioria das estações de amostragem quando comparado ao teor deste elemento encontrado nas folhas desta espécie na EA 1 após o período de nove meses de exposição (Figura 15.8B).

Tabela 15.3: Teores de cádmio, chumbo, zinco e enxofre em amostras de *Teloschistes sp.* e *Microgramma sp.* expostas durante nove meses em treze estações de amostragem adjacentes à usina termoeletrica de Candiota.

<i>Teloschistes sp.</i>	Unid.	EA 0	EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5	EA 6	EA 7	EA 8	EA 9	EA 10	EA 11	EA 12	EA 13
<b>Cádmio</b>	mg kg <sup>-1</sup>	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	-	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
<b>Chumbo</b>	mg kg <sup>-1</sup>	2,16	2,34	1,97	2,87	2,23	2,49	3,67	ND	4,72	-	3,30	3,51	0,71	1,41
<b>Zinco</b>	mg kg <sup>-1</sup>	33,4	53,5	46,5	31,8	37,4	34,9	36,0	ND	40,8	-	39,7	42,7	51,0	21,9
<b>Enxofre</b>	%	0,24	0,31	0,24	0,24	0,22	0,18	0,21	0,22	0,20	-	0,24	0,21	0,23	<0,025
<i>Microgramma sp.</i>															
<b>Cádmio</b>	mg kg <sup>-1</sup>	-	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	-	< 0,25	< 0,25	-	< 0,25
<b>Chumbo</b>	mg kg <sup>-1</sup>	-	ND	ND	ND	ND	ND	< 0,25	ND	ND	-	< 0,25	< 0,25	-	< 0,25
<b>Zinco</b>	mg kg <sup>-1</sup>	-	13,0	21,9	13,5	20,0	15,0	19,7	15,6	18,1	-	18,4	26,1	-	19,8
<b>Enxofre</b>	%	-	0,07	0,08	0,09	0,10	0,08	0,09	0,83	< 0,025	-	0,09	0,10	-	0,08

LOQ: Cd = 0,25 mg kg<sup>-1</sup>; Pb = 0,25 mg kg<sup>-1</sup>; Zn = 2,5 mg kg<sup>-1</sup>; S = 0,025 %; ND = não detectado

As duas espécies de epífitos diferiram em relação ao aumento na concentração de enxofre após o período de exposição, enquanto que em *Teloschistes sp.* os talos expostos na EA 1 apresentaram o maior teor de enxofre, em *Microgramma sp.* foram as folhas coletadas da EA 7 que apresentaram o maior teor deste elemento (Tabela 15.3).

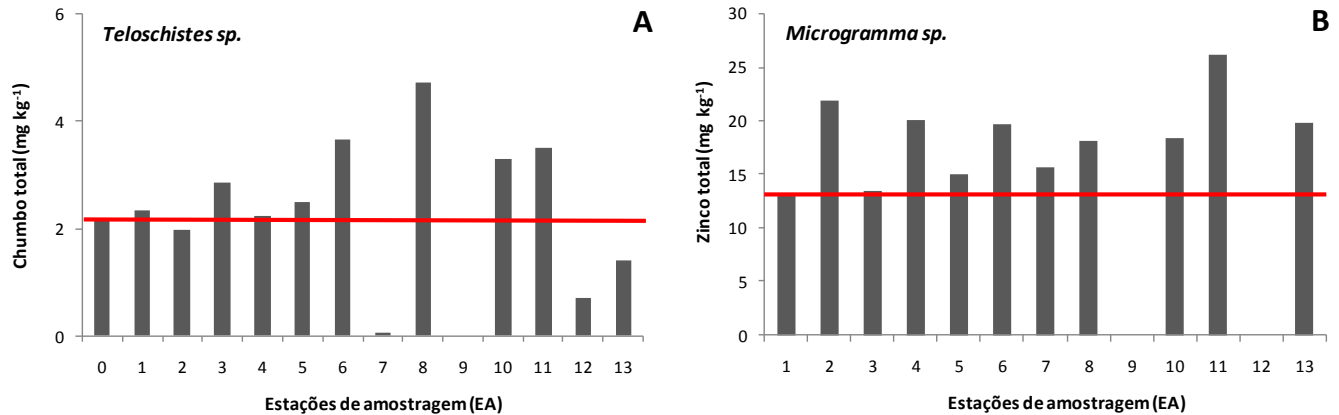


Figura 15.8: Teores de chumbo em talos de *Teloschistes sp.* (A) e de zinco em folhas de *Microgramma sp.* expostos durante nove meses em treze estações de amostragem adjacentes à usina termoeleétrica de Candiota.

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 a 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. 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 15.4.

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 15.5.

Tabela 15.4: Classes de Qualidade Ambiental com base nos teores de metais nas folhas de *E. mollis* nas quatro campanhas de amostragem realizadas de julho/2014 a junho/2015.

Classes	Escore	Cádmio mg kg <sup>-1</sup>	Chumbo mg kg <sup>-1</sup>	Zinco mg kg <sup>-1</sup>
Muito Baixa	1	1,74 - 2,15	2,67 - 3,29	108 - 134
Baixa	2	1,33 - 1,73	2,03 - 2,66	80,6 - 107
Média	3	0,91 - 1,32	1,40 - 2,02	54,0 - 80,5
Boa	4	0,49 - 0,90	0,77 - 1,39	27,3 - 53,9
Muito Boa	5	0,06 - 0,48	0,13 - 0,76	0,63 - 27,2

Tabela 15.5: 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.

Coleta	Cádmio					Chumbo					Zinco														
	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5										
1 <sup>a</sup>	5	4	5	5	4	5	4	5	3	5	2	3	2	1	3										
2 <sup>a</sup>	5	5	5	3	4	5	3	2	2	2	5	3	3	2	3										
3 <sup>a</sup>	1	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3										
4 <sup>a</sup>	4	5	-	5	4	5	4	-	4	3	4	3	-	4	3										
<b>Média Harmônica</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>										
<b>Nota Final</b>	EA 1					EA 2					EA 3					EA 4					EA 5				
	<b>3</b>					<b>4</b>					<b>4</b>					<b>3</b>					<b>4</b>				

Os teores são compatíveis com aqueles encontrados na literatura para plantas em ambientes sujeitos a emissões antrópicas, ficando demonstrado, tanto através do biomonitoramento passivo como pelo passivo, que as emissões da usina contribuem para o aumento dos teores de metais nas estações de amostragem à jusante da usina.

Com base nos argumentos expostos acima no que diz respeito à discrepância entre os teores de metais e enxofre em amostras lavadas e não lavadas de *P. notatum* e com o objetivo de aumentar a confiança estatística e o poder descritivo dos resultados sugere-se abandonar a separação em amostras lavadas e não lavadas de *P. notatum*, mantendo-se a coleta da mesma quantidade de material vegetal, porém analisando apenas o teor de metais e enxofre em amostras lavadas.

Este compartimento ambiental está representado pelos teores de metais em *Elephantopus mollis*, espécie que se destacou das demais por apresentar teores mais elevados de cádmio, chumbo e zinco na matéria seca, bem como teores de enxofre em quantidades semelhantes aquelas encontradas nas outras duas espécies avaliadas.

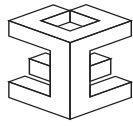
*E. mollis* foi também a espécie cujas plantas apresentaram teores de metais significativamente mais elevados em maior número de estações de amostragem, quando comparados com os teores encontrados nesta espécie na estação de referência. Portanto, em vista dos resultados acima, admite-se que o padrão de distribuição dos teores de metais em *E. mollis* seja um reflexo mais realista da dispersão desses metais na região em estudo. Os teores são compatíveis com aqueles encontrados na literatura para plantas em ambientes sujeitos a emissões antrópicas, ficando demonstrado, tanto através do biomonitoramento passivo como pelo passivo, que as emissões da usina contribuem para o aumento dos teores de metais nas estações de amostragem à jusante da usina.

A Tabela 15.6 apresenta o Indicador de Qualidade expresso em cores para os quatro períodos amostrais (julho de 2011 a junho de 2015).

Tabela 15.6. Classes do Indicador de Qualidade Ambiental dos quatro últimos períodos amostrais.

Período	EA1	EA 2	EA3	EA4	EA5
Julho 2011 a junho 2012					
Julho 2012 a junho 2013					
Julho 2013 a junho 2014					
Julho 2014 a junho 2015					

Muito Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa
-----------	-----	-------	-------	-------------



---

A referida tabela mostra tendência de manter no mesmo nível o valor do Indicador de Qualidade Ambiental para a Qualidade do Ar, exceto para a EA4.

O compartimento ambiental monitorado, **Bioindicação da 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 2014 a 2015, 233 ovinos foram monitorados em 05 Estações Amostrais, representadas por 04 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 Presidente Médici, em Candiota (UTPM), uma vez que a UTC caracteriza-se por atuar de forma ainda desconhecida no ambiente local em que está inserida quanto à produção agropecuária. Monitorou-se, ainda, uma unidade produtiva no município de Pedras Altas, como Estação controle, uma vez que este município encontra-se fora da área de influência das emissões atmosféricas da UTPM. Foram utilizadas, como parâmetros de avaliação, as características dentárias e locomotoras dos animais.

Os animais analisadas 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 quatro e cinco dentes permanentes em (Figura 16.1).

Realizaram-se, ainda, quatro amostragens de solo e vegetação (*Paspalum sp.*) em cada estação amostral.

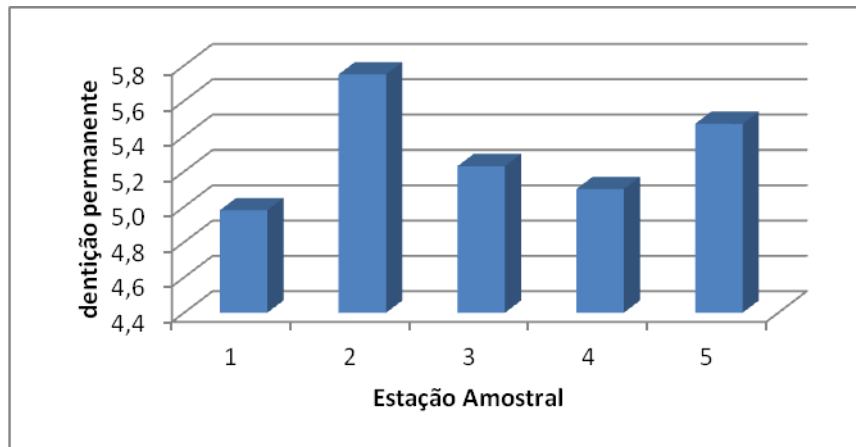


Figura 16.1: Média do número de dentes permanentes em ovinos, segundo a estação amostral (EA), no período de 2014 a 2015.

## 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.

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 16.2).

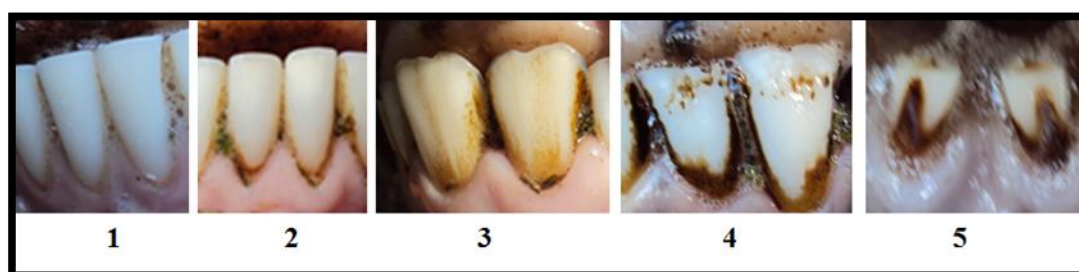


Figura 16.2: Escala para cálculo do índice de mosqueamento em ovinos.

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).

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 *Paspalum* spp. 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, por Espectrofotometria de Absorção Atômica.

### 16.3 Resultados e comentários

As alterações dentárias observadas nos ovinos nas EAs são apresentadas na Figuras 16.3.

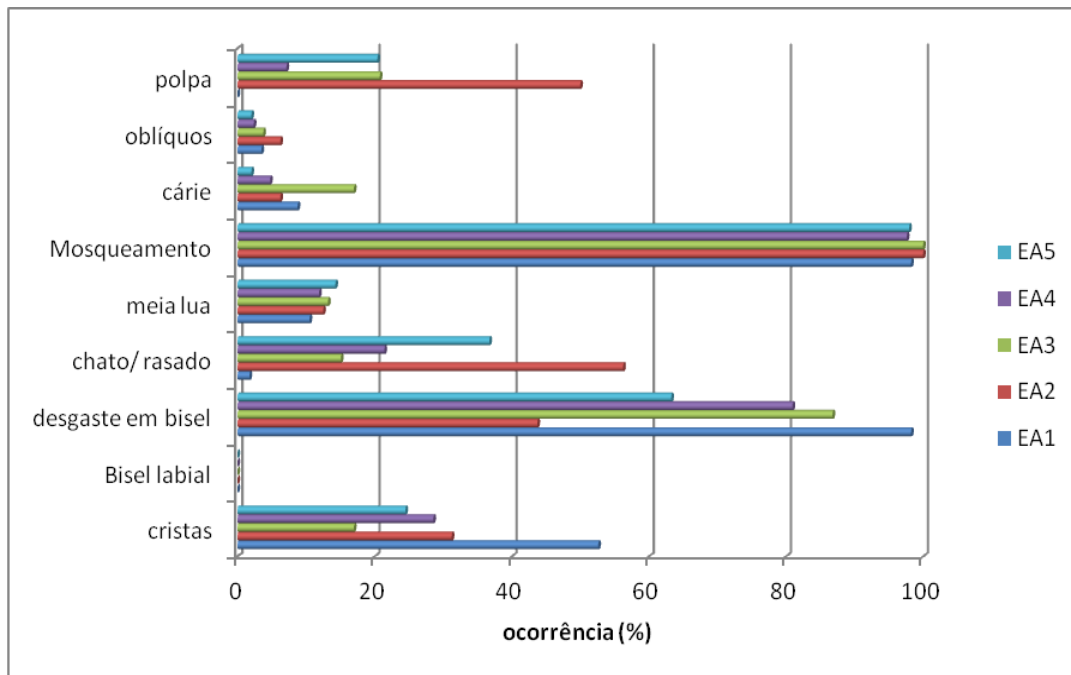


Figura 16.3: Ocorrência de patologias dentárias em ovinos, segundo a estação amostral (EA), no período de 2014 a 2015.

Verificou-se que a ocorrência de desgaste em bisel (normal) foi maior nos ovinos da Estação amostral de referência (EA1). O desgaste excessivo, por atritamento, ocorreu com maior frequência na estação Três Lagoas (EA2), coincidindo com a maior observação de exposição de polpa dentária.

Observou-se a presença de mosqueamento em todas as estações amostrais, porém com frequência de 100% nas estações EA2 e EA3. Entretanto, verificou-se que o índice médio de mosqueamento das estações sob influência da UTPM (EA2 a 5) comparados ao índice de mosqueamento da estação controle (EA1) foi significativamente maior na EA2 ( $p= 0,0032$ ) e EA5 ( $p=0,0002$ )(Figura 16.4).

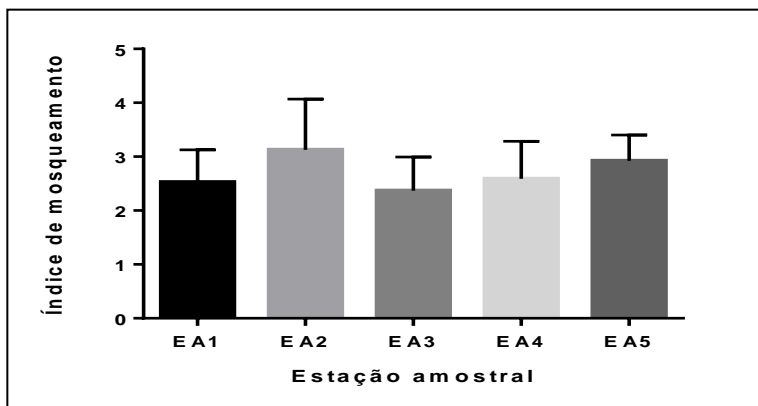


Figura 16.4: Índice médio de mosqueamento em incisivos de ovinos, segundo a estação amostral, no período de 2014 e 2015.

A estação EA2 foi a que apresentou maior percentual (25%) de animais com índice de mosqueamento  $> 3$  (Figura 16.5). Considera-se que índices maiores de 3 sugerem fluorose grave (RIET-CORREA et al., 1986).

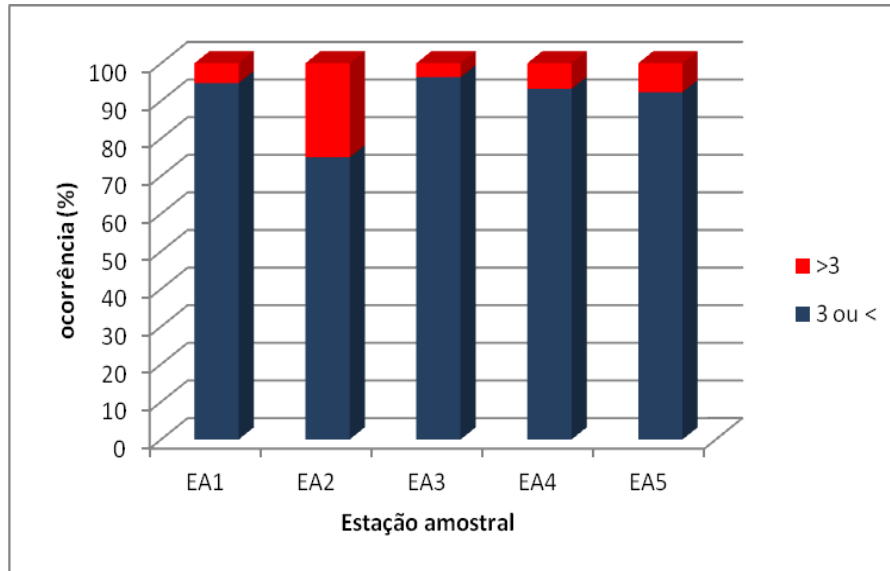


Figura 16.5: Ocorrência de índice de mosqueamento  $\geq 3$  e  $< 3$  em ovinos, segundo a estação amostral (EA), julho/14 a junho/15.

A quantificação de fluoretos, em todas as campanhas, foi inferior à  $10 \text{ mg.kg}^{-1}$  e  $1 \text{ mg.kg}^{-1}$  nas amostras de planta e solo, respectivamente. Entretanto, observou-se variabilidade nos teores de sílica, tanto no solo (Figura 16.6) quanto nas plantas (Figura 16.7), entre as amostragens, com maiores teores de sílica nas amostras de extrato vegetal e solo na amostragem de julho de 2014.

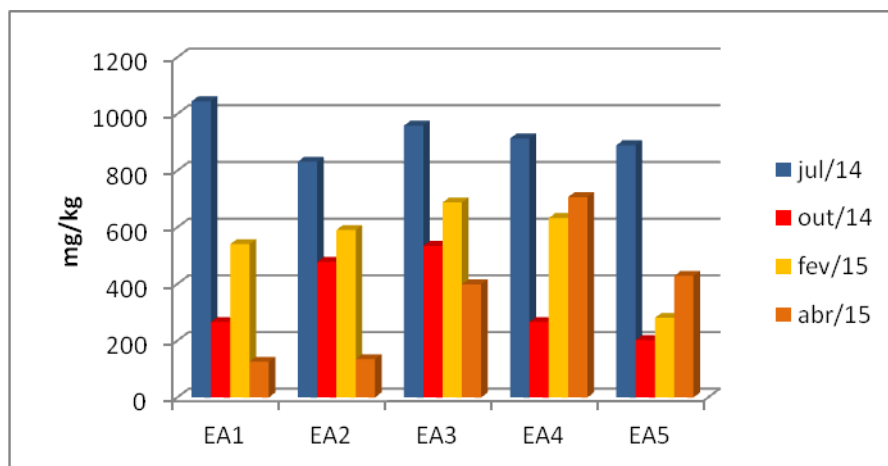


Figura 16.6: Teores de sílica em amostras de solo, segundo a coleta e a estação amostral, julho/14 a junho/15.

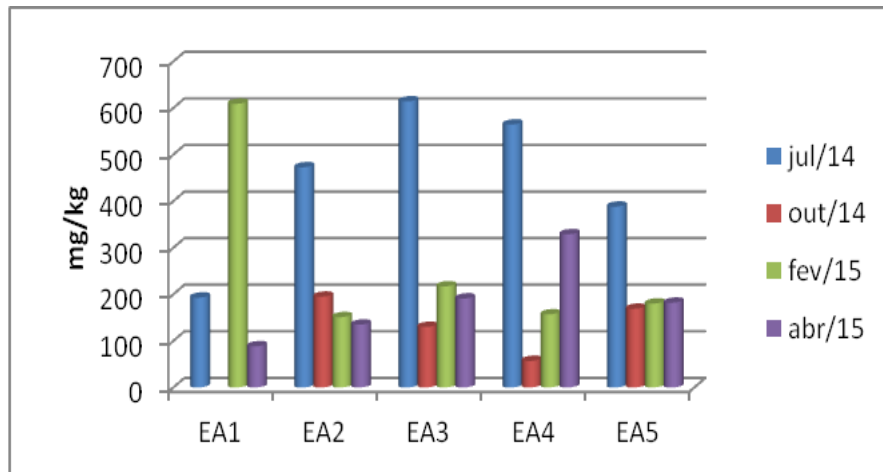


Figura 16.7: Teores de sílica em amostras de extrato vegetal, segundo a coleta e a estação amostral, julho/14 a junho/15.

Os maiores teores médios de sílica no solo foram verificados na EA3 ( $727,4 \pm 214,8$ ) (Figura 16.8). Entretanto, chama a atenção o fato de que a quantidade média de sílica determinada na Estação de referência (EA1) no extrato vegetal ( $401 \pm 294 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) foi superior aos teores encontrados nas demais estações amostrais (Figura 16.9).

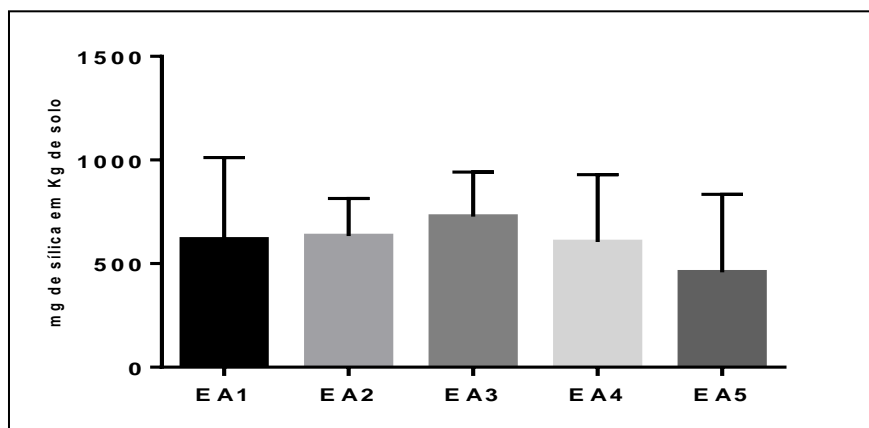


Figura 16.8: Teores médios de sílica determinados em amostras de solo, segundo a estação amostral, no período de 2014 a 2015.

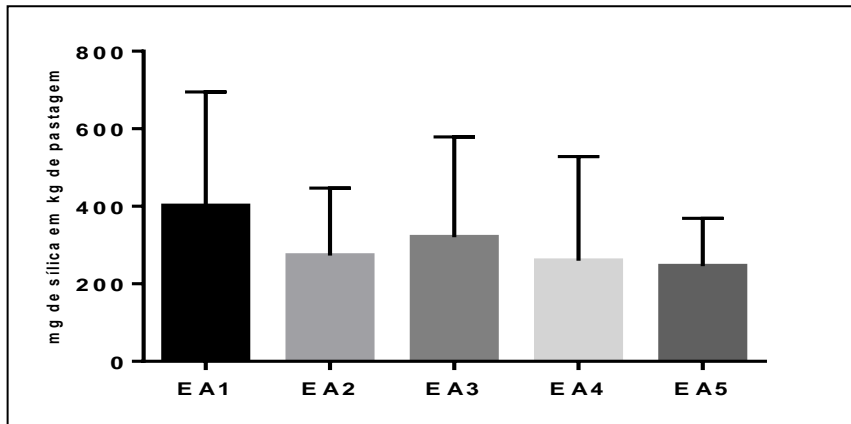


Figura 16.9: Teores médios de sílica determinados em amostras de extrato vegetal, segundo a estação amostral, no período de 2014 a 2015.

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 o índice de mosqueamento, o desgaste excessivo e a exposição de polpa em dentes de ovinos para a construção do indicador de qualidade da produção animal. O índice de mosqueamento foi categorizado de 1 a 5 e para os demais parâmetros, utilizou-se a maior frequência como grau 1. Utilizou-se uma escala de 5 classes qualitativas, de 1 a 5 correspondendo de muito baixa à muito boa, respectivamente.

A classificação das estações amostrais pelo Indicador de qualidade para ovinos e bovinos no período monitorado de julho/2014 a junho/2015 está apresentada na Tabela 16.1.

Tabela 16.1 – Indicador de Qualidade para a atividade pecuária em Candiota, período julho/14 a junho/15.

parâmetro	EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5
Índice médio de mosqueamento	4	3	4	4,5	3
Desgaste excessivo	5	1	4	3	2
Exposição de polpa dentária	5	1	2	4	2
<b>Média</b>	<b>4,7</b>	<b>1,7</b>	<b>3,3</b>	<b>3,8</b>	<b>2,3</b>

A Tabela 16.2 apresenta as classes do indicador de qualidade da atividade pecuária para os quatro períodos monitorados.

Tabela 16.2. Apresentação do Índice de Qualidade dos quatro últimos períodos amostrais para a Atividade Pecuária, Candiota (RS).

Campanha	EA1	EA 2	EA3	EA4	EA5
Julho 2011 a junho 2012	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo
Julho 2012 a junho 2013	Amarelo	Laranja	Laranja	Laranja	Amarelo
Julho 2013 a junho 2014	Verde	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo
Julho 2014 a junho 2015	Verde Escuro	Laranja	Amarelo	Verde	Laranja

Muito Boa	Boa	Média	Baixa	Muito Baixa
-----------	-----	-------	-------	-------------

O compartimento ambiental monitorando **Atividade pecuária: bovinos e ovinos**, tem como responsável técnica a Médica Veterinária Dra. Verônica Schmidt.

---

## **17. INDICADOR RELATIVO 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 m<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup>);



---

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.

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. Utilizaram-se os resultados observados no monitoramento desta espécie em quatro campanhas, para integração com as demais variáveis monitoradas para o cálculo dos índices de qualidade do ambiente terrestre.

f) Qualidade do Ar – Este compartimento ambiental está representado pelo 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  $\pm 480$  % 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<sup>-1</sup>, comunicação pessoal), mesmo com o abatimento da

emissão de cinzas pelos precipitadores eletrostáticos 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	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.

Tabela 17.1: Níveis de Qualidade Ambiental por variável indicadora do ambiente terrestre (NQAT) em cada estação amostral, período julho/2013 a junho/2014.

Estações	Comunidades Vegetais	Riqueza de Anfíbios	Riqueza de Répteis	Riqueza de Aves	Atividade Pecuária	Qualidade do Ar
EA 1	5	4	2	4	5	3
EA 2	2	5	5	5	2	4
EA 3	4	1	2	1	3	4
EA 4	3	2	2	3	4	3
EA 5	4	5	1	3	2	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.

Tabela 17.2: Pesos atribuídos às variáveis do monitoramento do ambiente terrestre : (0 a 5) pelos cinco especialistas.

Variáveis	Pesos	% cont.
Riqueza das Comunidades Vegetais	2	14,81
Riqueza de Anfíbios	2	14,81
Riqueza de Répteis	1	7,42
Riqueza de Aves	1,5	11,11
Atividade Pecuária	3	22,22
Qualidade do Ar	4	29,63

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'águas, que interferem na presença e abundância de espécies, apresentando assim relação direta com as atividades da usina.

---

Aos répteis, por serem organismos que sofrem, principalmente, com a degradação do habitat foi atribuído o peso de 1 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 1,5. 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 3 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 4 atribuído a variável teores de metais para a Qualidade do Ar, 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, Pb e Cd são elementos não essenciais (Benavides et al., 2005; Sharma & Dubey, 2005), potencialmente tóxicos (Kabata-Pendias & Pendias, 1984), podendo Cd sofrer biomagnificação (Divan Junior et al., 2009) com conseqüências adversas para os níveis tróficos superiores e para o ser humano.

## 17.4. O Indicador Integrado 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.

Tabela 17.3 Compartimento e Estação Amostral e o produto do IQAT pela média do Peso atribuída pelos especialistas

Estações	Comunidades Vegetais	Riqueza de Anfíbios	Riqueza de Répteis	Riqueza de Aves	Atividade Pecuária	Qualidade do Ar	$\Sigma (NQAT*P)$
EA 1	10	8	2	6	15	12	53
EA 2	4	10	5	8	6	16	49
EA 3	8	2	2	2	9	16	39
EA 4	6	4	2	5	12	12	41
EA 5	8	10	1	5	6	16	46

Tabela 17.4 Valores resultantes dos cálculos para a determinação do IQAT, período julho 2014 a junho 2015

Estações Amostrais	$\Sigma (IQAT*p)$	$(\Sigma (IQAT*p))^2$	fc	$(\Sigma (IQAT*P))^2$ fc
EA1	53	2809	0,00949	26,7
EA2	49	2401	0,00949	22,8
EA3	39	1521	0,00949	14,4
EA4	41	1681	0,00949	16,0
EA5	46	2116	0,00949	20,1
		10528		100%

$$\text{Indicador Integrado de Qualidade} = \Sigma (\text{IQAT} * \text{P})^2 * f_c$$

Onde:

IQAT = indicador de qualidade de cada compartimento;





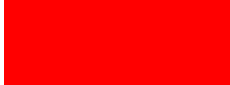
P = peso atribuído às variáveis indicadoras estudadas pelos especialistas;

$f_c$  = é o fator de correção em 100%;

A Indicador Integrado de Qualidade Ambiental foi atribuída de acordo com a ordenação obtida no Indicador da Tabela 17.3.

Com o intuito de facilitar a visualização do IQAT, estabelecemos uma relação de seu valor com uma classificação de nível de qualidade ambiental relativa entre as Estações Amostrais, conforme apresentado na Tabela 17.4. Nessa tabela a Qualidade Ambiental Relativa também está representada por cores.

Tabela 17.4. Relação do IQAT com a Qualidade Ambiental Relativa

Valor do Indicador	Qualidade Ambiental	
	Relativa	
>24,0	Superior	
21,5-24,0	Média Superior	
19,0-21,4	Média	
17,1-18,9	Média Inferior	
<17,0	Inferior	

A Tabela 17.5 apresenta a Indicação de Qualidade Ambiental Relativa do Ambiente Terrestre da região adjacente à Termoelétrica de Candiota, período julho/14 a junho/15.



Tabela 17.5 – Indicador Integrado de Qualidade do Ambiente Terrestre da região adjacente à Termoelétrica de Candiota, período julho/14 a junho/15.

Estação Amostral	IQAT	Qualidade Ambiental Relativa
EA 1	26,7	Superior
EA 2	22,8	Média Superior
EA 3	14,4	Inferior
EA 4	16,0	Inferior
EA 5	20,1	Média

A análise da Tabela 17.5 permite considerar que as cinco Estações Amostrais apresentam variações significativas de Qualidade Ambiental. Abrange todo o intervalo da Qualidade Ambiental Relativa, desde de Superior até Inferior.

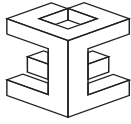
### **17.5 Comparação da Indicação de Qualidade Ambiental Relativa**

A seguir apresentamos a comparação da Indicação de Qualidade Ambiental Relativa do Ambiente Terrestre do monitoramento contemplado por este relatório (julho de 2014 a junho de 2015) com a Indicador de Qualidade constatada no monitoramento realizado nos dois períodos anteriores (julho de 2011 a junho de 2012, julho de 2012 a junho de 2013 e julho de 2013 a junho de 2014).

Estações Amostrais	Qualidade Ambiental Relativa			
	Julho 2011 a junho 2012	Julho 2012 a junho 2013	Julho 2013 a junho 2014	Julho 2014 a junho 2015
AE1	Green	Yellow	Green	Dark Green
AE2	Red	Red	Orange	Light Green
AE3	Yellow	Red	Orange	Red
AE4	Green	Green	Green	Red
AE5	Orange	Yellow	Yellow	Yellow

Observa-se em relação às Estações Amostrais que:

- A Estação de Referência, EA1, vem apresentando melhora crescente na posição de sua Qualidade Ambiental Relativa, tendo no último período do monitoramento atingido a posição Superior. Entretanto, para os compartimentos Qualidade do Ar (ocorrência ocasional de picos elevados, principalmente no teor de cádmio de *E. mollis*) e Riqueza de Répteis, sua avaliação apresenta qualidade em nível médio e médio inferior, respectivamente.
- A Estação EA2, vem apresentando melhora crescente na posição de sua Qualidade Ambiental Relativa, tendo no último período do monitoramento atingido a posição Média Superior. Essa posição só

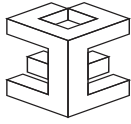


---

não é melhor, em função dos compartimentos Comunidades Vegetais e Atividade Pecuária, cujas avaliações apresentam qualidade em nível Média Inferior.

- A Estação EA3 veem apresentando pequenas oscilações na posição de sua Qualidade Ambiental Relativa. Nos 3 últimos períodos de monitoramento ficou classificada nos níveis Média Inferior a Inferior. Na amostragem de julho de 2013 teor de zinco na matéria seca de *E. mollis* igual a  $605 \text{ mg kg}^{-1}$ , valor que ultrapassa o limiar de toxicidade deste elemento em plantas.
- A Estação EA 5 veem mantendo sua posição de Qualidade Ambiental Relativa no nível de classe Média.
- A Estação EA4, vem sempre vinha mantendo-se na posição de Qualidade Ambiental Relativa Media Superior, apresentou significativo decréscimo, passando para a posição Inferior. Contribuiu para tanto de forma mais significativa a redução da riqueza de Anfíbios e Répteis.
- As Estações EA 3 e EA 5 vêm apresentando oscilações na posição de sua Qualidade Ambiental Relativa. A EA 3 apresentou Além disto, nos 3 últimos períodos de monitoramento a EA3 ficou classificada nos níveis Média Inferior a Inferior. Nos mesmos períodos, A EA 5 se manteve na posição Média.

No Mapa que se segue, temos a representação da Indicação da Qualidade Ambiental Relativa do Ambiente Terrestre para o período de julho de 2014 a junho de 2015.



## 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, 21<sup>th</sup> ed.

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

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

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

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.

## 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 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. 5, 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), 1019e1039.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

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

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

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

VEIGA, I. G.. 2003. *AVALIAÇÃO DA ORIGEM DOS HIDROCARBONETOS EM SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DE MANGUEZAIS DA REGIÃO NORTE DA BAIÁ DE TODOS OS SANTOS / BAHIA*. UENF ENEP MACAÉ - RJ - Dissertação de Mestrado Orientador: Jorge Alberto Trigüis, Ph.D. 224 P.

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

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. RUD\_EN AND S. O. HANSSON, 2006. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2006, 44, 33–42.
- EUROPEAN COMMISSION, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council - establishing a framework for the protection of soil and amending *Directive 2004/35/EC* COM(2006) 232 final; 2006/0086 (COD), Brussels, 2006.
- 2007-CANAVAN, R.W.; CAPPELLEN P.; VAN, J.J.G.; ZWOLSMAN ,G.A. VAN DEN BERG, C.P. SLOMP. 2007. Geochemistry of trace metals in a fresh water sediment: Field results and diagenetic modeling. *Science of the Total Environment* 381: 263–279
- LYNNE M. HINKEY & BAQAR R. ZAIDI. 2007. Differences in SEM–AVS and ERM–ERL predictions of sediment impacts from metals in two US Virgin Islands marinas. *Marine Pollution Bulletin* 54 (180–185).
- BONAI, N. C. 2007. *DISTRIBUIÇÃO DE METAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE ITÁ E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE *Eichhornia crassipes* NA REMEDIAÇÃO DE ÁGUAS CONTAMINADAS PELA ATIVIDADE AGRÍCOLA DE CRIAÇÃO DE SUÍNOS*. UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA REGIONAL DE CHAPECÓ Dissertação de Mestrado. Orientador: Prof. Dr. Jacir Dal Magro. 82 p.
- PAVEI, P. T. .2007. *CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTAMINADOS PELAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE CARVÃO CRICIÚMA*. UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE. Dissertação de Mestrado. Orientador: Prof. Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes. 109 p.
- QUEIROZ, A. F. DE S.; CELINO, J.J.; TRIGUIS, J. A.; SANTIAGO, J. S. 2007. COMPORTAMENTO GEOQUÍMICO DOS HIDROCARBONETOS NO

---

ECOSSISTEMA COSTEIRO: EXEMPLO DOS SEDIMENTOS DE MANGUEZAIS DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BAHIA. 4o PDPETRO, Campinas, São Paulo, 21-24 de Outubro de 2007. PG. 1 a 10.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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



---

### III - FITOPLÂNCTON, PERIFITON E ZOOPLÂNCTON

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

McCAFFERTYM, W.P. Aquatic Entomology. Jones and Bartlett Plubishers, 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.

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

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

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



---

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

#### IV- COMUNIDADE BENTÔNICA

<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>

[http://www.biodiversitas.org.br/f\\_ameaca/anexo1.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*. 21<sup>st</sup> Edition. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), and Water Environment Federation (WEF). 1368 p.

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

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 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](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, 2<sup>nd</sup> ed., 722p.

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

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.

## **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*.

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 botanica brasílica*, v. 6, n. 2:47-84.

---

## VII- AVIFAUNA

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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.

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

DUELLEMAN, 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](http://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, crocodilians 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.

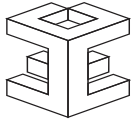
PILLAR, V. D. *MULTIV: aplicativo para análise multivariada e teste de hipóteses*. Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

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.



---

## 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 CHANEL, 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

---

## **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

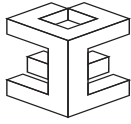
Oswaldo Stalhbam Machado

Rafaela Pestana Leques Tonial

Roberto Nascimento de Farias

Sônia Maria Madalosso

Volmar Garcez de Moraes



**Anexo:**

**Laudos Analíticos: LIquens**

**MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA  
USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI, CANDIOTA,  
RS**

**Relatório Final  
Período 2014-2015**

**Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011**

**Julho / 2015**



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

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

**Aos cuidados: Eng<sup>a</sup> 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 Programa de Monitoramento de Águas Subterrâneas na área da Usina Termelétrica Presidente Médici, Fases A, B e C, em Candiota, conforme contrato nº CGTEE/DTC/068/2011 e Aditivos, para o período de julho de 2014 a junho de 2015

Porto Alegre, 15 de julho de 2015.

---

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



## 1. Introdução

### 1.1 Objetivos e escopo

O presente relatório tem por objetivo apresentar todos os resultados obtidos nas quatro campanhas de amostragem das águas subterrâneas na área da Usina Termelétrica Presidente Médici, Candiota-RS, realizadas ao longo de um ano com intervalos trimestrais de coleta. O relatório apresenta os resultados e a interpretação com o diagnóstico das condições ambientais das águas subterrâneas em cada momento de coleta e como a qualidade química das mesmas variou ao longo do tempo.

As coletas de amostras de água subterrânea foram realizadas nas datas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Datas de coleta de amostras de água subterrânea.

<b>Coleta</b>	<b>1ª coleta</b>	<b>2ª coleta</b>	<b>3ª coleta</b>	<b>4ª coleta</b>
Data	29 e 30/07/2014	15 e 16/10/2014	01 e 02/02/2015	02 e 03/06/2015

A rede de monitoramento das águas subterrâneas contém 18 poços de monitoramento, sendo 11 (onze) localizados na área da Usina Fase B e Fase C (PM-1, PM-2, PM-3, PM-4, PM-6, PM-7, PM-8, PM-9, PM-





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

10, PM-11 e PM-12), 3 (três) na área do almoxarifado (PM-5, PM-13 e PM-14) e 4 (quatro) na área denominada Candiota 1 (PM-16, PM-17, PM-19 e PM-20). Os poços PM-06 e PM-07 se localizam fora da área de influência da usina sendo pontos brancos.

Cabe destacar que a rede de poços amostrados neste período de monitoramento (2014-2015) contém dois poços a menos que o período anterior (2013-2014), visto que os poços PM-15, na área do almoxarifado, e o poço PM-18, na área de Candiota I, foram destruídos por obras civis de terraplenagem realizadas nos respectivos locais. A falta destes dois poços não compromete a qualidade do monitoramento, pois os demais poços cobrem satisfatoriamente as áreas monitoradas e permitem a avaliação adequada das condições ambientais das águas subterrâneas do local.

A localização das três áreas e dos poços de monitoramento é mostrada na Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 4 e as coordenadas UTM de cada poço de monitoramento constam da Tabela 2.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

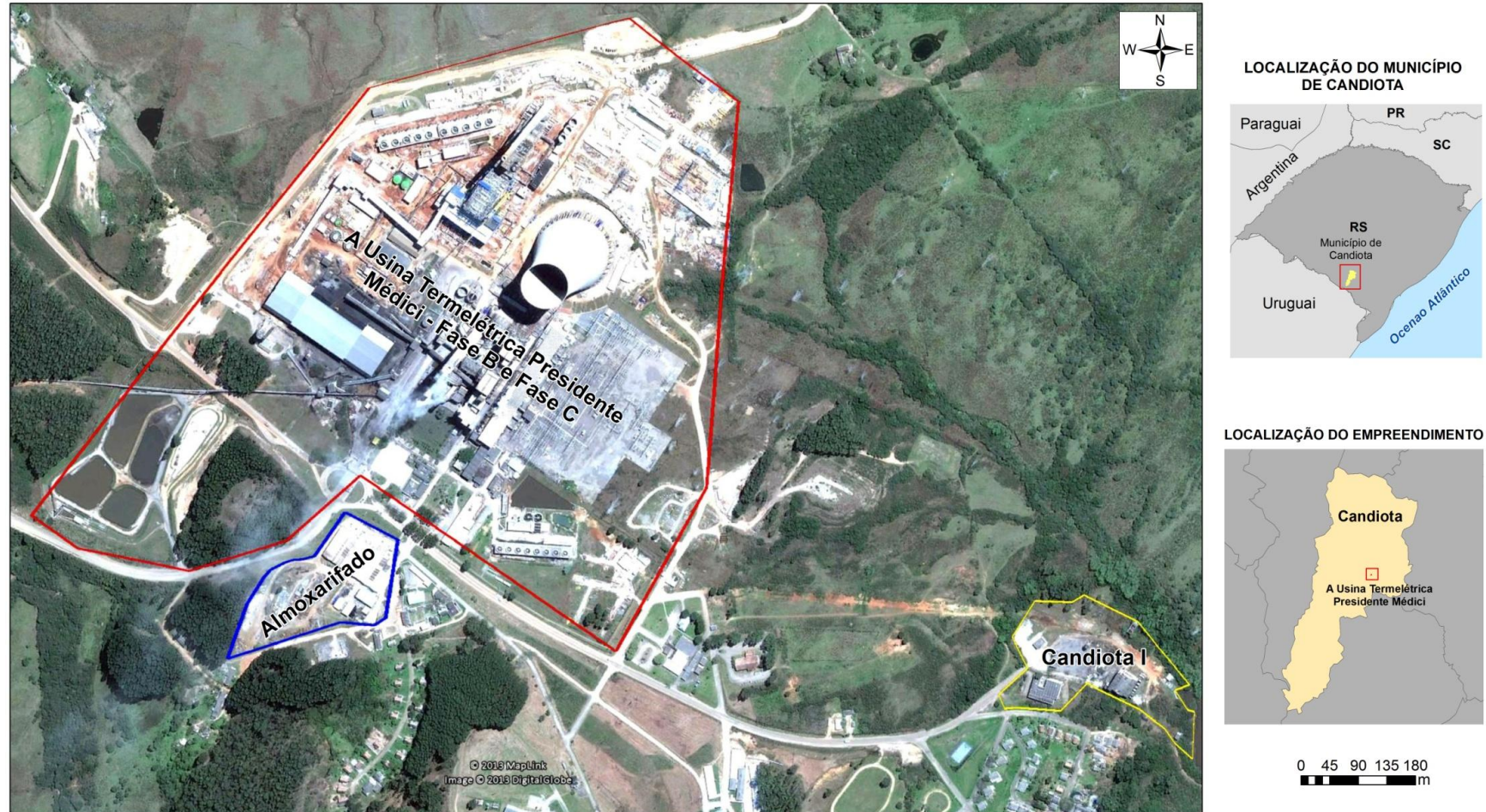


Figura 1. Localização das áreas monitoradas na Usina Termelétrica Presidente Médici: Área da Usina – Fase B e Fase C, Área do Almoxarifado e Área Candiota 1.





Figura 2. Localização dos poços de monitoramento na área da Usina – Fase B e Fase C.





Figura 3. Localização dos poços de monitoramento da área do Almoxarifado. O poço PM-15 foi destruído por obras de terraplanagem realizadas no local e excluído da rede de monitoramento.





Figura 4. Localização dos poços de monitoramento da área de Candiota 1. O poço PM-18 foi danificado por obras de terraplanagem realizadas no local e excluído da rede de monitoramento.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 2. Coordenadas UTM dos poços de monitoramento instalados que compõem a Rede de Monitoramento das Águas Subterrâneas da área da Usina Termelétrica Presidente Médici, Candiota-RS.

Área	Identificação do Poço	UTM-E (m)	UTM-N (m)
Usina: Fase B Fase C	PM-1	245.297	6.506.061
	PM-2	245.197	6.506.348
	PM-3	244.697	6.505.920
	PM-4	245.432	6.506.344
	PM-6	245.207	6.506.556
	PM-7	245.658	6.506.651
	PM-8	244.990	6.506.168
	PM-9	245.048	6.506.172
	PM-10	245.713	6.506.076
	PM-11	245.030	6.506.022
	PM-12	244.896	6.506.056
	Almoxarifado	PM-5	244.985
PM-13		245.200	6.505.727
PM-14		245.145	6.505.767
PM-15		Excluído	
Candiota I	PM-16	246370	6505641
	PM-17	246421	6505624
	PM-18	Excluído	
	PM-19	246200	6505759
	PM-20	246365	6505731

### 1.2 Condições dos poços amostrados

Dos 20 poços que compunham a rede de monitoramento das águas subterrâneas no período 2013/2014, dois foram inutilizados para a coleta de amostras por conta de obras civis realizadas nas suas imediações. O poço PM-15, localizado a jusante e ao sul do almoxarifado, foi destruído e aterrado por obras de terraplanagem, conforme mostrado na Figura 5. O poço PM-18, por outro lado, localizado na porção central da área de Candiota I, agora estacionamento, foi danificado na sua estrutura pela ação de máquinas que realizaram escavações e terraplanagem nas suas adjacências, as quais deslocaram lateralmente e desalinham os



tubos de revestimento e filtros, impedindo a introdução de qualquer amostrador (Figura 6).



Figura 5. Fotografia mostrando o local onde estava instalado o poço PM-15, agora soterrado por obra de terraplenagem.



Figura 6. Fotografia mostrando o poço PM-18 e a escavação executada na sua imediação que danificou a estrutura do mesmo. Note que o amostrador pode ser introduzido somente até o ponto onde o tubo apresenta deslocamento lateral, impedindo a coleta de amostras.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O estado de conservação e as condições de coleta nas quatro campanhas realizadas são resumidos na Tabela 3. Como se pode observar na referida tabela, alguns poços continham água com alta turbidez nas datas de amostragem, o que interferiu nos resultados químico-analíticos de alguns parâmetros, resultando em altas concentrações de alumínio, ferro e manganês totais, além de outros metais que ocorrem no solo natural.

Tabela 3. Condições gerais dos poços de monitoramento nas datas das quatro coletas.  
SR: sem restrição para coleta; AT: alta turbidez; FT: fraca turbidez.

Área	Identificação do Poço	Condição de preservação			
		1ª Coleta	2ª coleta	3ª coleta	4ª coleta
Usina: Fase B e Fase C	PM-1	SR	SR	SR	SR
	PM-2	SR	SR	SR	AT
	PM-3	SR	SR	SR	AT
	PM-4	SR	SR	SR	AT
	PM-6	SR	SR	SR	SR
	PM-7	SR	SR	SR	SR
	PM-8	SR	AT	SR	SR
	PM-9	AT	AT	AT	AT
	PM-10	SR	SR	SR	SR
	PM-11	SR	SR	SR	Seco
Almoxarifado	PM-12	AT	AT	AT	AT
	PM-5	SR	SR	SR	SR
	PM-13	SR	SR	SR	AT
	PM-14	SR	SR	SR	AT
	<b>PM-15</b>	<b>Excluído</b>			
Candiota I	PM-16	SR	AT	FT	FT
	PM-17	SR	SR	SR	AT
	<b>PM-18</b>	<b>Excluído</b>			
	PM-19	AT	SR	SR	SR
	PM-20	SR	SR	SR	SR





### 1.3 Parâmetros analisados

Os parâmetros analisados, as condições de preservação e os prazos de encaminhamento ao laboratório analítico das amostras coletadas constam da Tabela 4.

Tabela 4. Parâmetros analisados, preservação e prazo de encaminhamento ao laboratório das amostras de água subterrânea coletadas.

Parâmetro	Frasco	Preservação	Prazo de Entrega
DBO (mg/L)	Polietileno	Refrig. a 4 °C	<24h
DQO (mg/L)	P,V	Refrig. a 4 °C	<24h
Fenóis Totais (mg/L)	P,V	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. até pH < 2. Refrig. a 4°C	<24h
Fósforo Total (mg/L)	V	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. até pH < 2. Refrig. a 4°C	<24h
pH		Medir em campo	<24h
Condutividade (µS/cm)		Medir em campo	<24h
Cor (mg/L Pt-Co)		Refrig. a 4 °C	<24h
Turbidez (NTU)	P,V	Refrig. a 4°C e manter ao abrigo da luz	<24h
Óleos e Graxas (mg/L)	V	HCl 1+1 até pH≤2 Resfriamento a 4°C	<24h
Metais totais (mg/L) Al, Fe, Cu, Ar, Cd, Ni, Mn, Pb, Zn, Cr e Hg	P,V	HNO <sub>3</sub> conc. até pH< 2. Refrig. a 4°C	<24h
Coliformes Termotolerantes ( <i>E.Coli</i> )		Refrig.<10°C. Adicionar 0,3 mL para 120 mL de amostra de EDTA (372 mg/L).	<24h
Toxicidade crônica e Toxicidade aguda- C. <i>Dubia</i> (P/A)		2mL sol. K <sub>2</sub> CrO <sub>7</sub> a 20% em sol. HNO <sub>3</sub> 1:1. Refrig. a 4°C	<24h



## 2. Metodologia

A metodologia de trabalho é apresentada nos tópicos a seguir.

### 2.1. Coleta de amostras

Inicialmente foi verificado o estado de preservação dos poços e no dia anterior de cada coleta foi efetuado o esgotamento dos mesmos. O procedimento de amostragem foi realizado com uso de luvas descartáveis e de amostrador descartável tipo *bailer*. O volume de água coletada é da ordem de 6 litros por poço.

Cada amostra coletada foi armazenada em frascos de vidro e polietileno fornecidos pelo laboratório contendo os preservantes necessários para cada parâmetro a ser analisado. Os frascos foram acondicionados em caixas térmicas (uma para cada poço) e resfriados a 4°C. O tempo de coleta foi de aproximadamente 20 minutos por poço.

A Figura 7, Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14, e Figura 15 ilustram os procedimentos de esgotamento e coleta em alguns poços de monitoramento. É importante destacar que ocorreu chuva de intensidade média durante a realização da primeira coleta.



Figura 7. Esgotamento do poço PM-1 (a) e coleta no poço PM-7 (b), realizado na primeira campanha amostral, nos dias 29 e 30 de julho de 2014, com amostrador descartável tipo *beiler*.





Figura 8. Esgotamento do poço PM-3 (a) e coleta no poço PM-12 (b), realizados na segunda campanha amostral, nos dias 15 e 16 de outubro de 2014, com amostrador descartável tipo *beiler*.



Figura 9. Esgotamento do poço PM-5 (a) e coleta no poço PM-15 (b), realizados na terceira campanha amostral, nos dias 03 e 04 de fevereiro de 2015, com amostrador descartável tipo *beiler*.





Figura 10. Esgotamento e coleta do poço PM-17, realizados na quarta campanha amostral, nos dias 02 e 03 de junho de 2015, com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a forte turbidez na água do poço.



Figura 11. Esgotamento e coleta do poço PM-16, realizados na quarta campanha amostral, nos dias 02 e 03 de junho de 2015, com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a fraca turbidez na água do poço.





Figura 12. Esgotamento e coleta do poço PM-10, realizados na quarta campanha amostral, nos dias 02 e 03 de junho de 2015, com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a limpidez da água do poço.





Figura 13. Esgotamento e coleta do poço PM-09, realizados na quarta campanha amostral, nos dias 02 e 03 de junho de 2015, com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a significativa turbidez da água do poço.



Figura 14. Esgotamento e coleta do poço PM-13, realizados na quarta campanha amostral, nos dias 02 e 03 de junho de 2015, com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a significativa turbidez da água do poço.





Figura 15. Esgotamento e coleta do poço PM-02, realizados na quarta campanha amostral, nos dias 02 e 03 de junho de 2015, com amostrador descartável tipo *bailer*. Note-se a significativa turbidez da água do poço.



## 2.2. Laboratório de Análises e Métodos analíticos

As amostras coletadas foram encaminhadas para análises químicas, físicas e físico-químicas ao Laboratório Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental, localizado no município de Viamão-RS. Os métodos analíticos utilizados pelo referido laboratório são elencados na Tabela 5.

Tabela 5. Métodos analíticos para ensaios dos parâmetros avaliados neste monitoramento

PARÂMETRO	METODOLOGIA	REFERÊNCIA
Condutividade elétrica	Condutometria	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 2510 B
Coliformes termotolerantes ( <i>E. coli</i> )	Substrato enzimático	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 9223 B
Cor Aparente	Espectrofotometria	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 2120 C
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Método de Winkler	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 5210 B
Fenóis totais	Absorciometria com clorofórmio	EPA 9065
Fósforo Total	Absorciometria com redução do ácido ascórbico	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 4500 P E
Metais totais: As, Cd, Pb, Cr, Mn, Ni, Zn, Fe, Cu e Al	ICP-OES	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 3030/3120 B
Metais totais: Hg	CV-AA	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 3112B
Óleos e Graxas	Gravimetria -extração com soxhlet	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 5520B
pH	Método Potenciométrico- pHmetro	NBR 14339 / 1999 ou Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 4500 HB
Turbidez	Nefelometria	Standard Methods 22 <sup>nd</sup> 2130 B
Tox. crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio Ecotoxicológicos	NBR ABNT 13373/2011
Tox. aguda com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio Ecotoxicológicos	NBR ABNT 13373/2011



## **2.3. Análise e interpretação dos dados**

Os resultados das análises químicas foram analisados e interpretados com base na legislação vigente que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas (Resolução 396/2008 do CONAMA). Também foi avaliada a origem do ferro, manganês e alumínio que apresentaram concentrações significativas em amostras de alguns poços, no que se refere a fontes naturais ou antrópicas.

## **3. Resultados obtidos**

Os resultados analíticos dos ensaios realizados nas amostras de água subterrânea coletadas nas quatro campanhas amostrais são apresentados na Tabela 6. Nesta tabela constam, também, os valores de referência para consumo humano, dessedentação de animais e recreação estabelecidos pelo CONAMA através da Resolução nº 396/2008. Os laudos laboratoriais do ensaio toxicidade relativo a quarta coleta, que não constaram no Quarto Relatório Parcial, estão apresentados no Anexo II.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6. Resultados analíticos das amostras coletadas na 1ª, 2ª, 3ª e 4ª campanhas. CH: consumo humano; DA: dessedentação de animais; REC: recreação; NA: não analisado; ND: não detectado. Valores em rosa: impróprios para consumo humano; valores em amarelo: impróprios para consumo humano e dessedentação de animais.

Parâmetro	Unidade	PM 01				PM 02				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4º Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4º Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,05	ND	ND	ND	<0,05	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND	ND	ND	<0,01	<0,001	0,004	0,013	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	<0,01	0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	597	538	335	342	764	663	658	867	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	<5	<5	<5	<5	8	85	105	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	<2	<2	<2	<2	2	2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	<5	<5	<5	<5	8	9	15	12	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,1	<1,0	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	<0,003	<0,003	ND	ND	<0,003	---	---	---
Ferro Total	mg/L	ND	<0,05	ND	ND	0,38	6,19	28,34	48,97	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,04	0,04	0,09	0,1	<0,01	<0,01	0,01	0,12	---	---	---
Manganês Total	mg/L	0,27	0,26	0,21	<0,05	1,39	1,79	3,27	2,74	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	<0,0002	ND	<0,0002	ND	ND	<0,0002	<0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	ND	<0,01	ND	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	3,4	2	2,6	3,5	1,3	1,2	0,9	0,5	---	---	---
pH	--	6,3	5,6	5,7	6	6,2	6,4	6,1	6,4	---	---	---
Turbidez	NTU	<0,6	0,72	0,8	1	3,4	12,2	60	39,5	---	---	---
Zinco Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,05	ND	ND	ND	ND	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	ausente	NA	presente	ausente	presente	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	presente	ausente	ausente	NA	presente	presente	presente	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 03				PM 04				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	ND	ND	ND	0,06	ND	ND	<0,05	0,06	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND	ND	<0,001	<0,001	<0,001	ND	0,003	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	788	654	576	594	632	595	618	728	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	<5	<5	<5	<5	<5	14	16	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	323	10	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	<0,003	<0,003	ND	ND	ND	---	---	---
Ferro Total	mg/L	ND	<0,05	ND	ND	0,52	3,29	2,59	8,72	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,03	0,03	0,12	<0,01	0,11	0,02	0,08	---	---	---
Manganês Total	mg/L	<0,05	ND	ND	ND	1,42	2,01	2,87	3,66	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	<0,0002	ND	<0,0002	<0,0002	ND	ND	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	<0,01	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	2	2,8	1,9	2,5	2,1	2	1,8	1,3	---	---	---
pH	--	6,5	6,2	6,1	6,1	6,3	6,2	6,2	6,4	---	---	---
Turbidez	NTU	<0,6	<0,6	1,9	36,7	3,2	3	8,2	33,9	---	---	---
Zinco Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	presente	ausente	ausente	NA	NA	ausente	ausente	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	ausente	presente	ausente	NA	NA	ausente	ausente	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 05				PM 06				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	0,14	0,25	ND	0,08	2,07	2,05	0,1	0,1	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND	ND	ND	<0,001	ND	ND	ND	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	ND	ND	ND	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	<0,005	<0,005	<0,005	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	601	467	377	450	92	107	103,5	130,6	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	<5	<5	<5	40	43	56	13	---	---	---
Cromo Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	2	<2	3	<2	<2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	295	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	41	10	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	<0,003	<0,003	ND	ND	ND	---	---	---
Ferro Total	mg/L	ND	0,17	<0,05	ND	0,72	0,77	0,06	<0,05	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,05	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	---	---	---
Manganês Total	mg/L	1,59	1,22	<0,05	ND	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	ND	0,0003	<0,0002	ND	ND	<0,0002	<0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	0,02	<0,01	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	2,5	2,9	4,6	3,3	3,4	3,5	5,3	6,4	---	---	---
pH	--	5,6	5,5	5,7	6	5,8	5,5	5,2	5,6	---	---	---
Turbidez	NTU	<0,6	4,5	0,7	1,2	18	17	12,2	6,3	---	---	---
Zinco Total	mg/L	ND	<0,05	ND	<0,05	<0,05	ND	ND	<0,05	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	ausente	NA	ausente	ausente	ausente	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	presente	ausente	ausente	NA	presente	ausente	ausente	---	---	---





# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 07				PM 08				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,05	0,74	0,35	<0,05	0,09	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	<0,001	0,012	ND	ND	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	<0,005	ND	ND	<0,005	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	202	160	157	151,6	389	1276	263	288	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	<5	<5	<5	12	14	11	8	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	<2	<2	2	2	2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	<5	7	<5	<5	<5	10	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	<0,003	<0,003	ND	ND	<0,003	---	---	---
Ferro Total	mg/L	<0,05	<0,05	ND	ND	0,59	92,45	<0,05	0,09	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,03	0,08	0,09	---	---	---
Manganês Total	mg/L	<0,05	ND	0,06	<0,05	<0,05	20,14	<0,05	ND	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	<0,0002	0,0002	<0,0002	ND	ND	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	0,09	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	7,8	3,9	6,8	6,3	6,6	2	3,9	6	---	---	---
pH	--	5,7	5,9	6,1	6,7	6,1	5,7	6,1	6,4	---	---	---
Turbidez	NTU	<0,6	2,1	0,9	<0,6	34,4	124	9,5	17,8	---	---	---
Zinco Total	mg/L	<0,05	<0,005	ND	<0,05	<0,05	ND	ND	<0,05	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	ausente	NA	presente	ausente	ausente	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	presente	presente	ausente	NA	presente	presente	ausente	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 09				PM 10				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	1,98	2,48	0,74	0,39	2,11	14,79	0,1	0,47	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	0,002	ND	0,002	0,051	<0,001	ND	ND	<0,001	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	0,03	0,02	ND	ND	ND	ND	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	ND	ND	<0,005	ND	ND	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	1750	179	1370	2920	1086	794	485	500	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	35	<5	51	<5	<5	<5	6	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	<2	<2	5	2	<2	<2	2	---	---	---
DQO	mg/L O2	<5	<5	<5	25	<5	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	20	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	<0,003	<0,003	ND	ND	<0,003	---	---	---
Ferro Total	mg/L	1,5	2,19	0,06	195	ND	0,72	<0,05	0,86	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,02	0,15	<0,01	0,02	<0,01	0,09	0,07	---	---	---
Manganês Total	mg/L	8,58	<0,05	17,17	28,1	7,42	5,45	1,49	0,62	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	<0,0002	<0,0002	0,0002	ND	ND	<0,0002	<0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	0,14	ND	0,14	0,05	0,12	0,09	0,03	0,01	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	2,5	4,2	3,9	0,9	3,9	2,2	2,5	1,2	---	---	---
pH	--	6,2	6,3	4,6	5,6	6,1	6	6,2	6,3	---	---	---
Turbidez	NTU	10,2	98,2	4,2	19,4	19,2	27,9	7,1	3,2	---	---	---
Zinco Total	mg/L	<0,05	ND	<0,05	ND	<0,05	<0,05	ND	ND	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	presente	NA	ausente	ausente	ausente	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	ausente	ausente	presente	NA	presente	ausente	presente	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 11				PM 12				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	<0,05	0,11			0,16	ND	ND	<0,05	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND			ND	<0,01	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND			0,008	0,007	0,007	0,002	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND			ND	ND	<0,01	<0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	ND			ND	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	484	230			896	895	866	806	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	5	43			64	49	236	6	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND			ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	<2			<2	2	<2	4	---	---	---
DQO	mg/L O2	10	10			<5	9	11	11	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	52	10			<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND			<0,003	ND	ND	ND	---	---	---
Ferro Total	mg/L	3,89	1,23			41,19	54	54,92	4,95	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,03	0,13			0,01	0,15	0,01	0,03	---	---	---
Manganês Total	mg/L	0,93	0,31			5,47	4,99	5,46	3,49	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	<0,0002			ND	ND	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	<0,01			ND	ND	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10			<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	1,4	1			1,7	1,2	1	<0,5	---	---	---
pH	--	5,9	5,8			6,2	6,5	6,3	6,4	---	---	---
Turbidez	NTU	13,1	20,9			29,9	91,2	70,4	37,8	---	---	---
Zinco Total	mg/L	<0,05	<0,05			ND	ND	ND	ND	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente			NA	ausente	ausente	presente	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	presente			NA	presente	ausente	ausente	---	---	---

Poço seco

Poço seco



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 13				PM 14				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	2,41	0,13	ND	0,06	ND	ND	0,08	<0,05	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	<0,01	ND	ND	<0,01	ND	ND	<0,01	<0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	ND	ND	ND	<0,005	ND	<0,005	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	210	235	269	239	238	209	202	224	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	8	12	6	10	<5	<5	6	8	---	---	---
Cromo Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	<5	<5	<5	<5	6	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	31	275	<1,0	20	<1,0	<1,0	481	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	ND	<0,003	ND	ND	<0,003	---	---	---
Ferro Total	mg/L	1,92	0,1	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	<0,05	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,09	0,26	0,03	0,07	0,19	0,16	0,12	0,05	---	---	---
Manganês Total	mg/L	<0,05	ND	<0,05	ND	<0,05	ND	<0,05	ND	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	ND	<0,0002	0,0002	ND	ND	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	5,2	4,2	1,4	4	2,6	2,9	3,3	5,5	---	---	---
pH	--	6	7,1	6,3	6,2	6,4	5,6	5,5	5,8	---	---	---
Turbidez	NTU	21	15,5	9,2	85,2	4,5	17	33,5	42,8	---	---	---
Zinco Total	mg/L	<0,05	ND	ND	<0,05	<0,05	ND	ND	<0,05	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	ausente	NA	ausente	ausente	ausente	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	ausente	ausente	presente	NA	presente	ausente	presente	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 16				PM 17				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	ND	0,29	<0,05	0,07	0,23	0,17	ND	<0,05	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND	<0,001	<0,001	<0,001	ND	ND	ND	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	ND	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	ND	0,01	ND	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	473	384	421	481	179	176	148,8	181,7	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	5	14	9	8	6	19	74	30	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	3	<2	<2	<2	2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	7	10	6	<5	<5	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	10	<1,0	<1,0	31	1296	512	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	ND	<0,003	ND	ND	ND	---	---	---
Ferro Total	mg/L	<0,05	0,31	<0,05	<0,05	4,81	0,14	<0,05	ND	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,02	0,18	0,19	0,12	<0,01	0,02	0,04	0,11	---	---	---
Manganês Total	mg/L	<0,05	ND	<0,05	<0,05	0,17	<0,05	0,12	<0,05	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	ND	<0,0002	0,0002	ND	ND	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	<0,01	ND	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	2,4	2,3	1,7	2,1	2,1	3	4,8	2	---	---	---
pH	--	6,3	5,8	5,5	5,8	6,8	5,4	5,5	5,7	---	---	---
Turbidez	NTU	13,4	38,5	22,7	16,7	7,1	6,8	88,2	66,1	---	---	---
Zinco Total	mg/L	<0,05	ND	ND	<0,05	<0,05	ND	ND	<0,05	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	ausente	NA	ausente	ausente	ausente	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	ausente	ausente	presente	NA	ausente	ausente	presente	---	---	---



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 6. Continuação.

Parâmetro	Unidade	PM 19				PM 20				Res. 396/2008 CONAMA		
		1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	1ª coleta	2ª Coleta	3ª coleta	4ª Coleta	CH	DA	REC
Alumínio Total	mg/L	0,31	ND	0,13	<0,05	<0,05	2,5	ND	<0,05	0,2	5	0,2
Arsênio Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio Total	mg/L	<0,001	ND	ND	0,001	ND	ND	ND	<0,001	0,005	0,05	0,005
Chumbo Total	mg/L	<0,01	<0,01	ND	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,005	ND	<0,005	ND	<0,005	<0,005	ND	ND	2	0,5	2
Condutividade	µS/cm	990	372	793	1044	427	240	375	486	---	---	---
Cor Real	mg/L Pt-Co	<5	<5	72	<5	<5	56	13	<5	---	---	---
Cromo Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
DBO5	mg/L O2	2	2	<2	3	2	2	<2	3	---	---	---
DQO	mg/L O2	9	<5	5	<5	<5	<5	<5	<5	---	---	---
Escherichia Coli (NPM)	NMP/100mL	<1,0	52	41	<1,0	20	<1,0	31	<1,0	---	---	---
Fenóis Totais	mg/L	<0,003	ND	ND	ND	<0,003	ND	ND	<0,003	---	---	---
Ferro Total	mg/L	0,93	0,45	0,35	1,41	0,16	1,89	0,34	1,19	0,3	-	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,09	0,06	0,16	<0,01	0,03	0,05	0,25	---	---	---
Manganês Total	mg/L	3,77	0,06	1,6	6,95	<0,05	<0,05	ND	<0,05	0,1	0,05	0,1
Mercúrio Total	mg/L	ND	ND	<0,0002	0,0002	ND	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel Total	mg/L	0,02	ND	ND	0,01	<0,01	ND	ND	ND	0,02	1	0,02
Óleos e Graxas	mg/L OG	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	---	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	3,6	3,2	1,4	2,5	1,7	4,9	3,3	3,6	---	---	---
pH	--	6,4	6	6,3	6,3	5,9	6,5	6,1	6,3	---	---	---
Turbidez	NTU	8	4,3	42,2	20,4	9,8	21,9	9,8	3,6	---	---	---
Zinco Total	mg/L	ND	ND	ND	ND	<0,05	ND	0,16	<0,05	5	24	5
Toxicidade aguda		NA	ausente	ausente	presente	NA	ausente	ausente	ausente	---	---	---
Toxicidade crônica		NA	presente	ausente	presente	NA	ausente	ausente	ausente	---	---	---



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Os resultados obtidos mostram pouca variação na qualidade da água nas quatro campanhas amostrais durante o período monitorado. Exceções residem no poço PM-08, que apresentou um crescimento significativo em ferro e manganês na segunda coleta, no poço PM-09, com concentrações de ferro, manganês, cádmio e condutividade elétrica mais elevados na quarta coleta e no poço PM-10, com alumínio mais alto na segunda coleta. Os valores variam aleatoriamente no Alumínio, Ferro e Manganês, com aumento, redução ou mantendo valores similares em diferentes poços. Na Figura 16, Figura 17 e Figura 18 é ilustrado o comportamento temporal destes três metais nos poços que registraram sua ocorrência nas análises químicas. Para os demais parâmetros, as concentrações são baixas, sendo na ampla maioria dos casos menores que o limite de quantificação do método analítico utilizado

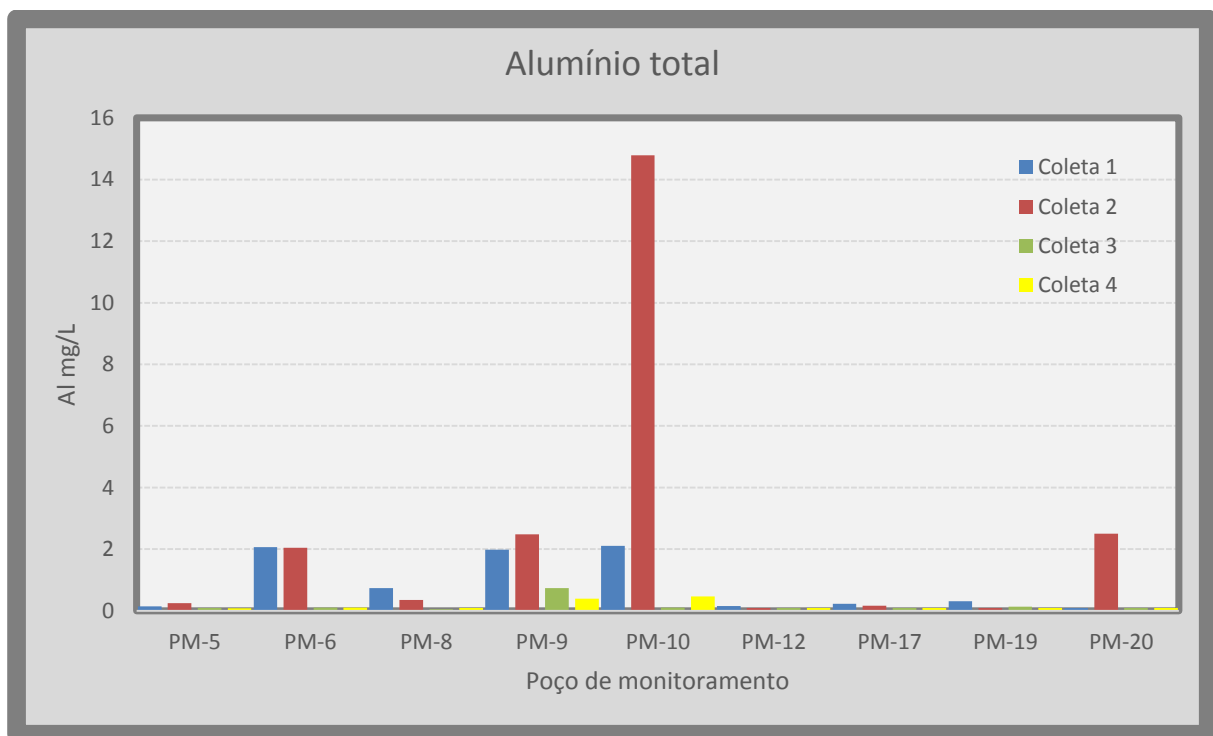


Figura 16. Diagrama de colunas mostrando a evolução do conteúdo de alumínio total nos poços de monitoramento que apresentaram este metal em pelo menos uma das quatro coletas realizadas. Note a variação aleatória ao longo do tempo e o valor elevado na segunda coleta do poço PM-10.

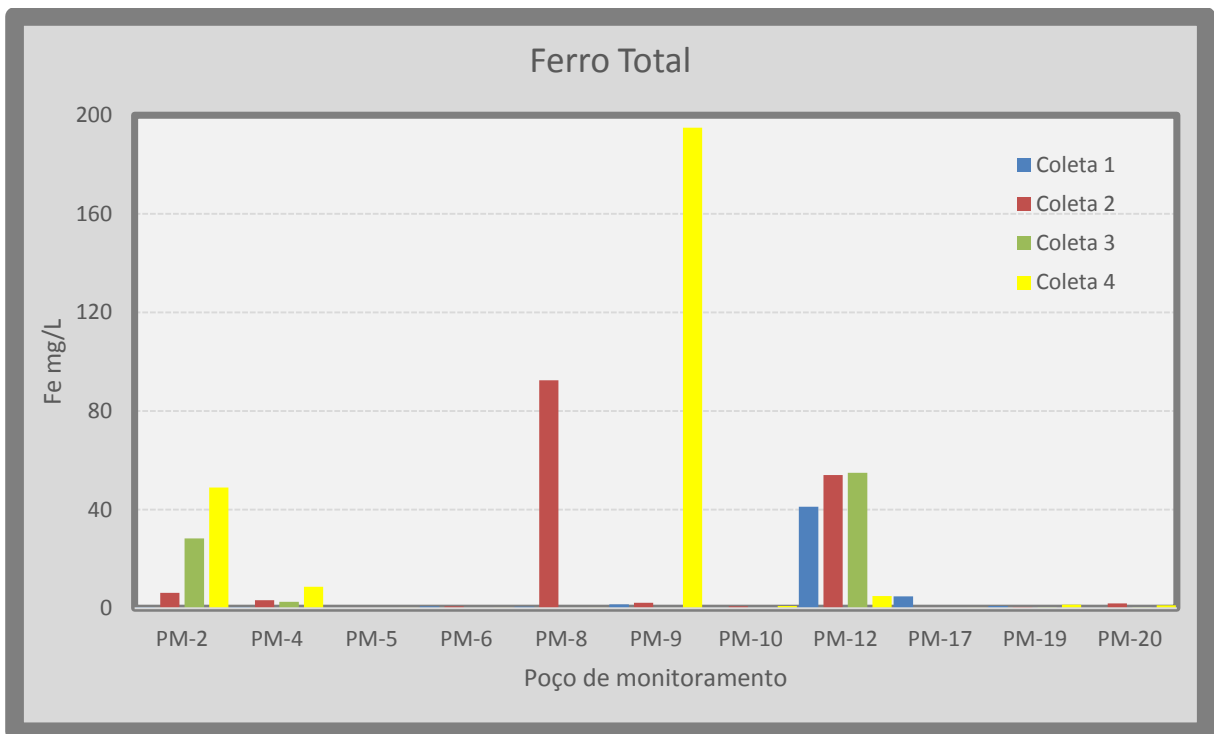


Figura 17. Diagrama de colunas mostrando a evolução do conteúdo de ferro total nos poços de monitoramento que apresentaram este metal em pelo menos uma das quatro coletas realizadas. Note a variação aleatória ao longo do tempo e os valores elevados na segunda coleta do PM-8 e na quarta coleta do PM-9.

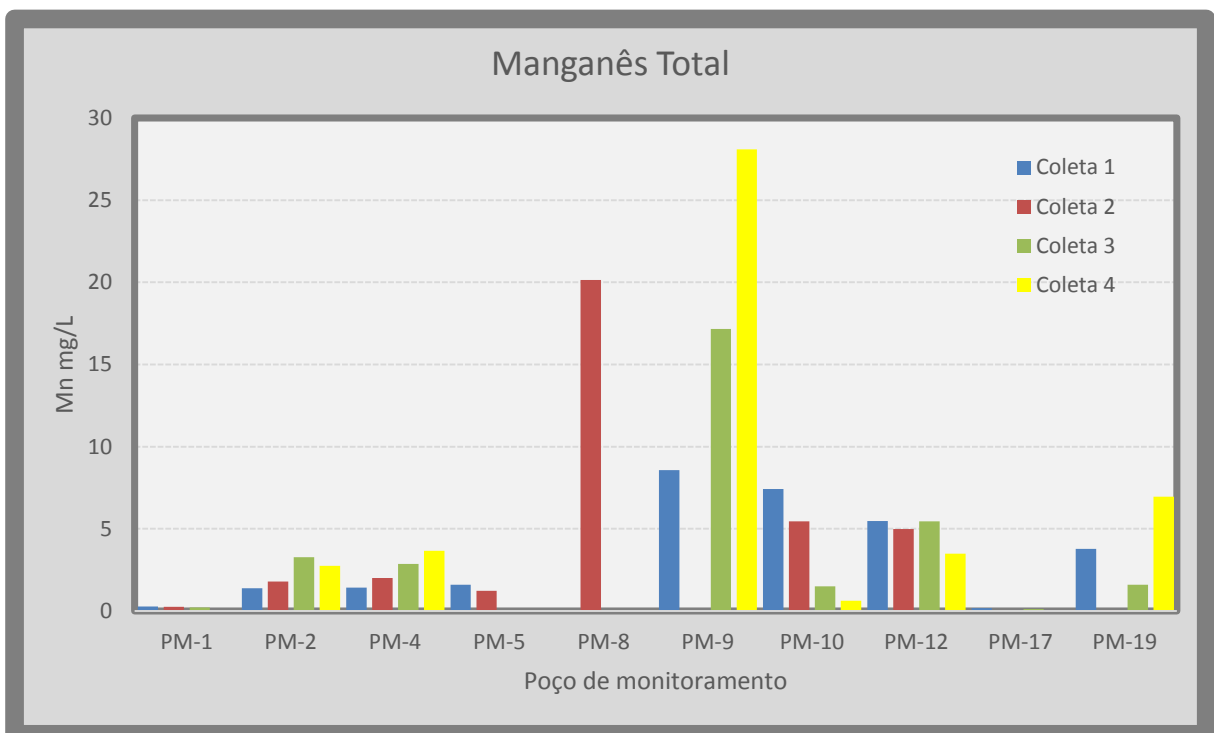


Figura 18. Diagrama de colunas mostrando a evolução do conteúdo de manganês total nos poços de monitoramento que apresentaram este metal em pelo menos uma das quatro coletas realizadas. Note a variação aleatória ao longo do tempo.





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

A concentração de alumínio total excede o limite para consumo humano estabelecido pela Resolução 396/2008 do CONAMA, em pelo uma das coletas nos poços PM-05, PM-06, PM-08, PM-09, PM-10, PM-13, PM-16, PM-17, PM-19 e PM-20. Somente o poço PM-10 extrapolou o limite para dessedentação de animais na segunda coleta. Merecem destaque o fato de que o poço PM-6 está fora da área de influência da usina (poço branco) e o alumínio dissolvido não registrou concentrações impróprias para consumo humano em nenhuma amostra. A análise de metais dissolvidos foi realizada em amostras da segunda coleta do período 2013-2014 (Tabela 7).

O ferro e manganês totais aparecem em níveis acima do limite para consumo humano, em pelo menos uma coleta, em aproximadamente 60% dos poços monitorados. Na análise de metais dissolvidos o Ferro aparece somente no poço PM-09, enquanto o Manganês apresenta resultados similares com aqueles das análises de metais totais.

### **3.1. A ocorrência de concentrações elevadas de Ferro, Alumínio e Manganês totais.**

#### **Alumínio**

O alumínio é o segundo elemento mais abundante nos solos, com teores da ordem de 7 a 10% em massa (Sposito, 1989), e sua ocorrência se dá basicamente sob forma de argilo-minerais, principalmente a caulinita ( $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ ), e gibbsita ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ). A caulinita e a gibbsita são minerais constituintes dos solos que ocorrem na fração argila, sob a forma de microcristais com dimensões individuais menores que 4  $\mu\text{m}$ . Por conta destas reduzidas dimensões cristalinas, as duas fases minerais são facilmente incorporadas na fração suspensa das águas e sua decantação requer longos períodos de tempo. Ademais, tanto a caulinita



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

quanto a gibbsita são minerais que têm solubilidade apenas em ambientes de pH ácido ( $\text{pH} < 4,0$ ) e são praticamente insolúveis nas condições de pH registrado em todas amostras coletadas, com valores entre 5,3 e 7,5. Assim, os ensaios de metais totais em amostras de água subterrânea com alguma turbidez tendem a apresentar concentrações significativas de alumínio. A filtragem da amostra de água pode eliminar parcialmente as fases minerais aluminosas e nos ensaios de alumínio dissolvido tendem a reduzir a concentração deste metal a valores insignificantes.

As concentrações de alumínio dissolvido, determinadas na segunda coleta do período 2013/2014, ocorrem em níveis não detectáveis (ND) em todas as mostras, com exceção do poço PM-02, indicando que este metal está nas partículas sólidas suspensas e não na forma dissolvida (Tabela 7). Esta constatação permite inferir uma origem natural para este metal e afastar a possibilidade de contaminação pelas atividades da usina.

Tabela 7. Dados de análises químicas de Metais Dissolvidos nas amostras coletadas na segunda campanha do período 2013/2014.

Metal		Al (mg/L)	Cd (mg/L)	Pb (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Ni (mg/L)
PM-2	total	0,15	0,006	<0,01	27,1	10,6	<0,01
	dissolvido	ND	ND	ND	ND	8.60	<0.01
PM-4	total	<0,05	ND	ND	0,68	25,9	0,01
	dissolvido	ND	ND	ND	ND	4.70	<0.01
PM-9	total	1,36	0,011	<0,01	90,4	25,9	0,07
	dissolvido	1.10	0.001	ND	4.62	20.88	0.04
PM-10	total	ND	0,017	ND	1,78	7,11	ND
	dissolvido	ND	ND	ND	ND	6.56	0.08
PM-11	total	0,2	ND	0,02	48	4,88	ND
	dissolvido	ND	ND	ND	ND	4.43	ND
PM-12	total	0,13	ND	<0,01	78,6	8,91	ND
	dissolvido	ND	ND	ND	ND	8.17	ND
PM-17	total	0,16	ND	ND	0,44	0,17	ND
	dissolvido	<0.05	ND	ND	<0.05	<0.05	ND
PM-18	total	ND	0,003	ND	12,1	12,2	0,02
	dissolvido	ND	ND	ND	ND	11.11	0.02
PM-19	total	0,17	ND	<0,01	0,27	0,06	ND
	dissolvido	ND	ND	ND	ND	8.74	0.02



PM-20	total	0,67	ND	<0,01	0,21	<0,05	<0,04
	dissolvido	ND	ND	ND	ND	0.40	ND

## Ferro

O ferro corresponde ao terceiro elemento mais abundante dos solos, com teor médio da ordem de 3% (Sposito, 1989), e sua presença é registrada basicamente sob a forma de óxidos e hidróxidos (hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), goetita ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ) e limonita ( $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )), além de gel amorfo de ferro e alumínio. Tanto as fases cristalinas quanto a amorfa possuem dimensões na faixa granulométrica da argila ( $<0,4 \mu\text{m}$ ), o que confere a elas forte tendência de incorporação na fração suspensa das águas e necessidade de longos períodos de tempo para decantação.

Da mesma forma que a caulinita e gibbsita, os óxidos e hidróxidos de ferro são praticamente insolúveis em águas com pH próximo do neutro, o que restringe muito a ocorrência deste metal na forma dissolvida. A ocorrência de ferro dissolvido na água se dá na forma do íon ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), cuja estabilidade é verificada em pH menor que 4,0 (Krauskopf, 1972; Brookins, 1988). Dado que o pH medido nas amostras de água subterrânea varia entre 5,3 e 7,5, as altas concentrações de ferro registradas devem ser decorrentes da presença de sólidos suspensos.

A influência determinante da fração suspensa no conteúdo de ferro das águas subterrâneas é corroborada pelas concentrações menores que o limite de quantificação ( $<0,05\text{mg/L}$ ) ou o limite de detecção (ND) registradas em todas as análises de ferro dissolvido realizadas na segunda coleta, com exceção do poço PM-09 (Tabela 7).

As propriedades termodinâmicas das fases minerais de ferro, marcadas pela baixíssima solubilidade em ambientes supergênicos com pH maior que 4,0, e os dados químico-analíticos de ferro dissolvido permitem concluir que este metal registrado nas águas subterrâneas ocorre,



essencialmente, na fração suspensa a partir do ambiente natural, sendo muito pouco provável que decorra de contaminação pelas atividades da usina.

### **Manganês**

O manganês é um metal relativamente abundante nos solos, onde aparece com concentrações da ordem de 600 a 1000 mg/kg (Sposito, 1989). Aparece formando minerais, na sua maioria óxidos, sendo os mais comuns a pirolusita ( $\text{MnO}_2$ ), a manganita ( $\text{MnO}(\text{OH})$ ) e a birsenita ( $(\text{Na}_{0.3}\text{Ca}_{0.1}\text{K}_{0.1})(\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{3+})_2\text{O}_4 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ ), este último um dos mais abundantes no Estado Gaúcho (Carvalho Filho *et al.*, 2011). Também pode ocorrer como cátion trocável adsorvido nos argilo-minerais e na matéria orgânica.

Os minerais de manganês, bem como a matéria orgânica, constituem partículas extremamente finas, com dimensões ligeiramente acima de coloide, que tendem a ser incorporadas e permanecer na fração suspensa das águas. Estas características granulométricas das fases minerais de manganês e da matéria orgânica onde o metal pode estar como cátion trocável, tornam pouco eficientes os processos de filtragem da água, de tal forma que as concentrações medidas de manganês total e dissolvido tendem a ser similares, como observado nas análises de amostras da segunda coleta apresentadas na Tabela 7.

O manganês possui comportamento geoquímico similar ao ferro, de modo que nos ambientes naturais não impactados por processos antrópicos ambos exibem, geralmente, correlações positivas nas suas concentrações. Em caso de áreas impactadas, a correlação tende a não ocorrer, dado que as fontes de contaminação não são as mesmas para os dois metais. A correlação positiva é registrada nas águas subterrâneas da

área da usina, conforme mostra o diagrama de variação binário da Figura 19.

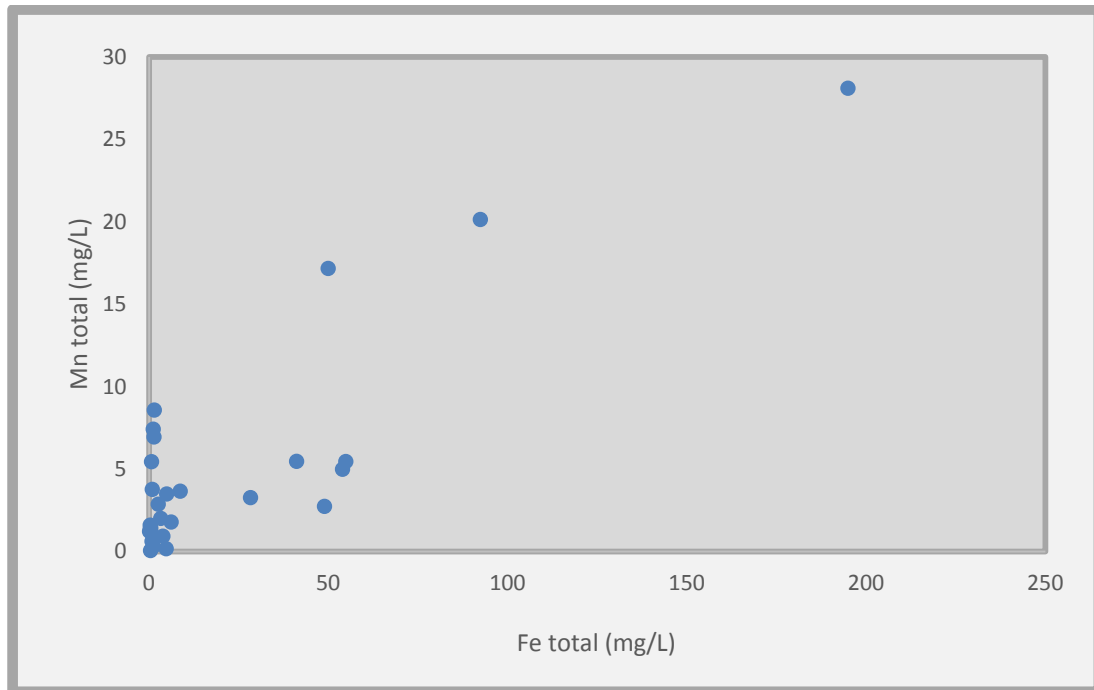


Figura 19. Diagrama de variação mostrando um *trend* com correlação positiva das concentrações de ferro e manganês totais registradas nas amostras de água subterrânea de todas as coletas realizadas.

Outro aspecto relevante diz respeito à baixíssima solubilidade de minerais de manganês (óxidos e hidróxidos) em água com pH maior que 4,0 como registrado em todas as amostras analisadas. Nestas condições ambientais, as concentrações de manganês dissolvido normalmente estão abaixo de 0,5 mg/L (Willians 1998), o que é inferior aos números determinados nos ensaios laboratoriais.

Assim, a ocorrência de manganês nos sólidos suspensos é muito mais provável do que na forma dissolvida e com isso sua origem deve estar relacionada ao ambiente natural.

Os resultados da quarta coleta mostram concentrações de ferro e manganês no poço PM-09 muito mais altas do que o esperado para a turbidez registrada. Ademais, nesta coleta o cádmio registra concentração



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

acima dos valores observados nas coletas anteriores e a condutividade elétrica é elevada, alcançando 2920  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , o que resulta da presença de altas concentrações de íons dissolvidos. Cabe destacar que a condutividade elétrica apresentou valores altos em todas as coletas, tendo se agravado na última.

As características hidroquímicas observadas na quarta coleta de amostras do poço PM-09 apontam a ocorrência de contaminação das águas subterrâneas neste ponto, causada, provavelmente, pelo carvão mineral depositado no pátio adjacente, em parte exposto às chuvas, que serve para alimentar as caldeiras da usina. É importante destacar, contudo, que o poço PM-08 localizado a jusante não apresentou indícios de contaminação ao longo do período monitorado, com exceção da segunda coleta, quando a condutividade elétrica registrou 1276  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A observação de indícios de contaminação somente no poço PM-09 indica que a mesma está restrita a distâncias muito próximas do pátio de carvão, que constitui a fonte dos metais, sofrendo intenso retardo e disseminação muito lenta. Na segunda coleta, também foram detectadas altas concentrações de ferro e manganês totais na água, as quais são interpretadas como decorrentes da presença expressiva de fração sólida suspensa indicada pelo elevado valor de turbidez.

Para os demais parâmetros químicos analisados, não ocorrem restrições de qualidade para dessedentação animal e foram registradas restrições para consumo humano no Cádmio (PM-02, PM-08, PM-09 e PM-12), Chumbo (PM-09) e Níquel (PM-08, PM-09 e PM-10).

Para verificar o sinergismo dos elementos presentes nas amostras coletadas nos poços, foram realizadas avaliações de toxicidade aguda e crônica utilizando como bioindicador a *Ceriodaphnia dubia*

A ocorrência de toxicidade aguda indica maior severidade dos efeitos causados no bioindicador. Da mesma forma, a ocorrência exclusivamente de toxicidade crônica indica situação menos severa.



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

No que se refere à toxicidade das amostras coletadas, os ensaios realizados nas amostras coletadas nas quatro campanhas apontaram a presença de toxicidade aguda em quatro poços e toxicidade crônica em 13 poços. É importante destacar que não há indícios de que a presença de toxicidade aguda e crônica tenha correlação com alumínio, ferro e manganês. De modo geral, poços que registram toxicidade presente exibem altos valores de condutividade elétrica na água.

### **4. Conclusões e recomendações**

Os resultados dos ensaios realizados nas amostras de água subterrânea coletadas no período de monitoramento (julho de 2014 a junho de 2015) permitem concluir o que segue.

- Dois poços de monitoramento foram destruídos por obras civis, sendo um na área do almoxarifado (PM-15) e outro na área de Candiota I (PM-18). O poço PM-15 foi soterrado e o PM-18 danificado de forma que não permite a coleta de amostras.
- O poço PM-18, agora situado no local de estacionamento, deve ser tamponado para evitar a contaminação por infiltração de águas superficial através do mesmo.
- Os parâmetros químicos e físico-químicos investigados não apresentam indícios de contaminação nas águas subterrâneas, com exceção do poço PM-09.
- O poço PM-09 apresenta indícios de contaminação, principalmente na quarta coleta de amostras, pelo alto conteúdo de ferro e manganês totais, valor elevado da condutividade elétrica e



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

concentrações de Cd, Pb e Ni acima dos limites toleráveis para o consumo humano.

- A contaminação observada no poço PM-09 tem provável origem no pátio de carvão e está restrita a poucos metros deste local.
- Não há indícios de contaminação nos demais poços de monitoramento investigados, inclusive no PM-08 que fica a jusante do PM-09.
- As concentrações dos parâmetros analisados não mostraram variações significativas durante o período de monitoramento, com exceção dos poços PM-08 e PM-09.
- O alumínio total apresentou concentrações maiores que o limite estabelecido para consumo humano em 10 poços tubulares em pelo uma coleta, dentre os quais o PM-06 que é um poço branco. Somente o poço PM-10 registrou restrição no conteúdo de Alumínio para dessedentação animal na segunda coleta.
- O alumínio possui baixíssima solubilidade em águas subterrâneas de baixa acidez e apresenta concentrações maiores nas amostras de água com turbidez mais elevada, o que permite inferir que este metal está contido na fração sólida suspensa e tem origem no ambiente natural.
- Ferro e o manganês total registram concentrações restritivas para consumo humano e recreação em 60% dos poços em pelo menos uma coleta. Com exceção do poço PM-09, que apresenta fortes indícios de contaminação na quarta coleta, nos demais poços estes metais estão, provavelmente, associados à fração sólida suspensa.
- O ferro e o manganês apresentam altas concentrações nas amostras de água com turbidez mais elevada, o que, somado à solubilidade





## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

muito baixa em águas com pH acima de 4,0 e dimensões submicroscópicas dos minerais de ferro e manganês, permite inferir que estes metais têm origem natural e estão contidos na fração sólida suspensa.

- O níquel total registra conteúdo restritivo para consumo humano em pelo uma coleta nos poços PM-08, PM-09 e PM-10, não sendo impróprio para outros usos.
- O cádmio total registra conteúdo restritivo para consumo humano em pelo menos uma coleta nos poços PM-02, PM-08, PM-09 e PM-12, não sendo impróprio para outros usos. O poço PM-09 apresentou na quarta coleta a maior concentração registrada durante o monitoramento (0,051 mg/L), o que representa indícios de contaminação. Nos demais poços as concentrações são baixas e o metal deve estar associado à fração sólida suspensa.
- O chumbo total apresentou conteúdo restritivo para consumo humano apenas no poço PM-09, na terceira e quarta coletas.
- O Níquel apresentou conteúdo acima do limite para consumo humano apenas nos poços PM-08, PM-09 e PM-10, não sendo restritivo para outros usos.
- Os demais parâmetros registram concentrações que não apresentam nenhuma restrição de uso.
- Devido aos conteúdos de alumínio, ferro e manganês registradas em mais da metade dos poços, bem como do níquel, cádmio e chumbo em poucos poços, **a água subterrânea do aquífero freático da área da usina não pode ser utilizada para fins de abastecimento humano.**



## FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- Dado que o alumínio, o ferro e o manganês registrados nas amostras de água subterrânea têm provável origem natural em todos os poços, com exceção do PM-09, não se fazem necessárias ações de remediação do aquífero para estes metais.
- Os indícios de contaminação das águas subterrâneas com ferro, manganês, cádmio e chumbo totais, bem como do elevado valor da condutividade elétrica, no poço PM-09 apontam para a necessidade de monitoramento e caso a situação persista deverão ser tomadas medidas protetivas junto ao pátio de carvão.

### 5. Equipe técnica

Os estudos de monitoramento das águas subterrâneas, nesta campanha de amostragem, foram executados pela equipe que conta com os seguintes componentes:

Prof<sup>a</sup> Catarina da Silva Pedroso<sup>1</sup> - Coordenadora do Projeto

Prof. Antonio Pedro Viero<sup>2</sup> – Responsável técnico

Natália Zangiolyo Vianna<sup>3</sup>

<sup>1</sup>: Centro de Ecologia da UFRGS

<sup>2</sup>: Instituto de Geociências da UFRGS.

<sup>3</sup>: Estudante de Geologia da UFRGS.

Dr. Antonio Pedro Viero



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

CREA: RS068957



## 6. Referências bibliográficas

- ABNT, 1987. NBR 9898/87. Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores.
- ABNT, 1999. NBR 14339, Água - Determinação de pH - Método Eletrométrico.
- ABNT, 1999. NBR 14340, Água - Determinação da condutividade e da resistividade elétrica.
- ABNT, 2005. NBR 13373, Toxicidade crônica - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera).
- ABNT, 2007. NBR 15.495-1/2007. Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados Parte 1: Projeto e construção.
- ABNT, 2008. NBR 15495-2:2008 Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares. Parte 2: Desenvolvimento
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. Washington, 2005, 21<sup>th</sup> ed.
- CETESB, 2011. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 396, DE 03 DE ABRIL DE 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
- WILLIAMSON, M.A. (1998). Iron. *Encyclopedia of Earth Science*, p. 348-353.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

## **ANEXO I**

### **ART**

**Anexada ao Relatório Inicial, de Agosto de 2014**



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

## **ANEXO II**

# **LAUDOS ENSAIOS LABORATORIAIS**

**Simone Socal**

*Smg*  
CGTEE/DTA

**De:** "Leandro Duarte" <leandro.duarte@ufrgs.br>  
**Data:** quarta-feira, 20 de maio de 2015 16:03  
**Para:** "Simone Socal" <simones@cgtee.gov.br>  
**Cc:** "Manuel Zurita" <mzurita@terra.com.br>; <joseh@cgtee.gov.br>  
**Assunto:** Re: Ofícios Reunião IBAMA e Prorrogação Contrato  
Prezada Simone

venho por meio desta expressar a concordância do Centro de Ecologia em relação termo aditivo para prorrogação do contrato,

Abraço,

---

**Leandro Duarte**  
Associate Professor (Professor Adjunto 3)  
Departamento de Ecologia  
Diretor do Centro de Ecologia/IB  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Address: Av. Bento Gonçalves 9500, CP 15007, Porto Alegre 91501-970  
Rio Grande do Sul, Brazil  
Phone: +555133087764/33086937  
Fax: +555133087626

**Phylogenetic and Functional Ecology Lab**  
Home page: <http://www.ufrgs.br/leff>

---

Em 20/05/2015, à(s) 15:23, Simone Socal <[simones@cgtee.gov.br](mailto:simones@cgtee.gov.br)> escreveu:

Prezado Prof Leandro da Silva Duarte,

agradecemos e confirmamos o recebimento do Ofício, em anexo.

A fim de prosseguir com os encaminhamentos da prorrogação, e, devido ao pouco tempo para que nos trâmites internos seja avaliado o reajuste de preço, sugerimos que para o 5º TA seja, somente, uma prorrogação no prazo de vigência contando com uma cláusula de reajuste de preço, a ser tratado em um próximo Termo Aditivo.

Sugiro, também, que este indexador seja o IPCA.

Aguardamos a concordância do Centro de Ecologia, que pode ser efetuada no corpo deste email.

Obrigada e um abraço

Simone Socal

Departamento de Meio Ambiente  
51 32871674

<Of Prorrogacao Contrato.pdf>



Of.Nº 045/2015 CE/IB

Porto Alegre, 7 de outubro de 2015.

Referência: Carta DTA-Nº 042015

Prezadas Senhoras,

Em atenção à Carta DTA-Nº 042015, manifestamos que o Centro de Ecologia - UFRGS esgotou todas as tratativas possíveis com os órgãos de nossa Universidade no sentido de viabilizar o prolongamento do Contrato CGTEE/DTC/068/2011, através da assinatura de um novo Termo Aditivo Contratual.

Assim, para a continuidade dos estudos abrangidos pelo referido Contrato, será necessário um novo contrato, cuja tramitação para análise e aprovação pelos órgãos da Universidade poderá ser agilizado.

Atenciosamente

---

Leandro Duarte  
Diretor do Centro de Ecologia - UFRGS

Ilma. Sra.

Simone Socal - Gestora do Contrato CGTEE/DTC/068/2011 e

Luciana Menezes- Advogada

Eletobras CGTEE – DTA  
Rua Sete de Setembro nº 539 – Centro  
Porto Alegre - RS



**A CGTEE**  
**Departamento de Meio Ambiente**  
**Eng<sup>a</sup> Simone Soccia**

**Referência: Prorrogação de Contrato CGTEE/DTC/068/2011**

Prezada Senhora


Em relação ao email encaminhado ao Centro de Ecologia, referente ao interesse da Eletrobrás CGTEE em prorrogar o contrato CGTEE/DTC/068/2011, manifestamos interesse na realização do proposto, pelo período de um ano, visando dar seguimento ao monitoramento ambiental ora em andamento.


Propomos que o escopo desse estudo tenha o mesmo teor, periodicidade das campanhas amostrais e custos do contrato atualmente vigente, acrescido da devida atualização por indicador econômico a ser definido pelas partes.

No caso do aceite da prorrogação contratual pela CGTEE, nas condições acima apresentadas, devemos de imediato dar o devido encaminhamento à documentação visando não haver perda de continuidade do monitoramento.

Atenciosamente,

Porto Alegre, 18 de maio de 2015.

  
D<sup>ca</sup>. Catarina da Silva Pedrozo  
Coordenadora do Contrato

  
Dr. Leandro da Silva Duarte  
Diretor do Centro de Ecologia

## **Eletrobras CGTEE – Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica**

### **UTE Presidente Médici – Candiota/RS**



**Relatório Semestral de Monitoramento de Bioindicadores Ambientais da região de influência da Usina Termelétrica Presidente Médici no município de Candiota / RS.**

**Porto Alegre, 09 de outubro de 2015**





## MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES AMBIENTAIS

Em atendimento à Cláusula 22ª do TAC, a Eletrobras CGTEE apresenta em anexo os relatórios elaborados pela Fundação Luiz Englert das atividades vinculadas ao Contrato Nº CGTEE/DTC/068/2011, referente ao Monitoramento de Bioindicadores Ambientais da região de influência da Usina Termelétrica Presidente Médici no município de Candiota / RS.

Os relatórios de monitoramento são:

- a) **Monitoramento de Bioindicadores Ambientais – Quarto Relatório Parcial Trimestral (Junho/2015) e Relatório Final Período Julho 2014 a Junho 2015 (Julho/2015);**
- b) **Monitoramento das Águas Subterrâneas na Usina Termelétrica Presidente Médici – Quarto Relatório Parcial Trimestral (Junho/2015) e Relatório Final (Julho/2015).**

O programa de Monitoramento Ambiental é constituído por programas de monitoramento para o Ambiente Aquático e para o Ambiente Terrestre, compreendendo:

- a. Ambiente aquático: Rede de monitoramento para os compartimentos Água Superficial, Sedimento e Bioindicadores Ambientais;
- b. Ambiente Terrestre: Rede de monitoramento para os compartimentos Fauna Local, Flora Local, Bioindicadores para a Qualidade do Ar e Solo com seu Estrato Vegetal para atividades pecuárias.
- c. Monitoramento das águas subterrâneas na Usina Termelétrica Presidente Médici;

A Eletrobras CGTEE informa que houve descontinuidade no Programa de Monitoramento Ambiental, considerando que a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, apesar de previamente manifestar-se favorável, conforme mensagem eletrônica do Centro de Ecologia da UFRGS de 20/05/2015 e ofício S/Nº de 18/05/2015 (em anexo), não aceitou prorrogar o Contrato CGTEE/DTC/068/2011, através da assinatura do Quinto Termo de Aditamento ao Contrato, conforme termos do Ofício do Centro de Ecologia da UFRGS, **Of.Nº 045/2015 CE/IB**, de 07/10/2010 (em anexo).

Assim, os relatórios de **Monitoramento de Bioindicadores Ambientais (Relatório Inicial - Agosto/2015)** e de **Monitoramento das Águas Subterrâneas na Usina Termelétrica Presidente Médici (Relatório Inicial - Agosto/2015)**, não foram executados pelo Centro de Ecologia da UFRGS.



Informamos ainda, que a Eletrobras CGTEE está em busca de alternativas para regularização das atividades.

Atenciosamente,



**SIMONE SOCCAL SCHWERTNER**  
Engenheira Química  
Departamento de Meio Ambiente  
Gestora do Contrato nº.CGTEE/DTC/068/2011

**Relatório Consolidado N.º 09**

**Monitoramento de Efluentes Líquidos**

**Abril a Setembro de 2015**

**Anexo I**

**Planilha de Acompanhamento de Efluentes Líquidos**

**Resultados para os Parâmetros Monitorados**

**Relatório Consolidado N.º 09**

**Monitoramento de Efluentes Líquidos**

**Abril a Setembro de 2015**

**Anexo II**

**Planilha de Acompanhamento de Efluentes Líquidos**

**Resultados para a Análise de Metais Pesados**

**Relatório Consolidado N.º 09**

**Monitoramento de Efluentes Líquidos**

**Abril a Setembro de 2015**

**Anexo III**

**Certificado de Cadastro de Laboratório de Análises Ambientais da**  
**Eletrobras CGTEE – CINTER Nº 00028/2014-DL**

**Relatório Consolidado N.º 09**  
**Monitoramento de Efluentes Líquidos**  
**Abril a Setembro de 2015**





## **1 INTRODUÇÃO**

Este documento apresenta os dados consolidados do monitoramento ambiental para o efluente líquido tratado e lançado pelo Complexo Termelétrico de Candiota, localizado no município de Candiota/RS, para o período compreendido entre os meses de abril a setembro de 2015.

O monitoramento do efluente lançado é de responsabilidade da Divisão de Meio Ambiente do Complexo Termelétrico de Candiota.

O monitoramento do efluente líquido é realizado em atendimento as condicionantes de licença ambiental e a legislação vigente, e tem a finalidade de controlar a emissão deste efluente na bacia do Arroio Candiota, identificando as necessidades de adequação no sistema de tratamento e no processo industrial para minimizar o impacto ambiental na Região.

Este relatório é apresentado em atendimento a Cláusula Vigésima Segunda do Termo de Ajustamento de Conduta – TAC, assinado em 13 de abril de 2011 com o IBAMA e outros compromitentes.

## **2 OBJETIVO**

Apresentar os dados de eficiência do tratamento de efluentes líquidos do Complexo Termelétrico de Candiota, pós processo industrial, através dos parâmetros de vazão, pH, sólidos suspensos e sólidos sedimentáveis.

Apresentar os dados do monitoramento do efluente líquido lançado no corpo hídrico receptor, através dos parâmetros de vazão, pH, temperatura, demanda química de oxigênio, dureza total, sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis, coliformes totais, óleos e graxas, hidrazina, sulfato e metais pesados.

Apresentar análise integrada e conclusiva sobre o tratamento e o monitoramento dos efluentes líquidos lançados pelo Complexo Termelétrico de Candiota, para o período de 1º de abril a 30 de setembro de 2015, com análise estatística dos dados.

## **3 MONITORAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS**

No monitoramento de efluentes líquidos do Complexo Termelétrico de Candiota, pós processo industrial, são coletadas amostras na entrada e na saída do Sistema de Tratamento para análise em Laboratório. A amostragem de efluentes é realizada de duas formas: amostragem simples e amostragem composta. Alguns parâmetros são monitorados através de medições *in loco* com a utilização de sensores.

A amostragem simples consiste em uma coleta única, realizada diariamente às nove horas por técnico da Divisão de Meio Ambiente, na entrada e na saída do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos. Nesta coleta é retirado o volume necessário a cada análise. Desta amostra simples são realizadas as análises de pH, Coliformes Totais, Óleos e Graxas, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos e Sulfato.

A amostragem composta consiste em uma coleta sistemática de 500 mL de efluente líquido a cada duas horas, em ciclos de vinte e quatro horas. Esta coleta é realizada na saída do Sistema de Tratamento de

Efluentes Líquidos, da qual, posteriormente homogeneizada, é retirado às alíquotas necessárias a cada análise. Este procedimento é realizado diariamente por meio de um coletor automático marca *HACH*, modelo *Sigma 900 MAXX*. O ciclo de amostragem automática tem seu fim às oito horas. Diariamente às nove horas os técnicos da Divisão de Meio Ambiente fazem o recolhimento da amostra composta. Desta amostra, são realizadas as análises de DQO, Dureza Total, Sólidos Suspensos, Sólidos Sedimentáveis, Hidrazina e Metais Pesados.

Os procedimentos de amostragem e preservação de amostras de efluentes são realizados seguindo as recomendações da Norma Técnica ABNT NBR 9898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores e do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras - Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos.

Os parâmetros de vazão, pH e temperatura são medidos *in loco*, através de sensores instalados no canal emissário final do efluente tratado.

O monitoramento de efluentes líquidos apresentado neste relatório considerou as medições e análises realizadas no período de 1º de abril a 30 de setembro de 2015.

A Tabela 1 apresenta o cronograma de amostragem e as análises realizadas no monitoramento para o Sistema de Tratamento de Efluentes do Complexo Termelétrico de Candiota.

**Tabela 1.** Plano de coletas, conservação de amostras e metodologias de análises realizadas no Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos.

Análise	Local da Amostragem	Tipo de Amostragem	Frequência	Volume Mínimo	Metodologia de Preservação	Tipo de Frasco	Prazos para Análise	Método de Análise
pH	Entrada e Saída	Simple	Diária	100mL	Refrigerar a 4°C	P, V	01 hora	NBR 14339
Óleos e Graxas	Saída	Simple	Diária	1000mL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH<2 Refrigerar a 4°C	V, boca larga	28 dias	NBR 13348
Coliformes Totais	Saída	Simple	Diária	100 mL	Refrigerar a 4°C	V, estéril	8 horas	Método 9221B –StM*
DQO	Saída	Composta	Diária	100mL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH<2 Refrigerar a 4°C	P, V	7 dias	NBR 10357
Dureza Total	Saída	Composta	Diária	100mL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH<2 Refrigerar a 4°C	P, V	180 dias	NBR 12621
Sólidos Sedimentáveis	Entrada e Saída	Simple e Composta	Diária	1000mL	Refrigerar a 4°C	P, V	7 dias	NBR 10561
Sólidos Suspensos	Entrada e Saída	Simple e Composta	Diária	1000mL	Refrigerar a 4°C	P, V	7 dias	NBR 13574
Metais Pesados	Saída	Composta	Semanal	1000mL	HNO <sub>3</sub> até pH<2	P, V	180 dias	Método 3113B - StM*
Sulfato	Saída	Simple	Semanal	100mL	Refrigerar a 4°C	P	7 dias	Método 4110B - StM*
Hidrazina	Saída	Composta	Diária	1000mL	Refrigerar a 4°C	P	7 dias	

\* Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. P = Polietileno. V = Vidro borossilicato.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 Eficiência do Sistema de Tratamento

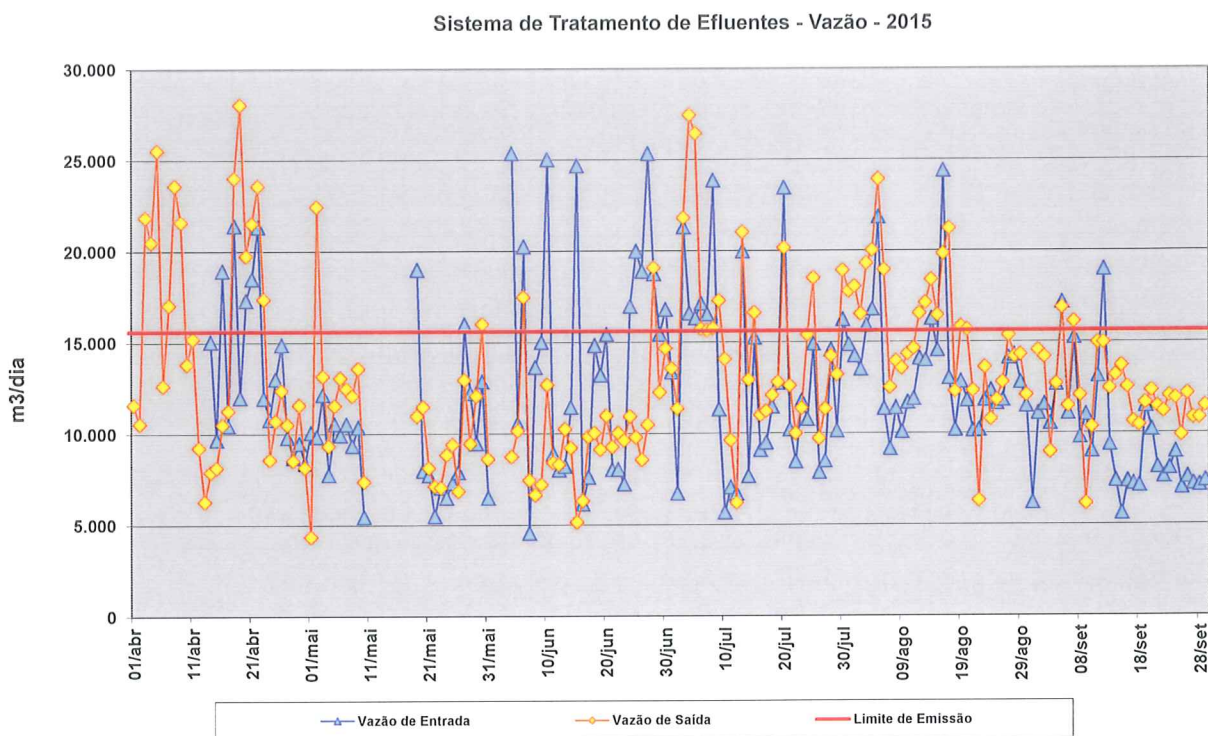
Para a verificação da eficiência do sistema de tratamento de efluentes líquidos do Complexo Termelétrico de Candiota, são realizadas medições na entrada e na saída deste Sistema para os parâmetros de vazão, pH, sólidos suspensos e sólidos sedimentáveis.

A outorga de lançamento de efluentes para as Fases A e B são de 300 m<sup>3</sup>/h. Para a Fase C a vazão outorgada é de 350 m<sup>3</sup>/h, possibilitando uma emissão total de efluentes de até 15.600 m<sup>3</sup>/dia.

#### 4.1.1 Vazão

As vazões de entrada e de saída do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos são monitoradas de forma contínua através da medição em calha *Parshall* e sensor ultrassônico, com registro diário dos valores acumulados em metros cúbicos. Os resultados desta medição tem relação direta com a ocorrência de precipitação pluviométrica dentro da área industrial, uma vez que toda a drenagem pluvial da planta industrial é destinada ao Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos.

Os valores de vazão acumulada, registrados na entrada e na saída do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos, estão apresentados na Figura 1 para o período avaliado.



**Figura 1.** Vazões da entrada e da saída do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos.

A vazão na entrada ultrapassou 33 vezes o valor de 15.600 m<sup>3</sup>/dia no período avaliado.

A vazão na saída ultrapassou 45 vezes o valor de 15.600 m<sup>3</sup>/dia no período avaliado.

Os efluentes gerados no processo industrial da Candiota III Fase C são tratados internamente a planta industrial e posteriormente descarregados na Bacia de Emergência. Esta Bacia de Emergência possui sistema individual de medição de vazão, e os valores são reportados em relatório específico.

A vazão de saída do Sistema de Tratamento de Efluentes é composta pelo somatório das vazões de efluentes das Fases A e B mais a contribuição da descarga da Bacia de Emergência.

O Sistema de Recirculação de efluente atua de maneira automatizada, reduzindo o lançamento de efluente líquido, promovendo o seu reuso no processo industrial de geração térmica de energia elétrica.

Desta forma, a vazão de saída é por muitas vezes menor que a de entrada, o que torna possível avaliar a eficiência do sistema de tratamento quanto ao controle da vazão, porém sem o registro das medições do volume de efluente recirculado.

Os dados de vazão de efluente recirculado não estão disponíveis a área de Meio Ambiente de forma que permitam a sua avaliação integrada com a gestão e controle da vazão de efluentes líquidos para o atendimento ao limite de emissão fixado para este parâmetro.

O sistema de medição de vazão dos efluentes gerados na Fase C está sendo reavaliado com a finalidade de solucionar falhas de projeto e de construção, melhorando a sua operação e precisão nas medições.

A eficiência no controle da vazão do efluente líquido lançado não foi medido devido a intermitência do funcionamento dos equipamentos de medição de vazão.

A alta vazão de efluentes na entrada do Sistema de Tratamento está em avaliação pela Área Técnica da Eletrobras CGTEE quanto às alternativas possíveis para a sua redução.

O sistema de recirculação de efluentes encontra-se fora de operação devido a problemas de controle operacional identificados pela Eletrobras CGTEE, com previsão de solução para o mês de novembro de 2015.

No período de 01/04/2015 a 13/04/2015 e de 14/05/2015 a 18/05/2015 não foram gerados os dados de vazão de efluentes na entrada do Sistema de Tratamento referente as Fases A, B e C devido ao furto dos cabos de alimentação elétrica dos sensores de medição. A CGTEE providenciou nova instalação dos cabos. No período de 15/09/2015 a 18/09/2015 e de 21/09/2015 a 30/09/2015 não foram gerados os dados de vazão de efluentes na entrada do Sistema de Tratamento referente as Fases A e B devido a problema elétrico nos sensores de medição. Foi providenciada a manutenção dos equipamentos e o reestabelecimento da condição operacional.

No período de 14/05/201 a 18/05/2015 houve ausência de dados de vazão de efluentes na saída do Sistema de Tratamento devido ao furto dos cabos de alimentação elétrica dos sensores de medição. A CGTEE providenciou nova instalação dos cabos.



Foi registrada a ausência na medição de vazão para 24 dados da entrada respectiva a Fase C e para 38 dados de entrada de efluentes das Fases A e B. Para os dados de saída do Sistema de Tratamento de Efluentes foram registrados a ausência de 11 dados.

O gráfico da Figura 1 indica que em 73,84% do período avaliado a vazão do efluente se manteve dentro do limite determinado pelos órgãos ambientais.

#### 4.1.2 pH

A medição de pH na entrada do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos é realizada através de uma medida diária deste parâmetro às nove horas. Este dado tem relação direta com as operações do sistema de tratamento de água e as utilidades inerentes ao processo industrial.

A medição de pH na saída do Sistema de Tratamento é monitorada instantaneamente e de forma contínua, com um registro diário também às nove horas.

Os valores de pH registrados na entrada e na saída do sistema de tratamento de efluentes para o período avaliado estão apresentados na Figura 2.

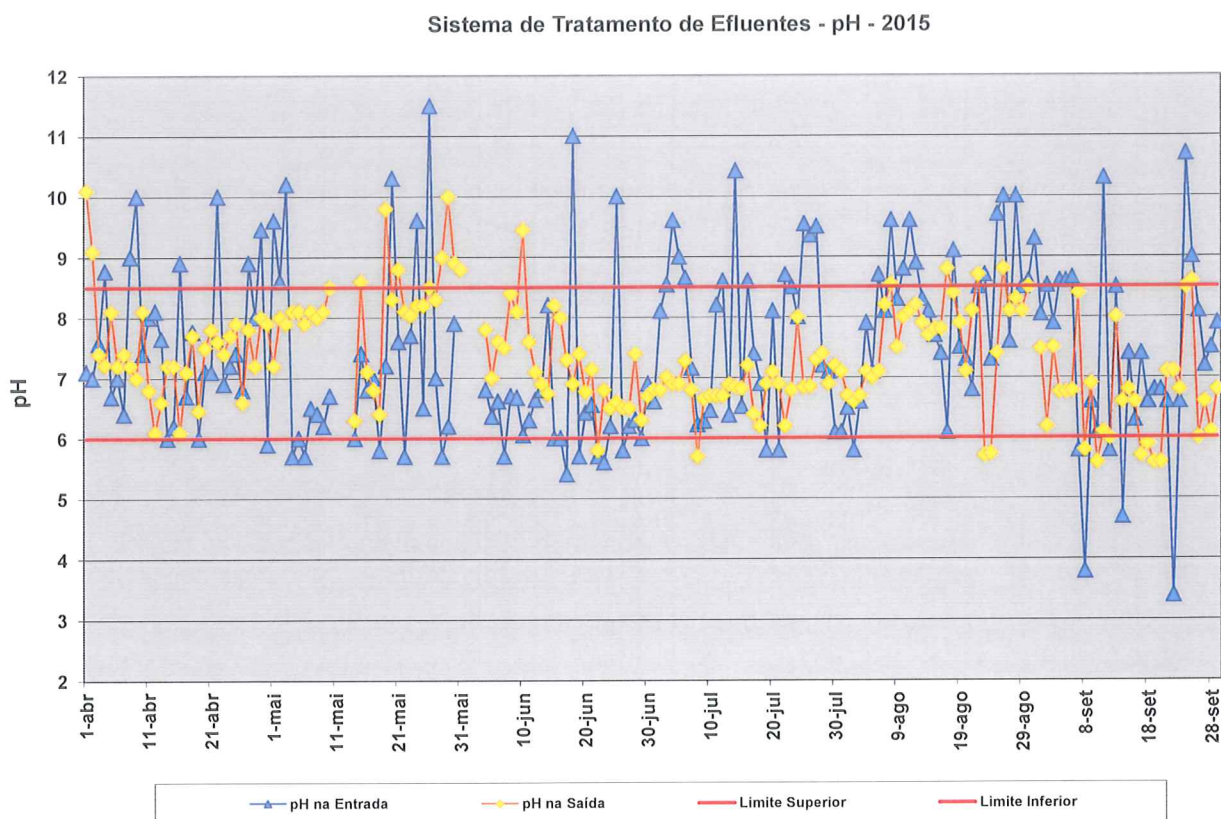


Figura 2. pH na entrada e na saída do Sistema de Tratamento do Efluentes Líquidos.

O pH da entrada do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos ultrapassou o limite superior de emissão (pH 8,5) por 45 vezes e ficou abaixo do limite inferior de emissão (pH 6,0) em 20 vezes no período avaliado.

O pH da saída do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos ultrapassou o limite superior de emissão (pH 8,5) por 15 vezes e ficou abaixo do limite inferior de emissão (pH 6,0) em 10 vezes no período avaliado.

O sistema de tratamento apresentou 61,54% de eficiência no controle do pH do efluente líquido lançado.

O gráfico da Figura 2 indica que em 85,88% do período avaliado o pH do efluente se manteve dentro dos limites determinados pelos órgãos ambientais.

#### 4.1.3 Sólidos Suspensos

A medição de sólidos suspensos na entrada e na saída do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos é realizada através de análise diária deste parâmetro em amostra coletada às nove horas. Os resultados tem relação direta com as operações da planta industrial e suas manutenções.

Os valores de sólidos suspensos medidos na entrada e na saída do Sistema estão apresentados na Figura 3 para o período avaliado.

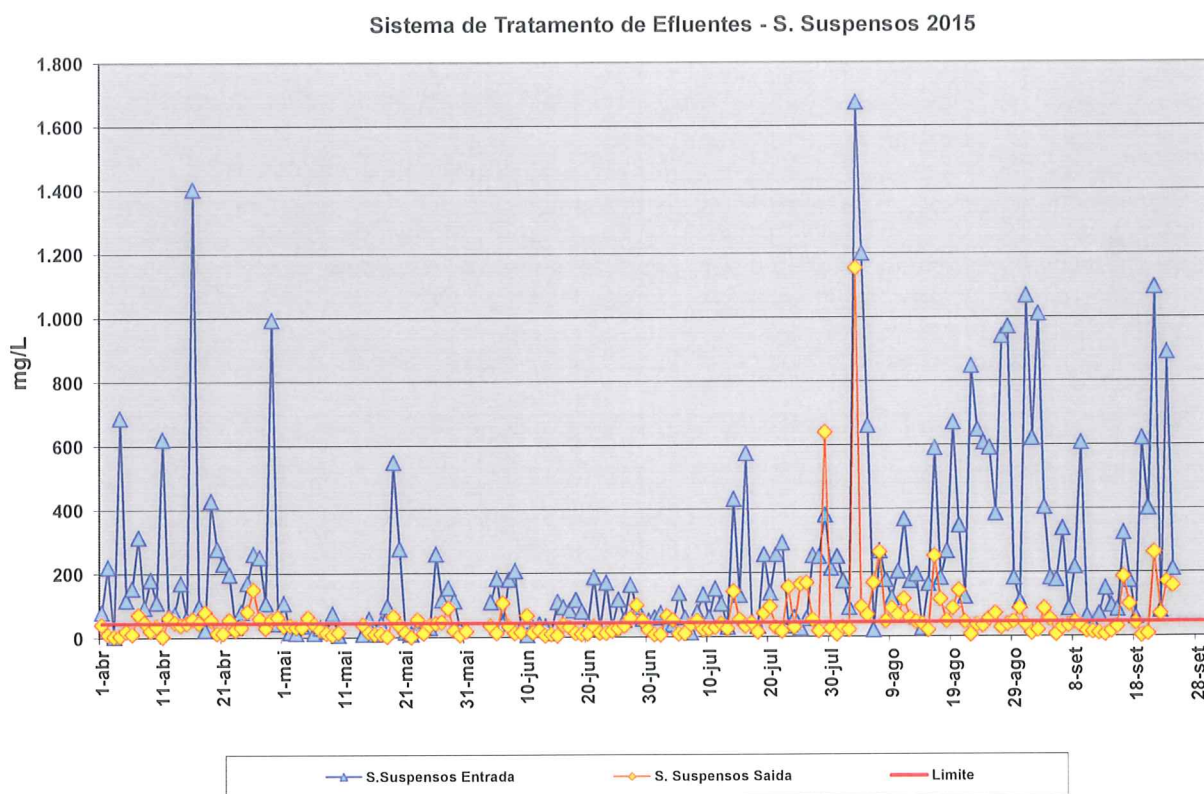


Figura 3. Sólidos suspensos na entrada e na saída do Sistema de Tratamento do Efluente.

O parâmetro de Sólidos Suspensos foi ultrapassado 136 vezes na entrada e 70 vezes na saída do Sistema de Tratamento de Efluentes no período avaliado.



O Sistema de Tratamento apresentou 48,53% de eficiência na remoção de sólidos suspensos no efluente líquido tratado.

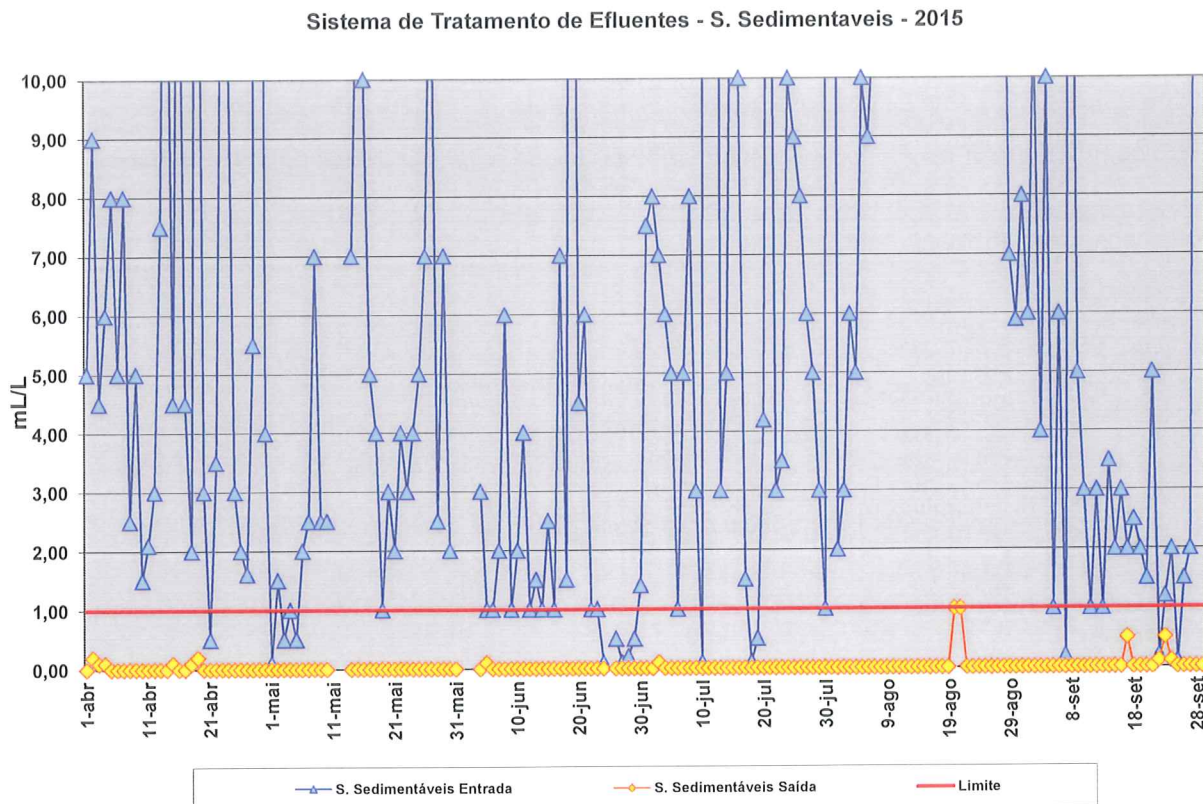
O gráfico da Figura 3 indica que em 60,45% das medições realizadas, o parâmetro de Sólidos Suspensos no efluente líquido lançado se manteve dentro do limite de emissão determinado pelos órgãos ambientais.

A Eletrobras CGTEE formalizou a criação de grupo técnico para a elaboração de Plano de Trabalho para as adequações necessárias no processo industrial com vistas a regularização da qualidade do efluente líquido.

#### 4.1.4 Sólidos Sedimentáveis

A medição de sólidos sedimentáveis na entrada e na saída do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos é realizada através de análise diária deste parâmetro em amostra coletada às nove horas. Este dado tem relação direta com as operações da planta industrial, suas manutenções e ações de limpeza industrial.

Os valores dos sólidos sedimentáveis medidos na entrada e a saída do Sistema de Tratamento de Efluentes estão apresentados na Figura 4 para o período avaliado.



**Figura 4.** Sólidos sedimentáveis na entrada e na saída do Sistema de Tratamento do Efluente.

O parâmetro de Sólidos Sedimentáveis foi ultrapassado 145 vezes na entrada e nenhuma vez na saída do Sistema de Tratamento de Efluentes no período avaliado.



O Sistema de Tratamento apresentou 100% de eficiência na remoção de sólidos sedimentáveis no efluente líquido tratado.

O gráfico da Figura 4 indica que em 100% das medições realizadas, o parâmetro de Sólidos Sedimentáveis do efluente líquido lançado se manteve dentro do limite de emissão determinado pelos órgãos ambientais.

#### 4.2 Monitoramento dos Efluentes Líquidos Lançados

A seguir estão apresentados, na forma gráfica, todos os resultados das medições realizadas no efluente líquido tratado no Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos. Este efluente, após tratamento é lançado no corpo hídrico receptor.

Os dados apresentados estão referenciados ao seu limite de emissão conforme determinado pelo órgão ambiental de fiscalização ou pela legislação vigente.

O efluente líquido lançado é monitorado através dos parâmetros de vazão, pH, temperatura, demanda química de oxigênio (DQO), dureza total, sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis, coliformes totais, óleos e graxas, hidrazina, sulfato e metais pesados.

Os resultados do monitoramento ambiental realizado nos efluentes líquidos estão apresentados nos gráficos das Figuras de 5 a 26.

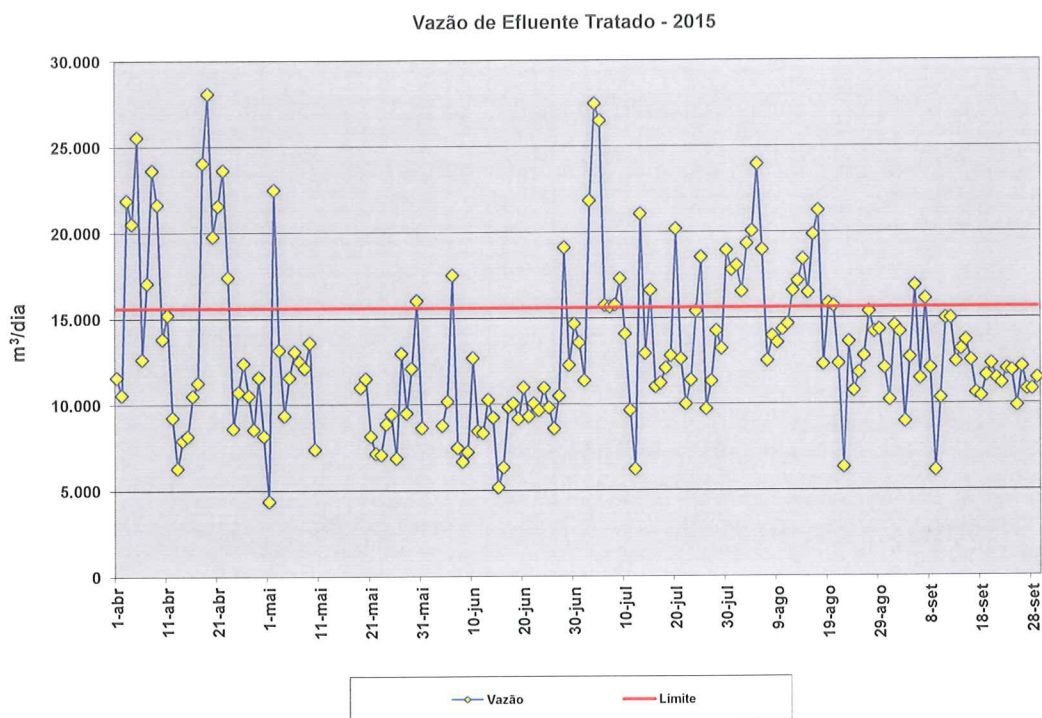


Figura 5. Vazão do efluente líquido lançado no período avaliado.

pH do Efluente Líquido Lançado - 2015

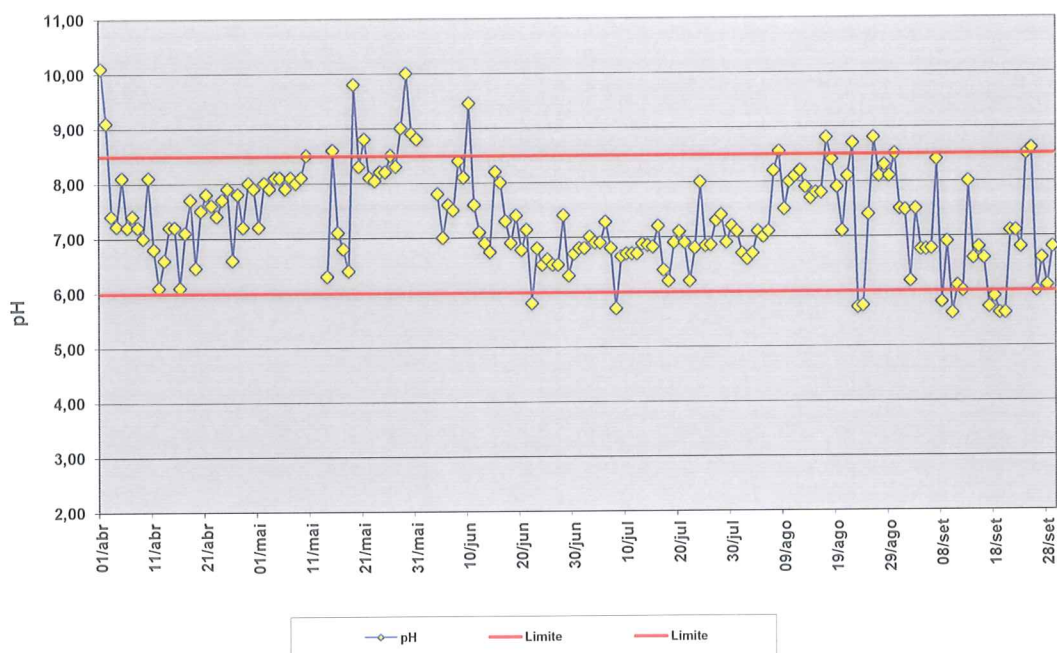


Figura 6. pH do efluente líquido lançado no período avaliado.

Temperatura do Efluente Líquido Lançado - 2015

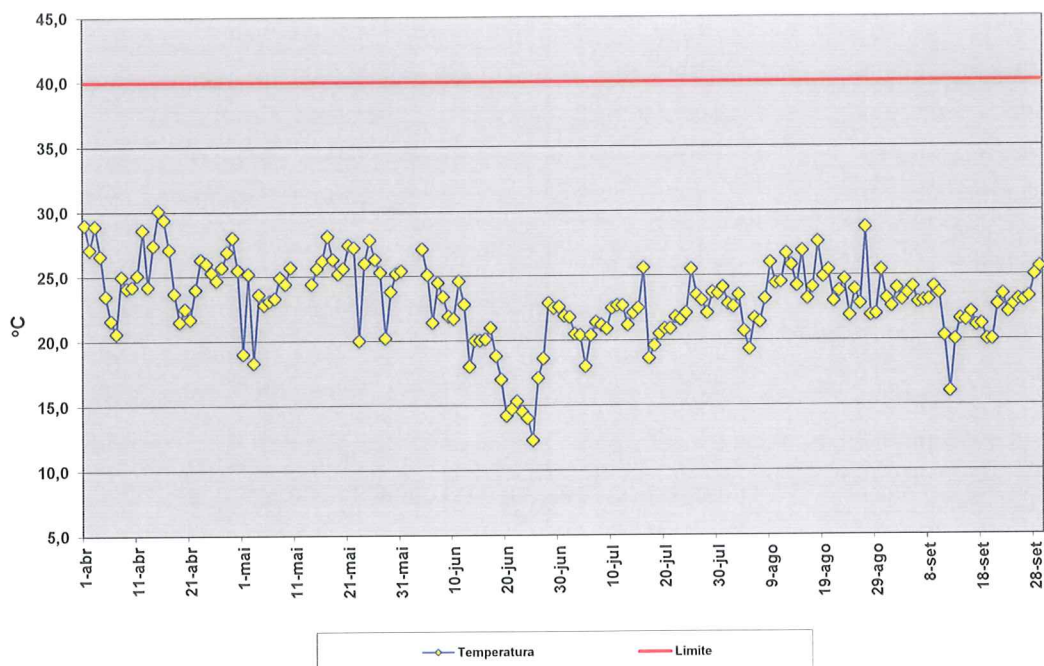
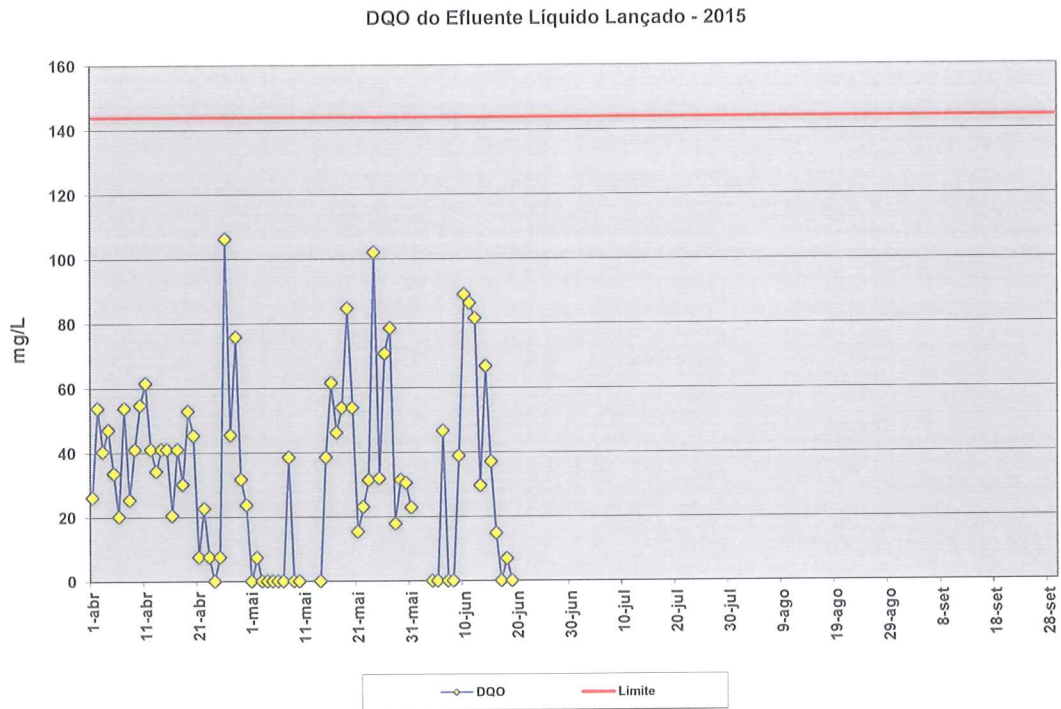
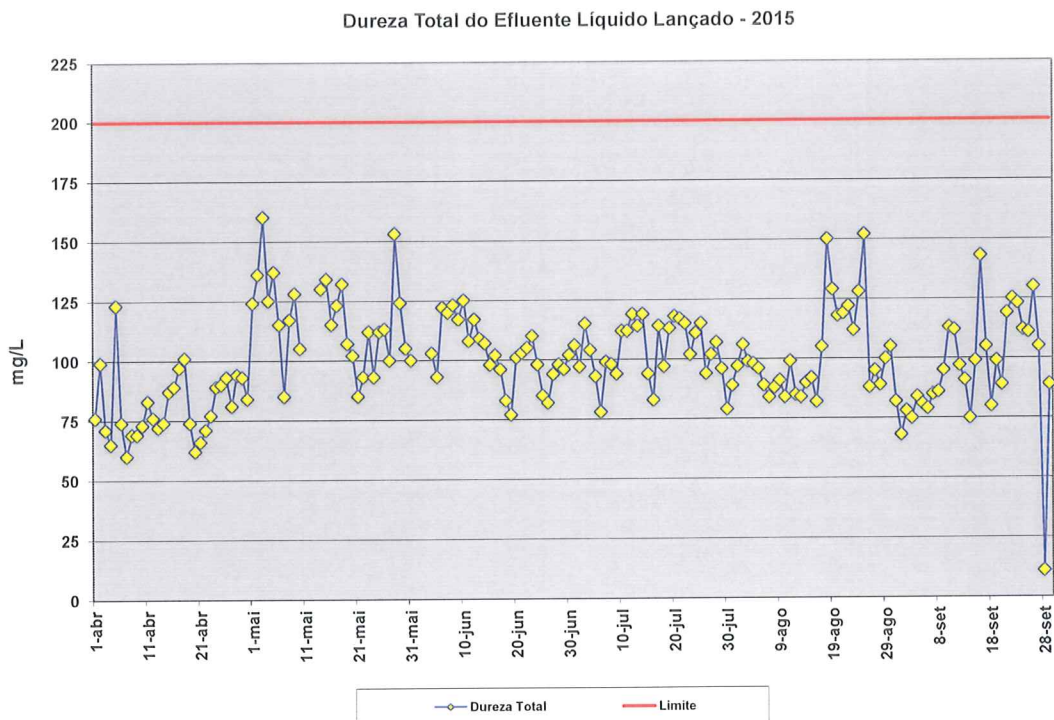


Figura 7. Temperatura do efluente líquido lançado no período avaliado.



**Figura 8.** Demanda química de oxigênio do efluente líquido lançado no período avaliado.



**Figura 9.** Dureza total do efluente líquido lançado no período avaliado.



Sólidos Suspensos no Efluente Líquido Lançado - 2015

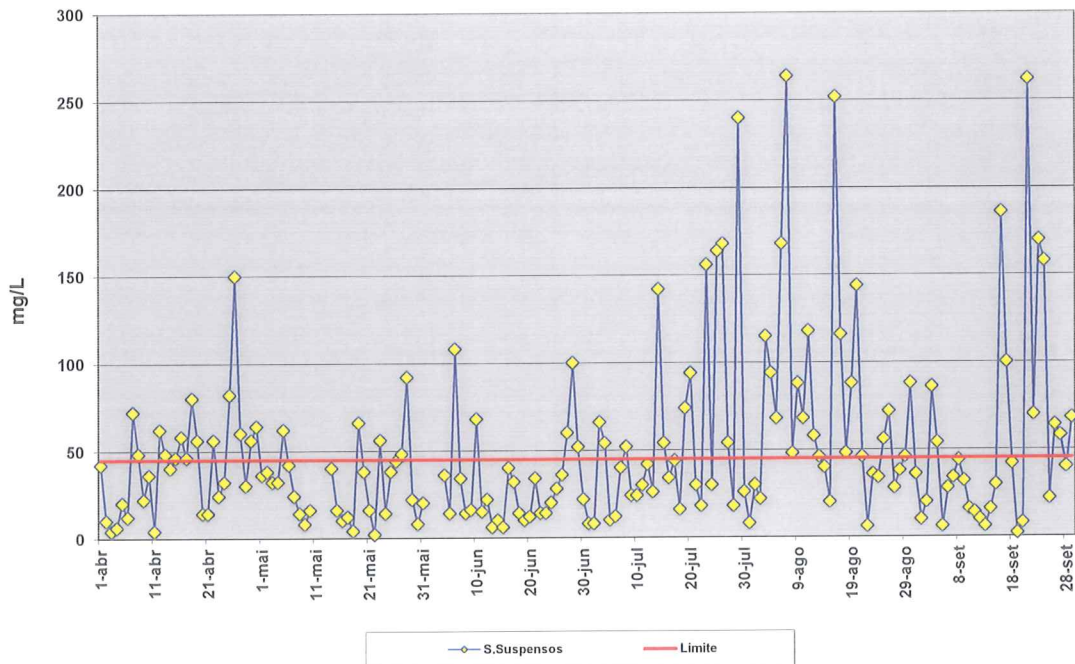


Figura 10. Sólidos suspensos no efluente líquido lançado no período avaliado.

Sólidos Sedimentáveis no Efluente Líquido Lançado - 2015

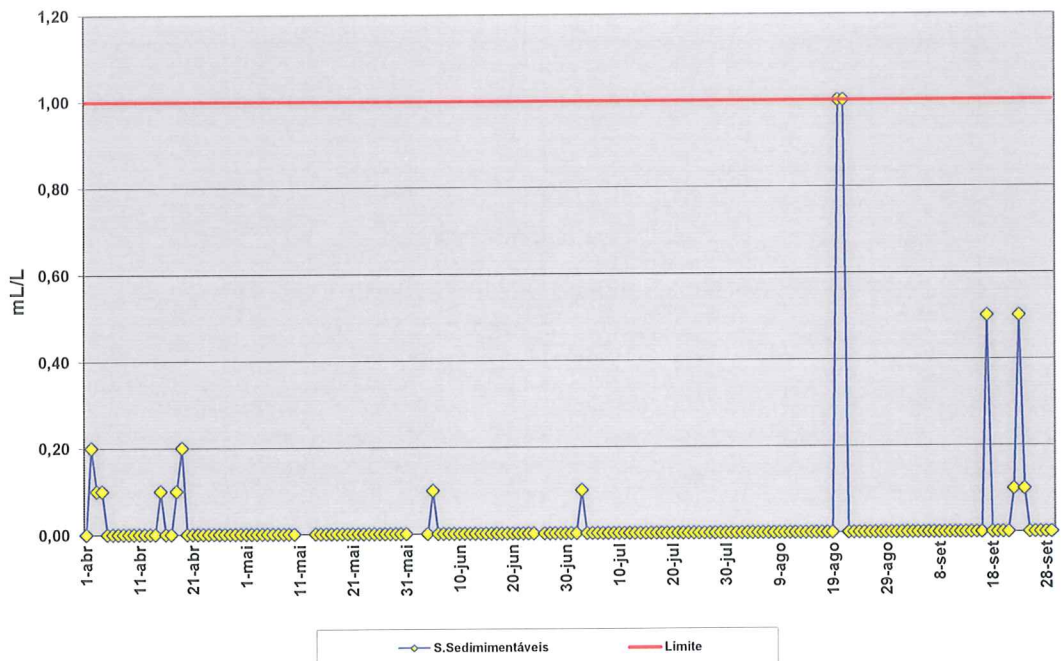
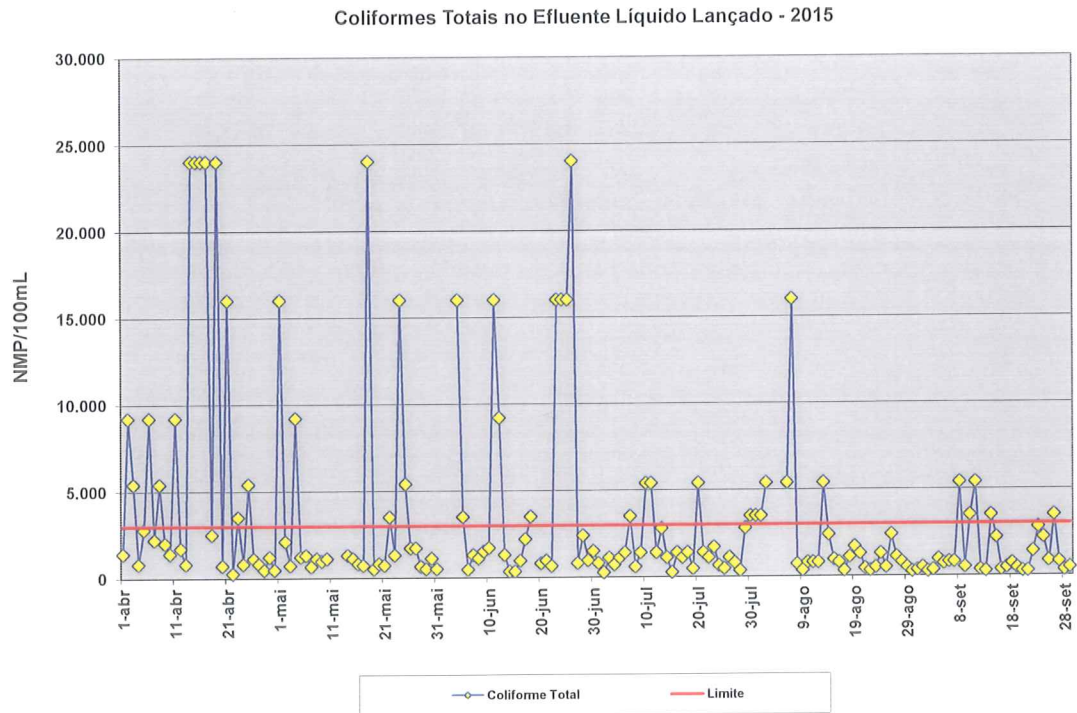
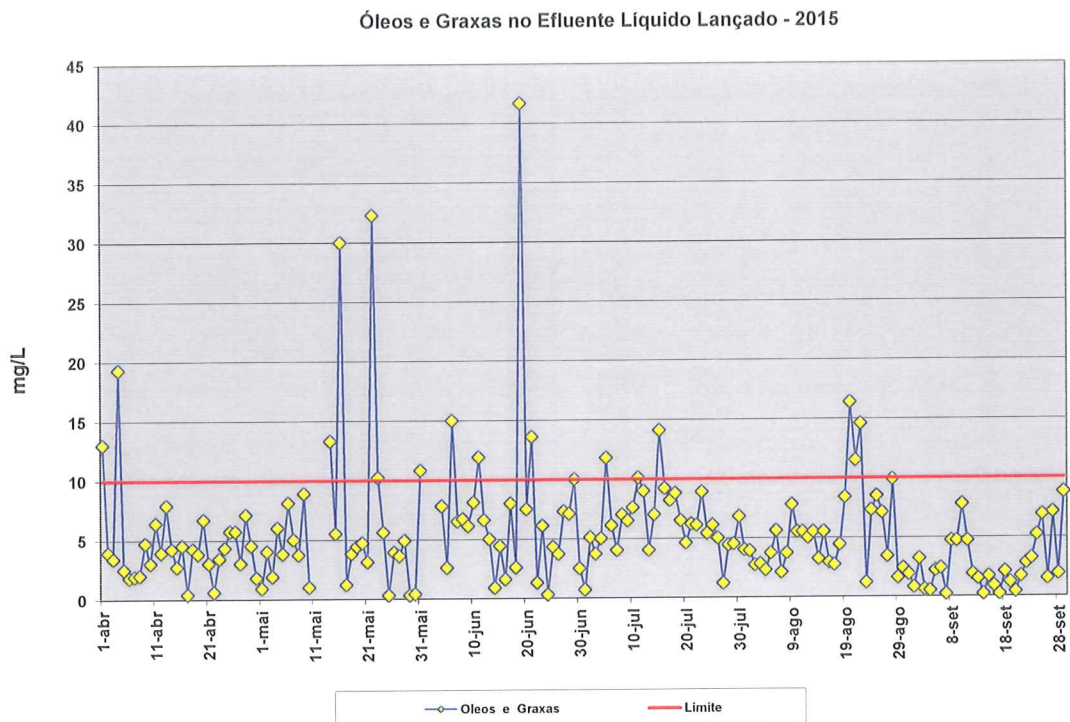


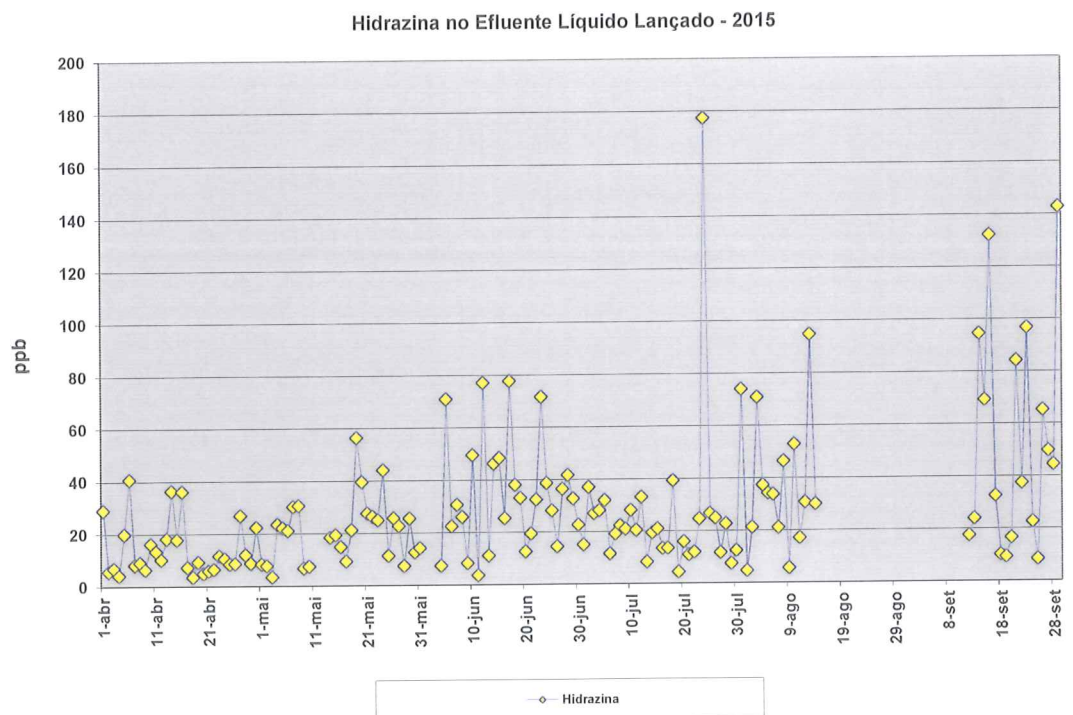
Figura 11. Sólidos sedimentáveis no efluente líquido lançado no período avaliado.



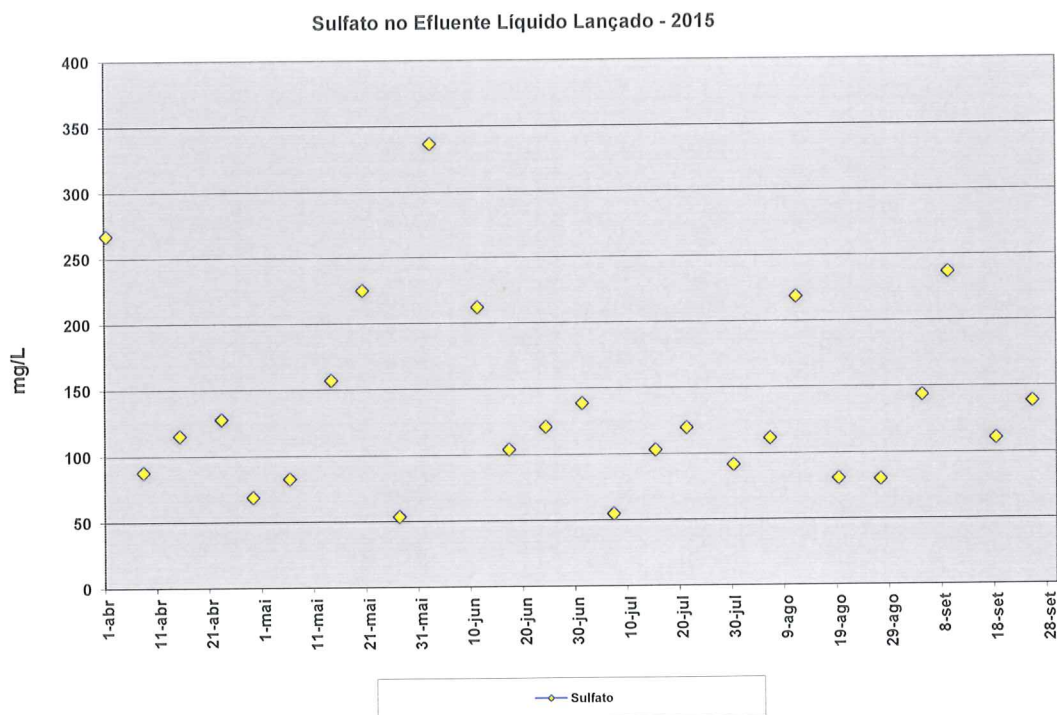
**Figura 12.** Coliformes totais no efluente líquido lançado no período avaliado.



**Figura 13.** Óleos e graxas no efluente líquido lançado no período avaliado.

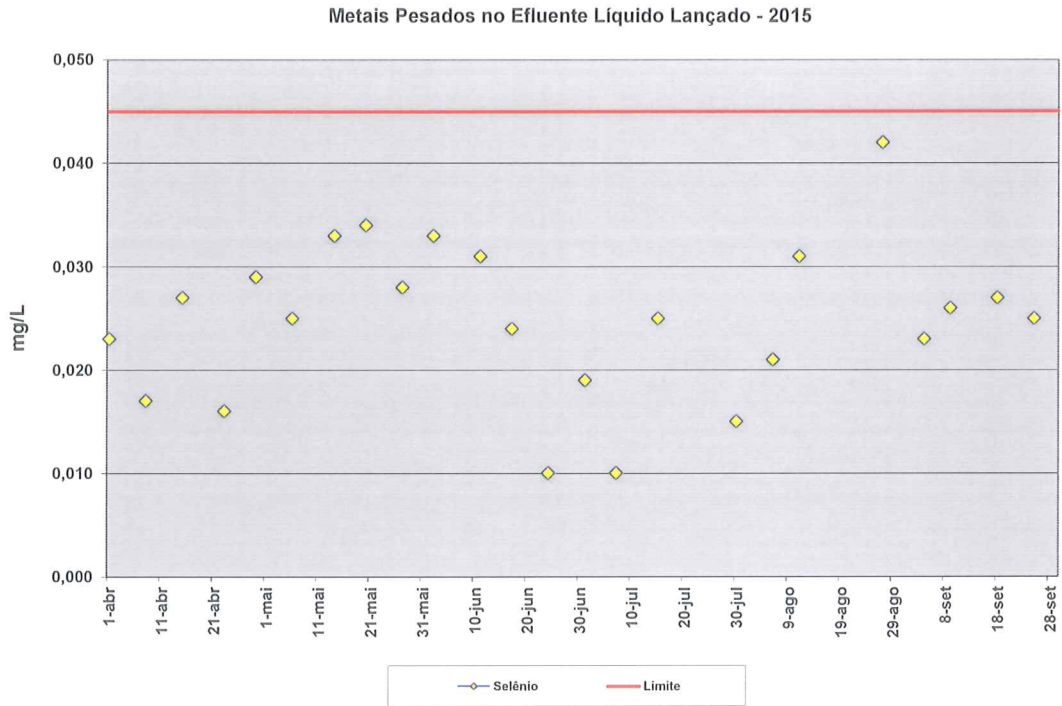


**Figura 14.** Hidrazina no efluente líquido lançado no período avaliado.

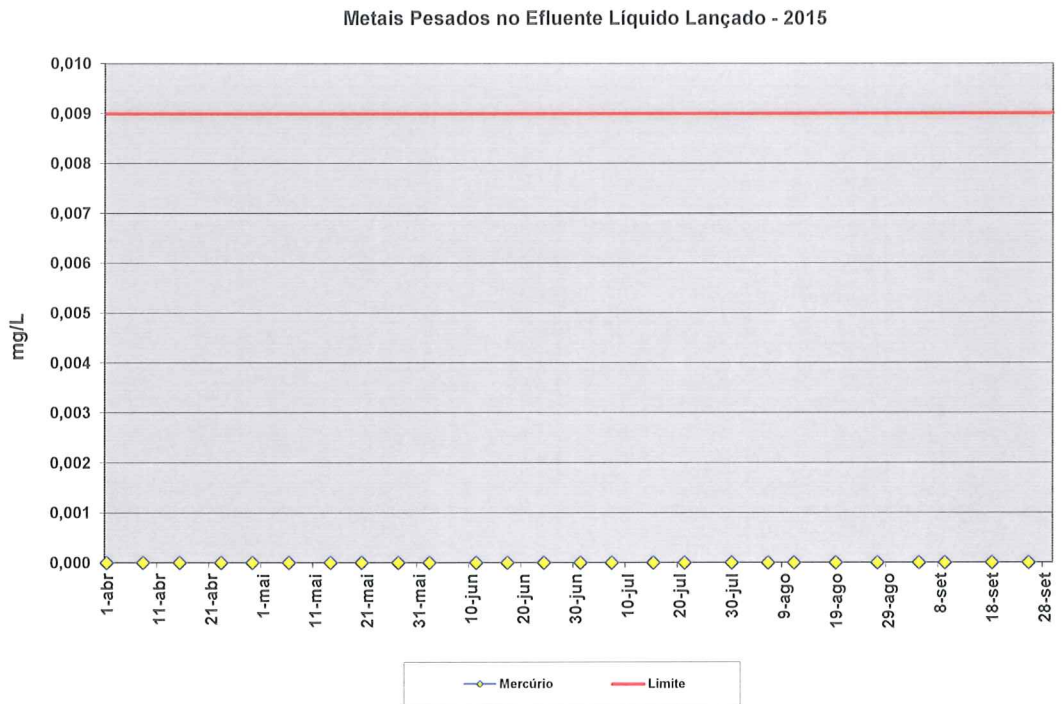


**Figura 15.** Sulfato no efluente líquido lançado no período avaliado.





**Figura 16.** Selênio no efluente líquido lançado no período avaliado.



**Figura 17.** Mercúrio no efluente líquido lançado no período avaliado.

Metais Pesados no Efluente Líquido Lançado - 2015

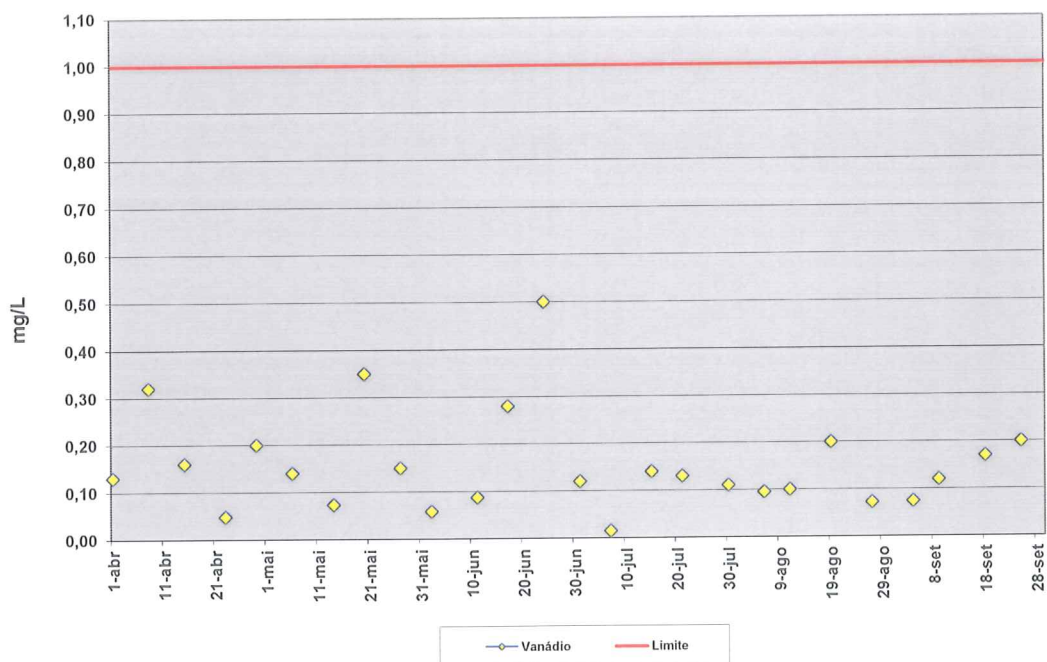


Figura 18. Vanádio no efluente líquido lançado no período avaliado.

Metais Pesados no Efluente Líquido Lançado - 2015

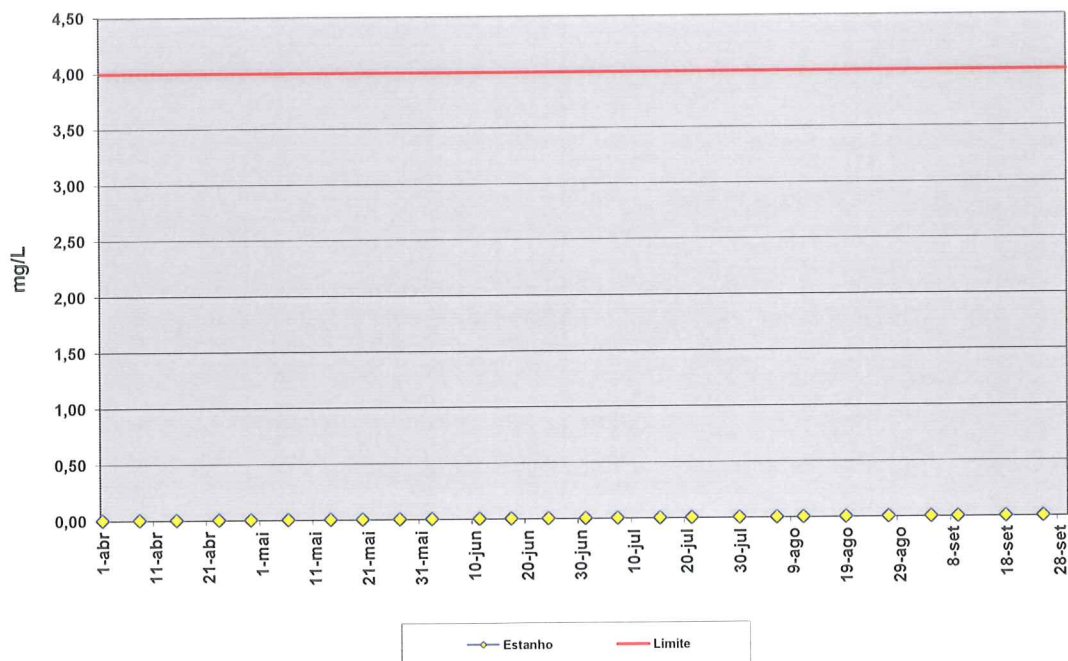


Figura 19. Estanho no efluente líquido lançado no período avaliado.



Metais Pesados no Efluente Líquido Lançado - 2015

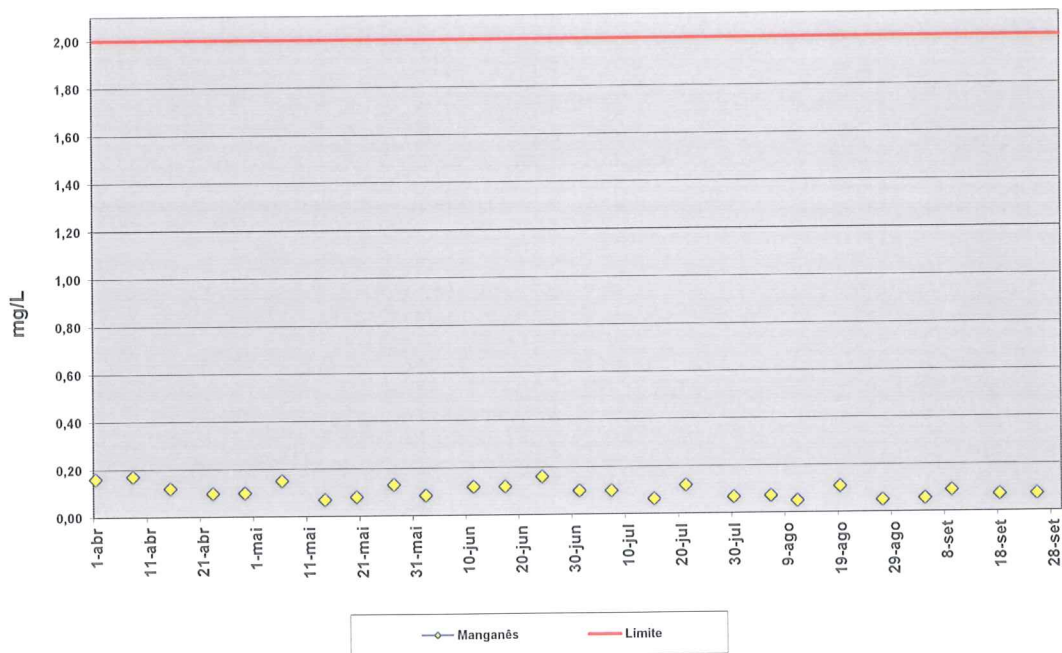


Figura 20. Manganês no efluente líquido lançado no período avaliado.

Metais Pesados no Efluente Líquido Lançado - 2015

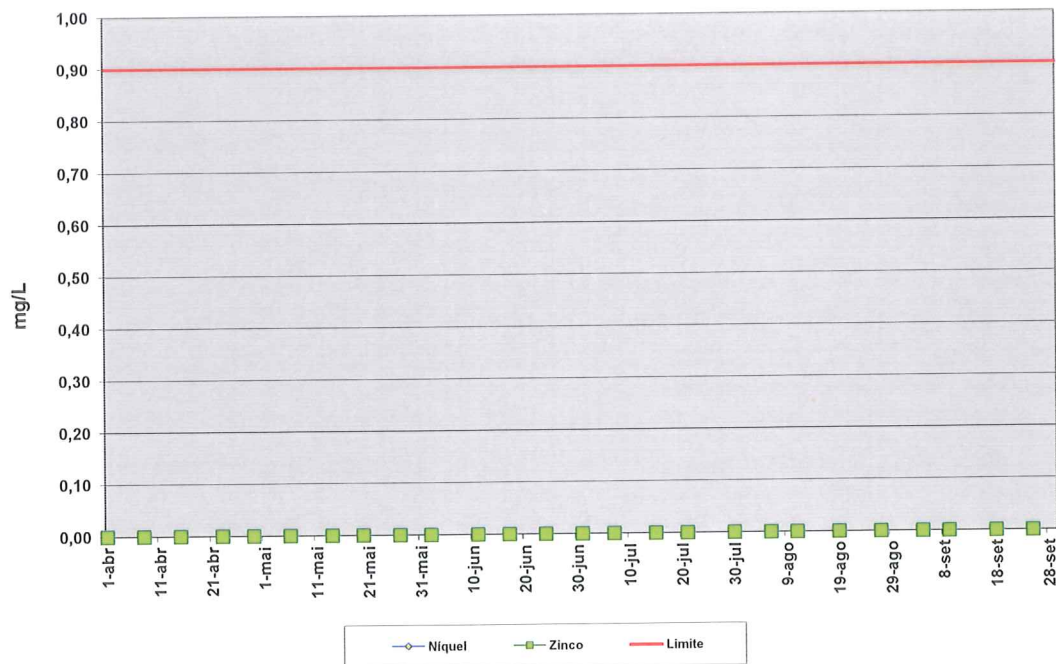
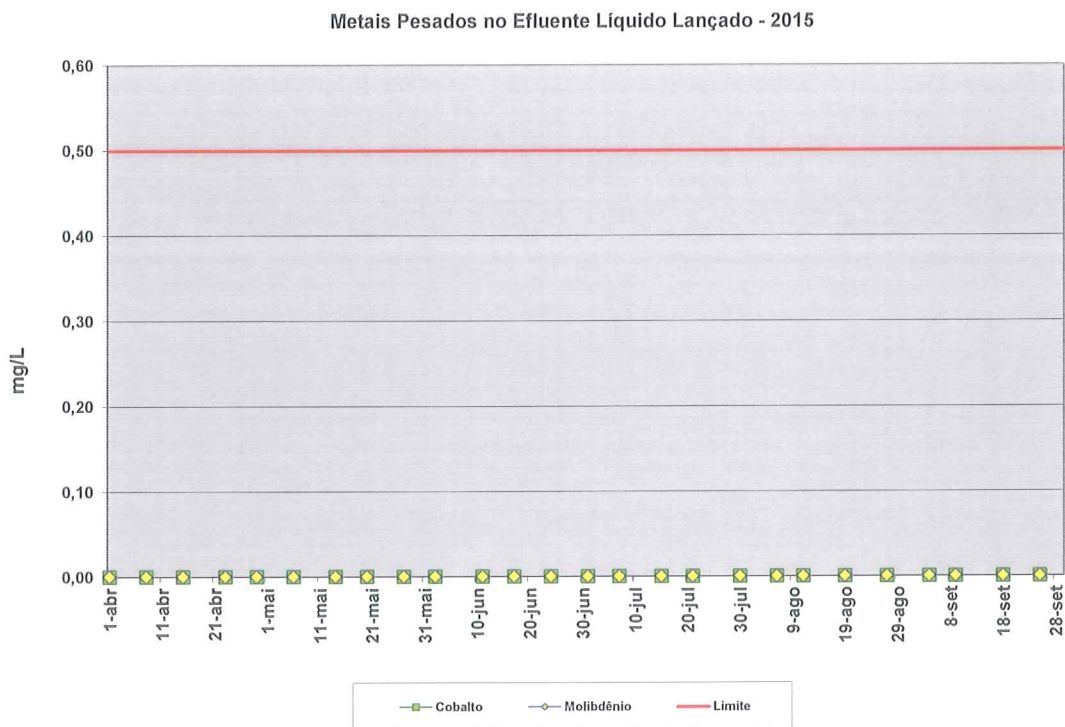
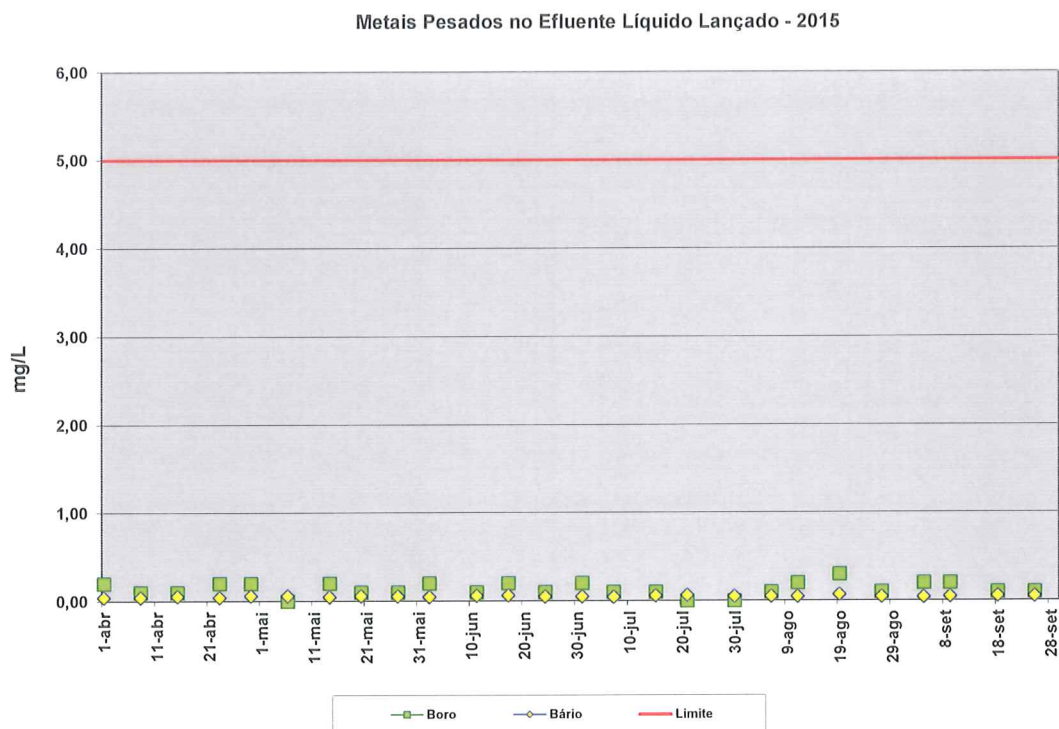


Figura 21. Níquel e zinco no efluente líquido lançado no período avaliado.



**Figura 22.** Cobalto e molibdênio no efluente líquido lançado no período avaliado.



**Figura 23.** Boro e bário no efluente líquido lançado no período avaliado.

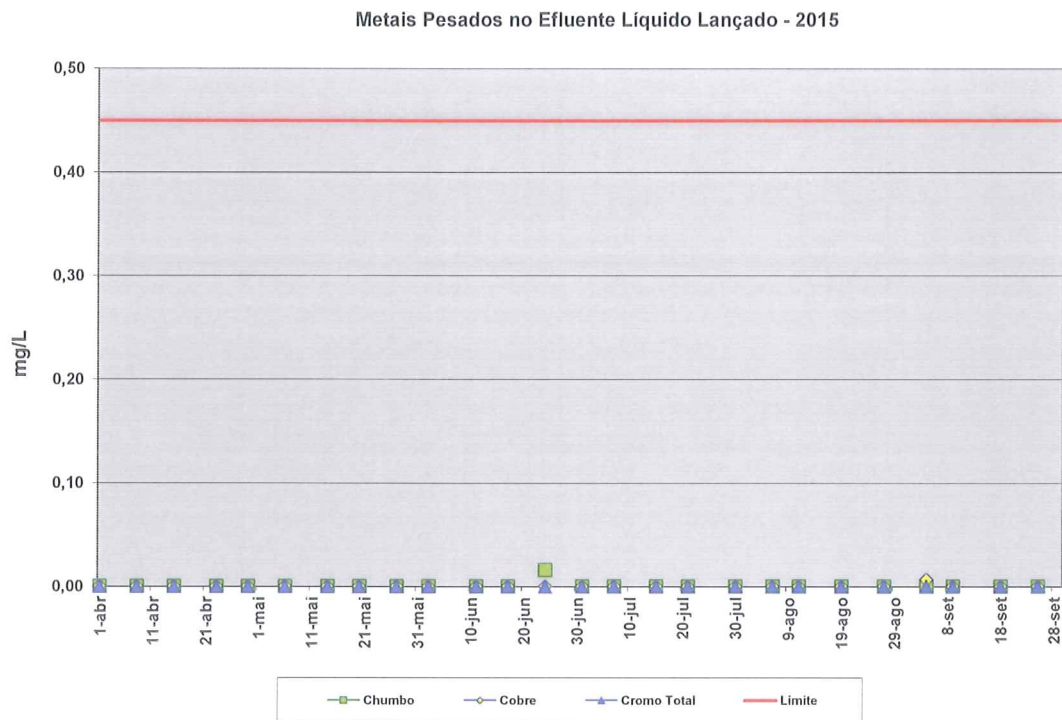


Figura 24. Chumbo, cobre e cromo total no efluente líquido lançado no período avaliado.

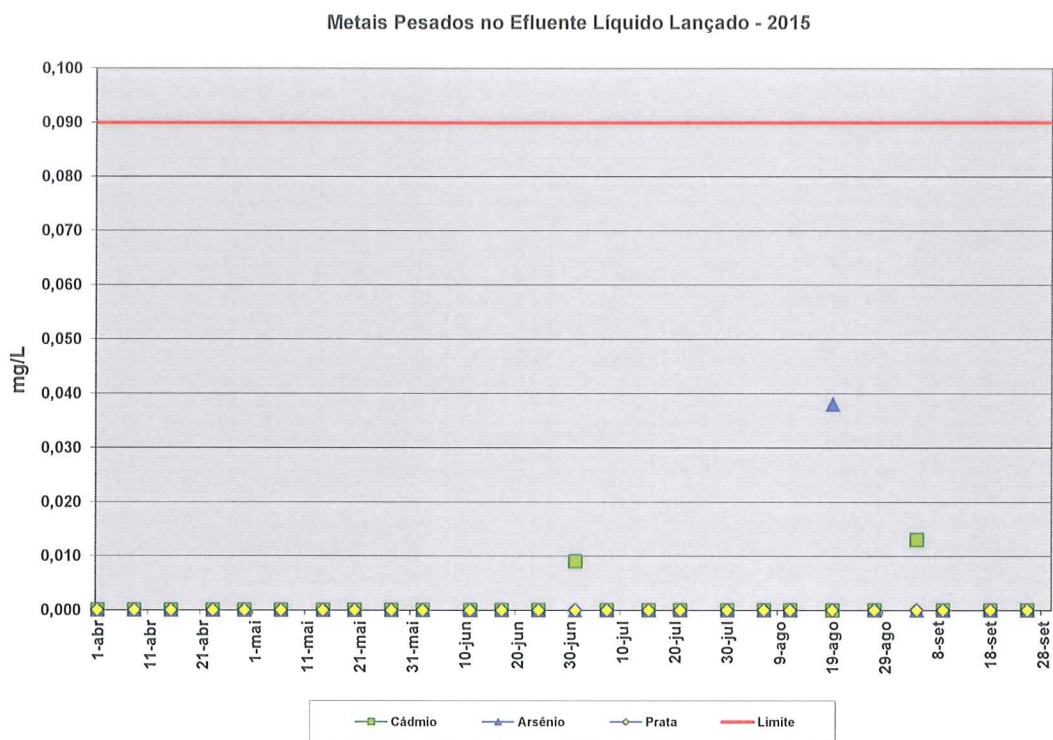
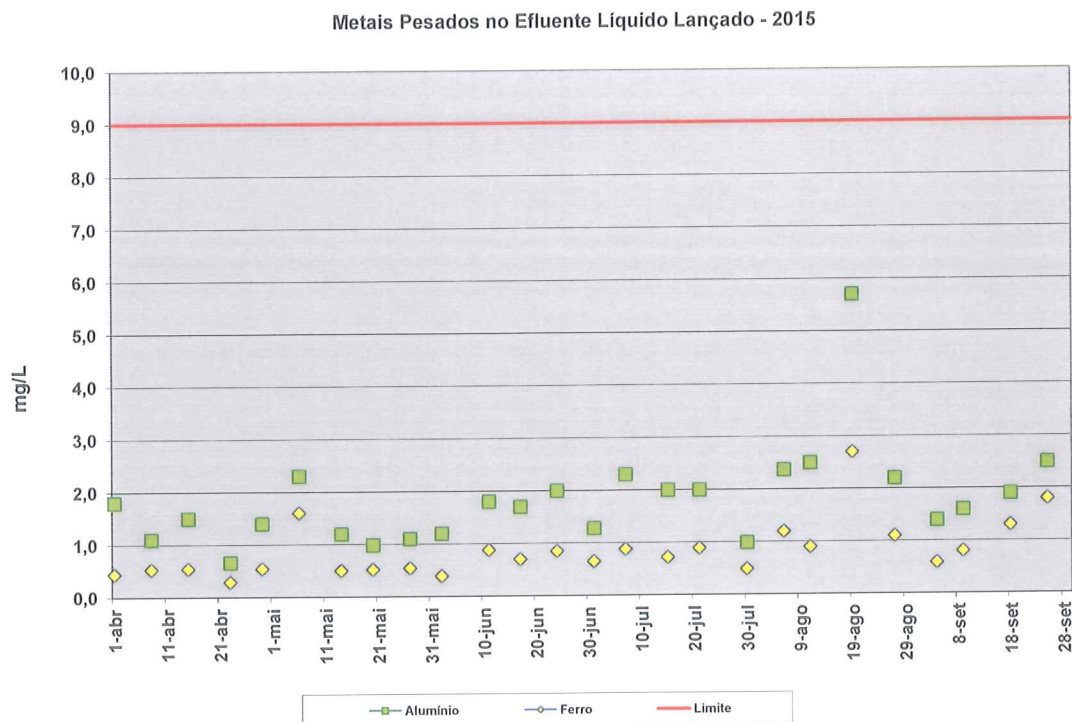


Figura 25. Cádmio, arsênio e prata no efluente líquido lançado no período avaliado.



**Figura 26.** Alumínio e ferro no efluente líquido lançado no período avaliado.

#### 4.2.1 ANÁLISES DE TOXICIDADE

Em atendimento a Resolução CONSEMA nº 129/2006 que dispõe sobre a Definição de Critérios e Padrões de Emissão para Toxicidade de Efluentes Líquidos Lançados em Águas Superficiais do Estado do Rio Grande do Sul, foi realizada uma campanha de amostragem dos efluentes líquidos, tratados e lançados pela Eletrobras CGTEE, composta pela coleta de três amostras simples, durante três semanas consecutivas. As amostras coletadas foram enviadas ao laboratório contratado e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2 abaixo:

**Tabela 2.** Resultados obtidos nas análises de Toxicidade Aguda

	Toxicidade aguda para <i>Pimephales promelas</i>		Toxicidade aguda para <i>Daphnia magna</i>		Toxicidade aguda para <i>Pseudokirchneriella subcaptata</i> ( <i>Selenastrum capricornutum</i> )	
	Toxicidade	Fator de toxicidade	Toxicidade	Fator de toxicidade	Toxicidade	Fator de toxicidade
<b>Amostra 1</b> 30/07/2015	CL(I) <sub>50</sub> ;48H = ND	FT = 1	CE(I) <sub>50</sub> ;48H = ND	FT = 1	CI(I) <sub>50</sub> ;72H = ND	FT = 1
<b>Amostra 2</b> 06/08/2015	CL(I) <sub>50</sub> ;48H = ND	FT = 1	CE(I) <sub>50</sub> ;48H = ND	FT = 1	CI(I) <sub>50</sub> ;72H = ND	FT = 1
<b>Amostra 3</b> 12/08/2015	CL(I) <sub>50</sub> ;48H = ND	FT = 1	CE(I) <sub>50</sub> ;48H = ND	FT = 1	CI(I) <sub>50</sub> ;72H = ND	FT = 1



## 5 ESTATÍSTICAS DO MONITORAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Para uma análise estatística dos valores obtidos no monitoramento dos efluentes líquidos, tratados e lançados pela Eletrobras CGTEE, foram calculados valores apresentados nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 respectivamente a cada parâmetro monitorado, para o período de avaliação considerado neste relatório.

O número de vezes que cada parâmetro monitorado ultrapassou a limite máximo de emissão foi identificado e está apresentado nas Tabelas 7, 8 e 9. Para o parâmetro pH foram avaliados os limites máximo e mínimo de emissão.

Os dados de entrada do sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos não foram considerados na avaliação de atendimento ao limite máximo de emissão.

Os parâmetros de sulfato e hidrazina não possuem limite de emissão especificado, não sendo considerados na análise da Tabela 7.

**Tabela 3.** Análise estatística dos resultados para o período avaliado.

Análise dos Dados	Vazão Total		pH		T. Amostra		DQO	Dureza Total
	[m³/dia]				[°C]		[mg/l]	[mg/l]
	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Saída	Saída
Total de Dados	183	183	183	183	183	183	183	183
Dados Medidos	159	172	176,00	177,00	176	177	74	177
Dados Ausentes	24	11	7,00	6,00	7	6	109	6
% Dados Ausentes	13%	6%	4%	3%	3,8%	3,3%	59,6%	3,3%
Máximo	25.358	28.059	12	10	35	30	106	160
Mínimo	4.562	4.362	3	6	13	12	0	11
Média	12.234	13.229	7	7	24	23	33	100
Limite de Emissão	---	15.600	---	6 – 8,5	---	40	144	200

**Tabela 4.** Análise estatística dos resultados para o período avaliado.

Análise dos Dados	S. Suspensos		S. Sedimentáveis		Col. Totais	Óleos/Graxas	Hidrazina	Sulfato
	[mg/l]		[mg/l]		[NMP/100ml]	[mg/l]	ppb	[mg/l]
	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Saída	Saída	Saída	Saída
Total de Dados	183	183	183	183	183	183	183	26
Dados Medidos	176	177	176	177	172	177	149	26
Dados Ausentes	7	6	7	6	11	6	34	0
% Dados Ausentes	3,8%	3,3%	3,8%	3,3%	6,0%	3,3%	18,6%	0,0%
Máximo	1.673	1.154	80	1	24.000	42	177	336
Mínimo	3	2	0	0	250	0	4	54
Média	230	58	9	0	3.447	5	29	138
Limite de Emissão	---	45	---	1	3.000	10	---	---

**Tabela 5.** Análise estatística dos resultados de metais pesados para o período avaliado.

Análise dos Dados	Alumínio	Arsênio	Bário	Boro	Cádmio	Chumbo	Cobalto	Cobre	Cromo	Estanho
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Total de Dados	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Dados Medidos	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Dados Ausentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Dados Ausentes	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Máximo	5,700	nd	0,068	0,300	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Mínimo	0,660	nd	0,040	0,100	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Média	1,826	nd	0,052	0,152	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Limite de Emissão	9,00	0,09	5,00	5,00	0,09	0,45	0,5	0,45	0,45	4,00

**Tabela 6.** Análise estatística dos resultados de metais pesados para o período avaliado.

Análise dos Dados	Ferro	Manganês	Mercúrio	Molibdênio	Níquel	Prata	Selênio	Vanádio	Zinco
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Total de Dados	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Dados Medidos	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Dados Ausentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Dados Ausentes	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Máximo	2,700	0,170	nd	nd	0,000	nd	nd	0,500	0,000
Mínimo	0,290	0,050	nd	nd	0,000	nd	nd	0,015	0,000
Média	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Limite de Emissão	9,00	2,00	0,009	0,50	0,90	0,09	0,045	1,00	0,90

**Tabela 7.** Número de ultrapassagem ao Limite de Emissão do efluente tratado no período avaliado.

Análise	Vazão	pH		T.Amostra	DQO	Dur.Total	S.Susp.	S.Sed.	C. Totais	Óleos/Graxas
Nº de Vezes que Ultrapassou o Limite de Emissão	45	15	Ls	0	0	0	70	0	44	17
		10	Li							

Ls – Limite superior. Li – Limite inferior.

**Tabela 8.** Número de ultrapassagem ao Limite de Emissão para metais pesados no período avaliado.

Análise	Alumínio	Arsênio	Bário	Boro	Cádmio	Chumbo	Cobalto	Cobre	Cromo	Estanho
Nº de Vezes que Ultrapassou o Limite de Emissão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**Tabela 9.** Número de ultrapassagem ao Limite de Emissão para metais pesados no período avaliado.

Análise	Ferro	Manganês	Mercúrio	Molibdênio	Níquel	Prata	Selênio	Vanádio	Zinco
Nº de Vezes que Ultrapassou o Limite de Emissão	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 6 CONCLUSÕES

Para a avaliação completa do tratamento e do monitoramento ambiental de efluentes líquido realizado no Complexo Termelétrico de Candiota, foram examinados valores históricos, em bases gráficas, das medições realizadas na entrada e na saída do Sistema de Tratamento de Efluente Líquido.

O período avaliado foi de 1º de abril a 30 de setembro de 2015.

A eficiência do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos foi avaliada através da relação entre valores de entrada e de saída do efluente para os parâmetros de vazão, pH, sólidos suspensos e sólidos sedimentáveis.

O parâmetro de vazão não foi medido devido a intermitência do funcionamento dos equipamentos de medição de vazão no período avaliado, e atendeu ao limite de emissão em 73,84% das medições realizadas.

O parâmetro de pH apresentou uma eficiência de 61,54% no período avaliado, atendendo ao limite de emissão em 85,88% das medições realizadas.

O parâmetro de sólidos suspensos teve uma eficiência de remoção de 48,53% no período avaliado, atendendo o limite de emissão em 60,45% das medições realizadas.

O parâmetro de sólido sedimentável apresentou uma eficiência de remoção de 100% para o período avaliado, atendendo o limite de emissão em 100% das medições realizadas.

Os dados de monitoramento de efluentes líquidos do Complexo Termelétrico de Candiota, apresentados neste relatório, foram gerados em laboratório próprio, registrado pela FEPAM sob Certificado CINTER Nº 00028/2014-DL. As análises de metais pesados, sulfato e de toxicidade são realizadas por laboratório contratado.

A seguir estão apresentadas as conclusões, de forma específica a cada parâmetro monitorado, acerca do efluente líquido lançado pela Eletrobras CGTEE no corpo hídrico receptor.

**Vazão** – Variações na vazão de efluente líquido do processo produtivo ou a ocorrência de chuvas torrenciais locais podem causar alterações nas condições de lançamento do efluente tratado. No período de 14/05/2015 a 18/05/2015 houve ausência de dados de vazão de efluentes na saída do Sistema de Tratamento devido ao furto dos cabos de alimentação elétrica dos sensores de medição. O sistema de recirculação de efluentes encontra-se fora de operação devido a problemas de controle operacional identificados pela Eletrobras CGTEE, com previsão de solução para o mês de novembro de 2015.



O limite máximo de vazão foi ultrapassado 45 vezes no período avaliado.

**pH** – O monitoramento do pH é realizado de forma contínua e seu registro é realizado em uma medição diária. O limite máximo de pH para o efluente lançado foi ultrapassado 15 vezes no limite superior e 10 vezes no limite inferior para o período avaliado. Problemas no sistema de dosagem de ácido sulfúrico estão sendo verificados para a redução no número de ultrapassagens no limite superior deste parâmetro. A neutralização dos efluentes é realizada somente para a redução de pH.

**Temperatura** – A temperatura se manteve dentro do padrão de emissão determinado para o efluente líquido tratado.

**DQO** – A demanda química de oxigênio do efluente líquido tratado não apresentou valores acima do limite de emissão. Entretanto, devido a problemas de fornecimento do reagente ferroina, que é utilizado como indicador redox nesta análise, houve a ausência de 59,6% dos dados. Este reagente é um produto importado e que estava em falta no mercado. O reagente foi comprado no dia 28/07/2015, chegou ao fabricante no dia 06/10/2015 e tem previsão de entrega para o dia 13/10/2015. A partir desta data as análises serão realizadas normalmente.

**Dureza Total** - A dureza total do efluente tratado se manteve dentro do padrão de emissão determinado para o efluente tratado.

**Sólidos Suspensos** – Os valores medidos para sólidos suspensos no efluente líquido tratado mantiveram-se altos no período avaliado. Altas vazões do efluente líquido causam o arraste de partículas, pois aumenta a velocidade de escoamento no sistema de tratamento, dificultando o controle deste parâmetro pelo Sistema de Tratamento de Efluentes através das Bacias de Sedimentação. A Eletrobras CGTEE está avaliando as condições operacionais do tratamento de água e efluente interno a planta industrial para a redução deste parâmetro. O limite máximo de emissão de Sólidos Suspensos no efluente tratado foi ultrapassado 70 vezes no período avaliado.

**Sólidos Sedimentáveis** – O limite máximo de emissão de Sólidos Sedimentáveis no efluente tratado não foi ultrapassado no período avaliado, apresentando redução em relação ao semestre anterior.

**Coliformes Totais** – Os valores medidos para coliformes totais no efluente líquido tratado apresentou uma variação em seu monitoramento que por vezes ultrapassa o limite de emissão, entretanto apresentou redução significativa em relação ao semestre anterior. O limite máximo de emissão de Coliformes Totais no efluente tratado foi ultrapassado 44 vezes no período avaliado. Esta extrapolação pode ter sido causada por problemas operacionais ou fugas internas ao sistema de tratamento de efluente cloacal. Ainda estão em avaliação as condições operacionais do tratamento de efluente cloacal interno à planta industrial para a redução ainda maior deste parâmetro.

**Óleos e Graxas** – Os óleos e graxas no efluente tratado apresentaram diminuição nas ultrapassagens comparativamente aos dados do semestre passado. A ocorrência de vazamentos de óleo combustível, ocorridos na planta industrial, contribuem para a ultrapassagem dos valores medidos neste parâmetro. O sistema de drenagem da planta industrial possui caixas separadoras,

com limpezas e inspeções periódicas para reduzir a chegada deste material até o sistema de tratamento de efluentes. Foram realizados reparos nas comportas do Sistema de Tratamento de Efluentes, o que contribuiu muito para minimizar as ultrapassagens deste parâmetro. O limite máximo de emissão de Óleos e Graxas no efluente tratado foi ultrapassado 17 vezes no período avaliado.

**Hidrazina** – O parâmetro hidrazina é analisado pelo laboratório químico da Divisão de Operação Fases A e B do Complexo Termelétrico de Candiota. Não foi definido pelo órgão ambiental limite de emissão para esse parâmetro. O maior valor obtido das análises realizadas foi de 177 ppb.

**Sulfato** – O parâmetro sulfato é analisado por laboratório contratado pela Eletrobras CGTEE. Este parâmetro não possui limite de emissão definido pelo órgão ambiental. O maior valor obtido das análises realizadas foi de 336 mg/L. Os valores registrados podem estar associados ao uso de ácido sulfúrico para a neutralização dos efluentes na saída do sistema de tratamento.

**Metais Pesados** – Os metais pesados no efluente tratado se mantiveram dentro do padrão de emissão determinado. Entre todos os 19 metais monitorados, somente o alumínio, o zinco, manganês e o ferro apresentam uma ocorrência constante no efluente lançado. Quanto ao alumínio, pode estar associado à presença de grande quantidade de óxido de alumínio nas cinzas de carvão mineral e aos auxiliares de floculação utilizados no sistema de pré-tratamento de água. Para o ferro, a ocorrência se justifica pelos processos corrosivos e abrasivos em peças metálicas ocorridos na planta industrial. Quanto ao zinco a ocorrência está associada à dosagem de inibidor de corrosão na água de refrigeração.

**Toxicidade** – Em atendimento as exigências da Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul CONSEMA nº 129/06 foram realizadas análises em três amostras do efluente líquido tratado da Eletrobras CGTEE em Candiota. Para os dados obtidos apresentados na Tabela 2, verifica-se que os resultados para os fatores de toxicidade (FT) e toxicidade aguda para os três níveis tróficos avaliados estão de acordo com o estabelecido na legislação.

Na análise estatística dos parâmetros monitorados, tendo como base a média aritmética do período avaliado para os valores apresentados, os parâmetros de sólidos suspensos e coliformes totais apresentaram-se fora do limite de emissão com o valor médio de 58 mg/l e 3.427 NMP/100mL respectivamente para o período avaliado. Os demais parâmetros avaliados por média aritmética mantiveram-se dentro dos limites de emissão permitidos.

Os valores dos parâmetros monitorados são analisados individualmente, com a apresentação de máximos e mínimos, não havendo a necessidade de aplicação e uso do desvio padrão da média para identificação do intervalo de confiança.


## 7 ANEXOS

Anexo I – Tabela de Valores de Entrada e Saída do Sistema de Tratamento de Efluentes da UPME.

Anexo II – Tabela de Valores de Metais Pesados Medidos no Monitoramento de Efluentes.

Anexo III – Certificado de Cadastro de Laboratório de Análises Ambientais da Eletrobras CGTEE.


Candiota, 09 de outubro de 2015.



**Ciro Vitoria Pinto**  
Chefe da Divisão de Meio Ambiente  
Substituto  
Eletrobras - CGTEE/Candiota  
RE 27765

---

*Cintia Hartwig Milech Fischer*  
Engenheiro Químico  
Divisão de Meio Ambiente



---

*Rubem Abrahão Gonçalves Filho*  
Diretor de Operação



SISTEMA DE AUTOMONITORAMENTO - SISAUTO																	Folha 1 de 2			
PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS															CLASSE: F					
COMPANHIA GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA - Eletrobras CGTEE																	CONSEMA/RS 01de 2003/1998			
Usina Termelétrica Presidente Médici - Estrada Miguel Arlindo Câmara, 3601 - Candiota / RS - CEP 96495-000																				
Coordenadas Geográficas	Ponto de Lançamento do Efluente Líquido Tratado														31°33'13.96" S		LO IBAMA Nº: 057/99 - TAC 13/04/2013			
	Ponto de Encontro do Efluente Líquido Tratado com o Corpo Hídrico Receptor														53°41'24.15" O					
	Corpo Hídrico Receptor: Arroio Candiota														53°40'26.65" O					
Parâmetro	Vazão Total		pH		Temperatura		Temperatura Ambiente		DQO	Dureza Total	Sólido Suspenso		Sólido Sedimentável		Coliformes Totais	Óleos e Graxas	Hidrazina	Sulfato		
	[m³/dia]				[°C]		[°C]		[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]		[mg/l]		[NMP/100ml]	[mg/l]	[ppb]	[mg/l]		
Data	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Saída	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída		
01/04/2015	11.590	7.1	10.1	31.0	29.0	15.0	26.11	76	80	42	5.0	0.0	1.400	13.0	29.0	267.0				
02/04/2015	10.555	7.0	9.1	29.5	27.1	18.0	53.78	99	220	10	9.0	0.2	9.200	3.9	5.7					
03/04/2015	21.862	7.6	7.4	31.9	28.9	18.7	40.33	71	3	4	4.5	0.1	5.400	3.4	6.9					
04/04/2015	20.491	8.8	7.2	27.9	26.6	25.0	47.06	65	887	6	6.0	0.1	790	19.3	4.2					
05/04/2015	25.531	6.7	8.1	27.2	23.5	21.3	33.61	123	117	20	8.0	0.0	2.800	2.5	19.9					
06/04/2015	12.631	7.0	7.2	25.4	21.6	18.0	20.17	74	153	12	5.0	0.0	9.200	1.8	40.7					
07/04/2015	17.045	6.4	7.4	24.0	20.6	17.0	53.78	60	313	72	8.0	0.0	2.200	1.9	8.2					
08/04/2015	23.603	9.0	7.2	28.0	25.0	17.0	25.35	69	93	48	2.5	0.0	5.400	2.0	9.1			87.8		
09/04/2015	21.613	10.0	7.0	28.1	24.1	20.0	41.02	69	180	22	5.0	0.0	2.000	4.7	6.4					
10/04/2015	13.813	7.4	8.1	26.0	24.2	18.0	54.69	73	110	36	1.5	0.0	1.400	3.0	16.2					
11/04/2015	15.201	8.0	6.8	34.2	25.1	22.0	61.53	83	620	4	2.1	0.0	9.200	6.4	13.4					
12/04/2015	9.241	8.1	8.1	30.3	28.6	20.0	41.02	76	70	62	3.0	0.0	1.700	3.9	10.2					
13/04/2015	6.291	7.7	6.6	27.7	24.2	17.0	34.18	72	73	48	7.5	0.0	790	7.9	13.2					
14/04/2015	15.037	7.916	6.0	7.2	31.0	27.4	22.0	41.02	74	170	40	16.0	0.0	24.000	4.2	36.3				
15/04/2015	9.682	8.152	6.2	7.2	29.0	30.1	20.0	41.02	87	60	46	4.5	0.1	24.000	2.7	17.8			115.3	
16/04/2015	18.916	10.500	8.9	6.1	29.0	29.4	21.0	20.54	89	1403	58	15.0	0.0	24.000	4.5	36.1				
17/04/2015	10.447	11.261	6.7	7.1	26.1	27.1	19.0	41.02	97	97	46	4.5	0.0	24.000	0.4	7.3				
18/04/2015	21.396	24.024	7.8	7.7	22.6	23.7	11.7	30.19	101	23	80	2.0	0.1	2.500	4.2	3.6				
19/04/2015	20.373	28.059	6.0	6.5	26.3	21.5	16.3	52.83	74	427	56	20.0	0.2	24.000	3.8	9.3				
20/04/2015	17.297	19.747	7.1	7.5	28.0	22.5	21.0	45.28	62	277	14	3.0	0.0	700	6.7	4.9				
21/04/2015	18.481	21.536	7.1	7.8	25.0	21.7	18.0	7.55	66	230	14	0.5	0.0	16.000	3.0	5.9				
22/04/2015	21.342	23.600	10.0	7.6	28.2	24.0	22.64	71	197	56	3.5	0.0	250	0.6	6.5					
23/04/2015	11.943	17.382	6.9	7.4	24.8	26.3	19.0	7.55	77	33	24	13.0	0.0	3.500	3.4	11.6			127.8	
24/04/2015	10.780	8.601	7.2	7.7	25.7	26.0	16.0	0.00	89	80	32	11.0	0.0	790	4.3	10.5				
25/04/2015	13.001	10.720	7.4	7.9	27.2	25.3	16.0	7.57	90	170	82	3.0	0.0	5.400	5.7	8.5				
26/04/2015	14.873	12.387	6.8	6.6	26.8	24.7	16.0	106.20	93	260	150	2.0	0.0	1.100	5.7	8.6				
27/04/2015	9.804	10.508	8.9	7.8	29.3	25.7	17.0	45.43	81	250	60	1.6	0.0	790	3.0	26.9				
28/04/2015	8.703	8.541	8.0	7.2	26.1	26.9	18.0	75.73	94	107	30	5.5	0.0	460	7.1	12.0				
29/04/2015	9.468	11.580	9.5	8.0	26.8	28.0	18.0	31.68	93	993	56	40.0	0.0	1.200	4.5	8.8			68.7	
30/04/2015	8.379	8.161	5.9	7.9	20.2	23.5	15.0	23.76	84	43	64	4.0	0.0	460	1.8	22.4				
01/05/2015	10.070	4.362	9.6	7.2	20.0	19.0	22.0	0.00	124	107	36	0.1	0.0	16.000	0.9	8.4				
02/05/2015	9.837	22.460	8.6	8.0	25.0	25.2	15.2	7.34	136	17	38	1.5	0.0	2.100	4.0	7.8				
03/05/2015	12.136	13.156	10.2	7.9	20.0	18.3	12.3	0.00	160	13	32	0.5	0.0	700	1.9	3.5				
04/05/2015	7.752	9.346	5.7	8.1	20.8	23.6	10.0	0.00	125	37	32	1.0	0.0	9.200	6.0	23.5				
05/05/2015	10.535	11.549	6.0	8.1	20.9	22.8	6.0	0.00	137	57	62	0.5	0.0	1.200	3.8	22.2				
06/05/2015	9.920	13.070	5.7	7.9	20.6	23.1	7.0	0.00	115	13	42	2.0	0.0	1.300	8.1	21.1			82.7	
07/05/2015	10.518	12.476	6.5	8.1	20.4	23.3	6.0	0.00	85	30	24	2.5	0.0	640	5.0	30.2				
08/05/2015	9.337	12.100	6.4	8.0	29.7	24.9	8.5	38.46	117	20	14	7.0	0.0	1.100	3.7	30.6				
09/05/2015	10.348	13.578	6.2	8.1	26.8	24.4	15.0	0.00	128	73	8	2.5	0.0	950	8.9	6.8				
10/05/2015	5.447	7.386	6.7	8.5	26.9	25.7	15.5	0.00	105	7	16	2.5	0.0	1.100	1.0	7.5				
11/05/2015																				
12/05/2015																				
13/05/2015																				
14/05/2015			6.0	6.3	28.0	24.4	17.0	0.00	130	10	40	7.0	0.0	1.300	13.3	18.5			157.2	
15/05/2015			7.4	8.6	29.7	25.6	13.0	38.46	134	57	16	12.0	0.0	1.100	5.5	19.4				
16/05/2015			6.8	7.1	30.0	26.2	18.0	61.54	115	10	10	10.0	0.0	790	30.0	14.9				
17/05/2015			7.0	8.8	32.5	28.1	19.0	46.15	123	43	12	5.0	0.0	700	1.2	9.4				
18/05/2015			5.8	6.4	29.6	25.3	14.0	53.84	132	97	6	4.0	0.0	24.000	3.8	29.3				
19/05/2015	18.975	10.985	7.2	9.8	30.2	25.2	17.0	84.61	107	547	66	4.0	1.0	490	4.4	56.4				
20/05/2015	7.967	11.485	10.3	8.3	26.4	25.6	17.5	53.84	102	277	38	3.0	0.0	790	4.7	39.6			225.0	
21/05/2015	7.726	8.136	7.6	8.8	29.2	27.4	18.0	15.38	85	17	16	2.0	0.0	700	3.1	27.6				
22/05/2015	5.472	7.130	5.7	8.1	23.8	27.2	17.5	23.08	93	10	2	4.0	0.0	3.500	32.3	26.4				
23/05/2015	7.049	7.059	7.7	8.0	29.3	20.0	19.0	31.37	112	30	56	3.0	0.0	1.300	10.2	25.0				
24/05/2015	6.493	8.853	9.6	8.2	29.0	26.0	16.0	101.96	93	30	14	4.0	0.0	16.000	5.6	44.0				
25/05/2015	7.290	9.422	6.5	8.2	24.6	27.8	12.0	31.87	112	30	38	5.0	0.0	5.400	0.3	11.4				
26/05/2015	7.890	6.862	11.5	8.5	23.7	26.3	14.0	70.59	113	260	44	7.0	0.0	1.700	3.9	25.7				
27/05/2015	19.974	23.952	7.0	8.3	23.6	23.9	13.0	72.43	100	117	48	13.0	0.0	1.700	3.6	22.7			53.6	
28/05/2015	12.216	9.476	5.7	9.0	20.3	20.2	12.0	17.84	153	153	92	2.5	0.0	640	4.9	7.5				
29/05/2015	9.465	12.077	6.2	10.0	20.3	23.8	10.0	31.37	124	113	22	7.0	0.0	490	0.3	25.6				
30/05/2015	12.851	16.007	7.9	8.9	24.2	25.2	13.2	30.47	105	23	8	2.0	0.0	1.100	0.4	12.7				
31/05/2015	6.485	8.627	8.8	8.8	25.4	14.0	22.86	100		20			0.0	490	10.8	14.3				
01/06/2015																				
02/06/2015																				336.3
03/06/2015																				
04/06/2015	25.358	8.760	6.8	7.8	35.2	27.1	18.0	0.00	103	110	36	3.0	0.0	16.000	7.8	7.5				
05/06/2015	10.551	10.172	6.4	7.0	22.8	25.1	19.0	0.00	93	183	14	1.0	0.1	3.500	2.6	70.9				
06/06/2015	20.246	17.483	6.6	7.6	24.0	21.4	20.0	46.60	122	43	108	1.0	0.0	460	15.0	22.5				
07/06/2015	4.562	7.470	5.7	7.5	28.2	24.5	21.0	0.00	120	180	34	2.0	0.0	1.300	6.5	30.7				
08/06/2015	13.643	6.660	6.7	8.4	22.5	23.4	20.0	0.00	123	207	14	6.0	0.0	1.100	6.7	26.0				
09/06/2015	15.003	7.230	6.7	8.1	23.6	21.9	22.0	38.83	117	30	16	1.0	0.0	1.500	6.1	8.4				
10/06/2015	25.024	12.690	6.1	9.5	19.9	21.7	20.0	88.88	125	7	68	2.0	0.0	1.700						

SISTEMA DE AUTOMONITORAMENTO - SISAUOT

PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

COMPANHIA GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA - Eletrobras CGTEE

Usina Termelétrica Presidente Médici - Estrada Miguel Arindo Câmara, 3601 - Candiota / RS - CEP 96495-000

CLASSE: F  
CONSEMA/R3 01 de 20/03/1998

LO IBAMA Nº: 057/99 - TAC 13/04/2013

Coordenadas Geográficas	Ponto de Lançamento do Efluente Líquido Tratado					31°33'13.96"S	
						53°41'24.15"O	
	Ponto de Encontro do Efluente Líquido Tratado com o Corpo Hídrico Receptor					31°34'27.54"S	
						53°40'26.65"O	
Corpo Hídrico Receptor:		Arroio Candiota					

Parâmetro	Vazão Total		pH		Temperatura		Temperatura Ambiente	DQO	Dureza Total	Sólido Suspenso		Sólido Sedimentável		Coliformes Totais	Óleos e Graxas	Hidrazina	Sulfato						
	[m³/dia]		Entrada	Saída	[°C]					Entrada	Saída	Entrada	Saída					Entrada	Saída	[NMP/100ml]	[mg/l]	[ppb]	[mg/l]
	Data																						
16/07/2015	3.074	11.000	8,80	7,20	22,8	23,6	7,0	113	83	573,3	34	10,0	0,00	1.400	9,2	13,5							
17/07/2015	9,482	11.220	7,40	6,40	17,1	18,6	15,0	114	46,6	44	1,6	0,00	1.100	8,2	13,6								
18/07/2015	11.445	12.081	6,90	6,20	21,0	19,6	13,0	97	33,3	16	0,10	0,00	1.400	8,8	39,3								
19/07/2015	12.750	12.804	5,80	6,90	17,6	20,5	14,0	113	256,6	74	0,5	0,00	460	6,5	4,5								
20/07/2015	23.456	20.167	8,10	7,10	19,1	20,9	12,0	118	136,6	94	4,2	0,00	5.400	4,6	16								
21/07/2015	10.199	12.615	5,80	6,90	20,7	20,9	13,0	117	256,6	30	19,1	0,00	1.400	6,2	11	119,6							
22/07/2015	8.442	10.000	8,70	6,20	22,6	21,8	8,0	115	293,3	18	3,0	0,00	1.100	6,1	12								
23/07/2015	11.762	11.380	8,50	6,80	21,2	21,6	14,0	102	33,3	156	3,5	0,00	1.700	8,9	24,7								
24/07/2015	10.765	15.390	8,00	8,00	23,5	22,1	9,0	111	60,0	30	10,0	0,00	640	5,4	177,4								
25/07/2015	14.895	18.512	9,54	6,84	26,2	23,5	16,0	115	26,6	164	9,0	0,00	460	6,1	26,7								
26/07/2015	7.868	9.708	9,35	6,86	25,3	23,5	14,0	94	56,6	168	8,0	0,00	1.100	5,0	25								
27/07/2015	8.490	11.329	9,50	7,30	26,3	23,1	14,0	102	253,3	54	6,0	0,00	790	1,2	11,8								
28/07/2015	14.567	14.246	7,20	7,40	21,1	22,1	14,0	107	250,0	18	5,0	0,00	330	4,4	22,7								
29/07/2015	10.141	13.219	7,10	6,90	20,0	23,7	25,5	96	380,0	640	3,00	0,00	2.800	4,5	7,6								
30/07/2015	16.221	18.915	6,10	7,20	24,3	23,6	16,0	79	213,3	26	1,00	0,00	3.500	6,8	12,5	91,48							
31/07/2015	14.849	17.780	6,10	7,10	21,1	24,1	18,0	89	250,0	8	80,00	0,00	3.500	4,0	73,9								
01/08/2015	14.232	18.037	6,50	6,70	23,7	22,8	13,0	97	173,3	30,0	2,0	0,00	3.500	3,9	4,8								
02/08/2015	13.504	16.523	5,80	6,60	23,1	22,6	18,0	106	90,0	22,0	3,0	0,00	5.400	2,7	21,3								
03/08/2015	15.896	19.302	6,60	6,70	23,0	23,9	16,0	99	167,3	1.154,0	6,0	0,00	790	2,8	70,8								
04/08/2015	16.802	20.023	7,90	7,10	20,1	20,7	15,0	98	1.200,0	94,0	5,0	0,00	2,3	37,3									
05/08/2015	21.835	23.930	7,10	7,00	21,4	19,3	17,0	96	660,0	68,0	10,0	0,00	3,7	34,2									
06/08/2015	11.350	18.953	8,70	7,10	23,0	21,7	20,0	89	20,0	168,0	9,0	0,00	5.400	5,6	33,8	111,40							
07/08/2015	9.144	12.507	8,10	8,20	24,8	21,4	21,0	84	266,6	264,0	10,9	0,00	16.000	2,1	21,1								
08/08/2015	11.392	13.943	9,60	8,55	24,4	23,2	26,0	88	176,6	48,0	32,0	0,00	700	3,7	46,4								
09/08/2015	10.081	13.553	8,30	7,50	24,7	26,0	17,0	91	120,0	88,0	60,0	0,00	330	7,8	5,7								
10/08/2015	11.882	14.339	8,80	8,00	24,8	24,4	21,0	84	203,3	68,0	40,0	0,00	790	5,5	52,8								
11/08/2015	11.882	14.844	9,60	8,10	22,6	24,5	14,0	89	396,6	118,0	28,0	0,00	790	5,5	17,1	218,62							
12/08/2015	14.090	16.563	8,90	8,20	25,8	26,7	16,0	85	173,3	58,0	36,0	0,00	790	5,0	30,8								
13/08/2015	13.987	17.135	8,30	7,90	25,2	25,8	14,0	84	193,3	46,0	24,0	0,00	5.400	5,5	94,7								
14/08/2015	16.260	18.405	8,10	7,70	24,2	24,2	15,0	90	26,6	40,0	10,1	0,00	2.400	3,2	30								
15/08/2015	14.542	16.456	7,70	7,80	27,0	26,9	18,0	92	163,3	20,0	15,0	0,00	950	5,5									
16/08/2015	24.377	19.821	7,40	7,80	24,0	23,2	18,0	82	590,0	252,0	18,0	0,00	790	2,9									
17/08/2015	13.027	21.212	6,10	8,80	26,3	24,1	14,0	105	183,3	116,0	21,0	0,00	310	2,7									
18/08/2015	10.183	12.294	9,10	8,40	26,7	27,6	14,0	150	266,6	48,0	29,0	0,00	1.100	4,4									
19/08/2015	12.821	15.838	7,50	7,90	25,4	24,9	11,0	129	670,0	88,0	23,0	0,00	1.700	8,4		80,69							
20/08/2015	11.790	15.872	7,30	7,10	22,6	23,4	11,0	118	346,6	144,0	15,0	1,00	1.300	16,4									
21/08/2015	10.149	12.330	6,80	8,10	18,0	23,0	12,0	119	123,3	46,0	20,0	1,00	430	11,5									
22/08/2015	10.191	6.316	8,50	8,70	26,7	23,8	18,0	122	846,6	6,0	35,0	0,00	310	14,6									
23/08/2015	11.829	13.601	8,70	5,71	26,7	24,7	16,0	112	646,6	36,0	15,0	0,00	490	1,2									
24/08/2015	12.338	10.768	7,30	5,74	22,2	21,9	12,0	128	606,6	34,0	35,0	0,00	1.300	7,3									
25/08/2015	11.632	11.814	9,70	7,40	23,3	23,9	14,0	152	590,0	56,0	31,0	0,00	490	8,5									
26/08/2015	11.817	12.783	10,00	8,80	25,2	22,8	13,0	88	383,3	72,0	45,0	0,00	2.400	7,1									
27/08/2015	14.124	15.354	7,60	8,10	24,6	28,7	14,0	95	940,0	28,0	25,0	0,00	1.100	3,4		80,02							
28/08/2015	14.293	14.189	10,00	8,30	23,1	21,9	8,0	89	970,0	38,0	17,0	0,00	790	9,9									
29/08/2015	12.790	14.301	8,50	8,10	25,7	22,0	14,0	100	183,3	46,0	7,0	0,00	490	1,6									
30/08/2015	11.486	12.075	8,60	8,50	25,0	25,4	18,0	105	110,0	88,0	5,9	0,00	250	2,4									
31/08/2015	11.336	10.219	9,30	7,50	27,3	23,2	15,0	82	1.066,6	36,0	8,0	0,00	330	1,9									
01/09/2015	11.082	14.530	8,05	7,48	25,0	22,6	13,0	68	620,0	10,0	6,0	0,00	490	0,8									
02/09/2015	11.575	14.162	8,52	6,19	24,0	24,0	12,0	78	1.010,0	20,0	11,0	0,00	250	3,2									
03/09/2015	10.537	8.961	7,90	7,50	23,4	23,1	15,0	75	403,3	86,0	4,0	0,00	330	0,6									
04/09/2015	12.661	12.690	8,60	6,76	23,2	23,6	12,0	84	183,3	54,0	10,0	0,00	950	0,5		143,64							
05/09/2015	17.158	16.869	8,60	6,76	21,9	24,1	19,0	81	176,6	6,0	1,0	0,00	700	2,2									
06/09/2015	11.085	11.465	8,65	6,78	24,9	22,9	16,0	79	336,6	28,0	6,0	0,00	790	2,4									
07/09/2015	15.224	16.089	5,80	8,40	24,0	23,0	15,0	85	86,6	34,0	0,2	0,00	790	0,2									
08/09/2015	9.786	12.057	3,80	8,80	25,4	23,1	16,0	86	216,6	44,0	20,0	0,00	5.400	4,7									
09/09/2015	11.014	6.129	6,60	6,90	20,3	24,1	17,0	95	606,6	32,0	5,0	0,00	490	4,7		236,75							
10/09/2015	9.011	10.328	6,10	5,60	20,0	23,6	13,0	113	63,3	16,0	3,0	0,00	3.500	7,8									
11/09/2015	13.108	14.950	10,30	6,10	19,3	20,3	8,0	112	36,6	14,0	1,0	0,00	5.400	4,7									
12/09/2015	18.962	14.950	5,80	6,00	18,0	16,0	5,0	97	70,0	10,0	3,0	0,00	330	1,9		17,6							
13/09/2015	9.381	12.437	8,50	8,00	20,0	20,0	8,5	91	150,0	6,0	1,0	0,00	250	1,5		24							
14/09/2015	7.399	13.161	4,70	6,60	23,2	21,6	12,0	75	96,7	16,0	3,5	0,00	3.500	0,2		94,5							
15/09/2015	5.598	13.881	7,40	6,80	20,2	21,5	20,0	99	83,3	30,0	2,0	0,00	2.200	1,7		69,2							
16/09/2015	7.376	12.507	6,30	6,60	16,1	22,1	12,0	143	323,3	186,0	3,0	0,00	330	0,9		132,1							
17/09/2015	7.226	10.617	7,40	5,71	19,8	21,1	12,0	105	173,3	100,0	2,0	0,5	460	0,2		32,6							
18/09/2015	7.127	10.432	6,60	5,90	20,9	21,2	16,0	80	60,0	42,0	2,5	0,00	700	2,1		110,7							
19/09/2015	11.466	11.637	6,80	5,60	23,0	20,0	14,0	99	620,0	2,0	2,0	0,00	430	1,2		9,3							
20/09/2015	10.198	12.314	6,80	5,60	22,0	20,0	16,0	89	400,0	8,0	1,5	0,00	250	0,4		16,6							
21/09/2015	8.129	11.449	6,60	7,10	18,5	22,7	16,0	119	1.093,3	262,0	5,0	0,00	250	1,7		84,1							
22/09/2015	7.610	11.175	3,40	7,10	20,2	23,5	14,0	125	80,0	70,0	0,2	0,1	1.400	2,8		37,4							
23/09/2015	8.077	12.013	6,60	6,80	19,3	22,1	16,0	123	890,0	170,0	1,2	0,5	2.800	3,2		96,7							
24/09/2015	8.973	11.901	10,70	8,50	22,7	22,7	16,0	112	210,0	158													





## CERTIFICADO DE CADASTRO DE LABORATÓRIO

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental, criada pela Lei Estadual nº 9.077 de 04/06/90 e com seus Estatutos aprovados pelo Decreto nº 33.765, de 28/12/90, registrado no Ofício do Registro Oficial em 01/02/91, de acordo com a Resolução nº 008/94 - CONS. ADM. FEPAM, de 29/12/94, publicada no Diário Oficial do Estado em 03/01/95 e Portaria nº 35/2009, de 03/08/2009, publicada no Diário Oficial do Estado em 03/08/2009 no uso de suas atribuições e com base nos autos do processo administrativo nº 15349-05.67/13.1 concede o presente CERTIFICADO nas condições e restrições abaixo especificadas.

### I - Identificação:

EMPREENDEDOR RESPONSÁVEL: 126982 - CGTEE - CIA GERACAO TERMICA DE ENERGIA ELETRICA

CPF / CNPJ / Doc Estr: 02.016.507/0003-20

ENDEREÇO: ESTRADA MIGUEL ARLINDO CAMARA, 3601  
 VILA RESIDENCIAL  
 96495-000 CANDIOTA - RS

EMPREENDIMENTO: 18070 - CGTEE - LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS

LOCALIZAÇÃO: ESTRADA MIGUEL ARLINDO CAMARA, 3601  
 VILA RESIDENCIAL  
 CANDIOTA - RS

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: Latitude: -31,55240000 Longitude: -53,68261000

A REALIZAR ANÁLISE DE LABORATÓRIO DOS PARÂMETROS CADASTRADOS

RAMO DE ATIVIDADE: 5.710,10

MEDIDA DE PORTE: 1,00 valor único

### II - Condições e Restrições:

#### 1. Quanto ao Empreendimento:

1.1- com vistas ao certificado de cadastro ambiental deste laboratório, LUIS EDUARDO BROSE PIOTROWICZ, profissão Engenheiro Químico e registro profissional CRQ 05302760 é o responsável técnico;

#### 2. Quanto à Análise:

2.1- são considerados APTOS E CADASTRADOS pela FEPAM, os parâmetros abaixo relacionados, constantes em: Anexo IV das "Informações para Cadastramento de Laboratórios de Análises Ambientais", na Resolução CONAMA nº 357/2005 de 17 de março de 2005, na Portaria 518 do Ministério da Saúde, na Resolução CONAMA 396 publicada no DOU de 07 de abril de 2008, na Resolução CONSEMA nº 128/2006-SEMA e 129/2006-SEMA, publicadas no Diário Oficial do Estado, em 07 de dezembro de 2006, Resolução CONAMA 003/90 de 28 de junho de 1990, que estabelece os padrões nacionais de qualidade do ar, na Portaria 04/95 - SSMA - publicada no Diário Oficial do Estado em 31 de janeiro de 1995, e outras exigências específicas de licenciamento e monitoramento ambiental:

##### 2.1.1- CONTROLE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

Código	Parâmetro
9	Coliformes termotolerantes
148	Condutividade
42	Demanda química de oxigênio
8	Dureza



<i>Código</i>	<i>Parâmetro</i>
101	Óleos e graxas totais
62	Oxigênio dissolvido
7	pH
6	Sólidos sedimentáveis
43	Sólidos suspensos totais
159	Temperatura
1	Temperatura da água
69	Temperatura do ar
75	Vazão

#### 2.1.2- CONTROLE DE EFLUENTES LÍQUIDOS

<i>Código</i>	<i>Parâmetro</i>
9	Coliformes termotolerantes
148	Condutividade
42	Demanda química de oxigênio
8	Dureza
101	Óleos e graxas totais
7	pH
6	Sólidos sedimentáveis
43	Sólidos suspensos totais
159	Temperatura
1	Temperatura da água
69	Temperatura do ar
75	Vazão

#### 2.1.3- IMISSÕES ATMOSFÉRICAS

<i>Código</i>	<i>Parâmetro</i>
88	Dióxido de enxofre
86	Dióxido de nitrogênio
196	Óxidos de nitrogênio
191	Ozônio
194	Partículas inaláveis
87	Partículas totais em suspensão

2.2- as recomendações e restrições observadas em vistoria, caso não sejam atendidas no período de validade deste Cadastro, poderão implicar no cancelamento de parâmetros não adequados;

#### 3. Quanto à Amostragem:

3.1- são consideradas APTAS E CADASTRADAS pela FEPAM somente para a Amostragem, de acordo com a Portaria FEPAM 035/2009, as seguintes matrizes:

- Água Superficial
- Efluente Líquido
- Imissão Atmosférica

3.2- as recomendações e restrições observadas em vistoria, caso não sejam atendidas no período de validade deste Cadastro, poderão implicar no cancelamento de matriz(es) não adequada(s);

Este certificado de cadastro é válido para as condições acima até 04 de setembro de 2016, porém, caso algum prazo estabelecido neste cadastro for descumprido, automaticamente este perderá sua validade. Este documento também perderá a validade caso os dados fornecidos pelo empreendedor não correspondam à realidade.

Este certificado não dispensa nem substitui quaisquer alvarás ou certidões de qualquer natureza exigidos pela Legislação Federal, Estadual ou Municipal, nem exclui as demais licenças ambientais.

Data de emissão: Porto Alegre, 04 de setembro de 2014.

Este documento licenciatório é válido para as condições acima no período de 04/09/2014 à 04/09/2016.

Este documento licenciatório foi certificado por assinatura digital, processo eletrônico baseado em sistema criptográfico assimétrico, assinado eletronicamente por chave privada, garantida integridade de seu conteúdo e está à disposição no site [www.fepam.rs.gov.br](http://www.fepam.rs.gov.br).

fepam®.

Documento Assinado Digitalmente



Nome do arquivo: 644001.pdf

Autenticidade: Documento Íntegro



DOCUMENTO ASSINADO POR	DATA	CPF/CNPJ	VERIFICADOR
Rafael Volquind	05/09/2014 18:00:06 GMT-03:00	68610998053	Assinatura válida

Documento eletrônico assinado digitalmente conforme MP nº 2.200-2/2001 de 24/08/2001, que institui a infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP-Brasil.

**Relatório Consolidado N.º 09**  
**Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais**  
**Abril a Setembro de 2015**



## **1 INTRODUÇÃO**

Este documento apresenta os dados consolidados do gerenciamento de resíduos sólidos realizado no Complexo Termelétrico de Candiota, localizado no município de Candiota/RS, para o período de abril a setembro de 2015.

O gerenciamento de resíduos sólidos é realizado para atendimento as condicionantes do licenciamento ambiental e da legislação vigente. Tem a finalidade de verificar as fontes geradoras, as formas de acondicionamento, a segregação, o armazenamento temporário e a destinação adequada dos resíduos sólidos industriais gerados no processo produtivo, nas intervenções de manutenção e nas atividades administrativas da planta industrial da Eletrobras CGTEE em Candiota/RS. Os resíduos gerados nas atividades e serviços auxiliares ao processo industrial também estão incluídos no gerenciamento realizado.

## **2 OBJETIVO**

Apresentar os dados trimestrais de controle de geração e destinação dos resíduos sólidos industriais.

Apresentar as boas práticas realizadas no acondicionamento, armazenamento e destinação final de resíduos sólidos.

Apresentar análise integrada e conclusiva do gerenciamento de resíduos sólidos no Complexo Termelétrico de Candiota II, realizado no período avaliado, incluindo a análise estatística dos dados.

## **3 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS**

A Eletrobras CGTEE não possui um sistema para o gerenciamento de seus resíduos sólidos industriais de forma integrada em suas plantas industriais.

Visando atender as demandas da legislação e dos órgãos regulamentadores, bem como as condicionantes de suas licenças de operação e seu Programa de Gestão de Resíduos Sólidos – PGRS são realizadas, boas práticas sob a coordenação de pessoal qualificado, para a correta segregação, acondicionamento, armazenamento temporário e destinação final dos resíduos gerados no processo industrial e nas atividades auxiliares.

Os resíduos classificados como Perigosos - Classe I, segundo a norma ABNT NBR 10004, são segregados na origem, acondicionados e destinados conforme legislação vigente. Resíduos com poder calorífico considerável, são destinados para coprocessamento em fornos de clínquer. Resíduos perigosos com potencialidade de reciclagem, descontaminação e/ou com algum tipo de aproveitamento energético ou de matéria prima, são destinados de maneira a proporcionar o seu aproveitamento, considerando sempre as normas e regulamentações vigentes conforme a sua classificação. Demais resíduos perigosos são destinados para aterro industrial classe I.

Os resíduos classificados como Não Perigosos - Classe II, segundo a norma ABNT NBR 10004, são segregados na origem de forma a separar os recicláveis. Papeis, papelão e embalagens plásticas são

doados a associação de catadores conforme determinação do Decreto Federal nº 5940/2006. Demais resíduos sem a possibilidade de aproveitamento e/ou reciclagem são destinados para aterro industrial classe II.

Resíduos de origem doméstica, mesmo que gerados no interior da planta industrial, tais como papéis recolhidos em banheiro, resíduos de cozinhas e refeitórios, embalagens e sucatas de madeira da manutenção civil, bem como o lixo comum coletado em escritórios e nas áreas de convivência, são destinados em aterro sanitário licenciado no município de Candiota. A destinação ocorre de duas formas:

- 1º - Coleta e destinação pela Prefeitura Municipal em seu sistema de coleta de resíduos urbanos;
- 2º - Coleta e destinação pela Eletrobras CGTEE quando identificado operação com geração de grande quantidade de resíduos.

O resíduo sólido gerado em maior quantidade no processo de geração de energia elétrica no Complexo Termelétrico de Candiota são as cinzas de carvão mineral.

Demais resíduos são gerados em atividades administrativas, intervenções de manutenção, utilização de insumos no processo de geração de energia elétrica, no sistema de tratamento de água e nas atividades de laboratório.

Os principais resíduos sólidos gerados na Usina Termelétrica Presidente Médici, considerados para as boas práticas realizadas, estão apresentados na Tabela 1, indicando sua classificação, forma de acondicionamento e destinação priorizada.

A quantificação dos resíduos gerados e destinados pelo Complexo Termelétrico de Candiota é apresentada na forma de planilhas trimestrais, indicando as quantidades e os locais de destinação. O regime trimestral de planilhas de controle de resíduos é exigência do órgão ambiental do Rio Grande do Sul. Denominada de SIGECORS - Sistema de Gerenciamento e Controle de Resíduos Sólidos - esta planilha trimestral é preenchida pelo gerador e encaminhada a FEPAM periodicamente.

Para o gerenciamento e a destinação de grandes volumes de resíduos sólidos industriais, gerados em períodos determinados ou em eventos isolados é realizada a contratação específica de empresa especializada para atender esta demanda, pois não pode ser prevista na rotina normal de geração de resíduos do processo industrial.



**Tabela 1.** Resíduos Sólidos Gerados no Complexo Termelétrico de Candiota.

<b>Tipo de Resíduo</b>	<b>Classe</b>	<b>Estado Físico</b>	<b>Acondicionamento</b>	<b>Destino</b>
Recicláveis Projeto 3Rs	II	Sólido	Sacos Plásticos	Associação de Catadores
Isolamento térmico usado (lã de vidro e lã de rocha)	II	Sólido	Sacos de Ráfia e Container	Aterro Industrial Classe II
Solo contaminado	I	Sólido	Container	Descontaminação
Telhas de amianto	I	Sólido	Container	Aterro Industrial Classe I
Toalha mecânica contaminada	I	Sólido	Caixa de Madeira	Coprocessamento
Madeira contaminada	I	Sólido	Container	Coprocessamento
Óleo combustível contaminado	I	Sólido	Tambor 200 L	Coprocessamento
Óleo lubrificante usado	I	Líquido	Tambor 200 L	Rerrefino
Materiais contaminados com óleo	I	Sólido	Caixa de Madeira	Coprocessamento
Embalagem de produto químico	I	Sólido	Tambor 200 L	Aterro Industrial Classe I
Produto químico vencido - líquido	I	Líquido	Tambor 200 L	Reciclagem e/ou Tratamento
Produto químico vencido - Sólido	I	Sólido	Tambor 200 L	Reciclagem, Tratamento e/ou Aterro Industrial
Baterias chumbo-ácido	I	Sólido	Sobre Palet	Reciclagem
Sucata eletrônica	II	Sólido	Caixa de Madeira	Reciclagem e/ou Doação
Pilhas e Baterias	I	Sólido	Tambor 200 L	Descontaminação e/ou Aterro Industrial Classe I
Lâmpadas	I	Sólido	Caixa de Madeira	Descontaminação com recuperação do mercúrio
Resíduos domésticos	II	Sólido	Sacos Plásticos	Aterro Sanitário
Sucata de madeira não contaminada	II	Sólido	Container	Aterro Sanitário ou doação à comunidade

### **3.1 Implantação de um Sistema de Gestão de Resíduos na UPME**

A Eletrobras CGTEE busca viabilizar no segundo semestre de 2015 a implantação de um Sistema de Gestão de Resíduos através da Revisão do seu Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, aplicável a planta industrial de Candiota. Este Sistema visa atender as demandas dos órgãos de fiscalização ambiental e da Política Nacional de Resíduos Sólidos, bem como as necessidades da Eletrobras CGTEE. A primeira etapa foi concluída no segundo semestre de 2011 com a construção de uma Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Sólidos visando dar condições seguras de armazenamento e acondicionamento adequado aos resíduos no período entre a sua geração e a posterior destinação.

Eletrobras CGTEE adquiriu e instalou, nos anos de 2011 e 2012, um software de gestão ambiental para a implantação da sua rede automática de monitoramento ambiental, o qual possui um módulo específico – Modulo SOLIDUS - dedicado ao gerenciamento de resíduos. Sua utilização deverá ser efetivada na implantação e execução do PGRS.

Contratos de destinação de resíduos e aquisição de materiais para atendimento a demandas, serão realizados de maneira continuada pela Eletrobras CGTEE e deverão integrar o PGRS.

O PGRS da Eletrobras CGTEE a ser implantado no Complexo Termelétrico de Candiota está em revisão e deverá contemplar o atendimento a todas as demandas identificadas na realização de boas práticas existente, definindo atribuições e responsabilidades no gerenciamento de resíduos sólidos em Candiota. A adequação da estrutura organizacional e a definição do quadro e pessoal ainda necessitam de providências visando à criação de procedimentos e rotinas padronizadas para implantação e acompanhamento dos programas de gestão ambiental, incluindo a gestão de resíduos sólidos.

### **3.2 Condições Atuais do Armazenamento de Resíduos Perigosos na UPME**

Todos os resíduos perigosos da Eletrobras CGTEE são recolhidos, acondicionados em embalagens adequadas e identificados para posterior destinação.

Os resíduos perigosos gerados são encaminhados para depósito na Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Sólidos até a sua destinação final. Excetuam-se os resíduos gerados em grande volume, os quais são sistematicamente destinados a partir de sua origem, sem o armazenamento temporário.

Um volume expressivo de óleo combustível, contido em vazamentos na área industrial e no sistema de tratamento de efluentes na UPME, foi coletado, acondicionado e identificado em tambores metálicos e estão armazenados de forma segura na Central de Armazenamento Temporário de Resíduos da Eletrobras CGTEE. Estes resíduos aguardam a destinação final por coprocessamento ou atividade que possibilite o seu aproveitamento na geração de energia. A Eletrobras CGTEE está implantando o sistema de recuperação deste óleo para uso no processo industrial, diminuindo custos na destinação de resíduos.

O óleo lubrificante usado, gerado no processo industrial e em intervenções de manutenção, está estocado na Central de Armazenamento Temporário de Resíduos da Eletrobras CGTEE e aguarda a



realização de leilão de inservíveis para a comercialização como destinação em processo de rerrefino.

Em 19/11/2013 a Eletrobras CGTEE abriu Processo Administrativo Nº CGTEE/UPME-1590/2013, com a finalidade de registrar preço para a prestação dos serviços de transporte e destinação de seus resíduos sólidos industriais. O processo encontra-se em fase de orçamentação, possibilitando a destinação de todos os resíduos industriais da CGTEE por meio de registro de preço conforme sua classificação e destinação definida.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Destinação em Aterro Sanitário Municipal**

Todos os resíduos gerados pela Eletrobras CGTEE, classificados como não perigosos e com características de resíduos urbanos, são destinados para o Aterro Sanitário da Empresa Meioeste Ambiental LTDA, CNPJ 11.201.681/0002-53, localizada no Município de Candiota, licenciado pela FEPAM através do TCA/ASSEJUR/FEPAM nº 03/2014 e do ADITIVO/TCA/ASSEJUR/FEPAM nº 02/2015 .

O transporte é realizado pela Eletrobras CGTEE, utilizando veículo próprio, observando as condições de segurança do veículo e da carga. Todo o transporte realizado é acompanhado de Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR.

Os resíduos orgânicos e os resíduos de banheiro são acondicionados pela Eletrobras CGTEE e recolhidos pela Prefeitura Municipal de Candiota durante sua rotina de limpeza urbana. A Prefeitura Municipal destina estes resíduos no Aterro Sanitário da Empresa Meioeste Ambiental LTDA.

### **4.2 Destinação de Resíduos Recicláveis**

A Eletrobras CGTEE adquiriu um prensa enfardadeira para a adequação da estocagem de seus resíduos recicláveis, reduzindo o seu volume, facilitando o manuseio, estocagem temporária e transporte. Este material será doado a Associação de Separadores de Materiais Recicláveis Rainha da Fronteira – ASMAR, localizada a Estada da Produção s/n, localidade de Arvorezinha, em Bagé/RS, em cumprimento ao Decreto Federal Nº 5.940, de 25 de outubro de 2006.

### **4.3 Destinação em Aterro Industrial Licenciado**

Os resíduos industriais estocados na Central de Armazenamento Temporário de Resíduos, não enquadrados na Portaria Nº 016/2010 – FEPAM, a qual dispõe sobre o controle da disposição final de resíduo classe I com características de inflamabilidade no solo, em sistemas de destinação final de resíduos denominados “aterro de resíduos classe I” e “central de recebimento e destinação de resíduos classe I”, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul; passarão a ser destinados conforme demanda, buscando sempre a regularização da estocagem temporária, após a contratação dos serviços pela Eletrobras CGTEE. Não houve destinação de resíduos em aterro industrial licenciado no período avaliado.

#### **4.4 Destinação em Processo de Coprocessamento**

Não houve destinação de resíduos em processo de coprocessamento no período avaliado.

#### **4.5 Descontaminação de Lâmpadas**

Não foi realizada descontaminação de lâmpadas no período.

#### **4.6 Descontaminação de Embalagens**

No mês de abril de 2015 foi realizada a destinação de 2,58T de bombonas e embalagens vazias de soda cáustica para a Empresa Bressan Indústria e Comércio de Embalagens Ltda, CNPJ 88.854.955/0001-57 localizada no município de Canoas/RS, com a licença ambiental LO N° 3677/2014-DL expedida pela FEPAM. O transporte foi executado pela própria empresa que possui licença ambiental para o transporte de resíduos perigosos LO N° 6730/2014 também expedida pela FEPAM.

#### **4.7 Rerrefino de Óleo Lubrificante Usado**

Não foi realizado rerrefino de óleo lubrificante usado no período.

#### **4.8 Gestão de Resíduos pela Planilha SIGECORS da FEPAM.**

A seguir estão apresentados os dados de geração de resíduos sólidos no Complexo Termelétrico de Candiota, indicando a destinação ou a estocagem na Central de Armazenamento Temporário de Resíduos da CGTEE Eletrobras em Candiota, conforme registros na Planilha SIGECORS. Esta Planilha é utilizada pela FEPAM para construção de banco de dados do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais.

Os resíduos gerados fora do processo industrial são considerados como não perigosos e ou passíveis de reciclagem como madeira, papel, papelão e embalagens não contaminadas. Estes preferencialmente são destinados a processos de reutilização ou reciclagem.

O resíduo de varrição não perigoso é considerado todo o material gerado da limpeza de equipamentos e locais na ação que precede uma intervenção de manutenção. Também são considerados os materiais recolhidos na limpeza de rotina na área industrial. Estes resíduos são caracterizados desta forma somente quando ocorre a presença de carvão mineral, cinzas de carvão mineral e solo não contaminado, sendo classificados como não perigoso.

Os dados estão apresentados nas Tabelas 2 e 3 com os quantitativos trimestrais para o período de abril a setembro de 2015.

**Tabela 2.** Resíduos gerados em Candiota no 2º trimestre de 2015.

Resíduo	Destino	Valor	Unidade
Cinza de Caldeira	Cava da Mina	253.102,22	ton
Cinza de Caldeira	Comercialização	101358,7	ton
Resíduo gerado fora do processo industrial	Aterro Industrial	7,46	ton
Lâmpadas fluorescentes	Descontaminação	1.597,0	peças
Óleo usado	Estocado	6,20	m3
Resíduo de varrição não perigoso	Cava da Mina	0,00	ton
Sucata de metais ferrosos	Estocado	27,47	ton
Sucata de metais não ferrosos	Estocado	1,99	ton
Acumuladores de energia	Estocado	332,0	peças
Resíduos do serviço de saúde	Estocado	0,05	ton
Resíduo têxtil contaminado	Estocado	0,00	ton
Resíduo de Papel e Papelão	Reciclagem	0,98	ton
Embalagens vazias contaminadas	Descontaminação	2,58	peças
Óleo usado	Rerrefino	6,20	m3
Material contaminado com óleo	Estocado	0,00	ton
Resíduo Plástico Contaminado	Descontaminação	0,00	ton
EPI usado	Estocado	0,00	ton
Resíduos de isolamento térmico	Estocado	2,12	ton
Resíduo de madeira	Estocado	3,35	ton

**Tabela 3.** Resíduos gerados em Candiota no 3º trimestre de 2015.

Resíduo	Destino	Valor	Unidade
Cinza de Caldeira	Cava da Mina	267.965,95	ton
Cinza de Caldeira	Comercialização	61021,31	ton
Resíduo gerado fora do processo industrial	Aterro Industrial	0,00	ton
Lâmpadas fluorescentes	Descontaminação	2.530,0	peças
Óleo usado	Estocado	0,00	m3
Resíduo de varrição não perigoso	Cava da Mina	0,00	ton
Sucata de metais ferrosos	Estocado	4.750,00	ton
Sucata de metais não ferrosos	Estocado	0,00	peças
Acumuladores de energia	Estocado	323,0	ton
Resíduos do serviço de saúde	Estocado	0,01	ton
Resíduo têxtil contaminado	Estocado	4,28	Ton
Resíduo de Papel e Papelão	Reciclagem	0,00	peças
Embalagens vazias contaminadas	Estocado	0,00	m3
Óleo usado	Rerrefino	9,80	ton
Material contaminado com óleo	Estocado	0,00	ton
Resíduo Plástico Contaminado	Descontaminação	0,00	ton
EPI usado	Estocado	0,00	ton
Resíduos de isolamento térmico	Estocado	1,29	ton
Resíduo de madeira	Estocado	0,00	ton



## 5 ESTATÍSTICAS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Para a análise estatística dos valores obtidos na geração de resíduos sólidos pela Eletrobras CGTEE, foram calculados valores de média aritmética, dos totais gerados e do percentual de geração de cada resíduo para o período avaliado neste relatório. Não estão considerados na análise estatística os resíduos estocados a mais de 12 meses na empresa, ou gerados de ações isoladas e pontuais que não contemplem a rotina operacional do processo de geração de energia e atividades auxiliares. As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam os resultados da análise estatística.

**Tabela 4.** Média trimestral dos resíduos gerados em Candiota no período avaliado.

Resíduo	Destino	Valor	Unidade
Cinza de Caldeira	Cava da Mina	260.534,09	ton
Cinza de Caldeira	Reutilização	81.190,01	ton
Resíduo gerado fora do processo industrial	Aterro Industrial	3,73	ton
Lâmpadas fluorescentes	Descontaminação	2.063,50	peças
Óleo usado	Estocado	3,10	m3
Resíduo de varrição não perigoso	Aterro Candiota	0,00	ton
Sucata de metais ferrosos	Reciclagem	2.388,74	ton
Sucata de metais não ferrosos	Reciclagem	1,00	ton
Acumuladores de energia	Reciclagem	327,50	peças
Resíduos do serviço de saúde	Estocado	0,03	ton
Resíduo têxtil contaminado	Coprocessamento	2,14	ton
Resíduo de Papel e Papelão	Reciclagem	0,49	ton
Embalagens vazias contaminadas	Descontaminação	1,29	peças
Óleo usado	Refino	8,00	m3
Material contaminado com óleo	Estocado	0,00	ton
Resíduo plástico Contaminado	Estocado	0,00	ton
EPI usado	Estocado	0,00	ton
Resíduos de isolamento térmico	Estocado	1,71	ton
Resíduo de madeira	Estocado	1,68	ton

**Tabela 5.** Totais de resíduos gerados em Candiota no período avaliado.

Resíduo	Destino	Valor	Unidade
Cinza de Caldeira	Cava da Mina	521.068,17	ton
Cinza de Caldeira	Reutilização	162.380,01	ton
Resíduo gerado fora do processo industrial	Aterro Industrial	7,46	ton
Lâmpadas fluorescentes	Descontaminação	4.127,00	peças
Óleo usado	Estocado	6,20	m3
Resíduo de varrição não perigoso	Aterro Candiota	0,00	ton
Sucata de metais ferrosos	Reciclagem	4.777,47	ton
Sucata de metais não ferrosos	Reciclagem	1,99	ton
Acumuladores de energia	Reciclagem	655,00	peças
Resíduos do serviço de saúde	Estocado	0,06	ton
Resíduo têxtil contaminado	Coprocessamento	4,28	ton
Resíduo de Papel e Papelão	Reciclagem	0,98	ton

Resíduo	Destino	Valor	Unidade
Embalagens vazias contaminadas	Descontaminação	2,58	peças
Óleo usado	Rerrefino	16,00	m3
Material contaminado com óleo	Estocado	0,00	ton
Resíduo plástico Contaminado	Estocado	0,00	ton
EPI usado	Estocado	0,00	ton
Resíduos de isolamento térmico	Estocado	3,41	ton
Resíduo de madeira	Estocado	0,84	ton

**Tabela 6.** Avaliação percentual de resíduos gerados no período avaliado.

Resíduo	Destino	Valor	Unidade
Cinza de Caldeira	Cava da Mina	75,71%	ton
Cinza de Caldeira	Reutilização	23,59%	ton
Resíduo gerado fora do processo industrial	Aterro Industrial	0,00%	ton
Lâmpadas fluorescentes	Descontaminação	----	peças
Óleo usado	Estocado	0,00%	m3
Resíduo de varrição não perigoso	Aterro Candiota	0,00%	ton
Sucata de metais ferrosos	Reciclagem	0,69%	ton
Sucata de metais não ferrosos	Reciclagem	0,00%	ton
Acumuladores de energia	Reciclagem	----	peças
Resíduos do serviço de saúde	Estocado	0,00%	ton
Resíduo têxtil contaminado	Coprocessamento	0,00%	ton
Resíduo de Papel e Papelão	Reciclagem	0,00%	ton
Embalagens vazias contaminadas	Descontaminação	----	peças
Óleo usado	Rerrefino	0,00%	m3
Material contaminado com óleo	Estocado	0,00%	ton
Resíduo plástico Contaminado	Estocado	0,00%	ton
EPI usado	Estocado	0,00%	ton
Resíduos de isolamento térmico	Estocado	0,00%	ton
Resíduo de madeira	Estocado	0,00%	ton

## 6 CONCLUSÕES

A avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos do Complexo Termelétrico de Candiota considerou os dados históricos coletados nas planilhas de controle trimestral para o período compreendido ente abril e setembro de 2015.

O resíduo de maior geração no processo produtivo da Eletrobras CGTEE são as cinzas de carvão mineral, originadas no processo de combustão para a geração de vapor, correspondente a 99,3% dos resíduos gerados. Este resíduo é classificado como não perigoso e não inerte – Classe IIA.

As cinzas de carvão mineral destinadas à recuperação da área minerada representaram 75,71% dos resíduos gerados pelo Complexo Termelétrico de Candiota no período avaliado.

As cinzas de caldeira comercializadas para uso na formulação de cimento ou concreto representaram 23,59% dos resíduos gerados pelo Complexo Termelétrico de Candiota no período avaliado. A comercialização de cinzas está diretamente relacionada à disponibilidade das caldeiras da Fase B e/ou da Fase C, bem como as demandas de mercado da construção civil.

Toda a cinza pesada ou de fundo, geradas no processo de combustão do carvão mineral pelo Complexo Termelétrico de Candiota, são utilizadas na recuperação de área minerada. Esta recuperação é realizada pela Companhia Riograndense de Mineração – CRM.

As cinzas leves são comercializadas, podendo ser transportada na forma seca ou umidificada.

Lâmpadas fluorescentes, acumuladores de energia e embalagens vazias não foram consideradas nos cálculos de percentuais por serem contabilizados em número de peças. Não foi realizado descontaminação de lâmpadas no período, estando à quantidade gerada estocada na Central de Armazenamento Temporário.

A Eletrobras CGTEE realiza as melhores práticas para que os resíduos gerados em suas instalações industriais sejam segregados, acondicionados, armazenados e destinados de forma correta conforme legislação e normas vigentes.

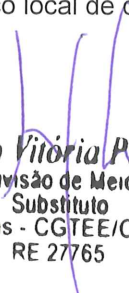
A Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Sólidos de Candiota recebe os resíduos gerados nos processos industriais e nas atividades administrativas das Fases A, B e C.

As Unidades Geradoras tem como único local de destinação de resíduos esta Central.

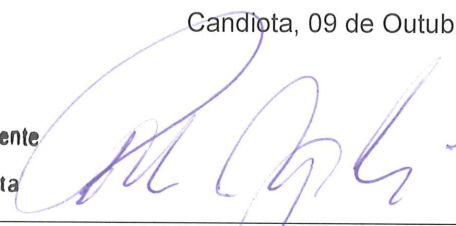
Candiota, 09 de Outubro de 2015.



*Cíntia Hartwig Milech Fischer*  
Engenheiro Químico  
Divisão de Meio Ambiente



*Ciro Vitoria Pinto*  
Chefe da Divisão de Meio Ambiente  
Substituto  
Eletrobras - CGTEE/Candiota  
RE 27765



*Rubem Abrahão Gonçalves Filho*  
Diretor de Operação

**Relatório Consolidado n° 09**  
**Monitoramento de Ruído Ambiental**  
**de Abril a Setembro de 2015**





## 1. Introdução

As avaliações de monitoramento do Ruído Ambiental são realizadas em áreas internas e externas da UTE Presidente Médici (Fases A e B) e Candiota III (Fase C), em 9 pontos de monitoramento georreferenciados, considerando períodos diurnos e noturnos relativos ao período compreendido entre os meses de abril de 2015 a setembro de 2015.

As avaliações são executadas pelos Técnicos de Segurança do Trabalho, do quadro de empregados da CGTEE, Leandro Ismael Heck e Flávio Luiz Marques Júnior, seguindo os critérios estabelecidos nas seguintes normas:

- a) Resolução CONAMA N.º 001 - É a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente que visa controlar a poluição sonora. Fixa que são prejudiciais à saúde e ao sossego público os níveis de ruído superiores aos estabelecidos na Norma NBR 10.151; para edificações, os limites são estabelecidos pela NBR 10.152;
- b) NBR 10.151 - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade;
- c) NBR 10.152 - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade;
- d) Norma CETESB: L11.032 - Ruído - Determinação do nível de ruído de ambientes internos e externos de áreas habitadas.

Os equipamentos de avaliação de Pressão Sonora utilizados para o monitoramento foram os Audiômetros do fabricante *Quest Technologies Inc.* modelo Q-400 com N.º. de Série QDG 120014, certificado de calibração no anexo A.

O Nível de Pressão Sonora Equivalente (Leq) em decibel ponderados em A [dB(A)] é o nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com ponderação A) referente a todo o intervalo de avaliação. Os equipamentos utilizados possuem recursos para avaliação de nível de pressão sonora equivalente ponderada "A" (LAeq).

As avaliações dos pontos de monitoramento externo foram realizadas nos dias 29 de abril de 2015, 28 de maio de 2015, 30 junho de 2015, 30 de julho de 2015, 27 de agosto de 2015 e 29 de setembro de 2015. As avaliações diurnas foram realizadas em horário compreendido entre 15:00 h e 19:20h e no período da noite foram realizadas entre as 20:00 h e 22:30 h.



## 2. Monitoramento

### 2.1. Avaliações de Ruído Ambiental

Os resultados das avaliações apresentadas são avaliadas considerando-se as situações de transição operacional e condições atmosféricas. Quanto aos Níveis Admissíveis de Ruído, o nível sonoro corrigido dos pontos analisados deve ser menor ou igual ao estabelecido no Quadro 1 para o ambiente e horário correspondente.

**Quadro 1 - Níveis admissíveis de ruído em áreas urbanas conforme ABNT – NBR-10.151**

Tipos de Áreas	Diurno	Noturno
Sítios e fazendas	40	<b>35</b>
Estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	<b>45</b>
Mista, predominantemente residencial.	55	<b>50</b>
Mista, com vocação comercial e administrativa.	60	<b>55</b>
Mista, com vocação recreacional.	65	<b>55</b>
Predominantemente industrial	<b>70</b>	<b>60</b>

### 2.2. Geração no Período do Monitoramento

As informações sobre a Geração da UTE Presidente Médici (Fases A e B) e Candiota III (Fase C), nos dias e no período do monitoramento de ruído são apresentadas por unidades no Quadro 2.

**Quadro 2 – Geração bruta da UTE Presidente Médici (Fases A e B) e Candiota III (Fase C) no período do monitoramento**

		Unidade 1	Unidade 2	Unidade 3	Unidade 4	Unidade 5	TOTAL
<b>29/10/2015</b>	15	0,000	0,000	0,000	100,850	205,720	306,570
	16	0,000	0,000	0,000	101,260	208,130	309,390
	17	0,000	0,000	0,000	100,490	228,170	328,660
	18	0,000	0,000	0,000	102,430	278,350	380,780
	19	0,000	0,000	0,000	101,840	313,170	415,010
	20	0,000	0,000	0,000	100,940	317,630	418,570
	21	0,000	0,000	0,000	102,430	318,320	420,750
	22	0,000	0,000	0,000	101,660	316,260	417,920
<b>28/10/2015</b>	15	0,000	0,000	0,000	0,000	208,700	208,700
	16	0,000	0,000	0,000	0,000	207,440	207,440
	17	0,000	0,000	0,000	0,000	205,720	205,720
	18	0,000	0,000	0,000	0,000	207,100	207,100
	19	0,000	0,000	0,000	0,000	208,240	208,240
	20	0,000	0,000	0,000	0,000	211,110	211,110
	21	0,000	0,000	0,000	0,000	212,710	212,710
	22	0,000	0,000	0,000	0,000	212,020	212,020
<b>30/10/2015</b>	15	0,000	0,000	0,000	119,410	179,030	298,440
	16	0,000	0,000	0,000	119,590	185,110	304,700
	17	0,000	0,000	0,000	120,540	176,290	296,830
	18	0,000	0,000	0,000	120,320	205,840	326,160
	19	0,000	0,000	0,000	119,050	177,550	296,600
	20	0,000	0,000	0,000	120,270	180,750	301,020
	21	0,000	0,000	0,000	120,040	182,130	302,170
	22	0,000	0,000	0,000	120,860	189,000	309,860
<b>30/11/2015</b>	15	0,000	0,000	67,250	0,000	0,000	67,250
	16	0,000	0,000	67,970	0,000	0,000	67,970
	17	0,000	0,000	31,610	0,000	0,000	31,610
	18	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>27/10/2015</b>	15	0,000	0,000	80,480	101,350	232,760	414,590
	16	1,970	0,000	80,440	100,620	232,410	415,440
	17	5,700	0,000	80,390	99,500	233,210	418,800
	18	5,680	0,000	80,530	101,390	232,180	419,780
	19	4,980	0,000	80,390	99,810	233,210	418,390
	20	5,620	0,000	80,800	99,860	233,670	419,950
	21	5,240	0,000	80,710	99,950	234,250	420,150
	22	4,200	0,000	81,430	99,500	235,050	420,180
<b>29/09/2015</b>	15	0,000	0,000	78,580	100,620	226,570	405,770
	16	0,000	0,000	79,170	100,530	223,590	403,290
	17	0,000	0,000	78,130	100,170	221,190	399,490
	18	0,000	0,000	78,040	101,170	226,000	405,210
	19	0,000	0,000	78,720	102,160	226,000	406,880
	20	0,000	0,000	79,890	101,440	229,660	410,990
	21	0,000	0,000	79,710	101,300	229,430	410,440
	22	0,000	0,000	79,890	102,700	233,440	416,030

### 2.3. Avaliações dos Pontos

Os resultados das avaliações são apresentados nos quadros a seguir, com hora de início e hora final da avaliação, valores registrados em decibel (dB), localização do ponto em coordenadas UTM. Na tabela LIMITE estão dispostos os limites admissíveis para cada local e horário conforme Quadro 1 (**ABNT – NBR-10.151**). Os números grifados em realce vermelho são avaliações que ultrapassarem estes limites. No Anexo B é apresentado o Croqui dos Pontos de monitoramento de Ruído Ambiental.

**Quadro 3 - Resultados das Medições de Ruído Diurno em 29/04/2015**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	18:02	18:07	245273	6505964	<b>64,5</b>	<b>70</b>
Ponto 2 vila Residencial	15:21	15:26	244644	6512838	<b>56</b>	<b>55</b>
Ponto 3 pátio de carvão	15:11	15:16	244971	6506326	<b>63,3</b>	<b>70</b>
Ponto 4 atrás da fase c	16:14	16:20	245400	6506591	<b>67,3</b>	<b>70</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	16:41	16:47	245532	6505951	<b>74,5</b>	<b>70</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	16:29	16:34	245275	6506358	<b>74,8</b>	<b>70</b>
Ponto 7 refeitório	15:32	15:38	245803	6505209	<b>62</b>	<b>70</b>
Ponto 8 aeroporto	15:00	15:06	245789	6505195	<b>53,2</b>	<b>40</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	16:01	16:06	245425	6506516	<b>66</b>	<b>70</b>

Ponto 2 – Fontes principais de ruído: Árvores e galhos balançando.

Ponto 5 - Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase A e B.

Ponto 6 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase C e trânsito de caminhões.

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Tráfego de veículos.

**Quadro 4 - Resultados das Medições de Ruído Diurno em 28/05/2015**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	17:20	17:26	245273	6505964	<b>56,4</b>	<b>70</b>
Ponto 2 vila Residencial	16:13	16:19	244644	6512838	<b>55,7</b>	<b>55</b>
Ponto 3 pátio de carvão	16:00	16:06	244971	6506326	<b>61,3</b>	<b>70</b>
Ponto 4 atrás da fase c	16:44	16:49	245400	6506591	<b>76,3</b>	<b>70</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	17:06	17:12	245532	6505951	<b>65,1</b>	<b>70</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	16:55	17:01	245275	6506358	<b>60,4</b>	<b>70</b>
Ponto 7 refeitório	16:26	16:31	245803	6505209	<b>62</b>	<b>70</b>
Ponto 8 aeroporto	15:30	15:37	245789	6505195	<b>59</b>	<b>40</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	16:36	16:41	245425	6506516	<b>68,2</b>	<b>70</b>

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Tráfego de veículos em via pública.

**Quadro 5 - Resultados das Medições de Ruído Diurno em 30/06/2015**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	17:18	17:23	245273	6505964	<b>65,2</b>	<b>70</b>
Ponto 2 vila Residencial	16:02	16:07	244644	6512838	<b>55,4</b>	<b>55</b>
Ponto 3 pátio de carvão	15:44	15:50	244971	6506326	<b>63,1</b>	<b>70</b>
Ponto 4 atrás da fase c	16:30	16:35	245400	6506591	<b>66,6</b>	<b>70</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	17:07	17:12	245532	6505951	<b>60,2</b>	<b>70</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	16:48	16:53	245275	6506358	<b>68,3</b>	<b>70</b>
Ponto 7 refeitório	16:13	16:18	245803	6505209	<b>54,7</b>	<b>70</b>
Ponto 8 aeroporto	15:25	15:30	245789	6505195	<b>52,1</b>	<b>40</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	16:22	16:27	245425	6506516	<b>74,3</b>	<b>70</b>

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Vento.

Ponto 9 – Fontes principais de ruído: Tráfego de caminhões do descarregamento e cinza e estacionamento dos caminhões de Cal.

**Quadro 6 - Resultados das Medições de Ruído Diurno em 30/07/2015**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	17:19	17:24	245273	6505964	<b>66</b>	<b>70</b>
Ponto 2 vila Residencial	16:01	16:07	244644	6512838	<b>58,4</b>	<b>55</b>
Ponto 3 pátio de carvão	15:46	15:51	244971	6506326	<b>60,1</b>	<b>70</b>
Ponto 4 atrás da fase c	16:31	16:37	245400	6506591	<b>68,8</b>	<b>70</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	17:07	17:12	245532	6505951	<b>59,5</b>	<b>70</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	16:49	16:54	245275	6506358	<b>69,7</b>	<b>70</b>
Ponto 7 refeitório	16:14	16:19	245803	6505209	<b>53,2</b>	<b>70</b>
Ponto 8 aeroporto	15:26	15:32	245789	6505195	<b>56,1</b>	<b>40</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	16:23	16:38	245425	6506516	<b>69,2</b>	<b>70</b>

Ponto 2 – Fontes principais de ruído: Árvores e galhos balançando.

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Vento.

**Quadro 7 - Resultados das Medições de Ruído Diurno em 27/08/2015;**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	16:59	17:04	245273	6505964	<b>66,3</b>	<b>70</b>
Ponto 2 vila Residencial	15:50	15:55	244644	6512838	<b>56</b>	<b>55</b>
Ponto 3 pátio de carvão	15:37	15:44	244971	6506326	<b>75,6</b>	<b>70</b>
Ponto 4 atrás da fase c	16:22	16:27	245400	6506591	<b>75,4</b>	<b>70</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	16:44	16:50	245532	6505951	<b>73,5</b>	<b>70</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	16:32	16:37	245275	6506358	<b>72</b>	<b>70</b>
Ponto 7 refeitório	16:00	16:05	245803	6505209	<b>78,2</b>	<b>70</b>
Ponto 8 aeroporto	15:21	15:27	245789	6505195	<b>63,2</b>	<b>40</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	16:13	16:19	245425	6506516	<b>74,8</b>	<b>70</b>

Ponto 2 – Fontes principais de ruído: Árvores e galhos balançando.

Ponto 3 – Fontes principais de ruído: tratores de esteira sob o carvão.

Ponto 4 - Fontes principais de ruído: Proximidade de 20m do Ventilador de Tiragem Induzida para chaminé.

Ponto 5 - Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase A e B.

Ponto 6 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase C e trânsito de caminhões.

Ponto 7 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase A e B.

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Tráfego de veículos em via pública.

Ponto 9 – Fontes principais de ruído: Tráfego de caminhões do descarregamento e cinza e estacionamento dos caminhões de Cal.

#### **Quadro 8 - Resultados das Medições de Ruído Diurno em 29/09/2015**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	17:20	117:26	245273	6505964	<b>63,3</b>	<b>70</b>
Ponto 2 vila Residencial	16:12	16:18	244644	6512838	<b>49,6</b>	<b>55</b>
Ponto 3 pátio de carvão	15:59	16:05	244971	6506326	<b>46,7</b>	<b>70</b>
Ponto 4 atrás da fase c	16:41	16:47	245400	6506591	<b>79,6</b>	<b>70</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	17:09	17:14	245532	6505951	<b>72,2</b>	<b>70</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	16:52	16:57	245275	6506358	<b>ERRO</b>	<b>70</b>
Ponto 7 refeitório	16:21	16:26	245803	6505209	<b>73,8</b>	<b>70</b>
Ponto 8 aeroporto	15:40	15:46	245789	6505195	<b>48,4</b>	<b>40</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	16:30	16:36	245425	6506516	<b>75,9</b>	<b>70</b>

Ponto 4 - Fontes principais de ruído: Proximidade de 20m do Ventilador de Tiragem Induzida para chaminé.

Ponto 5 - Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase B e obras na subestação CEEE.

Ponto 6 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase C e trânsito de caminhões.

Ponto 7 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase B.

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Tráfego de caminhões em via pública.

Ponto 9 – Fontes principais de ruído: Tráfego de caminhões do descarregamento e cinza e estacionamento dos caminhões de Cal.

**Quadro 9 - Resultados das Medições de Ruído Noturno em 29/04/2015**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	21:39	21:45	245273	6505964	<b>64,1</b>	<b>60</b>
Ponto 2 vila Residencial	20:29	20:34	244644	6512838	<b>58,2</b>	<b>50</b>
Ponto 3 pátio de carvão	20:18	20:23	244971	6506326	<b>62,6</b>	<b>60</b>
Ponto 4 atrás da fase c	21:05	21:10	245400	6506591	<b>69,5</b>	<b>60</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	21:25	21:31	245532	6505951	<b>75,5</b>	<b>60</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	21:15	21:20	245275	6506358	<b>72,9</b>	<b>60</b>
Ponto 7 refeitório	20:41	20:46	245803	6505209	<b>66,2</b>	<b>60</b>
Ponto 8 aeroporto	20:01	20:06	245789	6505195	<b>56,5</b>	<b>35</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	20:50	20:56	245425	6506516	<b>62</b>	<b>60</b>

Ponto 1 – Fontes principais de ruído: Veículos em via pública, estacionamento das contratadas e caldeiras.

Ponto 2 – Fontes principais de ruído: Árvores e galhos balançando.

Ponto 3 – Fontes principais de ruído: tratores de esteira sob o carvão.

Ponto 4 - Fontes principais de ruído: Proximidade de 20m do Ventilador de Tiragem Induzida para chaminé.

Ponto 5 - Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase B.

Ponto 6 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase C e trânsito de caminhões.

Ponto 7 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase B.

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Tráfego de veículos em via pública.

Ponto 9 – Fontes principais de ruído: Tráfego de caminhões do descarregamento e cinza e estacionamento dos caminhões de Cal.

**Quadro 10 - Resultados das Medições de Ruído Noturno em 28/05/2015**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	21:34	21:39	245273	6505964	<b>57,7</b>	<b>60</b>
Ponto 2 vila Residencial	20:30	20:35	244644	6512838	<b>54,3</b>	<b>50</b>
Ponto 3 pátio de carvão	20:15	20:20	244971	6506326	<b>66</b>	<b>60</b>
Ponto 4 atrás da fase c	21:02	21:08	245400	6506591	<b>76</b>	<b>60</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	21:24	21:29	245532	6505951	<b>67,3</b>	<b>60</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	21:11	21:17	245275	6506358	<b>61,2</b>	<b>60</b>
Ponto 7 refeitório	20:42	20:47	245803	6505209	<b>63,1</b>	<b>60</b>
Ponto 8 aeroporto	20:00	20:05	245789	6505195	<b>54,3</b>	<b>35</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	20:55	21:00	245425	6506516	<b>71,2</b>	<b>60</b>

Ponto 1 – Fontes principais de ruído: Veículos em via pública, estacionamento das contratadas e caldeiras.

Ponto 2 – Fontes principais de ruído: Árvores e galhos balançando.

Ponto 3 – Fontes principais de ruído: tratores de esteira sob o carvão.

Ponto 4 - Fontes principais de ruído: Proximidade de 20m do Ventilador de Tiragem Induzida para chaminé.

Ponto 5 - Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase B.

Ponto 6 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase C e trânsito de caminhões.

Ponto 7 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase B.

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Tráfego de veículos em via pública.

Ponto 9 – Fontes principais de ruído: Tráfego de caminhões do descarregamento e cinza e estacionamento dos caminhões de Cal.



**Quadro 11 - Resultados das Medições de Ruído Noturno em 30/06/2015**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	21:30	21:36	245273	6505964	<b>67</b>	<b>60</b>
Ponto 2 vila Residencial	20:31	20:36	244644	6512838	<b>58,4</b>	<b>50</b>
Ponto 3 pátio de carvão	20:15	20:20	244971	6506326	<b>65</b>	<b>60</b>
Ponto 4 atrás da fase c	21:02	21:08	245400	6506591	<b>69,3</b>	<b>60</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	21:24	21:29	245532	6505951	<b>68,2</b>	<b>60</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	21:13	21:18	245275	6506358	<b>71,0</b>	<b>60</b>
Ponto 7 refeitório	20:43	20:48	245803	6505209	<b>66,8</b>	<b>60</b>
Ponto 8 aeroporto	20:02	20:04	245789	6505195	<b>55,3</b>	<b>35</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	20:59	21:05	245425	6506516	<b>78,2</b>	<b>60</b>

Ponto 1 – Fontes principais de ruído: Veículos em via pública, estacionamento das contratadas e caldeiras.

Ponto 2 – Fontes principais de ruído: Árvores e galhos balançando.

Ponto 3 – Fontes principais de ruído: tratores de esteira sob o carvão.

Ponto 4 - Fontes principais de ruído: Proximidade de 20m do Ventilador de Tiragem Induzida para chaminé.

Ponto 5 - Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase B.

Ponto 6 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase C e trânsito de caminhões.

Ponto 7 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase B.

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Tráfego de veículos em via pública.

Ponto 9 – Fontes principais de ruído: Tráfego de caminhões do descarregamento e cinza e estacionamento dos caminhões de Cal.

**Quadro 12 - Resultados das Medições de Ruído Noturno em 30/07/2014**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	21:30	21:36	245273	6505964	<b>68,3</b>	<b>60</b>
Ponto 2 vila Residencial	20:28	20:33	244644	6512838	<b>52,5</b>	<b>50</b>
Ponto 3 pátio de carvão	20:10	20:15	244971	6506326	<b>68,3</b>	<b>60</b>
Ponto 4 atrás da fase c	20:54	21:01	245400	6506591	<b>65,2</b>	<b>60</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	21:18	21:24	245532	6505951	<b>69,1</b>	<b>60</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	21:07	21:12	245275	6506358	<b>76,2</b>	<b>60</b>
Ponto 7 refeitório	20:37	20:43	245803	6505209	<b>69,2</b>	<b>60</b>
Ponto 8 aeroporto	19:53	19:58	245789	6505195	<b>58,8</b>	<b>35</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	20:44	20:50	245425	6506516	<b>78,8</b>	<b>60</b>

Ponto 1 – Fontes principais de ruído: Veículos em via pública, estacionamento das contratadas e caldeiras.

Ponto 2 – Fontes principais de ruído: Árvores e galhos balançando.

Ponto 3 – Fontes principais de ruído: tratores de esteira sob o carvão.

Ponto 4 - Fontes principais de ruído: Proximidade de 20m do Ventilador de Tiragem Induzida para chaminé.

Ponto 5 - Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase B.

Ponto 6 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase C e trânsito de caminhões.

Ponto 7 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase B.

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Tráfego de veículos em via pública.

Ponto 9 – Fontes principais de ruído: Tráfego de caminhões do descarregamento e cinza e estacionamento dos caminhões de Cal.

**Quadro 13 - Resultados das Medições de Ruído Noturno em 27/08/2014**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	21:21	21:28	245273	6505964	<b>65,2</b>	<b>60</b>
Ponto 2 vila Residencial	20:25	20:31	244644	6512838	<b>ERRO</b>	<b>50</b>
Ponto 3 pátio de carvão	20:13	20:19	244971	6506326	<b>35,1</b>	<b>60</b>
Ponto 4 atrás da fase c	20:55	21:01	245400	6506591	<b>56,8</b>	<b>60</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	21:12	21:18	245532	6505951	<b>73,5</b>	<b>60</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	21:04	21:09	245275	6506358	<b>59,5</b>	<b>60</b>
Ponto 7 refeitório	20:35	20:40	245803	6505209	<b>ERRO</b>	<b>60</b>
Ponto 8 aeroporto	19:55	20:01	245789	6505195	<b>51,6</b>	<b>35</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	20:46	20:53	245425	6506516	<b>61,3</b>	<b>60</b>

Ponto 1 – Fontes principais de ruído: Veículos em via pública, estacionamento das contratadas e caldeiras.

Ponto 5 - Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase A e B.

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Tráfego de veículos em via pública.

Ponto 9 – Fontes principais de ruído: Tráfego de caminhões do descarregamento e cinza e estacionamento dos caminhões de Cal.

**Quadro 14 - Resultados das Medições de Ruído Noturno em 29/09/2014**

PONTO	H. inicial	H. final	Coordenadas (22J UTM)		LEQ	LIMITE
			L	N	SEL(3)	
Ponto 1 portaria	21:39	21:45	245273	6505964	<b>65</b>	<b>60</b>
Ponto 2 vila Residencial	20:32	20:37	244644	6512838	<b>50,3</b>	<b>50</b>
Ponto 3 pátio de carvão	20:18	20:23	244971	6506326	<b>47,2</b>	<b>60</b>
Ponto 4 atrás da fase c	20:56	21:02	245400	6506591	<b>78,9</b>	<b>60</b>
Ponto 5 lagoa de água bruta	21:19	21:26	245532	6505951	<b>75,3</b>	<b>60</b>
Ponto 6 torre de resfriamento	21:07	21:13	245275	6506358	<b>78,9</b>	<b>60</b>
Ponto 7 refeitório	20:40	20:46	245803	6505209	<b>71,5</b>	<b>60</b>
Ponto 8 aeroporto	19:49	20:05	245789	6505195	<b>50,1</b>	<b>35</b>
Ponto 9 Canteiro fase C	20:45	20:51	245425	6506516	<b>78,9</b>	<b>60</b>

Ponto 1 – Fontes principais de ruído: Vento moderado e caldeiras.

Ponto 4 - Fontes principais de ruído: Proximidade de 20m do Ventilador de Tiragem Induzida para chaminé.

Ponto 5 - Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase B.

Ponto 6 – Fontes principais de ruído: Casa de máquinas Fase C e trânsito de caminhões.

Ponto 8 – Fontes principais de ruído: Vento moderado.

Ponto 9 – Fontes principais de ruído: Tráfego de caminhões do descarregamento e cinza e estacionamento dos caminhões de Cal.

#### **2.4. Velocidade do Vento**

A velocidade de propagação do som depende da densidade e da pressão do ar. Deve-se levar em consideração que a densidade do ar é bastante influenciada pelo vapor d'água (umidade). O Analisador de Frequência (Dosímetro) utilizado possui proteção da interferência do vento no microfone do medidor, que evita o "sopro" sobre o microfone. No Quadro 15, está registrada a velocidade do vento em m/s nos horários que compreendem as avaliações. Mesmo com a proteção do aparelho são consideradas as influências ambientais (velocidade do vento) devido esta gerar ruído através de vários fatores como o balanço de folhas e galhos de árvores, conforme Quadro 16, Escala de Beaufort, que classifica a velocidade dos ventos, citada na Norma CETESB: L11.032.

**Quadro 15 - Demonstrativo da velocidade do vento nos dias e horários de avaliação:**

Data de Medição	Companhia Geração Térmica de Energia Elétrica - Candiota
	Estação 5 - Azequá
	Meteorologia
	Clima e Meteorologia
	Velocidade Escalar do Vento
	Frequência Horária com amostra de 1 Hora a 6,0 m Rotina
Data	Valor [m/s]
29/4/2015 14:30	5,25
29/4/2015 15:30	4,69
29/4/2015 16:30	4,82
29/4/2015 17:30	4,19
29/4/2015 18:30	4,99
29/4/2015 19:30	6,25
29/4/2015 20:30	5,92
29/4/2015 21:30	4,69
29/4/2015 22:30	5,02
28/5/2015 14:30	2,96
28/5/2015 15:30	2,63
28/5/2015 16:30	2,02
28/5/2015 17:30	0,28
28/5/2015 18:30	0,82
28/5/2015 19:30	1,96
28/5/2015 20:30	2,51
28/5/2015 21:30	0,32
28/5/2015 22:30	3,47
30/6/2015 14:30	3,75
30/6/2015 15:30	3,71
30/6/2015 16:30	3,81
30/6/2015 17:30	2,86
30/6/2015 18:30	2,16
30/6/2015 19:30	2,18
30/6/2015 20:30	3,01
30/6/2015 21:30	2,7
30/6/2015 22:30	2,73
30/7/2015 14:30	4,87
30/7/2015 15:30	4,41
30/7/2015 16:30	4,42
30/7/2015 17:30	4,89
30/7/2015 18:30	5,46
30/7/2015 19:30	4,44
30/7/2015 20:30	4,18
30/7/2015 21:30	3,68
30/7/2015 22:30	1,66
27/8/2015 14:30	6,75
27/8/2015 15:30	6,64
27/8/2015 16:30	6,12
27/8/2015 17:30	5,08
27/8/2015 18:30	3,68
27/8/2015 19:30	3,12
27/8/2015 20:30	2,42
27/8/2015 21:30	2,26
27/8/2015 22:30	0,62
27/8/2015 23:30	0,35
29/9/2015 14:30	0,38
29/9/2015 15:30	0,38
29/9/2015 16:30	3,91
29/9/2015 17:30	3,63
29/9/2015 18:30	2,85
29/9/2015 19:30	2,78
29/9/2015 20:30	2,09
29/9/2015 21:30	2,94
29/9/2015 22:30	2,53

**Quadro 16 - Escala de Beaufort para velocidade do vento.**

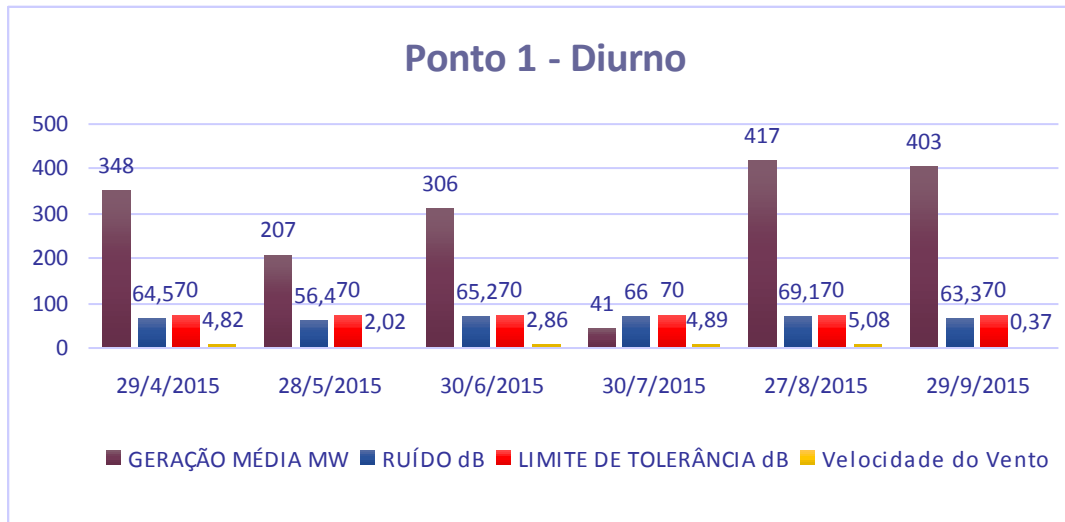
Nº de Beaufort	Velocidade		Classificação	Ação do vento
	km/h	M/s		
0	0 a 1	0 a 0,3	Calmo	Fumaça vertical
1	2 a 6	0,6 a 1,7	Quase calmo	Fumaça em ângulo
2	7 a 12	1,9 a 3,3	Brisa leve	Perceptível no rosto; pequeno movimento das folhas das árvores
3	13 a 18	3,6 a 5,0	Vento fraco	Movimento de folhas e galhos finos
4	19 a 26	5,3 a 7,2	Vento moderado	Levanta poeira e folhas de papel; movimento de galhos de árvores
5	27 a 35	7,5 a 9,7	Vento regular	Balanço de arbustos; formação de pequenas ondas em depósitos de água
6	36 a 44	10,0 a 12,2	Vento meio forte	Movimento de galhos grossos; assobio de fios elétricos; dificuldade de manter um guarda-chuva aberto
7	45 a 54	12,5 a 15,0	Vento forte	Movimento de todas as árvores; dificuldade de caminhar em sentido contrário ao do vento
8	55 a 65	15,3 a 18,1	Vento muito forte	Quebra de alguns galhos de árvores; impossibilidade de caminhar
9	66 a 77	18,3 a 21,4	Ventania	Pequenos estragos nas edificações
10	78 a 90	21,7 a 25,0	Vendaval	Arranca árvores; grandes estragos em edificações
11	91 a 104	25,3 a 28,9	Tempestade	Graves estragos generalizados
12	> 104	> 28,9	Furacão	-

**3. Gráficos dos Resultados das Medições de Ruído Ambiental**

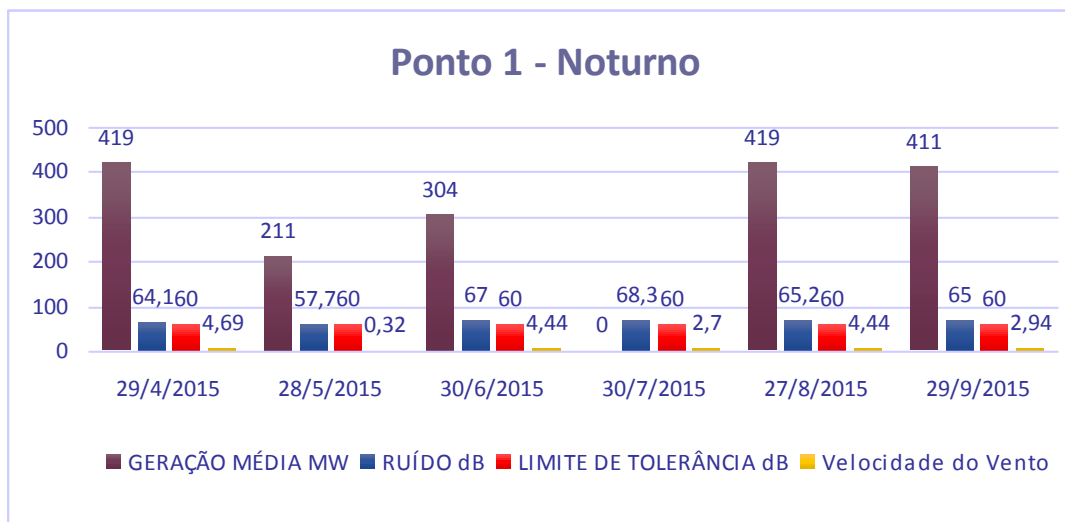
Os gráficos apresentados demonstram a geração média do período de monitoramento na barra de cor bordô, o resultado da avaliação em dB na cor azul e o limite de tolerância em dB conforme ABNT – NBR-10.151 - Níveis admissíveis de ruído em áreas urbanas na cor vermelha e Velocidade do vento em cor amarela.

**Gráficos:**

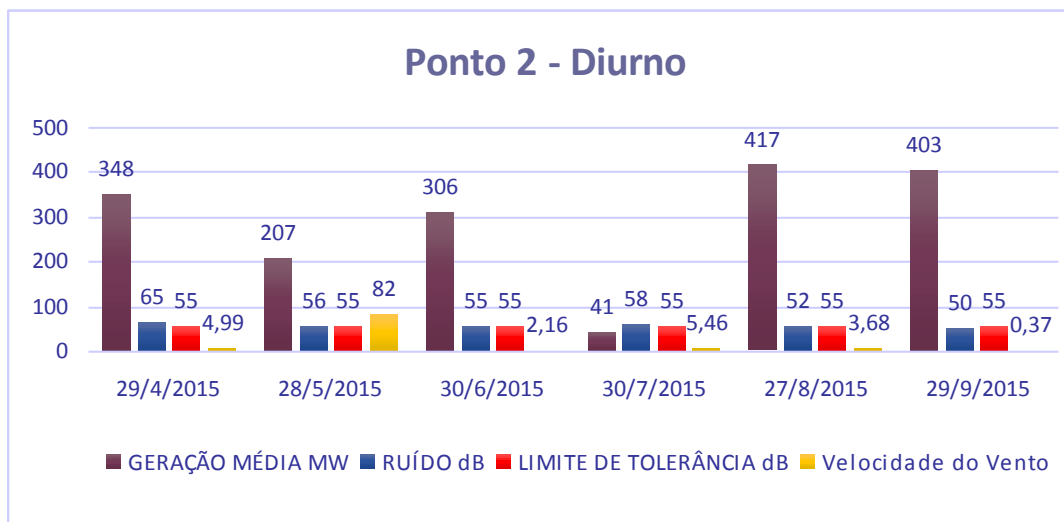
**Ponto 1 – Portaria – Período diurno – Área Predominante Industrial**



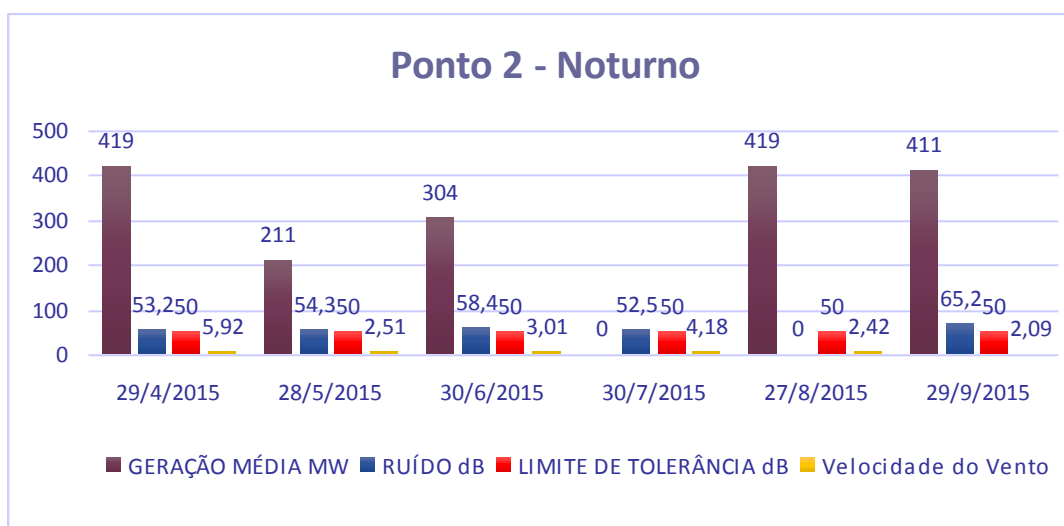
**Ponto 1 – Portaria – Período noturno – Área Predominante Industrial**



**Ponto 2 – Residencial – Período diurno – Área mista predominante residencial.**

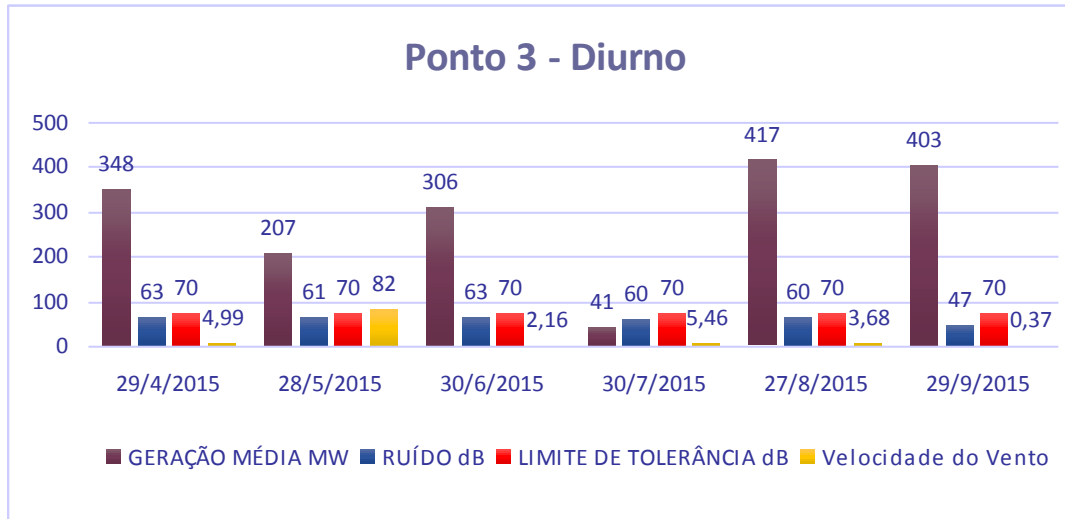


**Ponto 2 – Residencial – Período noturno – Área mista predominante residencial.**

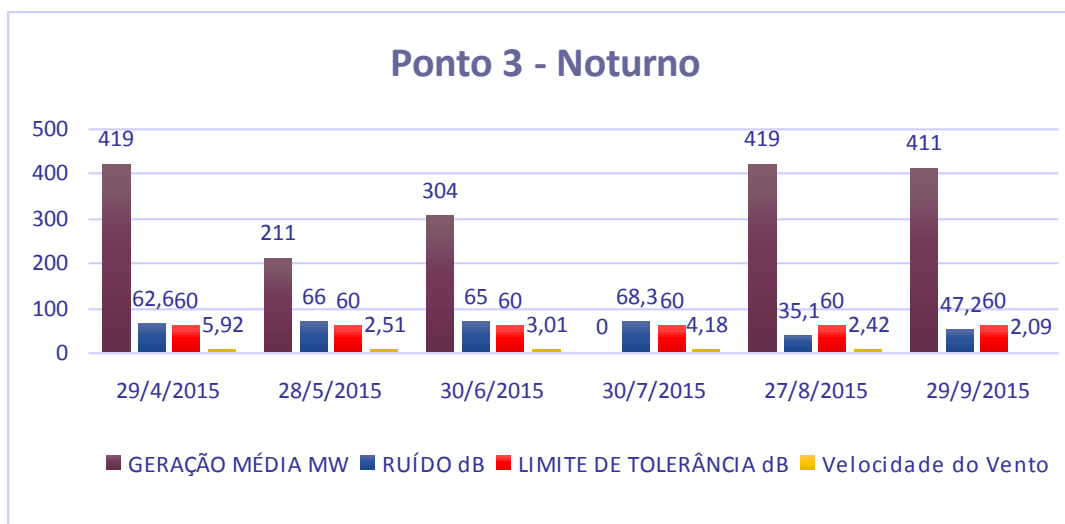




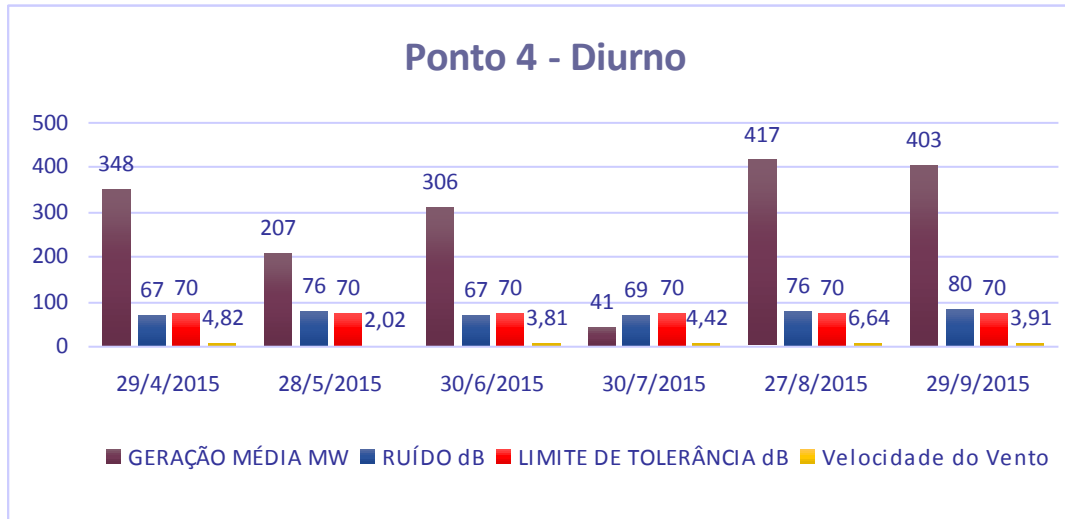
**Ponto 3 – Pátio do carvão – Período diurno – Área predominante industrial.**



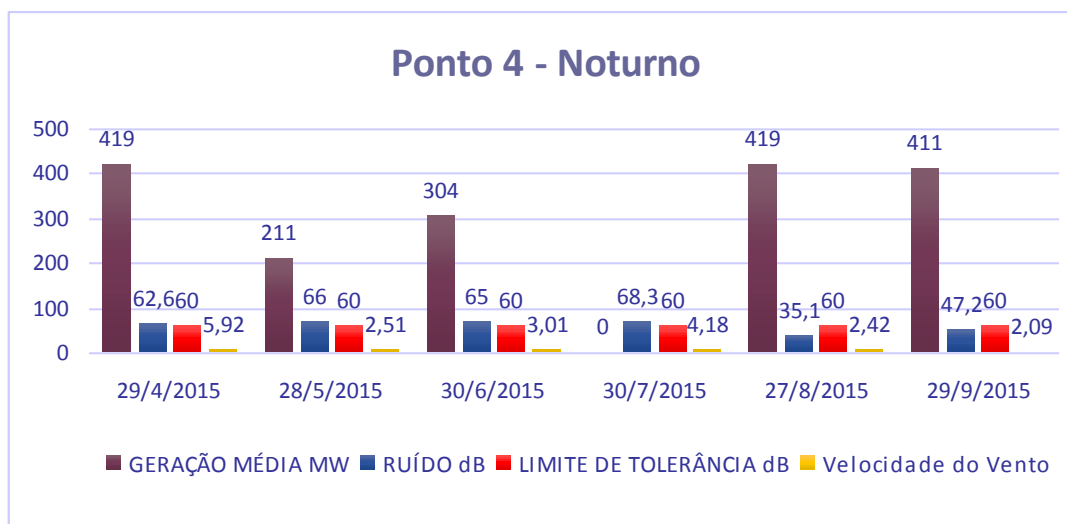
**Ponto 3 – Pátio do carvão – Período noturno – Área predominante industrial.**



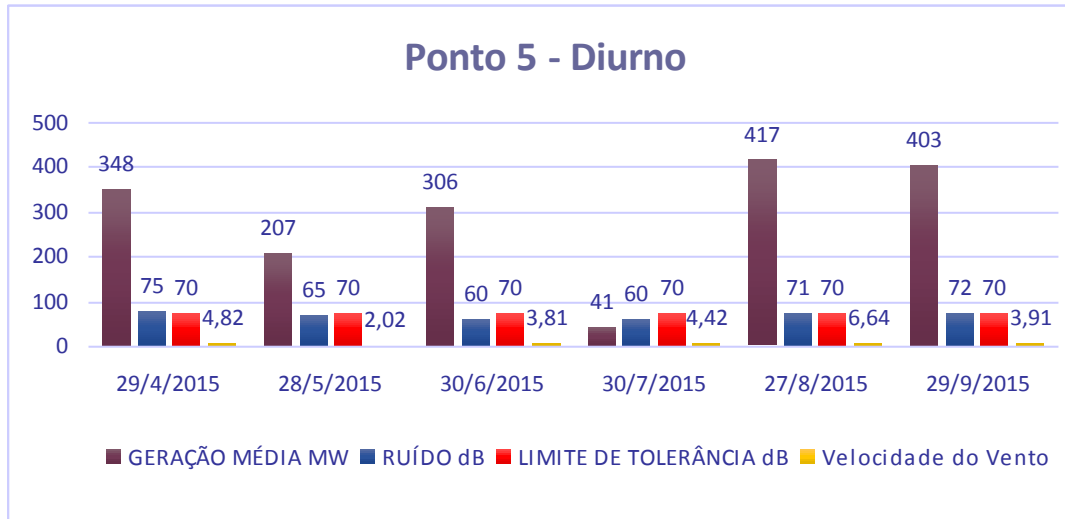
**Ponto 4 – Atrás da Fase C – Período diurno – Área predominante industrial.**



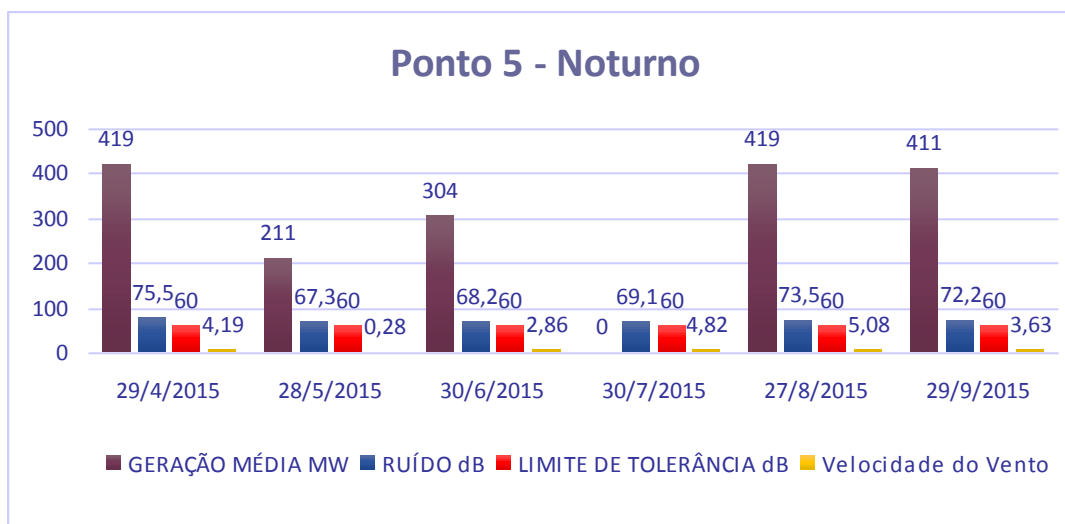
**Ponto 4 – Atrás da Fase C – Período noturno – Área predominante industrial.**



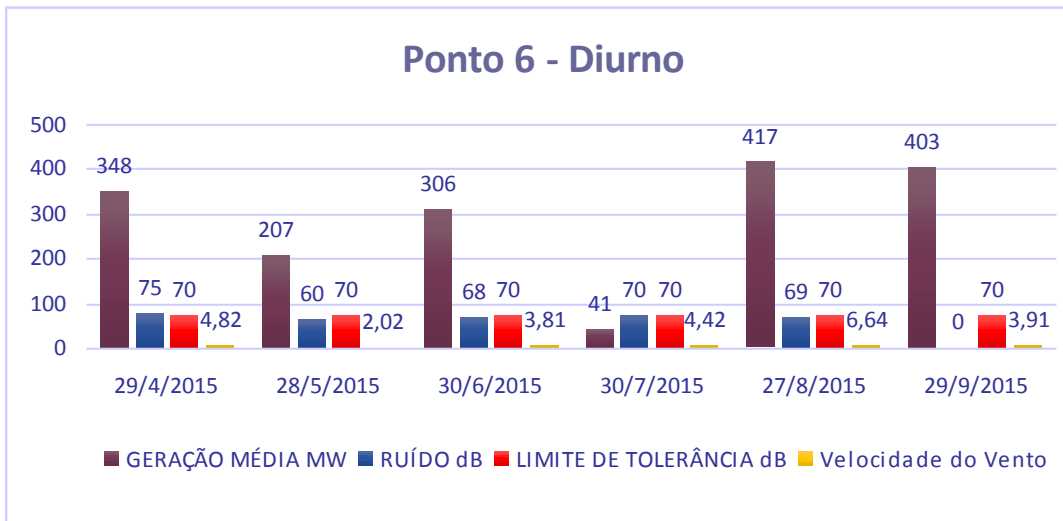
**Ponto 5 – Lagoa de água bruta – Período diurno – Área predominante industrial.**



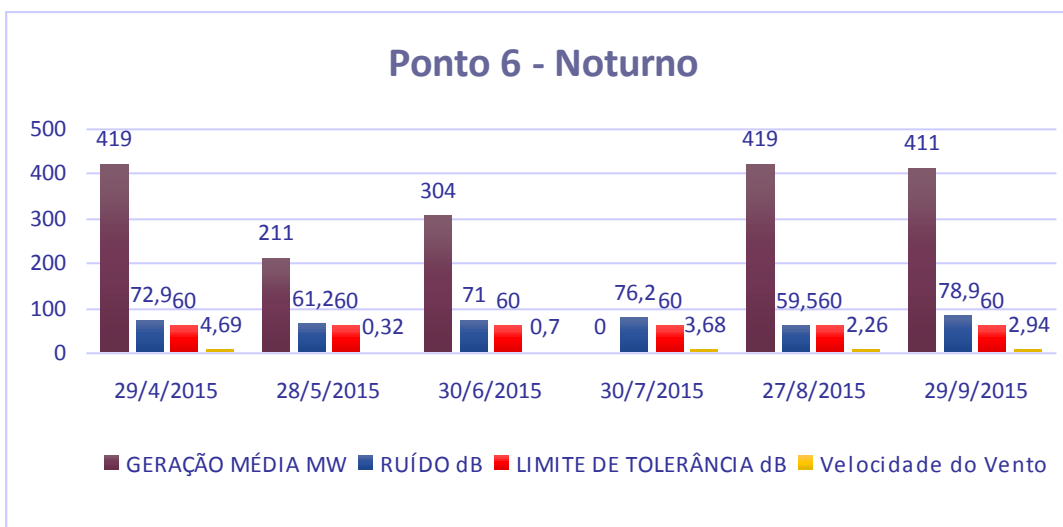
**Ponto 5 – Lagoa de água bruta – Período noturno – Área predominante industrial.**



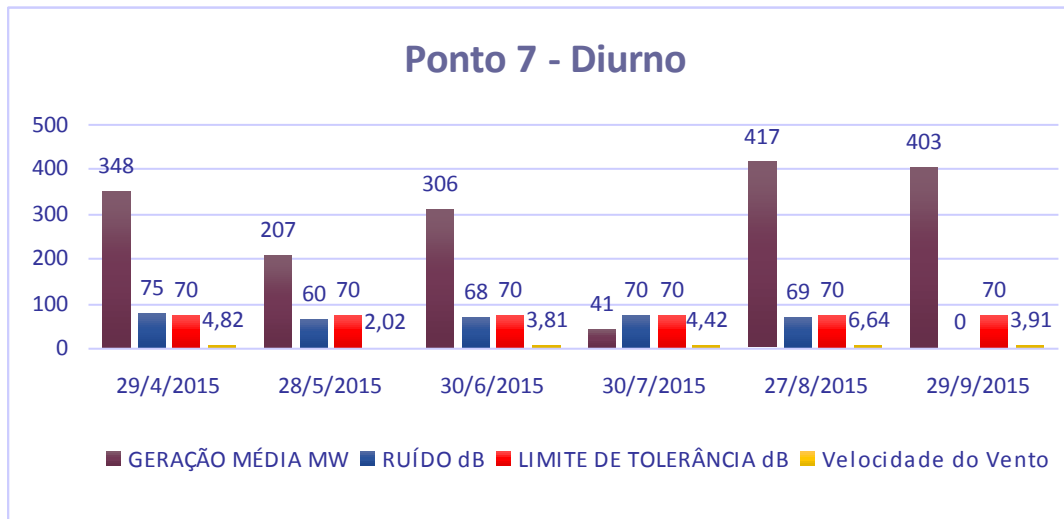
**Ponto 6 – Torre de resfriamento – Período diurno – Área predominante industrial.**



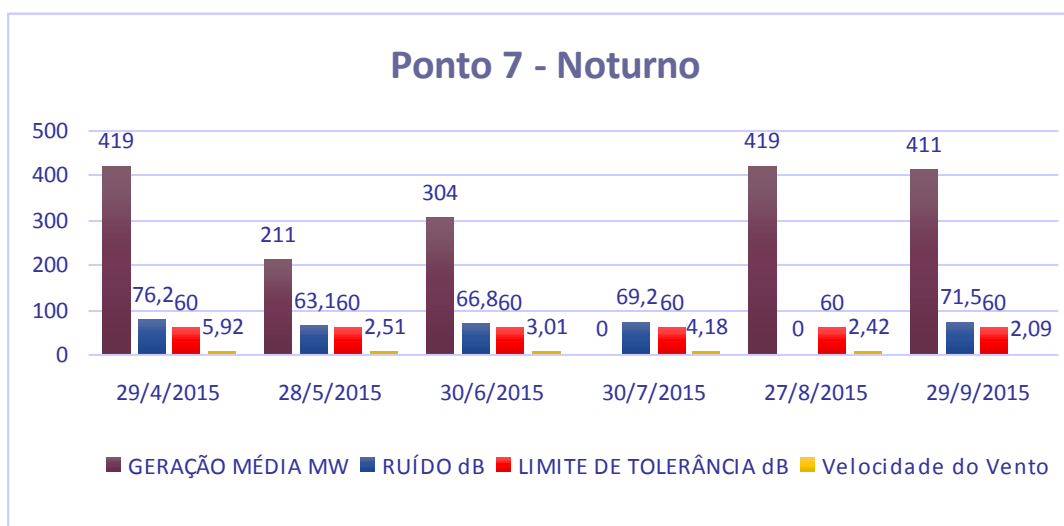
**Ponto 6 – Torre de resfriamento – Período noturno – Área predominante industrial.**



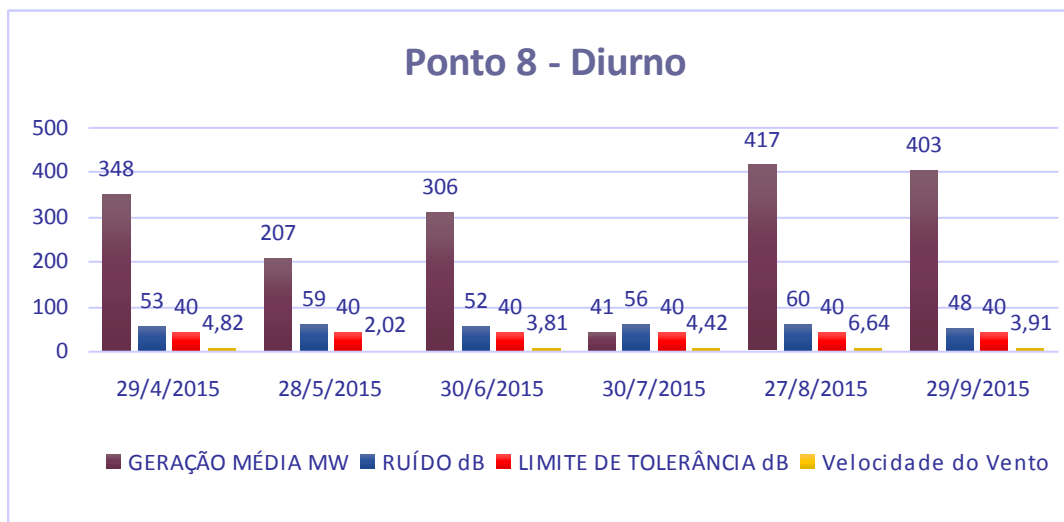
**Ponto 7 – Refeitório – Período diurno – Área predominante industrial.**



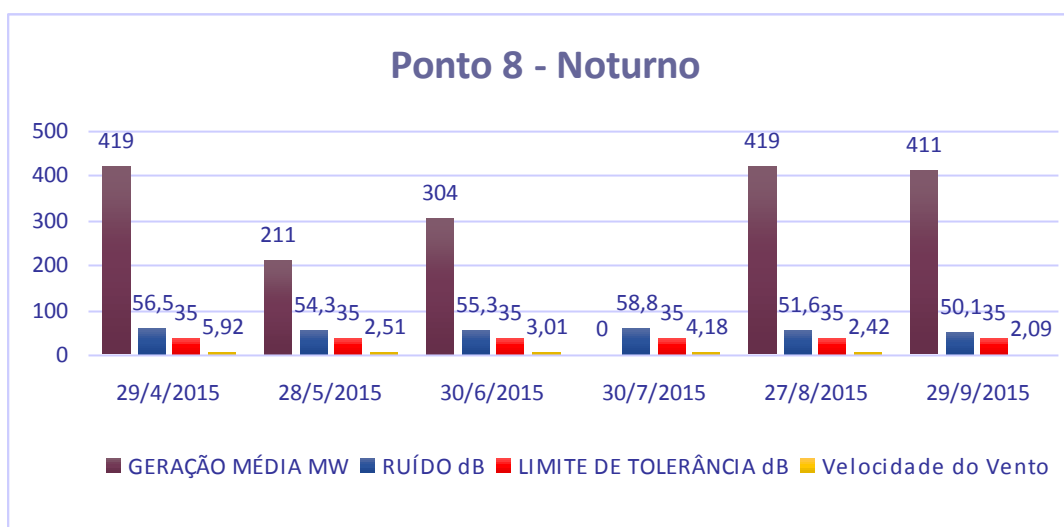
**Ponto 7 – Refeitório – Período noturno – Área predominante industrial.**



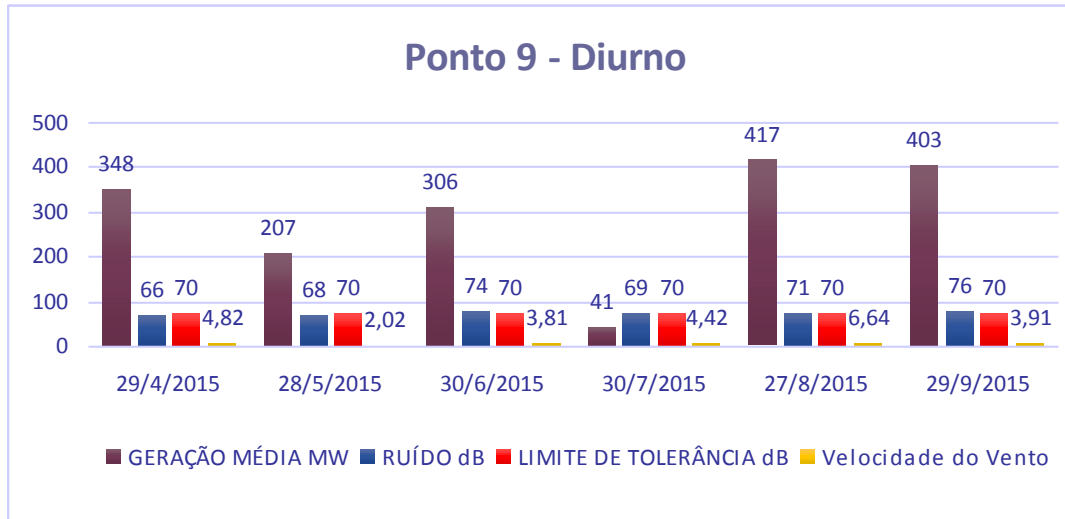
**Ponto 8 – Refeitório – Período diurno – Área de sítios e fazendas.**



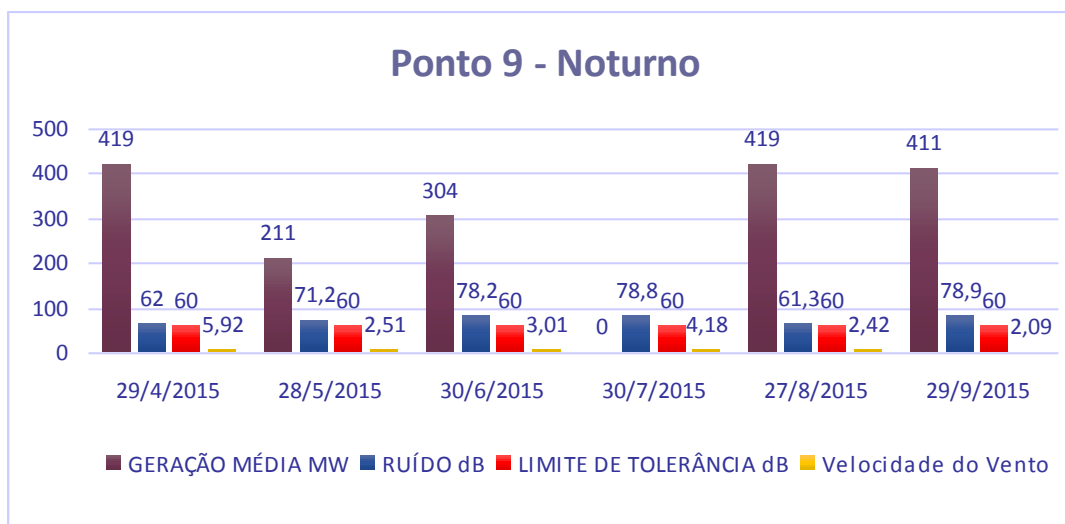
**Ponto 8 – Refeitório – Período noturno – Área de sítios e fazendas.**



**Ponto 9 – Canteiro Fase C – Período diurno – Área predominante industrial.**



**Ponto 9 – Canteiro Fase C – Período noturno – Área predominante industrial.**



#### **4. Conclusão**

Os resultados da Área Predominantemente Industrial para o período Diurno mostram alguns valores acima dos níveis indicados na NBR 10.151 durante toda a campanha de coleta de dados. Deve-se considerar que os pontos que excedem o nível indicado são pontos que estão localizados dentro do complexo da Usina e próximos aos principais geradores de ruído que são as casas de máquinas das caldeiras 1, 2, 3 e 4, Casa de máquinas Fase C, Flash Tanques, Válvulas de Segurança, Ventiladores de Indução e outros, equipamentos que são ruidosos e não podem ser isolados acusticamente e que como medida de mitigação podem receber manutenção, porém, não se percebe uma diminuição significativa do ruído. Mesmo assim, no cronograma de ação, colocamos algumas ações, para que possamos observar ao decorrer das avaliações.

Para o período Noturno os níveis de ruído do complexo tendem a permanecer estáveis devido à geração ininterrupta. A anormalidade decorre devido o limite noturno ser inferior ao diurno em 10 dB conforme estabelecido na NBR 10.151. Por se tratar de uma região plana, de vegetação rasteira, o vento em geral é moderado, os locais de avaliação são na maioria dos casos locais com árvores de contenção (eucalipto), causado pelo balanço dos galhos e folhas, somados ao fato dos limites reduzidos a noite, os níveis ultrapassam o limite admissíveis, mesmo em locais que percebemos a ausência de ruído da Usina.

#### **5. Sugestões de melhorias**

- Limpeza do acesso aos pontos;
- Acompanhar plano de manutenção na parada para manutenção das caldeiras;
- Sugerir avaliação das válvulas de segurança das caldeiras 1 e 2, novas fontes de ruído;



## 6. Elaboração

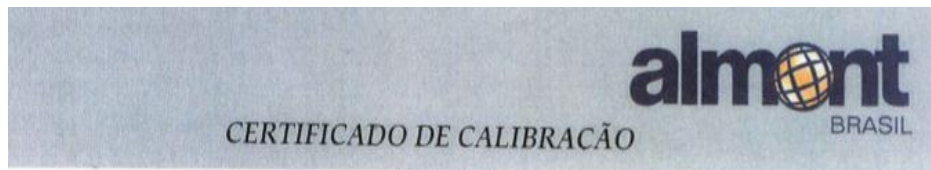
Setor de Segurança do Trabalho de Candiota - DACAE



Leandro I. Heck  
Téc. Segurança do Trabalho  
MTE - RS001136.3 / RE 3224  
Eletrobras - CGTEE

**Relatório Consolidado nº09**  
**Monitoramento de Ruído Ambiental**  
**Abril a Setembro de 2015**

**Anexo A – Certificados de Calibração dos Instrumentos de Medição.**



5761-2013

**Solicitante do Serviço:**

Nome: Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica - CGTEE  
Endereço: Rua Sete de Setembro, 539  
Bairro: Centro  
Cidade: Porto Alegre  
CEP: 90.010-190

UF: RS



**Identificação do Item:**

Item: Audiôsimetro  
Fabricante: Quest Technologies / 3M  
Modelo: Q-400  
N.º de Série: QDG120014  
Identificação: 72315

Tipo: 2  
B.P.: Não informado

**Dados da calibração:**

Data da Calibração: 4-nov-13 Validade solicitada pelo Cliente: 4-nov-15  
N.º do Processo: 2013 Item: 2  
Procedimento de Calibração: PC-01 Rev. 9  
Normas de Referência: IEC 60651:1979, IEC 60804:2000 e IEC 61252:2002

**Condições Ambientais:**

Temperatura: 23,9 °C  
Umidade Relativa: 57 %  
Pressão Atmosférica: 926,07 mbar

**Método de Medição:**

Os resultados foram obtidos através de aplicação de sinais elétricos de modo a verificar as características como ponderação em frequência, linearidade, exposição sonora, Dose e Lavg.

**Dados e Instrumentos Utilizados:**

**Relatório Consolidado nº09**  
**Monitoramento de Ruído Ambiental**  
**Abril a Setembro de 2015**

**Anexo B – Croqui dos Pontos de Medição de Ruído Ambiental.**

